

# 我が国における学術研究課題の最前線

— 平成21年度科学研究費補助金・大型研究種目・新規採択課題一覧 —

特別推進研究  
基盤研究（S）  
若手研究（S）

平成21年 9 月

独立行政法人日本学術振興会  
(<http://www.jsps.go.jp/>)

## まえがき

科学研究費補助金は、人文・社会科学から自然科学までの全ての分野にわたり、基礎から応用までのあらゆる「学術研究」（研究者の自由な発想に基づく研究）を格段に発展させることを目的とする「競争的研究資金」です。ピア・レビューによる審査を経て、独創的・先駆的な研究に対する助成を行うもので、我が国の研究基盤を形成するための基幹的な研究経費となっています。

科学研究費補助金は、学術研究の目的・内容に応じて研究種目等を設けて、公募・審査が行われておりますが、本資料は其中でも国際的に高い評価を得ている研究であって、格段に優れた研究成果が期待される「特別推進研究」をはじめ、「基盤研究(S)」及び「若手研究(S)」について、平成21年度の新規採択研究課題を紹介するものです。

本資料が大学等における研究活動の理解の一助となれば幸いです。

平成21年9月

独立行政法人日本学術振興会理事長

小野 元之



# 目 次

(頁)

## 平成21年度科学研究費補助金 特別推進研究 (新規採択課題)

1. 平成21年度 科学研究費補助金 特別推進研究 審査結果 (系別) . . . . .	1
2. 平成21年度 科学研究費補助金 特別推進研究 新規課題一覧 . . . . .	2
3. 平成21年度 科学研究費補助金 特別推進研究 概要	
【 理 工 系 】	
(1) ニュートリノ観測装置カムランドを用いたニュートリノレス二重 $\beta$ 崩壊の研究 (井上 邦雄: 東北大学 大学院理学研究科・教授) . . . . .	4
(2) 最高エネルギー宇宙線で探る宇宙極高現象 (福島 正己: 東京大学 宇宙線研究所・教授) . . . . .	5
(3) 配向制御技術で拓く分子の新しい量子相の物理学 (酒井 広文: 東京大学 大学院理学系研究科・准教授) . . . . .	6
(4) 半導体量子構造による電子波束のダイナミクス (藤澤 利正: 東京工業大学 極低温物性研究センター・教授) . . . . .	7
(5) 特殊ペプチド創薬 (菅 裕明: 東京大学 先端科学技術研究センター・教授) . . . . .	8
(6) 高性能有機触媒の創製と精密有機合成化学への応用 (丸岡 啓二: 京都大学 大学院理学研究科・教授) . . . . .	9
(7) 拡張ナノ空間流体工学の創成 (北森 武彦: 東京大学 大学院工学系研究科・教授) . . . . .	10
(8) MEMSと実時間TEM顕微観察によるナノメカニカル特性評価と応用展開 (藤田 博之: 東京大学 生産技術研究所・教授) . . . . .	11
【 生 物 系 】	
(1) 大脳棘シナプスと開口放出の2光子顕微鏡による研究 (河西 春郎: 東京大学 大学院医学系研究科・教授) . . . . .	12
(2) ゲノム伝達の中核にある染色体動原体の方向性を決める分子機構 (渡邊 嘉典: 東京大学 分子細胞生物学研究所・教授) . . . . .	13
(3) 一分子生理学を超えて: 生体分子機械を力で優しく働かせる (木下 一彦: 早稲田大学 理工学術院・教授) . . . . .	14
(4) プロテアソームを基軸としたタンパク質分解系の包括的研究 (田中 啓二: (財)東京都医学研究機構 東京都臨床医学総合研究所・所長代行) . . . . .	15
(参考) 平成21年度 科学研究費補助金 特別推進研究 継続課題一覧 . . . . .	16

平成21年度科学研究費補助金 基盤研究（S）（新規採択課題）

1. 平成21年度 科学研究費補助金 基盤研究（S） 審査結果（系別）	19
2. 平成21年度 科学研究費補助金 基盤研究（S） 新規課題一覧	20
3. 平成21年度 科学研究費補助金 基盤研究（S） 概要	

【総合・新領域系】

（総合領域）

(1) ルビーによる高生産な超並列・超分散計算ソフトウェア基盤 （平木 敬：東京大学・大学院情報理工学系研究科・教授）	28
(2) モバイルセンサネットワークのための効率的なデータ処理機構に関する研究 （西尾 章治郎：大阪大学・大学院情報科学研究科・理事・副学長）	29
(3) レンズレス全方位センサによる装着型アンビエント監視と児童防犯への発展 （八木 康史：大阪大学・産業科学研究所・教授）	30
(4) 全身受動性と注意誘導性を備えた等身大ヒューマノイドへの発展的身体行動構成法の研究 （稲葉 雅幸：東京大学・大学院情報理工学系研究科・教授）	31
(5) 向社会行動の神経基盤と発達過程の解明 （定藤 規弘：生理学研究所・大脳皮質機能研究系・教授）	32
(6) 内因性カンナビノイドによる逆行性シナプス伝達の脳機能・脳病態における役割の解明 （狩野 方伸：東京大学・大学院医学系研究科・教授）	33
(7) 磁気共鳴分子マイクロイメージング開発 （中田 力：新潟大学・脳研究所・教授）	34
(8) シナプス構造の分子解剖 （岡部 繁男：東京大学・大学院医学系研究科・教授）	35
(9) 生命科学研究推進の為に新たな <i>in vivo</i> イメージングの基盤技術の開発 （高橋 智：筑波大学・大学院人間総合科学研究科・教授）	36
(10) MSM/Ms マウスのユニークな表現型の遺伝学的解析 （山村 研一：熊本大学・生命資源研究・支援センター・教授）	37
(11) 血管細胞における力学応答の分子バイオメカニクス （安藤 譲二：獨協医科大学・医学部・特任教授）	38

（複合新領域）

(1) レーザー分光法による都市の大気質診断とオキシダント制御に関する研究 （梶井 克純：首都大学東京・大学院都市環境科学研究科・教授）	39
(2) 氷床コアの総合解析による様々な時間スケールの地球環境変動の解明 （本山 秀明：国立極地研究所・研究教育系・教授）	40
(3) 個体内における電離放射線誘発突然変異成立過程の解明 （三谷 啓志：東京大学・大学院新領域創成科学研究科・教授）	41
(4) 化学物質による細胞内受容体—異物代謝酵素シグナル伝達系攪乱の感受性支配因子の解明 （岩田 久人：愛媛大学・沿岸環境科学研究センター・教授）	42

(5) スピン偏極パルス TEMの開発とナノスピン解析への応用	
(田中 信夫：名古屋大学・エコトピア科学研究所・教授)	43
(6) 多点時空間相関解析法による細胞内分子複合体研究	
(金城 政孝：北海道大学・大学院先端生命科学研究科・教授)	44
(7) GPS海洋ブイを用いた革新的海洋・海底総合防災観測システムの開発	
(寺田 幸博：高知工業高等専門学校・環境都市デザイン工学科・教授)	45
(8) 性差のエピゲノム解析	
(塩田 邦郎：東京大学・大学院農学生命科学研究科・教授)	46
(9) 巨大炭素鎖を持つ特異な天然有機分子の化学	
(上村 大輔：慶應義塾大学・理工学部・教授)	47
(10) インド農村の長期変動に関する研究	
(水島 司：東京大学・大学院人文社会系研究科・教授)	48
(11) 牧畜文化解析によるアフロ・ユーラシア内陸乾燥地文明とその現代的動態の研究	
(嶋田 義仁：名古屋大学 大学院文学研究科 教授)	49

## 【人文社会系】

### (人文学)

(1) ユーラシアの近代と新しい世界史叙述	
(羽田 正：東京大学・東洋文化研究所・教授)	50
(2) 大規模自然災害時の史料保全論を基礎とした地域歴史資料学の構築	
(奥村 弘：神戸大学・大学院人文学研究科・教授)	51
(3) アジアにおける持続可能な土地利用の形成に向けて	
(氷見山 幸夫：北海道教育大学・教育学部・教授)	52

### (社会科学)

(1) 国際比較のための価値・信頼・政治参加・民主主義指標の日本データ取得とその解析研究	
(池田 謙一：東京大学・大学院人文社会系研究科・教授)	53
(2) 社会性とメンタルヘルスの双生児研究—遺伝子と脳活動をつなぐ	
(安藤 寿康：慶應義塾大学・文学部・教授)	54

## 【理工系】

### (数物系科学)

(1) 複雑現象に挑む形態変動解析学の構築	
(儀我 美一：東京大学・大学院数理科学研究科・教授)	55
(2) 多波長ラインサーベイによる星形成から惑星系形成に至る化学進化の解明	
(山本 智：東京大学・大学院理学系研究科・教授)	56
(3) 小型衛星を目指した多素子X線マイクロカロリメータの開発	
(大橋 隆哉：首都大学東京・大学院理工学研究科・教授)	57
(4) 超新星背景ニュートリノの探索	
(中畑 雅行：東京大学・宇宙線研究所・教授)	58

(5) 広視野ガンマ線カメラによるMeVガンマ線銀河内天体気球観測 (谷森 達：京都大学・大学院理学研究科・教授) . . . . .	59
(6) 高エネルギー電子・陽電子観測による暗黒物質・近傍加速源の探索 (鳥居 祥二：早稲田大学・理工学術院・教授) . . . . .	60
(7) 新世代超冷中性子源による時間反転不変性の検証 (増田 康博：高エネルギー加速器研究機構・素粒子原子核研究所・准教授) . . . . .	61
(8) 共鳴軟X線散乱と中性子散乱による外場下での局所電子構造と混成軌道秩序の研究 (村上 洋一：高エネルギー加速器研究機構・物質構造科学研究所・教授) . . . . .	62
(9) 電気化学的界面の超強電界を用いた電子物性制御 (岩佐 義宏：東北大学・金属材料研究所・教授) . . . . .	63
(10) ナノスケール・ヘリウム物理学の構築とその応用 (白濱 圭也：慶應義塾大学・大学院理工学研究科・教授) . . . . .	64
(11) 液体の階層的自己組織化とダイナミクス (田中 肇：東京大学・生産技術研究所・教授) . . . . .	65
(12) 南アフリカ金鉱山におけるM2震源域での地震の準備と発生過程の総合観測 (小笠原 宏：立命館大学・理工学部・教授) . . . . .	66
(13) 超高压地球化学：地球中心核の化学進化 (平田 岳史：京都大学・大学院理学研究科・教授) . . . . .	67
(14) 乱流プラズマの動的応答と動的輸送の統合研究 (伊藤 早苗：九州大学・応用力学研究所・教授) . . . . .	68
(化学)	
(1) プローブ顕微鏡を用いた単分子スペクトロスコピー (川合 真紀：東京大学・大学院新領域創成科学研究科・教授) . . . . .	69
(2) 水を溶媒として活用する新しい有機化学ワールドの構築 (小林 修：東京大学・大学院理学系研究科・教授) . . . . .	70
(3) 動的化学に立脚した超分子錯体システムの創製 (塩谷 光彦：東京大学・大学院理学系研究科・教授) . . . . .	71
(4) 希土類元素を基盤とする新反応場の構築 (侯 召民：理化学研究所・基幹研究所・主任研究員) . . . . .	72
(5) 金属触媒の複合利用による安定化学結合の活性化と合成的変換 (檜山 爲次郎：京都大学・大学院工学研究科・教授) . . . . .	73
(6) 異種界面接合を基盤とする高分子光運動材料の構築 (池田 富樹：東京工業大学・資源化学研究所・教授) . . . . .	74
(7) バイオサイエンスを支えるイオン液体の開発 (大野 弘幸：東京農工大学・大学院共生科学技術研究院・教授) . . . . .	75
(工学 I)	
(1) 近接場マルチプローブ分光の基盤技術開発 (川上 養一：京都大学・大学院工学研究科・教授) . . . . .	76

(2) 繰り返しと光周波数を同時安定化したGHz帯モード同期パルスレーザの実現とその応用 (中沢 正隆：東北大学・電気通信研究所・教授) . . . . .	77
(3) 紫外プラズモニクスの開拓 (河田 聡：大阪大学・大学院工学研究科・教授) . . . . .	78
(4) カーボンナノチューブ複合材料の設計・合成・評価ループ構築と高機能化に関する研究 (橋田 俊之：東北大学・大学院工学研究科・教授) . . . . .	79
(5) ナノ界面の疲労損傷と破壊 (北村 隆行：京都大学・大学院工学研究科・教授) . . . . .	80
(6) マイクロ・ナノ熱流体複合センシングと界面制御デバイスの開発 (菱田 公一：慶應義塾大学・理工学部・教授) . . . . .	81
(7) 極限磁性スピナノ構造体の創製 (高橋 研：東北大学・大学院工学研究科・教授) . . . . .	82
(8) 炭化珪素半導体の欠陥制御と超高耐圧ロバスト素子への応用 (木本 恒暢：京都大学・大学院工学研究科・教授) . . . . .	83
(9) グラフォアセンブリーによる三次元積層型光電子集積システム・オン・チップ (小柳 光正：東北大学・大学院工学研究科・教授) . . . . .	84
(10) テラヘルツ波による大容量無線通信実現の為のデバイス・システムの開拓 (浅田 雅洋：東京工業大学・大学院総合理工学研究科・教授) . . . . .	85
(11) 痛みの分かる材料・構造の為の光相関領域法による光ファイバ神経網技術の機能進化 (保立 和夫：東京大学・大学院工学系研究科・教授) . . . . .	86
 (工学Ⅱ)	
(1) 海溝型連発大地震も視野に入れた我が国沿岸域の耐震性再評価と地盤強化技術の検討 (野田 利弘：名古屋大学・大学院工学研究科・教授) . . . . .	87
(2) 「混ぜない」, 「集めない」をコンセプトとした資源回収型排水処理技術の開発と評価 (船水 尚行：北海道大学・大学院工学研究科・教授) . . . . .	88
(3) 中近東・北アフリカにおけるビザンティン建築遺産の記録、保存、公開に関する研究 (日高 健一郎：筑波大学・人間総合科学研究科・教授) . . . . .	89
(4) 無機エレクトライドの領域開拓：物質探索、機能設計、応用展開 (細野 秀雄：東京工業大学・フロンティア研究センター・教授) . . . . .	90
(5) 次世代型耐熱材料としての複相金属間化合物の用途展開のための基盤学問体系構築 (高杉 隆幸：大阪府立大学・大学院工学研究科・教授) . . . . .	91
(6) ウエーハ等価薄膜太陽電池の直接製造を可能とするメゾプラズマ次世代シーメンズ法開発 (吉田 豊信：東京大学・大学院工学系研究科・教授) . . . . .	92
(7) ペタフロップス級計算機に向けた次世代CFDの研究開発 (中橋 和博：東北大学・大学院工学研究科・教授) . . . . .	93
(8) ヘリコン源を用いた先進的無電極プラズマロケットエンジンの研究開発 (篠原 俊二郎：九州大学・大学院総合理工学研究院・准教授) . . . . .	94
(9) 縦渦導入型広帯域スクラムジェットの研究 (須浪 徹治：宇宙航空研究開発機構・構宇宙輸送ミッション本部・主任研究員) . . . . .	95

(10) 低域混成波による球状トカマクプラズマの電流駆動	
(高瀬 雄一：東京大学・大学院新領域創成科学研究科・教授)	96
(11) 次世代アト秒・フェムト秒パルスラジオリシスに関する研究	
(吉田 陽一：大阪大学・産業科学研究所・教授)	97
<b>【生物系】</b>	
(生物学)	
(1) 気孔孔辺細胞における光情報のイオン輸送への変換機構	
(島崎 研一郎：九州大学・大学院理学研究院・教授)	98
(2) 新種の出現：種分化と大進化の分子機構	
(岡田 典弘：東京工業大学・大学院生命理工学研究科・教授)	99
(3) X線結晶構造解析による細胞内及び細胞間での物質輸送の研究	
(月原 富武：兵庫県立大学・大学院生命理学研究科・特任教授)	100
(4) 寿命と発生を制御するシグナル伝達ネットワーク	
(西田 栄介：京都大学・大学院生命科学研究科・教授)	101
(5) 細胞接着とシグナル伝達による細胞の形態形成機構	
(高井 義美：神戸大学・大学院医学研究科・教授)	102
(6) 極低温電子顕微鏡による細菌べん毛モーターと蛋白質輸送装置の像構造解析	
(難波 啓一：大阪大学・大学院生命機能研究科・教授)	103
(7) 分裂酵母における減数分裂の制御機構	
(山本 正幸：東京大学・大学院理学系研究科・教授)	104
(8) 生殖細胞の性分化と精子幹細胞の維持を支える分子機構	
(相賀 裕美子：国立遺伝学研究所・系統生物研究センター・教授)	105
(農学)	
(1) tRNA 介在領域の分解能欠損による植物ミトコンドリア病発生機構	
(秋光 和也：香川大学・農学部・教授)	106
(2) 植物の無機栄養ホメオスタシスと成長の統合的理解と仮説検証	
(藤原 徹：東京大学・生物生産工学研究センター・准教授)	107
(3) スプライシング因子の新機能に関する化学遺伝学研究	
(吉田 稔：理化学研究所・吉田化学遺伝学研究室・主任研究員)	108
(4) 二次イオン質量分析法による植物細胞における生体分子三次元分布の可視化	
(福島 和彦：名古屋大学・大学院生命農学研究科・教授)	109
(5) 最新の生理生態情報に基づくウナギ大量種苗生産技術の実現	
(塚本 勝巳：東京大学・海洋研究所・教授)	110
(6) 哺乳類フェロモンによる生理機能および行動の制御法開発	
(森 裕司：東京大学・大学院農学生命科学研究科・教授)	111
(7) バイオマス系完全分散ナノフィブリルの創製と環境対応型材料への変換	
(磯貝 明：東京大学・大学院農学生命科学研究科・教授)	112

(医歯薬学Ⅰ)

- (1) 遷移金属触媒合成を基盤とする有機イオウ・リン有用物質の高機能化と環境調和利用  
(山口 雅彦：東北大学・原子分子材料科学高等研究機構・大学院薬学研究科・教授) . . . 113
- (2) インテリジェント人工核酸を搭載したナノDDSによる革新的分子標的治療薬の研究  
(佐々木 茂貴：九州大学・大学院薬学研究院・教授) . . . 114
- (3) 電位センサードメイン蛋白群を基盤とする新たな膜電位シグナルの解明  
(岡村 康司：大阪大学・大学院医学系研究科・教授) . . . 115
- (4) 中枢神経系細胞間ネットワークにおけるシグナル機構の可視化解析  
(飯野 正光：東京大学・大学院医学系研究科・教授) . . . 116
- (5) マウスモデルを用いた消化器癌転移の研究  
(武藤 誠：京都大学・大学院医学研究科・教授) . . . 117
- (6) CCR4-NO2デアデニレース欠損に伴う病態解析と新たな遺伝子発現制御機構  
(山本 雅：東京大学・医科学研究所・教授) . . . 118
- (7) 液性免疫記憶の生成・維持・活性化機序  
(黒崎 知博：大阪大学・免疫学フロンティア研究センター・特任教授) . . . 119
- (8) T細胞分化を制御する転写因子ネットワークの解明  
(谷内 一郎：理化学研究所・免疫転写制御研究チーム・チームリーダー) . . . 120

(医歯薬学Ⅱ)

- (1) 炎症を背景とした消化器発癌過程におけるゲノム不安定性の生成機構の解明  
(千葉 勉：京都大学・大学院医学研究科・教授) . . . 121
- (2) Wntシグナルによる心筋分化・心臓疾患発症機序の解明とそれに基づく治療法の開発  
(小室 一成：千葉大学・大学院医学研究院・教授) . . . 122
- (3) 分子標的を介するポリグルタミン病の根本治療法の開発  
(祖父江 元：名古屋大学・大学院医学系研究科・教授) . . . 123
- (4) 生活習慣病の病態におけるアルドステロン／鉱質コルチコイド受容体活性化機構の解明  
(藤田 敏郎：東京大学・医学部附属病院・教授) . . . 124
- (5) 間葉系細胞由来ホルモンの生理作用とその破綻  
(中尾 一和：京都大学・大学院医学研究科・教授) . . . 125
- (6) 天疱瘡抗原に対する中枢性、末梢性免疫寛容機構の解明  
(天谷 雅行：慶應義塾大学・医学部・教授) . . . 126
- (7) 高精度の分子遺伝学的評価による食道癌治療成績向上のための包括的研究  
(森 正樹：大阪大学・大学院医学系研究科・教授) . . . 127

- (参考) 平成21年度 科学研究費補助金 基盤研究(S) 継続課題一覧 . . . 128

平成21年度科学研究費補助金 若手研究(S)(新規採択課題)

1. 平成21年度 科学研究費補助金 若手研究(S) 審査結果(系別)	141
2. 平成21年度 科学研究費補助金 若手研究(S) 新規課題一覧	142
3. 平成21年度 科学研究費補助金 若手研究(S) 概要	

【総合・新領域系】

(総合領域)

(1) 人間を超える次世代高速・高機能ロボットハンドシステムの研究 (並木 明夫：千葉大学・大学院工学研究科・准教授)	146
(2) 神経回路網の多様性を生み出す発生分化プログラムの分子基盤 (白崎 竜一：大阪大学・大学院生命機能研究科・准教授)	147
(3) 成体脳におけるニューロン新生のメカニズムの解明 (澤本 和延：名古屋市立大学・大学院医学研究科・教授)	148
(4) 知覚・運動系におけるベイズ統合の神経機序 (宮崎 真：早稲田大学・高等研究所・助教)	149

(複合新領域)

(1) 南極氷床コア分析と気候モデリングに基づく氷期・間氷期の気候変動メカニズムの解明 (川村 賢二：国立極地研究所・研究教育系・助教)	150
(2) 定量的行動試験をもとにした顕微鏡解析による発達神経毒性の分子標的の同定 (掛山 正心：東京大学・大学院医学系研究科・助教)	151
(3) 高精度地盤構造推定のための微動・重力・磁気の統合観測システムと同時逆解析法の開発 (盛川 仁：東京工業大学・大学院総合理工学研究科・准教授)	152
(4) ゲノムワイドな遺伝子ネットワーク解析による脊索動物の発生と進化のシステムの理解 (佐藤 ゆたか：京都大学・大学院理学研究科・准教授)	153

【人文社会系】

(人文学)

(1) 海外引揚問題と戦後東アジアの地域変動に関する国際的総合研究 (加藤 聖文：国文学研究資料館・文学資源研究系・助教)	154
--	-----

(社会科学)

(1) 日次マーケティングデータに基づく家計消費・労働供給の分析 (阿部 修人：一橋大学・経済研究所・准教授)	155
--	-----

【理工系】

(数物系科学)

(1) 代数多様体の数論幾何的予想の解決に向けた戦略的研究 (坂内 健一：慶應義塾大学・理工学部・講師)	156
(2) 厳密なカイラル対称性をもつ格子理論による量子色力学のトポロジカルな真空構造の解明 (橋本 省二：高エネルギー加速器研究機構・素粒子原子核研究所・准教授)	157

(3) コアによる多圏地球気候システム解析	(横山 祐典：東京大学・海洋研究所・准教授) . . . . .	158
(化学)		
(1) タンパク質化学に立脚した革新的生細胞内分子分析法の創製	(小澤 岳昌：東京大学・大学院理学系研究科・教授) . . . . .	159
(2) 炭素-水素結合変換による統合的合成化学の開拓	(伊丹 健一郎：名古屋大学・大学院理学研究科・教授) . . . . .	160
(3) 化学機能を制御する超分子ツールの創製	(金原 数：東北大学・多元物質科学研究所・教授) . . . . .	161
(工学 I)		
(1) 強相関酸化ナノエレクトロニクス構築に関する研究	(田中 秀和：大阪大学・産業科学研究所・教授) . . . . .	162
(2) 細胞ビルドアップ型ウェットナノロボティクスの構築と機能創発	(森島 圭祐：東京農工大学・大学院共生科学技術研究院・准教授) . . . . .	163
(3) 超高速光パラボラパルス発生と光伝送・信号処理への応用	(廣岡 俊彦：東北大学・電気通信研究所・准教授) . . . . .	164
(工学 II)		
(1) 途上国に適用可能な硫黄サイクル微生物機能活性化・次世代水資源循環技術の創成	(山口 隆司：長岡技術科学大学・工学部・准教授) . . . . .	165
(2) 公衆衛生工学手法による気中分散粒子系汚染物質の人体曝露経路予測と制御	(伊藤 一秀：九州大学・大学院総合理工学研究院・准教授) . . . . .	166
(3) 異方性の材料科学に基づく骨配向化誘導	(中野 貴由：大阪大学・大学院工学研究科・教授) . . . . .	167
(4) き裂成長履歴推定に基づく大型溶接構造物の疲労寿命推定の高精度化	(後藤 浩二：九州大学・大学院工学研究院・准教授) . . . . .	168
【生物系】		
(生物学)		
(1) シロアリの社会組織化に関わるシグナル分子伝達機構の解明	(三浦 徹：北海道大学・大学院地球環境科学研究所・准教授) . . . . .	169
(2) 哺乳類細胞を用いたオートファゴソーム形成機構の解析	(水島 昇：東京医科歯科大学・大学院医歯学総合研究科・教授) . . . . .	170
(3) 多彩な細胞系譜の運命決定・恒常性を制御する転写因子 <i>Blimp1</i> の統合的機能解明	(斎藤 通紀：京都大学・大学院医学研究科・教授) . . . . .	171
(農学)		
(1) 植物生殖細胞の初期発生を制御する遺伝システムの解明	(野々村 賢一：国立遺伝学研究所・実験圃場・准教授) . . . . .	172

(2) ナノ構造化糖鎖素子を介した機能糖鎖集密化バイオマテリアルの創出 (北岡 卓也：九州大学・大学院農学研究院・准教授) . . . . .	173
 (医歯薬学Ⅰ)	
(1) 不斉触媒反応開発を基軸とする革新的有機合成および医薬候補分子骨格の拡張 (金井 求：東京大学・大学院薬学系研究科・准教授) . . . . .	174
(2) オートファジーの破綻によるヒト病態発症機序の解明 (小松 雅明：東京都医学研究機構・東京都臨床医学総合研究所・副参事研究員) . . . . .	175
(3) レクチン受容体による生体の危機管理機構の解明 (山崎 晶：九州大学・生体防御医学研究所・教授) . . . . .	176
 (医歯薬学Ⅱ)	
(1) 人工幹細胞ニッチ：造血ニッチ複合体の再構成による幹細胞増幅 (新井 文用：慶應義塾大学・医学部・講師) . . . . .	177
(2) ヒトT細胞共刺激分子CD26-カベオリン系を標的とした移植免疫寛容誘導の基盤研究 (大沼 圭：東京大学・医科学研究所・助教) . . . . .	178
(3) マイクロRNAを介した消化器癌転移カスケードの解明 (三森 功士：九州大学・生体防御医学研究所・助教) . . . . .	179
(4) 骨を中心としたネットワーク医学の統合的理解 (竹田 秀：慶應義塾大学・医学部・特別研究准教授) . . . . .	180
 (参考) 平成21年度 科学研究費補助金 若手研究(S) 継続課題一覧 . . . . .	182
 【参考資料】	
・ 科学研究費補助金の概要 (平成21年度) . . . . .	187

# 特別推進研究

1. 平成21年度 審査結果（系別）	・・・	1
2. 平成21年度 新規課題一覧	・・・	2
3. 平成21年度 概要	・・・	4
【理工系】	・・・	4
【生物系】	・・・	12
4. 平成21年度 継続課題一覧	・・・	16



## □ 平成21年度 科学研究費補助金 特別推進研究 審査結果(系別)

### 特別推進研究の目的・内容（平成21年度科学研究費補助金公募要領抜粋）

- (1) 対 象 国際的に高い評価を得ている研究をより一層推進するために、研究費を重点的に交付することにより、格段に優れた研究成果が期待される一人又は比較的少人数の研究者で組織する研究計画
- (2) 応募総額 1 研究課題の応募金額の総額は、5億円程度までを目安とするが、制限は設けません  
 ※ 応募総額の目安について  
 原則総額5億円程度、年間1億円程度までとしますが、真に必要な場合に限り、それを超える応募も可能です。  
 ※ 応募金額の総額が5億円を超える研究計画の取り扱い  
 必要とする理由を研究計画調書の該当欄に詳細に記入していただき、その適切性等について、特に厳正な審査を行います。
- (3) 研究期間 3～5年間
- (4) 採択予定課題数 概ね十数件程度(極めて厳選されたもの)

### 【新規】

	研究課題数			研究経費の配分額 (21年度) 千円	1課題当たりの配分額 (21年度)	
	応募 件	採択 件	採択率 %		平均 千円	最高 千円
人文・社会系	2	0	0.0	0	—	—
理 工 系	63	8	12.7	946,100	118,263	182,800
生 物 系	18	4	22.2	443,000	110,750	138,700
合 計	83	12	14.5	1,389,100	115,758	182,800

### 【新規+継続】

	研究課題数 件	研究経費の配分額 (21年度) 千円	1課題当たりの配分額 (21年度)	
			平均 千円	最高 千円
人文・社会系	6	237,500	39,583	78,000
理 工 系	50	4,007,600	80,152	317,500
生 物 系	25	2,469,100	98,764	292,100
合 計	81	6,714,200	82,891	317,500

※ 配分額は直接経費のみ

# 平成21年度科学研究費補助金 特別推進研究 新規課題一覧

## (1) 理工系(8課題)

### ○数物系科学(4課題)

(単位:千円)

研究代表者	研究課題名	研究期間	H21年度 配分額
			研究期間内の 配分(予定)額
いのうえ くにお 井上 邦雄	東北大学・大学院理学研 究科・教授 ニュートリノ観測装置カムランドを用いた ニュートリノレス二重 $\beta$ 崩壊の研究	平成21～25年度	150,000
			605,900
ふくしま まさき 福島 正己	東京大学・宇宙線研究所・ 教授 最高エネルギー宇宙線で探る宇宙極高現象	平成21～25年度	92,500
			499,300
さかい ひろふみ 酒井 広文	東京大学・大学院理学系 研究科・准教授 配向制御技術で拓く分子の新しい量子相の 物理学	平成21～25年度	118,400
			261,700
ふじさわ としまさ 藤澤 利正	東京工業大学・極低温物 性研究センター・教授 半導体量子構造による電子波束のダイナミク ス	平成21～25年度	73,100
			421,400

### ○化学(2課題)

(単位:千円)

研究代表者	研究課題名	研究期間	H21年度 配分額
			研究期間内の 配分(予定)額
すが ひろあき 菅 裕明	東京大学・先端科学技術 研究センター・教授 特殊ペプチド創薬	平成21～25年度	165,100
			406,700
まるおか けいじ 丸岡 啓二	京都大学・大学院理学研 究科・教授 高性能有機触媒の創製と精密有機合成化学 への応用	平成21～25年度	106,400
			426,300

### ○工学(2課題)

(単位:千円)

研究代表者	研究課題名	研究期間	H21年度 配分額
			研究期間内の 配分(予定)額
きたもり たけひこ 北森 武彦	東京大学・大学院工学系 研究科・教授 拡張ナノ空間流体工学の創成	平成21～24年度	182,800
			418,800
ふじた ひろゆき 藤田 博之	東京大学・生産技術研究 所・教授 MEMSと実時間TEM顕微観察によるナノメ カニカル特性評価と応用展開	平成21～25年度	57,800
			251,100

## (2) 生物系(4課題)

(単位:千円)

研究代表者		研究課題名	研究期間	H21年度 配分額
				研究期間内の 配分(予定)額
かさい はるお 河西 春郎	東京大学・大学院医学系 研究科・教授	大脳棘シナプスと開口放出の2光子顕微鏡による研究	平成21～25年度	138,700
				430,900
わたなべ よしのり 渡邊 嘉典	東京大学・分子細胞生物 学研究所・教授	ゲノム伝達の中核にある染色体動原体の方向性を決める分子機構	平成21～25年度	96,400
				362,400
きのした かずひこ 木下 一彦	早稲田大学・理工学術院・ 教授	一分子生理学を超えて:生体分子機械を力で 優しく働かせる	平成21～25年度	81,900
				474,900
たなか けいじ 田中 啓二	(財)東京都医学研究機構・ 東京都臨床医学総合研究 所・所長代行	プロテアソームを基軸としたタンパク質分解系 の包括的研究	平成21～25年度	126,000
				621,000

特別推進研究



研究課題名 ニュートリノ観測装置カムランドを用いたニュートリノレス二重β崩壊の研究

東北大学・大学院理学研究科・教授 井上 邦雄

研究分野：数物系科学、物理学、素粒子・原子核・宇宙線・宇宙物理

キーワード：素粒子（実験）

【研究の背景・目的】

ニュートリノ振動研究がニュートリノの質量 2 乗差を測定したことによって、質量絶対値測定のための具体的な目標設定が可能になった。最も高感度で質量絶対値を探索できるニュートリノレス二重β崩壊を用いた手法は、同時にニュートリノのマヨラナ性（ニュートリノと反ニュートリノが同一）を検証することができる。二重β崩壊は、原子核間の準位により単発のβ崩壊は禁止されるが 2 つ同時なら許容されるときに発現し、マヨラナニュートリノの場合は一方が放出した反ニュートリノを他方がニュートリノとして吸収することで、本来なら 2 つ放出される反ニュートリノが放出されないニュートリノレス二重β崩壊を引き起こす。ニュートリノがエネルギーを持ち出さないため特徴的な高エネルギー事象として観測されるこの事象の発生確率はニュートリノ質量の 2 乗に比例し、その頻度からニュートリノ質量の絶対値を知ることができる。当面の目標である質量の縮退構造（3 種類のニュートリノの質量が近接して比較的重い）を検証するには、100kg 超の二重β崩壊核を使用し、非常に長い半減期の希な現象を探索しなければならない。世界では 2011 から 2013 年開始予定の大型計画が進行しており、国内でもそれらと競合し凌駕できる計画が期待されており、いかに大量の二重β崩壊核を低バックグラウンドで観測できるかが課題となっていた。

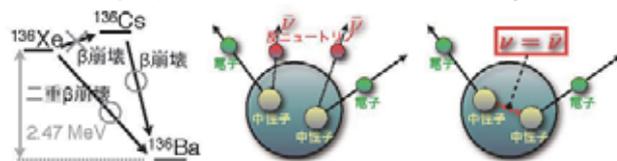


図 1 二重β崩壊核例（左）および通常二重β崩壊（中）とニュートリノレス崩壊（右）

【研究の方法】

ニュートリノ観測装置は一般に大型であり、中でも特にカムランド実験は通常よりも放射性不純物が 1 兆分の 1 も少ない極低放射能環境を実現している。二重β崩壊核のひとつであるキセノン 136 は希ガスであるため、純化が容易であり液体シンチレータに 3%まで溶かすことができる。他にもニュートリノを伴う通常の二重β崩壊の寿命が長いなどのメリットがある。本研究は、200kg のキセノン 136 を溶かした液体シンチレータを半径 1.35m のバルーンに内包しカムランド中心に設置する。既存のカムランドを使用するため迅速かつ低コストに世界最先端の感度を実現できる。

このバルーンが占める体積は 1000 トンの液体シンチレータを有するカムランドでは 1%にも満たず、ニュートリノ観測も継続できるとともに、キセノン量を 1000kg に増量するなどによって、逆階層構造の検証も可能となる拡張性を有している。

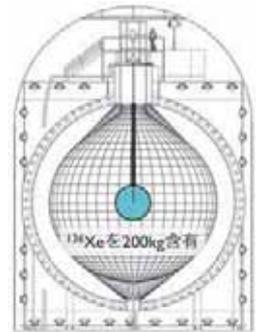


図 2 カムランド実験装置

【期待される成果と意義】

ニュートリノレス二重β崩壊を検出できれば、ニュートリノの質量構造を決定することができ、マヨラナニュートリノの確証を得ることができる。これは、素粒子標準理論のほころびとして知られる宇宙の物質優勢や軽いニュートリノ質量を説明するシーソー機構やレプトジェネシス理論の根拠となり、物質の起源や力の統一そして宇宙の統一的理解を目標とする素粒子・宇宙研究を飛躍的に進展させる。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- “Precision Measurement of Neutrino Oscillation Parameters with KamLAND”, The KamLAND Collaboration (S. Abe et al.), Phys.Rev.Lett.100:221803, 2008.
- “Experimental Investigation of Geologically Produced Anti-neutrinos with KamLAND”, The KamLAND Collaboration (T. Araki et al.), Nature 436:499-503, 2005.
- “Measurement of Neutrino Oscillation with KamLAND: Evidence of Spectral Distortion”, The KamLAND Collaboration (T.Araki et al.), Phys.Rev.Lett.94:081801, 2005.
- “First Results from KamLAND: Evidence for Reactor Anti-neutrino Disappearance”, The KamLAND Collaboration (K. Eguchi et al.), Phys.Rev.Lett.90:021802, 2003.

【研究期間と研究経費】

平成 21 年度 - 25 年度

605,900 千円

ホームページ等

<http://www.awa.tohoku.ac.jp/>

## 【特別推進研究】

### 理工系（数物系科学）



研究課題名 最高エネルギー宇宙線で探る宇宙極高現象

東京大学・宇宙線研究所・教授

ふくしま まさき  
福島 正己

研究分野： 素粒子・原子核・宇宙線・宇宙物理

キーワード： 宇宙線（実験）

#### 【研究の背景・目的】

山梨県にある宇宙線研・明野観測所に設置したAGASA 空気シャワーアレイで、2003年までの13年間に10の20乗電子ボルトを超える宇宙線11例を観測した。このような極高エネルギーの宇宙線は、宇宙空間を満たしている背景放射（ビッグバンの名残り）と衝突してエネルギーを失うため、ほぼ1.5億光年以内の近傍に発生源があると考えられている。発生源の数が限られる為、予想される観測数は3-4例であった。また、これらの宇宙線には、ある方向からまとまって到来する傾向が見られたが、その方向には発生源らしい特別な天体は見当たらなかった。

高エネルギーの宇宙線が地球に到来すると、大気の上層で、窒素や酸素の原子核と衝突し、核を破碎して数千の新しい粒子を発生する。これらの粒子は、さらに衝突と反応を繰り返して鼠算式に増殖し、最高エネルギー領域では、1兆個を超える粒子の束となって地表に降り注ぐ（直径~10km）。これを宇宙線の空気シャワーと呼ぶが、エネルギーの高いものは極めて稀で、山手線の内側の領域（~100km<sup>2</sup>）に1年に1例が落下するくらいの頻度である。

#### 【研究の方法】

空気シャワーの観測方法には、大きく分けて2通りある。第1は空気シャワーアレイと呼ばれ、地表に点々と粒子検出器を置いて、検出した粒子の総数から宇宙線のエネルギーを決める。宇宙線の方向は粒子の到来時間差から決める。広い領域を安定して観測できる点が強みであるが、粒子の総数から宇宙線のエネルギーを決める時に、詳細が良く判っていない大量の計算を必要とするのが問題である。

第2は大気蛍光望遠鏡と呼ばれ、空気シャワーの大気中での紫外発光を撮像する。この発光は極めて微小なので、大口径の反射鏡で光を集め、カメラには感度の高い光電子増倍管を使う。観測は、晴れて大気が透明な闇夜に限られる。観測される光の量がエネルギーに比例するので、計算によらずにエネルギーを決められるのが強みであるが、望遠鏡感度の絶対較正や大気透明度の補正が難しい課題である。

AGASA（地表アレイ）の観測結果は、HiRes（大気蛍光望遠鏡）で確認されなかった。そこで、AGASAの測定領域を一桁大きくし、望遠鏡も同じ場所に建設して、同時観測で結果を確認するのが、テレスコープアレイ（TA）実験である。アレイは1.2km間隔で507台の検出器（写真）を設置して、680km<sup>2</sup>の領

域をカバーした。また38台の望遠鏡を3ヶ所にまとめて配置（写真）し、アレイ上空を監視している。

#### 【期待される成果と意義】

TAは日本（特定領域科研費）と米国（国立科学財団）の予算で建設し、平成20年3月から米国ユタ州で観測を始めた。現在は韓国とロシアが加わり、



4カ国の国際共同で研究を進めている。本特別推進研究の期間内に、最高エネルギー領域で、宇宙線の到来頻度と発生源を確定し、発生源と想定される高エネルギー天体の研究を進める。

#### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

1. M.Nagano, M.Teshima, M.Takeda (AGASA collaboration), "Extension of the Cosmic-Ray Energy Spectrum beyond the Predicted Greisen-Zatsepin-Kuz'min Cutoff", Phys. Rev. Lett. **81**(1998) 1164- 1166.
2. M.Fukushima, F.Kakimoto, S.Ogio, H.Sagawa (Telescope Array collaboration), "Measurement of Ultra-high Energy Cosmic Rays by Telescope Array (TA)", JPSJ **78** (2009) Suppl.A 108-113

#### 【研究期間と研究経費】

平成21年度－25年度  
499,300千円

ホームページ等

<http://taws100.icrr.u-tokyo.ac.jp/>



## 研究課題名 配向制御技術で拓く分子の新しい量子相の物理学

東京大学・大学院理学系研究科・准教授 さかい ひろふみ  
酒井 広文

研究分野：数物系科学

キーワード：原子・分子

## 【研究の背景・目的】

向きの揃った分子試料を用いることができれば、分子軸とレーザー光の偏光方向に依存する効果や分子軌道の対称性や非対称性に由来する効果を直接的に調べることが可能となる。すなわち、向きの揃った分子試料は、異方性をもつ理想的な量子系と考えることができ、気体結晶とも呼べる分子の新しい量子相と位置づけられる。本研究では、全く新しい分子配向制御手法を開拓するとともに、配向した分子試料を用いた一連の研究により、「分子の新しい量子相の物理学」を開拓することを目的とする。具体的には以下の研究課題に取り組む。

(1) 2波長レーザー光により形成される非対称レーザー電場をそのピーク強度付近で急峻にスイッチオフすることにより、静電場も存在しない完全にフィールドフリーな条件下で分子配向を実現する手法を新たに提案し実現する。

(2) 配向した分子を試料とし、分子内電子の再衝突によって引き起こされる多彩な超高速物理現象のメカニズムを直接的に解明する「分子内電子の立体ダイナミクス」を開拓するとともに、最も高度で洗練された「超高速分子イメージング」技術の確立を通じて、「分子の新しい量子相の物理学」を開拓する。

## 【研究の方法】

2波長レーザー光により形成される非対称レーザー電場をそのピーク強度付近で急峻にスイッチオフすることにより、静電場も存在しない完全にフィールドフリーな条件下で分子配向を実現する手法を新たに提案し実現する。これまで実現している配向制御の手法では、全て静電場が利用されているのに対し、全く新しいコンセプトに基づく本手法ではレーザー電場のみで配向を実現できるのが大きな特長である。さらに、互いに平行に直線偏光した2波長レーザー光を用いた1次元的な配向だけでなく、2波長レーザー光の偏光を交差させることにより、3次元的な配向制御の実現も目指す。

配向した分子を試料とし、基礎過程であるトンネルイオン化に加え、高エネルギー電子の発生、非段階的二重イオン化、高次高調波発生など、分子内電子の再衝突によって引き起こされる多彩な超高速物理現象のメカニズム、及び多原子分子の構造変形のダイナミクスなどの直接的な解明を目指す。

## 【期待される成果と意義】

完全に電場のない条件下での分子配向制御を可能とする全く新しい技術が開発されるとともに、配向した分子試料に最先端の超高速分子イメージング技術を適用することにより、「分子内電子の立体ダイナミクス」の直接的な解明が進み、「分子の新しい量子相の物理学」の確立が期待される。

本研究では、分子内電子の立体ダイナミクスや多原子分子の構造変形のダイナミクスを主たる研究対象としているが、本研究によって得られるであろう一連の成果は、分子の関与する衝突物理や化学反応の立体ダイナミクスに新展開をもたらすだけでなく、アト秒科学への応用、表面科学への応用、キラルな分子の選択的生成とそのメカニズムの解明などに大きく寄与すると期待される。

## 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- Akihisa Goban, Shinichirou Minemoto, and Hirofumi Sakai, "Laser-field-free molecular orientation," *Phys. Rev. Lett.* **101**, 013001 (4 pages) (2008).
- Tsuneto Kanai, Shinichirou Minemoto, and Hirofumi Sakai, "Quantum interference during high-order harmonic generation from aligned molecules," *Nature (London)* **435**, 470-474 (2005).
- Haruka Tanji, Shinichirou Minemoto, and Hirofumi Sakai, "Three-dimensional molecular orientation with combined electrostatic and elliptically polarized laser fields," *Phys. Rev. A* **72**, 063401 (4 pages) (2005).
- Hirofumi Sakai, Shinichirou Minemoto, Hiroshi Nanjo, Haruka Tanji, and Takayuki Suzuki, "Controlling the orientation of polar molecules with combined electrostatic and pulsed, nonresonant laser fields," *Phys. Rev. Lett.* **90**, 083001 (4 pages) (2003).

## 【研究期間と研究経費】

平成21年度－25年度

261,700千円

ホームページ等

<http://light.phys.s.u-tokyo.ac.jp/indexj.html>

[hsakai@phys.s.u-tokyo.ac.jp](mailto:hsakai@phys.s.u-tokyo.ac.jp)



研究課題名 半導体量子構造による電子波束のダイナミクス

東京工業大学・極低温物性研究センター・教授

ふじさわ としまさ  
藤澤 利正

研究分野：数物系科学

キーワード：メソスコピック系 半導体物理

【研究の背景・目的】

半導体超格子構造の提案以来、半導体量子構造を用いた電子波の制御技術は著しく発展した。例えば、MBE結晶成長技術による高品質ヘテロ構造では、整数・分数量子ホール効果など特徴的な量子状態が形成される。微細加工技術で作製された量子細線や量子ドットなど低次元構造により、局所的な量子状態を人為的に設計製作できるようになった。近年、量子干渉を短い時間で制御する量子情報デバイスの研究が盛んである。このように半導体量子構造は、電子を量子力学によって制御する舞台として研究され続けている。

本研究は、静止した量子ドット中の電子状態の制御技術を、伝搬する電子波束のダイナミクスに発展するものである。電子波束を空間的かつ時間的に制御することによって、量子電子光学と電子波工学への発展を期待している。特に、一方向で散逸のない量子ホール系のエッジチャンネルに注目し、電子波束の生成・制御・観測技術を確立し、電子波束の基礎物性と応用の可能性を追求する。

【研究の方法】

高電子移動度半導体ヘテロ構造に微細加工を施すことにより、電子波束のビームスプリッター、電圧可変のディレイライン、単一電子の電荷パルス生成・検出、電子波の干渉計などの素子を集積化することができる。様々な光の干渉実験を固体素子中で再現するとともに、統計性による相関や相互作用による影響に着目した研究を行う。

例えば、図1(a)は金属ゲートに沿ったエッジチャンネルを用いた遅延制御器を示している。ゲート電圧によって、局所的な電界や遮蔽効果に変化し、群速度の変化が生じる。オーミック接合にパルス電圧を印加することによって生じた電荷パルスを、図1(b)のように遅延制御器によって遅延するこ

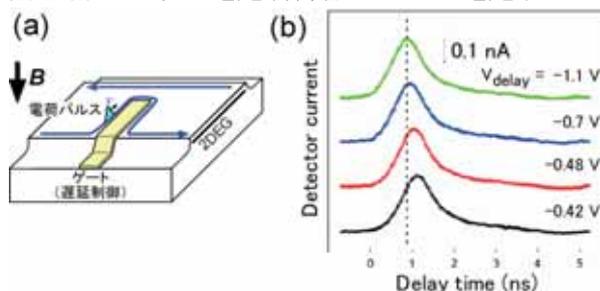


図1 (a) エッジチャンネルの遅延制御 (b)測定例

とができる。このような電荷パルスの制御技術を組み合わせることにより、電子波束ダイナミクスの研究を進める。

【期待される成果と意義】

本研究で注目するエッジマグネトプラズモンは、 $10^5 \sim 10^6$  m/s の速度でエッジチャンネルを伝搬する。超高周波領域での電荷パルスを生成・制御・観測する手法を確立し、電荷ダイナミクスの測定を通じて分散、可干渉性、量子統計性などの基礎物性を明らかにし、一次元伝導特有のスピン電荷分離や電荷分断化現象など興味深い現象を明らかにする。これらの研究により、オンチップのコヒーレント輸送への応用や、超高速波束エレクトロニクスへの発展性が見込まれる。

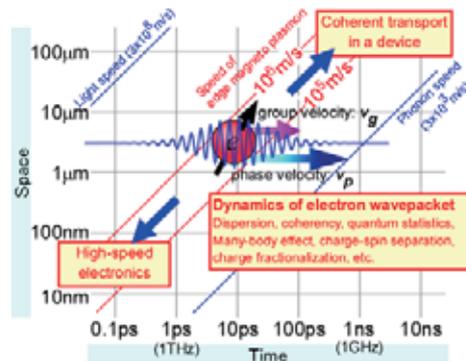


図2 エッジマグネトプラズモンの時空領域

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- [1] H. Kamata, T. Ota, and T. Fujisawa, "Correlation Measurement of Time-Dependent Potentials in a Semiconductor Quantum Point Contact", Jpn. J. Appl. Phys 48, 04C149(2009).
- [2] G. Shinkai, T. Hayashi, T. Ota, and T. Fujisawa, "Correlated coherent oscillations in coupled semiconductor charge qubits", to be published in Phys. Rev. Lett. (2009).

【研究期間と研究経費】

平成21年度－25年度  
421,400千円

ホームページ等

<http://fujisawa.phys.titech.ac.jp/>  
fujisawa@phys.titech.ac.jp

## 【特別推進研究】

### 理工系（化学）



#### 研究課題名 特殊ペプチド創薬

東京大学・先端科学技術研究センター・教授

すが ひろあき  
菅 裕明

研究分野：生物分子科学

キーワード：天然物有機化学、生理活性物質、生体高分子、生合成、ケミカルバイオロジー

#### 【研究の背景・目的】

本研究では、申請者が10年に渡り研究を推進してきたフレキシザイム（1999年に申請者が独自に単離・同定したtRNAアシル化RNA酵素）を用いた遺伝暗号リプログラミングの基盤技術をさらに飛躍発展させ、mRNA鋳型依存的に天然物ライクな特殊ペプチドライブラリーを自在に合成する技術とその網羅的探索技術を開発する。さらに、その創薬応用を展開する事で特殊ペプチドによるケミカルバイオテクノロジーの新時代を築く。具体的には、①両親媒性環状特殊ペプチドの合成技術開発、②リボソームによる炭素・炭素結合形成技術開発によるポリケチド骨格含有特殊ペプチドの合成、③上記特殊ペプチドライブラリーの合成と網羅探索系の融合、④生理活性特殊ペプチドの探索（申請者自身の研究室で単独で推進する蛋白質間相互作用阻害剤探索に加え、生物リズム制御を担う蛋白質因子群を標的とした探索を共同研究で行う）、を目標に掲げる。

#### 【研究の方法】

これまで申請者が精力的に研究を継続してきたフレキシザイム・翻訳系研究の流れを引き継ぎ、「遺伝暗号リプログラミング（初期化による書き直し）」の技術を駆使し、「特殊ペプチドの翻訳合成」の確立と薬剤探索を推進する。特に本研究計画では、天然物として過去に薬剤探索されてきた特殊ペプチド類からその特徴を学び取り、擬天然物としての人工特殊ペプチドを合成するための技術開発を行う。

①両親媒性環状特殊ペプチドの合成技術開発、ならびに②リボソームによる炭素・炭素結合形成技術開発によるポリケチド骨格含有特殊ペプチドの合成では、擬天然物としての人工特殊ペプチドの新規合成手法の開発を目指す。その後、③上記特殊ペプチドライブラリーの合成と網羅探索系の融合、④生理活性特殊ペプチドの探索へと応用展開する。いずれの研究においても、合成された特殊ペプチドの生体内安定性や標的への親和性を高めるため、環状化は必須であり、各目的に即した環状特殊ペプチドの創製とその探索を行う。

#### 【期待される成果と意義】

本技術は、高多様性特殊ペプチドライブラリーからの生理活性化合物の探索の低コスト且つ高スピード化を可能にし、これにより疾患標的蛋白質へのアゴニストやアンタゴニストになりうる新規

特殊ペプチドを探索・発見することが可能となる。したがって、本研究は、天然物科学・ケミカルバイオロジー領域に学術上高いインパクトを与えるばかりでなく、抗体医薬に代わる特殊ペプチド医薬の新時代を築くことで高い社会的インパクトをもたらすと期待できる。

#### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ "Structural basis of specific tRNA aminoacylation by a small in vitro selected ribozyme" H. Xiao, H. Murakami, H. Suga, A. R. Ferre-D'Amare *Nature* 454, 358-361 (2008).
- ・ "Ribosomal synthesis of peptidase-resistant peptides closed by a non-reducible inter-sidechain bond" Y. Sako, Y. Goto, H. Murakami, H. Suga *ACS Chemical Biology* 3, 241-249 (2008).
- ・ "Synthesis of biopolymers using genetic code reprogramming" A. Ohta, Y. Yamagishi, H. Suga *Current Opinion in Chemical Biology* 12, 159-167 (2008).
- ・ "Reprogramming the initiation event in translation for the synthesis of physiologically stable cyclic peptides" Y. Goto, A. Ohta, Y. Sako, Y. Yamagishi, H. Murakami, H. Suga *ACS Chemical Biology* 3, 120-129 (2008).
- ・ "Messenger RNA-directed incorporation of multiple N-methyl-amino acids into linear and cyclic peptides" T. Kawakami, H. Murakami, H. Suga *Chemistry & Biology* 15, 32-42 (2008).
- ・ "A highly flexible tRNA aminoacylation tool for non-natural polypeptide synthesis" H. Murakami, A. Ohta, H. Ashigai, H. Suga *Nature Methods* 3, 357-359 (2006).

#### 【研究期間と研究経費】

平成21年度－25年度

406,700千円

ホームページ等

<http://www.rcast.u-tokyo.ac.jp>

[hsuga@rcast.u-tokyo.ac.jp](mailto:hsuga@rcast.u-tokyo.ac.jp)



研究課題名 高性能有機触媒の創製と精密有機合成化学への応用

まるおか けいじ  
丸岡 啓二

京都大学・大学院理学研究科・教授

研究分野： 有機化学  
キーワード： 有機合成化学

【研究の背景・目的】

天然資源の乏しい我が国の将来にとって、高付加価値の新機能性材料や医薬品の創製に不可欠な知識集約型科学技術の発展とその産業の育成が重要であることは言をまたない。その基盤となるものは「有機合成化学」であり、その絶え間ざる育成は、今世紀も我が国が科学技術創造立国として世界的優位性を確保するうえで必須となるであろう。本研究では、近年、爆発的な発展を遂げている有機触媒分野において、これまでほとんど手掛けられていなかった「高性能有機触媒」の創製を目指す。それによって、現在、世界中で急速に発展しつつある「脱金属触媒」としての有機触媒化学分野を本質的な意味で短期間にダイナミックに展開させ、世界の有機触媒分野で国際的なリーダーシップを取ることに、有機触媒研究の国際的のトップ拠点の築きたい。

【研究の方法】

本研究者らがこれまで携わってきた精密ルイス酸や有機金属触媒の合理的な触媒設計研究で得られた知見を活かし、本研究では他に類例を見ないような有機触媒の合理的な触媒設計を行う。すなわち、有機触媒の性能に応じて、「有機塩基触媒」、「有機酸触媒」、「有機酸塩基複合触媒」、「有機ラジカル触媒」という四つの研究項目に分けて、高性能有機触媒の合理的な設計と創製を目指すとともに、これらの過程で見出された高性能有機触媒を駆使して、新たな精密有機合成反応を開拓する。また、研究の進め方として、「ゼロ（無）から1（有）を生み出す基礎研究」と「1から1万、10万を生み出す展開研究」の双方を目指すことにより、高性能有機触媒プロジェクトを強力に推し進めたい。

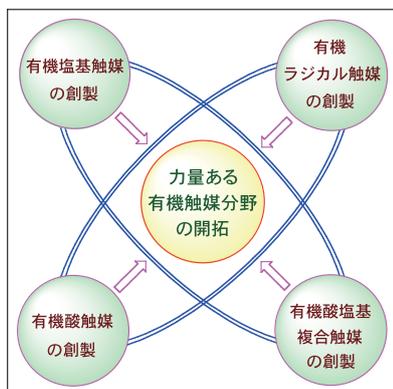


図1 高性能有機触媒プロジェクト

【期待される成果と意義】

「有機触媒」は、従来の「生体触媒」や「金属触媒」に加え、第三の触媒として、その化学安定性ゆえに近年、注目を集めている。この有機触媒分野において、「高性能有機触媒」を創製できれば、従来の「生体触媒」や「金属触媒」では及ばないような反応性や選択性の獲得が可能になるであろう。それによって種々の新しい精密有機合成反応を開拓でき、従来、合成が難しいと考えられていた新規有機化合物の創製へとつながり、産業界における関連研究の諸分野の発展に大きな波及効果をもたらすと考えられる。

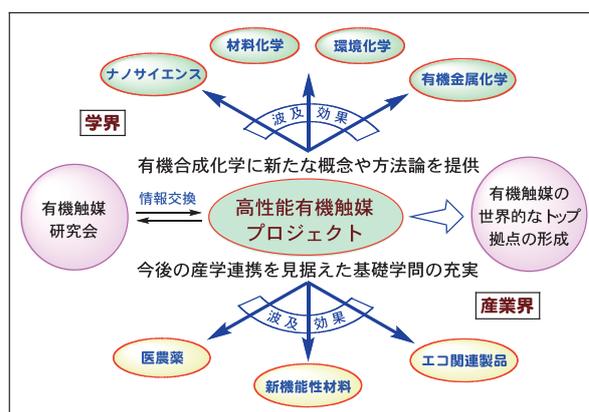


図2 高性能有機触媒プロジェクトの成果と波及効果

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- (1) K. Nakayama and K. Maruoka, Complete Switch of Product Selectivity in Asymmetric Direct Aldol Reaction with Two Different Chiral Organocatalysts from a Common Chiral Source. *J. Am. Chem. Soc.*, **130**, 17666-17667 (2008).
- (2) K. Maruoka, *Asymmetric Phase Transfer Catalysis*. Wiley-VCH, 2007.

【研究期間と研究経費】

平成21年度－25年度

426,300千円

ホームページ等

<http://kuchem.kyoto-u.ac.jp/yugo/index.html>  
maruoka@kuchem.kyoto-u.ac.jp

## 【特別推進研究】

# 理工系（工学）



### 研究課題名 拡張ナノ空間流体工学の創成

東京大学・大学院工学系研究科・教授

きたもり たけひこ  
北 森 武 彦

研究分野：流体工学、マイクロ・ナノデバイス  
キーワード：拡張ナノ空間、マイクロ化学システム

#### 【研究の背景・目的】

量子効果や近接場効果が発現する数 nm の空間を利用するナノテクはエレクトロニクスやフォトンクス等における学術と技術に新しい展開をもたらしてきた。一方、我々は数  $\mu\text{m}$  以上の空間において、ガラス基板上にマイクロ流路を作製し、そこに反応・抽出等の化学操作を集積化するマイクロ化学システムの研究を進めてきた(図1)。小さいが故に、表面の化学的・物理的特性が流体挙動に大きく影響する空間特性を利用し、短時間高効率に化学プロセスを完了するマイクロ化学チップの技術を世界に先駆けて開発し、診断分析等に適用してきた。こうした直近の先端技術をサイズスケールで整理すると(図1)、 $10^1\text{-}10^2$  nm の空間(拡張ナノ空間と定義)は、ナノテクからマイクロ化学チップへの移行領域であり、また、孤立系の単一分子から凝縮相への過渡的空間であるが、この空間は科学的・技術的に重要であるにもかかわらず、これまで有効な実験ツールがなく、科学としても技術としても比較的未踏の領域といえる。そこで本研究では、我々が培ってきたマイクロ化学技術を基盤に拡張ナノ空間の研究ツールを創成し、これをもとに拡張ナノ領域で初めて出現する流体の物理と化学を明らかにして、「拡張ナノ空間流体工学」を創成する。それにより、拡張ナノ空間を利用した将来の革新的デバイス創成のための基礎を構築することを目的とする。

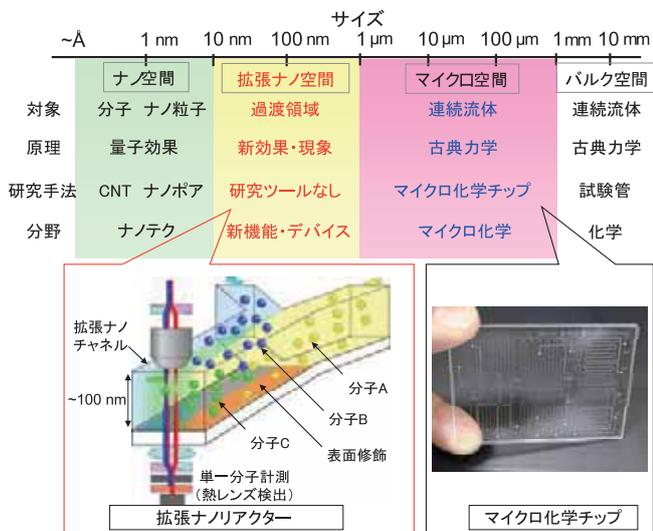


図1 研究の構想

#### 【研究の方法】

##### 研究項目 A: 拡張ナノ空間工学基盤技術の確立

###### A-1) 拡張ナノ空間極限加工法の開発

従来のトップダウン加工技術に加え、ナノ光学や電子線等、拡張ナノ空間特有の原理を利用した部分表面修飾法を開発する。

###### A-2) 拡張ナノ空間の流体制御法の開発

親水・疎水等、表面濡れ性制御によって、機械的流体制御デバイスを持ち込めない拡張ナノ空間内で高度な流体制御法を提供する。

###### A-3) 拡張ナノ空間の単一分子分析法の開発

拡張ナノ空間において必須である単一分子検出法を、我々独自の非蛍光性分子の超高感度検出器・熱レンズ顕微鏡(TLM)を発展させ、実現する。

##### 研究項目 B: 拡張ナノ空間物理・化学特性の解明

###### B-1) 拡張ナノ空間の溶液構造・基礎物性の解明

分光学的手法を用いて密度、比熱、屈折率といった重要な物性と分子論的な溶液構造を解明する。

###### B-2) 拡張ナノ空間の化学反応特性の解明

化学反応の空間サイズ依存を解析し、拡張ナノ空間特異性が反応へ及ぼす影響を明らかにする。

###### B-3) バイオ拡張ナノ空間の溶液化学の解明

特異性が示唆されている細胞間空間の模倣デバイスを創出し、溶液の挙動を解析する。

#### 【期待される成果と意義】

本研究は、新しい研究領域を開くという学術上の意義があるだけでなく、新たな工学的的方法論を提供する。古来、電気二重層と呼ばれる界面領域に分子的描像を与えることでナノ流体力学にも展開でき、極限分析デバイスや革新的エネルギーデバイス等の全く新しいデバイス創成に繋がると期待される。

#### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

1. T. Tsukahara, A. Hibara, Y. Ikeda, T. Kitamori, "NMR Study of Water Molecules Confined in Extended-Nano Spaces", *Angew. Chem. Int. Ed.*, **46**, 1180-1183 (2007)
2. T. Kitamori, M. Tokeshi, A. Hibara, K. Sato, "Thermal lens microscopy and microchip chemistry", *Anal. Chem.*, **76**, 52A-60A (2004)

#### 【研究期間と研究経費】

平成21年度-24年度  
418,800千円

ホームページ等

<http://park.itc.u-tokyo.ac.jp/kitamori/index.html>



**研究課題名 MEMS と実時間 TEM 顕微観察によるナノメカニカル特性評価と応用展開**

東京大学・生産技術研究所・教授

ふじた ひろゆき  
藤田 博之

研究分野：ナノ・マイクロ科学、マイクロ・ナノデバイス

キーワード：MEMS・NEMS、マイクロメカニクス

【研究の背景・目的】

数 nm から数十 nm のナノ構造は、量子効果など微細な寸法で初めて現れる性質があることが知られている。ナノテクノロジーの最終的な狙いは、この特別な性質をうまく用いて、これまで得られなかった高度の機能や性能を持つ超微細の部品や新材料を得ることである。ナノテクノロジーの今後の発展には、個々のナノ物体の性質を詳細に測定することが大切である。

通常私たちが何か分からない物体を調べるとき、それを手にとって良く観察したり、力などを加えて形がどう変わるかみたり、またそうした変形が特性にどう影響するか測るだろう。

ナノ物体を原子や分子の分解能で調べるためには、極微の物を扱う「手」と、見る「眼」が必要である。本研究では「手」として半導体チップの微細加工技術で作るマイクロ・ナノマシンを用い、「眼」には超高分解能の透過電子顕微鏡を使う。電子顕微鏡内でマイクロマシンを動かし、マシンで捕らえたナノ物体に力や熱や電圧を加えて、物体がどのように変形するかを原子レベルで調べたり、変形に伴って電気・機械特性がどう変化するかを計測したりする。このような計測データと、計算機を用いた数値実験とを比較して解釈することで、ナノ寸法での現象の理解を深める。この結果から、例えば、高分子材料などのナノ繊維の強さ、微小な配線の劣化機構、摩擦や摩耗現象に伴う表面の微視的な破壊などを解明する手がかりを得る。

【研究の方法】

まず半導体微細加工を用いて極微の立体構造を作る。その構造には、ナノ物体を捕獲するピンセットになる一対の鋭い針先、電圧を加えると動くアクチュエータ、微小な動きや力や温度を測るセンサなどを組み込むことができる。



図1 ナノピンセットの顕微鏡像と、針先に捕らえたDNA分子の束

さらにマイクロマシンを超高分解能の透過電子顕微鏡に入れ、ナノ物体の形状を実時間で詳細に観察しながら、力や熱や電圧を加えその形の変化を実時間で記録する。同時に、加わった力と伸びや歪の関係、ナノ物体の太さと熱伝達の関係、印加電圧と電流の関係などを測る。形状の変化と、様々の特性の変化を合理的に説明する理論モデルを作り、それに基づいた計算と実験データを比較することでモデルの正しさを証明するとともに、実験で知ることのできなかった様々の現象を推定する。

【期待される成果と意義】

- (1) ナノ物体の形状と電気・機械・熱特性を、多面的かつ同時に計測する手法を確立する。個々のナノ物体の特性を詳細に知ることが可能にすることで、ナノテクノロジーの発展に貢献する。
- (2) 社会的に重要な工学的課題である、新材料の開発、機械の劣化メカニズムの解明、電子機器の信頼性向上などに対し、時間変化を含む極微レベルからの基礎的知見を提供し、その解決に資する点で意義がある。例えば下図は、ナノワイヤを破断する実験で、接点劣化機構の解明に役立つと考えている。

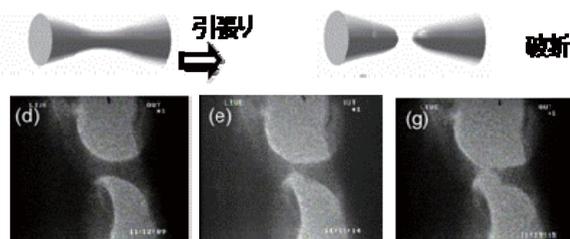


図2 ナノワイヤの引張り断破壊実験

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- [1] 藤田博之, マイクロ・ナノマシン技術入門, 工業調査会, 東京, 2003.
- [2] G. Hashiguchi, H. Fujita, et al., Analytical Chemistry, vol.75, pp.4347-4350, 2003.

【研究期間と研究経費】

平成21年度－25年度  
251, 100千円

ホームページ等

<http://www.fujita3.iis.u-tokyo.ac.jp>



研究課題名 大脳棘シナプスと開口放出の2光子顕微鏡による研究

東京大学・大学院医学系研究科・教授 かせい はるお  
河西 春郎

研究分野：神経科学

キーワード：シナプス、大脳、神経可塑性、脳機能イメージング、神経内分泌学

【研究の背景・目的】

大脳は心の住処と考えられている。即ち、心とは大脳を中心とする脳の高次機能のことである。最近の脳機能イメージングの研究は、様々の脳の高次機能が脳の各部位に局在している様子を明らかにしている。さて、それでは、各部位に局在する多様な脳高次機能、たとえば視覚や聴覚を担う脳の活動とは一体どういうものなのであろうか。これまでの、脳研究においては、それは脳を構成する神経回路の電気的活動に由来すると考えられてきた。神経細胞は長い軸索を出し多数の神経細胞をシナプスを作り、神経回路が構成される。この軸索を電気信号が走り、シナプスでそれが次の細胞に受け渡されることで、神経回路が活動する。しかしながら、この様な電気的活動は、麻酔下や睡眠時の様に意識されない状態でも見られ、電気的活動からのみ脳高次機能を理解することは困難に思われる。

我々は、神経回路の動作を決めるシナプスが、その結合強度を変えるとときに、秒単位で形を変え運動することを見出した。この様によく運動するシナプス（棘シナプス）は、大脳でとりわけよく発達している。この運動は、神経回路の動作を反映するシナプス前後の細胞の同期的発火でもよく誘発される。更に、この運動は時に長期化し、記憶の特性を満たす。シナプスは神経細胞に数千個存在し、その運動は、神経細胞の発火より遙かに多様な状態をコードすることができる。

これらの知見を受けて、脳機能を理解するためには、大脳の神経細胞の運動性の分子細胞基盤をより詳細に解明し、覚醒脳における神経運動の可視化作業を進める必要がある。

【研究の方法】

生きた脳組織の深部観察のためには、超短パルス光の非線形効果を用いる2光子顕微鏡の利用が不可欠であり、我々は、シナプス運動を観察する工夫を積み重ねる。更に、シナプスの運動性を調べるためには、個々のシナプスや神経を刺激する際に光を用いる、光刺激法が威力を発揮する。光刺激法には、神経伝達物質受容体を直接刺激するケイジド試薬、遺伝子導入が可能な種々の蛋白質(PA-GFP, ChR2, OptoXR, PA-smallGs)などが既にあるが、我々もその開発・応用に参加する。これらの手法を用いることにより、最終的には個体

脳において大域的なシナプス結合性の改変を行い、それによる動物行動や学習能への影響を調べる方法を構築する。

一方、覚醒した個体動物における、シナプスの運動を直接観察する実験系を構築し、その覚醒状態依存性、刺激特異性、神経突起特異性、変化の長期化の観察を行う。

更に、シナプスの速い運動の帰結を明らかにするために、シナプス運動時のシナプス前終末の機能、即ち、開口放出機能を調べる。これにより、シナプス運動には高次機能に関わる非古典的な作用があるか否かを検証する。

これらの、神経細胞の運動が精神疾患モデル動物でどの様に変化するかを調べる。

【期待される成果と意義】

これまでの脳機能、心、の理解は、神経細胞の電気的活動に基盤を置くものであった。我々の研究は、これに加えて、神経細胞の運動の果たす具体的な役割を可視化し、また、操作的に明らかにする。覚醒時の脳機能はこのシナプスの運動の影響を受けて、能動的に変化しているとすれば、神経運動の観察により局在化している脳機能の謎が解かれるかもしれない。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

Matsuzaki, M., Honkura, N., Ellis-Davies, G.C.R. & Kasai, H. (2004). Structural basis of long-term potentiation in single dendritic spines. *Nature* **429**:761-766.

Tanaka, J., Horiike, Y., Matsuzaki, M., Miyazaki, T., Ellis-Davies, GCR & Kasai, H. (2008). Protein synthesis and neurotrophin-dependent structural plasticity of single dendritic spines, *Science* **319**:1683-1687.

【研究期間と研究経費】

平成21年度－25年度

430,900千円

ホームページ等

<http://www.bm2.m.u-tokyo.ac.jp>

[hkasai@m.u-tokyo.ac.jp](mailto:hkasai@m.u-tokyo.ac.jp)



研究課題名 **ゲノム伝達の中核にある染色体動原体の方向性を決める分子機構**

東京大学・分子細胞生物学研究所・教授 **わたなべ よしのり**  
**渡邊 嘉典**

研究分野：生物学

キーワード：遺伝学、ゲノム

【研究の背景・目的】

体細胞分裂過程では、ゲノム情報を担う染色体は、複製とそれに続く均等分裂によって正確に娘細胞へ受け継がれていく(図1)。この過程に間違いが起きると、細胞はアポトーシスにより死滅するか、あるいは癌化して個体の生命を脅かすことになる。一方、次の世代を生み出す生殖細胞では、減数分裂という特殊な染色体分配によって、最終的に一組の染色体の組み合わせをもつ半数体の配偶子(卵および精子)が形成される(図1)。ヒトの先天性疾患であるダウン症候群および早期流産の多くが、この減数分裂の染色体分配異常に起因する。染色体分配の制御機構を分子レベルで理解することは、基礎生物学および基礎医学いずれの見地からもきわめて重要な意義をもつ。

我々の分裂酵母の研究から、減数分裂のときに動原体の一方方向性を決定する過程で、動原体タンパク質 Moa1 やコヒーシン Rec8 などの働きによりセントロメア中央領域の染色体接着が確立されることが重要であることが示唆された(図1)。本研究で、その具体的な分子機構を解明する。また、マウスの新規動原体因子の解析を進めることにより、分裂酵母で明らかになったコンセプトについてその保存性を検証する。さらに、セントロメアの接着の保護に必要なタンパク質シュゴシン Sgo1 の制御機構および新たな分子機能を解明し、動原体が正しく二方向を確立する分子機構の根本原理の解明を目指す。

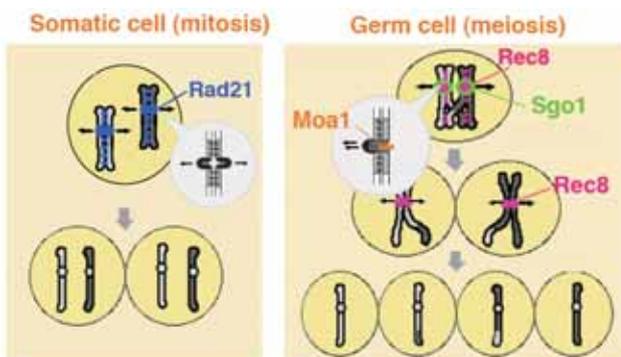


図1 体細胞分裂と減数分裂の染色体分配の違いとそこに関わる制御因子

【研究の方法】

分裂酵母の動原体の一方方向性を決定づけるタンパク質 Moa1 の分子機能を、分子遺伝学的手法を駆使して解明する。さらに、マウスの生殖細胞から、減数分裂特異的な動原体因子を検索・単離し、ノックアウトマウス作製などによりそれらの因子の分子機能を明らかにする。その際、分裂酵母で明らかになってきた分子機構が、高等動物でどこまで保存されているかが一つの焦点となる。

オーロラキナーゼは動原体とスピンドル微小管の結合の制御の中核を担っている。分裂酵母では、オーロラキナーゼのセントロメア局在がシュゴシンに依存しているため、そこに関わる分子機構を解明し、動物細胞でもこの制御の普遍性を検証する。さらに、分子遺伝学的手法が駆使できる分裂酵母および細胞生物学的手法に長けた動物細胞を用いて、シュゴシンのセントロメア局在化機構を分子レベルで明らかにする。

【期待される成果と意義】

動原体の一方方向性の制御および、シュゴシンに依存した動原体の二方向性の保証のメカニズムを解明するという二つの柱となる研究を推し進め、さらに動物における対応する解析を並行して推進することにより、真核生物一般に保存された動原体の方向性制御の根本原理が解明されることが期待される。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- Yamagishi, Y., Sakuno T., Shimura, M. and Watanabe, Y. Heterochromatin links to centromeric protection by recruiting shugoshin *Nature* 455, 251-255 (2008).
- Yokobayashi, S. and Watanabe, Y. The kinetochore protein Moa1 enables cohesion-mediated monopolar attachment at meiosis I. *Cell* 123, 803-817 (2005).

【研究期間と研究経費】

平成21年度－25年度

362,400千円

ホームページ等

<http://www.iam.u-tokyo.ac.jp/watanabe-lab/ywatanab@iam.u-tokyo.ac.jp>



**研究課題名** 一分子生理学を超えて：  
生体分子機械を力で優しく働かせる

早稲田大学・理工学術院・教授

きのした かずひこ  
木下 一彦

研究分野：生物学・生物科学・生物物理学

キーワード：1分子計測・操作、タンパク質・核酸の構造・動態・機能、ナノマシン

【研究の背景・目的】

たんぱく質ないしRNAでできた「分子機械」、たとえば体の中でのくるくる回りながらエネルギー源であるATPを合成しているATP合成酵素、あるいは神経を伝わる電気信号を作り出すイオンチャネル、などが働く仕掛けを知りたい。そのために最も有効な手段として、分子一個が働いているところをその場観察し、必要なら力を加えて応答を観るという「一分子生理学」を、標榜し実践してきた。しかし、観るだけだと仕掛けの想像は出来ても決め手に乏しく、また従来の一分子生理学における力の加え方は、分子機械を壊す・止める・邪魔する、といった負の作用が大部分であった。

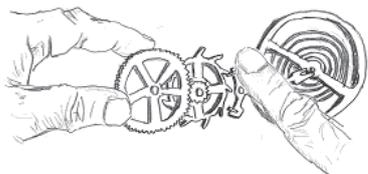


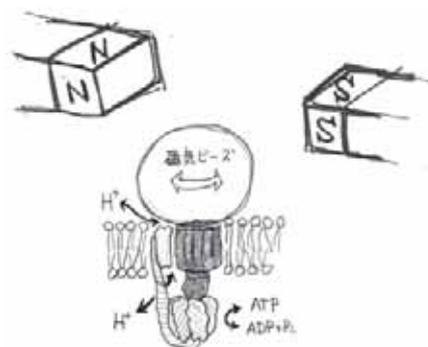
図1. 機械仕掛けの時計の心臓部を探る。

そこで、本研究では、外からかけた力によって分子機械を働かせてみるにより、仕掛けを理解する。たとえば、ヒトが機械時計が時を刻む仕組みを探るとしたら、ゼンマイの代わりに左手で力を加え、右手でテンプと呼ばれる心臓部をそっと動かしてみるだろう(図1)。そっと優しく力を加えるのがこつで、正しい場所に正しい方向に力を加えればずっと動き、間違えれば指先が教えてくれる。これを分子機械を相手に行うことにより、一気に仕掛けの核心に迫ろうというのが、本提案である。電位差やATPなどの、分子機械の本来の駆動力源を無くしてしまったり、あるいは分子機械の大事な部品を取り去ってしまったり、ヒトの加える力で代替できないかを問う。困難だが、うまくいけば誰もが納得できる答えが得られよう。

【研究の方法】

これまで我々が提唱してきた一分子生理学は、対象となるナノメートルサイズの分子機械に、マイクロメートルサイズの巨大な目印(プラスチックビーズなど)を付けてやり、その動きを光学顕微鏡下で直視するものであった。本研究では、巨大目印に光ピンセットや磁気ピンセットを通じて微少な力をかけてやり、その力で分子機械を働か

せてやる。たとえば図2のようにATP合成酵素の回転子に磁気ビーズ(実際は図より遙かに大きい)を付けてやり、磁石で回転させてやることにより、ATP



を合成させたり水素イオン(H<sup>+</sup>)をポンプしたりさせる。弱い力で回すことにより、分子機械の出す(抵抗する)力も分かる。

図2. 磁石で回して働かせる。

【期待される成果と意義】

一分子生理学の立ち上げを初めとして、非常に困難だが面白く、成功すれば意義深い課題に挑戦してきたのが、日本の生物物理学である。新たな高みとして、「力で動かしてやる一分子生理学」へのルートを開くことを目指す。

分子機械の部品間、さらに分子機械同士の作用の伝達に力がどう働くか、分子機械に共通する一般原理を提示したい。同時に、外力の補助により新しい機能を生み出すことも試みる。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- S. Furuike *et al.* "Axle-less F<sub>1</sub>-ATPase rotates in the correct direction" *Science*, 319, 955-958 (2008).
- K. Adachi *et al.* "Coupling of rotation and catalysis in F<sub>1</sub>-ATPase revealed by single-molecule imaging and manipulation" *Cell*, 130 309-321 (2007).
- K. Shiroguchi & K. Kinosita, Jr. "Myosin V walks by lever action and Brownian motion" *Science*, 316 1208-1212 (2007).

【研究期間と研究経費】

平成21年度-25年度

474,900千円

ホームページ等

<http://www.k2.phys.waseda.ac.jp>



## 研究課題名 プロテアソームを基軸としたタンパク質分解系の包括的研究

(財)東京都医学研究機構・東京都臨床医学総合研究所・所長代行

たなか けいじ

田中 啓二

研究分野：生物系・生物学・生物科学・細胞生物学

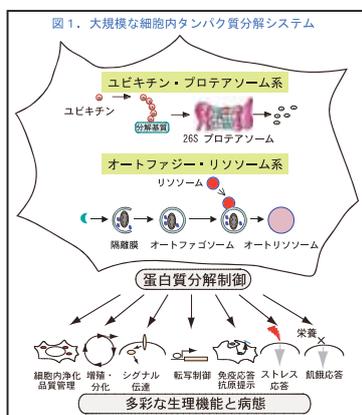
キーワード：タンパク質分解

### 【研究の背景・目的】

今日「タンパク質分解」は、20世紀後半に爆発的に進展したセントラルドグマに象徴される「タンパク質合成」と同等に生命科学研究の中樞を占めるに至っている。細胞内の大規模なタンパク質分解系はユビキチン・プロテアソームシステムとオートファジー・リソソームシステムから構成されており(図1参照)、これらをコードする遺伝子群はゲノム遺伝子総数の約3%を占める。細胞内のタンパク質分解系は、生命活動の作動原理や多彩な病態生理学的機能に密接に関係しており、生命の謎を解くキープレイヤーであると共に健康を守るための生体監視システムとしても重要な役割を担っている。われわれは四半世紀以上に亘りタンパク質分解の全貌解明のために分子から個体レベルに至る幅広い研究に邁進してきた。その結果、タンパク質分解の理解は徐々に深まり、タンパク質分解の重要性は、今日、生命科学の隅々に幅広く浸透し、タンパク質分解研究は未曾有の発展を遂げている。しかしタンパク質分解の生命活動における役割については、なお未解明な謎が山積しており、本課題はそれらの謎の解明に向けて邁進する。具体的には、プロテアソームを基軸にユビキチン・オートファジーを含めたタンパク質分解の包括的研究を多面的に展開する。

### 【研究の方法】

プロテアソームと物理的に相互作用する機能未知なPIPs(Proteasome Interacting Proteins)やユビキチン・オートファジーを制御する新規因子群について、主として超高感度プロテオミクス法や酵母の遺伝学的手法を用いて解析する。さらにプロテアソームの転写量・形成・活性・局在などがどのように制御されているかを包括的に解明するために、これらをモニターすることが可能な培養細胞系を樹立し、ゲノムワイドなRNAiスクリーニングにより、プロテアソームの動態を制御する



生物学的に重要な新しい因子群の網羅的探索・同定を行う。取得した新規分子については、マウス遺伝学を基盤にした分子遺伝学的方法で病態生理機能を解明すると共に重要分子については構造生物学的手法を駆使して原子レベルで作用機構を明らかにする。

### 【期待される成果と意義】

#### ① プロテアソームに関する研究

生命科学史上他に類を見ない巨大で複雑な複合体であるプロテアソームの分子構造と形成機構の全容解明を成し遂げることで、他の重要な超分子集合体の生物学的意義の解明へと波及効果が期待される。また免疫プロテアソームや胸腺プロテアソームなど多様性の解析及び細胞内における動態解析は、生命の謎に迫ると共に健康科学の発展に大きく貢献することが期待される。

#### ② ユビキチンに関する研究

ユビキチン連結酵素である Parkin (若年性パーキンソン病の責任遺伝子産物)の作用機構を通してパーキンソン病の発症機構を解明する。その他、ユビキチン代謝系の多彩な役割を分子レベルで解析しその破綻で発症する疾病の解明に向けた研究に取り組む。

#### ③ オートファジーに関する研究

われわれが作出した多数の組織特異的オートファジー欠損マウスを駆使してオートファジーの多面的な役割を解明すると共にわれわれが見出した‘選択的オートファジー’の作動機構を個体レベルで解析する。そしてオートファジーの不具合で発症する癌・神経変性疾患をはじめとする様々なヒト難病の病態解明と治療法開発のための分子基盤を確立することを目標とする。

### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

Murata, S. et al., Regulation of CD8<sup>+</sup> T cell development by thymus-specific proteasomes. *Science* 316, 1349-1353 (2007)

Murata, S., Yashiroda, H., and Tanaka, K., Molecular mechanisms of proteasome assembly. *Nature Rev Mol Cell Biol* 10, 104-115 (2009)

### 【研究期間と研究経費】

平成21年度－25年度  
621,000千円

ホームページ等

<http://www.rinshoken.or.jp>

Email: [tanaka-kj@igakuken.or.jp](mailto:tanaka-kj@igakuken.or.jp)

## 平成21年度科学研究費補助金 特別推進研究 継続課題一覧

### 人文・社会系(6課題)

(単位:千円)

研究代表者	研究課題名	研究期間	配分(予定)額
つじなか ゆたか 辻中 豊	筑波大学・人文社会科学研究所・教授 日韓米独中における3レベルの市民社会構造とガバナンスに関する総合的比較実証研究	平成17～21年度	191,300
たかやま のりゆき 高山 憲之	一橋大学・経済研究所・教授 世代間問題の経済分析	平成18～22年度	500,400
ひらの ひろし 平野 浩	学習院大学・法学部・教授 変動期における投票行動の全国的・時系列的調査研究	平成19～23年度	110,400
わかつき としゆき 若月 利之	近畿大学・農学部・教授 水田エコテクノロジーによる西アフリカの緑の革命実現とアフリカ型里山集水域の創造	平成19～23年度	226,000
まつざわ てつろう 松沢 哲郎	京都大学・霊長類研究所・教授 認知発達の霊長類的基盤	平成20～24年度	330,200
いそべ あきら 磯部 彰	東北大学・東北アジア研究センター・教授 清朝宮廷演劇文化の研究	平成20～24年度	128,200

### 理工系(42課題)

(単位:千円)

研究代表者	研究課題名	研究期間	配分(予定)額
あらい まさとし 新井 正敏	日本原子力研究開発機構・J-PARCセンター・副ディビジョン長 4次元空間中性子探査装置の開発と酸化物高温超伝導機構の解明	平成17～21年度	615,700
すずき はるひこ 鈴木 治彦	金沢大学・自然科学研究科・特任教授 マイクロK温度領域における量子臨界現象の研究	平成17～21年度	185,100
はせがわ まさゆき 長谷川 雅幸	東北大学・名誉教授 先端ナノ材料学による原子炉鉄鋼材料の脆化・劣化機構の解明と制御・予測	平成17～21年度	338,400
いしい けいぞう 石井 慶造	東北大学・大学院工学研究科・教授 1mm以下の解像力を持つ超高分解能半導体PET(次世代型PET)の開発	平成17～21年度	423,500
さかい ひでゆき 酒井 英行	東京大学・大学院理学系研究科・教授 発熱型荷電交換反応による時間的領域でのスピン・アイソスピン応答	平成17～21年度	444,400
なみき あきら 並木 章	九州工業大学・工学研究院・教授 水素—表面反応基礎過程;スピン効果、反応ダイナミクス、及び星間水素分子の起源	平成17～21年度	132,700
おおいし しんいち 大石 進一	早稲田大学・理工学術院・教授 精度保証付き数値計算学の確立	平成17～21年度	329,700
いわた たかひろ 岩田 高広	山形大学・理学部・教授 大型偏極ターゲットを用いたハドロンクォーク・グルーオン構造の研究	平成18～21年度	136,400
かつき つとむ 香月 昴	九州大学・大学院理学研究院・教授 高次環境調和型反応の開発—反応空間と触媒機能の同調的相乗化—	平成18～21年度	255,100
ごとう てるとか 後藤 輝孝	新潟大学・自然科学系・教授 電荷揺らぎに由来する強相関量子相の研究	平成18～22年度	218,800
やまもと よしひさ 山本 喜久	国立情報学研究所・情報学プリンシプル研究系・教授 コヒーレント状態と固体量子ビットに基づく量子情報処理の研究	平成18～22年度	452,700
ぐん ちえんびん 巽 剣萍	北海道大学・大学院理学研究院・教授 生命科学の時代が求める新材料-ソフト&ウェットマテリアルの創製	平成18～22年度	351,700
こみやま まこと 小宮山 真	東京大学・先端科学技術研究センター・教授 スーパー制限酵素による巨大DNAの遺伝子操作	平成18～22年度	331,700
ふくい たかし 福井 孝志	北海道大学・大学院情報科学研究科・教授 有機金属気相選択成長法による半導体ナノワイヤエレクトロニクスの創成	平成18～22年度	411,100
すぎたて とおる 杉立 徹	広島大学・大学院理学研究科・教授 クォーク物質創成とフォトン物理	平成18～22年度	311,300

(単位:千円)

研究代表者	研究課題名	研究期間	配分(予定)額
ちよう やすお 長 康雄	東北大学・電気通信研究所・教授 非線形誘電率顕微鏡を用いた次世代超高密度強誘電体記録	平成18～22年度	435,100
つじい じゅんいち 辻井 潤一	東京大学・大学院情報学環・教授 高度言語理解のための意味・知識処理の基盤技術に関する研究	平成18～22年度	384,100
やまうち かずと 山内 和人	大阪大学・大学院工学研究科・教授 硬X線Sub—10nmビーム形成と顕微鏡システムの構築	平成18～22年度	202,200
ひらま まさひろ 平間 正博	東北大学・大学院理学研究科・教授 天然物有機合成を基盤とする抗体・受容体・新物質の解析創製と新機能開拓	平成19～22年度	327,000
たかはし ゆきひろ 高橋 幸弘	東北大学・大学院理学研究科・准教授 マイクロサテライト・地上観測連携による高々度放電発光と地球ガンマ線現象の解明	平成19～22年度	351,900
たにむら かつみ 谷村 克己	大阪大学・産業科学研究所・教授 光誘起構造相転移動力学の研究	平成19～23年度	522,800
もりた こうすけ 森田 浩介	理化学研究所・森田超重元素研究室・准主任研究員 新元素の探索と超重元素の化学	平成19～23年度	479,200
しみず はじめ 清水 肇	東北大学・大学院理学研究科・教授 光子ビームによるクォーク核物理の研究	平成19～23年度	334,300
やまざき やすのり 山崎 泰規	東京大学・大学院総合文化研究科・教授 反水素原子と反水素イオンによる反物質科学の展開	平成19～23年度	294,800
やまのうち かおる 山内 薫	東京大学・大学院理学系研究科・教授 超高速水素マイグレーション	平成19～23年度	450,000
えんどう もりのぶ 遠藤 守信	信州大学・工学部・教授 気相法カーボンナノチューブの選択成長とナノ構造制御ならびに機能評価に関する研究	平成19～23年度	442,900
たけだ せいじ 竹田 精治	大阪大学・大学院理学研究科・教授 金属ナノ触媒粒子による気体反応メカニズムの原子・電子構造的解析	平成19～23年度	470,100
たまお こうへい 玉尾 皓平	理化学研究所・基幹研究所・所長 革新的な汎用性立体保護基の導入による新奇な有機元素化合物の構築と機能開発	平成19～23年度	436,200
すずき よういち 鈴木 陽一	東北大学・電気通信研究所・教授 マルチモーダル感覚情報の時空間統合	平成19～23年度	344,500
あらい しげひさ 荒井 滋久	東京工業大学・量子ナノエレクトロニクス研究センター・教授 Si系LSI内広帯域配線層の為のInP系メンブレン光・電子デバイス	平成19～23年度	424,400
ゆりもと ひさよし 塚本 尚義	北海道大学・大学院理学研究院・教授 原始太陽系の解剖学	平成20～24年度	467,100
すえかね ふみひこ 末包 文彦	東北大学・大学院理学研究科・准教授 原子炉ニュートリノによるニュートリノ物理の新展開	平成20～24年度	377,700
こうの こうたろう 河野 孝太郎	東京大学・大学院理学系研究科・准教授 超広帯域ミリ波サブミリ波観測による大規模構造の進化の研究	平成20～24年度	510,500
いりふね てつお 入船 徹男	愛媛大学・地球深部ダイナミクス研究センター・教授 Fe系物質の超高压下での挙動と最下部マントル～内核の物質科学	平成20～24年度	434,100
はやの りゅうご 早野 龍五	東京大学・大学院理学系研究科・教授 エキゾチック原子の分光による基礎物理量の精密測定	平成20～24年度	231,300
きたおか よしお 北岡 良雄	大阪大学・大学院基礎工学研究科・教授 多元環境下の新しい量子物質相の研究	平成20～24年度	450,600
えのきとしあき 榎 敏明	東京工業大学・大学院理工学研究科・教授 ナノグラフェンの端の精密科学: エッジ状態の解明と機能	平成20～24年度	298,200
たなか こうじ 田中 晃二	分子科学研究所・生命・錯体分子科学研究領域・教授 金属錯体触媒による電気エネルギーと化学エネルギーの相互変換反応の開発	平成20～23年度	126,800
ふくやまとおる 福山 透	東京大学・大学院薬学系研究科・教授 斬新かつ実用性を追求した生体機能分子の合成研究	平成20～24年度	310,500

特別推進研究

(単位:千円)

研究代表者		研究課題名	研究期間	配分(予定)額
さとう まさあき 佐藤 正明	東北大学・大学院医工学研究科・教授	細胞の力覚機構の解明	平成20～24年度	414,800
やまかわ たけし 山川 烈	九州工業大学・大学院生命体工学研究科・特任教授	ソフトコンピューティング技術による「てんかん」原性域の特定と低侵襲治療法の確立	平成20～23年度	433,200
おおさか てつや 逢坂 哲彌	早稲田大学・理工学術院・教授	電気化学デバイス工学の確立と深化	平成20～24年度	438,800

## 生物系(19課題)

(単位:千円)

研究代表者		研究課題名	研究期間	配分(予定)額
ながた しげかず 長田 重一	京都大学・大学院医学研究科・教授	細胞死の分子機構とその生理作用	平成17～21年度	347,000
ほんじょ たすく 本庶 佑	京都大学・大学院医学研究科・客員教授	A I Dによる抗原刺激依存性抗体遺伝子改編機構の研究	平成17～21年度	588,000
なかにし しげた 中西 重忠	大阪バイオサイエンス研究所・所長	機能的神経ネットワークの構築と制御の分子メカニズムの研究	平成17～21年度	498,000
かわおか よしひろ 河岡 義裕	東京大学・医科学研究所・教授	新型インフルエンザウイルスの出現機構とその制圧	平成18～22年度	445,000
やまもと だいすけ 山元 大輔	東北大学・大学院生命科学研究所・教授	ショウジョウバエfru遺伝子による脳神経系と行動の性決定機構に関する研究	平成18～22年度	342,400
ひろかわ のぶたか 廣川 信隆	東京大学・大学院総合文化研究科・特任教授	キネシンモーター分子群による細胞内物質輸送の分子機構:構造、機能、動態及び制御	平成18～22年度	1,494,600
なるみや しゅう 成宮 周	京都大学・大学院医学研究科・教授	Rho GTPasesを介する細胞機能の時空間特異的制御と個体での役割	平成18～22年度	493,200
おかむら ひとし 岡村 均	京都大学・大学院薬学研究科・教授	分子時計による体内リズムの統合機構の解明	平成18～22年度	448,600
しみず たかお 清水 孝雄	東京大学・大学院医学系研究科・教授	リン脂質代謝と脂質メディエーターの総合的研究	平成19～23年度	595,900
みやした やすし 宮下 保司	東京大学・大学院医学系研究科・教授	大脳認知記憶ダイナミクスの研究:大域ネットワークと局所神経回路の機能の解明	平成19～23年度	527,900
さかの ひとし 坂野 仁	東京大学・大学院理学系研究科・教授	軸索末端に分子コード化される神経個性	平成19～23年度	542,600
とよま ちかし 豊島 近	東京大学・分子細胞生物学研究所・教授	イオン輸送体の構造生物学	平成19～23年度	420,800
やまなか しんや 山中 伸弥	京都大学・物質-細胞統合システム拠点・教授	細胞核初期化の分子基盤	平成19～23年度	487,000
おおすみ よしのり 大隅 良典	東京工業大学・統合研究院・特任教授	オートファジー分子機構とその多様性の解明	平成19～23年度	431,900
たけいち まさとし 竹市 雅俊	理化学研究所・高次構造形成研究グループ・グループディレクター	カドヘリン接着分子群と細胞骨格の連携による細胞行動制御	平成20～24年度	304,200
なかの あきひこ 中野 明彦	東京大学・大学院理学系研究科・教授	膜交通における選別輸送の分子機構の解明と植物の高次システムへの展開	平成20～24年度	458,800
さかぐち しもん 坂口 志文	京都大学・再生医科学研究科・教授	制御性T細胞機能の分子基盤に関する研究	平成20～24年度	460,200
ひらの たつや 平野 達也	理化学研究所・平野染色体ダイナミクス研究室・主任研究員	コンデンシンによる染色体構築の分子メカニズム	平成20～24年度	356,000
あきら しずお 審良 静男	大阪大学・免疫学フロンティア研究センター・教授	自然免疫の包括的研究	平成20～24年度	671,600

# 基盤研究 (S)

1. 平成21年度 審査結果 (系別) . . . . .	19
2. 平成21年度 新規課題一覧 . . . . .	20
3. 平成21年度 概要 . . . . .	28
【総合・新領域系】 . . . . .	28
【人文社会系】 . . . . .	50
【理工系】 . . . . .	55
【生物系】 . . . . .	98
4. 平成21年度 継続課題一覧 . . . . .	128



## □ 平成21年度 科学研究費補助金 基盤研究(S) 審査結果(系列)

基盤研究(S)の目的・内容 (平成21年度科学研究費補助金公募要領抜粋)

- (1) 対象 一人又は比較的少人数の研究者で組織する研究計画であって、これまでの研究成果を踏まえて、さらに独創的、先駆的な研究を格段に発展させるための研究計画
- (2) 応募総額 5,000万円以上 2億円程度まで
- (3) 研究期間 原則として5年間

### 【新規】

	研究課題数			研究経費の配分額 (21年度) 千円	1課題当たりの配分額 (21年度)	
	応募 件	採択 件	採択率 %		平均 千円	最高 千円
総合・新領域系	110	22	20.0	910,300	41,377	100,400
人文社会系	18	5	27.8	127,500	25,500	57,100
理工系	223	43	19.3	1,924,000	44,744	107,400
生物系	138	30	21.7	1,158,900	38,630	51,000
合計	489	100	20.4	4,120,700	41,207	107,400

### 【新規+継続】

	研究課題数 件	研究経費の配分額 (21年度) 千円	1課題当たりの配分額 (21年度)	
			平均 千円	最高 千円
総合・新領域系	94	2,309,700	24,571	100,400
人文社会系	27	440,700	16,322	57,100
理工系	166	4,219,600	25,419	107,400
生物系	111	2,685,200	24,191	56,600
合計	398	9,655,200	24,259	107,400

※ 配分額は直接経費のみ

## 平成21年度科学研究費補助金 基盤研究(S) 新規課題一覧

### (1) 総合・新領域系 (22課題)

○総合領域(11課題)

(単位:千円)

研究代表者	研究課題名	研究期間	H21年度
			配分額 研究期間内の 配分(予定)額
ひらき けい 平木 敬	東京大学・大学院情報理工学系研究科・教授 ルビーによる高生産な超並列・超分散計算ソフトウェア基盤	平成21～25年度	38,600
			166,600
にしお しょうじろう 西尾 章治郎	大阪大学・大学院情報科学研究科・理事・副学長 モバイルセンサネットワークのための効率的なデータ処理機構に関する研究	平成21～25年度	24,600
			121,000
やぎ やすし 八木 康史	大阪大学・産業科学研究所・教授 レンズレス全方位センサによる装着型アンビエント監視と児童防犯への発展	平成21～25年度	35,500
			158,900
いなば まさゆき 稲葉 雅幸	東京大学・大学院情報理工学系研究科・教授 全身受動性と注意誘導性を備えた等身大ヒューマノイドへの発展的身体行動構成法の研究	平成21～25年度	45,300
			189,200
さだとう のりひろ 定藤 規弘	生理学研究所・大脳皮質機能研究系・教授 向社会行動の神経基盤と発達過程の解明	平成21～25年度	49,700
			164,800
かのう まさのぶ 狩野 万伸	東京大学・大学院医学系研究科・教授 内因性カンナビノイドによる逆行性シナプス伝達の脳機能・脳病態における役割の解明	平成21～25年度	35,000
			161,800
なかだ つとむ 中田 力	新潟大学・脳研究所・教授 磁気共鳴分子マイクロイメージング開発	平成21～25年度	74,800
			164,400
おかべ しげお 岡部 繁男	東京大学・大学院医学系研究科・教授 シナプス構造の分子解剖	平成21～25年度	32,700
			109,500
たかはし さとる 高橋 智	筑波大学・大学院人間総合科学研究科・教授 生命科学研究推進の為の新たなin vivoイメージングの基盤技術の開発	平成21～25年度	44,200
			144,200
やまむら けんいち 山村 研一	熊本大学・生命資源研究・支援センター・教授 MSM/Msマウスのユニークな表現型の遺伝学的解析	平成21～25年度	34,000
			162,000
あんどう じょうじ 安藤 譲二	獨協医科大学・医学部・特任教授 血管細胞における力学応答の分子バイオメカニクス	平成21～25年度	100,400
			156,400

○複合新領域(11課題)

(単位:千円)

研究代表者	研究課題名	研究期間	H21年度
			配分額 研究期間内の 配分(予定)額
かじい よしずみ 梶井 克純	首都大学東京・大学院都市環境科学研究科・教授 レーザー分光法による都市の大気質診断とオキシダント制御に関する研究	平成21～25年度	48,200
			160,000
もとやま ひであき 本山 秀明	国立極地研究所・研究教育系・教授 氷床コアの総合解析による様々な時間スケールの地球環境変動の解明	平成21～25年度	24,700
			162,100

(単位:千円)

研究代表者	研究課題名	研究期間	H21年度配分額	
			研究期間内の配分(予定)額	
みたに ひろし 三谷 啓志	東京大学・大学院新領域創成科学研究科・教授	個体内における電離放射線誘発突然変異成立過程の解明	平成21～25年度	21,500
				76,300
いわた ひさと 岩田 久人	愛媛大学・沿岸環境科学研究センター・教授	化学物質による細胞内受容体—異物代謝酵素シグナル伝達系攪乱の感受性支配因子の解明	平成21～25年度	81,100
				168,900
たなか のぶお 田中 信夫	名古屋大学・エコトピア科学研究科・教授	スピン偏極パルスTEMの開発とナノスピン解析への応用	平成21～25年度	28,600
				160,200
きんじょう まさたか 金城 政孝	北海道大学・大学院先端生命科学研究所・教授	多点時空間相関解析法による細胞内分子複合体研究	平成21～25年度	35,900
				135,900
てらだ ゆきひろ 寺田 幸博	高知工業高等専門学校・環境都市デザイン工学科・教授	GPS海洋ブイを用いた革新的海洋・海底総合防災観測システムの開発	平成21～25年度	33,200
				163,600
しおた くにお 塩田 邦郎	東京大学・大学院農学生命科学研究科・教授	性差のエピゲノム解析	平成21～25年度	37,100
				160,300
うえむら だいすけ 上村 大輔	慶應義塾大学・理工学部・教授	巨大炭素鎖を持つ特異な天然有機分子の化学	平成21～25年度	25,400
				139,900
みずしま つかさ 水島 司	東京大学・大学院人文社会科学系研究科・教授	インド農村の長期変動に関する研究	平成21～25年度	31,200
				128,200
しまだ よしひと 嶋田 義仁	名古屋大学・大学院文学研究科・教授	牧畜文化解析によるアフロ・ユーラシア内陸乾燥地文明とその現代的動態の研究	平成21～25年度	28,600
				153,900

## (2) 人文社会系(5課題)

## ○人文学(3課題)

(単位:千円)

研究代表者	研究課題名	研究期間	H21年度配分額	
			研究期間内の配分(予定)額	
はねだ まさし 羽田 正	東京大学・東洋文化研究所・教授	ユーラシアの近代と新しい世界史叙述	平成21～25年度	26,200
				94,600
おくむら ひろし 奥村 弘	神戸大学・大学院人文学研究科・教授	大規模自然災害時の史料保全論を基礎とした地域歴史資料学の構築	平成21～25年度	19,100
				85,500
ひみやま ゆきお 氷見山 幸夫	北海道教育大学・教育学部・教授	アジアにおける持続可能な土地利用の形成に向けて	平成21～25年度	18,500
				70,700

## ○社会科学(2課題)

(単位:千円)

研究代表者	研究課題名	研究期間	H21年度配分額	
			研究期間内の配分(予定)額	
いけだ けんいち 池田 謙一	東京大学・大学院人文社会科学系研究科・教授	国際比較のための価値・信頼・政治参加・民主主義指標の日本データ取得とその解析研究	平成21～25年度	6,600
				96,200
あんどう じゅこう 安藤 寿康	慶應義塾大学・文学部・教授	社会性とメンタルヘルスの双生児研究—遺伝子と脳活動をつなぐ	平成21～23年度	57,100
				163,300

## (3) 理工系(43課題)

## ○数物系科学(14課題)

(単位:千円)

研究代表者	研究課題名	研究期間	H21年度	
			配分額 研究期間内の 配分(予定)額	
ぎが よしかず 儀我 美一	東京大学・大学院数理科学 研究科・教授	複雑現象に挑む形態変動解析学の構築	平成21～25年度	14,700
				134,500
やまもと さとし 山本 智	東京大学・大学院理学系 研究科・教授	多波長ラインサーベイによる星形成から惑星 系形成に至る化学進化の解明	平成21～25年度	41,600
				131,200
おおはし たかや 大橋 隆哉	首都大学東京・大学院理 工学研究科・教授	小型衛星を目指した多素子X線マイクロカロリ メータの開発	平成21～25年度	17,100
				86,700
なかはた まさゆき 中畑 雅行	東京大学・宇宙線研究所・ 教授	超新星背景ニュートリノの探索	平成21～25年度	61,300
				159,900
たにもり とおる 谷森 達	京都大学・大学院理学研 究科・教授	広視野ガンマ線カメラによるMeVガンマ線銀 河内天体気球観測	平成21～25年度	71,000
				161,500
とりい しょうじ 鳥居 祥二	早稲田大学・理工学術院・ 教授	高エネルギー電子・陽電子観測による暗黒物 質・近傍加速源の探索	平成21～25年度	60,800
				161,400
ますだ やすひろ 増田 康博	高エネルギー加速器研究 機構・素粒子原子核研究 所・准教授	新世代超冷中性子源による時間反転不変性 の検証	平成21～25年度	35,900
				158,500
むらかみ よういち 村上 洋一	高エネルギー加速器研究 機構・物質構造科学研究 所・教授	共鳴軟X線散乱と中性子散乱による外場下で の局所電子構造と混成軌道秩序の研究	平成21～25年度	28,100
				168,900
いわさ よしひろ 岩佐 義宏	東北大学・金属材料研究 所・教授	電気化学的界面の超強電界を用いた電子物 性制御	平成21～25年度	18,900
				168,500
しらはま けいや 白濱 圭也	慶應義塾大学・大学院理 工学研究科・教授	ナノスケール・ヘリウム物理学の構築とその 応用	平成21～25年度	42,200
				168,000
たなか はじめ 田中 肇	東京大学・生産技術研究 所・教授	液体の階層的自己組織化とダイナミクス	平成21～25年度	37,700
				151,800
おがさわら ひろし 小笠原 宏	立命館大学・理工学部・教 授	南アフリカ金鉱山におけるM2震源域での地 震の準備と発生過程の総合観測	平成21～25年度	57,900
				148,400
ひらた たかふみ 平田 岳史	京都大学・大学院理学研 究科・教授	超高压地球化学:地球中心核の化学進化	平成21～25年度	107,400
				144,200
いとう さなえ 伊藤 早苗	九州大学・応用力学研究 所・教授	乱流プラズマの動的応答と動的輸送の統合 研究	平成21～25年度	62,900
				163,900

○化学(7課題)

(単位:千円)

研究代表者	研究課題名	研究期間	H21年度	
			配分額 研究期間内の 配分(予定)額	
かわい まき 川合 真紀	東京大学・大学院新領域 創成科学研究科・教授	プローブ顕微鏡を用いた単分子スペクトロス コピー	平成21～25年度	37,400
				156,600
こばやし しゅう 小林 修	東京大学・大学院理学系 研究科・教授	水を溶媒として活用する新しい有機化学ワ ールドの構築	平成21～25年度	86,600
				166,000
しおのや みつひこ 塩谷 光彦	東京大学・大学院理学系 研究科・教授	動的化学に立脚した超分子錯体システムの 創製	平成21～25年度	86,000
				166,000
こう しょうみん 侯 召民	理化学研究所・基幹研究 所・主任研究員	希土類元素を基盤とする新反応場の構築	平成21～25年度	48,600
				163,600
ひやま ためじろう 檜山 為次郎	京都大学・大学院工学研 究科・教授	金属触媒の複合利用による安定化学結合の 活性化と合成的変換	平成21～25年度	49,700
				164,100
いけだ とみき 池田 富樹	東京工業大学・資源化学 研究所・教授	異種界面接合を基盤とする高分子光運動材 料の構築	平成21～25年度	43,300
				163,300
おおの ひろゆき 大野 弘幸	東京農工大学・大学院共 生科学技術研究院・教授	バイオサイエンスを支えるイオン液体の開発	平成21～25年度	44,600
				145,600

○工学 I (11課題)

(単位:千円)

研究代表者	研究課題名	研究期間	H21年度	
			配分額 研究期間内の 配分(予定)額	
かわかみ よういち 川上 養一	京都大学・大学院工学研 究科・教授	近接場マルチプローブ分光の基盤技術開発	平成21～25年度	32,700
				123,900
なかざわ まさたか 中沢 正隆	東北大学・電気通信研究 所・教授	繰返しと光周波数を同時安定化したGHz帯 モード同期パルスレーザの実現とその応用	平成21～25年度	32,300
				141,500
かわた さとし 河田 聡	大阪大学・大学院工学研 究科・教授	紫外プラズモニクスの開拓	平成21～25年度	9,100
				150,700
はしだ としゆき 橋田 俊之	東北大学・大学院工学研 究科・教授	カーボンナノチューブ複合材料の設計・合成・ 評価ループ構築と高機能化に関する研究	平成21～25年度	29,500
				103,500
きたむら たかゆき 北村 隆行	京都大学・大学院工学研 究科・教授	ナノ界面の疲労損傷と破壊	平成21～25年度	67,000
				167,800
ひしだ こういち 菱田 公一	慶應義塾大学・理工学部・ 教授	マイクロ・ナノ熱流体複合センシングと界面制 御デバイスの開発	平成21～25年度	40,000
				137,500
たかはし みかく 高橋 研	東北大学・大学院工学研 究科・教授	極限磁性スピナノ構造体の創製	平成21～25年度	70,500
				157,400
きもと つねのぶ 木本 恒暢	京都大学・大学院工学研 究科・教授	炭化珪素半導体の欠陥制御と超高耐圧ロバ スト素子への応用	平成21～25年度	43,600
				156,500

(単位:千円)

研究代表者	研究課題名	研究期間	H21年度 配分額
			研究期間内の 配分(予定)額
こやなぎ みつまさ 小柳 光正	東北大学・大学院工学研究科・教授 グラフォアセンブリーによる三次元積層型光電子集積システム・オン・チップ	平成21～25年度	52,600
			163,100
あさだ まさひろ 浅田 雅洋	東京工業大学・大学院総合理工学研究科・教授 テラヘルツ波による大容量無線通信実現の為のデバイス・システムの開拓	平成21～25年度	38,100
			164,100
ほたて かずお 保立 和夫	東京大学・大学院工学系研究科・教授 痛みの分かる材料・構造の為の光相関領域法による光ファイバ神経網技術の機能進化	平成21～25年度	40,800
			156,800

## ○工学Ⅱ(11課題)

(単位:千円)

研究代表者	研究課題名	研究期間	H21年度 配分額
			研究期間内の 配分(予定)額
のだ としひろ 野田 利弘	名古屋大学・大学院工学研究科・教授 海溝型連発大地震も視野に入れた我が国沿岸域の耐震性再評価と地盤強化技術の検討	平成21～25年度	28,900
			68,600
ふなみず なおゆき 船水 尚行	北海道大学・大学院工学研究科・教授 「混ぜない」、「集めない」をコンセプトとした資源回収型排水処理技術の開発と評価	平成21～25年度	31,500
			83,100
ひだか けんいちろう 日高 健一郎	筑波大学・人間総合科学研究科・教授 中近東・北アフリカにおけるビザンティン建築遺産の記録、保存、公開に関する研究	平成21～25年度	47,300
			141,500
ほその ひでお 細野 秀雄	東京工業大学・フロンティア研究センター・教授 無機エレクトライドの領域開拓:物質探索、機能設計、応用展開	平成21～25年度	36,700
			148,700
たかすぎ たかゆき 高杉 隆幸	大阪府立大学・大学院工学研究科・教授 次世代型耐熱材料としての複相金属間化合物の用途展開のための基盤学問体系構築	平成21～24年度	36,500
			79,500
よしだ とよのぶ 吉田 豊信	東京大学・大学院工学系研究科・教授 ウエーハ等価薄膜太陽電池の直接製造を可能とするメゾプラズマ次世代シーメンス法開発	平成21～24年度	24,800
			124,000
なかはし かずひろ 中橋 和博	東北大学・大学院工学研究科・教授 ペタフロップス級計算機に向けた次世代CFDの研究開発	平成21～25年度	41,300
			164,800
しのはら しゅんじろう 篠原 俊二郎	九州大学・大学院総合理工学研究院・准教授 ヘリコン源を用いた先進的無電極プラズマロケットエンジンの研究開発	平成21～25年度	70,100
			160,700
すなみ てつじ 須浪 徹治	宇宙航空研究開発機構・宇宙輸送ミッション本部・主任研究員 縦渦導入型広帯域スクラムジェットの研究	平成21～25年度	32,800
			116,800
たかせ ゆういち 高瀬 雄一	東京大学・大学院新領域創成科学研究科・教授 低域混成波による球状トカマクプラズマの電流駆動	平成21～25年度	18,900
			74,100
よしだ よういち 吉田 陽一	大阪大学・産業科学研究所・教授 次世代アト秒・フェムト秒パルスラジオリシスに関する研究	平成21～25年度	45,300
			161,300

(4) 生物系(30課題)

○生物学(8課題)

(単位:千円)

研究代表者	研究課題名	研究期間	H21年度	
			配分額 研究期間内の 配分(予定)額	
しまぎき けんいちろう 島崎 研一郎	九州大学・大学院理学研 究院・教授	気孔孔辺細胞における光情報のイオン輸送 への変換機構	平成21～25年度	30,400
				158,400
おかだ のりひろ 岡田 典弘	東京工業大学・大学院生 命理工学研究科・教授	新種の出現:種分化と大進化の分子機構	平成21～25年度	27,500
				113,800
つきはら とみたけ 月原 富武	兵庫県立大学・大学院生 命理工学研究科・特任教授	X線結晶構造解析による細胞内及び細胞間 での物質輸送の研究	平成21～25年度	40,000
				180,900
にしだ えいすけ 西田 栄介	京都大学・大学院生命科 学研究科・教授	寿命と発生を制御するシグナル伝達ネット ワーク	平成21～25年度	36,000
				164,000
たかい よしみ 高井 義美	神戸大学・大学院医学研 究科・教授	細胞接着とシグナル伝達による細胞の形態 形成機構	平成21～25年度	32,000
				160,000
なんば けいいち 難波 啓一	大阪大学・大学院生命機 能研究科・教授	極低温電子顕微鏡による細菌べん毛モー ターと蛋白質輸送装置の像構造解析	平成21～25年度	42,400
				157,600
やまもと まさゆき 山本 正幸	東京大学・大学院理学系 研究科・教授	分裂酵母における減数分裂の制御機構	平成21～25年度	45,000
				159,800
さが ゆみこ 相賀 裕美子	国立遺伝学研究所・系統 生物研究センター・教授	生殖細胞の性分化と精子幹細胞の維持を支 える分子機構	平成21～25年度	32,000
				160,000

○農学(7課題)

(単位:千円)

研究代表者	研究課題名	研究期間	H21年度	
			配分額 研究期間内の 配分(予定)額	
あきみつ かずや 秋光 和也	香川大学・農学部・教授	tRNA介在領域の分解能欠損による植物ミト コンドリア病発生機構	平成21～25年度	21,700
				82,200
ふじわら とおる 藤原 徹	東京大学・生物生産工学 研究センター・准教授	植物の無機栄養ホメオスタシスと成長の統合 的理解と仮説検証	平成21～25年度	45,500
				160,700
よしだ みのる 吉田 稔	理化学研究所・吉田化学 遺伝学研究室・主任研究 員	スプライシング因子の新機能に関する化学遺 伝学研究	平成21～25年度	26,900
				153,700
ふくしま かずひこ 福島 和彦	名古屋大学・大学院生命 農学研究科・教授	二次イオン質量分析法による植物細胞にお ける生体分子三次元分布の可視化	平成21～25年度	50,100
				85,100
つかもと かつみ 塚本 勝巳	東京大学・海洋研究所・教 授	最新の生理生態情報に基づくウナギ大量種 苗生産技術の実現	平成21～25年度	48,600
				156,300
もり ゆうじ 森 裕司	東京大学・大学院農学生 命科学研究科・教授	哺乳類フェロモンによる生理機能および行動 の制御法開発	平成21～25年度	30,500
				157,800
いそがい あきら 磯貝 明	東京大学・大学院農学生 命科学研究科・教授	バイオマス系完全分散ナノフィブリルの創製と 環境対応型材料への変換	平成21～25年度	27,700
				151,500

## ○医歯薬学Ⅰ(8課題)

(単位:千円)

研究代表者	研究課題名	研究期間	H21年度	
			配分額 研究期間内の 配分(予定)額	
やまぐち まさひこ 山口 雅彦	東北大学・原子分子材料 科学高等研究機構・教授	遷移金属触媒合成を基盤とする有機イオウ・ リン有用物質の高機能化と環境調和利用	平成21～25年度	47,000
				159,000
ささき しげたか 佐々木 茂貴	九州大学・大学院薬学研 究院・教授	インテリジェント人工核酸を搭載したナノDDS による革新的分子標的治療薬の研究	平成21～25年度	40,100
				159,300
おかむら やすし 岡村 康司	大阪大学・大学院医学系 研究科・教授	電位センサードメイン蛋白群を基盤とする新 たな膜電位シグナルの解明	平成21～25年度	33,800
				130,700
いいの まさみつ 飯野 正光	東京大学・大学院医学系 研究科・教授	中枢神経系細胞間ネットワークにおけるシグ ナル機構の可視化解析	平成21～25年度	39,200
				183,800
たけとう まこと 武藤 誠	京都大学・大学院医学研 究科・教授	マウスモデルを用いた消化器癌転移の研究	平成21～24年度	39,300
				159,300
やまもと ただし 山本 雅	東京大学・医科学研究所・ 教授	CCR4-Notチアデニレース欠損に伴う病 態解析と新たな遺伝子発現制御機構	平成21～25年度	43,200
				159,200
くろさき ともひろ 黒崎 知博	大阪大学・免疫学フロン ティア研究センター・特任教 授	液性免疫記憶の生成・維持・活性化機序	平成21～25年度	31,400
				159,400
たにうち いちろう 谷内 一郎	理化学研究所・免疫転写 制御研究チーム・チーム リーダー	T細胞分化を制御する転写因子ネットワーク の解明	平成21～25年度	33,500
				159,500

## ○医歯薬学Ⅱ(7課題)

(単位:千円)

研究代表者	研究課題名	研究期間	H21年度	
			配分額 研究期間内の 配分(予定)額	
ちば つとむ 千葉 勉	京都大学・大学院医学研 究科・教授	炎症を背景とした消化器発癌過程におけるゲ ノム不安定性の生成機構の解明	平成21～24年度	44,000
				120,200
こむら いっせい 小室 一成	千葉大学・大学院医学研 究院・教授	Wntシグナルによる心筋分化・心臓疾患発症 機序の解明とそれに基づく治療法の開発	平成21～25年度	48,500
				162,900
そぶえ げん 祖父江 元	名古屋大学・大学院医学 系研究科・教授	分子標的を介するポリグルタミン病の根本治 療法の開発	平成21～25年度	32,200
				122,100
ふじた としろう 藤田 敏郎	東京大学・医学部附属病 院・教授	生活習慣病の病態におけるアルドステロン/ 鉱質コルチコイド受容体活性化機構の解明	平成21～25年度	50,900
				162,900
なかお かずわ 中尾 一和	京都大学・大学院医学研 究科・教授	間葉系細胞由来ホルモンの生理作用とその 破綻	平成21～25年度	51,000
				163,000
あまが い まさゆき 天谷 雅行	慶應義塾大学・医学部・教 授	天疱瘡抗原に対する中枢性、末梢性免疫寛 容機構の解明	平成21～25年度	43,400
				161,800
もり まさき 森 正樹	大阪大学・大学院医学系 研究科・教授	高精度の分子遺伝学的評価による食道癌治 療成績向上のための包括的研究	平成21～25年度	45,100
				162,700





## 研究課題名 ルビーによる高生産な超並列・超分散計算ソフトウェア基盤

東京大学・大学院情報理工学系研究科・教授 ひらき けい  
平木 敬

研究分野：総合領域-情報学

キーワード：計算機システム・ネットワーク、HPC、高生産性言語、超並列計算、最適化コンパイラ

### 【研究の背景・目的】

言語システムによる高生産性の実現は、米国 HPCS プロジェクトにおいて試みられた。しかしながら、HPCS 言語である X10, Fortress, Chapel は、広く現場の研究者・開発者に普及する可能性、10万を越す並列性を持つ超並列スーパーコンピュータへのスケラビリティにおいて、多くの問題点を持つ。(1)利用者層が限定されるため、ユーザ層の広がり、開発者の広がりが限定されること、(2)コンピュータサイエンスが専門でない研究者・開発者にとって使用経験がない数値計算専用新言語は、習得意欲が低く、普及が困難となること、(3)オブジェクト指向言語は、一般的な意味でプログラムの生産性を向上させるが、各種並列性の記述と、過大な並列性を避けるための並列性制御の問題について解決策とはならない。

これらの問題を解決するため本プロジェクトでは関数性とオブジェクト指向性を持ち、柔軟性を持つとともに、広く普及している Ruby 言語をベースとし、それを超並列化、数値計算向けに拡張し、上記問題点を根本的に解決することを目的としている。

### 【研究の方法】

5年間の研究開発で関数型オブジェクト指向言語である Ruby を HPC 向け高生産言語として確立する。また、Ruby の特徴である Web 環境と計算環境の統合を生かし、HPC 環境における Web インタフェースと、計算を融合するシステムを開発し、超並列・超分散透明性を持つソフトウェア体系を実現する。これらの目的を実現するため、後述する体制により (1) Ruby 言語 HPC 最適化に関する研究、(2) Ruby を用いた問題定式化に関する研究、および (3) 超分散・超並列計算環境による評価の3つのサブテーマに分かれて研究を実施する。

具体的には、(1) Ruby プログラムから並列性を抽出するコンパイル方式、動的言語における最適化コンパイル技法、特に繰り返し構造および多次元データ処理の最適化技法、過大な並列性による性能低下を防止する並列性制御方式を実現する。並列分散処理の動的状況により最適化を繰り返す

適応型コンパイラの研究開発を実施する。(2)では、Ruby の持つ動的性質を活用するシミュレーションコードを開発し、情報科学を専門としない研究者が容易に分散並列シミュレーションソフトウェアを作成できる基盤を構築する。(3)では、評価システムの整備し、Web システムとの統合による Ruby らしい科学技術計算の実現と評価を実施する。

### 【期待される成果と意義】

Ruby の持つ関数性やオブジェクト指向性に加え、動的プログラミングや他言語・外部接続の柔軟性を生かしたまま、スーパーコンピュータプログラミングの生産性を著しく向上させ、スケラビリティを実現する。また、本研究開発では、Ruby を用いた問題定式化の題材として、理論天文学シミュレーション、惑星シミュレーション、分子動力学、並列探索問題という、日本が世界的に見て優れている分野を選択し科学的に意義のあるアプリケーションソフトウェアの Ruby による定式化を通して HPC Ruby の記述力を示す。

### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・「MCAMP: Communication Optimization on Massively Parallel Machines with Hierarchical Scratch-pad Memory」: Hiroshige Hayashizaki, Yutaka Sugawara, Mary Inaba, Kei Hiraki, Proc. PACT08, 2008.
- ・「A Retargetable Code Generator for the Generic Intermediate Language in COINS」: Seika Abe, Masami Hagiya and Ikuo Nakata, IPSJ Transactions on Programming, Vol. 46, No. SIG14 (PR027), pp. 12-29, 2005.

### 【研究期間と研究経費】

平成 21 年度 - 25 年度

166,600 千円

ホームページ等

<http://data-reservoir.adm.s.u-tokyo.ac.jp/>

[hiraki@is.s.u-tokyo.ac.jp](mailto:hiraki@is.s.u-tokyo.ac.jp)

## 【基盤研究(S)】

### 総合・新領域系（総合領域）



#### 研究課題名 モバイルセンサネットワークのための 効率的なデータ処理機構に関する研究

大阪大学・大学院情報科学研究科・理事・副学長

にしお しょうじろう  
西尾 章 治郎

研究分野：総合領域

キーワード：情報システム

#### 【研究の背景・目的】

近年、温度や湿度といったセンサを持つ小型計算機（センサノード）がネットワークを形成してセンサデータを処理するセンサネットワークに対する注目が高まっている。これまでのセンサネットワークに関する研究は、その大半が環境内に設置された動かないセンサノードが取得したデータをいかに効率よく収集するかに注力するものであった。

本研究では、従来の研究で想定するノードに加え、図1に示すような動くセンサノードであるモバイルセンサノードを利用し、環境に対して柔軟かつ効率的にデータ処理を行う機構を提案する。

#### 【研究の方法】

本研究の計画を図2に示す。本研究は、まず(1)モバイルセンサネットワークのための柔軟かつ効率的なデータ配置技術、(2)モバイルセンサネットワークのための柔軟かつ効率的なデータ配信技術、および(3)モバイルセンサネットワークのための柔軟かつ効率的なデータ通信技術の三つのサブテーマに分けて研究を推進する。

サブテーマ(1)については、データの効率的な取得・収集を実現するため、データのアクセスされやすさ（人気）やセンサノードの通信状況等を考慮して、データの複製を複数のノードに配置する技術を提案する。サブテーマ(2)については、データの発見・取得を高速に行うため、取得したデータを効率よく配信する技術を提案する。サブテーマ(3)については、上記二つのサブテーマで行う通信を効率よく行うための通信技術を提案する。

また、各サブテーマで提案した技術を統合し、モバイルセンサネットワークにおける効率的なデータ処理機構を提案する。

さらに、実ノードを用いた大規模実証実験を行い、提案したデータ処理機構の有効性を確認する。

#### 【期待される成果と意義】

本研究では、従来の研究で想定された動かないセンサノードだけでなく、環境内を動くモバイルセンサノードを積極的に利用し、柔軟かつ効率的にデータを処理する点において、当該分野における学術的な特色・独創性があり、国内のみならず国際的に高い評価を得る可能性がある。先駆的な研究になることが予想され、我が国がモバイルセンサネットワークに関する研究を先導できるとい



図1：モバイルセンサノードの例

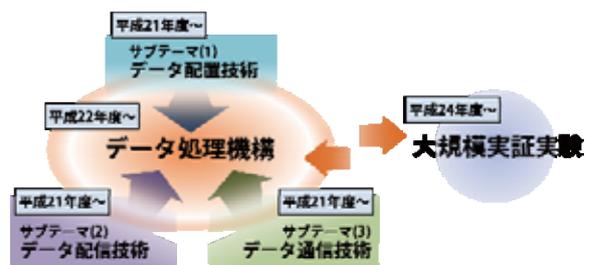


図2：本研究の研究計画

う意義がある。

#### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- Takahiro Hara, Sanjay Kumar Madria: Consistency Management Strategies for Data Replication in Mobile Ad Hoc Networks, IEEE Transactions on Mobile Computing, Vol.8, No.7, pp.950-967 (2009, to appear).
- Tomoki Yoshihisa, Masahiko Tsukamoto, Shojiro Nishio: A Scheduling Protocol for Continuous Media Data Broadcasting With Large-scale Data Segmentation, IEEE Transactions on Broadcasting, Vol.53, No.4, pp.780-788 (2007).
- Kriengsak Treeprapin, Akimitsu Kanzaki, Takahiro Hara, Shojiro Nishio: An Effective Mobile Sensor Control Method for Sparse Sensor Networks, Sensors, Vol.9, No.1, pp.327-354 (2009).

#### 【研究期間と研究経費】

平成21年度－25年度  
121,000千円



研究課題名 レンズレス全方位センサによる装着型アンビエント監視と児童防犯への発展

大阪大学・産業科学研究所・教授 やぎ やすし  
八木 康史

研究分野：知覚情報処理・知能ロボティクス

キーワード：パターン認識，画像情報処理，コンピュータビジョン，

【研究の背景・目的】

附属池田小学校でおきた異常者による殺傷事件、神戸の幼児殺人事件、レイプなどの性犯罪、そしてニューヨーク世界貿易センタービルに代表されるテロ事件など、世の中には危険が溢れている。これらの危険を防止する手段の一つが、環境埋め込み型の監視システムである。環境埋め込み型は、人が沢山集まる場所で犯罪の解決に効果を発揮するが、危険は必ずしも人が沢山集まる場所だけではない。例えば、神戸の幼児殺人事件やレイプ事件などは、人気のない場所が犯罪現場となる。このような犯罪現場に対応するためには、従来型の環境埋め込み型だけでなく、各種防犯グッズのように各人が携帯し、近寄る危険を自ら発見できる監視システムを考えていく必要がある。

本研究では、各人が装着することで、常にその人物の周囲状況を実時間監視することのできる装着型センサとそのセンサを用いたアンビエント監視を提案する。本研究期間内には、装着型センサとしてレンズレス全方位センサの設計・試作に加え、学童というターゲットを設けた上で、通学防犯を対象に社会実装を目標に掲げる。

【研究の方法】

本研究では、以下の6つの研究を実施する。

P1) ランドセル等に装着可能な小型軽量レンズレス全方位センサ

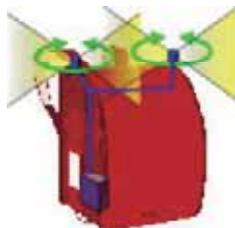


図1 装着イメージ

P2) 相互遮蔽が起きる人が往来する状況下での安定な人物検出

P3) ウエアラブル環境下での安定な人物追跡と領域セグメンテーション

P4) 服装変化，速度変化に対応した歩容認証

P5) 装着者自身の行動予測による異常事態の発見

P6) 小学校児童による有用性評価，社会実装を意識した地域社会との連携に関する検討



図2 服装変化のための歩容データベース

【期待される成果と意義】

提案する光学系は、全方位カメラ初のレンズを用いない反射光学系である。レンズを用いないことで、色収差が発生せず、光学部品点数を減らすこともでき、世界最小の小型化が可能となる。1立方センチの光学系の実現は、携帯型防犯だけでなく、ITS、携帯カメラなど様々な産業分野での利活用が期待される。

歩容認証研究では、服装変化，速度変化など様々なバリエーションの世界最大の歩容データベースを構築する。個人認証だけでなく、人映像解析全般のためのデータベースとして活用できる。

さらに、歩容認証自体が遠隔から人を識別できる数少ない技術であることから、その利用は、広域監視だけでなく、痴ほう老人の徘徊監視，百貨店や商店街でのマーケティング利用など幅広い。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

・ 小嶋裕一郎，栗田尚樹，佐川立昌，越後富夫，八木康史，"複眼全方位センサの提案"，情報処理学会論文誌 コンピュータビジョンとイメージメディア，vol.47，no.SIG10(CVIM15)，pp.152-161，2006.

・ 杉浦一成，槇原靖，八木康史，"全方位カメラを用いた複数方向の観測による歩容認証"，情報処理学会論文誌 コンピュータビジョンとイメージメディア，vol.49，no.2(CVIM22)，pp.76-85，2008.

【研究期間と研究経費】

平成21年度－25年度

158,900千円

ホームページ等

[http:// www.am.sanken.osaka-u.ac.jp/](http://www.am.sanken.osaka-u.ac.jp/)



**研究課題名** 全身受動性と注意誘導性を備えた等身大  
ヒューマノイドへの発展的身体行動構成法の研究

東京大学・大学院情報理工学系研究科・教授 **いなば まさゆき**  
**稲葉 雅幸**

研究分野： 総合領域

キーワード： 知能ロボット，感覚・知覚・注意，感覚行動システム，知的システムアーキテクチャ

【研究の背景・目的】

人の生活空間で人を支援する等身大ヒューマノイドの研究開発が可能となってきたが、日常空間における適切な認識判断機能や人と触れ合える柔軟な身体構造が未熟なために人や環境への安全性を保証することができていない。

本研究は、多様な作業をしている際にも、人の存在に気づき、人からの注意喚起や不意の働きかけに安全に反応でき、その働きかけを行なった人がロボットの行動を即座に誘導できるようにするための全身受動性と注意誘導性を備えた等身大ヒューマノイドを目指し、身体ハードウェアと行動制御ソフトウェアの両面から段階的な有効性検証を行い、その発展の差異を記述可能な形で構成する発展的手法によって身体と行動の構成法を明らかにすることを目的とする。

【研究の方法】

本研究では、右図に示すように、知能ロボットカーネルを統合した等身大ヒューマノイドプラットフォーム環境を基盤とし、全身筋骨格ヒューマノイド研究と全身柔軟外装ヒューマノイド研究をもとに、新しい身体ハードウェアと注意知覚ソフトウェアを段階的に実装し全身受動性と注意誘導性の評価を行い、有効な身体行動構成法を明らかにしてゆく。

具体的には、(1)身体行動表現モデルシステムの構築、(2)ヒューマノイド身体の段階的受動性付加（外装、首・手首・足首・肩・腰関節の柔構造化）、(3)全身受動性制御のための体内反応システムの構築（部分受動性から全身反応制御）、(4)検証評価支援システム基盤の構築、(5)物体移動環境操作タスク行動の段階的実現と全身受動性評価（随時割込み可能性、再行動計画立案）、(6)全感覚注意知覚と反応行動系の発展的実現と注意誘導性評価（動体知覚、接触知覚、対人注意喚起反応、対人制止認識、対人誘導追従、誘導目的推論）、などの段階を設けることで研究を進める。

最終的には、人からの注意喚起、制止、接触が起こる場で、ロボットが目的行動中に、視聴覚だけでなく全身のどの部位への物理的働きかけであっても安全に対応ができ、人が誘導をしようとしている場合もそれを理解して適切な反応が可能な等身大ヒューマノイドの身体と行動の構成法を段階的な検証を行いながら明らかにする。



【期待される成果と意義】

本テーマでは、関節駆動型ヒューマノイドと筋骨格腱駆動型ヒューマノイドのハイブリッド型のヒューマノイド身体の構成法を発展的に研究すること、さらに、多様な行動目的の達成能力だけではなく、不意の身体接触への安全性や注意喚起と誘導が随時可能なシステムをハードウェアとソフトウェアの両面から実証的に取り組むところに特色がある。剛性可変関節・全身被覆柔軟外装や注意喚起への認識反応・誘導追従制御といったロボットの身体と認識行動制御ソフトウェアのシステムを構成する個々のコンポーネントの設計配置、最終的なロボット全体での全身受動性と注意誘導性の実現法に関する段階的な知見を再利用可能な形式として記述することが重要な成果となる。得られた知見を利用することで、今後人のそばで人と相互作用しながら学習してゆかねばならない将来の生活支援ヒューマノイドの重要な基盤を確立することが可能となる。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・稲葉，岡田，水内，稲邑：ヒューマノイドロボットのシステム実現—ロボットシステム記述言語 EusLisp による実装，ソフトウェア科学学会論文誌，Vol.23, No.2, pp.45—61, 2006
- ・T.Yoshikai, M.Hayashi, M.Inaba: Simultaneous Learning and Recalling System for Wholebody Motion of a Humanoid with Soft Sensor Flesh, Proc. 10<sup>th</sup> International Conf. of Intelligent Autonomous Systems, pp.229—237, 2008

【研究期間と研究経費】

平成21年度—25年度  
189,200千円  
ホームページ等  
<http://www.jsk.t.u-tokyo.ac.jp>

## 【基盤研究(S)】

### 総合・新領域系（総合領域）



#### 研究課題名 向社会行動の神経基盤と発達過程の解明

生理学研究所・大脳皮質機能研究系・教授 **さだとう のりひろ**  
**定藤 規弘**

研究分野：総合領域

キーワード：社会性 機能的MRI

#### 【研究の背景・目的】

ヒトの社会は、遺伝的に無関係な個体の間での役割分担と協同により成立している。他者を利するための自発的な行為（向社会行動・利他主義）がその本質であり、ヒト以外の動物には見られない。一方で、生物としてのヒトには、他の生物と共通な、個体保存と目的とする利己的な行動原理が存在する。利他主義の獲得を説明するために、文化的な進化および遺伝子-文化の共存的進化を考える必要がある。

従来、ヒトの向社会行動は、他者視点取得（perspective taking）と共感（empathy）により説明されてきた。他者視点取得は、他者の思考感情、視点を理解する能力であり、広義の心の理論（mentalizing、以後心の理論）ともいわれる（Mano et al. 2009）。心の理論の神経基盤として、内側前頭前野、後部帯状回、ならびに頭頂側頭連合の関与が報告されている一方、共感の神経基盤として、mirror neuron system, および辺縁系の関与が示されてきた。

他方、社会交換理論によると、利他行動も、社会報酬を最大にするような行動として選択されるのであり、経済行動と同一の枠組みで説明できるとしている。実際、他者からの良い評判という社会報酬と金銭報酬は、共に報酬系として知られる線条体を賦活する（Izuma et al. 2008）。これは、他者からの良い評判は報酬としての価値を持ち、脳内において金銭報酬と同じように処理されていることを示している。他方、社会的報酬に特有な活動として、内側前頭前野の活動がみられたことから、他者から見た自分の評価は、内側前頭前野により表象され、さらに線条体により社会報酬として「価値」付けられることが想定された。すなわち、社会的報酬には、線条体を含む報酬系と、心の理論の神経基盤の相互作用が関与していることが明らかとなった（Izuma et al. 2008）。

以上の知見から、「向社会行動は、共感的苦痛の回避なる内在的動機と、他者から見た自分の評価という心の理論により価値付けられた社会報酬なる外来的動機により誘導される行動であり、共感と心の理論の共存的発達を必要とする」とのモデルを発想した。この仮説を、機能的MRIを中心に、発達過程の行動解析、病理群との比較、ならびに文化間差異の検出を用いて証明することを目的とする。

#### 【研究の方法】

機能的MRIを用いて、自他相同性、自他区別、制御・抑制機能、共感と心の理論の関係、ならびに向社会行動に関与する神経基盤を明らかにする。さらに、向社会行動の内在性および外来性動機を与える神経基盤を明らかにする。これらの課題を疾患群、ならびに異なる文化圏群へ適用する。乳幼児縦断観察・行動解析により、先行する自他相同性に自己認知に伴う抑制が出現することを証明する。学童期縦断観察・行動解析・MRI撮像により、向社会行動の動機に関する発達過程と脳活動パターンの変化を明らかにする。

#### 【期待される成果と意義】

脳機能画像法と発達期縦断行動解析、疾患群との対比ならびに文化影響の評価を有機的に組み合わせ、向社会能力の発達過程を解明する点が特色である。発達社会心理学と神経科学的手法の融合により、人間の複雑な社会行動を説明するための新たな学問領域を拓くことが予想される。

#### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- Izuma K, Saito DN, Sadato N (2008) Processing of social and monetary rewards in the human striatum. *Neuron* 58:284-294.
- Mano Y, Harada T, Sugiura M, Saito DN, Sadato N (2009) Perspective-taking as part of narrative comprehension: a functional MRI study. *Neuropsychologia* 47:813-824

#### 【研究期間と研究経費】

平成21年度－25年度  
164,800千円

ホームページ

<http://www.nips.ac.jp/fmritms/sadato@nips.ac.jp>



## 研究課題名 内因性カンナビノイドによる逆行性シナプス伝達の脳機能・脳病態における役割の解明

東京大学・大学院医学系研究科・教授 かのう 狩野 まさのぶ 方伸

研究分野：総合領域・神経科学・神経科学一般

キーワード：分子・細胞神経科学、シナプス可塑性

### 【研究の背景・目的】

脳内に存在するマリファナ類似物質（内因性カンナビノイド：eCB）はシナプスにおいて逆行性伝達物質として働く。即ち、活動依存的にニューロンから放出され、シナプス前終末のカンナビノイドCB<sub>1</sub>受容体に作用してシナプス伝達を抑える。申請者らの研究を中心として、シナプス後部からのeCBの合成・放出は、(1)脱分極による細胞内Ca<sup>2+</sup>濃度上昇、(2)G<sub>q/11</sub>結合型受容体の活性化、(3)細胞内Ca<sup>2+</sup>濃度上昇とG<sub>q/11</sub>結合型受容体活性化の相乗作用、の3つによって起こることがこれまでに明らかとなった。一方で、eCB系は、記憶・学習、不安・うつ、薬物依存、食欲調節、鎮痛、脳障害時の細胞保護など、様々な脳機能に関与することが明らかにされてきた。このような研究の進展を踏まえ、本研究では、分子・シナプスレベル、神経回路レベル、システムレベルを貫く研究によって、eCB系の脳機能に果たす役割の包括的理解を目指す。

### 【研究の方法】

第一に、海馬培養神経細胞などの単純な*in vitro*標本を用いた電気生理学的解析により、eCB系を駆動しうる新たなシグナルを探索し、eCB系を調節する機構の解明を目指す。これにより、脳の様々な部位においてeCB系が果たす複雑な機能の理解の分子的基盤が得られるものと期待する。第二に、脳の各部位におけるeCB系の「個性」を明らかにする。スライス標本を対象とした電気生理学的解析により、興奮性及び抑制性シナプスのeCBによる修飾作用を定量的に解明し、種々の遺伝子改変マウスでのeCB系の変化を実測する。必要な場合には、免疫組織学及び金コロイド免疫電顕法によってeCB関連分子の局在を定量的に描出する。第三に、逆行性シナプス伝達が*in vivo*の動物個体脳においてどのような形で生ずるか、感覚入力などの自然刺激に対する反応をeCB系がどのように修飾するかを明らかにする。このため、麻酔下のマウスの小脳や大脳皮質の神経細胞から*in vivo*でホールセルパッチクランプ記録を行い、自発的に発生するシナプス反応や末梢の皮膚刺激によって生ずるシナプス応答が、シナプス後細胞の脱分極やグループI代謝型グルタミン酸受容体アゴニストの局所投与によって抑圧されるかを調べる。第四に、eCBによる逆行性シナプス伝達

が、脳の各部位において、正常な脳機能や脳病態において果たす役割を解明する。eCBシグナル伝達系の脳部位特異的ノックアウトマウスを用い、主として学習・記憶、不安、抗痙攣作用について研究する。

### 【期待される成果と意義】

eCBは、逆行性シナプス伝達物質として広く認められた最初のものであり、私どもの発見はシナプス伝達修飾において新たな概念を確立した。以来、多くの新知見が積み重ねられている。また、eCB系の様々な脳機能への関与が、新たな創薬のターゲットとして注目を集めており、一部は鎮痛薬、抗肥満薬などとして実用段階に入っている。したがって、本研究は臨床応用の点でも高い価値を持ち、その成果は神経科学の進歩に格段の貢献をすることが期待できる。私どもはシナプスレベルの研究で世界をリードしてきたが、崎村との共同研究によって、eCB系分子の遺伝子改変マウスを作製してきた。eCB系の生理的意義について、豊富な細胞特異的KOマウスのレパートリーを独自に開発・所有し、シナプスレベルから動物個体レベルまで包括的に解析可能な研究組織は世界に類が無い。シナプスレベル、神経回路レベルで明解な結果を得るとともに、行動学的解析においても、従来の行動薬理学的研究で問題となっていた点を明確に解き明かすことで、研究の格段の進展が期待できる。

### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- Kano M, Ohno-Shosaku T, Hashimoto-dani Y, Uchigashima M, Watanabe M: Endocannabinoid-mediated control of synaptic transmission. *Physiol Rev*, 89, 309-380, 2009.
- Hashimoto-dani Y, Ohno-Shosaku T, Tsubokawa H, Ogata H, Emoto K, Maejima T, Araishi K, Shin H-S, Kano M: Phospholipase C $\beta$  serves as a coincidence detector through its Ca<sup>2+</sup> dependency for triggering retrograde endocannabinoid signal. *Neuron*, 45, 257-268, 2005.

### 【研究期間と研究経費】

平成21年度－25年度  
161,800千円  
ホームページ等

<http://plaza.umin.ac.jp/~neurophy/Kano%20ab/Top.html>

## 【基盤研究(S)】

### 総合・新領域系 (総合領域)



#### 研究課題名 磁気共鳴分子マイクロイメージング開発

なかだ つとむ  
新潟大学・脳研究所・教授 中田 力

研究分野：神経科学一般

キーワード：臨床神経科学、非侵襲的脳活動計測

#### 【研究の背景・目的】

生命科学の最終目的が医療実践への貢献にあることは言うまでもない。分子生物学の劇的な進歩は、これまで治療法の開発など夢物語とさえ考えられていた難治性神経変性疾患でさえも克服できる可能性を生み出している。しかし、同時に、決定的な問題点も浮き彫りにされた。それは、正確な病態の検査法の欠如である。磁気共鳴画像(MRI)で到達可能な空間分解能の理論上の最小値は $4\mu$ である。従って、MRI画像学研究的な最終ゴールは、顕微鏡レベルのMRI画像、つまりは、MRマイクロイメージングを臨床に提供することにある。しかし、臨床に適用する生体顕微鏡の施行には、空間分解能の向上と同時に、対象とする病理所見、例えば、アルツハイマー病における老人斑などを特異的に描写することも大切になる。本研究は、O-17でラベルされたリンガンドを用いたJJ Vicinal Coupling Proton Exchange (JJVCPE)法による、MRI分子イメージング法とMRマイクロイメージング法との有機的融合により、MRI分子・マイクロイメージングを確立することを目的としている。

#### 【研究の方法】

分子マイクロイメージングは、次世代医学を左右する技術である。現在、臨床応用の可能な分子イメージング法の代表は陽電子断層(PET)であるが、PETにおける理論上の最高空間分解能が $0.7\text{ mm}$  ( $700\mu$ )であることから、臨床現場における分子マイクロイメージングの実現には、PET以外の技術開発が必須であることが理解される。非侵襲性画像技術のなかで、その可能性を秘めた技術はMRIのみである。

MRIをPET同様の分子イメージングに用いるためには、対象分子に特異的に結び付きリガンドにラベル物質を取り付ける必要がある。PETにおける陽電子発生放射性元素のように、MRIのコントラスト因子に作用するラベル物質である。その代表は、ガドリウム、マンガン、鉄など、強い電荷をもつ金属分子であるが、これら強い電荷をもつ物質は細胞膜を通過せず、分子イメージング用のリガンドには用いることはできない。そこで、登場するものが、酸素の非放射性同位元素であるO-17である。

適切な分子構造を持たせることで、O-17とプロトンとの間にカップリングが起こる。かつ、水溶液中では水分子のプロトンと、O-17とカップリングしたプロトンとの変換がなされる。従って、適切な分子構造を持たせたO-17ラベル物質は、隣接した水分子のプロトンの「見かけのT2」を変化させることができるのである。

本研究では、まず、二つのO-17ラベル化合物を対象とする。水分子及びアミロイドに特異的に結びつくPittsburgh B Compound (PIB)である。

#### 【期待される成果と意義】

本計画は、超高磁場MRI装置による、汎用性のある、リガンド型の分子マイクロイメージング法の開発である。その成果は、O-17-PIB法の完成一つだけを考えるだけで、明白である。すなわち、アミロイド分子マイクロイメージングの完成は、アルツハイマー病の発病前診断を可能とし、かつ、治療効果判定のための正確な診断法となるのである。無症候時代に老人斑の出現を感知し、しかも、健康診断として広範囲で施行することが可能となれば、アルツハイマー病の撲滅をも視野に入れることが可能となる。本研究の成果が医療現場に与える革命的な効果は、改めて語る必要がない。

#### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- Nakada T, Matsuzawa H, Igarashi H, Fujii Y, Kwee IL: *In vivo* visualization of senile plaque like pathology in Alzheimer's Disease patients by MR microscopy on a 7T system. *J Neuroimag* 18:125-129, 2008.
- Nakada T, Matsuzawa H, Kwee IL: High resolution imaging with high- and ultra-high-field MRI Systems. *NeuroReport* 19:7-13, 2008.

#### 【研究期間と研究経費】

平成21年度－25年度

164,400千円

ホームページ等

<http://coe.bri.niigata-u.ac.jp>

[tnakada@bri.niigata-u.ac.jp](mailto:tnakada@bri.niigata-u.ac.jp)

## 【基盤研究(S)】

### 総合・新領域系（総合領域）



#### 研究課題名 シナプス構造の分子解剖

東京大学・大学院医学系研究科・教授 おかべ しげお  
岡部 繁男

研究分野：総合領域

キーワード：分子神経生物学

#### 【研究の背景・目的】

光学的測定技術を応用したシナプス研究はその進展が急速であり、シナプス可塑性に伴うシナプス部位における分子の局在変化やシナプス構造の変化について多くの知見が得られている。シナプスのサイズは約 2-3 ミクロン程度と非常に小さく、その内部における分子位置や機能変化を読み出すための技術が必要である。スパイン頭部に存在するシナプス後部膜分子が、他の機能分子とどのように関連しているのか、その詳細を明らかにするためには新たな方法論を開発する必要がある。また光学的測定を利用したシナプス研究のもう一つの重要な流れとして、生体内でのシナプスのイメージング(in vivo imaging)が挙げられる。シナプスの形成・維持機構を理解するには in vitro の実験結果を in vivo で検証することが極めて重要であり、両者をつなぐ方法論の開発が必要である。本研究計画ではこのような背景から、以下の二つの具体的目標を設定した。

1. シナプス後肥厚部 (PSD) 内部構築の高解像度観察法の開発
2. 上記手法の in vivo シナプス解析への応用

#### 【研究の方法】

一分子蛍光の検出を利用して、20 nm 程度の分解能を得ることが出来る高解像度光学顕微鏡法の可能性が近年報告されている。一個の PSD は直径が 400 nm 程度のディスク状の構造であり、この原理を適用して、その内部構造を捉えることが可能である。本研究計画では、蛍光蛋白質で標識された PSD およびスパインについて、新しい光学顕微鏡法を応用してその内部構造を検出することを試みる。第二に、蛍光蛋白質の活性を維持したまま樹脂に脳組織を包埋し、厚さ 1 ミクロン程度の切片を作成することで、脳組織内の PSD 構造について同様の手法を適用することを検討する。更にこれらの技術を基盤として、in vivo imaging によりシナプス形成やシナプス構造の変化が確認できた脳内微小領域について、切片を作成してシナプスの内部構造の変化の有無を検討する。脳内でのシナプス形成・リモデリングと、PSD の微細構造の関連を解析することで、PSD 構造の構築原理の解明を目指す。

#### 【期待される成果と意義】

個体レベルでシナプスを同定し、その分子分布の変化を読み出すことが可能になれば、個体内で

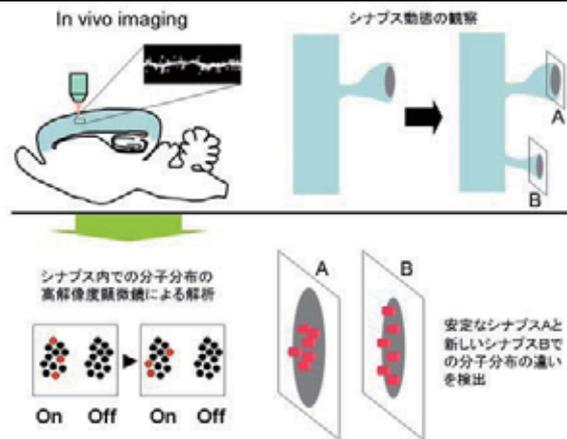


図1 研究計画の概要

のシナプス形成に伴う分子変化の実体を明確に出来る。グルタミン酸受容体、シナプス足場蛋白質、リン酸化酵素など、活動依存的に分布を変化させる分子について、安定化されたシナプスと新しく形成されたシナプスについて、その分子的な差異を明確にすることも可能となる。シナプス安定化の分子機構は、記憶の定着や消去に関連しており、本研究によって安定化されたシナプスの分子的・形態学的な特徴が確立すれば、安定に存在し機能し続ける神経回路を同定して、その脳システム全体との関係を解きほぐすことが期待できる。

#### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- Sugiyama, Y., Kawabata, I., Sobue, K., and S. Okabe Determination of absolute protein numbers in single synapses by a GFP-based calibration technique. Nature Methods 2, 677-684, 2005.
- Kuriu, T., Inoue, A., Bito, H., Sobue, K., and S. Okabe Differential control of postsynaptic density scaffolds via actin-dependent and independent mechanisms. Journal of Neuroscience 26, 7693-7706, 2006.

#### 【研究期間と研究経費】

平成21年度－25年度

109,500千円

ホームページ等

<http://synapse.m.u-tokyo.ac.jp/>

## 【基盤研究(S)】

### 総合・新領域系（総合領域）



#### 研究課題名 生命科学研究推進の為の新たな *in vivo* イメージングの基盤技術の開発

筑波大学・大学院人間総合科学研究科・教授 **たかはし さとる**  
**高橋 智**

研究分野：総合領域

キーワード：リサーチバイオリソース

#### 【研究の背景・目的】

本申請では、これまで実用化されていなかった様々な蛍光標識タンパク質と遺伝子操作技術を用いて、新たな *in vivo* イメージング手法を開発する。特に神経系の解析では電気生理学的な解析や、組織学的な解析が中心であったが、新たな蛍光標識技術を用いることにより、これまで困難だった神経細胞活動性の履歴をモニターできる開発する。

#### 【研究の方法】

1. 蛍光励起より *in vivo* で細胞の標識を可能にするマウスの開発（フォトコンバージョン）

蛍光を照射することにより緑から赤へのフォトコンバージョンが可能な蛍光タンパク質 Kaede およびその変異体を用いて、体内で蛍光照射により細胞を標識できるマウスを開発する。

2. 非標識低分子を蛍光としてモニターできるマウスの開発（デグラトンプローブ）

これまでの蛍光イメージング技術では、非標識の低分子物質をモニターすることは、技術的に不可能であった。

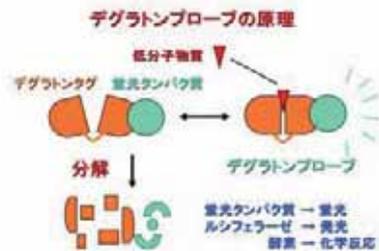
そこで、低分子の存在を蛍光としてモニターするデグラトンプローブを開発した。デグラトンプローブを発現するマウスを作製し、低分子物質の体内動態のモニターを可能にするマウスを開発する。

3. 神経活動の状態を、モニターするマウスの開発（ヒストリートレーサー）

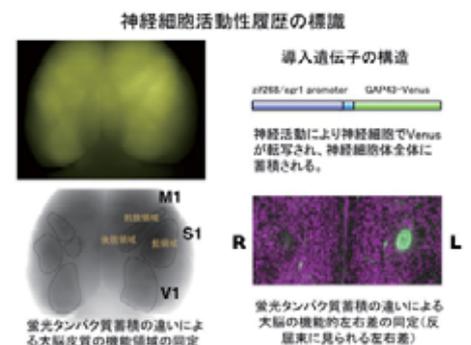
神経科学における電気生理学的方法に換わる新しい方法として、寿命の長い蛍光タンパク質の蓄積を利用して神経細胞活動性の履歴を蛍光としてモニターすることができるマウスを開発する。

4. 神経細胞活動性の状態を期間選択的にモニターするマウスの開発

上記3の技術では、神経細胞の活動状況が個体の誕生から死亡まで継続的に標識されることとなる。そこで上記2と3の技術を応用し、低分子物



質が体内に存在する期間だけ蛍光タンパク質が安定化する技術を用いて、低分子物質投与期間中の神経細胞活動性履歴を期間選択的に標識し、モニターするマウスを開発する。



#### 【期待される成果と意義】

本申請では、蛍光イメージングを、生体内の細胞の標識や、生理活性を有する低分子の測定、さらには神経細胞活動性の履歴の解析に応用しようとするものであり、生体内蛍光イメージングの応用範囲を大幅に広げようとするものである。これらの方法の確立により、マウスのみならず実験動物の非侵襲／低侵襲な経時的な観察が可能となり、科学的に十分な解析を行いつつ、実験動物の苦痛軽減、使用数の削減が可能となると考えられる。

#### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- Suzuki N, Ohneda O, Minegishi N, Nishikawa S, Ohta T, **Takahashi S**, Engel JD, Yamamoto M. Combinational Gata2 and Sca1 expression defines hematopoietic stem cells in the bone marrow niche. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 103, 2202-2207, 2006.
- Tomura M, Yoshida N, Tanaka J, Karasawa S, **Miwa Y**, Miyawaki A, Kanagawa O. Monitoring cellular movement in vivo with photoconvertible fluorescence protein "Kaede" transgenic mice. *Proc Natl Acad Sci USA*. 105, 10870-10875, 2008.

#### 【研究期間と研究経費】

平成21年度～25年度

144,200千円

ホームページ等

<http://www.md.tsukuba.ac.jp/basic-med/anatomy/embryology/index.html>

## 【基盤研究(S)】

### 総合・新領域系（総合領域）



#### 研究課題名 MSM/Ms マウスのユニークな表現型の遺伝学的解析

熊本大学・生命資源研究・支援センター・教授 やまむら けんいち  
山村 研一

研究分野：総合領域

キーワード：疾患モデル

#### 【研究の背景・目的】

日本産野生マウス由来の MSM/Ms や JF1 マウスは、森脇らにより捕獲、近交系化されたもので、*Mus musculus molossinus* という亜種に属している。MSM/Ms マウスは、*Mus musculus domesticus* に属する B6 マウス等と対比して、ゲノム配列は約 0.86%ほど異なり、きわめてユニークな表現型を示す。申請者らは、MSM/Ms マウスから ES 細胞の樹立に成功し、きわめて効率よく生殖キメラを作製する方法を確立した。また、マウス遺伝子を完全破壊後に、遺伝子レベルでのヒト化を効率よく行える「可変型遺伝子ターゲティング法」も開発している。これらを背景に、活発な自発運動、セルレイン誘発膵炎に対する感受性、糖尿病抵抗性という表現型に着目し、B6 マウスと対比しつつ、遺伝学的解析を行うことを目的とする。

#### 【研究の方法】

##### 1. 活発な自発運動

MSM ES 細胞と蛍光標識した胚盤胞（図 1）を用いてキメラマウスを作製し、脳内のどの部分が MSM ES 細胞由来であれば活発な行動をするのかを解析する。この部分から候補遺伝子を同定する。

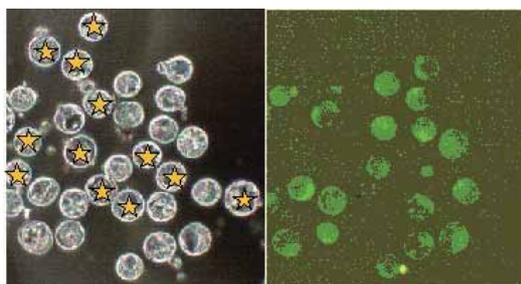


図 1. 蛍光標識した胚盤胞

##### 2. セルレイン膵炎感受性

MSM/Ms が感受性で B6 が抵抗性である（図 2）。これまでの研究から、この感受性/抵抗性が、遺伝子発現の調節によって支配されているという結果を得ている。そこで、膵炎に関連する遺伝子に焦点を当て、上流領域の DNA 配列を比較するとともに、B6 の遺伝子の上流域を、MSM/Ms の遺伝子の上流域で置換して、遺伝子の発現パターンが感受性と相関するかどうかを解析する。

##### 3. 糖尿病抵抗性

ヒトにおいて糖尿病との関連が明確に示され、かつ原因遺伝子が特定されている若年性成人型糖

尿病に着目し、ヒトで発見されているのと同じ変異をマウスに導入し、糖尿病が発症するかどうかを解析する。

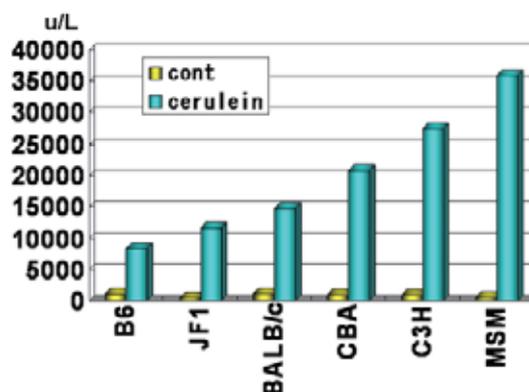


図 2. セルレイン膵炎の感受性比較

#### 【期待される成果と意義】

B6 等の近交系マウスだけでなく MSM/Ms マウスを用いることにより、新たな遺伝子機能の発見、あるいは表現型に関与する新たな遺伝子の発見が期待される。また、コーディング領域だけでなく発現調節領域と疾患との関連性という新たな切り口での発見が期待される。さらに、作製した遺伝子破壊・置換マウスは、公的バンクに寄託する予定であり、2つの異なった亜種で同じ変異を持つマウス系統の存在は、実験動物学意義は高い。

#### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- Araki, K., Takeda, T., Yoshiki, A., Obata, Y., Nakagata, N., Shiroishi, T., Moriwaki, K. and Yamamura, K. Establishment of germline-competent embryonic stem cell lines from the MSM/Ms strain. *Mammal. Genome* 20: 14-20, 2009.
- Ohmuraya, M. and Yamamura, K. Autophagy and acute pancreatitis: A novel autophagy theory for trypsinogen activation. *Autophagy* 4: 1060-1062, 2008.

#### 【研究期間と研究経費】

平成 21 年度 - 25 年度

162,000 千円

ホームページ等

<http://www.irda.kumamoto-u.ac.jp/>



## 研究課題名 血管細胞における力学応答の分子バイオメカニクス

獨協医科大学・医学部・特任教授 あんどう じょうじ  
安藤 譲二

研究分野：総合領域、人間医工学、医用生体工学・生体材料学

キーワード：バイオメカニクス、メカノトランスダクション、血行力学因子、血管生物学

## 【研究の背景・目的】

細胞や組織が力学的環境に由来するメカニカルストレスを感知して反応することは、その機能や生存にとって極めて重要な役割を果たしている。しかし、そうした力学応答の仕組みはまだ十分解明されていない。本プロジェクトでは血管内面を覆い、血流と接触する内皮細胞の力学応答に焦点を当て、内皮細胞が血流に起因する流れ剪断応力（shear stress）を感知して情報伝達する分子機構を解明する。とくに我々が同定した shear stress のカルシウム・シグナリングに関わるイオンチャネル P2X4 の活性化機構を中心に、ナノスケールの生体分子レベルで解析するバイオメカニクス研究を展開する。また、我々が作製した P2X4 の遺伝子欠損マウスにより内皮細胞の力学応答が個体レベルの循環調節に果たしている役割を検討することで、神経系や内分泌系を介した生体機能の制御とは異なるメカニカルストレスによる制御様式を明らかにする。

## 【研究の方法】

以下の3つの項目について検討する。

**I. Shear stress 作用下の細胞膜分子の挙動：**培養血管内皮細胞に定量的な shear stress 作用させたときの、1) 細胞膜の流動性、2) 膜リン脂質の相転移、3) 膜マイクロドメイン（ラフト、カベオラ）の変化、4) インテグリンと細胞骨格の挙動、5) 細胞増殖因子受容体のリガンド非依存性のリン酸化、について各種蛍光プローブと顕微鏡システム（共焦点レーザー顕微鏡、2光子レーザー走査蛍光顕微鏡、全反射蛍光顕微鏡）を用いた分子イメージングで解析する。

**II. Shear stress のメカノセンシング機構：**shear stress のトランスデューサーとして働く P2X4 の活性化の仕組みと、それに関わる ATP 放出反応を解析する。P2X4 の電気生理学的性質や膜内トポロジーの解析とともに shear stress の応答に関わる特定サイトの同定を行う。ATP 放出については細胞膜カベオラに存在する Fo-F1ATP 合成酵素の役割を明らかにするとともに、遺伝子工学的に作製したストレプトアビジン・ルシフェラーゼ融合蛋白質と冷却型 CCD カメラを用いた細胞レベルでの局所的 ATP 分泌現象のリアルタイム・イメージングを行う。

**III. Shear stress の情報伝達と循環調節：**Shear stress センシングの下流で活性化する情報伝達経路と遺伝子応答のカスケードを明らかにする。shear stress が循環調節に果たす役割については P2X4 遺伝子の欠損マウスを用いた組織・個体レベルでの解析を行う。また、胚の器官形成に果たす shear stress の役割については ES 細胞の分化誘導の面から検討を加える。

## 【期待される成果と意義】

Shear stress による P2X4 の活性化の分子機構が明らかになると血管細胞の力学応答の仕組みが解明される。また、P2X4 の遺伝子欠損マウスを使うことで血流刺激が循環調節に果たす役割を検証できる。本プロジェクトの成果は血流の増加を伴う運動が生体に及ぼす有益効果のメカニズムや血流依存性に発生する粥状動脈硬化、高血圧、血栓症といった血管病の病態の解明にも大きく寄与すると思われる。また、shear stress のセンシングを人工的に修飾できる手段が見つかること新しい血管病の予防・治療法の開発に貢献できる。さらに、本研究によりメカノセンシングの分子バイオメカニクス研究が進展すると血管に留まらず力学的環境に絶えず曝される多くの細胞・組織の形態や機能の制御機構の解明にもつながり、遺伝情報と力学場を含む環境要因との相互作用から成り立つ生命現象の包括的理解にも役立つ意義がある。

## 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- K. Yamamoto, T. Sokabe, A. Kamiya, and J. Ando: Impaired flow-dependent control of vascular tone and remodeling in P2X4-deficient mice. *Nat. Med.* 12:133-137, 2006
- 安藤譲二、神谷瞭編著：循環系のバイオメカニクス、ME 教科書シリーズ、日本生体医工学学会（コロナ社）2005年

## 【研究期間と研究経費】

平成21年度－25年度

156,400千円

ホームページ等

<http://square.umin.ac.jp/vascbiol/>



## 研究課題名 レーザー分光法による都市の大気質診断とオキシダント制御に関する研究

首都大学東京・大学院都市環境科学研究科・教授 **梶井 よしずみ**

研究分野：環境動態解析

キーワード：オキシダント、レーザー分光、大気質、VOC、NO<sub>x</sub>

### 【研究の背景・目的】

人口の集中する都市部においてオキシダント(対流圏オゾン)の増加は著しく、その制御に向けた対策を行う必要性が認識されている。しかしながらその前駆物質(VOCおよびNO<sub>x</sub>)の単純な削減だけでは効果が上がらないことが明らかとなり、オゾンの戦略的削減が求められている。本提案ではオゾンの増加メカニズムを解明し効果的な削減に向けた科学的基礎を提案することを目的とした実証的な研究を行う。実大気測定とチャンバーなどを用いたプロセス研究とを併用しながら研究を推進する。東京都心部および郊外地域である八王子(首都大キャンパス)とつくば(国立環境研キャンパス)における総合大気観測を行い、未知 VOC 探索や窒素酸化物の化学動態解析を行う。本提案では従来型の化学物質の網羅的濃度測定という側面に加えて、カギとなる化学物質の反応性(ここではおもに OH ラジカルと NO<sub>3</sub> ラジカルの反応性)を計測する新たな試みにより反応機構解明につながる情報を引き出すことを目指す。反応性測定では能動的に大気中に発生させたラジカルの濃度変化を実時間で測定することとなるのでレーザー分光法を適用する。野外大気観測に加えて国立環境研究所の大規模スモッグチャンバー、シャシダイナモ、グロースチャンバー(植物育成用)などを用いたある特定なプロセスに特化した大気の反応性を計測することにより未知 VOC の探索も行う。得られた結果を C-MAQ 大気モデルを用い統合的に評価しオキシダントの光化学的制御戦略を提案することを目的とする。

### 【研究の方法】

本研究提案では未知なる VOC の探索と NO<sub>x</sub> の化学動態把握を目的として、

1. レーザー分光装置を用いた大気観測を基礎とした大気質の総合診断
2. レーザーポンプ・プローブ法による OH 反応性測定装置の作成
3. 光化学チャンバーにより制御された環境下での反応大気の OH 反応性測定と化学分析
4. 植物生育チャンバーによる単一植物から排出するガスの OH 反応性測定と化学分析
5. シャシダイナモによる自動車排ガスの OH 反応性測定と化学分析
6. チャンバーで生成した SOA の表面を改質(OH および NO<sub>3</sub> 暴露)し N<sub>2</sub>O<sub>5</sub> の  $\gamma$  値観測
7. レーザー誘起蛍光法による NO<sub>3</sub> ラジカル反応性測定装置の開発

8. タワーを用いた NO<sub>3</sub> ラジカル濃度の高度分布測定と夜間大気酸化能の評価

9. C-MAQ 大気モデルの改善と大気質評価予測システムの構築

ここに示す 10 項目を設定し研究を推進する。首都大学東京では 1、2、4、7 および 8 について担当する。3、5、6 および 9 については国立環境研究所において行う。東京都環境科学研究所は都心部大気の観測拠点として位置づけるとともに、アルデヒドなどを含む VOC の観測を担当する。

### 【期待される成果と意義】

大気総合観測において従来からの濃度情報に加えて大気ラジカルの反応性測定を行うことがユニークな点である。OH ラジカルの反応性研究は申請者らが世界に先駆けて進めているものであり高い独創性を有するものである。本研究は都市の大気質改善に向けた科学的基礎を提案することであるから社会的要請の高い研究として位置づけられる。東京の都心および郊外での観測からは、期間内に蓄積した集中観測結果および各プロセス研究の成果を C-MAQ 大気モデルに組み込み計算と観測の結果を比較検討し、ラジカルおよび不均一反応を含む化学プロセスの検証・モデルの妥当性などを検討する。現時点で得られる最良のエミッションデータを用い関東一円まで含め他領域でのオキシダントおよびエアロゾルの濃度予測を精度よく行えるようにモデルの精緻化を図る。経済発展型シナリオをいくつか導入して今後の汚染排出物質の将来予測を行う。典型的な地域を選択しその場におけるオキシダント生成量と前駆物質濃度の関係を導き、オキシダント削減に向けた科学的基礎を提案する。

### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

OH ラジカル寿命観測による都市大気質の診断 II— 東京都心部における総合観測 — 中嶋吉弘, 加藤俊吾, 梶井克純(他 16 名, 19 番目), 大気環境学会誌, Vol.44, No.1, 33-41 (2009).

・ Measurements of OH reactivity and photochemical ozone production in the urban atmosphere; Yasuhiro Sadanaga, Ayako Yoshino, Shungo Kato, and Yoshizumi Kajii *Environ. Sci. Technol.*, 39, 8847-8852 (2005).

### 【研究期間と研究経費】

平成 21 年度 - 25 年度

160,000 千円

ホームページ等

[http:// atmchem.apchem.metro-u.ac.jp](http://atmchem.apchem.metro-u.ac.jp)



研究課題名 氷床コアの総合解析による様々な時間スケールの地球環境変動の解明

国立極地研究所・研究教育系・教授 もとやま ひであき  
**本山 秀明**

研究分野：複合新領域

キーワード：環境変動

【研究の背景・目的】

過去 100 万年間には様々な時間スケールで地球規模の気候・環境変動があった。氷期-間氷期サイクルが 10 万年スケールでその氷期には数万年スケールの亜氷期、亜間氷期が何度かあった。北極グリーンランドのコアの研究によって D-O サイクル (Dansgaard-Oeschger cycle) と名付けられた氷期の間の数千年スケールで急激な温暖化とその戻りのゆるやかな寒冷化が明らかになり、これに対応して南極氷床のコア研究から AIM (Antarctic Isotope Maximum) と呼ばれる、北極よりも穏やかな変動であるが温暖化と寒冷化のフェーズが北半球と逆になるような気候変動が見つかっている。数 100 年スケールの変動としては中世温暖期や小氷期がある。このように様々な時間スケールを持つ気候変動が過去にはあったが、この変動システムを明らかにすることで、現在の地球温暖化に代表される気候・環境変動が、将来どうなるかの予測の精度をあげることに寄与できる。

南極ドームふじから採取した深さ 3035m の氷床コアは過去 72 万年までの地球規模の気候・環境変動の歴史を保存している。この氷床コアの年代を高精度に決定し、他地域の氷床コアや海底コア研究など、世界の地球環境史研究の基準となる気候・環境変動記録を提供する。さらに時間スケールに区別して研究を進めることで、地球環境変動システムのメカニズム及びその変遷を明らかにする。研究終了後、得られたデータをデータセットとして公開し、地球環境変動研究に貢献する。

【研究の方法】

南極ドームふじから採取した深さ 3035m の氷床コアの年代を、含有気体の窒素と酸素の量比から高精度に決定し、過去 72 万年までの気候・環境変動に正確な年代を決める。氷床コアから抽出された過去の気候変動について、温暖化と温室効果気体増加のタイミングや、日射量変動と温暖化-寒冷化のタイムラグ、環境指標物質の変動などをその時間スケールに区別して研究を進めることで、地球環境変動システムの変遷を明らかにする。

氷期から間氷期への移行期であるターミネーションや氷期中の昇温などについて、高時間分解能の解析を行う。水蒸気やエアロゾル、固体微粒子の発生起源とその輸送経路を研究するためには、元素分析やその同位体分析など新たな分析手法を導入するとともに、バックトラジェクトリー解析

や GCM など大気の流れをシミュレートするモデルへの適応を試みる。外国との共同研究は必要不可欠であり、南極や北極の複数の氷床コアの研究結果を持ち寄ることで、地球全体の気候システムの変動機構を異なる時間スケールで明らかにする。

【期待される成果と意義】

氷床コアの年代を高精度に求めることでの気候変動・環境変動の新たな理解が進む。すなわち正確な年代を得ることで、氷床コアから復元された気候変動や二酸化炭素などの温室効果気体の濃度変動を、地球軌道要素（日射量）と詳細に比較することが可能になる。過去数十万年の気候・環境変動を保存している氷床コアは、南極においてはドームふじ、ドームC、ボストーク、コーネンから掘削されている。グリーンランドからは GRIP、GISP2、NGRIP から採取されているが、降雪量が多いため 3000m を越える深層掘削を行っても過去 10 数万年までの記録しかない。これら複数の氷床コアや海底堆積物、湖底堆積物などからわかる情報を相互に補いながら、過去の気候システムの変動を異なる時間スケールで解明することで、地球温暖化が危惧されている現在において、正確な将来の気候予測に役立てることは極めて意義深い。また氷床コア中の宇宙線生成核種を解析することで太陽活動や地球磁場の歴史を復元したり、雪氷コア中に含まれる微生物を解析することで生命の進化が解き明かされるように、学際的な研究に発展する。これらの研究チームと相互に研究結果を付き合わせることで新たな研究展望を目指す。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ Motoyama, H. (2007): The Second Deep Ice Coring Project at Dome Fuji, Antarctica. Scientific Drilling, No.5, 41-43.
- ・ Kawamura, K. et al. (2007): Northern Hemisphere forcing of climatic cycles in Antarctica over the past 360,000 years. Nature, 448, 912-916.

【研究期間と研究経費】

平成 21 年度 - 25 年度

162, 100 千円

ホームページ等

<http://polaris.nipr.ac.jp/~domef/icc-home/motoyama@nipr.ac.jp>

## 研究課題名 個体内における電離放射線誘発突然変異成立過程の解明



東京大学・大学院新領域創成科学研究科・教授 みたに ひろし  
三谷 啓志

研究分野：放射線影響科学

キーワード：①放射線 ②突然変異 ③メダカ ④マウス ⑤細胞死

### 【研究の背景・目的】

放射線に対して、DNA修復機構と細胞周期チェックポイント制御機構、アポトーシス機構がネットワーク制御により協調して働いており、その主要な遺伝子の多くが同定されている。しかし生体内での多様な細胞の突然変異生成率やそれらの修飾因子の解明は今後の課題である。本研究では、メダカとマウスをモデルとするバイオイメーシングアッセイ系を確立し、生体内での細胞突然変異機構に関する以下の点を目的とする。

- 1)放射線誘発突然変異生成の組織特異性とそれに大きく関わる遺伝子の同定
- 2)栄養条件や環境条件の放射線誘発突然変異率への影響
- 3)放射線生物影響（突然変異・細胞の増殖・細胞死）を修飾する薬剤のスクリーニング

### 【研究の方法】

#### 1) 突然変異可視化システムの作製

GFP 標識遺伝子とその発現を抑制するリプレッサー遺伝子を導入したマウスとメダカ培養細胞を作製する。また2種類の蛍光の異なるタンパク質を発現する遺伝子も導入する。フローサイトメーターや顕微鏡測光法を用いて標的遺伝子のみを欠失した細胞を検出することで、自然突然変異率と放射線誘発性の突然変異率を測定する手法を開発する。

#### 2) 個体モデルの作製

上記培養細胞モデルに使用したコンストラクトをマウスとメダカ胚に対してノックインメダカを作製する。各種臓器細胞の突然変異率を測定する。

#### 3) ストレス応答を可視化するメダカシステムの作製

メダカ胚にストレス誘導のかかるプロモータで制御される GFP 遺伝子を導入した系統を樹立する。また、GFP 融合核タンパク質遺伝子を導入して放射線により生じる細胞死を生細胞で観察できるようにする。

#### 4) DNA 修復遺伝子突然変異体メダカ系統の作製

DNA 修復遺伝子のノックアウトメダカを新たに作製する。これらにおける組織突然変異率を1)の方法で測定する。また薬剤による放射線の防護作用を比較検証する。

### 【期待される成果と意義】

突然変異率は極めて低いため、生体細胞での測定は困難であった。本研究により突然変異を可視化し、多数のメダカ用いて定量化となりうる。さらにその結果をマウスでも検証することは、放射線影響の人為的制御への大きな糸口となることが期待される。またメダカ生体での各種ストレス応答をバイオイメーシングによりリアルタイムでモニターして評価することも可能となったので、放射線影響に及ぼす環境ストレスの修飾作用を解明でき、医学的な成果も期待できる。

### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ Aizawa,K.et al. (2007) Responses of embryonic germ cells of the radiation-sensitive Medaka mutant to  $\gamma$ -irradiation. J. Radat. Res. 48, 121-128.
- ・ Mitani,H et al.(2006) The Medaka Genome: Why we need the multiple fish models in vertebrate functional genomics. Genome Dynamics vol2."Structure and Evolution of Vertebrate Genomes" Edited by Volff JN. Karger Publishers Basel p.165-182.

### 【研究期間と研究経費】

平成21年度－25年度

76,300千円

ホームページ等

<http://park.itc.u-tokyo.ac.jp/K-medaka/index.html>

## 【基盤研究(S)】

### 総合・新領域系（複合新領域）



#### 研究課題名 化学物質による細胞内受容体—異物代謝酵素シグナル伝達系攪乱の感受性支配因子の解明

愛媛大学・沿岸環境科学研究センター・教授

いわた ひさと  
岩田 久人

研究分野：複合新領域

キーワード：トキシコロジー・感受性・リスク評価

#### 【研究の背景・目的】

野生生物の個体数減少や大量死・奇形発生の原因として、化学物質による環境汚染の影響が指摘されているが、多くの種について適切なリスク評価は依然として実施されていない。リスク評価が困難な理由として、野生生物の試料（組織や細胞）は実験動物のように容易に入手できないことが挙げられる。つまり野生動物を対象とする有害性評価試験が難しいので、モデル動物を使った試験結果を外挿せざるをえなくなり、その結果として有害性が正しく評価できないのである。その理由は、化学物質に対する毒性発症の感受性に種差・系統差が存在するからである。この感受性差を説明する一要因として、細胞内受容体を起点とするシグナル伝達の差が挙げられる。しかしながら、細胞内受容体および異物代謝酵素の遺伝情報や機能は、現在までほとんどの場合、ヒトや齧歯類について明らかにされたのみで、野生生物を対象とした研究は欠落している。このような比較生物学的アプローチの欠如は、化学物質に対する感受性を規定する分子機構について解明することを困難にしている。

本研究の全体構想は、化学物質による多様な生物の細胞内受容体-異物代謝酵素シグナル伝達系の攪乱を指標として、感受性の種差を規定する分子機構について解明することである。

#### 【研究の方法】

多様な生物種の細胞内受容体と異物代謝酵素の一種であるシトクロム P450 (CYP) を対象に、高度化したアッセイ系の構築と化学物質に対する反応の網羅的解析を試みる。具体的には以下の4つのサブテーマに取り組む予定である（図1）。

- 細胞内受容体と相互作用する化学物質の網羅的解析
- CYP 依存的な化学物質の代謝経路および代謝物の網羅的解析
- 細胞内受容体および CYP に内在する感受性規定因子の解明
- 細胞内受容体および CYP 以外の感受性規定因子の探索

#### 【期待される成果と意義】

生物種特異的なリスクについて評価するためには、毒性に関与する遺伝子産物の情報や機能を系統学・生態学的に重要な生物種間で比較検討する

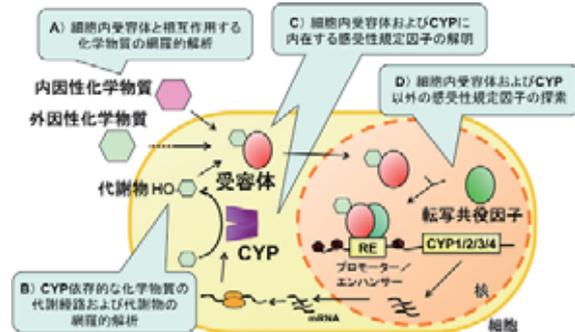


図1 研究の概要

ことが不可欠であるが、そうした研究は国内外を問わずほとんど存在しない。本申請は、化学物質に対する感受性差を、野生生物を含む多様な生物種の細胞内受容体のリガンドプロファイルや CYP の基質特異性・代謝能から評価しようとする点で独創的である。本研究の最大の意義は、野生生物の組織を使わなくても、その遺伝子さえ入手できれば、将来的には化学物質の有害性やリスクの評価が可能になる点である。また本成果は、低分子物質認識に関する細胞内シグナル伝達機構の分子進化プロセスを解明するための基礎的知見にもなるであろう。さらに本研究で確立される方法は、化学物質の生態影響試験を標準化・高度化するためのモデルケースになると期待できる。

#### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

Lee, J.S., Kim, E.Y., Iwata, H. (2009) Dioxin activation of CYP1A5 promoter/enhancer regions from two avian species, common cormorant and chicken: association with aryl hydrocarbon receptor 1 and 2 isoforms. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 234, 1-13.

岩田久人・金 恩英 (2009) 第5章 生物反応を利用して化学物質汚染の危険性を検知する, 分子で読む環境汚染, 鈴木 聡編, 東海大学出版会, 122-157.

#### 【研究期間と研究経費】

平成21年度—25年度

168,900千円

ホームページ等:

<http://www.ehime-u.ac.jp/~cmes/tanabe/index.html>

[iwatah@agr.ehime-u.ac.jp](mailto:iwatah@agr.ehime-u.ac.jp)



## 研究課題名 スピン偏極パルス TEM の開発とナノスピン解析への応用

名古屋大学・エコトピア科学研究所・教授 たなか のぶお  
田中 信夫

研究分野：複合新領域

キーワード：ナノ構造物性

## 【研究の背景・目的】

近年の磁気記録装置の高密度化への過酷な要求は、磁気記録単位を 5nm 以下にすることを必須とし、それに対応する磁気量子ドットの歩止まりの高い製造とその磁気状態の正確な評価を要求している。またスピントロニクスに代表されるように、スピンや nm サイズの磁気モーメントを人間が制御して動かすようなデバイス開発も次世代の科学技術開発の視野に入っている。

本研究では、スピン偏極電子線を用いた高分解能 TEM を世界で初めて開発する。それを用いて次世代大容量 HDD 用に開発する FePt などのナノサイズ磁気量子ドットのスピン構造やトンネル磁気抵抗 (TMR) 素子内の磁化反転現象を精緻に研究する。さらに分解能が原子レベルに達した段階で、各種スピントロニクスデバイスの素子性能を支配する界面スピン構造を原子分解能で可視化し、新しいナノスピン解析技術の開発に役立てる。

## 【研究の方法】

本研究は世界で初めての装置開発と測定実験を行うため、以下の 5 年間の計画で研究を進める。本研究はこれを以下の 7 つの部分に分割して、研究開発設計をしている。

①高輝度・高偏極度フォトカソード開発、②20-50keV の TEM 用偏極電子銃の開発、③スピン回転器および TEM への入射最適化設計および装置開発、④光または磁場、電場励起用試料ホルダー部および対物レンズ部の開発、⑤偏極電子による像の高感度・高精度記録法、および磁気状態を取り出す画像処理装置の開発、⑥種々の磁性関係薄膜やナノワイヤ微粒子の作製法の開発と観察、⑦電子のスピンによる磁気ポテンシャルによる電子線の散乱の理論的研究。

## 【期待される成果と意義】

本研究の最大の特色は、常温動作可能、スピン偏極率 90% 以上、輝度  $2 \times 10^7 \text{ A/m}^2 \text{ sr}$  以上のスピン偏極電子銃を、20kV ~ 50kV の加速電圧をもつ TEM に搭載し、ナノ材料の磁性状態を原子レベルで可視化することである。またこの電子銃はレーザーパルスで励起動作するため、ごく自然にマイクロ秒からナノ秒時間分解能の動的観察 TEM や動的電子回折の実験も可能となる。

また、装置開発だけでなく、我が国が得意とする磁性物理学の根幹に関わる磁気モーメントや応用のデバイス素子内のスピン状態を原子レベルの分解能で可視化する世界で初めての実験が行えることも大きな特色である。

本研究が成功した暁には、世界の電子顕微鏡学会や磁性物理学会に大きなインパクトを与えるとともに、これまで走査トンネル顕微鏡、収差補正 TEM やパルス電子顕微鏡などで、残念ながら欧米に先を越されていた我が国の顕微鏡学研究や材料評価法研究にとって起死回生の開発研究になることが期待できる。

## 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- N.Yamamoto, et al., "High brightness and high polarization electron source using trans-mission photocathode with GaAs-GaAsP superlattice layer", Journal of Applied Physics vol.103, No. 6 (2008) 064905
- S. Fukami, N.Tanaka, T.Shimatsu, and O. Kitakami, "Nanostructure of CoPtSiO<sub>2</sub> granular films for magnetic recording media ", Materials Transactions, Vol. 46, No.8 (2005) 1.

## 【研究期間と研究経費】

平成 21 年度 - 25 年度

160,200 千円

ホームページ等

<http://sirius.cirse.nagoya-u.ac.jp/%7Etanakalab/>

## 【基盤研究(S)】

### 総合・新領域系 (複合新領域)



#### 研究課題名 多点時空間相関解析法による細胞内分子複合体研究

北海道大学・大学院先端生命科学研究院・教授 きんじょう 金城 まさたか 政孝

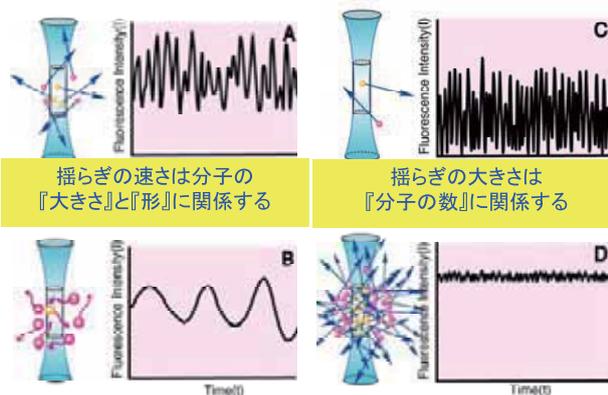
研究分野：複合新領域

キーワード：1分子科学

#### 【研究の背景・目的】

蛍光相関分光法 (fluorescence correlation spectroscopy, FCS) はフェムトリットル ( $10^{-15}$  L) 程度の極微小な観察領域における分子の動きに由来する蛍光強度のゆらぎから、分子の大きさや形、ならびに分子数を解析し、それに基づいたダイナミックな分子間相互作用を単一分子レベルで解析可能な手法である (下図)。

#### 揺らぎから引き出す分子の情報



しかし、FCS 測定を生細胞へ応用する場合の基本的な問題点として、細胞内の特定の1点でしか測定出来ないことが挙げられる。それを解決するため、申請者らは全反射光学系を利用した多点同時蛍光相関分光装置の試作と、細胞膜表面におけるタンパク質の動態・相互作用の解析を行ってきた。これまで細胞局所における生体膜の流動性の違いや、膜タンパク質の拡散などを明らかにし、生体膜表面におけるタンパク質の動態解析に非常に有効であることを示してきた。しかし、全反射光学系を利用している以上、測定はガラス界面すなわち、細胞膜上に限られてしまう。そこで申請者は、細胞機能を普遍的且つ1分子レベルで解析するために3次元多点同時測定 FCS の構築を行い、細胞内の任意の場所における分子複合体の形成・タンパク質相互作用解析が可能なシステムの構築を目指す。

#### 【研究の方法】

本申請では、多点同時蛍光相関装置 (MP-FCS) の試作と、それを利用した生細胞内での分子間相互作用の解析を目的とする。MP-FCS 装置の光学系として空間光変調素子によるホログラム回折を

利用したレーザー光源の分岐、および検出系としての共焦点光学系の構築を行う。さらに検出装置の高度化を平行して行い、2色の蛍光色素を利用する FCCS (fluorescence cross-correlation spectroscopy) の構築を合わせて推進し、相互作用の検出効率を上げることを目指す。

また、研究対象とする細胞内分子間相互作用はこれまで申請者らが研究を進めてきた核内転写因子の一つであるグルココルチコイドレセプターなどの細胞質-核間移行タンパク質を主とするが、これに縛られることなく広く対象とする。

#### 【期待される成果と意義】

細胞生物学の分野では、先端的顕微鏡法の発展とともに細胞内の複雑な状況を可視化し、タンパク質の機能を探ることが、ますます重要で有効な方法と認識されるようになってきた。本研究の成果はこれまでの静的なイメージングの手法に加えて、分子の動きというダイナミックな情報を利用した細胞動態1分子イメージングシステムの構築につながり、1分子生体情報学の新たな進展が期待できる。さらに、単一細胞研究だけではなく、多細胞研究に応用することにより、細胞間情報伝達解析などへの応用展開も期待される。

#### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- Yu Ohsugi, Kenta Saito, Mamoru Tamura and Masataka Kinjo  
Lateral mobility of membrane-binding proteins in living cells measured by total internal reflection fluorescence correlation spectroscopy. *Biophys. J.* 91, 3456–3464 (2006)
- Yu Ohsugi and Masataka Kinjo.  
Multipoint fluorescence correlation spectroscopy with total internal reflection fluorescence microscope. *J. Biomedical Optics* 14(1), 0140301-0140304, (2008)

#### 【研究期間と研究経費】

平成21年度－25年度

135,900千円

ホームページ等

<http://www.lfsci.hokudai.ac.jp/labs/infmcd/index.html>

## 【基盤研究(S)】

### 総合・新領域系（複合新領域）



#### 研究課題名 GPS海洋ブイを用いた革新的海洋・海底総合防災観測システムの開発

高知工業高等専門学校・環境都市デザイン工学科・教授 **寺田 幸博** てらだ ゆきひろ

研究分野：総合・新領域系，複合新領域，社会・安全システム科学，社会システム工学・安全システム  
キーワード：都市・社会防災，津波，海底地殻変動，波浪，GPS津波計

#### 【研究の背景・目的】

我々は10年以上にわたって海洋ブイにGPSを搭載して海面変化を連続監視し津波を早期に検知するシステム（図1）を開発してきた。このシステムはすでに実用化段階にあり、日本沿岸に8基以上展開されて定常監視に供されている。本研究は、これまで開発してきたGPS津波計の沿岸20km以内という制約を超え、更なる沖合いでの連続観測を可能にする海洋ブイシステムを構築し、津波早期検知に大きな進展をもたらすことを目的としている。また、GPSブイの日常的活用を推進する中で非常時に備えるコンセプトの実現に向け、海面変位の精密な観測結果を活用して津波だけでなく、高潮や波浪の沿岸災害の低減にも貢献できるようにする。

さらに、ブイと海底間の連続精密測距システムを用い、GPS-音響システムによる海底地殻変動観測のリアルタイム連続観測へのブレークスルーを目指す。

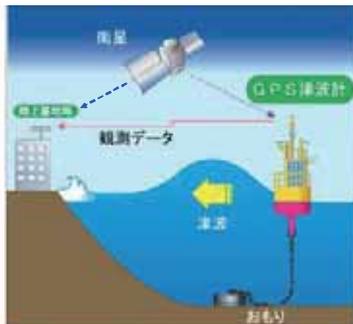


図1 GPS津波計

#### 【研究の方法】

本研究グループは、室戸岬西方沖にGPS津波計の実験機を保有している。これを活用して次の4課題に取り組む。

①沖合へ展開するための要素技術として、1000m級の係留が出来るGPSブイ及び50kmを超える超長基線のGPS測位法の開発を行う。②海水温鉛直プロファイルの連続観測などの海中新計測方式を付加した精密測距システムを加えた総合的な海洋・海底観測ブイシステムを開発する。また、将来の公的利用形態を勘案しながら観測データの表示・管理システムを構築し、地域住民への情報発信をする。③津波シミュレーションと観測値の融合による精度・信頼性の高い津波予測方式を確立する。④沖合い観測施設設置によるリードタイムの獲得による人的被害軽減効果の評価とGPS津波計の最適配置方法の検討を行う。また、これまでの試行でその可能性の大きさが確認できたミ

ニFM発信の活用を図る。これの実証には、現有GPS津波計の設置地域自治体である室戸市と協力して、地域住民によりフレンドリーな伝達手段となる技術を確立する。

#### 【期待される成果と意義】

開発成果としての沖合展開可能なGPS海洋ブイシステムは、津波早期検知に大きな進展をもたらす。また、現在の公的機関から発信される津波情報の精度向上に貢献でき、同時に、対象地域の住民にリアルタイムで正確な情報を提供できるようになる。これにより、「だれでも、いつでも、どこからでも」津波防災に必要な情報を得ることが可能になり、自助、互助にも直接資することができ、対象地域の住民の安全と安心に寄与できる（図2）。さらに、これまでに例の無い海底地殻変動の連続観測を可能にし、大災害をもたらす海溝型地震津波の詳細メカニズムの解明に寄与でき、津波発生予測研究の重要なツールとなる。

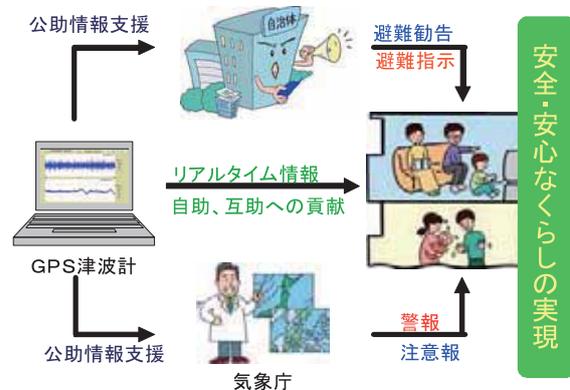


図2 データの活用

#### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・T. Kato, Y. Terada, K. Ito, R. Hattori, T. Abe, T. Miyake S. Koshimura and T. Nagai ; Tsunami due to the 2004 September 5th Off Kii Peninsula Earthquake, Japan, Recorded by a New GPS Buoy, Earth, Planets and Space, Vol.57, pp.297-301, 2005
- ・加藤照之, 寺田幸博, 越村俊一, 永井紀彦 ; GPS津波計による津波観測 月刊地球, Vol.37, No.3, pp.179-183, 2005

#### 【研究期間と研究経費】

平成21年度－25年度

163,600千円

ホームページ等

<http://www.tsunamigps.com/>

## 【基盤研究(S)】

### 総合・新領域系 (複合新領域)



#### 研究課題名 性差のエピゲノム解析

東京大学・大学院農学生命科学研究科・教授 しおた くにお  
塩田 邦郎

研究分野：基礎ゲノム科学

キーワード：DNAメチル化、T-DMRs、性差、エピゲノム

#### 【研究の背景・目的】

エピジェネティクス系は遺伝子機能の記憶装置である。エピジェネティクス制御の主役は、DNAメチル化であり、我々はこれまでに、細胞の種類や組織に依存して、DNAメチル化状態が異なる領域(Tissue-dependent differentially methylated regions, T-DMRs)が存在することを報告してきた。ほ乳類では、からだを構成する200種類以上の細胞が、各々細胞/組織特有の形質を有するのと同時に、性差も有している。ところがこれまで、“雌雄間で持っている性染色体が異なっても、細胞は概ね同じである”と考えられてきており、生殖器・副生殖器以外の細胞の性差についての理解は進んでいない。本研究では雌雄マウスのゲノム全域に渡るDNAメチル化解析を行う。雌雄で異なったエピジェネティクス状況にある遺伝子領域の情報を得ることで、『エピゲノムアトラス』の作成が可能である。ゲノム全域のT-DMRs DNAメチル化プロフィールを解析し、雌雄で異なる、あるいは、共通したエピジェネティクス制御を受ける遺伝子(群)の存在を示し、雌雄差を生むエピゲノムを明らかにする。

#### 【研究の方法】

申請者らはタイリングアレイを基にした新規の高感度ゲノム全域DNAメチル化解析法(D-REAM法)の開発に成功しており、本研究では、D-REAM法を駆使し、雌雄のマウス主要組織(肝臓・骨格筋・脳)、胚性幹細胞(ES細胞)および筋芽細胞について、雌雄間で異なるDNAメチル化状態にあるT-DMRを網羅的に探索する。

雌雄マウスあるいは性腺除去雌雄マウスの主要な組織と、胚性幹細胞(ES細胞)を対象に、

①ゲノム全域のDNAメチル化解析(D-REAM法)を行い、性差を示すDNAメチル化領域(性依存T-DMR)の存在を明らかにする。

②性ホルモン依存・非依存T-DMRが存在するか否かを調べる。

③性依存T-DMR情報から得られた特徴的な遺伝子(群)について、該当細胞・組織の個体発生と細胞分

化におけるエピゲノムダイナミクスを追及し、ゲノムの性に依存したエピジェネティクス修飾を明らかにする。

#### 【期待される成果と意義】

本研究ではマウスゲノム全域のDNAメチル化状態を明らかにし、性差マウスエピゲノムアトラス(<http://www.vm.a.u-tokyo.ac.jp/seika/D-REAM/>)を公開する予定である。これまで雌雄間で細胞は“概ね同じ”と考えられてきた故、「細胞レベルの性差」について焦点をあてた研究はこれまでになく、本研究は基礎生物学としての重要性が認められる。さらに性ホルモン反応性/非反応性の性依存T-DMRが明らかになることで、ゲノム機能の性差の理解が進み、経験的に性差が知られる様々な慢性疾患において、ジェンダー医療の可能性が開かれると考えられる。また性ホルモン反応性の性依存T-DMRは、性成熟や閉経に伴う遺伝子機能の不可逆的な変化を説明すると考えられ、女性・男性にそれぞれ特有の疾患の原因解明や治療に応用が期待される。

#### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- Shiota, K., *et al.*, Epigenetic marks by DNA methylation specific to stem, germ and somatic cells in mice. *Genes Cells* 7, 961-969, (2002)
- Yagi, S., *et al.*, DNA methylation profile of tissue-dependent and differentially methylated regions (T-DMRs) in mouse promoter regions demonstrating tissue-specific gene expression. *Genome Res.* 18, 1969-1978, (2008)

#### 【研究期間と研究経費】

平成21年度－25年度  
160,300千円

ホームページ等

<http://www.vm.a.u-tokyo.ac.jp/seika/D-REAM/>  
[ashiota@mail.ecc.u-tokyo.ac.jp](mailto:ashiota@mail.ecc.u-tokyo.ac.jp)



## 研究課題名 巨大炭素鎖を持つ特異な天然有機分子の化学

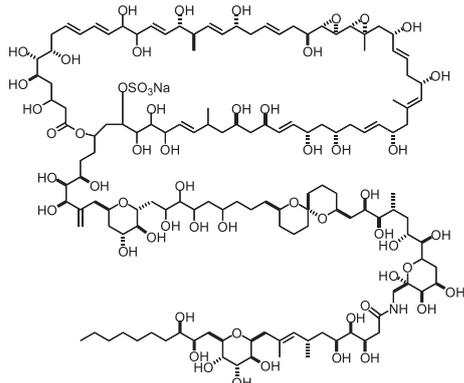
慶應義塾大学・理工学部・教授 うえむら だいすけ  
上村 大輔

研究分野：生物分子科学

キーワード：天然物有機化学

## 【研究の背景・目的】

巨大炭素鎖有機分子とは、海洋生物独特の代謝産物で多くの酸素官能基を含む長い炭素鎖から成り立つ分子である。抗腫瘍性物質で誘導体が制がん剤として期待されているハリコンドリノ B や、顕著な抗 HIV 活性を示すシンビオジノライドが例示されるが、存在意義や生物活性については未解明な部分の多い分子群である。本研究では、海洋生物が生産する巨大炭素鎖有機分子について、構造、形状、機能、生合成系等を総合的に研究することによりその性質を体系的に理解し、巨大炭素鎖を持つ特異な天然有機分子の化学として新しい分野の研究を展開することを目指す。



シンビオジノライド

## 【研究の方法】

微細藻類等の海洋生物が生産する巨大炭素鎖有機分子について五つのサブテーマに従って、新規な物質群の創製、ライブラリーの構築、機能及び生物活性の解析、化学合成、生合成系遺伝子の解析を行い、詳細かつ網羅的な研究に取り組む。

1. 巨大炭素鎖有機分子の創製：微細藻類等が生産する巨大炭素鎖有機分子の MALDI-TOF マススペクトル等を用いた単離・精製手法を確立し、巨大炭素鎖有機分子ライブラリーを構築し安定的供給を実施する。また、巨大炭素鎖有機分子の形状解析の新規手法の開発に着手する。

2. 巨大炭素鎖有機分子と生体膜との相互作用：巨大炭素鎖有機分子の生産微細藻類における細胞内局在部位を共焦点レーザー顕微鏡等を用いて追求する。また、詳細な微細環境に着視し生体膜との相互作用及び膜中での形状を解析することで、巨大炭素鎖有機分子の機能を明らかにする。

3. 巨大炭素鎖有機分子の生物活性：獲得した巨大炭素鎖有機分子を広範な生物活性試験に供し特異的機能を見出す。また、新規分解反応及び化学合

成によって獲得した分解フラグメントの生物活性評価を通じファーマコフォアの特定を試み、応用可能な機能性フラグメントの獲得を達成する。

4. 巨大炭素鎖有機分子の分子設計：巨大炭素鎖有機分子の構造情報を部分構造の化学合成を行うことで供給する。また、巨大炭素鎖有機分子を用いた新規分解反応の開発にも着手する。さらに、コンピューターシミュレーションによる溶液中での分子形状や運動、相互作用の様子を解析する。

5. 巨大炭素鎖有機分子の生合成系遺伝子解析：巨大炭素鎖有機分子の生合成系遺伝子のスクリーニングを行い、その生合成経路を明らかにする。さらに、生合成遺伝子発現クローンをを用いた物質生産誘導や新規酵素の探索に着手する。

## 【期待される成果と意義】

巨大炭素鎖有機分子の形から機能までを総括的に明らかにすることで、未解明であった巨大炭素鎖有機分子の化学的および生物学的存在意義を明確化できる。また、巨大炭素鎖有機分子の構造・機能解明によって、精緻な化学構造解析法開発への寄与等、周辺学問分野の発展が期待できる。さらに、ライブラリー化の推進により他の研究者への供給が可能となり、展開応用面での波及効果が期待できる。

## 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

・D. Uemura, M. Kita, H. Arimoto, M. Kitamura, Recent aspects of chemical ecology: Natural toxins, coral communities, and symbiotic relationships, *Pure Appl. Chem.*, 81, 1093-1111 (2009) (*in press*)

・M. Kita, N. Ohishi, K. Konishi, M. Kondo, T. Koyama, M. Kitamura, K. Yamada, D. Uemura, Symbiodinolide, a novel polyol macrolide that activates N-type Ca<sup>2+</sup> channel, from the symbiotic marine dinoflagellate *Symbiodinium* sp., *Tetrahedron*, 63, 6241-6251 (2007)

## 【研究期間と研究経費】

平成 21 年度 - 25 年度

139,900 千円

ホームページ等

<http://www.bio.keio.ac.jp/labs/uemura/kibans/index.html>

## 【基盤研究(S)】

### 総合・新領域系（複合新領域）



#### 研究課題名 インド農村の長期変動に関する研究

東京大学・大学院人文社会系研究科・教授 みずしま つかさ  
水島 司

研究分野：複合新領域（地域研究）

キーワード：南アジア

#### 【研究の背景・目的】

インドは、今、劇的な変化を経験しています。そして、21世紀の早い段階に、インドは世界経済、世界政治での地位を急速に高めていくと思われま。このインドの変化の方向を見定め、近い将来に深刻化するであろう社会経済問題を見通し、その処方箋を見出すことは、我々地域研究に携わる者の最も重要な課題の一つです。

こうした課題に応えるには、多面にわたる長期的な情報の蓄積と分析、方法論の積み重ねが不可欠です。しかし、我が国においては、インドの実態を科学的に捕捉するための研究・情報基盤も、変化を分析する有効な手法の開発も、いずれも貧弱です。研究手法・研究成果の蓄積体制、研究体制の整備と刷新が急務となっています。

このような危機感を背景に、本研究では、歴史学、経済学、農学、地学、気候学、環境学などの研究者が集まって、次の研究を行います。まず、インド農村の長期変動の実態を解明する着実な研究基盤を築き、データベースを構築します。それによって、分析のためのしっかりとした資料を整備しようということです。そして、それを基盤にして、インドが直面する問題の処方箋を導き出すことを目的としています。

#### 【研究の方法】

この研究では、マクロとミクロの二つのレベルの研究を結合し、その議論の過程をGIS（地理情報システム）と呼ばれる技法を用いて結びつけるという方法をとります。

マクロというのはインド全体を対象とした研究で、基本的には現在を扱うのですが、そこでの分析結果が長期的な動きの中でどのような意味を持つのかも考えます。他方、ミクロというのは、特定の地域、たとえば村とか都市とかのより狭い空間を対象とした事例研究です。また、GISというのは、簡単に言えばそうした分析結果を地図上で示すという技法です。

このような全体の方法的枠組みの中で、インドに関する主要な政府報告、統計、研究などを研究分担者がそれぞれ処理していくことになります。そして、そうした分析結果を、インドをはじめとする内外の研究者とのワークショップや国際シンポジウムを組織して問い、成果を公表していきます。

ではどのような資料を集め、処理し、分析していくかということですが、インドでは近年多くの

報告がデジタル情報として続々と出てきています。本プロジェクトでは、さしあたり、National Sample Survey（家計調査）、Census（人口動態）、Annual Survey of Industries（工業）、Agricultural Statistics of India（農業）、Season and Crop Report（作付）、Rural Household Survey（農家家計調査）、National Family Health Survey（健康、保健）、School Report Cards（学校、教育）、National Readership Survey（メディア）、National Council of Applied Economic Research（消費行動）、Environmental Information Centre（土地利用）、Ministry of Environment and Forest（環境）などを分析対象とします。

これらの情報と、現地調査によって取得されるより精度の高い精密な情報を、人文・社会学系の研究者と自然科学系の研究者が協力し合って分析することによって、信頼しうる研究結果を生み出すことになると考えています。

#### 【期待される成果と意義】

上記の作業によって、インドの経済や環境に関する重要なデータベースが作成され、インド農村をめぐる経済や環境の現状、それらの長期的な動向、学問的及び研究上の 이슈が明らかとなります。

また、こうした基礎的作業を重ねて、その成果を蓄積していくことにより、インドの、ひいては世界の将来への展望を見出すことができるようになります。そのことは、アジア研究に携わる我々日本人研究者の責務を果たすことでもあると思っています。

#### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・水島司『前近代南インドの社会空間と社会構造』東京大学出版会 2008年
- ・水島司「環境の長期変動」『現代南アジア 4. 開発と環境』東京大学出版会 2002

#### 【研究期間と研究経費】

平成21年度－25年度

128,200千円

ホームページ等

本研究専用のホームページは現在準備中です。さしあたりは、研究代表者のホームページ (<http://www.l.u-tokyo.ac.jp/~zushima9/>) を通じて概要を知ることができます。



研究課題名 牧畜文化解析によるアフロ・ユーラシア内陸乾燥地文明とその現代的動態の研究

名古屋大学・大学院文学研究科・教授 しまだ よしひと  
嶋田 義仁

研究分野：複合新領域

キーワード：地域間比較研究

【研究の背景・目的】

人類史における初期中期の文明形成は、アフリカ大陸からユーラシア大陸へと広がる内陸乾燥地を舞台に繰り広げられてきた。この「アフロ・ユーラシア内陸乾燥地域」は近代以前の世界においては、物流と人の移動の中心地であり、多くの文明や帝国が築かれてきた。

乾燥地に都市や巨大国家が形成された理由として、これまで灌漑による文明形成が指摘されてきたが、本研究においては、牧畜文化の重要性に注目する。家畜は、食糧資源であるだけでなく、交換財、蓄財でもある。また、家畜の皮や毛は高価な工芸産物へと加工されうる。さらに、大型家畜は、戦闘手段、物質と人の移動・運搬手段としてすぐれ、近代以前の商業文化や都市・国家形成において必要不可欠なものであった。この地域に当時発達した国際的な交易網は、家畜の存在なくして成立しえない。

大航海時代に始まる近代は、ヨーロッパを中心に海洋ルートを開拓することによって世界が再編されていった時代であった。一方、内陸乾燥地においては、海洋ルートからはずれたことで交易網が衰微し、破壊され、現在、この地域は世界の貧困地帯となってしまった。これは、ヨーロッパ文明と、アフロ・ユーラシア内陸乾燥地文明が相互を理解せず、世界再編が貫徹されていないことが一因である。

本研究は、アフロ・ユーラシア内陸乾燥地を一連の牧畜文化複合体ととらえ、この地域の人間一家畜の関係を多角的にかつ詳細に分析することにより、旧大陸における人類史を統一的に理解することを目指す。

【研究の方法】

アフロ・ユーラシア内陸乾燥地を、Ⅰ. 冷帯草原型、Ⅱ. 熱帯砂漠型、Ⅲ. 熱帯サヴァンナ型、Ⅳ. 山地オアシス型の4類型に分けて研究をすすめる。それぞれに対応する主要民族と家畜は、Ⅰ. モンゴル、ウマ、Ⅱ. アラブ、ラクダ、Ⅲ. フルベ、ウシ、Ⅳ. ペルシャ、羊・ヤギである。

それぞれの地域において、①気象・地理・生態などの自然科学的特性、②民族による自然認識や家畜飼養の技術などの文化的特性の2方面から資料収集、分析を行う。

4類型に対応する文明は、いずれも牧畜文化を中心に発達してきたが、それぞれの文化圏において、牧畜がどのような文化体系を形成してきたかを、①家畜利用、家畜管理の技術、②家畜の宗教、象徴的体系の2側面から調査する。

さらに、それぞれの文明において、牧畜文化と、牧畜以外の生業、文化要素とがどのような関係にあるかを分析する。具体的には、灌漑農業、漁業、家畜を使った交易、工芸・商業との関係を分析する。4類型の文明には、それぞれ独自の政治形態、宗教が対応するので、政治・経済・宗教レベルにまで考察が及ぶことを射程にいられて、生業分析を行う。

【期待される成果と意義】

- ①アフリカ、中近東、中央アジアと分断して研究されてきた地域を統一的に理解し、アフロ・ユーラシア内陸乾燥地文明の内的構造を解明する。そのことによって、新たな歴史の枠組みを提示することができる。
- ②牧畜文化に注目することにより、人類の歴史を通じた家畜の重要性、人間一家畜関係の多様性を再評価できる。
- ③この地域の文化、経済、社会の現代的変容を明らかにすることにより、アフロ・ユーラシア内陸乾燥地が共通して抱える現代的問題である、馬・ラクダ飼養の衰退、土地の私有化、砂漠化、民族間の抗争、資源をめぐる紛争などの諸問題の理論的解明に寄与することができる。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・嶋田義仁 2005 「乾燥地域における人間生活の基本構造」『地球環境』10-1, pp3-16
- ・嶋田義仁 1995 『牧畜イスラーム国家の人類学』世界思想社
- ・嶋田義仁 1993 『異次元交換の政治人類学』勁草書房

【研究期間と研究経費】

平成21年度－25年度  
153,900千円  
ホームページ等  
<http://islanken/>

## 研究課題名 ユーラシアの近代と新しい世界史叙述



東京大学・東洋文化研究所・教授 はねだ まさし  
羽田 正

研究分野：歴史学

キーワード：世界史、文化交流、比較歴史学、海域世界、港町

## 【研究の背景・目的】

グローバル化が進み、人々に「地球市民」意識が求められる現代においては、世界の歴史を一体のものとして把握・理解することが必要である。その際、「ヨーロッパ」と「非ヨーロッパ」、「近代」と「前近代」として二分法的に捉えられる18-19世紀のユーラシアの歴史を全体としてどのように理解し、叙述するかが、決定的に重要となる。この共同研究では、国民国家や「ヨーロッパ（西洋）とアジア（東洋）」という既存の歴史叙述の単位にとらわれず、ユーラシア、さらに世界を一体と見る立場で新しい世界史を構築する方法を追究する。そして、その研究成果として、人類史における大きな転換の時代を描く新しい世界史のモデル（日本語と英語）を提示することを最終目標とする。

## 【研究の方法】

1. 18-19世紀のユーラシアで、港町や内陸の隊商都市を基点として設定される多様な場（都市、地域社会、国家、海域世界など）における異文化交流（人・モノ・情報の受容、融合、拒絶）の実態を、史資料に基づいて具体的に明らかにする。
2. 上記研究成果を、同一の場における時間軸上の比較、多様な場同士の多面的な比較を通じて総合的に把握し、18-19世紀のユーラシアの歴史を一体としてとらえる視点の獲得を目指す。
3. 共同研究者は個別に全体のテーマに沿った研究を遂行するとともに、人・モノ・情報の3つのグループに適宜所属する。各グループは個別研究の成果を報告する研究会を年に1度主催し、国際集会を期間中に1度開催する。
4. 港町、隊商都市の現地調査（旧市街の都市計画、建物の様式などの確認）を実施する。
5. 研究協力者として、若手研究者の参加を募り、国内外の調査や研究会で修練を積ませる。
6. 最終年度に「新しい世界史」を主テーマとする国際研究集会を開く。
7. 上記各種研究の成果を、HP、雑誌論文、著書などの媒体を用いて、和文、欧文で発信する。

## 【期待される成果と意義】

<成果>

1. 18-19世紀のユーラシアの多様な場における異文化交流の実態と変容が、人、モノ、情報の各分野において具体的に明らかとなること
  - 1) 人：「内」と「外」の概念（国家の保護、市民、国籍など）、各種紛争処理法の体系化、ディアスポラ共同体と国民国家の関係など
  - 2) モノ：モノ（織物、陶磁器、茶、薬種、諸金属、砂糖、穀物、アヘンなど）の動きとその背景、モノの受容による当該社会の変容
  - 3) 情報：宗教、思想、学術、芸術、技術、衣食住などの各地での受容と融合、拒絶の実態
2. 個別研究成果を多角的に比較した上で総合し、ユーラシア全体における異文化交流の実態と時代による変化を巨視的に把握する視点が獲得されること
3. 18-19世紀の世界を一つとしてとらえる世界史叙述が和文と英文で叙述されること

<意義>

1. 専門分野を超えた共同研究による日本歴史学界への刺激
2. 日本の良質な研究成果の国際発信
3. 現代世界が必要とする世界史の創造

## 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・羽田正『東インド会社とアジアの海』講談社、2007年
- ・羽田正「イスラム世界」と新しい世界史」水島司（編）『グローバル・ヒストリーの挑戦』山川出版社、2008年
- ・Haneda Masashi (ed.), *Asian Port Cities 1600-1800*, NUS Press & Kyoto University Press, 2009

## 【研究期間と研究経費】

平成21年度－25年度  
94,600千円  
ホームページ等  
(作成中)



研究課題名 大規模自然災害時の史料保全論を基礎とした  
地域歴史資料学の構築

神戸大学・大学院人文学研究科・教授 おくむら ひろし  
奥村 弘

研究分野：人文社会系・人文学・史学・日本史

キーワード：史料研究

【研究の背景・目的】

現在、コミュニティの危機に端的に現れているように、地域社会の急激な構造転換の中で、日本の地域社会で維持されてきた膨大な地域歴史資料は滅失の危機にある。さらに活動期を迎えた地震による災害、地球温暖化に関連する大規模風水害の続発は、この事態を早めることになった。阪神・淡路大震災以降の大災害時における歴史研究者による歴史資料保全活動の継続的展開の中で、指定文化財を基本とした歴史資料保存や、地域住民による保全に依拠するのみでは、地域歴史資料の保全が不可能であることが明確になった。この危機的状況を放置するならば、地域社会の歴史を明らかにし、歴史研究を発展させることは著しく困難となる。

そこで本研究では、地域歴史資料を巡る問題が集約的に問われた被災各地で、その保全に当たった歴史研究者を中心に、各地域での歴史資料の現状を現地での再調査や関係者等との共同討議等から把握し、データとして相互に共有する。これを基礎に、これまでの歴史資料学の研究蓄積や国際的な歴史資料学の成果を利用し、さらに歴史学に隣接する文化財保存科学、建築史等の協力も得て、各地で生まれた歴史資料保全論や萌芽的な地域歴史資料学について比較検討を行い、その中から、緊急の課題となっている、地域歴史資料を次世代に引き継ぎ、地域住民の歴史認識を豊かにしうる地域歴史資料学を構築することを研究目的とする。

【研究の方法】

本研究では、新たな地域歴史資料学を構築するために、各地の大規模自然災害による被災地の歴史資料保全論に焦点を当てる。なぜなら、災害時には地域における日常時の史料保全の有りが、最も直接的に現れるためである。そこで、①被災地を中心に形成されてきた個別の歴史資料保全論を総括し、現地での調査・ワークショップを含めて集中的に検証するという手法を第一に採る。ここでは、被災各地の歴史資料論から、地域歴史資料を巡る地域社会の状況と、地震や洪水等の災害の在り方や、災害後と災害前(予防)での史料保全の差異を具体的に把握するとともに、そこから

生まれた被災各地の歴史資料保全論の特質を究明する。

その上で、②この歴史資料保全論が歴史資料学の展開の中でいかなる位置にあるのかを把握するとともに、③地域文化財の全体の中で地域歴史資料の位置を建築史や美術史の協力により、明確にする。さらに、文化財保存科学による被災史料の修復等に関して、特に水損した紙資料に対する新たな技術を基礎とした緊急事態における科学的な歴史資料の保存論に具体的に対応することによって、次世代の歴史研究を支える新たな地域歴史資料学の構築を目指すものである。

【期待される成果と意義】

①地域歴史文化の研究と継承を支えるという緊急性の高い課題に対して、歴史資料学からその基盤を形成する学術的貢献が可能となる。このことが日本各地の地域歴史文化を支えるという点で、社会的な波及効果は極めて高い。

②具体的、実践的な自然災害時の歴史資料保全のための学術的な指針を作成することは、日本各地の歴史関係者の大規模災害時の歴史資料保全に対する能力を高める点で高い波及効果を持ち、自然災害発生時に、歴史文化の面から社会的貢献を果たすことができる。

③大規模自然災害時の日本の先駆的な研究を世界に発信することは、国際的にも歴史資料を滅失の危機から救う可能性を拡大する点でも大きな意義を有する。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・奥村弘、大規模自然災害と地域歴史遺産保全、歴史科学協議会『歴史評論』、666号、pp.2~22、2005年
- ・奥村弘、史料保全活動から見た現代都市社会の歴史意識と歴史学の課題、日本史研究会『日本史研究』、416号、pp.75~91、1997年

【研究期間と研究経費】

平成21年度-25年度

85,500千円

ホームページ等

<http://www.lit.kobe-u.ac.jp/~area-c/area-c@lit.kobe-u.ac.jp>

## 【基盤研究(S)】 人文社会系(人文学)



### 研究課題名 アジアにおける持続可能な土地利用の形成に向けて

北海道教育大学・教育学部・教授 ひみやま ゆきお  
氷見山 幸夫

研究分野：環境地理学、土地利用、地球環境変化、地球人間圏科学

キーワード：アジア、土地利用、陸域、GLP、LUCC

#### 【研究の背景・目的】

日本学術会議は2008年7月に提言『陸域－縁辺海域における自然と人間の持続可能な共生へ向けて』を公表しました。本研究はその実現の一端を担うため、陸域の利用、即ち土地利用に焦点を当て、提言の3本の柱である地球情報基盤の整備、分野横断的研究の推進、政策の推進と教育の充実を緊密に連動させた総合的研究をアジア、特にロシア極東、インド、中国、日本について行います。

本研究の目標は、自然と人間の共生が崩れつつある地球環境危機の時代の、制約的条件下における土地利用の在り方とそれに至る道筋を提示することと、土地利用に関連する地球環境・災害問題や食糧問題の解決に役立つ知見とアトラス等の資料を社会に提供することです。そこでGLP(国際陸域研究計画)およびIGU-LUCC(国際地理学連合土地利用・土地被覆変化研究委員会)と緊密に連携します。エコロジカル・フットプリントなどの総合的持続可能性指標を導入・改善することにより、土地資源的観点からの諸地域の実態の定量的理解と問題解決への貢献を、確かなものにします。

#### 【研究の方法】

アジアの長期的な(概ね100年、特に近代化と経済成長に伴う)土地利用変化の実態とメカニズムおよび関連する諸問題を正確かつ広域的に把握するため、



図1 中国西部の砂漠化の様子。森林が砂漠に飲み込まれ、それを食い止めるための試みが見られます。

土地利用図、衛星画像、GPS等を駆使した広域現地調査を実施します。また新旧の各種地図類・統計等の情報データベース化と、それらを含む地理的土地利用情報ベースの開発と分析を進めます。それらを地域間比較の枠組みの中で行うことによりアジアという広域の理解に結びつけ、アジアの土地利用変化に関連する環境・災害問題や食料問題等の解決に向けた提案を目指します。

#### 【期待される成果と意義】

**出版** Atlas - Land Use/Cover Change in Asia (仮称)を刊行します。このアトラスには土地利用変化とそれに関する多くの地図、情報、研究成果を網羅します。その他、土地利用科学の立場から持続可能な社会に向けた出版活動を行います。

**集会** IGU-LUCCと連携してアジア各地および国内でシンポジウムを主催・後援し、このプロジェクトの研究成果の発信と普及および広範な研究者の交流とネットワーク化を図ります。

**アウトリーチ** 日本学術会議の関連委員会、特に地球人間圏分科会およびGLP小委員会と連携し、前記の提言の具体化と地球環境に関する新たな提言の取りまとめに貢献します。また研究成果の社会への還元、とりわけ教育への反映に努めます。

#### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

Himeyama, Y. *et al.* eds. (2005) *Understanding Land-use and Land-cover Change in Global and Regional Context*, Science Publishers.

氷見山幸夫(2009) 21世紀の土地利用を考えよう。  
日本地球惑星科学連合ニュースレター, Vol.5 No.2, 1-3.

#### 【研究期間と研究経費】

平成21年度－25年度

70,700千円

ホームページ等

himeyama@asa.hokkyodai.ac.jp



**研究課題名** 国際比較のための価値・信頼・政治参加・民主主義指標  
の日本データ取得とその解析研究

東京大学・大学院人文社会系研究科・教授 いけだ けんいち  
池田 謙一

研究分野：社会心理学

キーワード：社会指標、政治参加、社会関係資本、社会的ネットワーク、投票行動、国際比較

**【研究の背景・目的】**

世界規模、アジア規模の国際比較調査研究の進展が近年著しく、そのことによって社会科学では制度や文化が人々の価値・意見・行動に対していかなる規定力を持ち、また制度の変更がどのような変化を人々にもたらすかの研究が飛躍的に進展している。価値研究、民主化研究、政治参加・投票行動研究、社会関係資本研究の分野において、それらはほぼ同時進行である。

このことを背景に、本研究は2つの目的を持つ。第1に、世界規模レベル、アジア規模レベルの3つの国際比較データを、同一対象者をターゲットとした面接パネル調査を通じて5年の間に順次取得し、この面での日本の貢献を果たすのみならず、他国では実現していない主要比較調査間の関連性を解析する。ここで対象とする調査とは、世界価値観調査(WVS: World Values Survey)、アジア・バロメータ調査(ABS: Asian Barometer Survey)、選挙制度の効果の国際比較調査(CSES: Comparative Study of Electoral Systems)である。

第2に、これら3つの調査を補完する形で、近年発展のめざましいソーシャル・ネットワーク調査をパネル調査に加え、合わせて4回の調査として、制度、文化、価値・ライフスタイル、信頼、ソーシャル・ネットワーク、社会・政治参加、民主主義に関するデータを複合的に同一パネルデータとして取得し、社会心理学の視点から日本人の政治・社会的な行動・信念の構図を、それぞれの関係性において明らかにする。

**【研究の方法】**

本研究は5年計画とする。これまでのプロジェクトの反省点を生かして、初年度を次年度以後の大規模な研究の準備に充て、以後、4波の同一人物に対する全国パネル調査とする。具体的な調査の実施年度は、次の通り。

- ・平成 21(2009)年度 次年度以後大規模調査のための小規模な実験調査を実施
- ・平成 22(2010)年度 世界価値観調査(WVS)第6波を実施
- ・平成 23(2011)年度 アジアン・バロメータ調査(ABS)第3波を実施
- ・平成 24(2012)年度 ソーシャル・ネットワーク調査を実施
- ・平成 25(2013)年度 参院選時に選挙制度の効

果の国際比較調査(CSES)第4波を実施

**【期待される成果と意義】**

社会科学における世界規模の指標・データを取得する国際比較の試みは、人々の行動や思考の背後にある、制度や文化のもたらす制約性を明らかにするとともに、そうした制約を越えて共通してみられる人間行動・信念の特徴と法則性の解明を可能にする。本研究が対象とする3調査はそれぞれ共通の調査項目を用いた全国調査による国際比較研究の実績を複数回持ち、その規模も大きく、社会科学の進歩に大いに貢献するものである。

本研究は、この貢献をさらに一歩進めようとするものである。その第1の貢献は日本データの特殊性を生かすものである。日本が非西欧国家の中で唯一60年以上に渡る民主主義の経験を持つことから、西欧で形成された社会関係資本や社会・政治参加、民主主義、価値の理論が日本に適用可能かどうか検討することは、それら理論の通文化性、一般化可能性に関する重要なテストとなる。また、日本の民主主義や社会・政治参加経験、社会関係資本の構造が多様な文化的要素を持つアジアの中でも広く当てはまるかどうかは、アジア内の比較分析として重要である。

第2に、3つの調査が同一パネルデータとなるメリットを生かし、価値観とライフスタイル、信頼を含む社会関係資本、政治参加・民主主義、ソーシャル・ネットワーク調査の関係性についての根本的な洞察を加える総合的な研究を行う。

**【当該研究課題と関連の深い論文・著書】**

- ・ Ikeda, Ken'ichi & Kohno, Masaru (2008) Japanese Attitudes and Values toward Democracy. (In) Y.-H. Chu, L. Diamond, A.J. Nathan, and D.C. Shin (Eds.) *How East Asians View Democracy*, Columbia University Press, Pp.188-219.
- ・ Ikeda, Ken'ichi, Kobayashi, Tetsuro, & Hoshimoto, Maasa (2008) Does political participation make a difference? *Electoral Studies*, 27, 77-88.

**【研究期間と研究経費】**

平成21年度－25年度  
96,200千円

ホームページ等

e-mail:ikeken@l.u-tokyo.ac.jp

## 【基盤研究(S)】

### 人文社会系(社会科学)



#### 研究課題名 社会性とメンタルヘルスの双生児研究—遺伝子と脳活動をつなぐ

慶應義塾大学・文学部・教授

あんどう じゅこう  
安藤 寿康

研究分野：行動遺伝学 心理学 脳神経科学 ゲノム科学

キーワード：ふたご 行動 発達 教育 遺伝 環境 社会 脳科学 心理学 メンタルヘルス

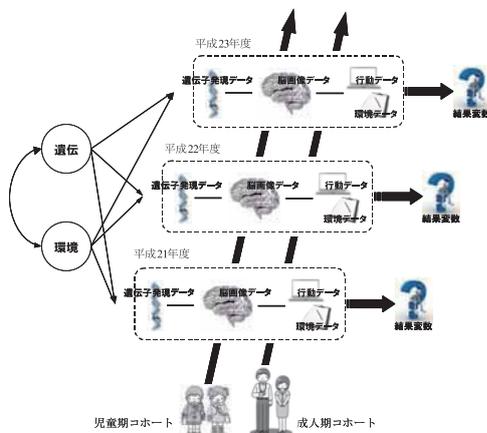
#### 【研究の背景・目的】

今日、世界的には、「遺伝子—脳—行動」を実質的に結び付ける行動神経ゲノミクスの興隆期に差し掛かろうという時期にあるが、国内では未だ萌芽的な段階に過ぎず、とりわけ、双生児という遺伝情報を体系的に統制できるサンプルに基づく研究に限ると、それは世界的にも希少である。

そこで、本研究は、これまでに蓄積してきた双生児法による人間行動遺伝学的研究の知見を、脳科学・分子生物学と融合させ、社会科学と生命科学の境界領域において、人間の生物・社会的な適応行動のメカニズムを「遺伝と環境」という側面から探求する。そのために多面的なアプローチ(i.e., 遺伝子発現データ, 脳画像データ, 心理・行動データ)によって、相互作用の因果ネットワークを構築することを通じて、実証に基づく社会的適応(e.g., 生活適応, 学校適応, 職場適応)の過程を明らかにし、新しい教育環境と社会環境のモデルの探求を行なう。

#### 【研究の方法】

対象：幼児・児童期双生児コホート(12ヶ月～5歳)1500組と青年成人期双生児コホート(20歳～35歳)1500組。これまでに協力の得られている家庭に加え、新たな協力家庭を募集する。この2コホートを、3年間にわたり縦断的に以下に示す図のように進めてゆく。



図：本研究計画の概要についての概念図

調査方法と内容：(1)郵送・web形式によるアンケート調査

(2) 家庭訪問・来校形式による個別行動調査

(3) NIRS, MRIによる脳構造・機能調査

(4) SNPの全ゲノムスキャンによる遺伝子調査

#### 【期待される成果と意義】

適応的な社会的行動や健康なメンタルヘルス、そして学習能力の形成に及ぼす遺伝と環境の影響、特に遺伝子が環境の違いに対して異なる発現をする「遺伝子・環境間交互作用」、ならびに遺伝子が特定の環境から選択され、あるいは特定の環境を選択するという「遺伝子・環境間相関」を見だし、それに関与する遺伝子ならびに脳の構造と機能の特定をおこなう。これによって生活環境や養育環境の変化が、遺伝子発現、ならびに脳神経系の変化をもたらす因果関係が明らかになり、どのような教育的・臨床的・社会的介入がどの程度の成果を生んでいるかが示される。こうした知見は、多様な遺伝的資質をもつ人々が、それぞれに健康で創造的な適応的生活のできる社会を構築するためにはどうすればよいかを考えるための基礎情報となるエビデンスを提供する。

#### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- Ando J, Nonaka K, Ozaki K, Sato N, Fujisawa K, Suzuki K, Yamagata S, Takahashi Y, Nakajima R, Kato N, & Ooki S. The Tokyo Twin Cohort Project: Overview and Initial Findings. 2006. *Twin Research and Human Genetics*, 9: 817-826
- Shikishima C, Ando J, Ono Y, Toda T, & Yoshimura K. Registry of adolescent and young adult twins in the Tokyo area. 2006. *Twin Research and Human Genetics*, 9: 811-816
- 安藤寿康 2000 心はどのように遺伝するか—双生児が語る新しい遺伝観 講談社
- 詫摩武俊・天羽幸子・安藤寿康 2001 ふたごの研究—これまでとこれから ブレーン書房

#### 【研究期間と研究経費】

平成21年度—23年度

163,300千円

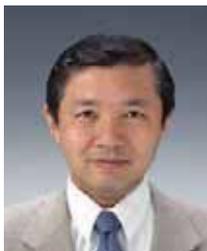
ホームページ等

<http://abelard.flet.keio.ac.jp/kts/>

<http://www.totcop.jp/>

<http://www.futago-labo.net/index.html>

<http://www.karc.keio.ac.jp/centers.html>



## 研究課題名 複雑現象に挑む形態変動解析学の構築

東京大学・大学院数理科学研究科・教授 **ぎが よしかず**  
**儀我 美一**

研究分野：数物系科学・数学・大域解析学(4105)

キーワード：非線形現象

## 【研究の背景・目的】

形状や構造の変動を正確に捉え解析することは、数学分野だけではなく、科学技術全般の複雑な現象を理解し、解明するために重要です。複雑な結晶がどのように形成されてきたのか、といった自然科学的な問題から複雑な画像からどのようにノイズを除いたらよいかといった工学的な問題まで、形態変動に関する問題は様々です。

幾何学が図形の特徴の分類を一つの目的とするのに対し、解析学は極限、収束の概念を基に様々な量の変動を扱ってきました[2007年発行の岩波数学辞典(第4版)参照]。しかしこの20年、図形の変動が非線形解析学の発展と共に解析学で次第に取り扱えるようになってきました。特に通常の微分幾何学では扱いにくいカドのような特異点を持つ、必ずしも滑らかではない図形の変動を数学的にある程度追跡できるようになりました。例えば、金属の粒界の運動を記述する平均曲率方程式に対して、等高面法を粘性解理論により構築することで動く曲面がちぎれて特異点が発生した後も、その運動が追跡可能になったことは我々の典型的な成功例の一つです。

本研究では図形やパターンの変動を記述する重要な非線形偏微分方程式に対し、必ずしも微分可能とは限らない解の複雑な挙動や性質を解明すると共に、様々な数学モデルとの関係を明らかにするために、粘性解析、変分解析、漸近解析、実解析、確率解析を深化させていきます。これにより、形態変動を組織的に数学解析する「形態変動解析学」の構築を目指します。また、結晶成長分野、画像処理分野など関連分野への応用を目指すだけでなく、複雑な現象を図形の変動と解釈することにより、従来つながりの無かったとされる新たな分野への応用の可能性を探索していきたいと考えております。

## 【研究の方法】

個人研究、海外共同研究者や研究協力者との共同研究を主体とします。数学的手法の現状を理解していくために、関連した分野でテーマを絞って国際ワークショップを開催いたします。また、諸科学に潜む問題を発掘するための学際的国際会議を開催いたします。さらにより広い範囲の研究者の関心を高め、研究に協力していただくために、チュートリアルセミナーを開催いたします。

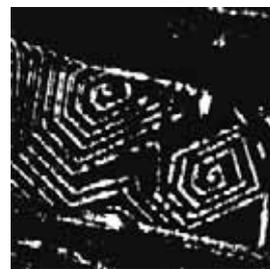
## 【期待される成果と意義】

**数学的側面**：これまで、解析学の様々な分野で、図形の変動はばらばらに考察されてきました。本研究では、手法を限定せず、形態変動解析という統一的視点で様々な問題に取り組んでいきます。その結果、非線形偏微分方程式論に寄与するだけでなく、粘性解析、変分解析、漸近解析、実解析、確率解析に新たな展開を与えることになると予想されます。

**応用面**：形態変動の問題は、渦巻のような特異な構造が現れる結晶成長学や流体力学のような物理分野だけではなく、画像処理のような工学分野、また生命科学分野、さらには微分ゲーム等を通じて社会科学にも関連し、まさに科学技術全般に横たわる問題です。この様な状況で、その解析のための基礎となる数学理論が整備されることは、今後の諸学問の連携融合にとって鍵となる事が予想されます。



結晶表面の遷移する渦巻状位相の数値計算結果  
(Y. Giga, T. Ohtsuka, Y.-H. R. Tsai)



金雲母 (phlogopite) の結晶表面  
I. Sunagawa - P. Bennema (1982)

## 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ Y. Giga, Surface Evolution Equations—A Level Set Approach, Birkhauser (2006) 273pp
- ・ 儀我美一—儀我美保, 非線形偏微分方程式一解の漸近挙動と自己相似解, 共立出版(1999) 300頁

## 【研究期間と研究経費】

平成21年度—25年度  
134,500千円  
ホームページ等

<http://www.ms.u-tokyo.ac.jp/teacher/giga.html>



## 研究課題名 多波長ラインサーベイによる星形成から惑星系形成に至る化学進化の解明

東京大学・大学院理学系研究科・教授

やまもと さとし  
山本 智

研究分野：天文学

キーワード：電波天文学

### 【研究の背景・目的】

星と惑星系の形成過程の理解は、天文学の中心的課題の一つである。それは構造形成の過程であると同時に、星間空間から惑星系への物質進化の過程でもある。その詳細な探究は、地球および生命の起源の理解につながる重要な意義をもつ。

これまで、星間分子雲から星形成までの化学進化については、電望望遠鏡による観測で解明されてきた。一方、その先の惑星系形成に至る過程についての同様な研究は、電波望遠鏡の観測感度が十分でなかったため、非常に限られてきた。しかし、その改善にともない、この5年程度の間、星形成領域の化学組成の驚くべき姿が浮かび上がりつつある。フランスのグループによるギ酸メチルなどの「複雑な」有機分子の検出、我々のグループによる長い炭素鎖分子の検出などである。これら結果から、物理的には同じに見える星形成領域であっても、化学組成が大きく違い得ることが示された。惑星系形成に向けてそれらがどう進化していくか、また、我々の太陽系はどうであったのかなどについて、大きな関心が集まりつつある。

本研究では、様々な進化段階にある低質量原始星についてスペクトル線サーベイ観測（ラインサーベイ）を通して、この問題の解決を目指す。

### 【研究の方法】

本研究では、ミリ波、サブミリ波、テラヘルツ波の各領域で、ラインサーベイ観測を行う。ミリ波では様々な有機分子のスペクトル線の検出を、サブミリ波では簡単な分子の高励起輝線の検出を、テラヘルツ帯では基本的分子のスペクトル線の検出を狙う。そこから、化学組成の多様性と、それを支配する基本分子の振舞いの関係を総合的に明らかにすることができると考えられる。

ミリ波帯の観測には国立天文台野辺山45m電波望遠鏡を、サブミリ波帯、テラヘルツ帯での観測にはチリ・アタカマ砂漠（標高4800m）に設置されている国立天文台ASTE望遠鏡を用いる。本研究で70GHz帯の受信機、および、テラヘルツ帯（0.9-1.5THz）の受信機を新たに製作して、観測に用いる。これによりミリ波の観測領域を拡大するとともに、テラヘルツ帯観測を可能にする。

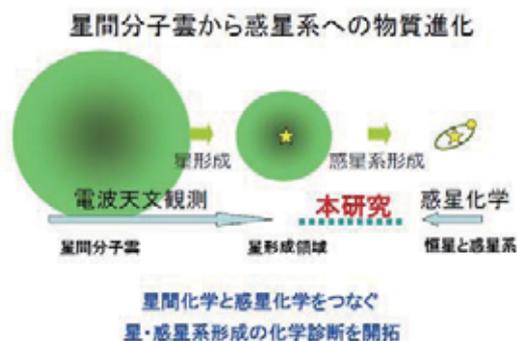
テラヘルツ帯受信機のためのヘテロダイナ素子には、本研究室のクリーンルームで製作する超伝導 Hot Electron Bolometer (HEB) ミキサを用い

る。すでに NbTiN を用いた素子で、1.5 THz 帯で 1700 K の受信機雑音温度を達成しているの、超伝導薄膜の改良などを通して 1000 K 以下まで低雑音化を図り、観測に用いたい。

### 【期待される成果と意義】

本研究により、異なる進化段階にある5個程度の低質量原始星の化学組成が詳細に明らかになる。特に、テラヘルツ帯観測で、CH、CH<sub>2</sub>、NH、H<sub>2</sub>D<sup>+</sup>などの基本分子が定量できる意義は非常に大きい。その結果をもとに、星形成から惑星系形成に至る化学進化の概要を明らかにできる。また、星形成領域の化学組成の多様性が原始惑星系円盤にどう波及するかについても理解が進むであろう。

これまで、星間物質から惑星系に至る化学進化にはひとつのミッシングリンクがあった。それは、電波天文観測による星間雲側からのアプローチと、惑星化学など太陽系からのアプローチの狭間である（下図）。本研究は、まさにこの部分を埋めるもので、得られる成果は天文学、惑星科学の両面において重要な意義があると考えている。



### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- Sakai, N., Sakai, T., Hirota, T., and Yamamoto, S., "Abundant carbon-chain molecules toward the low-mass protostar IRAS 04368 +2557 in L1527", *Astrophys. J.* **672**, 371 (2008).
- 坂井、山本、「高感度宇宙観測が拓く極限環境下での化学」、*化学と工業* **61**(2), 119 (2008).

### 【研究期間と研究経費】

平成21年度－25年度

131,200千円

ホームページ等

<http://www.resceu.s.u-tokyo.ac.jp/~submm/Welcome.html>

## 【基盤研究(S)】

### 理工系(数物系科学)



#### 研究課題名 小型衛星を目指した多素子X線マイクロカロリメータの開発

首都大学東京・大学院理工学研究科・教授 おおはし たかや  
大橋 隆哉

研究分野：数物系科学

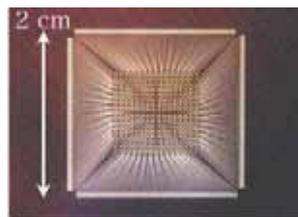
キーワード：X線γ線天文学、宇宙物理(実験)

#### 【研究の背景・目的】

現在の宇宙に存在するバリオンの約半分は、温度が数100万度の銀河間物質として、宇宙の大構造に沿って広く分布すると予想されている。しかし、その大部分は未検出でありダークバリオンと呼ばれている。広視野で約2 eVのエネルギー分解能を持つTES型マイクロカロリメータを用いれば、ダークバリオンが放射する酸素輝線を赤方偏移によって区別し、宇宙のバリオンの大部分を同定すると同時に、宇宙大構造の3次元像とその進化を描き出すことができる。これは同時に、宇宙の熱的・化学的進化についても貴重な情報をもたらすと考えられる。本研究の目的は、256素子からなるTES型X線マイクロカロリメータと、信号処理系、冷却システムを開発し、ダークバリオンの観測を目指す小型科学衛星DIOSのプロトモデルを製作することにある。TESカロリメータは、非平行光に対しても約2 eVという高いエネルギー分解能を発揮するため、広がった天体のX線分光観測では究極に近い性能を発揮する検出器である。

#### 【研究の方法】

256素子のTESカロリメータの開発が本研究の柱であり、これを首都大、JAXA宇宙研で立ち上げたインハウスプロセスにより、われわれ自身の手で進める。本グループでは、単

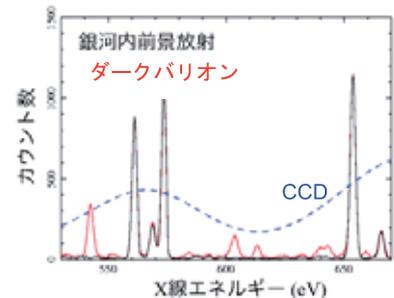


本研究で開発される256素子のTESカロリメータの試作品

素子でエネルギー分解能2.8 eV、256素子で4.4 eVを達成しているが(ただしX線吸収体無し)、効率のよいX線吸収体を開発することで、全面にわたって高い分解能を実現させる。これと並行して、SQUIDを用いた多チャンネルの信号の多重化読み出しシステムや、断熱消磁冷凍機の開発を合わせて進める。5年間で小型衛星DIOSの搭載検出器のプロトモデルを完成させ、2015年ごろの打ち上げを目指して衛星ミッションの実現につなげる。これまで続けてきた米・欧グループとの国際協力も本研究で進めていく。

#### 【期待される成果と意義】

本研究により、世界で初めて、256素子のTESカロリメータと読み出し系が、ほぼ衛星搭載可能な形で整備されることになる。DIOSは重量約400 kgの小型衛星ではあるが、1度ほどの広視野と高いエネルギー分解能を実現



TESカロリメータで検出が期待されるダークバリオンからの酸素輝線

し、広がった輝線の感度では数トンクラス的大型衛星をしのぐ性能をもつ。DIOSが実現すれば、ダークバリオンの探査に加えて、超新星残骸や銀河団など宇宙大規模プラズマのダイナミクスの研究や、電荷交換反応を用いた地球外圏大気の観測などが大きく進展すると期待される。これにより宇宙がダイナミックに進化する姿が鮮明に捉えられるようになる。また、本研究で開発される技術は、将来の大規模国際協力による大型衛星計画の基盤となるほか、さまざまな地上実験へも応用できるという意義を持つ。

#### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- Ohashi, T., Ishida, M., Sasaki, S., et al.: DIOS: the diffuse intergalactic oxygen surveyor, SPIE 6266, 62660G (2006)
- Paerels, F., Kaastra, J., Ohashi, T., Richter, P., Bykov, A., Nevalainen, J.: Future Instrumentation for the Study of the Warm-Hot Intergalactic Medium, Space Science Reviews 134, 405-418 (2008)

#### 【研究期間と研究経費】

平成21年度～25年度

86,700千円

ホームページ等

<http://www-x.phys.metro-u.ac.jp/index.html>

## 【基盤研究(S)】

### 理工系(数物系科学)



#### 研究課題名 超新星背景ニュートリノの探索

東京大学・宇宙線研究所・教授

なかはた まさゆき  
中畑 雅行

研究分野：素粒子・原子核・宇宙線・宇宙物理

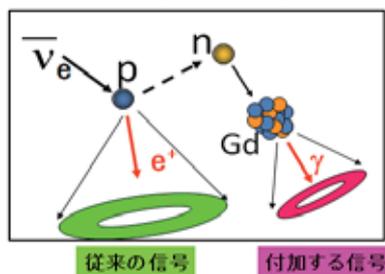
キーワード：宇宙線(実験)

#### 【研究の背景・目的】

太陽の8倍以上重い星は、その進化の最終過程として大爆発(超新星爆発)をおこし、星の内部の物質を宇宙空間に放出する。超新星爆発は星の中心核が重力崩壊することを引き金としておこる現象であり、密度の高い物質が星の内部にあるために爆発エネルギーの99%はニュートリノによって放出されると考えられている。実際、この超新星にともなうニュートリノは1987年にカミオカンデによって観測された。宇宙には10の20乗個の恒星があり、そのうちの0.3%、つまり約10の17乗個の星は太陽の8倍以上の質量を持ち、超新星爆発をおこしてきたと考えられている。それにともなうニュートリノ(超新星背景ニュートリノ)が宇宙に満ちていると考えられる。本研究の目的は、超新星背景ニュートリノを観測するための手段を開発することである。

#### 【研究の方法】

超新星背景ニュートリノの強度は1秒間1平方センチメートルあたり数十個程度だと見積もられている。一見数が多いように思われるが、太陽ニュートリノのエネルギーが高い成分(ホウ素の崩壊からのニュートリノ)が同じ単位で600万個であることと比べると非常に弱いことがわかる。ニュートリノは物質との反応断面積が非常に弱いため、超新星背景ニュートリノを捉えるためにはスーパーカミオカンデ(SK)のような非常に大きい実験装置が必要である。SKでは、年間に超新星背景ニュートリノからの信号が0.8-5個期待できる。(数字の幅はモデルによる予想の広がりを出す。)しかし、太陽ニュートリノや他のバックグラウンドと超新星背景ニュートリノによる現象とを見分けるためには、何か新たな手法を使わないといけない。超新星爆発ではすべての種類のニュートリノが生まれるが、そのうち最も観測しやすいのは反電子ニュートリノである。反電子ニュートリノ陽子と反応して陽電子と中性子を発生する。そこで、陽電子による信号のみならず、中性子による信号も捉えることができれば、他の現象と区別することができ



る。それをおこなうためにSKにガドリニウムという物質を0.2%程度の濃度で加えることを考えている。ガドリニウムは中性子を捕獲する断面積が非常に大きく、かつ捕獲した後にエネルギーが高いガンマ線を放出するためにSKで捉えることができる。しかし、SKでは太陽、大気、人工ニュートリノを使った精密ニュートリノ観測が常におこなわれているためにガドリニウムを加えても他の観測に影響を与えないこと(具体的には、良い水の透過率が保証されていることやタンクの構造体を腐食させたりしないということ)を確認しなければならない。本研究でSKを模擬した100トンクラスの試験用水タンクを作り、ガドリニウムを使用した実験装置の実証実験を行う。

#### 【期待される成果と意義】

本研究によりガドリニウムを溶かしてもSKに悪影響を与えないということが示されれば、実際にガドリニウムをSKに溶解させて観測を開始することができる。SKでは5年間の観測で4-20個の超新星背景ニュートリノの事象が期待でき、世界で初めての観測となる。超新星背景ニュートリノは宇宙の初めから蓄積されてきたニュートリノであるため、その観測により宇宙の星形成の歴史を探ることができる。特に、超新星爆発は重元素(ヘリウムよりも重い元素)が生まれた源であり、我々の身の回りの物質の起源を探ることができる。

#### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- Super-Kamiokande collaboration, "Search for supernova relic neutrinos at Super-Kamiokande", Phys. Rev. Lett. 90 (2003) 061101.
- J.Beacom and M.Vagins, "GADZOOKS! Anti-neutrino spectroscopy with large water Cherenkov detectors.", Phys. Rev. Lett. 93(2004)171101.
- Super-Kamiokande collaboration, "First Study of Neutron Tagging with a Water Cherenkov Detector", Astroparticle Physics 31 (2009) 320-328.

#### 【研究期間と研究経費】

平成21年度-25年度

159,900千円

ホームページ等

<http://www-sk.icrr.u-tokyo.ac.jp/~nakahata/kibanS/index.html>

e-mail: nakahata@suketto.icrr.u-tokyo.ac.jp



## 研究課題名 広視野ガンマ線カメラによる MeV ガンマ線銀河内天体 気球観測

京都大学・大学院理学研究科・教授 **たにもり とおる**  
**谷 森 達**

研究分野：宇宙線物理学

キーワード：MeV  $\gamma$  線天文学、コンプトンカメラ、高エネルギー天体、元素合成、TPC

### 【研究の背景・目的】

MeV 領域は天文学の未開拓領域であり、ブラックホールなど興味を持たれる魅力的な領域である。しかしイメージング手法の開発が困難であり、ほとんど観測が出来なかった。新たな観測手法を開拓し、他のガンマ線領域と同等の観測を実現する。我々は世界に先駆けガスをを用いた電子飛跡検出型コンプトンカメラ (Electron Tracking Compton Camera:ETCC) を開発し、入射ガンマ線の方位角の決定、および運動学的検証による低雑音化を実現、効率よく雑音ガンマ線、宇宙線除去の可能性を示した。この ETCC はピクセル型ガス増幅検出器  $\mu$  PIC など多くの独自技術により実現した。ETCC は図 1 のように  $\mu$  PIC を用いて散乱電子の 3 次元方向測定から従来の Compton Camera (CC) では不可能だった入射ガンマ線の方位角の決定、また反跳ガンマ線散乱角(図 1 の  $\alpha$ )を用いた運動学的検証による雑音除去を実現した。さらに 10cm 角 ETCC を用いて 06 年に 3 時間の気球観測を行い 0.1-1MeV で宇宙拡散ガンマ線および大気ガンマ線スペクトル観測に成功した。この申請ではさらに ETCC 技術を発展・確立させ、実際の個々の  $\gamma$  線天体観測を行い、宇宙衛星観測の可能性を定量的に示す。

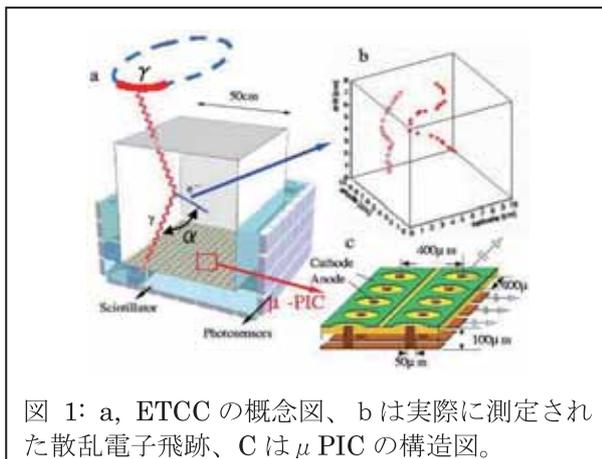


図 1: a, ETCC の概念図、b は実際に測定された散乱電子飛跡、C は  $\mu$  PIC の構造図。

### 【研究の方法】

具体的には、この申請で 10cm 角 ETCC の気球実験を発展、また同時に開発した 30cm ETCC 地上装置、(図 2)、さら 08 年まで行った医療用高解像度 ETCC の技術を取り込み、衛星用装置に近い 40cm 角 ETCC 気球観測装置を開発・製作し、JAXA 気球観測所と協力し国内で 3-6 時間程度の観測を行う。Crab または CygX-1 など強いガンマ線天体のスペクトル観測を行う。かに星雲観測の場合、ETCC に

よる偏光測定の可能性も調べる。またこの観測成果に基づき速やかに現在 JAXA が開発中の長時間気球実験による銀河面探査用装置のシミュレーション設計を行う。

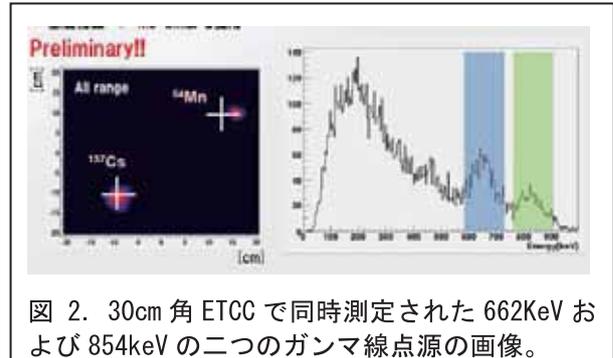


図 2. 30cm 角 ETCC で同時測定された 662KeV および 854keV の二つのガンマ線点源の画像。

### 【期待される成果と意義】

まず宇宙 MeV ガンマ線の広視野イメージング観測技術の確立がある。特に MeV 領域特有の宇宙線の検出器放射化による雑音ガンマ線除去法を確立する。ETCC はエネルギー分解能以外の除去法を持ち、宇宙ガンマ線エネルギー連続放射成分検出の大幅な改善が期待できる。放射の大半を占める連続成分の高感度測定は、MeV ガンマ線天文学の発展を保障する重要な成果となる。またガスをを用いた  $\mu$  TPC とシンチレータ検出器という扱いが容易で安定な装置の組み合わせであり、気球実験でも充分な検出面積を確保出来る装置である。今後、長時間気球により年間数百時間の観測が可能となり銀河面に限れば衛星と同程度の成果が期待できる。今後長時間気球の発展と相まって 10 年以内の早期の高精度 MeV ガンマ線天文学が実現が期待できる。

### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ "MeV Gamma-Ray Imaging Detector with micro-TPC" T. Tanimori et al., New Astronomy Reviews 48 (2004) 263-268
- ・ "The Observation of Diffuse Cosmic and Atmospheric Gamma Rays with an Electron-Tracking Compton Camera Loaded on a Balloon" A. Takada, et al., J. Phys. Soc. Jpn. 78 (2009) Supplement A pp. 161-164

### 【研究期間と研究経費】

平成 21 年度 - 25 年度

161,500 千円

ホームページ等

<http://www-cr.scphys.kyoto-u.ac.jp/research/MeV-gamma/index.html>

## 【基盤研究(S)】

### 理工系(数物系科学)



#### 研究課題名 高エネルギー電子・陽電子観測による暗黒物質・ 近傍加速源の探索

早稲田大学・理工学術院・教授 とりい しょうじ  
鳥居 祥二

研究分野：数物系科学

キーワード：宇宙線(実験)

#### 【研究の背景・目的】

我々の宇宙で既知粒子が占めるエネルギー密度はわずかに4%程度であるのに対して、正体が不明な暗黒物質が23%を占めており、その解明が宇宙物理学上の最重要課題となっている。その最有力な候補が、”Weakly Interacting Massive Particle (WIMP)”である。WIMPの正体は宇宙初期に生成された素粒子(が残存したもの)である可能性が極めて高い。その発見は素粒子物理学にとっても最重要な課題であり、数多くの探索実験が行われている。

WIMPの対消滅で生成される電子・陽電子は、バックグラウンドとなる天体起源の粒子が霧型のエネルギースペクトルであるに対して、検出が可能な特徴的スペクトルを持つ。このため反陽子やγ線の観測とともにWIMP検出の有力な手段となっている。我々は、電子・陽電子をTeV領域まで観測可能な観測装置を開発し、長期間気球実験や国際宇宙ステーションでの観測により、WIMPの検出を目指している。宇宙線近傍加速源からの電子・陽電子もWIMP同様な特徴的スペクトルを形成するが、到来方向の異方性の検出等によりWIMPとは区別が可能であり、近傍加速源の直接的検出も期待できる。

#### 【研究の方法】

暗黒物質の探索を、国際宇宙ステーション搭載を目的として開発中のCALET(Calorimetric Electron Telescope)のプロトタイプである気球搭載型装置(bCALET: balloon CALET)によって電子・陽電子観測を実施する。装置製作に必要な要素技術開発はすでに完了しており、1号機のbCALET-1による観測により、1GeV-数10 GeVでの電子観測にすでに成功している。本研究では、平成21年度に2号機のbCALET-2による1-100 GeV領域の電子観測の気球観測を実施し、性能実証を行う。そして、研究期間内に、図1に示すようなbCALET-3によりTeV領域にいたるエネルギー領域での電子観測を、南半球周回の圧力气球と極域周回気球による飛翔実験により、合計で50日間程度の観測の実現を目指す。

#### 【期待される成果と意義】

bCALET-3による観測から期待される電子観測量

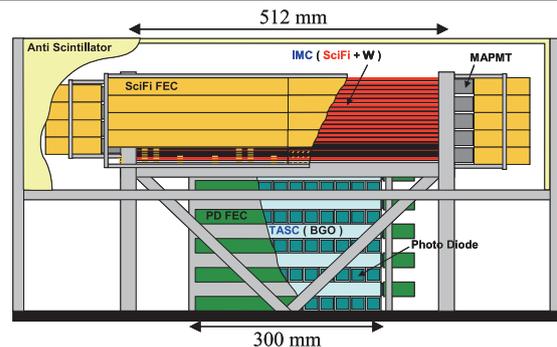


図1: bCALET-3の側面概念図。上部は18,432本の1 mm角シンチファイバーと4 r.lのタングステンによるIMC, 下部は25mm角のBGOを10層X,Y方向に積層したTASCで構成する。装置全体は、γ線用のアンチシステムで覆う(一部のみ表示)。

は、100GeV以上で約3,800イベントであり、これまでの気球観測で300-800GeVのエネルギー領域で観測されている、WIMPからの寄与と思われる電子フラックスの過剰について高精度な検証を行う。さらにTeV領域におけるVelaなどの近傍加速源からの寄与の有無について、99%の信頼度で推定が可能である。

#### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- Cosmic Ray Electron Spectrum above 100 GeV from PPB-BETS Experiment in Antarctica: K. Yoshida, S. Torii, T. Tamura, Y. Katayose, J. Nishimura et al., *Advances in Space Research*, 42 (2008) pp. 1670-1675.
- The Energy Spectrum of Cosmic-Ray Electrons from 10 to 100 GeV Observed with a Highly Granulated Imaging Calorimeter: S. Torii, T. Tamura, K. Yoshida, J. Nishimura et al., *Astrophysical Journal*, 559 (2001) pp. 973-984.

#### 【研究期間と研究経費】

平成21年度-25年度

161,400千円

ホームページ等

<http://www.crlab.rise.waseda.ac.jp/torii.shoji@waseda.jp>



## 研究課題名 新世代超冷中性子源による時間反転不変性の検証

高エネルギー加速器研究機構・素粒子原子核研究所・准教授 **ますだ やすひろ**  
**増田 康博**

研究分野：原子核素粒子物理

キーワード：超冷中性子、時間反転対称性

### 【研究の背景・目的】

我々が存在する宇宙では、物質のみが存在し、反物質は見つかっていない。これは、サハロフによると CP 非保存が一因している。素粒子の標準理論は、K、そして B 中間子崩壊における CP 非保存を説明できるが、この宇宙における物質の存在を説明できない。また、素粒子の階層性の問題を解決できず、重力を理論の中に取り込めない。これらの問題を解決するため、標準理論を超える様々な理論が提唱されている。

電気双極子能率 (EDM) を使えば、CP 非保存を最も精度よく検証できる。標準理論を超える新物理による EDM の予言値は、 $10^{-25} \sim 10^{-28} \text{ e}\cdot\text{cm}$  である。現在、最も精度が高い実験は、ILL (仏) の超冷中性子 (UCN) 実験である。UCN 密度  $0.7 \text{ UCN/cm}^3$  で、EDM 上限値  $3 \times 10^{-26} \text{ e}\cdot\text{cm}$  が得られている。超対称性理論 (SUSY) は、当初  $10^{-24} \text{ e}\cdot\text{cm}$  の EDM を予言していたが、既に実験で否定されている。

最近、我々は新しい UCN 源<sup>[1]</sup>を開発し、世界最高の UCN 密度を実現した。今回、これをさらに発展させ、 $10^3 \text{ UCN/cm}^3$  の UCN 密度で  $10^{-27} \text{ e}\cdot\text{cm}$  の EDM 測定を行い、標準理論を超える様々な理論を検証する。

### 【研究の方法】

EDM は、UCN を実験容器内に閉じ込め、そこに電場と微小磁場をかけ、Ramsey 共鳴を用いて測定する<sup>[2]</sup>。系統誤差は主に幾何学的系統誤差 (GPE)<sup>[3]</sup>で、磁場勾配に起因し、容器の直径の 2 乗に比例する。本研究では、容器の直径を ILL の  $1/10^{1/2}$  にし、軸対称磁場を発生する球面コイルを用いて、EDM を測定する。軸対称磁場の場合、GPE は磁気共鳴周波数シフトから求められる。磁場のふらつきも系統誤差の原因となる。超伝導磁気遮蔽を用いて磁場を安定化し、さらに  $^{129}\text{Xe}$  核スピン磁束計を用いて磁場をモニターする。 $^{129}\text{Xe}$  では、GPE は、これまで使用されていた  $^{199}\text{Hg}$  より小さい。

UCN 密度を上げて、統計誤差を小さくする。これまで、世界最強の UCN 源は ILL のタービン型 UCN 源であった。原子炉内の冷中性子源からの中性子を垂直上方に取り出し、重力とタービンのドップラー効果で減速し、UCN を生成してい

た。この方法では冷中性子の温度は下がらず、UCN 密度は上がらない。つまり、保存系では、Liouville の定理により位相空間密度は不変である。本研究の特徴は、Liouville の定理による限界を打ち破るため、超流動ヘリウム (He-II) をスパレーション中性子源内に設置し、He-II フォノンの位相空間を用いて、冷中性子を効率よく冷却することにある<sup>[4]</sup>。今回、He-II 冷凍器の改良と陽子ビームの増強により冷中性子束を上げ、UCN 貯蔵寿命を増大して、UCN 密度を大幅に増強する。

### 【期待される成果と意義】

UCN 物理の発展には、UCN 密度増強が決め手となる。今回の EDM 測定は、標準理論を超える新物理の発展に、そして、今回開発する UCN 源は、UCN による物理実験に広く応用することができる。原子炉や大強度陽子加速器を持つ世界の主要研究機関は、新しい UCN 源を開発している。ILL や Oakridge (米) では、冷中性子源からの冷中性子をガイド管で捕らえて、遠く離れた He-II に導いている。Los Alamos (米) や PSI (スイス) は固体重水素 ( $\text{SD}_2$ ) を用いて UCN 源の建設を行っている。Munich (独) や North Carolina (米) は原子炉内に  $\text{SD}_2$  を設置しようとしている。我々の UCN 源は、最も少ない予算と中性子源出力で、最高の UCN 密度を得ることができる。既に、阪大核物理研究センターの 390 W の陽子ビームで世界最高である。この発展型である今回の UCN 源は、この分野の発展に大きく寄与すると考えている。

### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- [1] Y. Masuda et al., Phys. Rev. Lett. 89 (2002) 284801.
- [2] Y. Masuda et al., Phys. Lett. A364 (2007) 87~92
- [3] J.M. Pendlebury et al., Phys. Rev. A70 (2004) 032102.

### 【研究期間と研究経費】

平成 21 年度 - 25 年度

158,500 千円

ホームページ等

<http://fnp.kek.jp>



**研究課題名** 共鳴軟X線散乱と中性子散乱による  
外場下での局所電子構造と混成軌道秩序の研究

高エネルギー加速器研究機構・物質構造科学研究所・教授

むらかみ よういち  
村上 洋一

研究分野：数物系科学 物理学・物性Ⅱ

キーワード：放射光、中性子、共鳴X線散乱、強相関電子系、軌道秩序、電荷秩序、磁気秩序

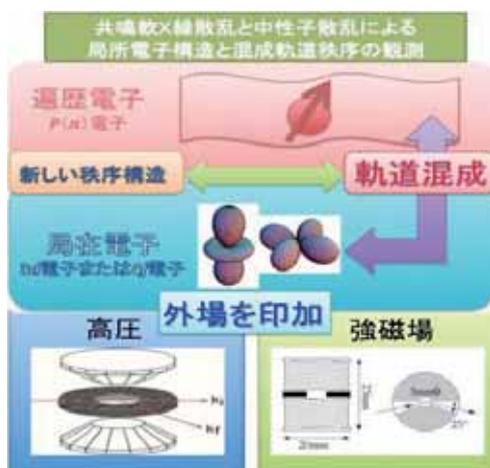
【研究の背景・目的】

強相関電子系において現れる多彩な物性の発現には、電子自由度（電荷・スピン・軌道）が織りなす秩序状態とその揺らぎが、重要な役割を担っている。強相関電子物性を外場により制御しようという試みは、応用研究と結びつき発展しつつあるが、どのような機構によって電子自由度秩序とマクロ物性が結びついているのか、という基礎的な理解はまだ十分には進んでいない。

本研究では、強相関電子系（ $\pi$ - $d$  電子系・ $3d$  遷移金属化合物・ $4f$  多極子秩序系）を対象として、外場（磁場・圧力）を加え、局所的な電子自由度秩序構造と遍歴的な電子自由度秩序構造の変化を直接観測することにより、これらの系の新奇な物性（磁気抵抗効果・金属絶縁体転移・マルチフェロイクスなど）の発現機構を明らかにする。本研究の特徴は、局所的電子と遍歴的電子の混成軌道の秩序化を、放射光共鳴X線散乱と中性子散乱を用いて観測する点である。特に、共鳴X線散乱法において独自に開発を進めてきた手法をさらに発展させ、偏光状態を制御した軟X線領域での共鳴散乱を行う新しい実験装置・手法を開発する。また、J-PARCのビームラインを利用して高エネルギー領域までの非弾性散乱実験を行う。これらの測定結果と理論計算を比較検討することにより、局所電子構造がマクロ物性に及ぼす影響を明らかにすることが本研究の目的である。

【研究の方法】

本研究の目的を達成するためには、下図に示した局在電子（ $3d$  または  $4f$  電子）の電荷・スピン・軌道秩序状態を観測すると共に、遍歴電子（ $p$  ま



たは $\pi$ 電子)の秩序状態を観測することが重要である。特に、両者の軌道混成効果が顕著な場合には、両電子系が混然となった新しい電子状態が実現する。本研究では、このような電子状態を明らかにするために、高圧または強磁場下において、共鳴X線散乱、共鳴軟X線散乱、そして中性子散乱実験を相補的に行なう。

【期待される成果と意義】

本研究では、顕著な混成効果によって新しい電子状態を形成していると考えられる下記の3つの系を対象として、局在・遍歴電子の両側面から実験的・理論的研究を進める。

(A)  $\pi$ - $d$ 電子系

遷移金属イオンを含んだ分子系で、局所的な  $d$  電子軌道と遍歴的な  $\pi$ 軌道との混成効果により、顕著な物性（巨大磁気抵抗やフラストレーション効果によるスピン液体状態）を示す  $\pi$ - $d$ 電子系を対象として、その物性発現機構を明らかにする。

(B)  $3d$ 遷移金属化合物

ペロブスカイト型遷移金属酸化物を対象とする。磁場や圧力によって、遷移金属  $3d$ 軌道と酸素  $2p$ 軌道または含有される希土類金属  $d$ 軌道との混成状態を変化させたときに出現する、マルチフェロイクス物性などの発現機構を明らかにする。

(C)  $4f$ 多極子秩序系

$f$ 電子系において混成効果が重要となる物質群を対象として、磁場や圧力下において、 $4f$ 軌道と遍歴電子軌道の混成効果が高次電気多極子秩序や金属-非金属転移に及ぼす機構を明らかにする。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- Y. Murakami et al., PRL80, 1932 (1998).
- Y. Murakami et al. PRL81, 582 (1998).
- T. Kiyama et al., J. Phys. Soc. Jpn. **72**, 785 (2003).
- H. Ohsumi et al., J. Phys. Soc. Jpn. **72**, 1006 (2003).
- K. Ohwada et al., Phys. Rev. B **72**, 014123 (2005).
- K. Iwasa et al., J. Phys. Soc. Jpn. **74**, 1930 (2005).
- Y. Murakami et al. J. Mag. Mag. Mater. **310**, 723 (2007).
- D. Bizen et al., Phys. Rev. B **78**, 224104 (2008).

【研究期間と研究経費】

平成21年度－25年度  
168,900千円  
ホームページ等  
<http://cmrc.kek.jp>  
[youichi.murakami@kek.jp](mailto:youichi.murakami@kek.jp)



## 研究課題名 電気化学的界面の超強電界を用いた電子物性制御

東北大学・金属材料研究所・教授

いわさ よしひろ  
岩佐 義宏

研究分野：数物系科学

キーワード：超伝導・密度波、分子性固体・有機導体

## 【研究の背景・目的】

コンデンサ構造に電圧を印加して電荷を溜め込み、その結果キャリア数を劇的に増加させるデバイスは、電界効果トランジスタ (FET) と呼ばれ、今日の IT 社会の基幹を支えるデバイスとなっている。この FET による電荷蓄積を用いて超伝導を誘起するなど、物質の状態を変革する研究は約半世紀前から物理学者の興味を引いてきたが、従来の FET 構造を用いた電荷蓄積では、十分な電界強度、蓄積電荷を得ることができないため、原理的には可能でも現実的には実現不可能と考えられてきた。そこで我々は、より大きな電荷量を蓄積できる電気化学的固液界面に着目した。本研究の目的は、電気化学的界面に発生する超強電界を用いたトランジスタ (電気2重層トランジスタ) によって、多様な物質の電子状態を電界によって制御する技術を確立するとともに、化学的ドーピングでは実現できない物質の状態を電界によって形成することにより、電気化学、電子工学、物性物理学にまたがる新たな物質科学分野を構築することである。

## 【研究の方法】

## (1) イオン性液体の導入などによる蓄積電荷の増大

SrTiO<sub>3</sub> で見られた電界誘起超伝導を他の物質で実現させるためには、数倍のキャリア数の増強が必要である。本項目は、これを達成するため、多種多様な電解質溶液、イオン性液体による電荷蓄積を試みるとともに、雰囲気、温度依存性を明らかにする。特に、イオン性液体は電解質溶液よりも一桁近く高い誘電率を有しているため、極めて有望である。最高の  $8 \times 10^{14} \text{cm}^{-2}$  程度の電荷密度の蓄積達成を目指す。この項目は、連携研究者小野新平博士 (電中研) との共同で行う。

## (2) 様々な材料による電界誘起超伝導の探索

SrTiO<sub>3</sub> に続く電界誘起超伝導の発見は、最も重要なマイルストーンの一つである。現在目標としている物質は層状窒化物である。層状物質は、グラフェンと同じ技術によって、原子平坦且つ単原子層数枚からなる試料を比較的簡単に用意でき、電子ビームリソグラフィの方法を用いれば、電極付けも可能である。当面は種々の層状物質に注力する方針である。そのために必要な設備が電子ビームリソグラフィである。これを用いて、多様な層状物質、微結晶、ダイヤモンドなど炭素材料、有機材料、ホウ化物などへの電極付けを行い EDLT

作製を行う。試料は、本研究グループ自ら作製するものを中心しつつ、外部研究者との共同研究として拡張してゆく方針をとる。

## (3) 電気化学反応のその場プローブ

本研究の主題は、EDLT による電界誘起物質相の探索である。しかし、これを電気化学過程のその観察と考えれば、電気化学反応で生成される安定ではない生成物の検出法として使用することができる。従って、化学反応が起きている状態での低温電気抵抗、磁化率の測定を行う実験系を開発することによって、非平衡状態での新物質相の探索を行う。

## 【期待される成果と意義】

EDLT による物性研究は、とくに固液界面を舞台とした物性物理という、物性物理、電子工学、電気化学をまたぐ、全く新しい学際的学術領域を形成しうると期待される。そこでの新たなサイエンスは、EDLT における強い電場下での電子物性であり、これは電場を切ると失われる非平衡状態に対応する。すなわち、EDLT を非平衡物質相の探索法として確立できれば、従来の化学合成ではアプローチできない物質の状態を発見できる可能性がある。これを発展させて、新超伝導体や新たな高温超伝導、さらには新種のドーピング有機電子相を誘起できれば、物質科学に大きなインパクトを与えることができると期待される。

## 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ H. Shimotani, H. Asanuma, A. Tsukazaki, A. Ohtomo, M. Kawasaki, and Y. Iwasa, "Insulator-to-metal transition in ZnO by electric double layer gating", *Appl. Phys. Lett.* 91, 082106 (2007).
- ・ K. Ueno, S. Nakamura, H. Shimotani, A. Ohtomo, N. Kimura, T. Nojima, H. Aoki, Y. Iwasa & M. Kawasaki, "Electric field induced superconductivity in an insulator", *Nature Materials* 7, 85 (2008)

## 【研究期間と研究経費】

平成21年度－25年度

168,500千円

ホームページ等

<http://iwasa.imr.tohoku.ac.jp/>[iwasa@imr.tohoku.ac.jp](mailto:iwasa@imr.tohoku.ac.jp)

TEL 022-215-2030

# 【基盤研究(S)】 理工系(数物系科学)



## 研究課題名 ナノスケール・ヘリウム物理学の構築とその応用

慶應義塾大学・理工学部/大学院理工学研究科・教授 **しらはま けいや**  
**白濱 圭也**

研究分野：数物系科学、物理学、物性 II

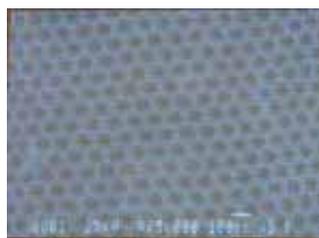
キーワード：超低温・量子凝縮系、ヘリウム、超流動、量子臨界現象、ナノサイエンス

### 【研究の背景・目的】

物質が極低温で示す超伝導や超流動は、「対称性の破れ」の典型として物理学の根幹をなす基本現象であるだけでなく、その巨視的量子コヒーレント性を利用した量子コンピュータ等のデバイス応用への期待が高まっています。本研究では、「ボース粒子」であるヘリウムをナノスケールの空間に閉じこめたときに現れる新しい量子現象を探索・解明して、物性物理学に新概念をもたらすと共に、超流動の性質がナノスケールで変化することを利用して、超流動ジョセフソン素子や物質波干渉計などの量子コヒーレントデバイスを開発し、応用への展開を図ります。そして「ナノスケール・ヘリウム物理学」と呼ぶ新しい研究分野を構築していきます。

### 【研究の方法】

本研究は、大きく以下の4つのプログラムに沿って進めます。(1)様々なナノ多孔体構造で実現したナノスケール・ヘリウムにおける量子臨界現象の解明と、その周辺で出現しうる新しい量子相を探索します。(2)ナノスケールで超流動が強く抑圧される性質を利用し、ポーラスアルミナが作るナノポアアレイ中のヘリウムの超流動特性の制御を試みます。(3)更にこれを利用して、超流動に対するジョセフソン効果の発現を目指し、「超流動ジョセフソン素子」を開発します。(4)この新しいジョセフソン素子を使って、超流動体の物質波としての位相を測定する「物質波干渉計」を開発し、地球自転速度などの精密測定や新しい量子干渉効果の研究などの応用研究を展開します。



超流動性制御実験・ジョセフソン素子開発に使用するポーラスアルミナのナノ細孔アレイ

これらの研究は、慶應義塾大学の白濱グループが培ってきた超低温物性

測定技術と、山口大学本多グループが開発するポーラスアルミナをベースにした新しいナノ多孔材料を駆使して行います。

測定技術と、山口大学本多グループが開発するポーラスアルミナをベースにした新しいナノ多孔材料を駆使して行います。

### 【期待される成果と意義】

多様な量子現象を示す強相関ボース粒子系の典型例がつけられ、物性物理学に新しい概念をもたらしてその発展に資することが出来ると考えています。さらに、ジョセフソン接合の実現により、ヘリウムを用いた本格的なナノサイエンスの展開に道が開けます。これは、半導体界面の2次元電子ガスからナノ量子ドットや細線を作ること、あるいはアルミニウムのような素性のよくわかった金属で微小ジョセフソン接合や量子コンピュータ素子を作る、その「中性原子バージョン」ということになります。

さらに、超流動ヘリウムが有している物質波としての位相コヒーレンスを、相対論・地球科学等の他分野の様々な研究に役立て、ナノスケール・ヘリウム物理学と呼べる新しい物理が発展することになるでしょう。

### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- K. Yamamoto, Y. Shibayama, K. Shirahama, J. Phys. Soc. Jpn. 77, 013601 (2008) (Editors' Choice)
- K. Yamamoto, Y. Shibayama, K. Shirahama, Phys. Rev. Lett. 100, 195301 (2008) (Editors' Suggestions).
- K. Shirahama, K. Yamamoto, Y. Shibayama, J. Phys. Soc. Jpn. 77, 111011 (2008) (Special Topics).

### 【研究期間と研究経費】

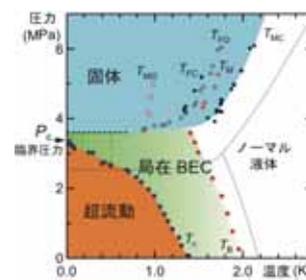
平成21年度－25年度

168,000千円

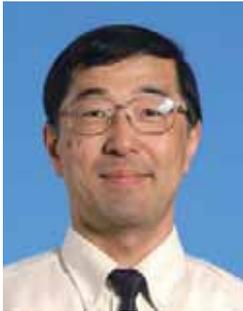
ホームページ

<http://www.phys.keio.ac.jp/guidance/labs/sirahama/sirahama-lab-jp.html>

上記サイト内に基盤研究(S)ホームページ公開予定



ナノ多孔体中ヘリウムの相図。



## 研究課題名 液体の階層的自己組織化とダイナミクス

東京大学・生産技術研究所・教授 たなか はじめ  
田中 肇

研究分野：生物物理・化学物理

キーワード：化学物理、ソフトマターの物理

## 【研究の背景・目的】

液体状態には、物質輸送・反応の場として極めて重要な機能が備わっており、工業的な輸送プロセス、マイクロフレイディクス、生命活動における水のように、多くの場面で極めて本質的な役割を果たしている。そのような重要性にもかかわらず、液体状態、そしてそれが凍結した状態であるガラス状態の物理的理解は、気体・結晶状態に比べて著しく遅れている。

本研究では、液体における未解明現象、(1)水型液体の熱力学異常・運動学的異常、(2)単一成分の液体-液体転移現象の起源の解明とその応用、(3)ガラス転移現象の解明、(4)高分子メルトを含む液体の結晶化の素過程と機構解明、(5)液体・ガラス状物質の非線形流動・破壊現象の解明と制御、という5つの基本問題の解明を目指す。

これまで単純液体は、微視的な構造・ダイナミクスに基盤を置く液体論の立場から研究されてきた。しかしながら、我々は、上述の液体における未解明問題の本質は、単純液体の構造・ダイナミクスに潜む階層性(図1参照)にあると考えている。本研究の特徴は、従来の液体論の立場とは異なり、階層性が本質的に重要である複雑液体(ソフトマター)の立場から単純液体に迫る点にある。

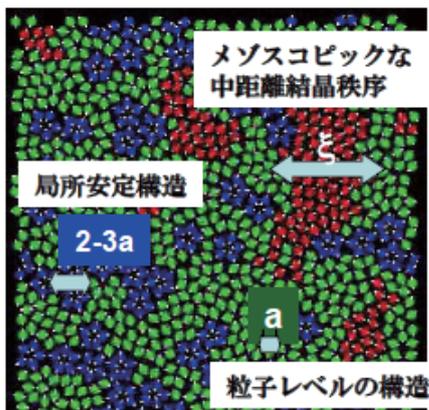


図1 過冷却液体の階層的構造

## 【研究の方法】

具体的には、(1)-(4)については、結晶構造形成傾向とそれとは異なる対称性をもつ局所安定構造形成傾向の競合という観点から、実験的アプローチ(実空間、波数空間での構造、ダイナミクス解

析、分光学的測定、熱測定)、ブラウン動力学、分子動力学シミュレーション、流体粒子ダイナミクス法などの数値シミュレーション、理論的研究の有機的な連携により、液体の動的階層性という概念に基盤を置いた新たな物理描像を定量的レベルで確立することを目指す。

## 【期待される成果と意義】

液体状態は物質の基本状態の一つであり、その基礎的な理解の進展の意義は極めて大きいと考えられる。生命現象、化学反応、様々な工業的プロセスにおいて水に代表される液体は不可欠であることは言うまでもない。応用面でも、例えば液体-液体転移を利用すると液体の様々な物理的性質

(密度、屈折率、粘度など)、化学的性質(反応性、異種物質との相溶性)等を、温度、圧力、流れ場、光などの外場を用いて制御することが可能になると期待される。また、液体、ガラス状物質、粉体などの非線形流動、アモルファス物質の破壊の機構解明も、破壊の予測、流動現象の基礎的理解において重要なばかりでなく、材料設計、マイクロ流路、コーティングなど他の工学分野へも多大な貢献が期待される。また、我々は、非平衡状態における運動学的経路の選択には、運動量保存則に関わる輸送係数の動的対称性の破れが決定的な役割を演じていると考えており、これは非平衡状態における系の時間発展の道筋を支配する自然界の基本法則の解明につながると期待され、その波及効果も大きいと考えられる。

## 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- H. Shintani and H. Tanaka, Frustration on the way to crystallization in glass, *Nature Phys.* 2, 200-206 (2006).
- R. Kurita and H. Tanaka, Critical-like phenomena associated with liquid-liquid transition in a molecular liquid, *Science* 306, 845-848 (2004).
- C. P. Royall, S. R. Williams, T. Ohtsuka and H. Tanaka, Direct observation of a local structural mechanism for dynamic arrest, *Nature Mater.* 7, 556-561 (2008).

## 【研究期間と研究経費】

平成21年度-25年度

151,800千円

ホームページ等

<http://tanakalab.iis.u-tokyo.ac.jp/>



研究課題名 南アフリカ金鉱山における M2 震源域での地震の準備と発生過程の総合観測

立命館大学・理工学部・教授 おがさわら ひろし  
小笠原 宏

研究分野：数物系科学

キーワード：地震現象、地殻変動、地震動

【研究の背景・目的】

震源サイズが数十kmを超える自然の大地震の震源で起こることを予測するために、サイズがせいぜい数十cmまでの岩石試料で行われる室内実験の知見をどのように外挿すべきか？それを知るために、中間サイズの地震の前や発生時に、震源域で起こっていることを至近距離でできるだけ詳細に観察したい。

これまでに、南アフリカ金鉱山の地下2~3.5kmの複数の観測サイトにおいて、地表観測では不可能な詳細さで、最大で100mサイズの地震を含む地震活動域の中で、地震の準備と発生プロセスが観測され始めている。本計画では稠密多点複合観測を行って、さらなる詳細を明らかにし、冒頭の問いに対する答えに迫る。

【研究の方法】

観測候補地は、南アフリカ共和国クラークスドープ市近郊のモアブ・コツオン鉱山の地下約2.5~3kmである。候補地付近は、断層帯内にあり、地質が複雑である。また、金の採掘に伴って断層の法線応力が抜ける。このため、明瞭な前駆を伴って、地震準備・発生プロセスが進行すると期待される。この領域は、2010年と2011年に採掘が本格化し、地震活動も活発化する。2~3年の間にマグニチュード(M)が2~3程度(震源サイズが約百~数百m)の誘発地震が2~3個発生すると期待されている。その前に観測を開始し、2013年ごろまで誘発され続ける多くの地震を観測する。

この鉱山では、複雑な鉱脈を採掘するために、坑道が上下・水平に約100m間隔でほぼ平行に掘削されている。その坑道と断層が交差している付近から長さが数十m以下の何本かのドリリングを行うだけで、断層面上やそれを取り囲むように計器を3次元的に配置させることができる。

本計画では、(1)DC~数十Hzの観測帯域で、前駆を伴う非地震性歪イベントや前震が多発している時の震源域の岩盤の非地震性挙動を高解像度で観測する。また、(2)数十Hz~数十kHzの観測帯域で、100mサイズの断層の地震(高速破壊)にともなう動的応力変化を破壊前線で直接計測する。さらに(3)100mサイズの地震発生やゆっくりした非地震性断層すべりと、数cmスケールの微小破壊(AE)とがどのように関連しながら活動するかを詳しく描

き出す。

この研究は、東京大学、東北大学、京都大学、産業総合技術研究所、東濃地震科学研究所、鹿児島大学、南アフリカ金鉱山(Anglogoldashanti社)や鉱山地震監視会社(ISS社)などのメンバー達との国際産学官協同研究として行われる。

【期待される成果と意義】

室内実験に基づいて、準静的に破壊核が成長し、地震(高速破壊)に至るとい地震発生シナリオが一般に考えられているが、これが実際の地震で検証されたことはない。本研究では、天然の地質構造の中で、このシナリオを初めて検証できる可能性がある。

地震の準備・発展・停止は、準静的現象と動的現象の入れ子構造、あるいは、大小様々なスケールの不均質がコントロールしていると考えられているが、観測による裏付けが乏しく、震源の物理学における謎の一つである。これも本研究によって初めて詳細に観察できる可能性がある。

これらは、100m規模の地震が事前に予測可能な南アフリカ金鉱山で、震源の至近距離に立体的配置の観測観測網を築き、DCから数十kHzまでの周波数帯域を漏れなくカバーしつつ、大きな変動から細かな変動まで高感度かつ広ダイナミックレンジで観測することによって初めて可能になる。本研究は、震源の物理学において長い間困難であり続けた研究課題を解決するものである。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・小笠原宏・他、南アフリカ金鉱山における半制御地震発生実験—至近距離観測による地震発生過程の解明に向けて—、地震2、2009、印刷中。
- ・Naoi, M., et al., Small slow-strain steps and their forerunners observed in gold mine in South Africa, Geophys. Res. Lett., 33, L12304, doi: 10.1029/2006GL026507, 2006.

【研究期間と研究経費】

平成21年度—25年度

148,400千円

ホームページ等

[http://www.ritsumei.ac.jp/se/~ogasawar/SA/SeeSA\\_home.htm](http://www.ritsumei.ac.jp/se/~ogasawar/SA/SeeSA_home.htm)



## 研究課題名 超高压地球化学：地球中心核の化学進化

京都大学・大学院理学研究科・教授 ひらた たかふみ  
平田 岳史

研究分野：地球宇宙化学

キーワード：同位体・放射年代

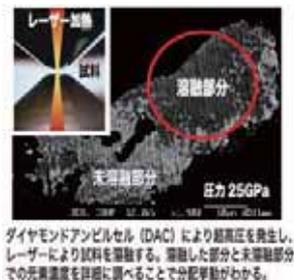
## 【研究の背景・目的】

46億年にわたる地球の形成と進化を理解する上で、最も根本的かつ重要な未解決問題の一つに「地球中心核」の形成がある。地球中心核は地球半径の半分を占めており、地球内部の熱対流・物質循環に大きな影響を与え、さらに地球表層環境を決める決定因子の一つとして生命の誕生と進化にも強く関係してきた。最近では、地球中心核での物質対流（外核での熔融金属の対流）と地球表層環境変化の関係をより定量的に議論する試みが始まっており、地球中心核の物理的あるいは化学組成的な構造を明らかにしようとする意識が急速に高まりつつある。しかしこれまでに得られている地球中心核の情報は主として地震学に基づくものであり、物性や化学組成等の地球化学的情報は極めて限定的である。地球中心核の組成進化や形成過程を明らかにするには、地球化学的制約条件を付すことが最も直接的かつ有効な研究手段であり、これにより地球表層・大気までも含めた“46億年にわたる全地球システムの進化”がはじめて議論できる。

## 【研究の方法】

地球中心核での化学組成情報を得るためには、100GPaを越える超高压発生技術と、20ミクロンに満たない微小金属質試料から正確な微量元素分析を行う化学分析技術が要求される。

申請代表者は10年前から金属試料にも対応できる新しい化学分析法の実用化をすすめており、2008年に独自の局所分析装置の実用化に成功している。研究分担者である広瀬はダイヤモンドアンビルセル(DAC)を用いた超高压実験技術において世界の先導的立場を維持しており、既に地球中心核の圧力条件(>100GPa)の再現に成功している。本研究ではこれら二つの技術を融合し、金属試料の超高压熔融実験と微量元素分配測定を行い、超高压条件下での元素分配挙動とその圧力依



存性を調べることで地球中心核の化学組成やその時間的を実験的に明らかにする。

## 【期待される成果と意義】

本研究の目的は、地球中心核の化学進化を明らかにするという学術的要素の強いものである。世界最高性能の超高压発生技術と超微量元素分析法を組み合わせることにより、人類未到領域（高压高温条件）での元素分配・物性挙動を調べることができ、従来の「外挿による科学」から「直接観察する科学」が実現できる。これにより、地球中心核から表層までを含めた、「全地球規模での物質循環機構の理解」が飛躍的に進むものと期待できる。また長期的展望として、本研究を通じて得られた地球化学的データは地球内部での親鉄性元素の全地球規模での分配挙動・循環機構に関する基礎的知見を与えるため、最近国際的関心が高まっているレアメタル鉱床の成因等に対する応用展開も期待できる。さらに本研究で実用化する超高压発生法や化学分析法は、将来的に新素材開発や金属・半導体試料の超微量元素分析を支える基盤技術となる可能性もあり大きな社会的波及効果も期待できる。地球中心核という学術的要素の高い研究の推進と、それに続く工学的要素の高い研究開発に貢献できる研究課題である。

## 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ T. Hirata, Y. Kon (2008) Evaluation of analytical capability of NIR femtosecond laser ablation-inductively coupled plasma mass spectrometry. *Anal. Sci.*, 24, 345-353.
- ・ K. Hirose (2006) Post-perovskite phase transition and the nature of D" layer, **Superplumes: Beyond Plate Tectonics**, edited by D. A. Yuen, S. Maruyama, S. Karato, and B. F. Windley, Springer, pp. 69-82.

## 【研究期間と研究経費】

平成21年度— 25年度

144, 200千円

ホームページ等

<http://www.kueeps.kyoto-u.ac.jp/>

【基盤研究(S)】  
理工系(数物系科学)



研究課題名 乱流プラズマの動的応答と動的輸送の統合研究

九州大学・応用力学研究所・教授 伊藤 さなえ 早苗

研究分野：数物系科学

キーワード：プラズマ科学

【研究の背景・目的】

国際熱核融合実験炉（ITER）における核燃焼プラズマの実現に向けて、プラズマの高性能化と制御を目指しプラズマ乱流と構造の詳細研究が世界中で活発に行われている。近年の研究により、帯状流やストリーマーといったメゾスケールの揺動が微視的揺動と共存し、乱流輸送を規定する、という描像が確立しつつある。この描像により、磁場閉じ込めプラズマで広く観察される、拡散的輸送より圧倒的に速いプラズマの構造あるいは輸送の変化を説明できる可能性がある。プラズマ燃焼の制御のためには輸送のダイナミックな変動を制御する必要があり、そのために動的輸送応答の理解が強く求められている。本研究では、従来の「線形・局所的・決定論的」描像を「非線型揺動・大域的・確率的」描像へと拡張すべく、乱流と乱流輸送研究の枠組みを改革する事を目標とする。「プラズマ乱流物理学」を一段と深く進展させ、動的・大域的な輸送現象のモデルを形成し、磁場閉じ込めプラズマの動的輸送現象を解明し、ITER等の燃焼制御法の確固たる基盤を提供する。

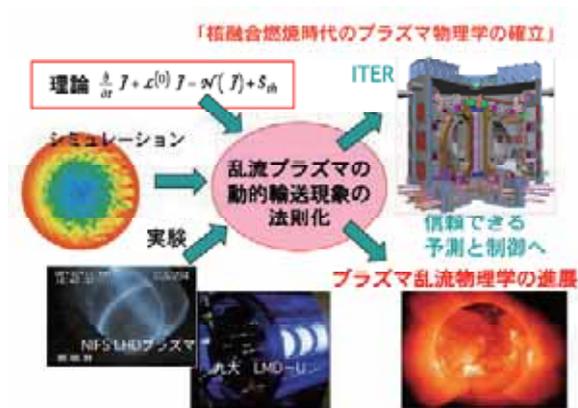
【研究の方法】

先の特別推進研究（H16-H20）「乱流プラズマの構造形成と選択則の総合研究」では、実験・理論・シミュレーションによる統合的研究により乱流プラズマの新しいパラダイムを確立した。この研究手法を更に発展させて、マイクロ、メゾそしてマクロに至る多スケールの揺らぎが共存する「乱流プラズマ」の時空構造や動的応答・遷移の物理過程を定式化し、熱平衡状態からかけ離れた乱流媒質に特有な、大域的・動的乱流輸送にかかわる法則化を試みる。

【期待される成果と意義】

磁場閉じ込めプラズマでの「輸送障壁」の研究は、太陽内部の「タコクライン構造」（回転角速度勾配が急変する面）に代表される自然界の構造の理解を先導した。「乱流プラズマの動的応答」の理解を目指す本研究は、広汎なプラズマ物理学

へのインパクトを与え、宇宙・天体の最先端観測の理解に大きく貢献するだろう。特に、ITER 制御法の研究を加速し、核融合実験炉での予測能力を格段に高めることができる。たとえば、突発的崩壊発生のタイムスケールや平均寿命という予測にあわせ、微視的揺動のモジュレーションなどの相関に着目することによって、突発的現象の発生の事前「予知（予報）」の一方法を提示する。今後の核融合プラズマ研究への応用上の意義は極めて大きい。



【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- \*Transport and Structural Formation in Plasmas, K. Itoh, S-I. Itoh, A. Fukuyama, Bristol, Institute of Physics Publishing, 1999
- \* Plasma and Fluid Turbulence, A. Yoshizawa, S-I. Itoh, K. Itoh, Bristol, Institute of Physics Publishing, 2002
- \* P. Diamond, S-I. Itoh, K. Itoh, T.S. Hahm, Plasma Phys. Control. Fusion 47 R35 (2005)
- \*S-I. Itoh, K. Itoh Plasma Phys. Control. Fusion 43 1055 (2001)

【研究期間と研究経費】

平成21年度－25年度  
163,900千円  
ホームページ等

<http://www.riam.kyushu-u.ac.jp/sanny/s-iitoh@riam.kyushu-u.ac.jp>



## 研究課題名 プロブ顕微鏡を用いた単分子スペクトロスコピー

東京大学・大学院新領域創成科学研究科・教授 かわい まき 眞紀

研究分野：理工系 化学 基礎化学

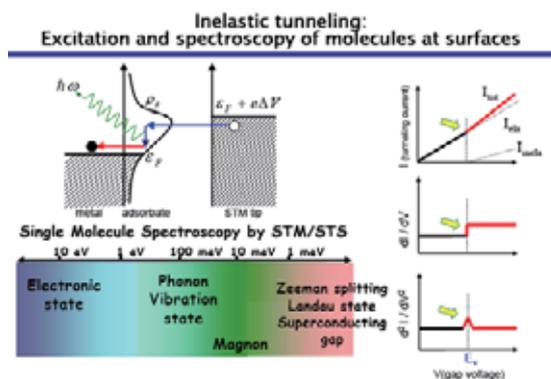
キーワード：表面・界面，単分子操作，ナノプローブ，分子分光

## 【研究の背景・目的】

走査トンネル顕微鏡 (STM) の二つの特性、即ち、(1) サブÅの空間分解能を有することおよび(2) 高い分解能を有する優れた局所電子源であるという特色を最大限に生かして、走査トンネル顕微分光 (STS)、特に、非弾性トンネル電子を利用した分光法のポテンシャルを最大限に引き出し、その背後にある分子科学の基礎学理を確立する。

## 【研究の方法】

非弾性トンネル過程を利用した単分子スペクトロスコピーの可能性を更に探索すべく、(1) 振動励起とそれに伴う分子反応のメカニズムをさらに詳しく調べアクションスペクトルの一般的な解析法を確立すること、(2) トンネル電子の注入による単一分子の振動励起状態が緩和する際、輻射によるエネルギー散逸過程を介して放射される光子 (THzあるいは赤外領域) を検出し、IETS との組み合わせによる新しい単一分子振動分光法を探索すること、(3) 非弾性トンネル分光により検出されるスピン状態を手がかりに、分子スピンと吸着場である表面との相互作用を明らかにすることおよび、(4) 超伝導・磁性体界面におけるアンドレーフ反射を利用した磁性材料のスピン分極率の定量的評価が行われているが、この方法のプロブエリアをナノスケールにまで発展させ単原子、単一分子や磁性元素からなる少数多体系を介して流れるスピン分極した電流の検出を試みる。



## 【期待される成果と意義】

期待される主な成果は、(1) 単分子スペクトロスコピーとして、アクションスペクトルの一般的な解析法を確立し、汎用的な分光法としての地位を確固足るものとする。(2) 分子スピン状態と表面との相互作用に関して、吸着サイトや吸着構造による影響を明らかにする。(3) 吸着分子の振動励起状態の緩和過程におけるエネルギー散逸の検出は、本研究が世界でも初めての試みであり、研究期間中に検出システムを構築し放射される光子の検出を目指す。光子の検出効率が満足いくレベルに達すれば、その後 THz 分光へと展開させる所存である。(4) スピン分極した電流の検出は、装置ができれば可能であると考えている。

本研究提案は、単分子検出としていづれも世界初の試みであり、成功すれば新たな分子科学分野が開拓されると確信している。STM探針を電子源として1つの分子を標的としたスペクトロスコピーの潜在するポテンシャルを引き出す試みは、これまでに高いポテンシャルと実績を有する研究グループだからこそできるユニークなそして挑戦的な課題である。

## 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- M. Ohara, Y. Kim, S. Yanagisawa, Y. Morikawa and Maki Kawai, "Role of molecular orbitals near the Fermi level in the excitation of vibrational modes of a single molecule at a scanning tunneling microscope junction", *Phys. Rev. Lett.* **100**, 136104 (2008).
- S. Katano, Y. Kim, M. Hori, M. Trenary and M. Kawai, "Reversible Control of Hydrogenation of a Single Molecule", *Science* **316**, 1883 (2007).

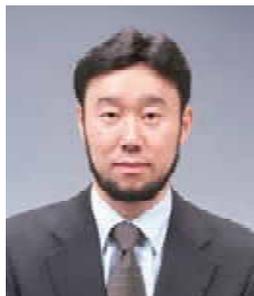
## 【研究期間と研究経費】

平成21年度－25年度

156,600千円

ホームページ等

[http:// www.surfchem.k.u-tokyo.ac.jp/](http://www.surfchem.k.u-tokyo.ac.jp/)



## 研究課題名 水を溶媒として活用する新しい有機化学ワールドの構築

東京大学・大学院理学系研究科・教授 こばやし しゅう  
小林 修

研究分野：化学

キーワード：反応有機化学・水溶媒

### 【研究の背景・目的】

現在の有機化学は、有機溶媒を用いることを前提として体系化されてきた学問である。有機化合物は基本的に有機溶媒にしか溶解せず、反応基質を溶解して均一にすることが反応を迅速に行うための第一原則であると考えられてきた当該分野において、有機溶媒を用いるのが常識であり、実際、様々な種類の有機溶媒が開発されてきた。その一方で、有機溶媒は環境や人体に有害であり、可燃性で危険なものが多い等の問題点がある。我々はこれまでに、溶媒として水を用いる有機化学の研究を行ってきた。水は、ヒトを始めとして動物・植物の生体の主たる構成成分であり、環境や人体に対して無害であり、また、不燃性のため安全でもある。さらに、地球上に豊富に存在するため有機溶媒と比較して安価である。このため、水を有機溶媒の代わりに用いることができれば環境面からも経済面からも理想的である。我々は、有機溶媒が主たる位置を占めている現在の有機化学に対し、「水を溶媒とする新しい有機化学ワールド」の構築を目指して本研究課題を遂行する。

### 【研究の方法】

主なサブテーマとして以下を設定する。

(1) 水溶液中において発現する位置選択的の反応

我々は、水溶液（水と有機溶媒の混合均一溶液）中でのアリル化反応において、亜鉛触媒や銅触媒を用いた場合に、有機溶媒のみの場合とは異なる位置が選択的に反応することを見いだしている。これはまさに水溶媒特有の効果が現れた興味深い現象であり、反応機構に関する詳細な解明の検討を行うとともに、この反応を他の付加反応に展開する。

(2) 水の中で機能するゼロ価の金属触媒

ゼロ価のインジウムを用いることで、水中でケトンのアリル化反応が進行することがごく最近申請者によって示されている。これまで価数がゼロである金属の水溶液中での活用例は少なく、これもまた興味深い現象である。本研究課題においてはゼロ価インジウムの他の反応への適用、また、他のゼロ価金属の活用に関する検討を行う。

(3) 水溶性分子を用いる水中での効率的反応

我々はごく最近、パラジウム触媒を用いることで水溶液中でアンモニアから第一級アリルアミンを選択的に合成する方法を見出している。アンモ

ニアのような水溶性の小分子において選択性を発現させたことは意義深い。今後アンモニアのさらなる活用を検討するとともに、種々の水溶性分子の活用を行う。

### 【期待される成果と意義】

これらの研究課題は、いずれも我々が独自に見出した水溶媒反応に関する知見に基づくものであり、独創的である。有機溶媒中での有機化学とは異なる新しい水中での有機化学ワールドの創造が大きく期待される。これらの成果は有機化学全体に大きなインパクトを与えるものと予想される。

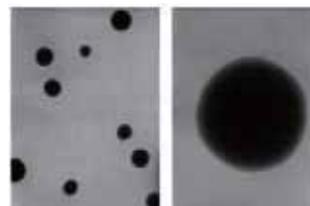


図1：水中に構築された反応場（透過型電子顕微鏡写真）

### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

・ Zn-Catalyzed Asymmetric Allylation for the Synthesis of Optically Active Allylglycine Derivatives. Regio- and Stereoselective Formal  $\alpha$ -Addition of Allylboronates to Hydrazono Esters, M. Fujita, T. Nagano, U. Schneider, T. Hamada, C. Ogawa, S. Kobayashi, *J. Am. Chem. Soc.*, **130**, 2914-2915 (2008).

・ Lewis Acid Catalysis in Water with a Hydrophilic Substrate : Scandium-Catalyzed Hydroxymethylation with Aqueous Formaldehyde in Water, M. Kokubo, C. Ogawa, S. Kobayashi, *Angew. Chem. Int. Ed.*, **47**, 6909-6911(2008).

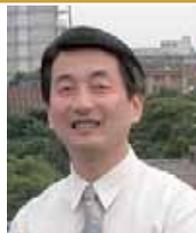
### 【研究期間と研究経費】

平成21年度－25年度

166,000千円

ホームページ等

[http://www.chem.s.u-tokyo.ac.jp/users/synorg/index\\_J.html](http://www.chem.s.u-tokyo.ac.jp/users/synorg/index_J.html)



## 研究課題名 動的化学に立脚した超分子錯体システムの創製

東京大学・大学院理学系研究科・教授

しおのや みつひこ  
塩谷 光彦

研究分野：化学

キーワード：超分子錯体

## 【研究の背景・目的】

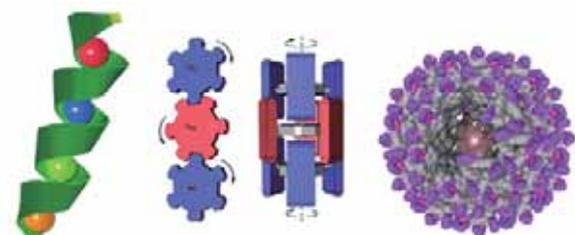
新しい超分子機能は、「要素」の精密合成と「結合」の定量的設計により創出される。その際、「要素」間に働く相互作用は、「要素」の数、配向、配列、および相対配置を動的に変換し、特異な反応場形成や機能の複合化を可能にする。従って、これらの「要素」には、機能発現のための「結合」に関する情報が内包されている必要がある。このような視点で、多成分系の超分子連携システムをつくること、すなわち、多様な「結合」を動的制御し、複数の「要素」を合目的に配列し、高い超分子連携機能を構築する手法を確立することは、重要かつ挑戦的な課題である。本研究は、自己集合情報を内包した有機分子を合理設計し、10 nm サイズの多成分系超分子の構築法を確立し、これらを「エネルギー変換」・「運動変換・伝搬」・「物質変換・輸送」といった複合機能を含む超分子連携システムに発展させることを目的とする。

## 【研究の方法】

本研究では、以上の観点から超分子を自己集合的手法により構築し、構造・機能解析およびナノ分子システムへの展開を図る。精密分子設計、超分子合成、溶液・結晶解析、表面固定・解析、様々な分光測定により、多面的なアプローチを行う。

## (1) 分子・イオン配列プログラミング

- ① 人工生体高分子による金属配列制御
- ② ヘテロ自己集積体のステップワイズ合成
- ③ アザトリプチセン：多重鎖分子電線の構築
- ④ ナノからサブミクロンサイズの動的空間
- ⑤ 巨大有機分子による動的ナノカプセル合成
- ⑥ 金属アコ錯体の集積化によるナノ水滴
- ⑦ 大環状金属錯体のサブミクロン集積化
- ⑧ 分子運動デバイスと連動システム
- ⑨ 二つの回転運動の連動スイッチング
- ⑩ 回転運動と直進運動の連動システム
- ⑪ 光駆動型分子モーターの創出



## 【期待される成果と意義】

本研究では、生体機能の作動原理を取り入れつつ、申請者らが開発した、人工プログラム分子、分子運動素子、動的ナノカプセルの化学を展開し、「プログラミング」・「変換」・「連動」を *keyword* とする、独自の超分子連携システムを構築する。これらは、生体高分子の特性を生かした *bio-inspired* 分子、あるいは系統的な化学修飾が可能な人工多座配位子と遷移金属イオンとの組み合わせによる機能性超分子群を基盤材料とし、最終的には、機能性超分子の配列プログラミング、長距離運動伝搬システム、分子輸送システム等に関連する超分子連携システムを目指す。これらのアプローチは、多成分系の金属錯体型超分子を階層的にシステムに組み上げる手法を提供するものである。また、そのサイズは 10 nm レベルを超えサブミクロンサイズに到達することが期待され、*bottom-up* 法と *top-down* 法との融合による新しい学術領域の創成を促すであろう。

本研究の成果は、錯体化学のみならず、超分子化学、材料化学、触媒化学、バイオテクノロジー等の分野に波及効果を及ぼすことが期待される。

## 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ A Discrete Self-Assembled Metal Array in Artificial DNA, K. Tanaka, T. Kato, M. Shionoya et al., *Science* 299, 1212-1213 (2003).
- ・ Ranging Correlated Motion (1.5 nm) of Two Coaxially Arranged Rotors Mediated by Helix Inversion of a Supramolecular Transmitter, S. Hiraoka, M. Shiro, M. Shionoya et al., *J. Am. Chem. Soc.* 130, 9089-9098 (2008).
- ・ A Self-Assembled Organic Capsule Formed from the Union of Six Hexagram-Shaped Amphiphile Molecules, S. Hiraoka, K. Harano, M. Shiro, and M. Shionoya, *J. Am. Chem. Soc.* 130, 14368-14369 (2008).

## 【研究期間と研究経費】

平成 21 年度 - 25 年度

166,000 千円

ホームページ等

<http://www.chem.s.u-tokyo.ac.jp/users/bioinorg/index.html>

## 【基盤研究(S)】 理工系(化学)



### 研究課題名 希土類元素を基盤とする新反応場の構築

理化学研究所・基幹研究所・主任研究員 侯 召 民 (こう しょうみん)

研究分野: 化学

キーワード: 有機金属化学、多核錯体、錯体・有機金属触媒、高分子合成

#### 【研究の背景・目的】

有機合成や高分子合成などの物質変換化学は一定の成功を収めつつも、期待されるレベルの高さからみればまだ極めて不満足な状態にあり、さらなる進歩を実現するためには、様々な金属の特徴を生かした、斬新な分子設計に基づく新規触媒の開発が極めて重要な鍵となっている。希土類金属は、従来の触媒、反応試剤開発において広く用いられてきた典型金属や d-ブロック遷移金属とは異なる独特の性質をもっており、従来の触媒にはない新しい物質変換機能の発現が期待される。本研究では、提案者がこれまで独自に進めてきたカチオン性希土類錯体触媒や希土類ヒドリドクラスターなどの研究をさらに深化・発展させると共に、d-ブロック遷移金属や典型金属との異種金属混合型錯体へも展開させ有機金属化学の新しい研究領域を開拓し、従来の触媒では実現困難な新規物質変換反応や高選択的かつ高効率な精密重合/共重合反応、精密有機合成反応などの開発を目指す。

#### 【研究の方法】

様々な補助配位子を有する希土類ジアルキル錯体を合成し、それらをカチオン性アルキル錯体へと変換し、様々なオレフィン類の重合/共重合反応について詳細に検討するとともに、アルキンやアルケンのカルボメタリゼーション反応などについても検討を行い、精密有機合成への展開を図る。また、得られた希土類ジアルキル錯体を水素と反応させることによって対応するポリヒドリド錯体を合成し、さらにこれらのヒドリドクラスターなどをベースに様々な異種金属多核錯体の合成を行い、多金属間の協奏機能を開拓することによって、従来の単核錯体では実現困難な新規物質変換反応の開発を目指す。さらに、本研究で開発される新しい構造をもつ有機ポリマー材料を始めとする新規物質群の物理・機械・光学特性などについても検討し、新機能材料の開発へも展開する。

#### 【期待される成果と意義】

本研究で開発するカチオン性希土類アルキル錯体は、酸化状態が変わりやすい多くの d-ブロック

遷移金属では実現できない真の「シングルサイト」重合触媒の構築が可能である。一方、多核希土類ヒドリドクラスターや希土類と d-ブロック遷移金属などを合わせもつ異種多核金属アルキルまたはヒドリド錯体は、隣接同種または異種金属による特異な協同効果が発揮できかつ高い反応性を有する、これまでにない新しい反応場の提供が期待できる。本研究が成功すれば、有機金属化学、触媒化学、高分子化学、有機合成化学などの基礎化学の新たな発展に大きく寄与するだけでなく、本研究を通じて開発される新触媒、新反応及び新規有用物質は化学産業の発展にも貢献できると期待される。

#### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- Y. Luo, J. Baldamus, and Z. Hou, "Scandium Half-Metallocene-Catalyzed Syndiospecific Styrene Polymerization and Styrene-Ethylene Copolymerization: Unprecedented Incorporation of Syndiotactic Styrene-Styrene Sequences in Styrene-Ethylene Copolymers", *J. Am. Chem. Soc.* **2004**, *126*, 8080–8081.
- Z. Hou, M. Nishiura, and T. Shima, "Synthesis and Reactions of Polynuclear Polyhydrido Rare Earth Metal Complexes Composed of "(C<sub>5</sub>Me<sub>4</sub>SiMe<sub>3</sub>)LnH<sub>2</sub>" Units: A New Frontier in Rare Earth Metal Hydride Chemistry", *Eur. J. Inorg. Chem.* **2007**, 2535–2545.
- L. Zhang, M. Nishiura, M. Yuki, Y. Luo, and Z. Hou, "Isoprene Polymerization with Yttrium Amidinate Catalysts: Switching the Regio- and Stereoselectivity by Addition of AlMe<sub>3</sub>", *Angew. Chem. Int. Ed.* **2008**, *47*, 2642–2645.

#### 【研究期間と研究経費】

平成21年度－25年度

163,600千円

ホームページ等

<http://www.riken.jp/lab-www/organometallic/index.html>

houz@riken.jp



## 研究課題名 金属触媒の複合利用による安定化学結合の活性化と合成的変換

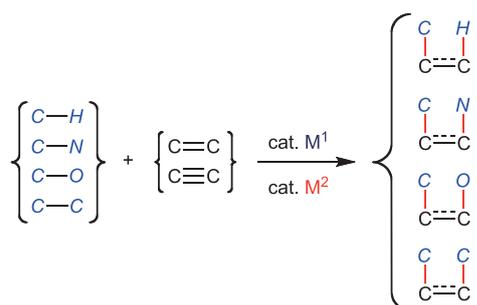
京都大学・大学院工学研究科・教授 **ひやま ためじろう**  
**檜山 爲次郎**

研究分野：化学

キーワード：錯体・有機金属触媒

### 【研究の背景・目的】

有機合成は、高度な文明社会を支える有用物質の創製に大きく寄与している。しかしながら、環境調和、省資源、安全性の観点から解決すべき課題は依然として多い。特に持続可能社会の実現には、既存の有機合成がもたらす環境負荷を大幅に低減する必要があるが、既知反応の改良には限界があり、全く新しい概念に基づく新しい有機合成反応の創出が急務である。既知反応の多くは、分子を事前に官能基化して、これを手がかりに新しい結合を構築するものであった。この手法では、標的分子の合成に多工程を要するうえ、その過程で多量の副生成物を排出する問題がある。多くの有機分子は、炭素—水素、炭素—炭素、炭素—窒素、炭素—酸素結合（以下それぞれ C-H, C-C, C-N, C-O 結合と略記）を含むので、これらを活性化して新しい結合を形成する反応が事前に官能基化する必要がないため原子効率にきわめて優れている。これらの結合の活性化に遷移金属触媒が用いられているが、通常あまり簡単ではない。そこで本研究では、異なる金属触媒を複合的に利用し、その協同的触媒作用によってこれらの安定化学結合を活性化し、これを利用して触媒的に C-C, C-N, C-O 結合を形成する反応の創出を目指す。



### 【研究の方法】

これまでに開発してきたニッケル／ルイス酸の協同触媒作用による C-H 結合および C-CN 結合の活性化法をさらに発展させ、ニッケルをはじめとするさまざまな遷移金属とルイス酸の協働触媒による不活性結合の新しい変換反応を開発する。とくに、安定化学結合間にアルケンやアルキンなどの不飽和化合物を挿入させる付加反応の開発に注力する。具体的にはまず、これまで開発してきたヒドロアリール化反応およびカルボシアノ化反応の基質適用

範囲拡大をすすめ、合成反応としての一般性を確立する。特にアルケンを基礎原料とする現代有機工業化学に鑑み、アルケンに対する付加反応を重点的に開発する。また、遷移金属／ルイス酸協働触媒を C-CN 結合以外の歪みのない C-C, C-N, C-O 結合の活性化に応用して、不飽和化合物のアミノシアノ化反応、アルコキシシアノ化反応、カルボアシル(イミノ)化反応、カルボアミド化反応、アミノアミド化反応およびアルコキシアミド化反応を開発する。

### 【期待される成果と意義】

有機合成化学は、革新的な新反応の開発によってしばしば飛躍的に発展してきた。最近では、クロスカップリング、オレフィンメタセシスが標的分子の合成戦略を一変させ、 $sp^2$  炭素間結合形成や大環状分子の合成を格段に容易にしたことは、記憶に新しい。本研究で開発する安定な結合の活性化を利用する触媒的 C-C 結合形成反応は、いずれもこれまでの有機合成の常識では考えられなかった分子変換を実現するものであり、分子の逆合成に革新をもたらす可能性を秘めている。医薬品から材料に至るさまざまな機能分子の探索、環境調和合成、工業生産に広く応用できる可能性があり、有機合成化学に与えるインパクトはきわめて大きい。

### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- “A Dramatic Effect of Lewis Acid Catalyst on Nickel-catalyzed Carbocyanation of Alkynes” Nakao, Y.; Yada, A.; Ebata, S.; Hiyama, T. *J. Am. Chem. Soc.* **2007**, *129*, 2428–2429.
- “A Strategy for C-H Activation of Pyridines: Direct C-2 Selective Alkenylation of Pyridines by Nickel/Lewis-acid Catalysis” Nakao, Y.; Kanyiva, S. K.; Hiyama, T. *J. Am. Chem. Soc.* **2008**, *130*, 2448–2449.

### 【研究期間と研究経費】

平成 21 年度－25 年度

164, 100 千円

ホームページ等

<http://npc05.kuic.kyoto-u.ac.jp>

## 【基盤研究(S)】 理工系(化学)



### 研究課題名 異種界面接合を基盤とする高分子光運動材料の構築

東京工業大学・資源化学研究所・教授 いけだ とみき  
池田 富樹

研究分野：化学

キーワード：機能性高分子

#### 【研究の背景・目的】

クリーンで無尽蔵な太陽光エネルギーを電気を介さず直接力に変換できる材料では、原理的に小型軽量化や高い変換効率の実現が期待できる。池田は平成16-20年度基盤研究(S)を遂行する過程において、高分子内に架橋を施したフィルムが光により屈曲し、力へと変換できることを見いだした。この独創的な成果は世界中に大きなインパクトを与え、液晶高分子の光運動に関する研究の急速な進展を促す契機となった。高性能な光運動材料の構築においては、フォトクロミック分子の光吸収および変形、液晶分子の配向変化、液晶相の変化やフィルム表層の収縮など、ナノレベルからマクロレベルへの階層的かつ高効率な光-力変換が不可欠である。さらに、積層膜における界面の接合状態が極めて重要な鍵を握ると予想されるが、その界面接合の学理と形成技術においては手つかずの状態にある。

そこで本研究課題では、液晶の分子構造、相状態、分子配向や高分子の架橋密度など種々の項目を検討し最適化するとともに、電子線架橋、光架橋、精密重合などの手法を駆使し様々な基材フィルムとの強固な異種界面接合を形成することにより、高性能光運動材料の構築を図る。

#### 【研究の方法】

架橋液晶高分子フィルムにはフォトクロミック分子であるアゾベンゼンが液晶分子として組み込まれている。紫外光を照射すると表層のみで光吸収が起こり、表層でトランス-シス異性化が起こる。このフォトクロミック反応を引き金にして表層のみで液晶分子の配向秩序度における大幅な減少が協同的に誘起される。その結果、表面層の収縮を引き起こされ光源方向に向かって屈曲が誘起されると考えられている(図1)。

最近では、この架橋液晶高分子フィルムを、接着層を介して種々の汎用高分子基材フィルムへと接合することにより、回転や並進など多彩な動作モードへ展開可能であることを明らかにしている。高性能な光運動材料の創製において、積層膜界面の形成および制御は極めて重要であると予想されるが、これまで界面接合の観点から光運動材料に取り組んだ研究は皆無である。そこで本研究課題では、電子線架橋、光架橋、精密重合などに造詣

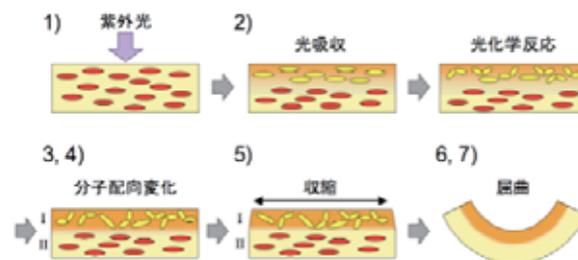


図1 光屈曲のメカニズム

が深い分担者と有機的に連携しつつ、以下の項目について研究を行う。

- (1) 異種界面生成メカニズムの探究とダイナミクスの解明
- (2) 異種界面接合技術の確立
- (3) 新規複合界面の構築と光運動材料への展開

#### 【期待される成果と意義】

上述した項目の遂行により界面接合を解き明かし新たに材料構築を行うことによって、小型軽量な高分子光運動材料の飛躍的な性能向上が図られ、低エネルギー社会実現へ向け大きく前進すると期待される。

#### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- Y. Yu, M. Nakano and T. Ikeda  
Directed Bending of a Polymer Film by Light  
Nature, 425, 145 (2003).
- M. Yamada, M. Kondo, J. Mamiya, Y. Yu, M. Kinoshita, C. J. Barrett and T. Ikeda  
Photomobile Polymer Materials - Towards Light-Driven Plastic Motors  
Angew. Chem. Int. Ed., 47, 4986-4988 (2008).

#### 【研究期間と研究経費】

平成21年度-25年度

163,300千円

ホームページ等

<http://www.res.titech.ac.jp/polymer>  
[tikedata@res.titech.ac.jp](mailto:tikedata@res.titech.ac.jp)



研究課題名 バイオサイエンスを支えるイオン液体の開発

東京農工大学・大学院共生科学技術研究院・教授

おおの ひろゆき  
大野 弘幸

研究分野: 化学

キーワード: 生体機能応用デバイス

【研究の背景・目的】

構成イオンをデザインし、融点を著しく低くした塩は室温でも液状で、イオン液体と呼ばれる。分子性液体とは全く異なる特性を有しているため、新規反応溶媒としての展開など爆発的に研究例が増加している。本研究は、有機イオンの構造の多様性に注目して、バイオサイエンス分野に貢献できるイオン液体の設計を目的とし、従来の水系に依存した生物化学を非水系に展開するものである。特に将来のエネルギー危機に対処するための非水系バイオマス燃料電池と、空気中で安定作動する細胞工学デバイスの作製を行うための基礎を確立することを最終目的とする。

具体的には、以下の項目を目標とする。

- (1) バイオマスからセルロースなどの有用物質を非加熱で抽出できるイオン液体を開発する
- (2) イオン液体中で機能するよう設計された酵素類により、セルロース類をグルコースやセロビオースなどに変換する
- (3) 多種類のバイオマスをエネルギー源とし、幅広い条件で安定作動する非水系バイオマス燃料電池を試作する
- (4) 細胞活性を保つことのできるイオン液体の開発にチャレンジし、空気中で機能する細胞ビルドアップデバイスの基礎を確立する

【研究の方法】

これまでに蓄積してきた数百のイオン液体のデータベースを駆使して、構成イオンの構造と塩の物性の相関を整理し、高極性イオン液体を設計し、バイオマスからのセルロース類の抽出能力を評価する。また、さまざまな機能イオン液体を設計し、天然高分子の溶媒、担体として評価する。

バイオ燃料電池に用いることのできる酵素群をイオン液体中に高次構造を保ちながら可溶化あるいは固定させる方法論を検討する。直接溶解のほか、必要であれば酵素表面への両親媒性物質の化学修飾を行い、イオン液体との親和性を改善する。その後、基質を溶解させたイオン液体中での酵素反応を促進させる。電極上の酵素反応はエネルギー密度が低いので、高効率でエネルギー抽出を行えるよう、金などからなるナノ粒子を修飾した電極を用いてバイオ燃料電池の構築を進める。

昆虫細胞や心筋細胞をイオン液体中で機能させ

るための方法論を開拓し、細胞をパターン配列させたアレイをイオン液体中で機能させ、細胞アクチュエーターとして評価する。純粋なイオン液体ではこの課題は達成できないであろうから、水の機能を有効に利用した混合系の展開も併せて検討する。

【期待される成果と意義】

従来の分子性溶媒では達成できなかった「イオン液体ならではの科学」を確立することにより、様々なバイオ分野へのイオン液体の展開の基礎を築くことができる。例えば、イオン液体中でバイオマスからセルロースを抽出し、分解し、酵素反応により直接エネルギーに変換する3段階のステップを one-pot で行うことが可能となる。これにより、現在は廃棄されている莫大な量のバイオマスを有効に且つ省エネルギー的に処理し、新たなエネルギー源として利用できる。

また、これまで不可能とされてきた非水系での細胞機能維持が可能となれば、空気中で作動するバイオマイクロアクチュエーターの構築などが可能となるものと期待される。

このように、本研究ではバイオサイエンスには水が不可欠であるという盲信的な考えを改め、幅広い条件でバイオ物質を機能させることを目指し、より扱いやすいバイオデバイスの設計につながる基礎を確立する。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ H. Ohno and K. Fukumoto, "Amino Acid Ionic Liquids" *Accounts of Chemical Research*, 40, 1122-1129 (2007).
- ・ H. Ohno Ed., "Electrochemical Aspects of Ionic Liquids" Wiley Interscience, New York (2005).

【研究期間と研究経費】

平成21年度－25年度

145,600千円

ホームページ等

<http://www.tuat.ac.jp/~ohno/index.html>

【基盤研究(S)】  
理工系(工学I)



研究課題名 近接場マルチプローブ分光の基盤技術開発

京大大学・大学院工学研究科・教授 かわかみ よういち  
川上 養一

研究分野：工学

キーワード：光物性，半導体，微小光学，光計測，走査プローブ顕微鏡

【研究の背景・目的】

これまで開発されたカソードルミネッセンスや近接場光学顕微鏡 (SNOM) などの顕微分光技術では、如何にして微細な領域を光励起するかには焦点がおかれていた。したがって、キャリア拡散による空間分解能の低下は不可避であり、それらを詳細に評価するための計測技術は確立していない。

本研究は、微細加工された材料やデバイスそして生体細胞などの各部位へ近接場領域で光アクセス可能なマルチプローブヘッドを開発し、生成された励起子やキャリアの再結合によって生じるルミネッセンスなど、光ダイナミクスを測定するための基盤技術を開拓することを目的としている。すなわち、時間、空間、波長、発光強度からなる5次元データを、並列測定し高速で解析することによって、キャリアの拡散、局在、輻射および非輻射再結合過程をナノ空間において可視化する技術を開発し、新材料・デバイスを研究・開発する上で、非常に有用なツール実現を目指す。

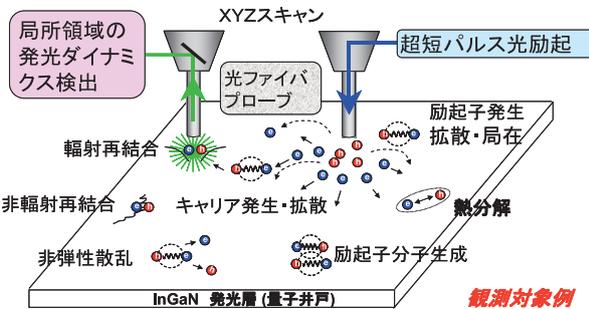


図1：近接場マルチプローブ分光の概念図

【研究の方法】

近接場シングルプローブ技術において、10 nmの空間分解能とピコ秒レベルの時間分解能を両立させて、輻射再結合過程によって生じる発光スペクトルと非輻射再結合過程によって生じる熱スペクトルを同時に検出することを目指す。このことにより、InGaN 量子井戸中の自然形成ナノ構造による局在中心の空間広がりやエネルギー深さに関する情報や転位や欠陥による非輻射再結合中心の分布や捕獲断面積の情報など再結合中心の同定技術を開発できるものと期待される。

さらに、光ファイバ先端などからなる一個の微小開口から試料の微小領域を光励起し、数 10 nm～数 μm 程度離れた場所からの発光を別の微小開口プローブを用いて時間分解で検出するマルチプ



図2：試作された近接場2プローブ分光装置

ローブ技術の開発に取り組む。また、時間・空間・波長・強度の多次元データをそれぞれの切口から解析する手法を開発することで、多点間の相関関数など、異なる空間で時々刻々に相互作用して生じる現象を可視化する手法とアルゴリズムを開発する。このことにより、キャリアや励起子の拡散、局在化、輻射、非輻射再結合過程に関するダイナミクスの詳細な解析・評価が可能となる。

【期待される成果と意義】

近接場マルチプローブ分光が実現すれば、(a) ワイドギャップ半導体低次元構造の分光のみならず、(b) フォトニック結晶などの光集積デバイスにおける動作モニタリングや (c) 神経細胞における機能発現を測定することにも展開し、半導体ナノ構造における励起子局在や光機能性発現、さらには生体細胞のシグナル伝達など、離れた場所で相互作用・協調して生じる現象に関する新原理の探索と発見が期待される。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

・ A. Kaneta, M. Funato, and Y. Kawakami, “Nanosopic recombination processes in InGaN/GaN quantum wells emitting violet, blue, and green spectra”, *Phys. Rev. B*, **78**, pp.125317/1 - 7 (2008).

・ Y. Kawakami, A. Kaneta, and M. Funato, “Assessment and control of recombination dynamics in  $In_xGa_{1-x}N$ -based quantum wells”, *Materials Sci. Forum* **590**, *Advances in Light Emitting Materials*, pp.249-274 (2008).

【研究期間と研究経費】

平成21年度～25年度

123,900千円

ホームページ等

<http://www.optomater.kuee.kyoto-u.ac.jp/>



研究課題名 繰り返しと光周波数を同時安定化した GHz 帯モード同期パルスレーザーの実現とその応用

東北大学・電気通信研究所・教授 なかざわ まさたか  
中沢 正隆

研究分野：応用物理学・工学基礎

キーワード：レーザー、量子エレクトロニクス、非線形光学、光計測、光制御

【研究の背景・目的】

繰り返し周波数が 10~40 GHz の短光パルス光源は、超高速光通信、光信号処理、ならびに光 metrology などの分野において幅広く利用されている。このようなパルスレーザーの光周波数標準・光計測ならびにコヒーレント光通信への応用においては、その繰り返し周波数だけでなく光周波数をも同時に制御する技術が大変重要となる。本研究では、光通信波長 1.5 μm 帯において、繰り返し周波数を Cs 共鳴線(9.1926 GHz)に安定化し、さらに光周波数をアセチレン(C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>)分子吸収線(1538 nm)に同時安定化したモード同期レーザーを世界で初めて実現することを目的とする。さらに、この出力を光ファイバネットワークを介して一般に配信するような光 metrology 技術および超高速コヒーレント光通信への応用展開を図る。

【研究の方法】

本研究で開発する 2 種類の同時安定化パルス光源を図 1 に示す。①は、繰り返しを Cs 共鳴線に安定化したパルスレーザー (Cs 光時計) の出力スペクトルから縦モード 1 本を抽出し、その周波数を C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> 分子に安定化することにより、同時安定化を実現する方法である。一方②は、C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> 周波数安定化 CW レーザの光出力を、超高安定な Cs 原子発振器を基準とする変調周波数によりパルス化する方法である。両者の性能を詳細に評価・検討しながら、理想的な周波数安定化パルス光源を完成させる。最終的には光ファイバ伝送路を用いたパルス伝送実験により本レーザーの光 metrology および次世代コヒーレントパルス伝送への有用性を明確にする。

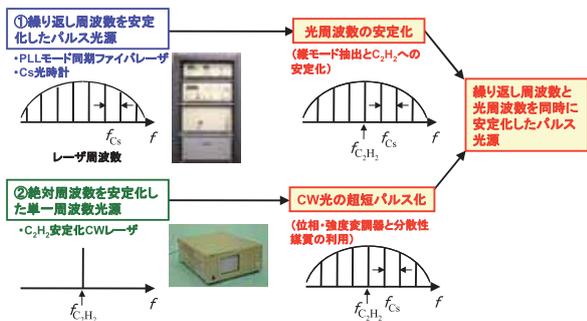


図 1 本研究で開発する新たな同時安定化パルス光源

【期待される成果と意義】

超高速光パルスの高精度周波数制御技術が確立されれば、Cs 時間標準および C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> 光周波数標準と同程度の長期安定度を有する基準信号が一台の光源から同時に出力できるようになる。さらに、この標準信号を光パルスに載せ光ファイバを介して世界中に遠隔供給する“標準信号の光ネットワーク配信”が可能になり、計測・標準の分野において大きな波及効果が期待される。さらに光通信の分野においても、QAM (Quadrature Amplitude Modulation) や OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) などの位相 (周波数) を利用した光伝送技術が飛躍的に発展し、光をマイクロ波のように使いこなす先端学術分野 (マイクロ波フォトンクス) の創出が期待できる。それらの様子を図 2 に示す。このような応用が可能なのは、本レーザーが他のレーザーとは異なり光通信波長帯で 9.1926 GHz という高繰り返しの超短光パルス (10 Gbit/s の伝送信号に近いパルス) を発生させることが出来る点が特徴である。

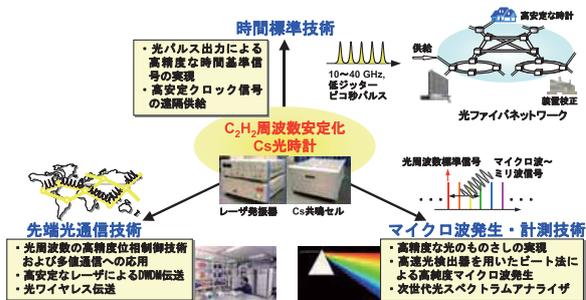


図 2 時間と周波数を安定化した光源の重要性

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ M. Nakazawa and K. Suzuki, "Cesium optical atomic clock: an optical pulse that tells the time," Opt. Lett., vol. 26, pp. 635-637, 2001.
- ・ M. Nakazawa, K. Kasai, and M. Yoshida, "C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> absolutely optical frequency-stabilized and 40 GHz repetition-rate-stabilized, regeneratively mode-locked picosecond erbium fiber laser at 1.53 μm," Opt. Lett., vol. 33, pp. 2641-2643, 2008.

【研究期間と研究経費】

平成 21 年度 - 25 年度  
141,500 千円  
ホームページ等

<http://www.nakazawa.riec.tohoku.ac.jp>

基盤研究(S)



## 研究課題名 紫外プラズモニクスの開拓

大阪大学・大学院工学研究科・教授 かわた さとし  
河田 聡

研究分野：工学

キーワード：光計測・プラズモニクス

### 【研究の背景・目的】

本研究は、これまで原理的に可視光・近赤外に限定されていた「プラズモニクス」の分野を紫外・深紫外領域に展開し、紫外領域でのナノ構造と光の相互作用の科学およびそのバイオサイエンス・デバイス工学・ナノ材料科学への展開を目指すことを目的とします。

プラズモニクスの意義は、フォトンと金属自由電子の集団的振動の相互作用により、金属表面に極めて高い運動量（波数）を持つ表面電磁場を局在させることができる点にあります。しかし、金属材料はプラズマ振動数を可視域にもち、それを超える紫外領域では誘電体となるため、プラズモニックなスローライト効果や光の増強効果は得られません。そのため、従来「プラズモニクス」とは可視・近赤外領域の科学であるというのが常識でした。しかし、紫外・深紫外領域は、バイオイメージングや半導体デバイスの評価等において今後ますます重要となります。本研究では、「紫外域でのプラズモニクス」の科学を開拓し、バイオサイエンス・デバイス工学・ナノ材料科学への貢献をはかります。

### 【研究の方法】

#### 1. 紫外プラズモニクスの原理開発

金属材料を基礎とする可視プラズモニクスに代わる紫外プラズモニクスの原理研究を行います。金属材料は、その局在プラズモン波長が350nmから500nm付近に存在し、紫外領域では透明な誘電体として振る舞います。そのため、プラズモニックな効果は期待できません。私たちは、従来の金属に代わり、紫外域でプラズモニック効果を得る手法の、原理開発および実証を行います。この新原理に基づいてナノ粒子（球、ロッド、ピラミッド、キューブ）やチップを作製し、共鳴波長を深紫外から近紫外領域で制御します。共鳴効果を高め、大きな電場増強効果を得るために、理論計算からの検討も加え、波長によって最適なナノ構造を提案します。

#### 2. 紫外プラズモニックナノプローブのバイオイメージングへの応用

紫外プラズモニクスの原理に基づき作製したナノ構造体をプローブとして用いて、生体分子のナノイメージングを行います。多くの生体分子は、深紫外領域に電子共鳴を持つため、これを利用することにより可視では得られないユニークな情報を得ることができます。また、プラズモニックナノプローブを用いた近接場イメージングでは、分解能はプローブの大きさ程度となり、光の回折限界に左右されません。これらの技術を応用し、生体分子の空間分布や配向、構造に関する情報をナノスケールの空間分解能で得るための技術を確立します。

### 【期待される成果と意義】

これまで紫外でのプラズモニクス研究は世界に例がありませんでした。しかし、紫外光のフォトンエネルギーは物質の電子共鳴準位のエネルギーに相当し、光スペクトルの中でも利用価値の高い波長域として位置づけられます。本研究は、紫外技術とその応用に、紫外プラズモニクスを基礎とした近接場光学・ナノフォトニクスを結びつけます。「紫外プラズモニクス」はそれ自体が全く新しい科学であるのみならず、新しい産業応用分野をも開拓するポテンシャルを秘めています。

### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

1. S. Kawata, "Near-Field Optics and Surface Plasmon Polaritons," Springer (2001).
2. S. Kawata and V. M. Shalaev, "Tip Enhancement," Elsevier (2007).
3. A. Taguchi, N. Hayazawa, K. Furusawa, H. Ishitobi, S. Kawata, "Deep-UV tip-enhanced Raman scattering", J. Raman Spectrosc (in press).

### 【研究期間と研究経費】

平成21年度－25年度

150,700千円

ホームページ等

[http://lasie.ap.eng.osaka-u.ac.jp/home\\_j.html](http://lasie.ap.eng.osaka-u.ac.jp/home_j.html)



## 研究課題名 カーボンナノチューブ複合材料の設計・合成・ 評価ループ構築と高機能化に関する研究

東北大学・大学院工学研究科・教授 **橋田 俊之** はしだ としゆき

研究分野：工学

キーワード：カーボンナノチューブ、複合材料、セラミックス、前駆体法、機械・電気的特性

### 【研究の背景・目的】

カーボンナノチューブ(CNT)は、新素材としてこれまでに多くの注目を集め、物性の解明について飛躍的な進展が図られ、実用材料への今後の展開が強く期待されている。高分子基複合材料についてはCNT分散法や界面特性改善法などの技術開発が進み、一部は実用化されるに至っているものもある。これに対して、高分子より厳しい環境で利用可能なセラミックス基複合材料には、これまで十分な実用化には至っていないのが実情である。この隘路は、CNTがセラミックスマトリックス中で凝集・クラスター化するため分散効果を発現できなく、複合材料の機械的特性がむしろ大きく低下することにある。

本研究では、セラミックスのうち安価な実用素材であるアルミナを主たるマトリックスの対象とし、前駆体法を利用したCNTセラミックス基複合材料の作製に関する検討を行うことにより、実用化を目指した複合材料の高機能化を実現するための研究を推進する。

### 【研究の方法】

本研究においては、CNTとして比較的安価な多層カーボンナノチューブ(MWNT)を利用する。マトリックス中での分散性ならびに界面特性を向上させるために、CNT剛性(特に肉厚)の影響ならびに混酸を用いたCNTの表面処理の影響に関する検討を行う。分散性の検討においては強度などの機械的特性に加えて、電気伝導度などの電気的特性の測定結果も踏まえる。また、従来の検討で多用されてきたアルミナ粉とCNTの機械的混合ではなく、水酸化アルミニウムを利用した前駆体法による混合、さらに複合体の形成を図る。以上の検討によりCNT/セラミックス複合材料を作製し、その強度・破壊特性、トライボロジー特性、生体適合性、圧電効果特性ならびに電磁波吸収特性を評価・向上させるための研究を行い、試作するCNT/セラミックス複合材料の高機能化に関する研究を推進する。

### 【期待される成果と意義】

CNTのマトリックス中での分散特性は、これまでの予備的実験により肉厚が大きいすなわち剛性の大きいMWNTを使うことで顕著に改善され、実用材料として可能性を有する曲げ強度が400MPa以上のCNT/アルミナ複合材料の合成に成功している。肉厚MWNTは一本ずつと、10mm以下の小さい凝集体として分散している。また、0.3mass%の肉厚MWNTを添加した複合材料は良好な導電体となっていることが示されている。

この成果をさらに実用材料創成へと発展させるために、現在の加圧焼結法による合成に加えて、ニアネットシェイプで製品とすることのできる無加圧焼結法の確立を図ることを予定している。本法が開発でき、十分な強度特性等を発現することができれば、試作するCNTセラミック基複合材料を実用化できる可能性が格段に高まることとなる。当該複合材料については、軸受、メカニカルシール、人工股関節ライナー、電磁波吸収材料、アンテナ、導電性半導体部品、高熱伝道性放熱板などの幅広い応用が期待される。

### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

1. "A Novel Structure for Carbon Nanotube Reinforced Alumina Composites with Improved Mechanical Properties", G. Yamamoto, M. Omori, T. Hashida and H. Kimura, Nanotechnology, 19, (2008), 315708 (7pp).
2. "Structural Characterization and Frictional Properties of Carbon Nanotube/Alumina Composites Prepared by Precursor Method", G. Yamamoto, M. Omori, K. Yokomizo, T. Hashida and K. Adachi, Mater. Sci. and Engineering B, 148, (2008), 265-269.
3. 特許：高機能複合材料とその製造方法，特願2006-98760
4. 特許：高機能複合材料とその製造方法，特願2006-155736

### 【研究期間と研究経費】

平成21年度－25年度

103,500千円

ホームページ

<http://www.rift.mech.tohoku.ac.jp/hashida-lab/cnt-kaikenhi>



## 研究課題名 ナノ界面の疲労損傷と破壊

京都大学・大学院工学研究科・教授 **きたむら たかゆき**  
**北村 隆行**

研究分野：機械工学 機械材料・材料力学

キーワード：ナノ界面、疲労、損傷、破壊、ナノ材料、転位、界面端、ナノメカニクス、き裂

### 【研究の背景・目的】

マクロな金属材料では、負荷の繰り返しに伴って数ミクロン大の転位構造が形成され、局部に疲労き裂が発生する。一方、本研究で対象とするナノ金属構造体内では、マクロ材料で見られる疲労損傷が発達するスペースがない(図1)。ところが、研究代表者は、最近の研究において、ナノ薄膜界面に沿った疲労によるき裂の進展現象を発見した。これは、ナノ材料においては、マクロ材料とは異なるメカニズムによって疲労損傷が発達し、応力集中しやすい界面において疲労破壊(き裂発生)が生じることを示唆している。他方、ナノ界面の疲労破壊試験は技術的に多くの困難を伴い、その損傷・破壊過程は知られていない。

そこで、本研究では、ナノ界面の疲労試験および詳細観察が可能である試験装置を開発し、疲労破壊過程を明らかにするとともに、ナノレベルの力学解析を行って、ナノ界面における疲労損傷・破壊のメカニズム・メカニクスを明らかにすることを目的とする。

### 【研究の方法】

・代表者らが行ってきたナノ構造体の静的強度試験のノウハウを応用して、ナノ界面疲労試験体の作製方法および疲労試験方法を開発する。

・疲労損傷は、表面の微妙な形状変化として現れるため、負荷装置をナノレベルの表面観察が可能で最新顕微鏡に組み込むことで応力集中部(界面端近傍)の損傷発生・き裂発生過程を明らかにする。また、表面形状変化をもたらす内部転位組織の観察を行う。

・ナノ界面試験体の応力設計・加工法を確立し、疲労損傷・破壊を支配する応力場をナノレベルで同定する。

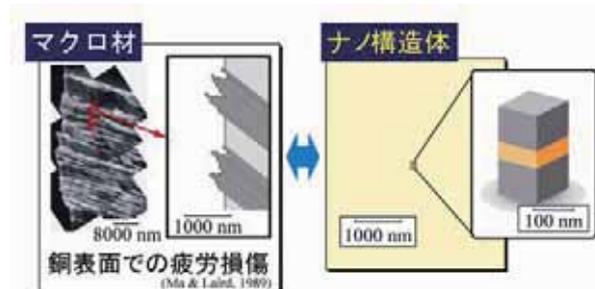


図1 マクロ材の疲労損傷とナノ構造体の寸法比較

・連続体(有限要素法)から原子(分子動力学法)までのマルチスケールの解析手法を用いて、ナノ界面の疲労損傷発展に関する計算機シミュレーションを行い、疲労損傷・破壊に関するナノメカニクスを明らかにする。

・界面破壊には、湿度等の環境の影響が大きいことが知られている。ナノ界面の疲労損傷・破壊に関する成果を基に、環境の影響についても実験・解析より明らかにする。

### 【期待される成果と意義】

**成果と学術的意義**：現在までに世界で確認されていないナノ多層金属構造体における疲労現象の存在を示すと同時に、ナノ界面の損傷・破壊に関する体系的なナノメカニクスの学理を確立することができる。さらに、ナノ界面の疲労試験手法およびナノレベルでの観察技術を確立することによって、疲労現象のみならず、ナノ材料に特有な損傷・破壊現象に関する研究手段が得られる。とくに、ナノ構造体に対する応力場設計および環境制御技術の飛躍的発展が期待できる。

**成果と社会的意義**：ナノデバイスは、生体内を含む重要かつ多様な用途が考えられており、高い信頼性が要求される。新たな機器の思わぬ破壊には疲労現象が関与していることは歴史が示している。本研究によってナノ界面の強度特性が明らかになり、使用条件が過酷になるナノデバイスの信頼性確保に大きく貢献する。

### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ H. Hirakata, M. Kitazawa and T. Kitamura, Fatigue Crack Growth along Interface between Metal and Ceramics Submicron-thick Films in Inert Environment, Acta Materialia, Vol. 54, 89-97 (2006)
- ・ H. Hirakata, Y. Takahashi, D. V. Truong and T. Kitamura, Role of Plasticity on Interface Crack Initiation from a Free Edge and Propagation in a Nano-Component, International Journal of Fracture, 145, 261-271 (2007)

### 【研究期間と研究経費】

平成21年度～25年度

167,800千円

ホームページ等

<http://cyber.kues.kyoto-u.ac.jp/>





## 研究課題名 極限磁性スピナノ構造体の創製

東北大学・大学院工学研究科・教授

たかはし  
高橋 みがく  
研

研究分野：理工系・工学・電気電子工学・電子・電気材料工学

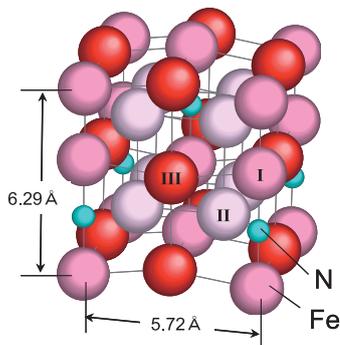
キーワード：磁性体、飽和磁化、窒化鉄、ナノ粒子、薄膜

## 【研究の背景・目的】

エクサバイト級の情報量が世界中を駆け巡る情報爆発時代の到来に向け、大容量の情報をより高速で伝送する高速情報通信システムに対応した超低消費電力かつ小型であり、加えて、限られた資源環境を駆使し低環境負荷、二酸化炭素排出の大幅抑制を可能とする電子デバイス・電気機器を意図して、高飽和磁化を有するナノサイズのスピナノ構造体(ナノ粒子)の合成技術を構築し、100年間の磁性材料の歴史の中で打ち破られることがなかったスレーター・ポーリング曲線限界を超える極限磁性の獲得を目指す。また、スピナノ構造体の集合体形成技術の構築を通して、電子部品・電気機器材料としての高飽和磁化ナノ粒子の新たな応用展開の可能性を探索する。

## 【研究の方法】

本研究では、高飽和磁化の可能性を秘めた窒化鉄に着目した。特に、 $\text{Fe}_{16}\text{N}_2$ 相(下図)は準安定相であるものの最大で10kOe程度の大きな結晶磁気異方性磁界を示し、かつ、1880Gの飽和磁化を有する。



窒化鉄の結晶構造。

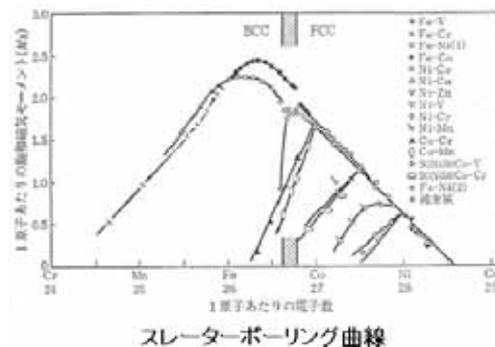
例えば、結晶粒径が数nm~数百nmのナノ粒子とし、粒子間の磁氣的相互作用を断ち切った微細ナノ組織に制御し、かつ数cm~数十cm程度の大きさを有するバルク状のナノ粒子集合体とすることができれば、磁気デバイスを中心とした電子部品・電気機器の軽薄短小化ならびに革新的な高特性・高機能化が期待される。そこで、ナノ粒子窒化技術として、窒化とナノ粒子生成を同時に行うアンモニア添加型直接合成法、および、 $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ナノキューブ等の前駆ナノ粒子を窒化する間接合成法を構築し、各種構造評価・磁気物性評価を通して、フリーな界面を有する表面原子の存在を積極活用し、1880G以上の高飽和磁化を有する極限磁性ス

ピナノ構造体の実現を図る。

## 【期待される成果と意義】

磁性材料における高飽和磁化の研究は磁性材料研究の王道であり、その歴史はおよそ100年にも及ぶ。しかしながら、得られる飽和磁化の上限はスレーター・ポーリング曲線(下図)に縛られ、Fe-Co合金の1880G(2.4MB)を超える新たな材料の発見に未だ至っていない。

本研究の主眼となる窒化鉄ナノ粒子型磁性材料は、 $\text{Fe}_{16}\text{N}_2$ 相を主相とし結晶格子歪をさらに誘起することが可能となれば、本問題を一気に解決する革新的ブレークスルーとなり得る新材料につながる可能性を秘めている。また、鉄と窒素のみで構成されるという至極ありふれた元素で超高性能な革新的磁性材料が実現できる可能性を秘めており、資源戦略的観点からも大変意義深い新材料となることが期待される。



スレーター・ポーリング曲線

## 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- Takahashi and H. Shoji, "α'- $\text{Fe}_{16}\text{N}_2$  problem - giant magnetic moment or not - (invited)", *J. Magn. Magn. Mater.*, **208**, 145 (2000).
- Sunaga, M. Tsunoda, and M. Takahashi, Effect of Axial Ratio and Atomic Volume on Magnetism of α' and γ'-Fe-N", *IEEE. Trans. Magn.*, **42** (10), 3020 (2006).

## 【研究期間と研究経費】

平成21年度-25年度

157,400千円

ホームページ等

<http://www.takahashi.ecei.tohoku.ac.jp/index.htm>



## 研究課題名 炭化珪素半導体の欠陥制御と超高耐圧ロバスト素子への応用

京都大学・大学院工学研究科・教授

きもと つねのぶ  
木本 恒暢

研究分野： 工学

キーワード： 電気・電子材料

### 【研究の背景・目的】

省エネルギーの重要性が益々高まっている現在、発電所や変電所における大規模電力変換システムでは、変換電力の実に 10%に相当する膨大なエネルギーが熱として排出されている。この主な原因は、電力変換機器の中核を担う高耐圧(~5 kV) Si サイリスタと PiN ダイオードの性能限界にある。配送電に使われる典型的な交流電圧は 6.6 kV であるが、この電力変換には耐圧 20 kV のスイッチング素子とダイオードが必要となる。現状では 5~6 kV の Si 素子を多段接続して 20 kV の耐圧を得ているが、導通時の電力損失や発熱が大きい、スイッチング周波数が極めて遅い、発熱による素子破壊を防ぐために莫大な水冷設備が必要である等の深刻な問題を抱えている。

本研究で取り扱う炭化珪素(SiC)は、Si に比べて絶縁破壊電界強度が約 10 倍、禁制帯幅と熱伝導率が約 3 倍という優れた物性を持ち、しかも広範囲の伝導性制御(n 型、p 型とも)が容易な間接遷移型半導体であるので、Si では到達できない超高耐圧(> 20 kV)素子の作製に有望である。そこで本研究では、SiC を用いた超高耐圧かつ高温動作・高信頼性(ロバスト: robust(堅牢))デバイス実現を目指して、その材料物性とデバイス物理に関する学術的研究を行う。

### 【研究の方法】

将来の電力用キーデバイスとして期待される SiC 素子であるが、材料およびデバイスの両面において多くの課題が山積している。具体的には、最大の課題となっている拡張欠陥(転位、積層欠陥)および点欠陥の構造や物性の解明および欠陥の低減が急務である。また、20kV 以上の超高耐圧を達成するための素子構造のガイドラインがなく、超高耐圧・高温の計測システムも存在しない。

具体的な研究計画の概要を模式的に図 1 に示す。まず、独自に作製する高純度 SiC 厚膜エピタキシャル結晶を用い、多角的かつ系統的評価手法を駆使して、拡張欠陥および点欠陥の検出、欠陥構造と起源の解明を進め、さらにキャリア生成・再結合等の欠陥物性を明らかにする。また、超高耐圧素子の性能を支配するキャリア寿命を測定し、様々な欠陥との相関からその制限要因を特定する。次に、電界集中緩和構造の設計や良質の表面保護膜形成等の要素技術を集約して超高耐圧(> 20 kV)ロバスト PiN ダイオードや IGBT を作製する。絶縁破壊機構や素子内

でのキャリアダイナミクスを明らかにし、耐圧の極限を追求する。最後に、SiC における欠陥物性のデータベースを構築して広く公開すると共に、SiC 超高耐圧ロバスト素子の優位性を示す。

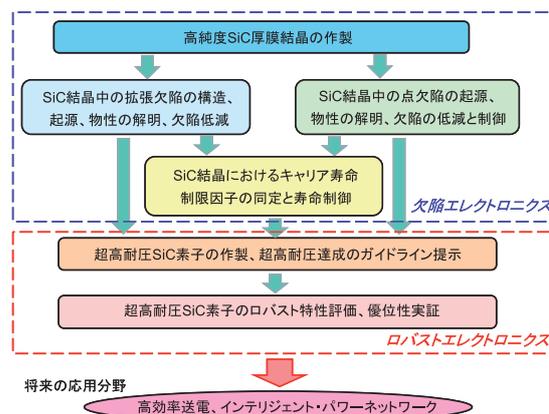


図 1 研究計画の概要

### 【期待される成果と意義】

SiC 結晶における欠陥の構造と物性の解明、およびその制御は、材料科学から電子工学に亘る「欠陥エレクトロニクス」の発展に寄与する。さらに、10 kV 以上の超高耐圧デバイスの作製と 300°C 以上の高温動作を含めた特性解析は未踏領域であり、「ロバストエレクトロニクス」の発展に寄与する。

超高耐圧 SiC ロバスト素子実現のガイドラインを提示することができれば、高効率の高圧直流送電、FACTS などの電力系統制御、将来的には情報ネットワークで連係された高速 SiC 遮断器を用いたインテリジェント・パワーネットワークを実現でき、社会の高機能インフラ構築に寄与する。いずれの分野でも、省エネルギーに大きく貢献できる。

### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- T. Hori, K. Danno and T. Kimoto: J. Crystal Growth. **306**, 297-302 (2007).
- T. Hiyoshi, T. Hori, J. Suda, and T. Kimoto: IEEE Transaction on Electron Devices. **55**, 1841-1846 (2008).

### 【研究期間と研究経費】

平成 21 年度 - 25 年度

156,500 千円

ホームページ等

<http://semicon.kuee.kyoto-u.ac.jp/>

[kimoto@kuee.kyoto-u.ac.jp](mailto:kimoto@kuee.kyoto-u.ac.jp)



**研究課題名** グラフォアセンブリーによる三次元積層型光電子集積システム・オン・チップ

東北大学・大学院工学研究科・教授

こやなぎ みつまさ  
小柳 光正

研究分野：工学

キーワード：電子デバイス・集積回路

【研究の背景・目的】

これまで LSI は、微細加工技術の進歩に伴う半導体素子の微細化により、高性能化、大容量化が達成されてきたが、近年、素子の微細化に伴う様々な問題が顕在化してきている。一方で、LSI への異種材料、異種デバイスの搭載による高機能化の要求が高まってきている。これらの問題を解決して新しい要求に応えるようにするためには、素子の微細化だけでなく、LSI にフォトニクス技術や MEMS 技術、実装技術などの異種技術を融合した新しい集積化技術の実現が必須となる。本研究では、スーパーチップインテグレーションと呼ぶ新しい三次元集積化技術と光電子集積化技術を融合して、高性能で、低電力、高機能の光電子集積システム・オン・チップの実現を目指す。

【研究の方法】

本研究では、図に示すような三次元積層型光電子集積システム・オン・チップの実現を目指す。このようなシステム実現の鍵を握るのが、異種チップや異種デバイス、光導波路、シリコンフォトニクス・デバイスを高精度に位置合わせをして集積化する技術である。このような高精度位置合わせ及び接合のための新しい技術としてグラフォアセンブリー技術を開発する。グラフォアセンブリー技術は、液体の表面張力を利用してチップの自己組織化を行い、LSI チップや各種デバイスを高精度に位置合わせして接合する技術である。本研究では、位置合わせを行うチップと基板の表面にナノ構造を形成して液量と液体の表面積を独立に制御し、液体の表面張力やぬれ性、液体の弾性力を実効的に変化させることによって、位置合わせ/接合精度を飛躍的に向上させる。三次元積層型光電子集積システム・オン・チップ実現の鍵を握るもう一つの技術は、光インターコネクション技術とシリコンフォトニクス技術である。光インターコネクション技術に関しては、チップ内、チップ間に加えて、垂直方向のシリコン貫通光インターコネクションについても検

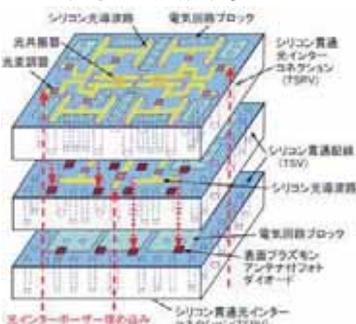


図 1 三次元積層型光電子集積システム・オン・チップの構成

討する。シリコンフォトニクス・デバイスに関しては、プラズモンアンテナ付フォトダイオード、光変調器、マイクロミラー、オプティカル・カップラー、光共振器、光スイッチなどの検討を行う。

【期待される成果と意義】

本研究で提案するグラフォアセンブリー技術を用いることによって、50nm~100nm の位置合わせ精度で、異なった種類のチップやデバイスを三次元積層することが可能となる。その結果として、三次元集積化技術と光インターコネクション、シリコンフォトニクス技術を融合した世界初の三次元積層型光電子集積システム・オン・チップが実現可能となる。このシステム・オン・チップでは、積層されたチップ間が、ビア径 0.5μm、ピッチ 2μm の高密度シリコン貫通配線(TSV) (100 万本/cm<sup>2</sup> 以上) で接続される。積層されたチップ間は光 TSV(シリコン貫通光配線: TSVFV)によっても接続される。また、各チップには、プラズモンアンテナ付フォトダイオード、光変調器、マイクロミラー、オプティカル・カップラー、光共振器、光スイッチなどのシリコンフォトニクス・デバイスが搭載されるので、本研究によって光電子融合分野の研究を加速することになる。また、三次元積層型光電子集積システム・オン・チップを用いると低電力で高性能のプロセッサや並列処理システムを実現できるので、本研究は、今後の集積回路技術や Green IT 技術、計算機技術の発展に大きな貢献をするものと期待される。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- T. Fukushima, M. Koyanagi et al. "New Heterogeneous Multi-Chip Module Integration Technology Using Self-Assembly Method", IEEE International Electron Devices Meeting Tech. Dig., pp.499-502, 2008.
- M. Koyanagi, et al. "Three-Dimensional Integration Technology Based on Wafer Bonding with Vertical Buried Interconnections", IEEE Trans. on Electron Devices, Vol.53, pp.2799-2808, 2006.

【研究期間と研究経費】

平成 21 年度 - 25 年度  
163, 100 千円  
ホームページ等

[http:// www.sd.mech.tohoku.ac.jp](http://www.sd.mech.tohoku.ac.jp)



## 研究課題名 テラヘルツ波による大容量無線通信実現の為のデバイス・システムの開拓

東京工業大学・大学院総合理工学研究科・教授

あさだ まさひろ  
浅田 雅洋

研究分野：電気電子工学、電子デバイス・電子機器

キーワード：電子デバイス・集積回路、テラヘルツデバイス

### 【研究の背景・目的】

0.1~数テラヘルツ(THz)の周波数帯は短距離大容量無線伝送への応用が期待されている。このような無線伝送システムの実現には、高性能の THz 発振デバイスや変調方式などの開発が不可欠となる。本研究は、代表者及び分担者による共鳴トンネルダイオード (RTD) THz 発振器、極微細超高速トランジスタ、大容量光伝送システム実証などのこれまでの成果をもとに、大容量 THz 無線通信実現のための研究として、(1)発振デバイスの高出力化、高周波化、ビームステアリングなどの指向性制御、(2)大容量信号伝送のための変調方式の確立と変調デバイスの実現、および(3)これらを用いた機能的な THz 集積デバイス・システムの形成と信号伝送特性測定により、大容量 THz 無線通信の可能性を明らかにする。

### 【研究の方法】

発振デバイスとして、RTD とスロット共振器を用いた集積デバイス (図 1) を作製し、高周波化として 1THz の基本波発振を目指すとともに、高出力化および電氣的な指向性制御の研究を行う。高周波化については、高電流密度および低容量を得るために層構造を最適化した RTD 素子を用いて行う。高出力化については、高電流密度化と同時に、オフセット構造のアンテナによるインピーダンス整合とアレイ構造による電力合成を用いて行う。これらにより得られた発振素子のコヒーレント特性などの発振特性を明らかにする。指向性制御に関しては、アレイ構造と素子間の相互注入同期を用いたフェイズドアレイの電氣的ビームステアリングの理論解析および実験を行う。

RTD のバイアス電圧変調により周波数変調が起こることを利用し、直接周波数変調と、他の RTD からの注入同期により周波数変調を位相変調に変換した方式の理論解析および実験を行う。また、光信号による変調として、光吸収により発生する自由電子で THz 波の透過を制御する外部変調器を RTD に集積した構造について、変調器へのバイアス印加による高速化のための構造の考案、変調特性の理論解析および実験を行う。また、変調用のヘテロバイポーラトランジスタについて、RTD や変調器に必要な駆動能力を明らかにし、そのための素子構造設計と試作を行う。同時に、

RTD や変調器との集積に適した構造を探索する。これらによる送信デバイスとショットキーバリアダイオードによる受信デバイスを組み合わせて信号伝送特性を測定する。

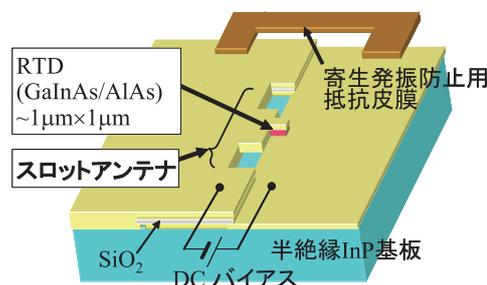


図 1 共鳴トンネルダイオード (RTD) を用いた発振素子

### 【期待される成果と意義】

テラヘルツ帯での通信という新しい分野の開拓であり、それに必要な超高速電子デバイスが開拓されるとともに、超広帯域性や、短距離通信における局所性を用いた周波数帯有効利用など、この周波数帯の特長が明らかになる。これらに基づいた大容量データ伝送として、災害復旧、遠隔医療操作、科学研究データの配信、室内や航空機・電車内などでの簡便な超高速データ伝送、LSI チップ間伝送など、さまざまな応用が期待できる。

### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- S. Suzuki, A. Teranishi, K. Hinata, M. Asada, H. Sugiyama, and H. Yokoyama, "Fundamental Oscillation of up to 831 GHz in GaInAs/AlAs Resonant Tunneling Diode", Appl. Phys. Express, vol.2, 054501 (2009).
- M. Asada, S. Suzuki, and N. Kishimoto, "Resonant Tunneling Diodes for Sub-Terahertz and Terahertz Oscillators", Jpn. J. Appl. Phys., vol.47, pp.4375-4384 (2008).

### 【研究期間と研究経費】

平成 21 年度 - 25 年度

164, 100 千円

ホームページ等

[http://www.pe.titech.ac.jp/AsadaLab/Asada\\_Lab.html](http://www.pe.titech.ac.jp/AsadaLab/Asada_Lab.html)



## 研究課題名 痛みの分かる材料・構造の為の光相関領域法による光ファイバ神経網技術の機能進化

東京大学・大学院工学系研究科・教授

ほたて かずお  
保立 和夫

研究分野：工学

キーワード：計測システム, 光ファイバセンサ, スマート材料・構造, 分布型センシング

### 【研究の背景・目的】

光ファイバに沿う歪や温度の情報を伝搬光の属性から分布測定する「光ファイバ神経網」を、ビル、橋、航空機翼等に張り巡らせることで「痛みの分かる材料・構造」を実現する研究が活発である。しかし、従来開発されてきた時間領域法などでは、空間分解能や測定時間等が不十分であった。

これに対し研究代表者は、光源の周波数や光波位相等を変調して干渉特性を任意に合成する「光相関領域法」を発明し、従来技術を凌ぐ性能を発現できる種々の「光ファイバ神経網」を提案・開発した。学術創成研究費(04~08年度)を得て、mm オーダの空間分解能、kHz のサンプリング速度、ランダムアクセス性等の機能を達成した。

本研究では、一本の光ファイバでの歪と温度の高精度・同時・分布計測や、分布情報全体の動的測定等、より高次の機能を独自新手法にて実現し、「光ファイバ神経網」に「機能進化」をもたらす。

### 【研究の方法】

以下の4サブテーマを併進させる。

1. BOCDA 法の機能進化
  - \* 温度と歪の高精度・同時・分布計測技術
  - \* 分布情報全体のダイナミック測定
2. ブリルアン散乱センシングシステムの進化
  - \* BOCDR 法の高機能化
  - \* S-BOCDA 法の機能進化
3. 長尺 FBG 歪センサの多点化技術
4. 上記光ファイバ神経網技術を実装した「進化した痛みの分かる材料・構造」の実現

### 【期待される成果と意義】

BOCDA 法は、「光相関領域法」により誘導ブリルアン散乱を光ファイバ中の特定の位置でのみ発生させ、その位置を掃引する独自分布測定技術である。本散乱の周波数シフトの温度と歪依存性によって「光ファイバ神経網」を実現する。最近、偏波維持光ファイバの一偏波モードによる誘導ブリルアン散乱と直交偏波光が示すブラッグ反射の両周波数シフトの温度と歪への依存性が異符号であることを見出した。本原理により、世界初の温度/歪高精度・同時・分布計測を実現し(図1)、理論的性能限界も明確化する。また、BOCDA 法に新測定原理を導入して全歪分布の高速測定も実現する。

自然散乱を活用して被測定光ファイバの一端から入射した光のみで歪分布センシングを実現する

独自の BOCDR 法では、既に時間領域法を数桁凌ぐ測定速度と空間分解能を実現した。本研究では歪精度の向上を図り、理論的性能限界を明確化する。誘導散乱の発生に必要なポンプ・プローブ両光を時分割発生させる低価格化 BOCDA 技術においては、その高速測定機能をさらに進化させる。

約 10cm の長尺光ファイバグレーティング内のブラッグ波長変化を「光相関領域法」で分布測定する独自技術では、長尺 FBG を光ファイバに沿って多点配置する新たな構成を提案・実現する。

上記の光ファイバ神経網技術を航空機用カーボンファイバ樹脂や鉄骨構造等を実装し、「進化した痛みの分かる材料・構造」を実現する。これら新たな光ファイバ神経網によって、交通、土木、通信等の分野において、各種の社会基盤の安全・安心を高めるとともに、その稼働年月の延伸にも寄与することで持続可能社会の実現にも貢献する。

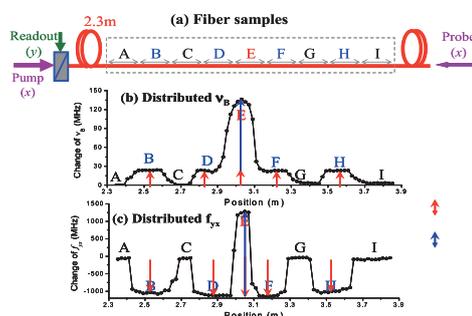


図1 温度/歪高精度・同時・分布計測の基礎実験

### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- W. Zou, Z. He and K. Hotate, "Correlation-based distributed measurement of dynamic grating spectrum generated by stimulated Brillouin scattering in a polarization-maintaining optical fiber," *Opt. Lett.*, vol. 34, pp. 1126-1128, 2009.
- K. Hotate and K. Kajiwara, "Proposal and experimental verification of Bragg wavelength distribution measurement within a long-length FBG by synthesis of optical coherence function," *Opt. Exp.*, vol. 16, pp. 7881-7887, 2008.

### 【研究期間と研究経費】

平成21年度-25年度

156,800千円

ホームページ等

[http:// www.sagnac.t.u-tokyo.ac.jp/](http://www.sagnac.t.u-tokyo.ac.jp/)



**研究課題名** 海溝型連発大地震も視野に入れた我が国沿岸域の耐震性再評価と地盤強化技術の検討

名古屋大学・大学院工学研究科・教授

の だ としひろ  
野 田 利 弘

研究分野：地盤工学

キーワード：地盤防災

**【研究の背景・目的】**

阪神淡路大震災以降、強震動観測網の充実等、集中的な地震研究投資が奏功して、特に我が国沿岸域における地震危険度評価は、格段に精密を極めてきた。しかし、これに応えるべき対地震の地盤工学は、地震学のこの急速な進歩に十分追いついてはいない。だから、海溝型巨大地震の特性も視野に入れた、粘土や砂の互層からなる自然堆積地盤とその上の中間土からなる人工島や埋立地、盛土など、地盤と(土)構造物システムの地震中～地震後の地震応答解析と地盤強化技術は、むしろこれからの課題と言ってもよいのではないか。本研究課題の目的は、自然堆積(沖積/洪積)粘土～砂互層地盤および中間土からなる人工地盤の精密な弾塑性プロファイルの記述を基礎に、来るべき海溝型の、しかも連発で来るとも言われる地震も視野に入れて、自然・人工地盤とその上の護岸や盛土、建物基礎、各種埋設施設の地震中および地震後の耐震性を、新技術を駆使して評価し、強化必要箇所を抽出して各種地盤強化技術の効果を検証することである。

**【研究の方法】**

名大地盤力学研究室で開発した水～土骨格連成有限変形理論に基づく有限要素コード *GEOASIA* は、自然堆積粘土や砂、そして細粒分を多く含む中間土までを一貫して記述する弾塑性構成式

(SYS カムクレイモデル)を基礎に (All Soils), 変形から破壊までを (All States), 動的・静的を問わずあらゆる外力条件のもとで (All Round) 統合的に解析する新技術である。図1は捨石マウンド式護岸を有する海上埋立人工地盤の解析事例である。地震中の安定問題だけでなく、地震後の変形挙動までを一貫して解析し、耐震強化ポイントを適切に抽出できる点に主たる特徴がある。

本研究課題では、①中間土・特殊土を含む各種土材料を用いて各種室内試験を実施し、この解析コードが搭載するSYSカムクレイモデルの(更なる)検証と高度化を行うとともに、解析コードの高速化・大容量化を進める。②官・民との協力体制を取りつつ、複数の具体的問題を取り上げて耐震性を再評価する。これに基づき、耐震化のための工法原理または設計原理を見直し、人工島や埋立地盤からなる沿岸域に依拠せざるを得ない我が国の耐震化手法の開発に寄与する。③本研究課題を通じて解析技術をマスターするための教育プロ

グラムを提供し、耐震地盤工学に精通した解析技術者の育成を行う。

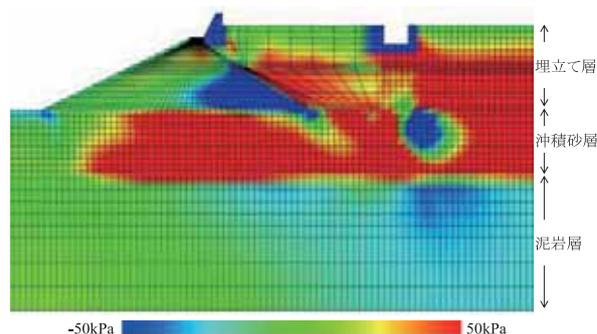


図1 埋立地盤—護岸系の地震応答解析結果 (地震直後の過剰間隙水圧分布)

**【期待される成果と意義】**

本研究課題を通して期待される成果と意義は以下の通りである。

- ・ 解析対象とする土材料を問わず、地震中の安定問題から地震後の変形挙動までを一貫して解くことのできる計算技術の確立と普及。
- ・ 各種地盤強化手法が耐震性向上に及ぼす効果の明瞭な算出などを通じた、耐震地盤工学の学問分野における進展。
- ・ 当該新技術を有する技術者の育成。

**【当該研究課題と関連の深い論文・著書】**

- ・ Noda, T., Asaoka, A. and Nakano, M., Soil-water coupled finite deformation analysis based on a rate-type equation of motion incorporating the SYS Cam-clay model, *Soils and Foundations*, 48(6), 771-790, 2008.
- ・ Asaoka A. and Noda, T., All soils all states all round geo-analysis integration, *International Workshop on Constitutive Modelling - Development, Implementation, Evaluation, and Application*, 11-27, 2007.

**【研究期間と研究経費】**

平成21年度～25年度

68,600千円

ホームページ等

[http://jglobal.jst.go.jp/detail.php?JGLOBAL\\_ID=200901016948299943&t=1&d=1&q=1000162445](http://jglobal.jst.go.jp/detail.php?JGLOBAL_ID=200901016948299943&t=1&d=1&q=1000162445)



研究課題名 「混ぜない」、「集めない」をコンセプトとした資源回収型排水処理技術の開発と評価

北海道大学・大学院工学研究科・教授

ふなみず なおゆき  
船水 尚行

研究分野：土木環境システム

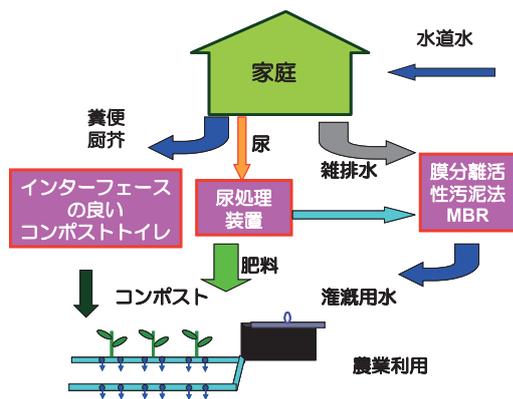
キーワード：水と衛生、排水分離、分散型、水循環、国際貢献

【研究の背景・目的】

開発途上国にあつては貧困の撲滅を目指したミレニアム開発目標の達成は国際社会が総力をあげて取り組むべき最優先の課題である。特に、「水/サンテーション」問題は世界の緊急な課題である。また、先進国においても日本の里山地域のように人口密度がそれほど高くない地域では、従来型のシステムは効率的ではなく、自然共生型で資源循環を実現する持続可能なシステムが必要とされている。

持続可能な排水処理は資源回収/排水再利用と処理の効率化、微量汚染物質の管理を同時に満たす必要がある。このために、「混ぜない」、「集めない」というコンセプトを適用した新しい排水処理体系を提案している。すなわち、家庭からの排水について、糞便、尿、雑排水を発生源で分離し、これら分離したものについて資源回収/排水再利用と目的とした処理を行うものである。

本研究では、(1)途上国農村モデル、(2)途上国スラム等都市域モデル、ならびに、(3)先進国における自然共生型資源循環排水処理モデルの3つを提唱し、これらのシステムに必要な(a)要素技術(糞便、尿、雑排水を対象とした処理技術)、(b)要素技術のシステム化ならびに、循環型社会における必須要件である(c)微量汚染物質評価法を開発することを目的とする。



自然共生型資源循環排水処理モデル(里山モデル)

「集めない」、「混ぜない」排水処理システムの利点：提案システムを水系や土壌系の汚染、資源循環、ならびに健康リスクなどの多くの観点から整理すると：(1)し尿の輸送に水を用いないことから、水消費量を減少させ、水需要構造を転換することができる；(2)し尿に多く含まれる栄養塩類を水循環過程から分離でき、水質保全効果をもつ；(3)し尿は安定な有機物源(コンポスト)に変換され、コンポスト内に保持されてい

る栄養塩を農業利用できる；(4)し尿に多く含まれる微量有害化学物質(ホルモン類、医薬品残渣)を水循環系から分離できる；(5)病原性微生物・有害物質が水循環系から分離されることにより、水利用に伴う健康リスクを低減する；(6)処理すべき雑排水量が減少し、処理装置のサイズが小さくなり、運転コストも低減。また、栄養塩のレベルも低下する；(7)雑排水処理水の再利用が可能となる；(8)パイプを必要としない

【研究の方法】

本申請では(1)要素技術開発→(2)システム化と実証実験→(3)システム評価→(1)要素技術開発という技術のイノベーションのサイクルを意識し、サイクルを最低1回まわすことを計画する。要素技術として(1)廉価でかつランニングコストの負担が少ないコンポスト型トイレ、(2)ヒューマンインターフェースの良い省エネルギー型コンポストトイレ、(3)雑排水を分離処理/処理水再利用する自然処理システム、(4)雑排水を処理する膜分離活性汚泥法の適用法の確立、(5)尿からリン資源の回収と微量汚染物質の処理を同時に行う尿の処理システムの開発を行う。実証実験をインドネシア、秩父で実施する。

【期待される成果と意義】

本申請の考え方は、先進国、途上国を問わずその国々に適した技術として今後重要性が増すと考えられる。特に発展途上国では、新たに社会基盤施設を整備する状況にあり、新しいサンテーション技術が取り入れられる可能性もある。システムの性能評価とこれらのシステムを支える要素技術の科学的に確かな検討結果が、サンテーション施設をはじめとする社会基盤施設整備計画の意思決定グループに大きなインパクトを与え、パラダイムシフトの機会となると考える。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- Lopez Zavala Miguel Angel, Naoyuki Funamizu and Tetsuo Takakuwa: Onsite Wastewater Differentiable Treatment System: Modeling Approach, Water Science and Technology Vol.46, No.6-7, pp.317-324 (2002)
- Shinya Hotta and Naoyuki Funamizu: Biodegradability of fecal nitrogen in composting process, Bioresource Technology, vol.98, Issue:17, pp.3412-3414, 2007
- 船水尚行:分散型サンテーションと資源循環, 監訳(技報堂, 東京, 2005)

【研究期間と研究経費】

平成21年度-25年度

83,100千円

ホームページ等

<http://www.eng.hokudai.ac.jp/labo/UBNWTRSE/>



## 研究課題名 中近東・北アフリカにおけるビザンティン建築遺産の記録、保存、公開に関する研究

筑波大学・人間総合科学研究科・教授 ひだか けんいちろう  
日高 健一郎

研究分野：工学

キーワード：建築史、保存・再生、文化財・文化遺産

### 【研究の背景・目的】

本研究は、中近東および北アフリカに残存するビザンティン時代の主要遺跡を対象に、ビザンティン建築の形成をみたユスティニアヌス1世時代(6世紀)の東ローマ(ビザンティン)帝国版図に対応した、以下5領域で研究を行う。基礎研究領域、考古学領域、保存・修復領域、工学領域、活用・公開領域。また、これらの研究を総合化し、I)古代から中世への建築的変容およびビザンティン建築の成立・波及を記述する、II)ローマ建築偏重を再検討し、建築遺産の重層的保護の基盤を整え、III)保存・修復計画を作成し、建築遺産の公開活用への指針を提示するとともに、IV)他の途上国に対しても有効となる建築遺産保護学際研究の枠組み事例の構築を上位目標としている。

### 【研究の方法】

「基礎研究領域」では、1)3Dレーザースキャナーにより対象を効率的に実測する。2)ビザンティン建築史に関する文献研究を行なう。3)スポリア研究では過去の発掘調査報告の精査、修復前の古写真のデジタル化を実施。4)各国の世界遺産申請書、イコモスの評価書などの各種文書の収集・分析。5)散乱する破損部材、崩壊部材の計測によるアナスティローシス(部材再配置)を検討、過去の修復評価のための基礎資料とする。

「考古学領域」では、1)ビザンティン時代の遺構の実測・発掘を実施、プトレmais遺跡の「城塞教会堂」の内部の表土除去、外溝の発掘を行う。2)3Dレーザースキャナーによる遺跡・遺物の記録を行い、保存処置を提示する。3)研究対象の将来的な遺跡の公開・活用プランを作成する。

「保存・修復領域」では1)遺跡・部材の破損状況を調査し、その原因の解明とアナスティローシスの記録と評価を行う。2)物性試験では、石およびレンガの物性値を測定し、水分・塩分濃度の変化についてシミュレーションを行う。

「工学研究領域」では、1)風向、風速、温湿度、CO、NO<sub>x</sub>、SO<sub>x</sub>、雨量、PH、日射量を計測し、風向風速とNO<sub>x</sub>、SO<sub>x</sub>濃度との相関等を分析する。また雨季の酸性雨についても検討する。2)保存・修復班、評価・活用班と共に、防護フェンスの配置、常緑樹の配置、日除けや覆いの設置、閉環境での

通風・換気等に向けた提案を行う。3)構造分析では、形状測定、常時微動計測データにもとづき、6面体ソリッド要素、4面体ソリッド要素による弾塑性有限要素解析を進める。また、常時微動モニタリングにより動的特性の変化と構造の劣化の関係を構造解析の視点から分析する。

「評価・公開領域」では、各領域の総合化を試みつつ、各遺跡のマネージメント・プランを作成する。現地調査では、サイト・ミュージアムの博物館機能調査を行い、整備指針の基礎データとする。

### 【期待される成果と意義】

1. ローマ期の遺構を偏重する旧宗主国(フランス、イタリア)の考古学研究は、旧支配地域ごとに個別に進められてきたが、本研究により、地中海の南北を含む広い視野と地域的広がりにおいて、高精度の実測値を伴うビザンティン建築史の体系的記述の基盤が形成される。
2. 一方で放置され、他方では過剰、粗雑、安易な修復が行われてきた対象遺産を最新技術によって評定し、環境条件を考慮した保存・修復および活用・公開指針と管理計画が当該国とユネスコに対して提示される。イスラム圏における先行文化遺産の再評価を促すこの成果は、他の地域に適用できる普遍的方法論としての意義を持つ。
3. わが国による国外文化遺産保護支援の基盤形成に貢献できる研究であり、既往の貢献・交流が少ない地域に対する学術的国際貢献としてわが国のプレゼンスを高める意義を持つ。

### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

日高健一郎、佐藤達生編『ハギア・ソフィア大聖堂学術調査報告書』中央公論美術出版刊 2004年8月所収の以下の論文ほか。

- ・Tatsuki Sato; Kenichiro Hidaka, "Deformation of the Main Dome", (和訳つき「中央ドームの変形」)、pp.67-91、2004年
- ・Kenichiro Hidaka; Tatsuki Sato, "Eastern semidome", (和訳つき「東側半ドーム」)、pp.111-114、2004年

### 【研究期間と研究経費】

平成21年度－25年度  
141,500千円



## 研究課題名 無機エレクトライドの領域開拓： 物質探索、機能設計、応用展開

東京工業大学・フロンティア研究センター・教授 **ほその ひでお**  
**細野 秀雄**

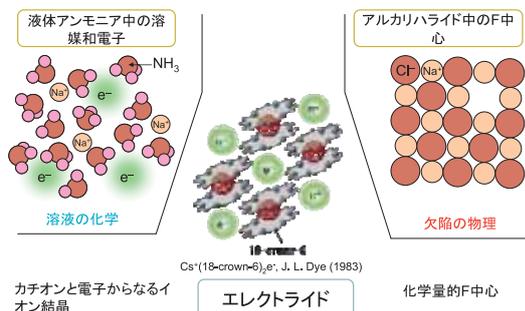
研究分野：工学、材料工学、無機材料・物性、機能性セラミックス

キーワード：エレクトライド、無機固体材料、機能開拓

### 【研究の背景・目的】

(目的)エレクトライド(電子化物)とは電子がアニオンの代わりに果たす結晶の総称である。申請者らは2003年に、この物質の発見以来最大の課題であった室温・空气中で安定なエレクトライドを初めて実現し、2004年にはその大量合成法を開発した。これらによってエレクトライドの物性科学の研究と応用の基盤が初めて揃った。本提案ではこれらの成果を基盤に、無機エレクトライドの新物質系の探索、光・電子・化学機能の探索とそれらの応用展開を検討し、材料科学に新しい領域を拓くことを目的とする。

### エレクトライドとは？



(学術的背景) 電子物性は電子によって支配される。18世紀にイギリスのDavy 卿は、液体アンモニア中にアルカリ金属を溶解することで溶媒和電子の生成に成功し、液体金属としての研究が開始された。しかしながら、固体状態でこれを実現することは暫く不可能であった。1983年にこれを実現したのが、ミシガン大学のJames Dye 博士であり、彼はアルカリイオンと強固な包接錯体を形成するクラウンエーテルを用いることで、電子がアニオンとして働く結晶であるエレクトライドを得る事に成功した。エレクトライドは興味深い電子物性が期待されることから発表とともに多くの興味を集めたが、低温(最高でも-40℃以下。通常は-100℃以下)でしかも不活性雰囲気中でのみ安定であったため物性研究は殆んど進んでいないのが現状である。

### 【研究の方法】

- ① C12A7 エレクトライドのバルク電子物性と電子デバイスの試作  
金属-絶縁体転移、金属-超伝導転移

電子デバイスとしては、高電界で酸素イオンと電子の交換に起因する抵抗変化メモリ素子を試作。

- ② C12A7 エレクトライド表面電子・化学機能探索  
表面構造の解明、局所仕事関数測定、電子放出特性、ショットキー障壁の制御、エレクトライド薄膜の有機ELの電子注入層としての応用、化学反応(水溶液中での還元、カップリング反応、CO / NOの還元反応)

- ③ アモルファスエレクトライドの合成の試み

アモルファスで室温・空气中で安定なエレクトライドが実現できれば、ガラスやプラスチック基板上に薄膜を形成することが可能となり、応用分野が一気に拡大すると期待される。

- ④ 新しい安定な無機エレクトライドの合成

ナノサイズのかご型構造やチャンネル構造を有し、酸化物としての生成自由エネルギーの大きな無機結晶を対象に、化学的処理によるエレクトライドの合成を試みる。

### 【期待される成果と意義】

固体の中の溶媒和電子ともいふべき「電子化物」の科学と応用という物質科学の新領域が開けることが期待できる。また、資源的に豊富だが、これまで電子機能の発現とは縁遠かった典型金属酸化物の秘められた可能性を検討するという意義がある。

### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ 細野秀雄、神谷利夫、透明金属が拓く驚異の世界、サイエンスアイ新書、ソフトバンク(2006)。
- ・ S.Matsuishi, Y.Toda, M. Miyakawa, K. Hayashi, T.Kamiya, M. Hirano, I.Tanaka, and H.Hosono, High-density electron anions in a nano-porous single crystal:  $[\text{Ca}_{24}\text{Al}_{28}\text{O}_{64}]^{4+}(4e^-)$ , *Science* **301**, 626-629 (2003).
- ・ M.Miyakawa, S.W. Kim, M. Hirano, Y. Kohama, H. Kawaji, T. Atake, H. Ikegami, K. Kono, and H. Hosono: Superconductivity in an Inorganic Electride  $12\text{CaO}\cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3:e^-$ ; *J. Am. Chem. Soc.*, **129**, 7270-7271 (2007).

### 【研究期間と研究経費】

平成21年度-25年度

148,700千円

ホームページ等

<http://lucid.msl.titech.ac.jp/~www/>



## 研究課題名 次世代型耐熱材料としての複相金属間化合物の用途展開のための基盤学問体系構築

大阪府立大学・大学院工学研究科・教授 たかすぎ たかゆき  
高杉 隆幸

研究分野：材料工学

キーワード：高温材料

### 【研究の背景・目的】

地球温暖化を引き起こしている CO<sub>2</sub> 削減のためには熱変換システム装置や高温製造装置のエネルギー効率の向上が必要であり、新規な耐熱材料の開発が求められている。研究者等は、最密充填結晶構造 (GCP) に属する Ni<sub>3</sub>X 型金属間化合物相同土を複相化することで高温強度と延性を兼備する新規耐熱合金開発のコンセプトを生み出し、高温材料として優れた特性を発現する基本成分と組織を創製した。

本研究では、優れた結晶整合性と微細組織を有する L1<sub>2</sub> 相 (Ni<sub>3</sub>Al)–D0<sub>22</sub> 相 (Ni<sub>3</sub>V) 擬 2 元系合金 (図 1) に重点を置いて研究を行う。まず、合金設計、微細組織形成機構、相・組織安定性、高温力学特性とその変形機構解明等の基礎研究、続いて、酸化特性さらには腐食特性等の耐環境特性について、加えて、数種の次世代型耐熱部材・部品の製造を企業との連携により試行し、用途展開のための道を拓くことを目的とする。

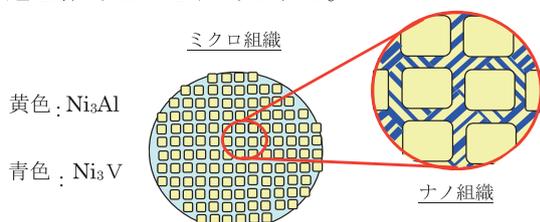


図 1 超微細 2 重複相組織の概念図

### 【研究の方法】

- 合金設計と組織創製および組織安定性の解明  
各種合金成分における相関係の把握、構成相の同定、固溶限の決定に基づき、状態図の構築を行い、組織形成の概要を把握し、構成相間の結晶整合性と微細組織を有する合金設計と組織制御を行う。並行して、計算状態図の構築を押し進める。
- 高温力学および耐環境特性の解明  
各種の高温力学試験を行う。これらの試験を通じて、高温度域で高強度、高延性、高クリープ寿命を兼備する合金を抽出する。続いて、高温大気中での酸化特性ならびに各種溶液中での腐食特性評価とその機構解明を行い、力学特性と耐環境特性とのバランスに富む合金の開発を行う。
- 製造・加工技術、用途展開  
企業との連携研究により、素材製造法、2 次加工法の確立を行う。汎用製造・加工法により、ジェット・エンジンタービン・ブレード、硬質・高

融点金属用摩擦攪拌接合用ツール、高温特殊環境用締結部材、超耐熱特殊環境用軸受部材開発を行い、次世代型耐熱材料としての道筋をつける。

### 【期待される成果と意義】

- 学問的成果  
金属・合金あるいはセラミックスに加えて第 3 の新素材と呼ばれている金属間化合物に耐熱材料としての市民権を与えることになる。既存合金系を包含する新規な合金設計と組織制御法を構築することができる。ヒエラルキー組織からなる合金の力学的・結晶学的・組織学的研究に関する新しい学問領域を先導することができる。
- 社会的意義  
諸産業装置において高温操業・長時間運転が可能となり、エネルギー変換効率の向上と省エネルギーがもたらされ、それにより、地球温暖化ガス排出量を削減することができる。既存金属産業技術体系の踏襲と既存製造・加工装置の利用により、安価にして大量に供給することが可能となる。部材の長寿命化やメンテナンスの不要化により、製造装置の信頼性の確保がなされ、安心・安全な装置産業社会を作ることができる。さらには、新規な耐熱材料関連産業の創出および既存産業の構造改革・技術革新をもたらすことができる。

### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ S. Shibuya, Y. Kaneno, M. Yoshida and T. Takasugi, Dual multi-phase intermetallic alloys composed of geometrically close-packed Ni<sub>3</sub>X (X:Al, Ti and V) type structures – II. Mechanical properties, Acta Materialia, 54, 861-870 (2006).
- ・ S. Shibuya, Y. Kaneno, M. Yoshida, T. Shishido and T. Takasugi, Mechanical Properties of dual multi-phase single-crystal intermetallic alloy composed of geometrically close packed Ni<sub>3</sub>X (X: Al and V) type structures, Intermetallics, 15, 119-127 (2007).

### 【研究期間と研究経費】

平成 21 年度 – 24 年度

79,500 千円

ホームページ等

[http://www.eng.osakafu-u.ac.jp/Japanese/02senko/materi\\_group/group05.htm](http://www.eng.osakafu-u.ac.jp/Japanese/02senko/materi_group/group05.htm)



研究課題名 ウェーハ等価薄膜太陽電池の直接製造を可能とする  
メゾプラズマ次世代シーメンズ法開発

東京大学・大学院工学系研究科・教授 よしだ とよのぶ  
吉田 豊信

研究分野：材料工学

キーワード：プラズマ処理、太陽電池

【研究の背景・目的】

エネルギー・環境問題に対応する高性能太陽電池製造技術開発の世界的要請を受けて、革新的高純度シリコン原料製造に向けた新機軸展開が精力的に進められている。特に、現行のシーメンズ法は高純度シリコン原料製造法としてある意味では完成された技術ではあるが、原理的に反応率は高々30%を越えず、また基体加熱電力コストが高いなどの欠点もある。近年、種々の改良シーメンズ法が検討されているが、何れも  $\text{SiHCl}_3$  の水素還元過程を流動床や炉壁を利用した反応表面積向上により不均化反応の効率化を図ったものでしかなく、著しい需要拡大が予測される太陽電池開発に対応するためには、この反応率を飛躍的に向上させる技術に期待が寄せられている。

ここに我々が 10 年来継続展開して来た熱プラズマと低圧プラズマの中間に位置する新規メゾプラズマの、熱・イオン衝撃が抑制された環境下での高速輸送の特徴に着目すれば、高フラックス励起水素原子の利用により、シーメンズ法の速度論的限界を新たな反応パスによって収率を高められる可能性が見えてくる。他方、メゾプラズマ CVD による高品質エピタキシャル薄膜の高速成長も実証しており、これら技術の統合により、ウェーハ等価品質の薄膜を高速で直接製造しうる画期的な太陽電池製造技術の可能性が顕わとなる。

以上を背景に、本研究では、メゾプラズマ環境下での  $\text{SiHCl}_3$  の励起水素原子高効率還元を特徴とした高品質 Si 薄膜の直接堆積を可能とする次世代製造技術開発を目指し、Si 結晶太陽電池の将来展開基盤技術確立の一端を担う事を目的とする。

【研究の方法】

「メゾプラズマ次世代シーメンズ法」の中核を成す要素技術は、 $\text{SiHCl}_3$  の励起水素原子による高効率還元と、高品質 Si 薄膜の直接高速堆積とに大別され、この技術確立に向けて追求すべき学術的課題は、メゾプラズマフロー理解の深化に基づく水素原子の有効利用とメゾプラズマ/基板相互作用に基づく高速シリコンエピタキシー制御となる。以上より、段階的研究項目として、1)メゾプラズマ CVD 装置基本設計、2)メゾプラズマフロー制御、3)動的プロセス制御に基づく高速・高品質化、4)次世代シーメンズ法提案を設定し、各項目を材料プロセス工学的指標(収率、品質、速度)に注視しつつ、プラズマ流体と薄膜・結晶成長の視点より、以下の研究フローに基づき進める。

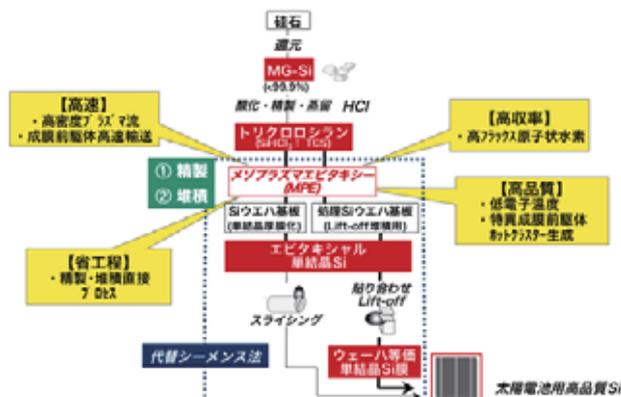


図 本研究フローの概念図

【期待される成果と意義】

$\text{SiH}_4$  を原料としたメゾプラズマ CVD によって最速 1000nm/s の Si 多結晶膜堆積、並びに 70nm/s 程度の高堆積速度でのエピタキシャル膜の低温堆積を先行研究により既の実証している。また、メゾプラズマ条件下では低圧プロセスに比して3桁程度高い水素フラックスが予測される。従って、メゾプラズマの利用により高効率還元と同時に単結晶に近い Si 膜が得られる可能性が高く、リフトオフ技術の導入により幾つかのプロセスを省き  $\text{SiHCl}_3$  から直接太陽電池を製造しうることとなり、産業的観点からも研究の意義は極めて大きい。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- J. M. A. Diaz, M. Kambara, T. Yoshida, Detection of nanoclusters by x-ray scattering during silicon film deposition by mesoplasma chemical vapor deposition, J. Appl. Phys., 201 (2008) 013536-5.
- J. M. A. Diaz, M. Sawayanagi, M. Kambara, and T. Yoshida, Electrical properties of thick epitaxial silicon films deposited at high rates and low temperatures by mesoplasma chemical vapor deposition, Jpn. J. Appl. Phys., 46(8A), (2007) 5315-5317.

【研究期間と研究経費】

平成 21 年度 - 24 年度

124,000 千円

ホームページ等

<http://www.plasma.t.u-tokyo.ac.jp/>



研究課題名 ペタフロップス級計算機に向けた次世代CFDの研究開発

東北大学・大学院工学研究科・教授 なかはし かずひろ 中橋 和博

研究分野：総合工学

キーワード：航空宇宙流体力学

【研究の背景・目的】

本研究は、開発が進むペタフロップス級のスーパーコンピュータを念頭に、その能力を最大限に活かす次世代CFD(数値流体力学)とその応用技術を開発することを主目的とする。

航空関連のCFDの発展には過去に二度のブレイクスルーがあった。一つ目は70年代に開発された境界適合構造格子であり、遷音速翼型の高性能化に寄与した。二つ二つ目は90年代の非構造格子で、航空機全機の空力解析・設計が飛躍的に進展した。

しかし、現行の主流である非構造格子CFDは空間精度の不足が課題であり、かつ近未来の大規模計算時には格子生成や後処理の負荷がボトルネックとなることが予想され、CFDに新たなるブレイクスルーが求められている。



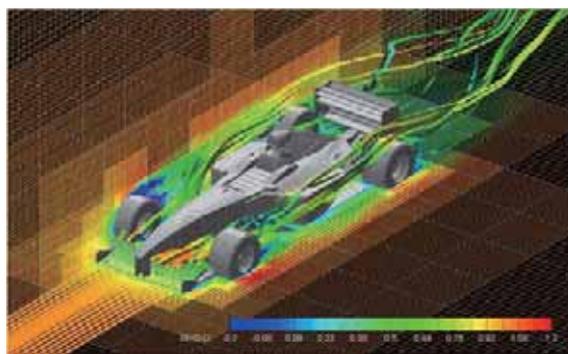
CFDの進展

本研究は、ペタフロップス級計算機開発および将来の更なる計算機性能の向上を念頭に、等方直交格子をベースとする次世代CFDアルゴリズムを世界に先駆けて構築し、同時に空力形状最適化や空力騒音低減等への応用研究を加速して、シミュレーション技術の高度化を通じて航空機をはじめとする流体機械の高性能化と環境適合化に資することを目的とする。

【研究の方法】

本研究では、次世代スーパーコンピュータの能力を可能な限り引き出すために等方等間隔直交格子をベースとするCFDの構築を目指す。従来の直交格子の問題点を解決し且つ大規模並列計算機での利用を念頭に、キューブ状計算領域を積み上げるBuilding-Cube Method(BCM)をコアとする

CFDソフトである。このアプローチにより、従来の非構造格子CFDでは半日から数日要していた格子生成を数分にまで短縮する。また、基本となる直交格子ソルバーでの高精度化を図り、キューブ構造による大規模並列計算やデータ圧縮での後処理の負荷も大幅に低減する。



2億点格子による大規模計算

【期待される成果と意義】

航空機空力解析は離着陸時などの非巡航時の精度良い空力解析が現行CFDでは困難であり、その解決が期待される。また、航空機の脚のような複雑形状からの空力音源解析にも有効であろう。形状表現の自由度が高まることで物体変形・移動問題も扱い易くなり、最適設計の応用範囲を拡大する。航空CFDのGrand Challengeとも言われる飛行試験模擬(Digital Flight)も計算機性能の向上により将来には実現するであろう。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- T. Ishida, S. Takahashi, K. Nakahashi, "Efficient and Robust Cartesian Mesh Generation for Building-Cube Method", J. of Computational Science and Technology, Vol.2, No.4, 435-446, 2008.
• S. Takahashi, T. Ishida, K. Nakahashi, H. Kobayashi, K. Okabe, Y. Shimomura, T. Soga, A. Musa, "Study of High Resolution Incompressible Flow Simulation Based on Cartesian Mesh", AIAA 2009-563, 47th AIAA Aerospace Sciences Meeting, Jan. 2009.

【研究期間と研究経費】

平成21年度-25年度

164,800千円

ホームページ等

http://www.ad.mech.tohoku.ac.jp/



## 研究課題名 ヘリコン源を用いた先進的無電極プラズマロケットエンジンの研究開発

九州大学・大学院総合理工学研究院・准教授

しのはら しゅんじろう  
篠原 俊二郎

研究分野：航空宇宙工学、プラズマ科学

キーワード：推進・エンジン、プラズマ応用、航空宇宙流体力学

### 【研究の背景・目的】

電気推進ロケットエンジンとは、太陽電池エネルギー等を用いて推進剤を電離（即ち、プラズマ化）し、電氣的に噴射するロケットエンジンです。通常の化学推進ロケットエンジンに比べると格段に燃費が良く、宇宙船がひとたび宇宙空間に出た後で用いるロケットエンジンとして大きな期待が寄せられています。実際、小惑星探査機「はやぶさ」で電気推進ロケットエンジンの一種であるイオンエンジンが使われ大きな成果を上げました。ところが、従来使われてきているものには大きな欠点があります。高密度プラズマと直接接触する電極群があるため、それらの損耗で寿命が決まってしまうのです。従って、電気推進ロケットエンジンの究極の姿は、オール無電極（プラズマ粒子を直接授受する電極を持たないという意味）でプラズマを生成・加速することです。

本研究では、将来の着実な宇宙航行計画に資するため（図1を参照）、本研究グループがこれまでに修得した知見を集大成し、高効率で損耗箇所のない、原理的に無限寿命の“先進的無電極”プラズマロケットエンジンを完成させ、その工学的体系化を目指します。



図1 先進的無電極プラズマロケットエンジンを搭載する宇宙船のイメージの一例。

### 【研究の方法】

噴射されるプラズマが直接エンジン容器と触れないようにするため、若干の磁場を使います。磁場中での高効率プラズマ生成法としてヘリコン波と呼ばれるプラズマ波動を用いる方法が知られています。本研究グループのメンバーにはこの分野のエキスパートがいます。我々の目指す先進的無電極プラズマロケットエンジンでは、プラズマ生成部に“ヘリコン源”を用います。ロケットエン

ジン用にまずヘリコン源の最適化を行います。

我々は既に6種類の異なる無電極（と言っても絶縁体の容器外に設置されたアンテナは用いますが）プラズマ加速法を提案しており、その内の2種類については原理実証実験も済ませています。これら種々の無電極加速法について同時進行的に実験を進め、理論・計算機シミュレーション等との比較検討を通して最適化を行いつつ、性能評価をし、最適な手法を選択して行きます。具体的な推進性能目標は、噴射速度 40 km/s で推進効率 50% 以上です。最終的には、異なるエンジン寸法に対応できるようなエンジンバリエーション設計まで実施し将来の実用化に備えることとなります。

### 【期待される成果と意義】

超長寿命のプラズマロケットエンジンを実現することにより、これまで数年であった衛星や惑星間探査機の寿命を飛躍的に延ばすことができ、今まで考えられなかったような超長期宇宙ミッションが可能となり、真の意味での“宇宙船”構築に貢献できるでしょう。宇宙空間プラズマを吸い込みつつ噴射するタイプのロケットエンジンへの道も拓け、将来の惑星・恒星間旅行への夢も実現に向かうでしょう。本研究のスピンオフとして、半導体製造や先進的ゴミ処理施設で使用されるプラズマ装置の寿命問題に対しても“オール無電極”という明快なソリューションを与えることができるでしょう。

### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ S. Shinohara, *et al.*: Development of High-Density Helicon Plasma Sources and Their Applications, *Phys. Plasmas* **16**, 057104 1-10 (2009).
- ・ K. Toki, *et al.*: Compact Helicon Source Experiments for Electrodeless Electromagnetic Thruster, *Proc. 43rd AIAA/ASME/SAE/ASEE Joint Propulsion Conference & Exhibit* (Cincinnati, Ohio, 2007) AIAA-2007-5260.

### 【研究期間と研究経費】

平成21年度－25年度

160,700千円

ホームページ等

<http://zone.aees.kyushu-u.ac.jp/~sinohara/Homepage/shinohara.html>  
sinohara@aees.kyushu-u.ac.jp



## 研究課題名 縦渦導入型広帯域スクラムジェットの研究

宇宙航空研究開発機・構宇宙輸送ミッション本部・主任研究員 **すなみ てつじ**  
**須浪 徹治**

研究分野：航空宇宙工学

キーワード：スクラムジェットエンジン，超音速燃焼，縦渦，乱流，極超音速輸送機，宇宙輸送機

### 【研究の背景・目的】

飛行マッハ数4~15程度での極超音速飛行が可能な将来の極超音速輸送機・宇宙輸送機の推進器として，エンジン可変部の少ない単一形態で広いマッハ数にわたって高性能作動可能な「広帯域スクラムジェット」が期待され，その基盤技術・システムの開発が急務となっている。

本研究は，スクラムジェットエンジンの性能の鍵となる超音速混合燃焼の独自技術である縦渦導入型燃焼器（図1）と空気取入口（インレット）を組合せた「縦渦導入型広帯域スクラムジェット」というエンジンシステムを創案し，極超音速推進性能の飛躍的向上を目的として行われるものであり，「縦渦導入型広帯域スクラムジェット」に関し，下記(A)~(C)の課題に取り組む。

- (A) 基盤技術の高度化，
- (B) 要素・システム設計とプロトタイプを試作
- (C) 性能評価

### 【研究の方法】

研究体制は，研究代表者を含めスクラムジェット研究に携わってきたJAXA，大阪府立大学，東北大学，慶応義塾大学の研究者に加え，研究代表者らとスクラムジェットの共同研究を行ってきた仏ONERA(フランス航空研究所)，独DLR(ドイツ航空宇宙センター)の研究者から構成する。また，大学院学生等の参加も積極的に受け入れ，若手研究者の育成にも寄与する。

課題(A)では，エンジン性能を決定的に支配するインレット，燃焼器要素の基盤技術を確立する。インレット設計・評価ツール構築，縦渦を利用した混合燃焼促進制御手法の高度化，着火・保炎・燃焼制御，混合燃焼過程の解明，境界層制御に関し，実験的，数值的，理論的研究を行う。

課題(B)では，(A)で得られた知見に基づき，スクラムジェットの広帯域化に必要なインレット，燃焼器要素，全体システムの設計手法を確立し，具体的形状設計に進む。広いマッハ数範囲における性能が格段に優れたエンジンの設計を目指す。

課題(C)では，広帯域スクラムジェットとしての要素・全体システムの性能評価と技術課題の抽出を行い，その結果を上記(A),(B)へフィードバックする。

### 【期待される成果と意義】

スクラムジェットの価値は広い飛行マッハ数範

囲を通して高効率作動可能とすることで格段に高くなるが，このような「広帯域スクラムジェット」は世界的に未確立の極めて革新的な技術である。本研究により基盤技術を格段に向上してシステム統合し，「縦渦導入型広帯域スクラムジェット」という独自コンセプトを実現させることにより，これをターボジェットやロケットと併用・複合化してミッションに応じた柔軟な極超音速輸送・宇宙輸送システムの構築が可能となる。これにより，本分野で我が国が世界をリード可能な高い国際競争力の獲得とともに，輸送・学術分野にとどまらず幅広い分野への波及効果が期待される。

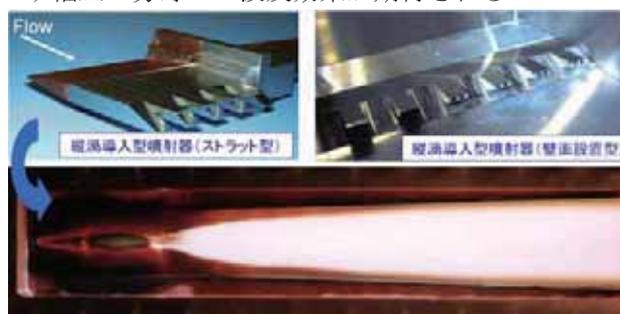


図1 縦渦導入型燃料噴射器（ストラット型，壁面設置型）と超音速燃焼炎（同ストラットによる）

### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・Sunami, T., Wendt, M. N. and Nishioka, M., "Supersonic Mixing and Combustion Control Using Streamwise Vortices," AIAA Paper 98-3271, 1998.
- ・Sunami, T., et al., "Mixing and Combustion Control Strategies for Efficient Scramjet Operation in Wide Range of Flight Mach Numbers," AIAA 2002-5116, 2002.
- ・Sunami, T., et al., "Effects of Streamwise Vortices on Scramjet Combustion at Mach 8-15 Flight Enthalpies - An Experimental Study in HIEST," ISABE 2005-1028, 2005.
- ・須浪 他., "縦渦導入型スクラムジェットのマッハ8燃焼実験 - 高温衝撃風洞によるマッハ8燃焼実験," 日本航空宇宙学会誌, Vol.53, No. 621, 467-481, 2005.

### 【研究期間と研究経費】

平成21年度 - 25年度

116,800千円

ホームページ等

<http://www.jaxa.jp>

[sunami.tetsuji@jaxa.jp](mailto:sunami.tetsuji@jaxa.jp)



## 研究課題名 低域混成波による球状トカマクプラズマの電流駆動

東京大学・大学院新領域創成科学研究科・教授 たかせ ゆういち  
高瀬 雄一

研究分野： 核融合学

キーワード： 炉心プラズマ

### 【研究の背景・目的】

トカマク型プラズマ閉じ込め装置では、プラズマ中に流れる電流（プラズマ電流）が不可欠である。プラズマ電流は通常、トーラス中心部に位置するCSと呼ばれるコイルで駆動される。CSを用いずにトカマクを運転できれば、トカマク核融合炉の小型化による経済性向上が実現可能となる。これは、トーラス中心部のスペースが限られている球状トカマク（ST）では、核融合炉の成否に関わる最重要課題である。電子サイクロトロン波（ECW）による低プラズマ電流のST配位形成は、東京大学のTST-2装置等で既に実証されている。本研究では、これに低域混成波（LHW）による電流駆動を加え、プラズマ電流を増加させることを目指す。これを実証できれば、ST型核融合炉の実現性が格段と高まる。

### 【研究の方法】

実験には東京大学現有のTST-2球状トカマク装置および周波数200MHz、出力400kWの高周波発生装置を用いる。本研究は江尻晶准教授および永島芳彦助教と協力して進める。本研究ではまずLHW励起に関する研究を複数のアンテナを用い、段階的に進める。これらの実験結果の比較より、プラズマ加熱により自発的に発生する圧力駆動電流と、波動が電子の速度分布関数を非対称に変形させることによる直接的な駆動電流とを分離する。また、速波励起と遅波励起の比較よりモード変換に関する情報が得られ、LHW直接励起の必要性を判断できる。さらに複数の方法による波動の同時多点計測、電子の速度分布関数の計測、磁気計測に基づくプラズマ平衡の再構成、プラズマの温度・密度分布計測等の結果を総合して、電流駆動



TST-2 球状トカマクと LHW 入射装置（左側）

の物理機構を明らかにする。また、これら実験結果を世界最高水準の波動解析コードTORICLHの計算結果や、非線形現象であるパラメトリック崩壊過程の計算結果と対比し、波動物理および波動・粒子相互作用の解明に資する。

### 【期待される成果と意義】

トカマクではLHWによる電流駆動は効率が最も高く、プラズマ電流の増加も実証されているが、STプラズマは極めて高い比誘電率をもつため、LHWによる電流駆動は不可能と考えられてきた。しかし、ECWにより生成されたプラズマは密度が低く、比誘電率も1程度であるため、この密度を保ったままプラズマ電流を増加できる可能性は十分高い。このような実験は世界的にも例がなく、ユニークな独創性の高い成果が期待できる。ST核融合炉において、プラズマ生成および高自発電流を利用した非誘導法による定常燃焼維持には目途が立っていると考えられるが、プラズマ生成から定常燃焼維持までどう繋ぐかが最大の課題となっている。LHWにより、ECWに比べ高効率のプラズマ電流増加が実現できれば、この懸念事項の払拭に大きく貢献でき、更に通常トカマク型核融合炉の大幅な経済性向上も期待できるようになるため、意義は極めて大きい。

### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- Y. Takase, T. Fukuda, X. Gao, M. Gryaznevich, et al., "Plasma current start-up, ramp-up, and achievement of advanced tokamak plasmas without the use of ohmic heating solenoid in JT-60U," J. Plasma Fusion Res. **78**, 719-721 (2002).
- Y. Takase, A. Ejiri, S. Shiraiwa, Y. Adachi, et al., "Plasma current start-up experiments without the central solenoid in the TST-2 spherical tokamak," Nucl. Fusion **46**, S598-S602 (2006).

### 【研究期間と研究経費】

平成21年度－25年度

74,100千円

ホームページ等

[http://fusion.k.u-tokyo.ac.jp/research/kakenhi\\_h21.html](http://fusion.k.u-tokyo.ac.jp/research/kakenhi_h21.html)

[takasle@k.u-tokyo.ac.jp](mailto:takasle@k.u-tokyo.ac.jp)



**研究課題名** 次世代アト秒・フェムト秒パルスラジオリシスに関する研究

大阪大学・産業科学研究所・教授

よしだ よういち  
吉田 陽一

研究分野：工学

キーワード：パルスラジオリシス、量子ビーム誘起高速反応、短パルス電子ビーム、時間分解吸収分光

【研究の背景・目的】

フェムト秒・アト秒時間領域における量子ビーム誘起反応・現象の解明は、新しい物質の創製や新しいテクノロジーの開発にとって極めて重要である。短時間電子線パルスと分析光レーザーパルスを組み合わせたパルスラジオリシス法は、量子ビーム誘起現象を直接的に測定する手法であり、これまでにピコ秒及びサブピコ秒時間領域での放射線化学初期過程や量子ビーム誘起現象の解明に大きく貢献してきた。

本研究では、1フェムト秒以下の電子線パルスを発生し、アト秒・フェムト秒時間分解能を有する次世代パルスラジオリシスシステムを開発する。そのために、ダブルデッカー電子ビーム、等価速度分光法等の新しい手法を実用化する。この新システムを用いて、量子ビーム誘起現象をアト秒・フェムト秒時間領域で測定することにより、量子ビーム誘起反応初期過程の全貌の解明を目指す。

【研究の方法】

本研究については、サブフェムト秒・アト秒電子線パルスの発生からフェムト秒・アト秒パルスラジオリシスの構築、量子ビーム誘起高速現象の測定まで5年間計画しており、①サブフェムト秒・アト秒電子線パルスの生成と計測手法を確立する。②ダブルデッカー電子ビームパルスラジオリシス(図1)を開発し、励起パルスと分析光パルスの時間ジッターによる時間分解能劣化の問題を解決する新規なパルスラジオリシス法を確立する。③等価速度分光法を利用したサブフェムト秒時間分解能を持つパルスラジオリシスを実現し、量子ビーム誘起現象のフェムト秒・アト秒時間領域における実時間追跡手法を確立する。

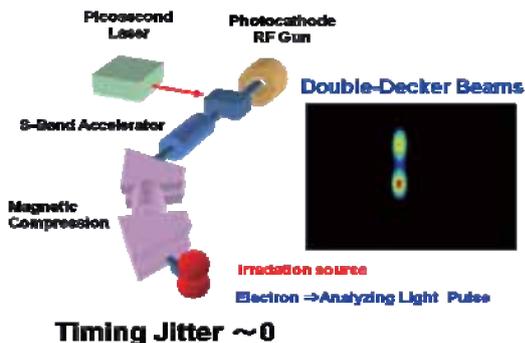


図1 ダブルデッカー電子ビーム加速器

【期待される成果と意義】

次世代の極低エミッタンス・短パルス電子ビームを得ることが可能となり、さまざまな先端的な加速器科学やビーム物理への新展開が期待できる。また、本提案したダブルデッカー電子ビーム法と等価速度分光法は、全く新しい概念の測定法である。次世代のフェムト秒やアト秒の時間分解分光が可能となる。

これにより、①フェムト秒・アト秒時間領域での実時間追跡の実現、②量子ビーム誘起現象に対する本質的理解の達成、という、極めて独創的内容を有する学術的成果が達成でき、新規機能性材料創製への指針、量子ビーム誘起物理化学研究へのブレーク・スルー、環境・エネルギー・医療・ナノテクノロジー関連物質・材料の開発と分析への展開を期待できる(図2)。

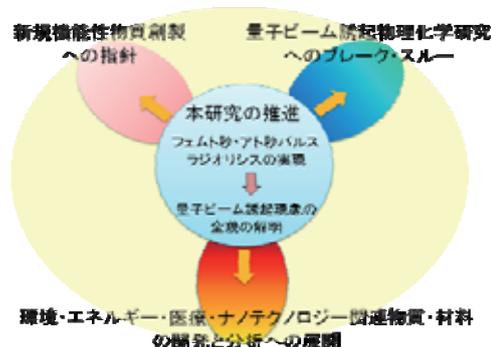


図2 期待される成果と波及効果

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- J. Yang, T. Kondoh, K. Norizawa, Y. Yoshida, S. Tagawa, "Breaking Time-Resolution Limits in Pulse Radiolysis", Radiat. Phys. Chem., in press (2009).
- A. Ogata, T. Kondoh, J. Yang, A. Yoshida, Y. Yoshida, LWFA of Atto-Second Bunches for Pulse Radiolysis, Int. J. Modern. Phys. 21, 447-458 (2007).

【研究期間と研究経費】

平成21年度～25年度

161,300千円

ホームページ等

<http://www.sanken.osaka-u.ac.jp/labs/bsn/project-s/project-j.htm>

## 【基盤研究(S)】 生物系(生物学)



### 研究課題名 気孔孔辺細胞における光情報のイオン輸送への変換機構

九州大学・大学院理学研究院・教授

しまざき けんいちろう  
島崎 研一郎

研究分野：植物生理学

キーワード：気孔、光情報伝達、環境応答、フォトロピン、細胞膜 H<sup>+</sup>-ATPase

#### 【研究の背景・目的】

気孔が植物の遭遇する多くの環境要因(青色光、赤色光、複数の植物ホルモン、CO<sub>2</sub>、Ca<sup>2+</sup>、O<sub>3</sub>など)に応答できるのは気孔を構成する孔辺細胞の働きによってであり、孔辺細胞は情報の受容と応答をもっとも発達させた細胞の一つです。光はとりわけ重要な環境情報で光受容体としてフォトトロピンが標的酵素として細胞膜 H<sup>+</sup>-ATPase が機能し、気孔開口を引き起こすことが分かっています。しかし、フォトトロピンからの光シグナル変換機構、細胞膜 H<sup>+</sup>-ATPase への情報伝達など多くの未解明点があります。一方、フォトトロピンは光屈性、葉緑体運動、葉の展開、などを司る多芸な光受容酵素であり、細胞膜 H<sup>+</sup>-ATPase は二次輸送体と共役して多種類のイオンや有機物の輸送を駆動する重要な酵素です。本研究は、孔辺細胞をモデル材料として青色光情報の受容・変換・伝達と細胞膜 H<sup>+</sup>-ATPase の活性制御機構を研究し、2つの重要な酵素の働きを解明するとともに、植物細胞における光情報伝達の典型例を確立する事を目的としています。

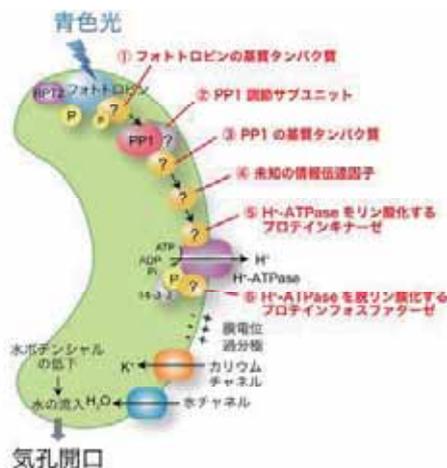
#### 【研究の方法】

生化学的、分子生物学的、生理学的方法等を用いて研究を行います。電気泳動によって情報伝達に関与するタンパク質を分離、特定し、質量分析等によってその遺伝子を同定します。それに基づいて分子遺伝学的方法によって変異体を作成(あるいはタグライン等の取得)して当該タンパク質の機能を解析します。目的とする変異体を使用できない場合、孔辺細胞に当該の遺伝子を物理的に導入することによって一過的に当該タンパク質を発現させ、その機能を調べる方法も用います。変異原を使用して気孔応答に異常をきたした植物体の原因遺伝子の特定によって、未知の情報伝達体の解明も行います。

#### 【期待される成果と意義】

気孔の光による開口には反応を開始させる光受容体、開口の駆動力を生じる細胞膜 H<sup>+</sup>-ATPase、さらに、この間をつなぐタイプ1プロテインフォスファターゼが機能しています。植物にとって適切な環境応答がその生存に必須ですが、応答に重要な光情報伝達系の理解には構成成分の同定が不可

欠です。植物の光情報伝達系に関して全貌が解明された例はなく、孔辺細胞を材料にして光情報伝達の構成成分を解明することは大きな意義があります。下図には今まで明らかにされた気孔の青色光情報伝達成分と今後明らかにすべき成分(赤字)を示しています。この成分を同定していくことによって、植物細胞の環境応答の仕組みを示す事ができると思います。



#### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- Takemiya, A., Kinoshita, T., Shimazaki, K. (2006) Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 103: 13549-13554.  
Shimazaki, K., Doi, M., Assmann, SM., Kinoshita, T. (2007) Annu. Rev. Plant Biol. 58: 219-247  
Inoue, S., Kinoshita, T., Matsumoto, M., Nakayama, KI., Doi, M., Shimazaki, K. (2008) Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 105: 5626-5631

#### 【研究期間と研究経費】

平成21年度-25年度  
158,400千円  
ホームページ等

<http://cellbio.biology.kyushu-u.ac.jp/shimazaki/>

## 【基盤研究(S)】 生物系(生物学)



### 研究課題名 新種の出現：種分化と大進化の分子機構

東京工業大学 大学院生命理工学研究科 教授 おかだ のりひろ  
岡田 典弘

研究分野： 生物学

キーワード： 進化

#### 【研究の背景・目的】

現在の科学的見地から「新種の出現」の問題は二つのカテゴリーに分ける事が可能である。第一のカテゴリーはある一つの種が自然選択をうけアリの連続的な頻度変化の過程で種分化を起こすプロセスを明らかにするという事である。これはある意味では連続的な変化の過程で起る現象であり、ダーウィンが百年以上前に形態の連続的な変化の観察により「種の起原」で提唱したメカニズムの分子機構を明らかにしようとするものである。第二のカテゴリーは、形態的進化の立場からは、「大進化」と言われているものの分子機構を明らかにしようとするものである。これは新しい分類群の出現を分子レベルで説明しようとするもので、例えば、爬虫類の中から哺乳動物という分類群がどのようにして出現したのか？というような問題である。本研究の目的はこれら2つのカテゴリーの研究により「新種の出現」の分子機構を明らかにする事である。

#### 【研究の方法】

##### カテゴリー(I) 種分化

本研究は次の4つの段階の研究を順次進行して完成させる予定である。1) シクリッドを用い、光受容体が生息する光環境に適応していることを明らかにする。2) 婚姻色を形成する遺伝子の単離を行う。3) 光環境に適応した光受容体が感度よく受容できる色に婚姻色が進化したことを明らかにし、配偶者認識が確立していることを示す。4) 婚姻色を形成する遺伝子の機能解析を行い、その遺伝子の進化と視覚の進化から引き起こされる種分化の機構を明らかにする。

##### カテゴリー(II) 大進化

大進化に繋がる形態獲得メカニズムを解明するため、次の3段階の研究を推進する。1) 哺乳類特異的に保存されたSINE由来エンハンサーの網羅的探索、2) エンハンサーの対象遺伝子の発現様式と発現カスケードの解明、3) 遺伝子の細胞生物学的機

能解析、および哺乳類特異的な形態形成の発生学的研究。

#### 【期待される成果と意義】

本研究では1つの種が新しい2つの種に分化する過程、「種分化」と、種が新しい形態を獲得する過程「大進化」を明らかにしようとしている。種分化では感覚器の適応が引き起こす生殖的隔離の分子機構を明らかにできることを期待している。大進化では、エンハンサー配列の獲得による新しい形態の獲得の機構を明らかにできることを期待している。これらの成果を得ることができれば、それは種分化と大進化の分子機構というだけではなく、生物多様性の獲得機構であり、生物進化そのものの機構でもある。そのため本研究は生物の多様性獲得の研究を分子レベルで行うブレイクスルーとなり、日本発の新しい研究分野として発展し、世界の先駆けとなることが期待される。

#### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

1. Seehausen O, Terai Y, Magalhaes IS, Carleton KL, Mrosso HD, Miyagi R, van der Sluijs I, Schneider MV, Maan ME, Tachida H, Imai H, Okada N. Speciation through sensory drive in cichlid fish. **Nature (Article)**. 455:620-6 (2008)
2. Sasaki T, Nishihara H, Hirakawa M, Fujimura K, Tanaka M, Kokubo N, Kimura-Yoshida C, Matsuo I, Sumiyama K, Saitou N, Shimogori T, Okada N. Possible involvement of SINEs in mammalian-specific brain formation. **Proc Natl Acad Sci U S A**. 105:4220-5 (2008)

#### 【研究期間と研究経費】

平成21年度－25年度

113,800千円

ホームページ等

<http://www.evolution.bio.titech.ac.jp/index0.html>

## 【基盤研究(S)】 生物系(生物学)



### 研究課題名 X線結晶構造解析による細胞内及び細胞間での物質輸送の研究

兵庫県立大学・大学院生命理学研究科・特任教授

つきはら とみたけ  
月原 富武

研究分野：構造生物化学

キーワード：X線結晶解析

#### 【研究の背景・目的】

高等な生物では、特定の分子を働くべき場所に輸送する仕組みがあり、そのことによって高度に制御された生命の営みが可能になっている。こうした輸送に関わる生体超分子の立体構造を決定して、その働きの仕組みを明らかにするのが本研究の目的である。特定の化学物質を運ぶ担体がどのように化学物質を認識し、どのような仕組みで目的の場所に移動するかを3つのケースで解き明かしたい。

細胞膜を介した物質の輸送に関わる膜蛋白質は多くある。そのうち、多細胞生物の細胞間コミュニケーションなどで重要な役割を果たしているのがギャップ結合チャネルである。本研究では、ギャップ結合チャネルのX線結晶構造解析を行う。

細胞質から細胞外排出及び核内への輸送ではボルト、核外への輸送ではイクスポーティンを研究対象に取りあげる。

我々は、ここ4～8年これらの生体超分子の調製、結晶化に集中的に取り組んで、何れも結晶化に成功して構造決定も進展してきた。

#### 【研究の方法】

ギャップ結合チャネルでは、開孔型、閉孔型コネキシン26の構造を共に3.0Åを超える分解能で決定し、チャネルの開閉機構を解明する。またホモロジーモデリングによって細胞間接着が可能な異なったコネクソンの組み合わせを提案する。

ボルトは3.0Åを超える分解能の構造解析を行い、全構造を決定する。約100残基のC末領域ペプチドを発見、結晶化して構造決定を行う。これらの構造に基づいて構造構築機構および運ぶべき分子の取込み機構を解明する。

ボルトのX線結晶構造解析では、ウイルス以外では最大の分子の構造解析である。極めて薄い殻構造で巨大な中空を持つ粒子の構造ができる仕組みは全く謎である。構造構築の仕組みを解き明かすのがひとつの特徴である。

イクスポーティンはExportin・RanGTP・pre-microRNA 3者複合体の構造決定を3.0Å分解能で行う。

#### 【期待される成果と意義】

蛋白質分子による輸送の神秘は、蛋白質が目的の分子を捕獲する仕組み、それが移動する仕組み、あるいは目的の化合物が移動する経路を通過

させる仕組みを調べることによって解き明かすことができる。

コネキシンのX線結晶構造解析では、細胞間での直接的な物質輸送の仕組みを明らかにするところに研究の特徴がある。

Exportin・RanGTP・Pre-microRNA 3者複合体のX線結晶構造解析では、イクスポーティンによるPre-microRNAの核外への輸送機構を解明するものである。細胞質においてRNA干渉を行うRNAを特異的に認識する仕組みの解明が最大の特徴である。

何れの研究においても、蛋白質複合体を精製、結晶化する過程がある。その困難さのために、まだ他の研究グループからは結晶化の成功例は出されていない。いずれの構造も今後の研究の要石となる。

#### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

・ S. Maeda, S. Nakagawa, M. Suga, E. Yamashita, A. Oshima, Y. Fujiyoshi and T. Tsukihara, Structure of the connexin-26 gap junction channel at 3.5 Å resolution. *Nature*, **458**, 597-602 (2009).

・ H. Tanaka, K. Kato, E. Yamashita, T. Sumizawa, Y. Zhou, M. Yao, K. Iwasaki, M. Yoshimura and T. Tsukihara, The structure of rat liver vault at 3.5 angstrom resolution. *Science*, **323**, 384-388 (2009).

#### 【研究期間と研究経費】

平成21年度～25年度

180,900千円

ホームページ等

[http://www.sci.u-hyogo.ac.jp/life/GCOE/japanese/pico\\_intro/tsukihara/index.html](http://www.sci.u-hyogo.ac.jp/life/GCOE/japanese/pico_intro/tsukihara/index.html)


**研究課題名 寿命と発生を制御するシグナル伝達ネットワーク**

京都大学・大学院生命科学研究科・教授

 にしだ えいすけ  
 西田 栄介

研究分野：生物学・生物科学・機能生物化学

キーワード：細胞情報伝達機構

**【研究の背景・目的】**

細胞内シグナル伝達ネットワークは、様々な生命現象を制御する重要な役割を担っている。ヒトやモデル生物のゲノムプロジェクトが完了した現在、個々の遺伝子の機能や遺伝子間の機能的な関連を解析することが重要な課題となっている。近年盛んに行われている大規模解析により遺伝子に関する膨大なデータが蓄積されてきてはいるが、シグナル伝達という観点から見ると、その全貌解明にはまだまだ至っていないのが現状である。したがって、これら膨大なゲノムデータを有効に活用しつつ、個々のシグナル伝達経路がどのように関連しあるいは協調しながら高次生命現象を制御しているかを明らかにすることは、生命現象の根本原理に迫るうえで極めて重要である。本研究では、寿命や発生といった多細胞生物の時間軸に沿った生命現象に注目し、モデル生物を用いた多方面からのアプローチにより、新たな細胞内シグナル伝達分子や経路の同定、および種々のシグナル伝達経路間におけるネットワークを明らかにすることを目的とする。

**【研究の方法】**

第一に、寿命および発生を制御するシグナル伝達経路について、マイクロアレイを用いた遺伝子発現解析、バイオインフォマティクスによるプロモーター解析、変異体や RNAi 法による体系的スクリーニング、MO (モルフォリノ) を用いたノックダウン実験等を駆使することによって、新規シグナル伝達分子や新規シグナル伝達経路の同定を行うことを目的とする。第二に、同定したシグナル伝達経路や既知のシグナル伝達経路間における相互作用を検討し、寿命や発生といった高次生命現象という観点からシグナル伝達経路のネットワークを明らかにすることを目指す。

**【期待される成果と意義】**

発生過程や寿命制御における新規シグナル伝達経路およびそれらが構成するネットワークを解明することで、生体内で働く情報伝達機構の根本原理を明らかとし、シグナル伝達学、寿命生物学、発生生物学の分野に革新的な視点をもたらすことが期待される。

**【当該研究課題と関連の深い論文・著書】**

- Honjoh, S., Yamamoto, T., Uno, M., and Nishida, E. Signalling through RHEB-1 mediates intermittent fasting-induced longevity in *C. elegans*. *Nature* 457, 726-730 (2009).
- Hanafusa, H., Matsumoto, K., and Nishida, E. Regulation of ERK activity duration by Sprouty contributes to dorsoventral patterning. *Nature Cell Biol.* 11, 106-109 (2009).

**【研究期間と研究経費】**

平成21年度－25年度

164,000千円

ホームページ等

<http://www.lif.kyoto-u.ac.jp/labs/signal/>

## 【基盤研究(S)】

### 生物系(生物学)



#### 研究課題名 細胞接着とシグナル伝達による細胞の形態形成機構

神戸大学・大学院医学研究科・教授

たかい よしみ  
高井 義美

研究分野：生物学

キーワード：細胞情報伝達機構

#### 【研究の背景・目的】

個体中のそれぞれの細胞は様々な細胞機能を発揮するためにそれぞれ特異的な細胞形態をとる。また、個々の細胞形態は不変なものではなく、外的環境や様々な刺激などに反応してその形態を柔軟に変化させる。細胞形態の変化は個体が環境に適応して生存していくために必須であり、細胞形態の不可逆的破壊は臓器機能の低下、さらには、生命の危機につながり得る。したがって、細胞の形態形成機構を解析することは生物学的にも医学的にも極めて重要であるが、その解析は十分には進んでいない。本研究では、申請者らが見出した新規接着分子ネクチン-アフアディン系やこれらの分子が制御するシグナル伝達系に着目して、各種細胞の形態形成機構について詳細に検討する。

#### 【研究の方法】

上述の研究計画の達成に向けて、以下の3点について研究を実施する。

##### (1) 上皮細胞におけるアドヘレンスジャンクション(AJ)とタイトジャンクション(TJ)の位置決定機構と細胞丈の決定機構

上皮細胞では細胞間接着形成が完成すると、細胞間接着部位で側基底側領域と頭頂側領域が分離し、TJがAJの頭頂側に形成されるがこの分子機構は不明である。この問題をAJとTJ構造を持たない線維芽細胞を用いた再構築実験系で解析する。申請者らはすでに、ネクチンとJAMの2種類の接着分子が、線維芽細胞でのAJ構造とTJ構造の再構築に必要不可欠であることを見出している。しかし、再構築されたAJ構造とTJ構造は上皮細胞に見られるような完全なものではなく、両者の位置関係が逆転していた。これらの点を完全なものにするためにさらに必要な因子を探索する。

##### (2) 上皮-間葉転換(EMT)と間葉-上皮転換(MET)における形態変化の分子機構

EMT初期過程では、上皮細胞のコロニー端で先端端が形成され、その部位の細胞が遊走し始める。この遊走開始時にみられる先端端形成の機構に低分子量Gタンパク質などのシグナル分子やネクチン-アフアディン系がどのように関与しているか検討する。また、ネクチンと構造上類似するネクチン様分子がEMTに関わる分子機構についても解析する。逆に、METに関しては、上述したL線維芽細胞の形態から上皮細胞の形態を再構築する系を応用して検討する。

##### (3) 神経細胞におけるシナプスの形成・リモデリング機構と軸索の選択的形態形成機構

軸索が別の神経細胞の樹状突起と接着してシナプスを形成する際、Puncta adherentia junction (PAJ)部位には、ネクチン-アフアディン系が集積する。また、PAJの内側に存在するアクティブゾーンとシナプス後肥厚には、それぞれCASTやS-SCAMなどが存在することを申請者らが見出し、これらの分子がシナプス形成において重要な役割を果たしていることも明らかにしている。本研究では、これらの研究成果をさらに発展させて、神経細胞の形態形成機構を解析する。

#### 【期待される成果と意義】

これまでの細胞の“形”に関する先行研究に加えて、本研究において、新規接着分子ネクチンおよびその関連分子に着目して、シグナル分子、細胞間接着および細胞-基質間接着の相互作用が細胞形態に及ぼす作用を統合的に検討することにより、種々の細胞の形態形成機構の重要性とその分子機構を解明できると考える。その成果は、細胞の形態形成機構に関する研究分野の新展開となるだけでなく、高等生物における生命現象全般の分子機構解明に向けた端緒にもなり得る。以上の点から、本研究は生物学および医学研究の発展において大きく貢献するものと考えられる。

#### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- Takai, Y., Miyoshi, J., Ikeda W., and Ogita H. Nectins and nectin-like molecules: roles in contact inhibition of cell movement and proliferation. *Nat. Rev. Mol. Cell Biol.*, 9巻, 603-615, 2008年
- Takai, Y., Ikeda, W., Ogita, H., and Rikitake, Y. The Immunoglobulin-like cell adhesion molecule nectin and its associated protein afadin. *Annu. Rev. Cell Dev. Biol.*, 24巻, 309-342, 2008年

#### 【研究期間と研究経費】

平成21年度-25年度

160,000千円

ホームページ等

<http://www.med.kobe-u.ac.jp/mcb/index.html>



## 研究課題名 極低温電子顕微鏡による細菌べん毛モーターと蛋白質輸送装置の像構造解析

大阪大学・大学院生命機能研究科・教授 なんば けいいち  
難波 啓一

研究分野：生物物理学

キーワード：超分子、機能構像解析、電子顕微鏡像解析、X線解析、細菌べん毛

### 【研究の背景・目的】

細菌べん毛は、直径約 40 nm の高速回転モーター、太さ約 20 nm で長さ 10 数 mm のらせん繊維型スクリュープロペラ、両者を繋ぐ長さ 55 nm のユニバーサルジョイントなどで構成される生体超分子ナノマシンである。この研究課題の目的は、回転モーターでありべん毛蛋白質輸送装置でもあるべん毛基部体の動作機構の解明のため、未だにその多くが不明な基部体構成蛋白質間相互作用の形態を明らかにすることである。基部体構成蛋白質の多くは、基部体の中核部に弱く結合あるいは結合解離を繰り返してさまざまな機能を発現するが、基部体の単離精製によって解離するため、その相互作用の部位や形態が不明で、動作機構の解明を妨げている。本研究課題の目的は、このように容易に単離精製できない機能状態のべん毛基部体構造をさまざまな工夫により安定化し、極低温電子顕微鏡像の単粒子像解析法によりその立体構造を高分解能で解析し、各構成蛋白質の X 線結晶構造と組合せて原子モデルを構築し、各蛋白質分子の相互作用を解析することにより、トルク発生、蛋白質輸送、自己構築制御などのしくみの解明することである。

### 【研究の方法】

細菌べん毛基部体の回転モーターとしてのトルク発生や、べん毛構築のための蛋白質輸送の機能発現に関わる構成蛋白質は、基部体に弱く結合あるいは結合解離を繰り返すため、通常の方法では単離精製できず、構像解析や機能解析ができない。そこでまず、基部体の安定構造を形成する中心部分を細菌から単離精製し、別に他の基部体構成蛋白質やその安定結合変異体を大量発現系から単離精製し、それらを混合して高濃度で混在させることにより、各蛋白質やその複合体が様々な組み合わせで基部体に結合した超分子構造体の再構成を試みる。そして、極低温電子顕微鏡による単粒子像解析法を用いて立体構造解析を行う。その結果として得られる 3 次元密度マップに、基部体構成蛋白質やその結合蛋白質の X 線結晶構造を組み合せ、基部体と各蛋白質分子の相互作用形態を詳細に解析することにより、トルク発生、蛋白質輸送、自己構築制御のしくみの解明を目指す。

### 【期待される成果と意義】

これまで生体超分子の構造解析では、安定に単離精製できて、しかも均一な構造を持つものだけを対象にしてこざるを得なかったため、必ずしも機能状態の構造を見ている訳ではなかった。本研究のアプローチは、我々を含む世界中の多くの研究者による技術開発によって最近ますますパワフルになった、低温電子顕微鏡による単粒子像解析法を活用することにより、少々不均一な部分構造を持つ超分子でも、試料調整法と電子顕微鏡像解析法の工夫により、その立体像を可視化しようとするところに大きな特徴がある。極低温電子顕微鏡の優れた解像度はこの目的の達成のために不可欠である。得られた基部体の立体構造からは、トルク発生や蛋白質輸送にしくみに重要な手がかりが得られ、その極めて高いエネルギー変換効率など、物理学的にも興味深い生体超分子ナノマシンの動作機構に深く切り込むことが可能になると期待される。

### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- Minamino, T., Imada, K. & Namba, K. (2008)  
Mechanisms of type III protein export for bacterial flagellar assembly. *Mol. BioSyst.* **4**, 1105-1115.
- Minamino, T., Imada, K. & Namba, K. (2008)  
Molecular motors of the bacterial flagella. *Curr. Opin. Struct. Biol.* **18**, 693-701.
- Kojima, S., Furukawa, Y., Matsunami, H., Minamino, T. & Namba, K. (2008)  
Characterization of the Periplasmic Domain of MotB and Implications for Its Role in the Stator Assembly of the Bacterial Flagellar Motor. *J. Bacteriol.* **190**, 3314-3322.
- González-Pedrajo, B., Minamino, T., Kihara, M. & Namba, K. (2006)  
Interactions between C ring proteins and export apparatus components: a possible promotion mechanism for facilitating type III protein export. *Mol. Microbiol.* **60**, 984-998.

### 【研究期間と研究経費】

平成 21 年度 - 25 年度  
157,600 千円  
ホームページ等  
<http://www.fbs.osaka-u.ac.jp/lab0/02/>

## 【基盤研究(S)】

### 生物系(生物学)



#### 研究課題名 分裂酵母における減数分裂の制御機構

東京大学・大学院理学系研究科・教授

やまもと まさゆき  
山本 正幸

研究分野：生物学

キーワード：細胞周期

#### 【研究の背景・目的】

多様で複雑な生命世界を生み出す原動力となった有性生殖の分子機構を知ることは、生命の歴史を知るうえでも、生殖細胞の形成不全や染色体分配異常などの疾病に対処するためにも重要である。有性生殖の過程の中で、減数分裂は、配偶子(卵子や精子)を作るために染色体数を半減させ、また染色体間に高頻度の組換えを誘発して子孫に伝える遺伝情報の交換をもたらす大事なステップである。本研究は、有性生殖を行う最も単純な生物で、研究代表者らが減数分裂研究の最先端の材料にまでその地位を高めてきた分裂酵母を対象として、減数分裂制御の基本メカニズムを明らかにしようとするものである。とりわけ、これまでの研究で減数分裂の新たな制御機構として立ち現れてきた、減数分裂のための mRNA を体細胞周期において特異的に分解する「選択的除去」の分子機構と、栄養源を識別して細胞周期を減数分裂型へと切り替える初期段階の分子機構の解明を目指す。

#### 【研究の方法】

1. 減数分裂に特異的に機能する一群の遺伝子の mRNA は DSR と呼ぶ領域を含んでおり、栄養増殖時には Mmilp というタンパク質が DSR に結合して mRNA を選択的に除去している。この選択的除去の分子メカニズムを明らかにする。

(1) DSR 配列を詳しく比較検討し、機能領域の限定を進めて DSR の基本的要素を明らかにする。

(2) 最終的に mRNA を分解するのが exosome であること、また壊される mRNA はポリ A 付加を受ける必要があることを予備的に解明している。ポリ A 付加が Mmilp および exosome とどのように関連して mRNA の分解を導くかを追究する。

2. TOR は外界情報を細胞の生理状態に繋げるキナーゼである。分裂酵母の 2 種の TOR 複合体 TORC1 と TORC2 は有性生殖に対して抑制と促進の逆方向に働く。これらの制御経路を解明し、栄養源シグナルとの関わりを明らかにする。

(1) TORC1 欠損株と同様に栄養源存在下で有性生殖を開始する突然変異株の解析を進め、原因遺伝子の栄養源識別機構における役割を追究する。

(2) 動物細胞では TORC2 の下流にあり TORC1 を制御するとされる RHEB の分裂酵母ホモログ Rbh1p につき、TOR 経路との関係を究明する。

#### 【期待される成果と意義】

分裂酵母では減数分裂マスター制御因子 Mei2p が活性化すると細胞を強制的に減数分裂へと誘導する。このように減数分裂制御に大きな影響を及ぼす因子は他に類例を見ず、その機能の本質の解明が減数分裂の理解に格段に寄与することは疑う余地がない。我々の研究で、前述した、減数分裂特異的な mRNA が受ける「選択的除去」を抑制するのが Mei2p の果たす大きな役割の一つであると近年明らかになった。本研究では、この選択的除去機構の詳細を明らかにすると同時に、Mei2p のもつ未知の分子機能をも解明しようとしており、その成果は減数分裂の制御機構に新たな概念を付与するであろう。また、TOR 経路と減数分裂と関わりを解明することにより、減数分裂の制御に加えて、TOR 経路の働きや、細胞が栄養源を認識する仕組みといった、細胞生物学の基本的な問いに解答を与えられる可能性が高い。本研究に期待される最も重要な成果は、減数分裂を分子レベルで解明するという純学術的なものであるが、その成果は将来において、減数分裂を遺伝子レベルで人為的に操作する育種技法の開発や、生殖細胞の機能不全による不妊の治療のための重要な知的基盤を提供することも十分に期待できる。

#### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- Y. Harigaya, (他 8 名) and M. Yamamoto: Selective elimination of messenger RNA prevents an incidence of untimely meiosis. **Nature** 442, 45-50 (2006).
- T. Matsuo, Y. Otsubo, J. Urano, F. Tamanoi and M. Yamamoto: Loss of the TOR kinase Tor2 mimics nitrogen starvation and activates the sexual development pathway in fission yeast. **Mol. Cell. Biol.** 27, 3154-3164 (2007).

#### 【研究期間と研究経費】

平成 21 年度 - 25 年度

159,800 千円

ホームページ等

<http://www.biochem.s.u-tokyo.ac.jp/yamamoto-lab/index.html>



研究課題名 生殖細胞の性分化と精子幹細胞の維持を支える分子機構

国立遺伝学研究所・系統生物研究センター・教授・ <sup>さが</sup>相賀 <sup>ゆみこ</sup>裕美子

研究分野：発生生物学

キーワード：生殖細胞、精巢、Nanos, RNA, 減数分裂、幹細胞

【研究の背景・目的】

マウス、ヒトなどの哺乳類において生殖細胞は発生の初期から体細胞系列から分離し、独自の維持システムを確立する。胎生期では、性分化過程をへて、精子・卵子への決定をうける。生殖細胞は唯一、次世代に受け継がれる細胞であり、その性分化決定機構とその維持機構の理解は個体の維持のみならず、種の維持に必須な基本概念をもたらす。我々は、これまでに種をこえて生殖細胞のみに発現し機能する RNA 結合蛋白質 Nanos2 及び Nanos3 に関する解析を行ってきた。近年この中でも特に Nanos2 蛋白質が生殖細胞の雄性分化及び精子幹細胞システムの構築と維持に重要な鍵分子であることを突き止めた。生殖細胞はその独自性の維持機構や、減数分裂の制御機構のみならず、哺乳類に特徴的なインプリンティング確立などエピジェネティックな側面からも注目されている。このような、生殖細胞特異的なシステムを維持する機構の解明は、種を越えて維持されてきた生殖細胞の形成機構に加えて細胞生物学、幹細胞システムなどの理解につながる重要な情報を寄与する。マウスをモデルとして、胎生期における雄性生殖細胞の分化機構、さらに生後の周期的精子形成システムの理解を目指した研究を行う。

【研究の方法】

生体内における生殖細胞の性分化と精子幹細胞の維持機構の解明を目指して以下の4つの計画を平行して走らせる。

計画1) 生殖細胞の性分化制御機構 (Nanos2 の機能解析を柱として)

生殖細胞が生殖巣に入ると、生殖細胞は性分化過程に入る。この過程で雄特異的に発現する Nanos2 が雌のカスケードを抑制し雄の性分化を誘導する。Nanos2 の上流・及び下流の遺伝子群を同定し、主に個体レベルの機能解析を通して生殖細胞性分化機構の分子機構を明らかにする。

計画2) 生後の精子幹細胞システムの維持機構

Nanos2 は、生後の精巣内で未分化な精原細胞に発現しており、精子幹細胞の維持に必要な(未発表)。Nanos2 の発現制御系(遺伝子欠損と強制発現)を利用して、生殖幹細胞の維持と分化の制御機構の解明を目指す。

計画3) 精子形成の周期性の基盤となるセルトリ細胞の周期性の分子基盤

生後の精子形成は規則正しい時間的空間的制御下で進行するが、それを可能にしているのが精子幹細胞および各分化段階のすべての雄性生殖細胞と相互作用するセルトリ細胞が作る微細環境であると考えられる。我々はセルトリ細胞の機能解析を通して精子形成の周期性を作り出す分子機構を解析する。

研究計画4) RNA 結合蛋白質としての Nanos 蛋白質の作用機序の解明

Nanos は直接標的 RNA と結合するのではなく、パートナーである他の RNA 結合蛋白質と共同して標的 RNA の翻訳を抑制すると考えられている。そこで胎生期および生後において Nanos2 と相互作用する蛋白質及び結合 RNA を同定し、Nanos2 の作用機構を解明する。

【期待される成果と意義】

我々は個体レベルでの解析をもとに正常発生における生殖細胞分化の分子機構を解明する。すでに細胞培養系を用いた卵子や精子の分化の報告はいくつかなされているが、正常発生におけるメカニズムの理解なしには到底応用は不可能である。生殖細胞の発生分化のメカニズム解明は ES あるいは iPS 細胞からの in vitro 分化系の確立に貢献する。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- Suzuki A, Sagai Y. Nanos2 suppresses meiosis and promotes male germ cell differentiation. *Genes & Develop.* 22, 430-435, 200
- Tsuda, T. Sasaoka, Y. Kiso, M. Abe, K. Haraguchi, S. Kobayashi, S. and Sagai, Y. Conserved role of nanos proteins in germ cell development. *Science* 301:1239-1241, 2003.

【研究期間と研究経費】

平成21年度－25年度

160,000千円

ホームページ等

<http://www.nig.ac.jp/labs/MamDev/home-j.html>

【基盤研究(S)】  
生物系(農学)



研究課題名 tRNA介在領域の分解能欠損による  
植物ミトコンドリア病発生機構

香川大学・農学部・教授

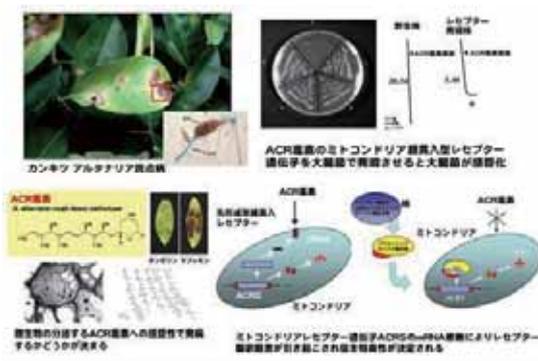
あきみつ かずや  
秋光 和也

研究分野： 植物病理学

キーワード： 遺伝子、植物、ミトコンドリア、宿主特異的毒素

【研究の背景・目的】

宿主特異的 ACR 毒素の作用機構と毒素レセプター研究で、ACR 毒素がラフレモン等の特定のカンキツ品種にのみ NAD<sup>+</sup>等のミトコンドリア補因子の漏出による TCA 回路の停止や酸化的リン酸化の脱共役を誘起し、ACR 毒素に対する感受性はミトコンドリアゲノムにコードされる毒素のレセプター遺伝子 *ACRS* で決定され、毒素への感受性/抵抗性は *ACRS*mRNA へのプロセッシングの有無により決定されることを明らかにした。



本研究では、*ACRS*mRNAプロセッシングに関与する30kDタンパクのプロモーター解析、本30kDタンパクを中心としたmRNAプロセッシング複合体全容の解明、ACR毒素・ACT毒素生合成遺伝子クラスターの詳細解析と他の宿主特異的毒素生合成遺伝子クラスターとの比較解析を中心に研究を進め、植物病原菌と宿主植物間における特異性決定機構を解明する。

【研究の方法】

本研究で単離した *ACRS*mRNA 結合 30kD タンパク遺伝子の転写様式を検討すると、本タンパク遺伝子は毒素抵抗性品種からは発現が確認されるが、感受性品種からは確認されない。そこで、毒素抵抗性・感受性品種からそれぞれ本遺伝子プロモーター領域を単離し機能解析を進める。

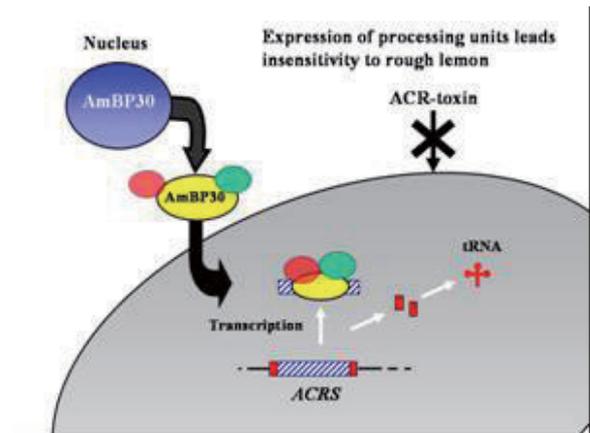
ACR 毒素レセプター遺伝子 *ACRS* の mRNA に特異的に結合する 30kD タンパクは、RNA 分解タンパク複合体の中のターゲット RNA 認識サブユニットと考えている。そこで複合体タンパク解析技法を用いて、RNA 分解タンパク複合体の全貌を解明する。

さらに、本研究では ACR・ACT 毒素生合成遺伝子クラスターが座乗する小型染色体配列を決定してゲノム解析を行う。

【期待される成果と意義】

本研究は、カンキツミトコンドリアゲノムの tRNA-Ala の介在領域に座乗する、ACR 毒素レセプター遺伝子転写物の修飾による特異性決定機構と、リガンドである ACR 毒素生合成遺伝子クラスターの解明を目指す研究目標である。

ミトコンドリア遺伝子転写物の修飾で発病の有無が決定される極めて興味深い研究例であり、植物ミトコンドリア病発症機構に関する画期的な新知見を提供することが期待される。欠損しているミトコンドリア遺伝子転写物の修飾因子の相補で、病害耐性となる可能性がある。



【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- Ohtani K, Yamamoto H, Akimitsu K. (2002) Sensitivity to *Alternaria alternata* toxin in citrus because of altered mitochondrial RNA processing. *Proc Natl Acad Sci USA*. 99:2439-2444.
- Miyamoto, Y., et al. (2008) Functional Analysis of a Multicopy Host-Selective ACT-Toxin Biosynthesis Gene in the Tangerine Pathotype of *Alternaria alternata* Using RNA Silencing. *Mol Plant Microbe Interac* 21:1591-1599.

【研究期間と研究経費】

平成21年度－25年度

82,200千円

ホームページ等

<http://www.ag.kagawa-u.ac.jp/plantpathology/index.html>



研究課題名 植物の無機栄養ホメオスタシスと成長の統合的理解と仮説検証

東京大学・生物生産工学研究センター・准教授 藤原 とおる  
ふじわら とおる  
藤原 徹

研究分野：植物栄養学

キーワード：無機栄養、輸送体、制御、定量的モデル

【研究の背景・目的】

私たちの生活は植物に依存しています。植物は食料、医薬品、建築資材、衣類などを提供してくれるだけでなく、環境保全にも役立ちます。植物がこのような素晴らしい役割を果たすことができるのは、人類とは違って植物が土壌から吸収する無機元素に依存して生育できるためです。

17種類の元素が植物の生育に必須であることが知られています。これらの元素の多くを植物は土壌から吸収していますが、土壌は様々な要因で生成しますので、植物の必要とする元素が少なすぎたり多すぎたりすることが多いです。植物はどの元素が足りない(あるいは多すぎる)かを感知し、元素の取込みや排出の速度を変化させたりするべく細胞内の濃度を一定にしようとします。これが無機栄養ホメオスタシスです。この能力があるために様々な土地に植物は生育できます。

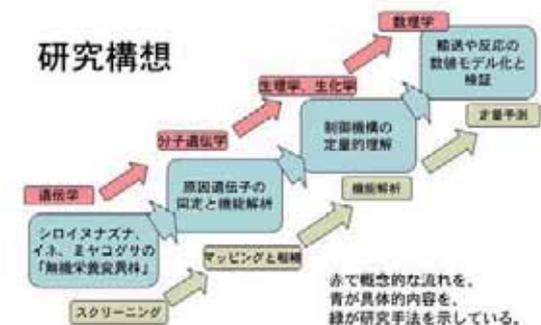
本研究は植物がどのように無機栄養環境を感知し、その吸収や輸送を制御しているかについて、植物個体全体としての理解を深めることを目的としています。

私たちはこれまでに、生物界で初めてのホウ素のトランスポーターをシロイヌナズナという植物の変異株を利用して見つけました。変異株というのは、普通の植物と比べてある機能が失われた植物のことで、ホウ素をうまく葉に送ることのできない変異株の原因遺伝子がホウ素のトランスポーターをコードしていました。これをきっかけに、いくつかのホウ素輸送を担う細胞膜タンパク質を見つけ出し、それらの役割を明らかにしてきました。さらには、このような細胞膜タンパク質を人為的に多く作らせることによって、ホウ素が少なすぎたり、多すぎたりする環境でも生育できる植物を作り出すことに成功してきています(図)。



【研究の方法】

本研究では、ホウ素に限定せず、様々な栄養素についての変異株を検索し、得られた変異株についての分子遺伝学的な解析を行うことを通じて無機栄養素のホメオスタシス機構を明らかにしていきます。また、ホウ素については、複数の輸送体の役割分担を考えながら、植物体全体におけるホウ素の輸送の定量的なモデルを作って、栄養環境に応じて植物がどのように無機元素輸送を制御し、植物体全体としての成長に結び付けているのかを理解します。



【期待される成果と意義】

本研究を通じて新しい無機元素のホメオスタシス機構が明らかになり、植物全体としての輸送制御のいわば「設計図」を理解することができると期待されます。このような「設計図」の理解は、植物の持つ機能をさらに強化し、ひいては食糧問題、環境問題にも役立つものと考えています。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- Takano, J., Miwa K, Fujiwara, T. Boron transport mechanisms: collaboration of channels and transporters. *Trends in Plant Science*, 13: 451-457. (2008)
- Miwa, K., Takano, J., Omori, H., Fujiwara, T. Plants tolerant of high boron levels. *Science* 318,1417 (2007)

【研究期間と研究経費】

平成21年度-25年度

160,700千円

ホームページ等

<http://park.itc.u-tokyo.ac.jp/ppk/home/Fujiwara.html>



研究課題名 スプライシング因子の新機能に関する化学遺伝学研究

独立行政法人理化学研究所・吉田化学遺伝学研究室・主任研究員 よしだ みのる  
吉田 稔

研究分野：農学

キーワード：スプライシング、イントロン、転写、核-細胞質感輸送、非コードRNA

【研究の背景・目的】

人類も含めた真核生物では、DNA から転写された mRNA 前駆体 (pre-mRNA) には、アミノ酸配列の暗号情報を持たないイントロン (介在配列) が存在する。このイントロンを取り除き、残りの部分を結合して完全な配列を示す成熟型 mRNA を作るスプライシングは、正しい遺伝子発現に必須であると同時に異なるパターンを示すことによって遺伝子発現の多様性を担うなど、高等生物の進化の過程にも重要な役割を果たしたと考えられている。一方で近年、RNA の新大陸が発見され、膨大な数のノンコーディング RNA (ncRNA) の存在が示されたが、同時にこれまで意味を持たないと思われてきたイントロン配列中にも ncRNA である miRNA や snoRNA がコードされていることが徐々に明らかにされ、イントロンの持つ新しい機能にも注目が集まりつつある。しかし、スプライシング反応を阻害剤等によって制御することが困難であったため、イントロンの機能解析は思うように進んでいないのが現状である。我々は抗がん活性物質 Spliceostatin A (SSA) の作用機序研究から、SSA がスプライソソーム構成因子 SF3b に結合してスプライシング反応を阻害することを見いだした。SSA は一部の pre-mRNA の翻訳、ncRNA の局在・安定性変化、クロマチン修飾変化などを誘導することから、SF3b が単にスプライシング反応を担うだけでなく、様々な生体機能に関与すると考えられる。そこで本研究は、SSA を利用したケミカルバイオロジーの手法によりこれまで不明であったスプライシング因子とイントロンの新たな機能を明らかにしようとするものである。

【研究の方法】

SSA の細胞内標的として我々が見いだしたスプライシング因子複合体 SF3b の機能について、以下の 4 点に絞って研究を行う。すなわち、SF3b の (1) mRNA 監視機構における役割、(2) 転写とクロマチン調節における役割、(3) ncRNA 調節における役割、(4) 核小体および核内ドメインの機能と構造における役割である。(1) では SF3b がどのようにイントロンを含む mRNA を認識し、どのような機構で核内繫留をするのかについて明らかにする。(2) では、

SSA 処理で引き起こされる転写とクロマチン構造の変化を詳細に解析し、SF3b がどのような機構でグローバルな遺伝子発現制御を行っているのかを解明する。(3) では核内 ncRNA である Gomafu や Xist の局在異常等の分子機構を解明する。(4) では SSA によって動物細胞では SC35 核内スペックル、分裂酵母においては核小体の構造異常を観察しており、すでにわれわれが取得に成功した分裂酵母の全遺伝子発現系 ORFeome を用いてその機構を明らかにする。

【期待される成果と意義】

SSA は世界初の小分子スプライシング阻害剤であることが判明したが、同時に細胞周期阻害タンパク質 p27 などの pre-mRNA からの翻訳を引き起こし、イントロン配列由来のタンパク質を生成させることも明らかになった。このことは SSA の処理により、pre-mRNA を核内に繫留する機構 (nuclear retention) も同時に阻害されたことを意味する。すなわち、SSA を用いてこれまで不明であった nuclear retention の分子実態を明らかにできる可能性がある。また、さらに SSA は転写やクロマチン修飾にも影響を与えていること、核内の ncRNA の局在や安定性を変化させること、分裂酵母において核小体の形態異常を引き起こすなど多様な表現型を示すことから SF3b が多様な機能的役割をもっているか、あるいは蓄積したイントロン配列の潜在的な機能によるものと推定される。これを解明することによりスプライシング因子とイントロンの多面的役割を明らかにできると期待される。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- Kaida et al. *Nature Chem. Biol.* 3: 576-583, 2007
- Lo et al. *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, 364: 573-577, 2007
- Matsuyama et al. *Nature Biotechnol.* 24: 841-847, 2006

【研究期間と研究経費】

平成 21 年度 - 25 年度  
153,700 千円  
ホームページ等

<http://www.riken.go.jp/r-world/research/lab/wako/chemi-gene/index.html>  
<http://www.rikenresearch.riken.jp/frontline/573/>



研究課題名 二次イオン質量分析法による植物細胞における  
生体分子三次元分布の可視化

名古屋大学・大学院生命農学研究科・教授 ふくしま かずひこ  
福島 和彦

研究分野: 生物系・農学・森林学・木質科学

キーワード: 組織構造・材形成、リグニン、抽出成分・微量成分、保存・木質文化

【研究の背景・目的】

本研究の目的は、飛行時間型二次イオン質量分析 (TOF-SIMS) を用いることによって、細胞や細胞壁内にあるがままに存在するあらゆる構成成分の分布を、選択的に分子レベルで可視化することを目的とする。植物の細胞の構造を、視覚的に、また化学的に理解することは、あらゆる代謝物の生合成を理解する上で非常に重要である。しかしながら、細胞内に存在する分子は、水可溶性である、また、極めて不安定であるなど、従来の方法では解析が困難であった。TOF-SIMS は、一次イオンの照射により試料表面から放出される二次イオンの化学構造と分布を測定する分析機器であり、特定の分子イオンの分布可視化が可能である。本研究では、これまで乾燥試料のみにおいて、十分な測定が可能であった TOF-SIMS 機器において、急速凍結した生体細胞を直接測定することが可能な仕様に、開発・改良をおこなう。それにより、生きた細胞におけるターゲット分子の位置と存在量を、化学的な処理を施すことなく可視化することを目指すものである。

【研究の方法】

本研究においては、急速凍結した試料を測定可能なシステムを、現有設備の TOF-SIMS (TRIFT III) 機器において設計・構築し、実際に稼働するような条件設定を確立させることが主軸となる (図1)。まず、急速凍結した試料をすぐに TOF-SIMS 測定に移すための、窒素雰囲気下で測定室に導入する連結チャンバー構築が必要である。チャンバー内の圧力や温度の調節など、機器ハード面での設計をおこなう。次に、凍結試料測定に最適な条件の検討を、実際に急速凍結した植物試料を測定して調整する。このとき、植物細胞壁中のすでに同定した植物細胞壁の化学成分 (リグニン、多糖、抽出成分等) の分子イオンを用いて評価する。また、一次イオンビームの選択・調整をおこない、凍結細胞の高解像度測定の達成を目指す。さらに、試料表面を高解像度で測定可能な電子顕微鏡の導入と、測定する試料面の容易な面出しが遠隔操作で可能なスライディングマイクロトム等の開発をおこない、急速凍結した生体試料測定技術の確立を目標とする。

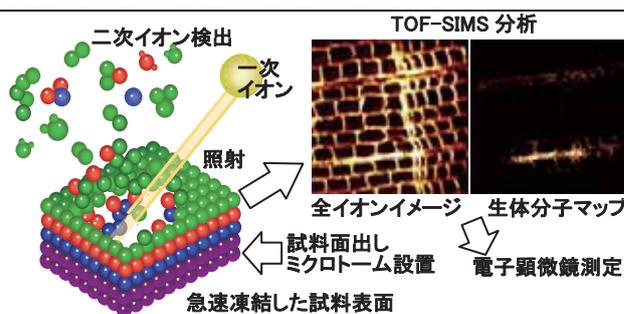


図1. TOF-SIMS 分析システムの概念図

【期待される成果と意義】

これまでに、生体試料における生体有機分子イオンのイメージング (分布可視化) は、いまだほとんど報告例がない。この理由として、高真空下において、凍結した生体試料から、生体分子イオンを細胞レベルで検出する難しさが挙げられる。本研究における急速凍結生体試料測定システムの確立の達成により、植物細胞に特有な、液胞の内容物や細胞壁の詳細な化学分析が可能となる。これによって、これまで測定が困難であった水可溶性物質の分布や、貯蔵物質の輸送経路など、生きたままの細胞における生体物質分布の可視化が期待される。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ K. Saito, T. Mitsutani, T. Imai, Y. Matsushita, K. Fukushima, Discriminating the indistinguishable sapwood from heartwood in discoloured ancient wood by direct molecular mapping of specific extractives using ToF-SIMS, *Anal. Chem.*, **80**, 1552-1557 (2008)
- ・ 齋藤香織, 福島和彦, TOF-SIMS の植物細胞壁化学への応用, 植物化学調節学会誌「植物の生長調節」, **43**, 156-163 (2008)
- ・ K. Saito, T. Kato, Y. Tsuji, K. Fukushima, Identifying the characteristic secondary ions of lignin polymer using ToF-SIMS, *Biomacromolecules*, **6**, 678-683 (2005)

【研究期間と研究経費】

平成21年度-25年度

85,100千円

ホームページ等

<http://www.agr.nagoya-u.ac.jp/~lignin/>



研究課題名 最新の生理生態情報に基づくウナギ  
大量種苗生産技術の実現

東京大学・海洋研究所・教授

つかもと かつみ  
塚本 勝巳

研究分野：農学

キーワード：増養殖，種苗生産

【研究の背景・目的】

世界的に激減を続けるウナギの資源回復と養殖用種苗の安定供給を図るため、これまで40年以上にも亘って、ウナギ人工種苗生産技術の開発研究が進められてきた。しかし、その実用化の目処は、未だ立っていない。そこで本研究では、実用に堪えるウナギの大量種苗生産技術を開発する事を目的に、これまでとは全く異なる発想でこの問題に取り組む。すなわち、産卵場の特定、産卵親魚の捕獲、仔魚の生態解明など、最新のウナギ研究の急展開によって得られる様々な生態学的、生理学的新知見を積極的に技術開発に取り込んで、自然の生理生態に基づく(1)親魚催熟法の確立、(2)卵質の改善、および(3)仔魚の新飼育法の考案を行う。これらを総合して、ウナギの大量種苗生産技術を実現する。

【研究の方法】

野外の生態観察と室内の開発研究を平行して進め、ウナギの種苗生産技術を開発する。

(1) 成熟過程：卵巣で発現する遺伝子群について、全長cDNAサブトラクション法を用いて、差分化cDNAライブラリーを作製する。これを基にマイクロアレイを作製し、人工魚と天然魚の卵巣における遺伝子発現を網羅的に解析する。

(2) 産卵過程：自発産卵技術を改善し、良質卵を大量に得るために、大型水槽中で暗視野ビデオシステムによりウナギの産卵行動を観察する。放卵放精の引き金機構を明らかにする。

(3) 発育過程：仔魚のホルモン試料を塩類細胞に特異的なナトリウムポンプに対する抗体を用いて検出し、成長に伴う浸透圧調節の発達過程と調節機構を明らかにする。天然レプトの初期餌料の探索と新しい人工餌料の開発を行う。天然の生理生態情報を基に、ウナギの大量種苗生産を可能にする仔魚飼育システムを開発する。

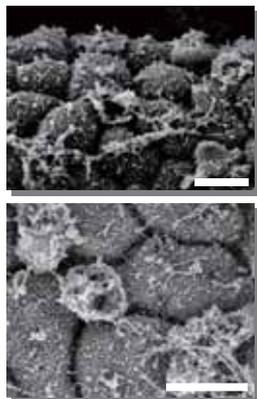


図3 ウナギの消化管上皮のSEM写真

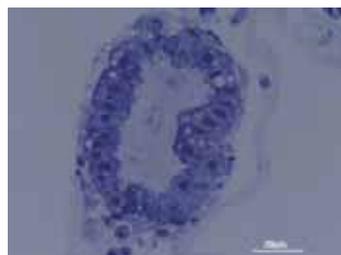


図4 ウナギ・プレレプトセファルス(全長5.2mm)の腸上皮

【期待される成果と意義】

世界で初めてホルモンを使わないウナギ催熟技術を開発し、卵質を改善する。これによって健全な仔魚が大量に得られる。天然仔魚の餌料探索結果に基づき、従来のサメ卵主体の餌料に代わる新しい初期餌料を考案する。これにより初期生残率と成長・発育の大幅な改善が期待できる。従来の手間のかかる小規模なサメ卵飼育法とは全く違った発想で、新しい飼育システムを開発を行う。これにより、実験的小規模飼育から脱皮し、実用に耐える大量種苗生産が実現する。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- Tsukamoto, K., Spawning of eels near a seamount. *Nature*, 439 (7079). 929, 2006.
- Tsukamoto, K., Oceanic migration and spawning of anguillid eels. *Journal of Fish Biology*, in press, 2009.
- Tsukamoto, K., Y. Yamada, T. Kaneko et al., Positive buoyancy in eel leptocephali: an adaptation for life in the ocean surface layer. *Marine Biology*, 156, 835-846, 2009.
- Kaneko, T., S. Watanabe & K. M. Lee, Functional morphology of mitochondrion-rich cells in euryhaline and stenohaline teleosts. *Aqua-BioScience Monograph*, 1, 1-62, 2008.
- Aoyama, J., Life history and evolution of migration in catadromous eels (Genus *Anguilla*), *Aqua BioScience Monograph*, 2, 1-42, 2009.

【研究期間と研究経費】

平成21年度－25年度

156,300千円

ホームページ等

<http://www.fishcol.ori.u-tokyo.ac.jp/homepage.data/Components/top.html>

# 【基盤研究(S)】

## 生物系(農学)



### 研究課題名 哺乳類フェロモンによる生理機能および行動の制御法開発

東京大学・大学院農学生命科学研究科・教授

もり ゆうじ  
森 裕司

研究分野：生物系・農学・畜産学・獣医学・応用動物科学

キーワード：機能性物質

#### 【研究の背景・目的】

フェロモンの作用は強力で、受け取った個体の脳機能に大きな影響を与え、行動や生理状態を変えてしまう。しかし哺乳類のフェロモンについてはまだ多くの部分が謎に包まれている。

本研究では、二種類のプライマーフェロモン分子（反芻家畜の雄効果フェロモンとげっ歯類の警報フェロモン）の単離精製・構造決定と合成を端緒として、フェロモンの産生・分泌機構、フェロモンの受容機構、フェロモンによる脳機能の修飾メカニズムについて解析を行い、哺乳類におけるフェロモンを介した化学的情報通信システムの全容解明と応用技術開発の基盤形成を目的に掲げた。

#### 【研究の方法】

雄効果フェロモンおよび警報フェロモンについて以下の各項目の研究を進める

#### [1] 反芻家畜の雄効果フェロモンについて

- ① 雄効果フェロモン有効成分の決定と光学異性体を含む類縁物質の合成
- ② 雄効果フェロモンの受容体と神経回路の同定および中枢作用機構の解明
- ③ 雄効果フェロモン産生機構の解明
- ④ 合成雄効果フェロモンによる野外試験の実施

#### 雄効果フェロモンの脳神経回路図

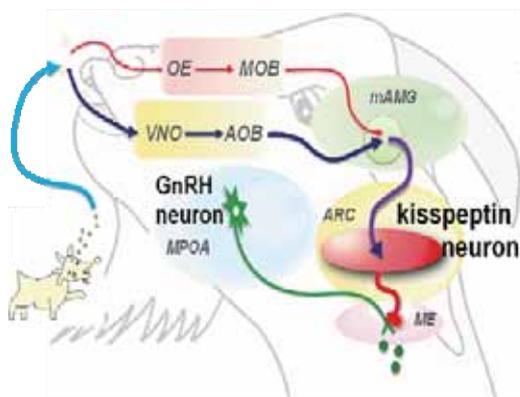
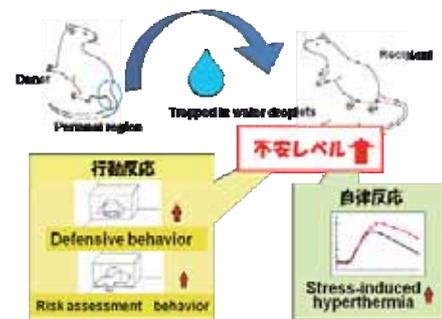


図1 雄効果フェロモンは嗅鼻系および主嗅覚系で受容され、扁桃体で情報統合されて GnRH パルスジェネレーターの本体と目される視床下部キスペプチンニューロンに作用すると推定される。

#### [2] げっ歯類の警報フェロモンについて

- ⑤ 警報フェロモンの構造決定と活性評価
  - ⑥ 警報フェロモン受容体の同定
  - ⑦ 警報フェロモンの中枢作用機序の解明
  - ⑧ 反対作用を持つ安寧フェロモンの探索研究
- 図2 警報フェロモンは不安反応を引き起こす

#### マウスの警報フェロモン



#### 【期待される成果と意義】

フェロモンの産生から受容そして中枢神経系への作用に至る一連のメカニズムが解明されることで哺乳類におけるケミカルコミュニケーションの謎が解き明かされるとともに、新たな手法による Clean/Green/Ethical な動物機能・行動制御技術の開発にもつながることが期待される。

#### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- Murata K., Wakabayashi Y., Kitago M., Ohara H., Watanabe H., Tamogami S., Warita Y., Yamagishi K., Ichikawa M., Takeuchi Y., Okamura H., Mori Y. 2009 Modulation of GnRH pulse generator activity by the pheromone in small ruminants. J Neuroendocrinol 21: 346-350.
- Kiyokawa Y., Kikusui T., Takeuchi Y., Mori Y. 2007 Removal of the vomeronasal organ blocks the stress-induced hyperthermia response to alarm pheromone in male rats. Chem Senses 32: 57-64.

#### 【研究期間と研究経費】

平成21年度－25年度

157,800千円

ホームページ

<http://www.vm.a.u-tokyo.ac.jp/koudou/j-home.htm>

# 【基盤研究(S)】 生物系(農学)



## 研究課題名 バイオマス系完全分散ナノフィブリルの創製と 環境対応型材料への変換

東京大学・大学院農学生命科学研究科・教授

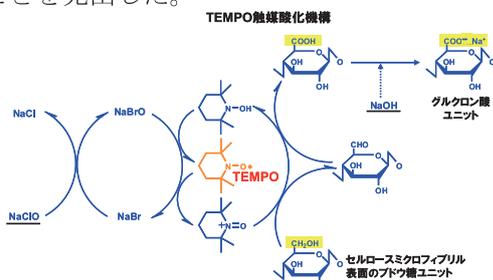
いそがい 磯貝  
あきら 明

研究分野：農学

キーワード：バイオマス、セルロース、キチン、ナノフィブリル、TEMPO 触媒酸化

### 【研究の背景・目的】

循環型社会の構築のためには、再生産可能なバイオマスの更なる有効利用が求められている。これまでの研究成果から、TEMPO (2,2,6,6-テトラメチルピペリジニル-1-オキシラジカル) 触媒酸化によって得られるセルロース酸化物が、先端ナノ材料に展開できる十分なポテンシャルを有していることを見出した。



本研究では、その方法および荷電反発型のナノ分散原理を基盤とし、セルロース、キチン、フィブロインなど豊富な結晶性バイオマスのダウンサイジングによる完全分散ナノフィブリル化条件の検討と、得られたバイオ系新規ナノ素材のナノ構造、生分解性、複合化による機能解析を進める。それらの結果に基づき、エレクトロニクスや医療材料、環境浄化・エネルギー材料など、環境対応型の新規先端材料に変換して応用展開するための幅広い基礎的知見の蓄積と科学的解析を進め、バイオマス系ナノテクノロジー関連学術分野を拡大させ、成果の一部は産学連携によって社会に還元していくことを目的とする。また、本開発手法をバイオマス関連の固体構造あるいは生成メカニズムなど、未解決の基礎科学分野への解析手法としての適用も検討し、その解決を目指す。

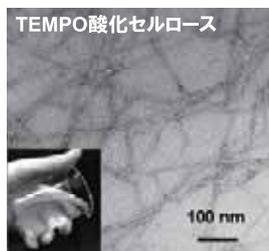
### 【研究の方法】

各種セルロース、キチン、フィブロイン試料に中性～弱酸性条件でTEMPO触媒酸化処理を行い、重合度、カルボキシル基量、アルデヒド基量、結晶化度等を因子として生成物の構造を検討する。得られた各種TEMPO酸化物の水中解繊処理によってナノフィブリル/水分散液を調製し、透過型電子顕微鏡、走査プローブ顕微鏡で官能基の分布を測定することにより、ナノ構造解析を行う。フィブリル分散液から調製したフィルムの物性を評価し、TEMPO酸化条件、解繊条件等から機能材料としての特性と課題の抽出を行う。ナノフィブリル素材の生分解性挙動、生分解機構を検討する

ための試料調製を行う。また、ポリ乳酸、酢酸セルロース等と、バイオ系新規完全ナノ分散フィブリルを複合させたオールバイオマス材料の調製条件を検討し、熱特性、光学特性、力学物性を、ナノレベルの構造解析、フィブリル配向度、分布状態などから特性を解析する。一方、樹種や起源の異なるセルロース、キチンから本ナノフィブリル化手法を用いて、真のフィブリル幅を測定し、植物や甲殻類の進化の過程との関連で解析する。

### 【期待される成果と意義】

本方法で開発したセルロースおよびキチンナノフィブリルは、他の方法では達成できない高結晶化度を有し、超極細幅の新規バイオマス系ナノ素材であり、自然界に豊富に存在する構造多糖の固体構造特性を利用して調製される。また、TEMPO触媒酸化あるいは表面荷電付与により、その表面には高密度で荷電基が存在し、それらを接点とした表面改質の多様性という観点からも、他の素材にはない高い独自性と機能性が発現される。従って、環境適合性を有し、先端ナノ材料分野として応用可能な材料に変換できる。本研究の進展により、バイオマス系ナノテクノロジー関連学術分野が格段と進展し、再生産可能なバイオマスを原料とする循環型社会対応型の先端ナノ材料の開発、関連研究・産業分野の発展・創成・寄与につながる。



### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- Saito, T., Kimura, S., Nishiyama, Y., Isogai, A., "Cellulose nanofibers prepared by TEMPO-mediated oxidation of native cellulose", *Biomacromolecules*, **8**, 2485-2491 (2007)
- Fukuzumi, H., Saito, T., Kumamoto, Y., Iwata, T., Isogai, A., "Transparent and high gas barrier films of cellulose nanofibers prepared by TEMPO-mediated oxidation", *Biomacromolecules*, **10**, 162-165 (2009).

### 【研究期間と研究経費】

平成21年度～25年度  
151,500千円

<http://psl.fp.a.u-tokyo.ac.jp/hp/>

<http://psl.fp.a.u-tokyo.ac.jp/hp/isogai/IsogaiJ.htm>

# 【基盤研究(S)】 生物系(医歯薬学I)



## 研究課題名 遷移金属触媒合成を基盤とする有機イオウ・リン 有用物質の高機能化と環境調和利用

東北大学・原子分子材料科学高等研究機構・教授 やまぐち まさひこ  
山口 雅彦

研究分野: 有機化学

キーワード: 触媒, 環境調和, ヘテロ元素, 有機合成化学

### 【研究の背景・目的】

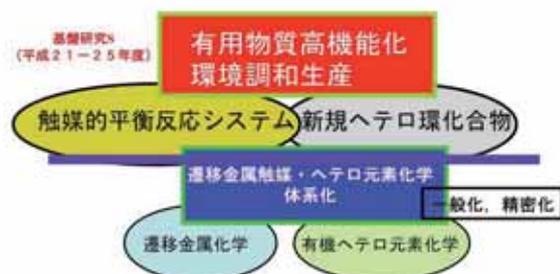
省エネルギー・省資源と二酸化炭素排出削減などの環境調和社会構築に対する社会的な要請が強い。医薬産業を含む化学産業が排出する産業廃棄物は鉄鋼業、紙・パルプ産業に続いて製造業で第3位であり、二酸化炭素排出およびエネルギー使用量は鉄鋼業に次ぐ(平成16年度)。医薬品と電子材料製造における廃棄物量は化学産業全体の約50%を占め(2006年実績)、エコファクター(廃棄物量/生産量の比)の観点では1トンの製品を製造するのに100トンレベルの廃棄物を出しているのが現状である。基礎化成品の製造プロセス改良は限界に近付きつつあるので、医薬品・電子材料製造プロセスの改善の必要性が高い。

しかし、現在利用されている物質変換では本質的に大量のエネルギー消費と廃棄物発生を防ぐことができない。一般に反応のエネルギー障壁を乗り越えるためには加熱するか、反応性の高い反応剤を化学量論的に用いて反応物のエネルギー状態をあげることが行われる。前者で解決できる物質変換は限られる。後者は必然的に反応剤由来する副生成物が大量に生じる。反応制御のために低温反応を行いさらにエネルギー消費することもある。従って、環境調和した有用物質生産の観点から化学反応自体の効率化が必要である。

### 【研究の方法】

この目的を達成するために、遷移金属触媒反応の開発を基盤として医薬品と機能性材料で重要な有機イオウ・リン化合物の高効率で環境調和した活用を実現する。1) 高活性遷移金属触媒反応の開発, 2) 平衡反応システム制御, 3) 新規含イオウ・リンヘテロ環化合物の系統的合成法の開発, 4) 医薬品と機能性材料の高機能化, 5) 遷移金属触媒分解による物質循環に関する研究を行う。

有機イオウ・リン有用物質の高機能化と環境調和利用



### 【期待される成果と意義】

イオウ・リンは周期表第3周期ヘテロ元素であり、これらの元素と炭素との結合をもつ有機イオウ・リン化合物は、医薬品、農薬、光学材料、導電性材料、感光材料などの機能性物質に用いられている。イオウ・リン原子は同族第2周期の酸素・窒素原子に比べて大きくソフトであるので、機能発現において大きな違いを生じる。例えば、生体内のタンパク質や核酸は主として酸素・窒素からなる。従って、生物活性発現を調節する目的で用いられる合成医薬品の開発において、酸素・窒素と似て非なるイオウ・リンを含む化合物には大きな可能性がある。しかし、現在の有機イオウ・リン化合物の利用は必ずしも十分ではない。この理由は、効率的で環境調和した合成法が十分に提供されていないこと、それにとまって合成の容易なヘテロ元素化合物しか取り扱っていないためである。従って、有機イオウ・リン化合物を合成する簡便で汎用的かつ環境調和した新方法を開発することができれば、新しいヘテロ環構造の利用が飛躍的に進み、医薬品等の開発に貢献できると期待される。

### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ M. Arisawa, M. Yamaguchi, *J. Synth. Org. Chem., Jpn.*, **65**, 1213 (2007).
- ・ M. Arisawa, M. Yamaguchi, *Pure. Appl. Chem.*, **80**, 993 (2008).

### 【研究期間と研究経費】

平成21年度-25年度  
159,000千円

ホームページ等

<http://www.pharm.tohoku.ac.jp/~sekkei/sekkei-j.html>

## 【基盤研究(S)】

### 生物系(医歯薬学I)



## 研究課題名 インテリジェント人工核酸を搭載したナノ DDS による革新的分子標的治療薬の研究

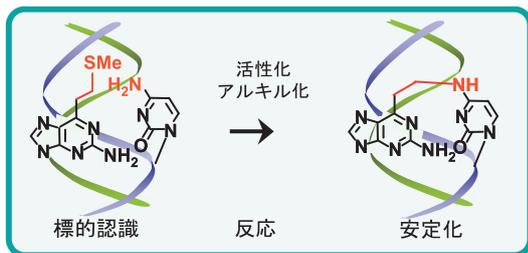
九州大学・大学院薬学研究院・教授 **ささき しげたか**  
**佐々木 茂貴**

研究分野：創薬化学

キーワード：核酸医薬、薬物送達、ナノメディスン、糖尿病、疾患モデルマウス

#### 【研究の背景・目的】

アンチセンスや siRNA などの核酸医薬は標的 mRNA に作用して遺伝子発現を効果的に抑制する。また、核酸医薬の新しい作用として抑制的な役割の miRNA を阻害して結果的に発現を促進する効果が注目されている。しかし、これまで認可された核酸医薬は2種類しかなく、安定性を高める化学修飾技術、標的臓器への達性を高める DDS 技術、効果的な細胞内作用の実現など多くの課題が残されている。本研究では、有機合成化学、薬物到達学および内分泌代謝学を専門とするグループが連携し、2型糖尿病を具体的な標的として核酸医薬の基盤技術を確認する。

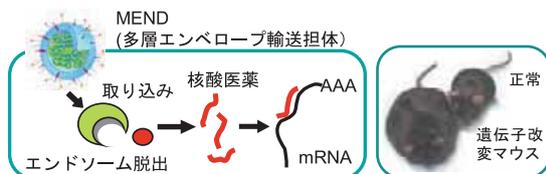


標的 RNA を認識して機能する人工核酸の一例  
(1塩基レベルの特異性および阻害効果の向上)

#### 【研究の方法】

本研究では、糖尿病など複数遺伝子が関与する疾患に対する次世代医薬の基盤構築を目的に、疾患関連遺伝子を正確に標的化できる核酸医薬を、臓器特異性をもつエンベロープ型ナノ輸送システムに搭載したナノ分子標的薬の創製を目指し、次の項目について検討する。

- (1)核酸医薬の設計 (佐々木 G、永次 G、新藤 G)
- (2)標的遺伝子の決定 (原島 G、野村 G)
- (3)目的臓器への輸送 (原島 G)
- (4)疾患モデル動物による検証 (野村 G)



多層構造エンベロープ型ナノ輸送担体による人工核酸の細胞内輸送  
疾患モデルマウス

核酸医薬の開発は、佐々木 (九大院薬)、永次 (東北大多元研)、新藤グループ (九大先導研) が共同で分担し、尿病関連遺伝子を標的化するインテリジェント人工核酸の合成、非細胞、細胞系試験に

よる機能評価を担当する。原島グループ (北大院薬) との共同でナノ輸送デバイスへの搭載、野村グループ (九大病院) との共同での疾患モデル動物での機能検証実験へと展開する。

体内輸送システムの開発は原島グループ (北大院薬) が担当し、高い肝臓指向性をもつエンベロープ型ナノ輸送システムを用いて核酸医薬の治療効果を検証する。野村グループ (九大病院) は糖尿病発症モデルマウスを用いたナノ分子標的薬の治療効果の検証を担当する。さらに新たに作成した遺伝子操作マウスに対してナノ分子標的薬を用いることによって発症における遺伝子の役割を解明し、治療に最適な標的を決定する。

#### 【期待される成果と意義】

本研究では、疾患関連 RNA を分子標的とするインテリジェント核酸医薬を臓器標的性を持つエンベロープ型ナノ輸送システムに搭載して、疾患モデル動物で検証を行い、ナノ分子標的薬の創製を目指す。具体的には2型糖尿病遺伝子を標的とすることにより糖尿病に対するナノ分子標的薬の基盤が構築されることが期待される。さらに複数遺伝子の標的化が実現されれば、多因子疾患に対するマルチ標的薬の新しい展開の可能性が期待される。

#### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- Ali M. M., Oishi M., Nagatsugi F., Mori K., Nagasaki Y., Kataoka K., Sasaki S., Intracellular Ability of an Inducible Alkylation System to Exhibit Antisense Effects with Greater Potency and Selectivity, *Angew. Chem. Int. Ed.*, **45**, 3136-3140 (2006).
- A. El-Sayed, IA. Khalil, K. Kogure, S. Futaki, H. Harashima, Octaarginine- and octalysine-modified nanoparticles have different modes of endosomal escape. *J Biol Chem.* **283**, 23450-61 (2008).
- Goto Y, Nomura M, Tanaka K, Kondo A, Morinaga H, Okabe T, Yanase T, Nawata H, Takayanagi R, Li E. Genetic interactions between activin type IIB receptor and Smad2 genes in asymmetrical patterning of the thoracic organs and the development of pancreas islets. *Dev Dyn* **236**, 2865-74 (2007).

#### 【研究期間と研究経費】

平成21年度－25年度

159,300千円

ホームページ等

<http://bioorg.phar.kyushu-u.ac.jp/>

e-mail:sasaki@phar.kyushu-u.ac.jp



## 研究課題名 電位センサードメイン蛋白群を基盤とする新たな膜電位シグナルの解明

大阪大学・大学院医学系研究科・教授 **岡村 康司** (おかむら やすし)

研究分野：生物系 医歯薬学 基礎医学 生理学一般

キーワード：生体膜、チャネル、トランスポーター、能動輸送

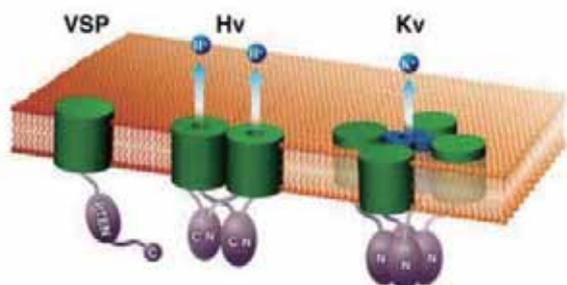
### 【研究の背景・目的】

電位センサーは神経や筋などにおいて、電氣的興奮を担う電位依存性イオンチャネルの重要な仕組みとして研究されてきた。我々は、電位センサーが従来の電位依存性イオンチャネルに限定されるものでなく蛋白モジュールとして多様な分子機能に使われていることを示し、これにより電位センサーがこれまでの「イオンチャネルの一部」という立場から「膜電位：化学シグナル共役複合体中のセンサー」という広い概念として再考されつつある。本研究では、これら電位センサードメイン蛋白を発現する細胞や組織から膜電位変化を計測するとともに、電位センサードメインを含むシグナル複合体の構築と機能を明らかにする。これにより生体が電気信号と化学信号を変換する仕組みとその生理的役割を解明することを目指す。

### 【研究の方法】

おもに以下の3つのアプローチにより研究を進める。

(1) 電位センサードメイン蛋白(電位依存性ホスファターゼVSP、電位依存性プロトンチャネルVSOP1またはHv、機能未定分子VSOP2)などについてタンパク分子の動作機構を、電気生理学、生化学、イメージングなどの手法を用いて解析する。VSOP1(Hv)については好中球やマクロファージで病原菌やアポトーシスした細胞を貪食する際に活性酸素産生を担うNADPHオキシダーゼとの相互作用を明らかにし、オキシターゼ活性の電位依存的制御での役割を検証する。



(2) Mermaidは、電位依存性ホスファターゼVSPの電位センサードメインと蛍光分子をキメラとする蛍光蛋白である。また、電位センサードメイン蛋白の動作原理の解明と並行し、その知見に基づいて膜電位感受性蛍光プローブ分子の改良を行う。

(3) VSOP1(Hv)遺伝子を欠失した gene trap マ

ウスの免疫機能の解析を進める。更に細胞種特異的コンディショナルノックアウトマウスを確立し、免疫機能のフェノタイプを解析する。VSOP2のノックアウトマウスを確立し、生理機能に関する情報を得る。電位センサードメイン蛋白を元にして設計されたMermaidなどの蛍光プローブ分子を用いて、血液細胞、ニューロンなどから膜電位変化を計測し、正常マウスとノックアウトマウスの間で比較する。これらにより電位センサードメイン蛋白が関わる生理的文脈を明らかにする。

### 【期待される成果と意義】

電位センサードメイン蛋白の分子機構と生理的役割を明らかにし、新規プローブ分子による膜電位イメージング計測を行うことで、すべての細胞に必然的に存在する膜電位の生理的意義を見直すことに繋がるだろう。例えば、骨格筋での興奮収縮連関の実体であるL型Caチャネルとリアノジン受容体の「メカニカルカップリング」や受精現象での電氣的多精子拒否など、長く知られてきたイオンの出入りを伴わない膜電位シグナル伝達の理解につながる。VSPはCancer-testis抗原であり、またガン抑制遺伝子PTENとも類似しており、その解明は将来ガンができる仕組みやその制御のための研究へ波及する可能性がある。血液細胞に発現するVSOP1は、食食機能の制御や活性酸素産生の制御機構の理解を通して感染防御や免疫疾患病態の理解に貢献できる。

### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- A voltage sensor-domain protein is a voltage-gated proton channel. Sasaki M, Takagi M & Okamura Y. *Science*, 312(5773), 589-92. (2006).
- Phosphoinositide phosphatase activity coupled to an intrinsic voltage sensor. Murata Y, Iwasaki H, Sasaki M, Inaba K & Okamura Y. *Nature*, 435:1239-1243.(2005).

### 【研究期間と研究経費】

平成21年度－25年度

130,700千円

ホームページ等

<http://www.med.osaka-u.ac.jp/pub/phys2/tououseiri/menu.htm>

## 【基盤研究(S)】 生物系(医歯薬学I)



### 研究課題名 中枢神経系細胞間ネットワークにおけるシグナル機構の可視化解析

東京大学・大学院医学系研究科・教授 いいの 飯野 まさみつ 正光

研究分野：医歯薬学

キーワード：中枢神経、受容体・チャネル・シグナル情報伝達系

#### 【研究の背景・目的】

中枢神経系は、ニューロンおよびグリア細胞間の複雑なネットワーク機構により機能を果たしており、この理解にはネットワークの基本機能解明が必須である。中枢神経系の細胞は複雑な形態をもち、細胞局所におけるシグナル伝達がネットワークの性質を決定している。従って、細胞局所のシグナル機構を解析できるシグナル分子可視化法は極めて重要である。また、Ca<sup>2+</sup>シグナルはシナプス可塑性を始めとする重要な中枢神経系機能に関与するが、Ca<sup>2+</sup>の未知機能は多数残されており、これを明らかにすることにより、ネットワーク機能を新たな側面から展望できる。本研究では、申請者の従来成果をさらに発展させ、Ca<sup>2+</sup>シグナルの未知機能解明とシグナル分子可視化研究を介して中枢神経ネットワーク機能研究を格段に進め、ブレークスルーとなる成果をあげることを目的としている。

#### 【研究の方法】

ニューロン・ニューロン相互作用とニューロン・グリア相互作用に焦点を絞り以下の研究を推進する。

- 1) IP<sub>3</sub>-Ca<sup>2+</sup>シグナルの新機能探索：先行研究において、IP<sub>3</sub>脱リン酸化酵素によるIP<sub>3</sub>-Ca<sup>2+</sup>シグナルの新機能探索が可能であることを小脳で実証した。これを他の脳部位と他のネットワーク機構解析に展開する。
- 2) グルタミン酸動態解析：グルタミン酸は、シナプスにおける迅速な化学伝達を行うと同時にシナプス間隙外での細胞間相互作用に関与している。しかし、グルタミン酸シグナルの時空間分布については、直接的な解析は行われていない。そこで、新たなグルタミン酸プローブ(EOS)を用い、細胞間ネットワークにおけるグルタミン酸シグナルの可視化解析を行い、本領域の研究を全く新たな観点から推進する。
- 3) NOシグナル・Ca<sup>2+</sup>シグナル関連機構：シナプスにおけるNOシグナル機構が、シナプス機能制御に

関与するメカニズムについて、分子機構と生理的および病態生理的意義を明らかにする。

#### 【期待される成果と意義】

本研究は、申請者独自の研究成果に基づく研究手法を用いた特色ある研究であり、独創的な研究成果をあげて中枢神経系の機能理解に大きく貢献すると期待され、以下の成果が予想される。①グルタミン酸動態の可視化は、グルタミン酸のシナプス外動態を初めて明らかにする基本的研究成果として広く引用される業績になり、神経伝達物質の機能的意義を明らかにする上で必須の情報を提供すると考えられる。②NOシグナル・Ca<sup>2+</sup>シグナル関連機構解析は、NOに関連した生理機構あるいは病態の理解に直結すると期待できる。③ニューロンおよびグリア細胞のIP<sub>3</sub>-Ca<sup>2+</sup>シグナルの意義を追究することにより、シナプス維持機構などの重要な細胞間相互作用について新たな発見が期待できる。以上により明らかになるネットワーク基本機構は、関連する研究領域に大きな波及効果をもたらすと期待できる。

#### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・Furutani, K., Okubo, Y., Kakizawa, S. and Iino, M. Postsynaptic inositol 1,4,5-trisphosphate signaling maintains presynaptic function of parallel fiber-Purkinje cell synapses via BDNF. *Proc. Nat. Acad. Sci. U.S.A.* 103, 8528-8533, 2006.
- ・Okubo, Y., Kakizawa, S., Hirose, K., and Iino, M. Visualization of IP<sub>3</sub> dynamics reveals a novel AMPA receptor-triggered IP<sub>3</sub> production pathway mediated by voltage-dependent Ca<sup>2+</sup> influx in Purkinje cells. *Neuron* 32, 113-122, 2001.

#### 【研究期間と研究経費】

平成21年度－25年度

183,800千円

ホームページ等

<http://calcium.cmp.m.u-tokyo.ac.jp>

## 【基盤研究(S)】

### 生物系(医歯薬学I)



#### 研究課題名 マウスモデルを用いた消化器癌転移の研究

京都大学・大学院医学研究科・教授 **武藤 誠** (たけとう まこと)

研究分野: 医歯薬学

キーワード: 分子腫瘍学

#### 【研究の背景・目的】

癌による死亡の中で消化器癌の占める割合は最も高く、その遠隔転移を抑制することが重要課題となっている。本研究では、大腸癌の転移を抑制するための新たな治療標的を見出すことを目標とする。

#### 【研究の方法】

1. 未分化骨髄球(imature myeloid cells: iMCs, 図1)による転移促進機構の解析

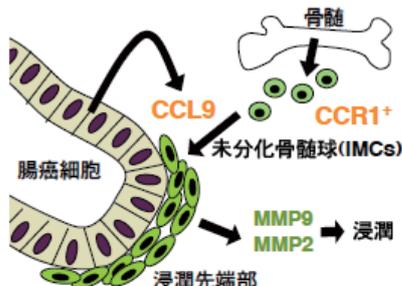


図1 iMCsは腸癌の浸潤を促進する

A) 大腸癌浸潤の水先案内をする iMCs の本体およびその転移促進機構をマウスモデルを用いて解明する。

B) ヒト大腸癌の転移における iMCs の役割を明らかにする。

C) ケモカイン受容体 CCR1 阻害薬の転移抑制効果をマウスモデルで検討する。

2. *Aes*/Notch による転移制御機構の解明

A) *Aes* の浸潤・転移抑制機能を、腸腫瘍モデルマウスを用いて個体レベルで検討する。

B) 大腸癌以外の癌の転移における *AES* の役割を検討する。

C) *AES* の発現抑制機構を解析し、*AES* の発現低下とヒト大腸癌患者の予後の相関を検討する。

D) *Aes* ペプチドの Notch シグナル抑制効果及び転移の治療・予防法を検討する。

3. 大腸癌進展の早期で重要なシグナル経路や分子が癌の転移の増大に果たす役割の解明

(A) Wnt シグナル経路による mTORC1 活性化の機序を解明する。また、転移巣拡大に対する Rapamycin 誘導体 RAD001 の影響を調べる。

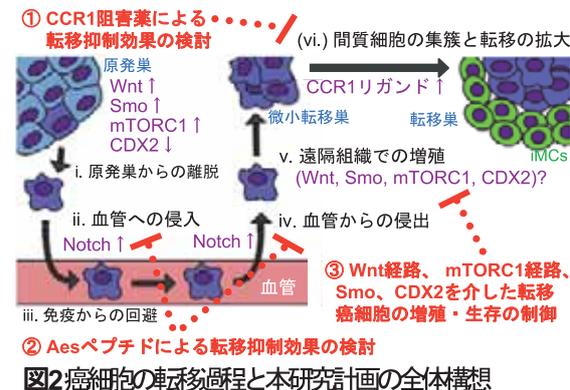
(B) SMO が活性型  $\beta$ -catenin の細胞内局在を制御する機序を解明する。

(C) 大腸癌転移巣における CDX2、p27 の発現と染

色体不安定性の指標である分裂後期染色体異常像の頻度 (Anaphase bridge index: ABI) との相関について解析する。

#### 【期待される成果と意義】

本研究の特色は、我々が独自に見出した新たな知見に基づいてこれまでに報告のない転移制御機構を解明しようとしている点にある(図2)。また、本研究では臨床病状を技術的に可能な限り正確に反映したマウスモデルを用いることで転移の治療に直結する研究計画を立てている点も大きな特色の一つである。本研究によって従来の視点では見出せなかった新たな転移制御機構が複数同定され、消化器癌の転移を抑制するための治療戦略を指し示すことが出来ると期待される。



#### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

・Fujishita, T., Aoki, M., Taketo, M.M. [他2名] (2008) Inhibition of the mTORC1 pathway suppresses intestinal polyp formation and reduces mortality in *Apc*<sup>A716</sup> mice. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 2008, 105:13544-13549. (1000 Faculty Paper)

・Kitamura, T., Aoki, M., Taketo, M.M. [他9名] (2007) SMAD4-deficient intestinal tumors recruit CCR1<sup>+</sup>-myeloid cells that help invasion. *Nat. Genet.* 39:467-475.

#### 【研究期間と研究経費】

平成21年度-24年度

159,300千円

ホームページ等

[http://www4.mfour.med.kyoto-u.ac.jp/frameTOP\(J\).htm](http://www4.mfour.med.kyoto-u.ac.jp/frameTOP(J).htm)

## 【基盤研究(S)】

### 生物系(医歯薬学 I)



#### 研究課題名 CCR4-NOT デアデニレース欠損に伴う病態解析と新たな遺伝子発現制御機構

東京大学・医科学研究所・教授

やまもと ただし  
山本 雅

研究分野： 医歯薬学

キーワード： 分子

#### 【研究の背景・目的】

遺伝子発現は転写制御と転写後制御で巧みに調節されている。近年 microRNA や shRNA による転写後制御研究が進み、それと共に mRNA 分解制御が新しい角度から見直されている。本研究では、mRNA 分解制御の重要なステップを担うデアデニレースに着目し、有核生物の主要なデアデニレースである CCR4-NOT 複合体(図1)について、その構成成分



図1 mRNAのpoly(A)に作用するCCR4-NOT

の一つ一つを欠損するマウスを作成・解析し生理機能を確立する。その生理機能情報に基づき、CCR4-NOT 複合体と Tob 蛋白質や RNA 結合蛋白質、microRNA などの相互作用を解析し、CCR4-NOT デアデニレース複合体が標的 mRNA 種を認識し分解に導く新たな仕組みを明らかにする。

#### 【研究の方法】

CCR4-NOT 複合体を構成する 10 種の蛋白質すべてについて、遺伝子改変マウスを作成し、解剖形態学・分子病理学により解析して個体レベルでの生理的意義を確立する。また培養細胞レベルでの CCR4-NOT 複合体の作用機構に関する分子細胞生物学的解析やプロテオミクスならびに構造生物学的解析による複合体形成・維持機構の解析を進める。これらの知見を合わせ、脱アデニル化機能の不全で発現が影響を受ける mRNA 種を炙り出しながら、CCR4-NOT デアデニレース複合体を介する mRNA 代謝・分解機構を、生理機能や細胞内シグナル伝達の中に俯瞰的に捕らえて理解する。

膨大な遺伝子発現解析結果や蛋白質相互作用解析結果の情報はバイオインフォマティクス研究者の協力を得て進める。戦略として CCR4-NOT 複合体構成成分のうちでも特にデアデニレース活性を示すサブユニットやアデニレース活性を直接制御することの分かっているサブユニットを欠損するマウスの作成・解析を優先する。Cnot7 デアデニレース欠損マウスは精子形成不全を示すことから、精巣等で発現が上昇している mRNA 種を microarray 法で探索しその中から poly(A)長が変化したり安定化したりしている mRNA を探し出す。またデアデニレース活性を調節する Cnot3 をコー

ドする遺伝子のヘテロ欠損マウスは痩せ形質を示し、肥満耐性であった。この形質に関連して発現量が変化している mRNA 群を探索し、見出した標的候補 mRNA については、その 3' UTR に結合しうる microRNA や蛋白質を同定し、それらと CCR4-NOT デアデニレース活性との機能連携を探り出す。同様の手法により他の Cnot サブユニット欠損マウスについても病態解析から明らかにされる生理機能に立脚して CCR4-NOT デアデニレース標的 mRNA を網羅し、普遍的な CCR4-NOT デアデニレース活性がどのような仕組みで特異性を発揮し標的 mRNA を識別するのかを、生理機能に基づいて明らかにする。

#### 【期待される成果と意義】

細胞が外来刺激に応答して変化させる遺伝子発現のうちの半分以上が mRNA の安定性に依存していることからわかるように mRNA の安定性制御機構を明らかにすることは生命の仕組みの理解に大きく貢献する。本研究から、mRNA 代謝に関わる CCR4-NOT 複合体のこれまで未解明であった生理学的意義が明確になり、その結果として転写後制御の重要な仕組みが明らかになると期待される。本研究の成果は、生命現象の基幹である遺伝子発現(=mRNA 代謝)制御の中の mRNA サイレncing・mRNA 分解について、教科書レベルの知見をもたらす。

#### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ Yoshida Y, Tanaka S, Yamamoto T et al, Negative regulation of BMP/Smad signaling by Tob in osteoblasts. *Cell* **103**, 1085-1097. (2000)
- ・ Oligo-astheno-teratozoospermia in mice lacking Cnot7, a regulator of retinoid X receptor beta, *Nature Genet* **36**: 528-533. (2004)
- ・ Morita M, Nakamura T, Yamamoto T. et al, Depletion of mammalian CCR4b deadenylase triggers increment of the *p27<sup>Kip1</sup>* mRNA level and impairs cell growth. *Mol Cell Biol* **27**: 4980-4990. (2007)

#### 【研究期間と研究経費】

平成 21 年度 - 25 年度

159,200 千円

ホームページ等

<http://www.ims.u-tokyo.ac.jp/gannsig/>


**研究課題名 液性免疫記憶の生成・維持・活性化機序**

大阪大学・免疫学フロンティア研究センター・特任教授

 くろさき ともひろ  
**黒崎 知博**

研究分野：免疫学

キーワード：免疫記憶

**【研究の背景・目的】**

免疫システムは、まずウイルスをはじめとする侵入異物を局所で感知し、一時防御機構を発動し、続いて全身に配置されたリンパ組織における効率的な防御反応を開始・継続しながら、タイムリーな終焉を迎える。さらには、「免疫記憶」により、予想される外来異物の再侵入への準備を可能にするとともに、再侵入に対して迅速に対応できるようになっている。

この「免疫記憶」機能を担うメモリーB・T細胞は一次免疫反応中に生成されるわけであるが、ナイーブ細胞とは異なり、長期の寿命を有し維持され、異物の再侵入（二次免疫）により迅速・効率的に、メモリーB細胞の場合、長期抗体産生細胞へと分化し、再侵入異物を速やかに排除する。このような機能的な重要性にもかかわらず、メモリーB細胞のユニークな機能（迅速反応性・長期寿命）を支える分子機序に関する研究はほとんど進展してこなかった。この点を明らかにするためには、まず、生体内でメモリーB細胞がどのような分化経路により生成されるのか、又、生成されたメモリーB細胞は生体内の何処に存在するのかは、明らかにされなければならない根源的課題である。

本研究では、従来の研究手法に加えて、メモリーB細胞の動態を *in vivo* で追跡する実験系の開発、を行い、これら実験手法を駆使して、この根源的課題を解決することを目的とする。

**【研究の方法】**

外来性抗原モデルとして、メモリーB細胞のトレースが最も確立しているNPを用いたハプテン抗原系を用いる。

メモリーB細胞の分化経路の検索に関しては、以下の実験手法を用いてアプローチする。メモリーB細胞は、従来、胚中心(Germinal Center; GC)B細胞から分化してくると考えられていたが、GC形成のないマウスでもメモリーB細胞が発生することより、この考えは再検討を要する重要な課題と考えられる。この課題解決には、GC-B細胞特異的プロモーターを用いて、このプロモーターが発現した後の細胞系列では蛍光蛋白が不可逆的に発現する Fate-mapping マウスを作成し、このマウスを用いて検定する。

メモリーB細胞の存在部位の同定に関しては以

下の方法を用いる。メモリーB細胞に特異的に発現する遺伝子を単離し、この遺伝子座位を用いて新規 fate-mapping マーカーを保持するマウスを単離する。このマウスでは、メモリーB細胞特異的に蛍光を発するようになる。この蛍光を発している細胞がリンパ節のどの部位に存在するかを蛍光顕微鏡を用いて詳細に観察していく。

**【期待される成果と意義】**

免疫記憶を応用した典型的な治療法はワクチン療法であり、安全かつ有効な新規ワクチン開発への、基盤的知見は未だに集積しておらず、多分に経験則に頼っているのが現状である。この大きな原因の一つはメモリーB細胞の分化・活性化シグナル機序が明瞭でないためと考えられる。

本研究は、イメージングをはじめとした新規研究手法を導入して、メモリーB細胞の分化・活性化機序を分子・細胞・個体レベルで明らかにしようとするもので、この基盤的情報の蓄積は、ウイルスをはじめとするワクチン療法の新しい有効な方法の開発につながり、社会的波及効果は甚大である。

**【当該研究課題と関連の深い論文・著書】**

- Hikida, M., Casola, S., Takahashi, N., Kaji, T., Takemori, T., Rajewsky, K. and Kurosaki, T. PLC $\gamma$ 2 is essential for formation and maintenance of memory B cells. *J. Exp. Med.* 206, 681-689 (2009).
- Kurosaki, T., Shinohara, H. and Baba, Y. B cell signaling and fate decision. *Ann. Rev. Immunol.* (in press)

**【研究期間と研究経費】**

平成21年度－25年度

159,400千円

ホームページ等

<http://www.ifrec.osaka-u.ac.jp/jpn/laboratory/lymphocytedifferentiation/index.php>  
[kurosaki@rcai.riken.jp](mailto:kurosaki@rcai.riken.jp)

## 【基盤研究(S)】

### 生物系(医歯薬学I)



#### 研究課題名 T細胞分化を制御する転写因子ネットワークの解明

理化学研究所・免疫転写制御研究チーム・チームリーダー

たにうち いちろう  
谷内 一郎

研究分野: 免疫学

キーワード: T細胞分化

#### 【研究の背景・目的】

T細胞はエフェクター細胞として免疫反応を担うと共に免疫応答の調節を行う重要な細胞群であり、異なる機能を持つ幾つかの細胞亜群(サブセット)から構成される。T細胞の機能異常や分化バランスの異常によって免疫不全症やアレルギー等のヒト免疫疾患が誘発されることが知られており、これら免疫疾患の病態を理解し、医療に応用可能なT細胞分化制御技術を開発することで、国民の健康増進に貢献することは医学・免疫学の重要な課題である。本研究課題は、複数の転写因子の相互作用によって形成される転写因子ネットワークが如何にT細胞分化を制御するか解明することで、T細胞分化プログラムを総括的に理解することを目的とする。

#### 【研究の方法】

本研究課題では、発生工学による遺伝学的手法、バイオインフォマティクス手法、生化学・分子生物学的手法を有機的に連動させることで、それぞれのT細胞サブセットの分化を制御するマスター転写因子の同定とそれらマスター転写因子上流・下流シグナルを明らかにする。

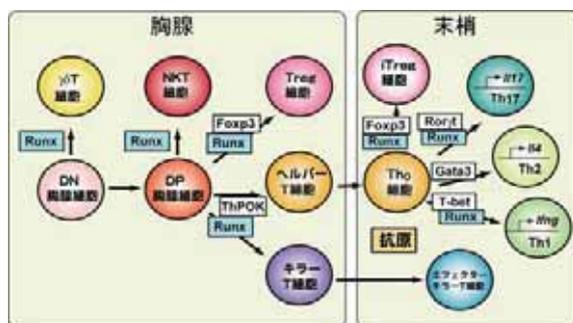


図1. T細胞分化過程と転写因子.

特に、胸腺内でのDP胸腺細胞のヘルパー/キラー系列決定を制御する転写因子ネットワーク、抹消リンパ組織でのヘルパーT細胞サブセットの分化を制御する転写因子ネットワークの解明を

中心に研究を行う。

#### 【期待される成果と意義】

T細胞は免疫応答の調節に中心的な役割を果たすことからT細胞分化プログラムの解明がもたらす意義は大きい。アレルギー・自己免疫病といった免疫疾患の制圧に向けて、人為的にT細胞分化を誘導する新規技術やその応用に基づく新たな免疫制御法の開発に繋がる技術基盤となる成果が期待される。

#### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- Setoguchi R. et al. Repression of the transcription factor ThPOK by Runx complexes in cytotoxic T cell development. *Science* 319:816, 2008.
- Muroi S. et al. Cascading suppression of transcriptional silencers by ThPOK seals helper T cell fate. *Nat. Immunol.* 9:1113, 2008.
- Collins A. et al. RUNX proteins in transcription factor networks that regulate T-cell lineage choice. *Nat. Rev. Immunol.* 9:106, 2009.

#### 【研究期間と研究経費】

平成21年度-25年度

159,500千円

ホームページ等

<http://web.rcai.riken.jp/en/labo/regu/taniuchi@rcai.riken.j>



## 研究課題名 炎症を背景とした消化器発癌過程における ゲノム不安定性の生成機構の解明

京都大学・大学院医学研究科・教授

ちば つとむ  
千葉 勉

研究分野：医歯薬学・内科系臨床医学・消化器内科学

キーワード：上部消化管学（食道、胃、十二指腸）、下部消化管学（小腸、大腸）、肝臓学

### 【研究の背景・目的】

最近、様々な感染そしてそれによる炎症が発癌の母地となることが注目されています。特に消化器病の領域では、ヘリコバクタ・ピロリ感染による慢性胃炎から胃癌が発症すること、またC型、B型肝炎ウイルス感染による慢性肝炎から肝癌が発症すること、さらに潰瘍性大腸炎から大腸癌が発症することなど、炎症が発癌に深く関与することが分かってきました。

一方癌細胞には遺伝子の消失や変異など、様々な遺伝子の異常が存在しており、それが発癌に重要な役割を果たすことが良く知られています。特に最近の大規模な遺伝子変異の解析によって、一つのがん細胞には平均約60-90個の遺伝子変異が存在することが報告されました。このように遺伝子変異は発癌に非常に重要な役割をはたしていますが、しかしながら炎症から癌が生じる過程で、どのようにして遺伝子変異が蓄積していくのかはまだよく分かっていません。

一方、遺伝子異常は通常様々な方法によって抑えられています。しかしながら私たちの体の中には、生理的に常に遺伝子変異が生じている細胞が一つだけあります。それはBリンパ球で免疫グロブリンを産生する細胞です。免疫グロブリン（抗体）は様々な外界の抗原（微生物や花粉などのアレルギー物質など）に反応することによって、これらから身を守る役割を果たす分子です。したがって多数の抗原に対応するためには、数多くの種類の免疫グロブリンが産生される必要がありますが、ところが免疫グロブリンの遺伝子はたった一つしかありません。このためB細胞では、ひとつの免疫グロブリン遺伝子に様々な遺伝子変異を入れることによって、多数の異なった免疫グロブリンを産生できるしくみになっています。この際、この免疫グロブリン遺伝子に遺伝子変異を入れるのに必須の役割を果たしている分子がAIDといわれるもので2000年に発見されました。このAIDは私たちの体の中で、自らの遺伝子(DNA)に変異を入れることのできるたった一つの分子ですが、すでに述べたように通常はBリンパ球でしか発現していません。ところが私たちは2007年に、このAIDが胃炎や肝炎などの炎症の際に、それぞれヘリコバクタ・ピロリ菌やC型肝炎ウイルスなどによって胃粘膜、肝細胞で産生されるようになることを見出しました。そしてさらにそのAIDが免疫グロブリンではなく、胃や肝臓の細胞の様々な遺伝子に変異を入れて、その結果癌の発症を促進させていることを明らかにしました。

このようにAIDは遺伝子変異を入れることができる、ある意味非常に危険な分子ですが、私たちは炎症でこのAIDが産生されるようになることが、炎症から癌が発症する原因の一つではないかと考

えています。そこで今回の研究では、このAIDが炎症の場で、どのように産生されて、どのように遺伝子変異を入れて、そしてさらにその結果どのように癌が発症するのか、を追求していきたいと考えています。

### 【研究の方法】

- 1) 炎症発癌におけるAIDの普遍的な役割を明らかにします。
- 2) AIDが臓器によってなぜ異なる遺伝子に変異を入れるのかを明らかにします。
- 3) AIDが様々な種類の遺伝子変異を入れる理由を明らかにします。
- 4) 発癌にはメチル化という現象が重要な役割を果たしていますが、このメチル化とAIDによる遺伝子変異の関係を明らかにします。
- 5) 発癌では組織の幹細胞が癌化に重要と考えられていますが、この幹細胞とAIDの関係を明らかにします。

### 【期待される成果と意義】

近年発癌の研究は、メチル化などのいわゆるエピジェネティックといわれる遺伝子の修飾が重要であると考えられています。しかしながら上述のように、遺伝子変異はやはり発癌で中心的な役割を果たしています。しかし現在まで、炎症でどのようにして遺伝子変異が蓄積されるのかはほとんど分かっていませんでした。さらに遺伝子変異を誘発する分子が私たちの体内に存在することも分かっていませんでした。今回の研究では、炎症から癌が生じる過程で、遺伝子変異が導入される機序が明らかとなり、さらにそれがもともと私たちが持っている分子、AIDによって誘導されることが明確になることで、新しい発癌の機序を提示できるものと期待されます。

### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- Matsumoto Y, Marusawa H, Kinoshita K, Endo Y, Kou T, Morisawa T, Azuma T, Okazaki IM, Honjo T, Chiba T: Helicobacter pylori infection triggers aberrant expression of activation-induced cytidine deaminase in gastric epithelium. Nat Med 13:470-476: 2007.
- Endo Y, Marusawa H, Kou T, Nakase H, Fujii S, Fujimori T, Kinoshita K, Honjo T, Chiba T: Activation-induced cytidine deaminase links between inflammation to colitis-associated colorectal cancers. Gastroenterology 135: 889-898:2008.

### 【研究期間と研究経費】

平成21年度－24年度  
120,200千円



## 研究課題名 Wnt シグナルによる心筋分化・心臓疾患発症機序の解明とそれに基づく治療法の開発

千葉大学・大学院医学研究院・教授 こむろ いっせい  
小室 一成

研究分野：医歯薬学

キーワード：循環器・高血圧、再生医学、発生・分化

### 【研究の背景・目的】

生活習慣の欧米化と高齢化により、我が国においても循環器疾患患者が急増しており、その病態生理の解明と新規治療法の開発が待望されている。Wnt シグナルは多彩な生理学的機能を有し、個体発生、幹細胞機能維持、発癌などに関与することが知られる。きわめて重要なシグナル伝達経路である。これまでの我々の検討により、Wnt シグナルが発生時期依存性に心臓発生・心筋細胞分化を制御していること、また発生後期においてはWnt シグナルを抑制することが心臓の形態形成に重要であることが明らかになった。さらにWnt シグナルが成人期の心不全発症に促進的に働く可能性も示唆されている。そこで本研究では以下の4点について検討することにより、Wnt シグナルによる心臓発生制御の分子機構を解明するとともに、それに基づくWnt シグナルを標的とした新たな心臓疾患治療法の開発を目指す。

- (1) IGFBP-4によるWnt シグナル抑制と心筋分化誘導の分子機構を明らかにする
- (2) Wnt、Wnt inhibitorを用いた未分化幹細胞からの高効率心筋分化誘導法を確立する
- (3) Wnt シグナルの心臓疾患発症における役割を解明する
- (4) Wnt、Wnt inhibitorを利用した新しい心臓疾患の治療法を開発する

### 【研究の方法】

(1) IGFBP-4によるWnt シグナル抑制と心筋分化誘導の分子機構を明らかにする：我々は最近 insulin-like growth factor (IGF)に結合する蛋白として知られていたIGFBP-4がWnt シグナルを抑制することにより発生後期の心臓形成に大変重要であることを明らかにした。そこでIGFBP-4によるWnt シグナル抑制の分子メカニズムを明らかにするためにBRETを用いてWnt 受容体であるFrzとLRP5/6の会合様式をreal-timeで解析する。

(2) Wnt、Wnt inhibitorを用いた未分化幹細胞からの高効率心筋分化誘導法を確立する：これまでの我々の研究により、Wnt、Wnt inhibitorの適切な組み合わせがES細胞から高効率で心筋細胞を分化誘導することが明らかになった。また、BMP阻害因子による心筋分化誘導についても報告している。これら複数の液性因子の組み合わせによる高効率心筋分化誘導法の確立を目指す。

(3) Wnt シグナルの心臓疾患発症における役割を解明する：虚血性心疾患などによって生じる心筋傷害にWnt シグナルが関与している可能性が考えられており、Wnt シグナル抑制が心疾患の治療標的となる可能性がある。そこで傷害心筋で発現するWnt、Wnt-like ligand および傷害心筋におけるWnt-responsive cellを明らかにする。

(4) Wnt、Wnt inhibitorを利用した新しい心臓疾患の治療法を開発する：ゼブラフィッシュでは心臓を一部切除するとそれが再生することが知られている。そこでWntあるいはWnt阻害因子のtransgenic fishを作成し、心筋再生促進効果について検討する。また、心不全モデルマウスにWnt阻害因子を投与しその治療効果を検討する。

### 【期待される成果と意義】

Wnt シグナルが心臓の発生段階の各ステップにおいて極めて重要な役割を果たしていることが明らかになり、さらに最近成人期の心不全発症に促進的に働く可能性が示唆されている。Wnt シグナルによる心臓発生・心筋細胞分化の分子機構や心臓疾患発症における役割の解明は、心臓の再生を含めた新しい治療法の開発につながると考えられる。また得られた研究成果は、循環器領域のみならず、Wnt シグナルが関与する他の様々な分野においても応用されることが期待される。

### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ Naito AT, Komuro I et al. Developmental stage-specific biphasic roles of Wnt/beta-catenin signaling in cardiomyogenesis and hematopoiesis. Proc Natl Acad Sci USA. 2006;103:19812-7.
- ・ Zhu W, Komuro I et al. IGFBP-4 is an inhibitor of canonical Wnt signalling required for cardiogenesis. Nature. 2008;454:345-9.

### 【研究期間と研究経費】

平成21年度－25年度  
162,900千円



## 研究課題名 分子標的を介するポリグルタミン病の根本治療法の開発

名古屋大学・大学院医学系研究科・教授 **そぶえ げん**  
**祖父江 元**

研究分野：医歯薬学

キーワード：神経分子病態学

### 【研究の背景・目的】

神経変性疾患は特定の細胞が機能障害および死に至る難病であり、その治療は現代医学における喫緊の課題となっている。最近の基礎・臨床研究の進歩により、細胞内への異常な蛋白質蓄積が神経細胞の機能障害や細胞死を惹起することが明らかとされてきているが、分子標的治療の開発と応用は悪性腫瘍に比べると遥かに遅れており、ほとんどの神経変性疾患では有効な根本治療が見出されず今日に至っている。本研究は神経変性疾患の一群であるポリグルタミン病について、病態に根ざした根本的治療法を開発し、臨床応用することにより、本疾患の克服を目指すものである。具体的な治療法の開発手段として、①患者皮膚由来のiPS細胞からニューロンに分化したモデル系を作成し、②ユビキチン-プロテアゾーム系(UPS)を活性化する低分子化合物の探索・同定、③分子シャペロン調節薬の開発と臨床応用、④新たな病態関連分子の探索・同定と、その機能を調節する低分子化合物の開発を4つの柱とし、ポリグルタミン病の分子標的治療の開発を目的とした包括的研究を展開する。

### 【研究の方法】

#### 1) ポリグルタミン病 iPS 細胞の確立

SBMA・HD・SCA3などの患者から皮膚を採取し、分離した線維芽細胞に遺伝子導入を行うことにより、iPS細胞を誘導する。得られたニューロンはスクリーニングのための細胞システムとして使用する。

#### 2) ユビキチン-プロテアゾーム系(UPS)を標的とした低分子化合物の探索・同定

低分子化合物ライブラリーから、ニューロンに分化したiPS細胞においてUPS活性を増強し、ポリグルタミン鎖の異常延長した変異蛋白質を選択的に分解しうる化合物を同定する。さらに、動物モデルにおける解析を行い、生体におけるUPSの賦活化の有無および神経変性過程を抑制する作用の有無を確認する。また、プロテアソーム活性の促進作用を有する自然成分を発症前のSBMAモデルマウスに投与し、有効性と安全性を解析する。

#### 3) 分子シャペロン調節薬の開発と臨床応用

我々はこれまでに、経口Hsp90阻害剤(17DMAG)およびモノテルペン配糖体(paeoniflorin)が強力な分子シャペロン誘導作用を有することを明らかにしている。これらの低分子化合物について動

物モデルへの投与を行い、その神経障害に対する有効性と安全性および脳移行性を主とした薬物動態について検討する。

#### 4) 新たな病態関連分子の探索・同定と、その機能を調節する低分子化合物の開発

我々はこれまでに、遺伝子発現解析により、神経ペプチドCGRPがSBMAマウス脊髄運動ニューロンにおいて発現が増加していることを明らかにしてきた。本研究では、CGRPが神経細胞に与える影響について培養細胞系および動物モデルを用いて解析する。また、CGRPの発現量を減少させる化合物をスクリーニングし、その効果を培養細胞モデルおよび動物モデルにおいて解析する。

### 【期待される成果と意義】

本研究により、患者皮膚由来のiPS細胞からニューロンに分化した新しいモデル系が確立され、それを用いた治療薬のスクリーニングが可能となることが期待される。また、UPSや分子シャペロンなどの生体の防御機構を利用した安全性の高い治療法が開発されることが期待される。本研究の成果はポリグルタミン病の根本治療法の開発に向けた臨床試験に繋がる可能性があり筋萎縮性側索硬化症やアルツハイマー病など多くの神経変性疾患にも応用可能な知見を提供すると予想される。

### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ Banno H, Katsuno M, Suzuki K, et al. Phase 2 trial of leuprorelin in patients with spinal and bulbar muscular atrophy. *Ann Neurol*. 65: 140-150, 2009.
- ・ Tokui K, Adachi H, Waza M, et al. 17-DMAG ameliorates polyglutamine-mediated motor neuron degeneration through well-preserved proteasome function in a SBMA model mouse. *Hum Mol Genet*. 18: 898-910, 2009.

### 【研究期間と研究経費】

平成21年度－25年度

122,100千円

ホームページ等

<http://www.med.nagoya-u.ac.jp/medical/102/p10224.html>



## 研究課題名 生活習慣病の病態におけるアルドステロン／ 鉱質コルチコイド受容体活性化機構の解明

東京大学・医学部附属病院・教授

ふじた としろう  
藤田 敏郎

研究分野：医歯薬学

キーワード：腎臓病学、内分泌学

### 【研究の背景・目的】

アルドステロン／鉱質コルチコイド受容体(MR)は腎臓での塩分の再吸収を司る系で、塩分の少ない環境で生命を維持する手段として重要な役割を果たしてきた。ところが近年、塩分の取り過ぎや過食といった生活習慣の変化に伴い、アルドステロン／MR系の過剰な活性化による高血圧や心血管病、慢性腎臓病(CKD)が問題化するようになった。我々はメタボリックシンドロームモデル動物を用いて、脂肪細胞より分泌される未知の因子(aldosterone-releasing factors: ARF)がアルドステロン過剰、標的臓器のMR活性化、ひいては臓器障害をもたらすこと、肥満に塩分過剰が加わるとMR活性化が増強し、著しい心腎障害が生じることを示した。さらに新たなMR活性化因子として低分子量G蛋白Rac1を同定し、Rac1がアルドステロン非依存性にMRを活性化し腎障害を引き起こすこと、Rac阻害薬が腎保護薬として有望であることを世界に先駆けて報告した(*Nature Medicine* 14:1370,2008)。

本研究では『Rac1とMRのクロストーク』に焦点をあて、分子細胞生物学的・発生工学的手法など多角的アプローチでメタボリックシンドロームに伴う臓器障害のメカニズムを解明するとともに、ヒトにおけるRac1・MR活性化の意義の検証、新規診断法・治療薬の開発を目指したトランスレショナルリサーチを推進することを目的とする。

### 【研究の方法】

- (1) メタボリックシンドロームモデル動物(KKAy、SHR肥満、食餌性肥満など)を用いて、臓器障害、Rac1・MR活性化状態、Rac阻害薬やMR阻害薬の臓器保護効果、糖代謝・脂肪細胞への影響を検討する。またRac1活性化を惹起する因子を探索する。
- (2) 臓器・細胞特異的Rac1トランスジェニック・ノックアウトマウス(腎系球体足細胞など)を作製し、当該細胞におけるRac1活性化とMRカスケード・臓器障害の関係を検証する。
- (3) SHR肥満ラットと非肥満SHRの脂肪細胞培養液の比較に基づき、脂肪細胞由来アルドステロン分泌刺激因子ARFを同定する。
- (4) 新たなMR活性化機構の同定。
- (5) 新規治療薬(Rac、ARF、新たに同定された治

療標的分子に対する阻害薬)の開発を進める。診断法に関しては、血中アルドステロン濃度に代わる臓器MR活性化指標を同定するとともに、活性型Rac1の可視化法を開発し、腎生検サンプルなど臨床検体を用いてRac1・MR系が関与する病態を特定する。さらに大規模臨床試験にてメタボリックシンドロームの臓器障害に関する日本人のエビデンスの蓄積をはかり、同時にtailor-made medicineを目的とした遺伝子多型解析を行う。

### 【期待される成果と意義】

最近、メタボリックシンドロームの病態においてアルドステロン／MR系の関与を裏付ける臨床知見が蓄積されつつあるが、血中アルドステロン濃度が必ずしも高くない症例も多く、Rac1その他によるリガンド非依存性MR活性化機構の解明は臨床的に極めて重要な意味を持つと考えられる。

本研究を通じてメタボリックシンドロームの臓器障害に関する病態の理解が深まり、新たな治療標的分子の同定、画期的診断法・治療法の開発、日本人の臨床的エビデンスの確立がもたらされれば、患者の生命予後を改善させ、さらには人工透析の回避が可能となる。現在、透析予備軍であるCKD患者数は約400万人と推定されており、医療経済的にも社会貢献につながることを期待される。

### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ Shibata S, Fujita T et al. Modification of mineralocorticoid receptor function by Rac1 GTPase: implication in proteinuric kidney disease. *Nature Medicine* 14:1370-1376, 2008.
- ・ Nagase M, Fujita T et al. Enhanced aldosterone signaling in the early nephropathy of rats with metabolic syndrome: possible contribution of fat-derived factors. *J Am Soc Nephrol* 17:3438-3446, 2006.

### 【研究期間と研究経費】

平成21年度－25年度

162,900千円

ホームページ等

fujita-dis@h.u-tokyo.ac.jp



研究課題名 間葉系細胞由来ホルモンの生理作用とその破綻

なかお かずわ

京都大学大学院・医学研究科・教授 中尾 一和

研究分野：医歯薬学

キーワード：内分泌学

【研究の背景・目的・研究の方法】ホルモンは内分泌細胞から分泌され、血液中を運搬され、生体内の標的細胞に到達し、特異的な受容体を介して作用を發揮する。この生体内化学的情報伝達系が内分泌系であり、その機能は生殖、成長や発達、内部環境の維持、エネルギーの産生、利用、貯蔵などである。従来、ホルモンは下垂体、甲状腺、副腎などの上皮系細胞から分泌されると考えられてきた。一方、心血管系、脂肪組織、骨格系など間葉系細胞から成る組織は、それぞれ血液循環のポンプ機能、エネルギー貯蔵機能、運動機能を担うと考えられてきたが、近年、ホルモンを分泌する内分泌臓器でもあることが明らかになってきた。研究代表者らは心臓血管ホルモンの原型の ANP、BNP、CNP より成るナトリウム利尿ペプチドファミリー(図1)、代表的脂肪細胞由来ホルモン(アディポサイトカイン)(図2)であるレプチンの臨床的意義について遺伝子操作マウスの開発と解析、臨床応用を目的としたトランスレーショナルリサーチを実践して、ANP、BNP を心不全の診断マーカー及び治療薬として実用化し、全身の脂肪組織の欠如した全身性脂肪萎縮症の特効薬としてのレプチンの意義を証明し、骨軟骨系無形成症に

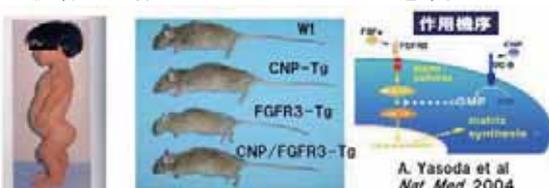
図1 内分泌臓器としての心血管系と心臓血管ホルモン



図2 生体内最大の内分泌臓器としての脂肪組織とアディポサイトカイン



図3 軟骨無形成症における CNP の意義



対する CNP の前臨床研究を行ってきた(図3)。

CNP 及びその受容体である GC-B は脳神経系、血管構成細胞(血管内皮細胞、平滑筋細胞)、骨軟骨細胞など広範に発現しており、各臓器特異的な機能解明が重要である。研究代表者らは既に CNP の全身性遺伝子欠損(KO)マウスを開発して、解析してきたが、骨格系の発達異常が極めて高度であるために骨格系以外の意義に関する解析が不可能であった。本研究では組織特異的な CNP/GC-B 系の生理作用と破綻病態の解明を目的として、Cre-loxP システムにより CNP/GC-B 系の組織特異的 KO マウスを開発して解析する。

脂肪細胞から分泌される抗肥満ホルモンのレプチンに関して、肥満におけるレプチンの抗肥満作用の減弱が認められ、レプチン抵抗性として重要な研究課題になっている。肥満はインスリン抵抗性、糖脂質代謝異常、脂肪肝などを引き起こし、それらは脂肪毒性(Adipotoxicity)と総称される。本研究ではレプチン抵抗性と、レプチンによる脂肪毒性改善作用の分子機構を解明する。

さらに本研究では間葉系細胞由来組織から新規生理活性物質の単離同定も目指す。

【期待される成果と意義】本研究は心血管系、脂肪組織、骨軟骨系など間葉系細胞から分泌される間葉系細胞由来ホルモンの生理作用と破綻病態を上皮系細胞と対比して系統的に比較検討し、生理的意義と臨床的意義の解明を目標とする。本研究は、難病の軟骨無形成症に対する CNP 治療や全身性脂肪萎縮症に対するレプチン補充療法などの新規治療法の開発につながると期待される。本研究は骨軟骨系に加えて他の臓器における CNP/GC-B 系の意義の解明、臨床応用の可能性を開くものである。また、レプチン抵抗性とレプチンの脂肪毒性改善作用の解明に大きく貢献し、稀少難病のみならず Common Disease の糖尿病、メタボリック症候群、肥満症などの治療法開発に大きな進展をもたらすと考えられ、臨床的意義は大きい。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ Nakao K. Adiposience and adipotoxicity. *Nat Clin Pract Endocrinol Metab.*5(2):63 2009
- ・ Yasoda A, Nakao K. et al. Overexpression of CNP in chondrocytes rescues achondroplasia through a MAPK-dependent pathway. *Nat Med.* 10(1):80-6. 2004

【研究期間と研究経費】

平成21年度-25年度  
163,000千円  
ホームページ等

<http://www.kuhp.kyoto-u.ac.jp/~med2/index-jp.html>

## 【基盤研究(S)】 生物系(医歯薬学Ⅱ)



### 研究課題名 天疱瘡抗原に対する中枢性、末梢性免疫寛容機構の解明

慶應義塾大学・医学部・教授

あまが い まさゆき  
天谷 雅行

研究分野：医歯薬学

キーワード：皮膚診断学、皮膚免疫学

#### 【研究の背景・目的】

本研究では、自己免疫性皮膚疾患である天疱瘡の標的抗原、デスモグレイン3 (Dsg3) に対する中枢性および末梢性免疫寛容機構獲得機序を解析するとともに、免疫寛容に関わる皮膚樹状細胞の役割を明らかにし、胸腺に代わる免疫制御臓器としての皮膚の新たな機能を解明する。我々の構築する系は、自己免疫疾患標的抗原である Dsg3 の生理的発現状況下における免疫寛容機構を、抗原存在下、非存在下における自己反応性 T 細胞の運命を解析することができ、免疫寛容機序を解析する上において、世界に類を見ない疾患に根ざした独創的な系となる。

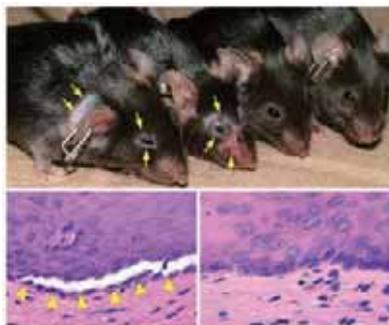
#### 【研究の方法】

##### 1) Dsg3 反応性 T 細胞に対する免疫寛容機構の解明

Dsg3 に対する免疫寛容機構を包括的に解析するために、Dsg3 反応性 T 細胞クローンの中で、同一のペプチド (Dsg3<sub>301-315</sub>) を認識するが高親和性と低親和性を示す T 細胞受容体 (TCR) および他のペプチドを認識する TCR の合計 3 種の Dsg3TCR-Tg マウスを作成する。Dsg3TCR-Tg マウスにおける、胸腺、末梢における Dsg3 反応性 T 細胞の動態を、Dsg3 存在下、非存在下 (Dsg3<sup>-/-</sup>マウスと交配) において比較検討する。

##### 2) 細胞障害性 T 細胞誘導と腫瘍随伴性天疱瘡

Dsg3<sup>+/+</sup>皮膚を Dsg3<sup>-/-</sup>マウスに移植した後にそのリンパ球を、Rag2<sup>-/-</sup>マウスに移植すると、抗体産生のみならず、表皮に CD4<sup>+</sup>あるいは CD8<sup>+</sup>T 細胞が浸潤し、表皮細胞の apoptosis を誘導される。天疱瘡の亜型である腫瘍随伴性天疱瘡では、抗 Dsg3IgG 抗体のみならず、皮膚への T 細胞浸潤、apoptosis を認める。本モデル



Dsg3 特異的 T 細胞単一クローンにより誘導された天疱瘡モデルマウス

マウスの解析により、未だ不

明な点が多い細胞障害性 T 細胞による皮膚疾患の病態解明を試みる。

##### 3) 病的抗体産生および免疫寛容における樹状細胞の役割の解明

Cre-LoxP システムを利用して表皮のランゲルハンス細胞と真皮の樹状細胞をそれぞれ特異的に消去したマウスを確立した上で、天疱瘡モデルマウスのレシピエントとし、どの皮膚樹状細胞サブセットが発症に重要な役割を果たすか解明する。

##### 4) 胸腺に代わる免疫制御臓器としての新たな皮膚機能の検討

本研究で開発したマウスを組み合わせ、皮膚は Dsg3 を発現し、胸腺は Dsg3 を発現しない状況を作成し、Dsg3 反応性 T 細胞に免疫寛容が成立するかを検討する。「皮膚が胸腺に代わる免疫制御機能を有する」という仮説のもと、新しい免疫学的概念を提唱することを目指す。

#### 【期待される成果と意義】

現在の免疫寛容のドグマ形成に至った実験事実が、人工抗原をケラチンプロモーターなどにより各臓器に発現させる非生理的な系に基づいているのに対し、本研究では、自己免疫疾患標的抗原である Dsg3 の生理的発現状況下における免疫寛容機構を解析している。疾患としての天疱瘡と、その病態を可能な限り反映しているモデルマウス、そして、解析するための種々の reagents を有効に組み合わせて総合的に解析できる本研究は、自己免疫疾患克服につながる免疫制御法の開発に役に立つ。

#### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

Takahashi H, et al: Novel system evaluating in vivo pathogenicity of desmoglein 3-reactive T cell clones using murine pemphigus vulgaris. J Immunol 181: 1526-1535, 2008.

Takahashi H, et al: A single helper T-cell clone is sufficient to commit polyclonal naïve B-cells to produce pathogenic IgG in experimental pemphigus vulgaris. J Immunol 182: 1740-1745, 2009.

#### 【研究期間と研究経費】

平成 21 年度 - 25 年度

161,800 千円

ホームページ

<http://web.sc.itc.keio.ac.jp/derma/index.html>

## 【基盤研究(S)】

### 生物系(医歯薬学Ⅱ)



#### 研究課題名 高精度の分子遺伝学的評価による食道癌治療成績向上のための包括的研究

大阪大学・大学院医学系研究科・教授 **もり まさき**  
**森 正樹**

研究分野：医歯薬学

キーワード：外科学、分子遺伝学、オミックス医療

#### 【研究の背景・目的】

食道進行癌は治療抵抗性で予後不良である。特に食道リンパ流の解剖学的特徴から、周辺多臓器への複合型の転移浸潤を来しやすく、特有の治療困難が付随する。したがって、治療成績向上のためには、食道癌の発生、進展および治療感受性に関わる個人の三位一体 P-E-G 因子を根本から究明し、総合的かつ俯瞰的に解明する。特に、治療感受性については、化学放射線療法の術前治療効果予測に応用するために緊喫に求められている。

#### 【研究の方法】

三位一体の研究を超高密度で緻密に実施する。そのために、①解析症例数を大幅に増やす。②観察期間を最低でも5年以上とする。③現時点で最高レベルの機器・技術で解析する。④プロテオミクス解析を加える。⑤化学放射線療法の感受性に関する検討を加える。以上の各要因を同一症例で合わせて解析する三位一体の研究とする。これにより、遺伝子多型 P、環境因子 E、遺伝子・蛋白変化 T の最高レベルのデータを得、発癌・進展・転移・再発・治療感受性・薬剤副作用の各々に強く関与する P-E-T 連関を究明する。

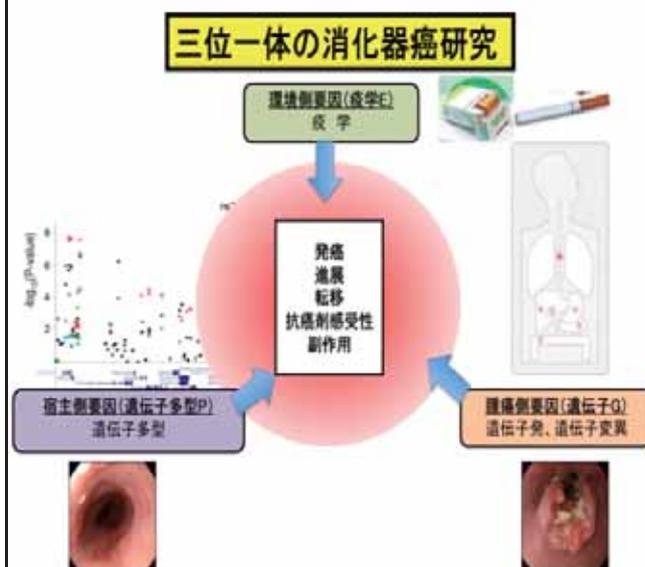
<目的達成のための重点6項目>

- (1) 世界最高レベルの超高密度 50 万遺伝子多型 (SNPs) 解析を実施 (宿主側要因)
- (2) 世界最高レベルの (CGH) アレイによる腫瘍ゲノム情報整備 (腫瘍側)
- (3) 業界最高感度 OMICS 解析による遺伝子最終産物の把握 (宿主側・腫瘍側)
- (4) 非コード転写産物 (マイクロRNA等) の最新の機能解析 (宿主側・腫瘍側)
- (5) 本邦の代表的食道癌診療施設で収集した多数例の精密な疫学・臨床情報解析 (環境)
- (6) 世界最高精度の治療感受性・副作用予測法の開発 (宿主側・腫瘍側)

#### 【期待される成果と意義】

同一症例から環境・宿主多型・腫瘍遺伝子の3側面を多数例で解析する研究は、学際的に鑑みて

も世界で例がなくユニークであり、日本人食道癌の全体像を俯瞰的に明らかにできる。今後はこのような多数例を用いた多面的・統合的研究が必須となると想定され、本研究はその先鞭となり学際的にも大きなインパクトを与えると期待される。



#### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- Cancer Res 69(9):3788-3794, 2009.
- Clin Cancer Res 14(9):2609-2616, 2008.
- Cancer Res 68(4):1074-1082, 2008.
- Cancer Sci 99(10): 1871-1877, 2008.
- Ann Surg Oncol 15(10): 2927-2933, 2008.
- Oncologist 12(4):406-417, 2007.
- Stem Cells 24(3):506-513, 2006.
- N Engl J Med 352:1667-1676, 2005.

#### 【研究期間と研究経費】

平成21年度-25年度  
162,700千円

平成21年度科学研究費補助金 基盤研究(S) 継続課題一覧

※平成19年度採択分までは応募総額が5,000万円以上1億円程度まででした。

総合・新領域系 (69課題)

○ 総合領域(32課題)

(単位:千円)

研究代表者	研究課題名	研究期間	配分(予定)額
むらかみ ふじお 村上 富士夫	大阪大学・大学院生命機能研究科・教授 大脳皮質介在ニューロンの移動・配置と領野特異性の形成	平成17～21年度	80,600
うえの しょうごう 上野 照剛	九州大学・大学院工学研究院・特任教授 磁気的手法によるバイオイメーキングと脳機能ダイナミクスの研究	平成17～21年度	81,400
たかお erson 高尾 尊身	鹿児島大学・フロンティアサイエンス研究推進センター・教授 異種移植に関する基礎的研究	平成17～21年度	78,400
どひ たけよし 土肥 健純	東京大学・大学院情報理工学系研究科・教授 コンピュータ外科における次世代エンドエフェクタ及びナビゲーションシステムの開発	平成17～21年度	69,600
おいえ ゆうじ 尾家 祐二	九州工業大学・大学院情報工学研究院・教授 ネットワーク浸透のための融合技術と進化のための情報ダイナミクスに関する研究	平成18～22年度	80,500
かわち けいじ 河内 啓二	東京大学・大学院工学系研究科・教授 昆虫の飛行制御の研究	平成18～22年度	76,400
まなべ としや 真鍋 俊也	東京大学・医科学研究所・教授 情動の分子基盤とその高次脳機能と精神神経疾患における役割の解明	平成18～22年度	84,200
もり けんさく 森 憲作	東京大学・大学院医学系研究科・教授 睡眠覚醒、空腹満腹状態に依存した嗅覚神経系の情報処理モード変換機構	平成18～22年度	83,200
いとう まもる 伊藤 守	(財)実験動物中央研究所・免疫研究室・室長 重度免疫不全NOGマウスの改良・改変によるヒトモデル動物の基盤創設	平成18～22年度	76,900
すながわ けんじ 砂川 賢二	九州大学・大学院医学研究院・教授 脊髄損傷患者の血圧調節失調を克服するためのバイオニック血圧制御システムの開発	平成18～22年度	84,700
やすだ よしのり 安田 喜憲	国際日本文化研究センター・研究部・教授 年縞の分析による年単位の環境史復元と稲作漁労文明の興亡	平成18～22年度	84,900
にしだ とよあき 西田 豊明	京都大学・大学院情報学研究科・教授 会話エージェント研究共有プラットフォームの構築と利用技術の研究	平成19～23年度	89,500
いしかわ まさとし 石川 正俊	東京大学・大学院情報理工学系研究科・教授 ビジョンチップの応用展開	平成19～23年度	85,200
おくの ひろし 奥乃 博	京都大学・大学院情報学研究科・教授 音環境理解研究からのロボット聴覚の構築	平成19～23年度	91,800
かとう としかず 加藤 俊一	中央大学・理工学部・教授 実空間における複合感性と状況理解の多様性のロボティクスのモデル化とその応用	平成19～23年度	62,000
わたなべ まさひろ 渡辺 雅彦	北海道大学・大学院医学研究科・教授 活動依存的カルシウム流入による競合的シナプス回路発達の共通原理の解明	平成19～23年度	89,900
やぎ たけし 八木 健	大阪大学・大学院生命機能研究科・教授 神経細胞多様化と神経回路組織化をもたらす分子メカニズムの解析	平成19～23年度	87,300
はやし じゅんいち 林 純一	筑波大学・大学院生命環境科学研究科・教授 突然変異導入マウス作製による哺乳類ミトコンドリアゲノムの生理的役割の全貌解明	平成19～23年度	85,100
やまぐち たかみ 山口 隆美	東北大学・大学院医工学研究科・教授 血液・循環器・消化器病の診断・治療・予防のための計算ナノバイオメカニクスの創成	平成19～23年度	90,100
おおひら よしのぶ 大平 充宣	大阪大学・大学院医学系研究科・教授 脳機能低下防止策としての筋活動の促進	平成19～23年度	89,500
よしむら さくじ 吉村 作治	早稲田大学・理工学術院・教授 エジプト、メンフィス・ネクロポリスの文化財保存面から見た遺跡整備計画の学際的研究	平成19～23年度	82,200
なかむら よしひこ 中村 仁彦	東京大学・大学院情報理工学系研究科・教授 身体運動と言語を統一した人間・機械コミュニケーションの成立	平成20～24年度	156,200

(単位:千円)

研究代表者		研究課題名	研究期間	配分(予定)額
いしぐる ひろし 石黒 浩	大阪大学・大学院工学研究科・教授	遠隔操作アンドロイドによる存在感の研究	平成20～24年度	161,700
ふじた かずお 藤田 和生	京都大学・大学院文学研究科・教授	意識・内省・読心ー認知的メタプロセスの発生と機能	平成20～24年度	143,300
いぬい としお 乾 敏郎	京都大学・大学院情報学研究科・教授	身体図式を基礎とした動的イメージ生成の脳内メカニズムの解明	平成20～24年度	162,000
さかい くによし 酒井 邦嘉	東京大学・大学院総合文化研究科・准教授	言語の脳機能に基づく手話の獲得メカニズムの解明	平成20～24年度	113,100
たかだ まさひろ 高田 昌彦	京都大学・霊長類研究所・教授	神経路選択的な活動抑制とトレーシングによる大脳ネットワークの構築と機能の解明	平成20～24年度	127,700
みこしば かつひこ 御子柴 克彦	理化学研究所・発生神経生物研究チーム・チームリーダー	神経可塑性及び脳の発達におけるIP3受容体のカルシウムシグナリングの解析	平成20～24年度	159,700
おおもり はるのり 大森 治紀	京都大学・大学院医学研究科・教授	蛍光分光を応用した神経細胞の個体脳における同定と聴覚神経回路機構の研究	平成20～24年度	127,100
いわくら よういちろう 岩倉 洋一郎	東京大学・医科学研究所・教授	疾患のシステムの理解を目指したIL-1関連遺伝子欠損マウスライブラリーの作製	平成20～23年度	78,100
たばた やすひこ 田畑 泰彦	京都大学・再生医科学研究所・教授	次世代幹細胞治療のための生物機能改変技術の開発	平成20～24年度	129,400
かんば のぶゆき 神庭 信幸	国立文化財機構東京国立博物館・学芸研究部保存修復課・課長	博物館における文化遺産の保全と持続的公開を目指した包括的保存システムの研究	平成20～24年度	76,200

## ○ 複合新領域(37課題)

(単位:千円)

研究代表者		研究課題名	研究期間	配分(予定)額
さの ゆうじ 佐野 有司	東京大学・海洋研究所・教授	希ガスをトレーサーとした太平洋における海洋循環の解明	平成17～21年度	82,200
しみず とおる 清水 透	東北大学・多元物質科学研究所・教授	環境汚染物質による体内時計の破壊:ヘム-NO-蛋白合成ー時計遺伝子のクロストーク	平成17～21年度	85,500
もりた せいぞう 森田 清三	大阪大学・大学院工学研究科・教授	異種原子位置交換型水平原子操作の制御条件と機構の解明	平成17～21年度	84,500
おしま まさはる 尾嶋 正治	東京大学・大学院工学系研究科・教授	放射光光電子顕微鏡によるナノ分光法の開発	平成17～21年度	84,500
あさだ あきら 浅田 昭	東京大学・生産技術研究所・教授	海底ステーションを基地とする海中観測ロボットによる自動海底地殻変動観測手法の開発	平成17～21年度	84,100
きそ まこと 木曾 真	岐阜大学・応用生物科学部・教授	人工複合糖質プローブの創製と高次生命機能の制御	平成17～21年度	69,800
しばやま まもる 柴山 守	京都大学・東南アジア研究所・教授	地域情報学の創出ー東南アジア地域を中心にー	平成17～21年度	90,300
ただ りゅうじ 多田 隆治	東京大学・大学院理学系研究科・教授	近未来予測のための古海洋学:温暖化に伴う気候モードジャンプの可能性	平成18～22年度	84,000
こまつ けんし 小松 賢志	京都大学・放射線生物研究センター・教授	環境変異原によるDNA二重鎖切断の発生と発がん過程	平成18～22年度	83,600
まつだ ともなり 松田 知成	京都大学・大学院工学研究科・准教授	DNAダクトーム解析による未知DNA損傷の構造決定とその生物影響評価	平成18～22年度	74,800
きのした とよひこ 木下 豊彦	財団法人高輝度光科学研究センター・利用研究促進部門・分光物性IIグループ・グループリーダー・主席研究員	時間分解光電子顕微鏡による超高速磁気応答現象の観測	平成18～22年度	84,500
いよだ ともかず 彌田 智一	東京工業大学・資源化学研究所・教授	超異方性ナノシリンドラー構造形成・転写過程のX線散乱ー分光同時評価とダイナミクス	平成18～22年度	84,500
まつえ ともかず 末永 智一	東北大学・大学院環境科学研究科・教授	多機能ナノ電気化学顕微鏡システムの創成	平成18～22年度	83,700

(単位:千円)

研究代表者	研究課題名	研究期間	配分(予定)額
しらひげ かつひこ 白髭 克彦	東京工業大学・大学院生命理工学研究科・教授	ゲノム学的手法による染色体構築原理の解明	平成18～22年度 79,600
かわかみ こういち 川上 浩一	国立遺伝学研究所・個体遺伝研究系・教授	トランスポゾンを用いたGal4エンハンサートラップ法による脊椎動物初期発生研究	平成18～22年度 79,200
さかがみ ようじ 坂神 洋次	名古屋大学・大学院生命農学研究科・教授	微生物と植物のペプチド性因子に関する生物有機化学的研究	平成18～22年度 82,700
むらた みちお 村田 道雄	大阪大学・大学院理学研究科・教授	分子複合体としての生体膜の構造と機能	平成18～22年度 85,100
こんどう ゆたか 近藤 豊	東京大学・先端科学技術研究センター・教授	航空機観測に基づくアジアのブラックカーボンの気候影響の解明	平成19～23年度 85,100
とうとう たけし 藤堂 剛	大阪大学・大学院医学系研究科・教授	メダカ逆遺伝学的手法を基盤とした固体・組織レベルでの損傷応答解析系の確立	平成19～23年度 82,800
ながめま あきら 永沼 章	東北大学・大学院薬学研究科・教授	メチル水銀毒性の発現とその調節に関わる細胞内機構の解明	平成19～23年度 84,400
たかやなぎ くにお 高柳 邦夫	東京工業大学・大学院理工学研究科・教授	低加速ナノプローブで電子励起したナノ構造からの放射光角度分解分光観察	平成19～23年度 80,900
えさし まさよし 江刺 正喜	東北大学・原子分子材料科学高等研究機構・教授	超並列電子線直線描画に関する研究	平成19～23年度 84,800
いしばし こうじ 石橋 幸治	理化学研究所・石橋極微デバイス工学研究室・主任研究員	カーボンナノチューブ量子ドットと電磁波の相互作用に関する研究	平成19～23年度 72,600
かわた よしあき 河田 恵昭	関西大学・環境都市工学部・教授	巨大複合災害とその減災戦略	平成19～23年度 72,800
いのこ ひでとし 猪子 英俊	東海大学・医学部・教授	拒食症の感受性遺伝子の網羅的同定と機能解析による発症カスケードの解明	平成19～23年度 84,300
たかばやし じゅんじ 高林 純示	京都大学・生態学研究センター・教授	植物の間接防衛の誘導機構解明と防除への応用	平成19～23年度 84,600
にしづち みつあき 西淵 光昭	京都大学・東南アジア研究所・教授	東南アジアで越境する感染症:多角的要因解析に基づく地域特異性の解明	平成19～23年度 83,600
おおしま けいいちろう 大島 慶一郎	北海道大学・低温科学研究所・教授	海水生産量のグローバルマッピングとモニタリング構築	平成20～24年度 162,400
やすだ いちろう 安田 一郎	東京大学・海洋研究所・教授	潮汐混合の直接観測と潮汐18.6年振動に関わる海洋・気候変動の解明	平成20～24年度 163,700
たなべ しんすけ 田辺 信介	愛媛大学・沿岸環境科学研究センター・教授	アジア途上地域におけるPOPs候補物質の汚染実態解明と生態影響評価	平成20～24年度 125,100
すがわら やすひろ 菅原 康弘	大阪大学・大学院工学研究科・教授	複合極限場原子間力顕微鏡を用いた絶縁体表面での力学的な原子分子操作法の開発	平成20～24年度 70,900
いとう こうぞう 伊藤 耕三	東京大学・大学院新領域創成科学研究科・教授	環動高分子材料の動的制御	平成20～24年度 155,900
あんどう としお 安藤 敏夫	金沢大学・数物科学系・教授	生命現象の解明に資する革新的高速AFMの開発	平成20～24年度 149,800
たかやなぎ ひであき 高柳 英明	東京理科大学・総合研究機構・教授	究極のナノスクイッドの開発とデバイス展開	平成20～24年度 160,100
しおみ はるひこ 塩見 春彦	慶応義塾大学・医学部・教授	転移因子とArgonauteの軍拡競争からゲノムの進化を探る	平成20～24年度 164,100
あぶらたに ひろゆき 油谷 浩幸	東京大学・先端科学技術研究センター・教授	癌における転写制御変異の統合的解析	平成20～24年度 161,400
はまくぼ たかお 浜窪 隆雄	東京大学・先端科学技術研究センター・教授	転写マシナリーと核内微細構造のダイナミックプロテオミクス	平成20～24年度 151,600

人文社会系 (22課題)

○ 人文学(10課題)

(単位:千円)

研究代表者		研究課題名	研究期間	配分(予定)額
くみだ ひでお 黒田 日出男	立正大学・文学部・教授	中近世風俗画の高精細デジタル画像化と絵画史料学的研究	平成17～21年度	76,800
あかさわ たける 赤澤 威	高知工科大学・総合研究所・教授	西アジア死海地溝帯におけるネアンデルタールと現世人類交替劇の総合的解明	平成17～21年度	79,500
にしお てつお 西尾 哲夫	国立民族学博物館・民族社会研究部・教授	アラビアンナイトの形成過程とオリエンタリズム的文学空間創出メカニズムの解明	平成18～22年度	61,800
よしだ のぶゆき 吉田 伸之	東京大学・大学院人文社会系研究科・教授	16-19世紀、伝統都市の分節的な社会＝空間構造に関する比較類型論的研究	平成18～22年度	82,600
とみや いたる 富谷 至	京都大学・人文科学研究所・教授	東アジアにおける儀礼と刑罰－礼的秩序と法的秩序の総合的研究	平成18～22年度	64,800
いけだ よしふみ 池田 栄史	琉球大学・法文学部・教授	長崎県北松浦郡鷹島周辺海底に眠る元寇関連遺跡・遺物の把握と解明	平成18～22年度	80,000
おがわ ひろみつ 小川 裕充	東京大学・東洋文化研究所・教授	美術に即した文化的・国家的自己同一性の追求・形成の研究－全アジアから全世界へ	平成19～23年度	82,200
とおやま いちろう 遠山 一郎	愛知県立大学・日本文化学部・教授	戦(いくさ)に関わる文字文化と文物の総合的研究	平成19～23年度	62,500
はやし ゆずる 林 譲	東京大学・史料編纂所・教授	史料デジタル収集の体系化に基づく歴史オントロジー構築の研究	平成20～24年度	151,900
わたなべ あきひろ 渡辺 晃宏	国立文化財機構奈良文化財研究所・都城発掘調査部・史料研究室長	木簡など出土文字資料釈読支援システムの高次化と総合的研究拠点データベースの構築	平成20～24年度	104,000

○ 社会科学(12課題)

(単位:千円)

研究代表者		研究課題名	研究期間	配分(予定)額
はせがわ こう 長谷川 晃	北海道大学・大学院法学研究科・教授	<法のクレオール>と主体的法形成の研究	平成17～21年度	50,700
よしだ かずお 吉田 和男	京都大学・大学院経済学研究科・教授	グローバル公共財としての地球秩序に関するシミュレーション分析	平成17～21年度	89,900
あさこ かずみ 浅子 和美	一橋大学・経済研究所・教授	景気循環・経済成長の総合研究－景気判断モデルの構築と日本経済の実証分析	平成18～22年度	83,400
ひらかわ ひとし 平川 均	名古屋大学・大学院経済学研究科・教授	東アジアにおける産業集積および企業連関の新展開と共生的持続性の研究	平成18～22年度	89,200
いしだ ひろし 石田 浩	東京大学・社会科学研究所・教授	現代日本の若年者の行動と意識の変容に関する総合的研究	平成18～22年度	85,900
やまぐち じろう 山口 二郎	北海道大学・大学院法学研究科・教授	市民社会民主主義の理念と政策に関する総合的考察	平成19～23年度	75,800
やの まこと 矢野 誠	京都大学・経済研究所・教授	グローバル化と日本経済－ヒト、モノ、カネ、社会共通資本－	平成19～23年度	60,000
なかじま よしたか 中島 祥好	九州大学・大学院芸術工学研究院・教授	言語情報伝達における連続性と分節性:知覚心理学、言語学、音声科学の融合	平成19～23年度	51,400
おかだ あきら 岡田 章	一橋大学・大学院経済学研究科・教授	ゲーム理論のフロンティア:理論と応用	平成20～24年度	139,600
ちゅうま ひろゆき 中馬 宏之	一橋大学・イノベーション研究センター・教授	イノベーション・プロセスに関する産学官連携研究	平成20～24年度	109,200
こうさか あきら 高阪 章	大阪大学・国際公共政策研究科・教授	地域統合のスピルオーバー効果とサイクル効果:アジアと拡大EUの成長と循環	平成20～23年度	68,200
しらはせ さわこ 白波瀬 佐和子	東京大学・大学院人文社会系研究科・准教授	少子高齢社会の階層格差の解明と公共性の構築に関する総合的実証研究	平成20～24年度	129,400

理工系（123課題）

○ 数物系科学(38課題)

(単位:千円)

研究代表者		研究課題名	研究期間	配分(予定)額
のぐち じゅんじろう 野口 潤次郎	東京大学・大学院数理科学研究科・教授	複素構造と解析的・幾何学的不変量の統合的研究	平成17～21年度	75,200
よしい ゆずる 吉井 譲	東京大学・大学院理学系研究科・教授	銀河系に於ける星間ガスのイオン化状態の大域的構造と星一ガス循環過程の定量的研究	平成17～21年度	76,100
やぎ としろう 八木 駿郎	北海道大学・名誉教授	強誘電性長距離秩序形成と競合するコヒーレント量子ゆらぎダイナミクスの研究	平成17～21年度	76,300
おおたに よしちか 大谷 義近	東京大学・物性研究所・教授	非対称ポテンシャルを用いたスピンドイナミクス整流素子の作製と物性制御	平成17～21年度	61,600
こううち あきら 香内 晃	北海道大学・低温科学研究所・教授	表面原子反応におけるアモルファス氷の触媒効果	平成17～21年度	79,400
ふかや けんじ 深谷 賢治	京都大学・大学院理学研究科・教授	位相的場の理論に基づく、幾何学の新展開	平成18～22年度	63,200
みむら まさやす 三村 昌泰	明治大学・理工学部・教授	非線形非平衡反応拡散系理論の確立	平成18～22年度	54,200
ふじもと まさゆき 藤本 正行	北海道大学・大学院理学研究院・教授	宇宙黎明期の恒星の研究と宇宙開闢史の解明	平成18～22年度	78,800
ましま かずお 牧島 一夫	東京大学・大学院理学系研究科・教授	銀河と銀河団プラズマの相互作用の研究	平成18～22年度	79,000
うかわ あきら 宇川 彰	筑波大学・大学院数理物質科学研究科・教授	超並列クラスタ計算機による計算素粒子物理学の展開	平成18～22年度	70,600
やまもと あきら 山本 明	高エネルギー加速器研究機構・超伝導低温工学センター・教授	南極周回飛翔超伝導スペクトロメータによる太陽活動極小期の宇宙起源反粒子探査	平成18～21年度	80,200
うえだ ゆたか 上田 寛	東京大学・物性研究所・教授	バナジウム酸化物に特有の多重基底状態競合がもたらす新奇量子物性の探究	平成18～22年度	72,500
おおたに えいじ 大谷 栄治	東北大学・大学院理学研究科・教授	地球中心核の構成と進化	平成18～22年度	80,800
まつだ じゅんいち 松田 准一	大阪大学・大学院理学研究科・教授	隕石中の希ガスの主要成分の起源とその宇宙地球化学的示唆	平成18～22年度	76,000
はたけやま りきぞう 畠山 力三	東北大学・大学院工学研究科・教授	革新的プラズマ理工学応用による炭素起源ナノバイオ研究未踏領域の開拓	平成18～22年度	83,900
かつら としゆき 桂 利行	法政大学・理工学部・教授	モジュライと代数的サイクルをめぐる代数多様体の数理論	平成19～23年度	70,900
さいとう まさひこ 齋藤 政彦	神戸大学・大学院理学研究科・教授	代数幾何と可積分系の融合と新しい展開	平成19～23年度	76,300
くにえだ ひでよ 國枝 秀世	名古屋大学・大学院理学研究科・教授	硬X線撮像気球実験による活動銀河・銀河団の研究	平成19～23年度	81,500
いえ まさのり 家 正則	自然科学研究機構国立天文台・光赤外研究部・教授	レーザーガイド補償光学系による銀河形成史の解明	平成19～23年度	100,400
かじた たかあき 梶田 隆章	東京大学・宇宙線研究所・教授	世界最高感度でのミューニュートリノから電子ニュートリノへの振動の研究	平成19～23年度	79,400
さとう かつひこ 佐藤 勝彦	明星大学・理工学部・客員教授	超新星の爆発機構とガンマ線バースト源エンジンの統一的理解	平成19～23年度	66,800
たるちや せいご 樽茶 清悟	東京大学・大学院工学系研究科・教授	量子ドット・細線の量子コヒーレンスの検出と制御	平成19～23年度	77,200
たかぎ ひでのり 高木 英典	東京大学・大学院新領域創成科学研究科・教授	遷移金属酸化物の電界誘起相変化	平成19～23年度	84,800
しみず かつや 清水 克哉	大阪大学・極限量子科学研究センター・教授	超高圧下における元素の超伝導化の研究	平成19～23年度	97,100

(単位:千円)

研究代表者	研究課題名	研究期間	配分(予定)額
あずま としゆき 東 俊行	首都大学東京・大学院理工学研究科・教授 研結晶光子場によるコヒーレント共鳴励起を用いた原子物理	平成19～23年度	83,600
かわかつ ひとし 川勝 均	東京大学・地震研究所・教授 NECESSArray計画-中国大陸からみる地球内部ダイナミクス	平成19～23年度	97,600
つちやま あきら 土山 明	大阪大学・大学院理学研究科・教授 固体惑星起源物質としての非晶質珪酸塩の重要性とその初期進化	平成19～23年度	81,600
なかお みつひろ 中尾 充宏	九州大学・大学院数理学研究院・教授 非線形現象解明に向けた計算機援用解析学の構築	平成20～23年度	65,300
こそひ でお 小園 英雄	東北大学・大学院理学研究科・教授 非線形偏微分方程式の大域的適切性	平成20～24年度	136,800
うめむら まさゆき 梅村 雅之	筑波大学・大学院数理物質科学研究科・教授 第一世代天体から原始銀河に至る宇宙暗黒時代の解明	平成20～24年度	73,100
たかやま けん 高山 健	高エネルギー加速器研究機構・加速器研究施設・教授 誘導加速方式によるデジタル加速器の実現	平成20～22年度	166,700
みあけ やすお 三明 康郎	筑波大学・大学院数理物質科学研究科・教授 ジェット識別測定によるクォーク・グルーオンプラズマ物性の研究	平成20～24年度	65,400
だいもん ひろし 大門 寛	奈良先端科学技術大学院大学・物質創成科学研究科・教授 微小領域二次元光電子分光	平成20～24年度	132,200
まつだ ゆうじ 松田 祐司	京都大学・大学院理学研究科・教授 重い電子系化合物の新奇超伝導状態の解明	平成20～24年度	165,200
さとう のりあき 佐藤 憲昭	名古屋大学・大学院理学研究科・教授 価数不安定性をもつアクチノイド化合物に特有の新奇量子状態の研究	平成20～24年度	149,900
かつら ともお 桂 智男	岡山大学・地球物質科学研究センター・教授 巨大単結晶と大容量超高压発生技術に基くマントル深部のレオロジー	平成20～24年度	175,100
いとう たにお 伊藤 谷生	千葉大学・大学院理学研究科・教授 長大測線統合的地震探査による中部日本地殻構造とアクティブテクトニクスの解明	平成20～22年度	147,600
いそさき ゆきお 磯崎 行雄	東京大学・大学院総合文化研究科・教授 大量絶滅の研究:P-T境界事件とV-C境界事件	平成20～24年度	102,900

**基盤研究(S)**

## ○ 化学(24課題)

(単位:千円)

研究代表者	研究課題名	研究期間	配分(予定)額
まつもと よしやす 松本 吉泰	京都大学・大学院理学研究科・教授 時空間マッピングによる固体表面反応機構の解明	平成17～21年度	81,800
たかの みきお 高野 幹夫	京都大学・物質-細胞統合システム拠点・特定拠点教授 深い3d準位のもたらす新しい化学と物理:新物質開発と化学的・物理的機能の探索	平成17～21年度	81,700
なるた よしのり 成田 吉徳	九州大学・先端物質化学研究所・教授 水と酸素の相互変換分子触媒の創製	平成17～21年度	79,700
はせがわ ひろかず 長谷川 博一	京都大学・大学院工学研究科・教授 3次元TEMによるブロック共重合体マイクロ相分離構造の格子欠陥と粒界構造の研究	平成17～21年度	79,700
まじま てつろう 真嶋 哲朗	大阪大学・産業科学研究所・教授 光機能性DNAのナノサイエンス	平成17～21年度	82,400
みやした とくじ 宮下 徳治	東北大学・多元物質科学研究所・教授 ボトムアップナノテクノロジーを用いた高分子ナノデバイスの創製	平成17～21年度	79,000
たかつか かずお 高塚 和夫	東京大学・大学院総合文化研究科・教授 ボルン-オープンハイマー描像を超えた動的分子理論と新しい化学の展開	平成18～22年度	85,400
すずき ひろはる 鈴木 寛治	東京工業大学・大学院理工学研究科・教授 金属クラスターの反応化学	平成18～22年度	88,100
なかむら えいいち 中村 栄一	東京大学・大学院理学系研究科・教授 元素の多様性と多元素協働効果の解明および有機合成への展開	平成18～22年度	86,300

(単位:千円)

研究代表者	研究課題名	研究期間	配分(予定)額
いとう しんざぶろう 伊藤 紳三郎	京都大学・大学院工学研究科・教授 高分子鎖の実像観察に基づく高分子科学の新展開:近接場光学顕微鏡での実証的基礎研究	平成18~22年度	91,400
なかたに かずひこ 中谷 和彦	大阪大学・産業科学研究所・教授 ミスマッチ塩基対安定化を基盤とした核酸構造制御による機能発現調節	平成18~22年度	87,000
あさくら てつお 朝倉 哲郎	東京農工大学・大学院共生科学技術研究院・教授 絹構造の改変・構造制御・大量生産技術の確立と歯・骨再生医療材料の開発	平成18~22年度	86,300
せきぐち あきら 関口 章	筑波大学・大学院数理物質科学研究科・教授 低配位及び多重結合高周期典型元素化合物の創製と物性に関する系統的な研究	平成19~23年度	85,900
はやし たみお 林 民生	京都大学・大学院理学研究科・教授 触媒的不斉合成における触媒活性と立体選択性の自在制御	平成19~22年度	85,100
にしで ひろゆき 西出 宏之	早稲田大学・理工学術院・教授 ラジカルポリマーのSOMO設計と全有機二次電池の創製	平成19~23年度	77,600
わたなべ よしひと 渡辺 芳人	名古屋大学・物質科学国際研究センター・教授 実用化に向けた酸素添加酵素の分子設計	平成19~23年度	85,500
かない かなめ 金井 要	岡山大学・異分野融合先端研究コア・特任助教 有機界面の構造と電子構造:理想界面と実デバイスを貫く新しい学理の実験的探求	平成19~23年度	79,300
やまなか しょうじ 山中 昭司	広島大学・大学院工学研究科・教授 多孔質エキゾチック超伝導体の開発と物性評価	平成19~21年度	59,700
たかはし まさひこ 高橋 正彦	東北大学・多元物質科学研究所・教授 電子線コンプトン散乱の時間分解反応顕微鏡の開発による物質内電子移動の可視化	平成20~24年度	118,400
そあい けんそう 破合 憲三	東京理科大学・理学部・教授 不斉自己触媒反応における不斉の発生・増幅と伝播の研究	平成20~24年度	159,200
やました まさひろ 山下 正廣	東北大学・大学院理学研究科・教授 超常磁性の外場応答スイッチ機構の創製	平成20~24年度	164,400
かんべ のぶあき 神戸 宣明	大阪大学・大学院工学研究科・教授 クロス及びマルチカップリング反応の高効率触媒系の構築と高度制御	平成20~24年度	122,700
あかぎ かずお 赤木 和夫	京都大学・大学院工学研究科・教授 らせん制御可能な液晶場での高次ヘリカル構造をもつ共役ポリマーの合成とその機能物性	平成20~24年度	151,400
やし ま えいじ 八島 栄次	名古屋大学・大学院工学研究科・教授 二重ラセン構造制御を基盤とする新規物性・機能の開拓	平成20~24年度	88,900

## ○ 工学(61課題)

(単位:千円)

研究代表者	研究課題名	研究期間	配分(予定)額
しょうじ てつお 庄子 哲雄	東北大学・大学院工学研究科・教授 メカノケミカル酸化動力学に基づく応力腐食割れの物理化学的機序の解明	平成17~21年度	85,900
いのうえ みつてる 井上 光輝	豊橋技術科学大学・工学部・教授 ナノ構造高次元磁性フォトニック結晶の形成とスピン依存線形・非線形光機能	平成17~21年度	86,200
かわにし ひでお 川西 英雄	工学院大学・工学部・教授 205~250nm帯深紫外半導体レーザの研究開発	平成17~21年度	66,500
いけだ しゅんすけ 池田 駿介	東京工業大学・大学院理工学研究科・教授 流域圏の土砂・栄養塩動態の解明および統合管理技術の開発ー亜熱帯流域を対象としてー	平成17~21年度	73,000
やまもと かずお 山本 和夫	東京大学・環境安全研究センター・教授 都市内水資源の持続的活用のための次世代MBR開発	平成17~21年度	84,200
もりなが まさひこ 森永 正彦	名古屋大学・大学院工学研究科・教授 電子密度分布に基づく水素貯蔵材料の統一的な理解と量子材料設計への新しい展開	平成17~21年度	89,500
なかじま ひでお 中嶋 英雄	大阪大学・産業科学研究所・教授 革新的金属ナノ中空球および金属ナノチューブの創製と機能性解明	平成17~21年度	85,200
やまだ むねよし 山田 宗慶	秋田工業高等専門学校・校長 HTSとin-situ表面観察を統合したオンサイトGTLプロセスのための触媒開発	平成17~21年度	82,000

(単位:千円)

研究代表者		研究課題名	研究期間	配分(予定)額
ふじい てるお 藤井 輝夫	東京大学・生産技術研究所・教授	マイクロ現場遺伝子解析システムの実海域展開と機能の高度化	平成17～21年度	70,200
たけだ よしかず 竹田 美和	名古屋大学・大学院工学研究科・教授	真のヘテロ界面構造とその形成	平成18～22年度	89,400
ますはら ひろし 増原 宏	奈良先端科学技術大学院大学・物質創成科学研究科・特任教授	集光レーザービームの光圧によるタンパク質の結晶化メカニズムと結晶配列制御の研究	平成18～22年度	85,800
さか ますみ 坂 真澄	東北大学・大学院工学研究科・教授	高い秩序度を有する金属ナノマテリアルの創製と展開	平成18～22年度	74,800
みやうち としお 宮内 敏雄	東京工業大学・大学院理工学研究科・教授	高解像複合光学計測と大規模グリッドDNSによる成層・混相乱流燃焼の構造解明と制御	平成18～22年度	79,000
みつしい まもる 光石 衛	東京大学・大学院工学系研究科・教授	コンパクト型手術ロボットと最小侵襲手術とを統合する医用CAD/CAMシステム	平成18～22年度	87,500
おつじ たいいち 尾辻 泰一	東北大学・電気通信研究所・教授	低次元プラズモンの分散制御を利用した電磁波伝搬モード型回路の研究	平成18～22年度	86,700
たなか まさあき 田中 雅明	東京大学・大学院工学系研究科・教授	リコンフィギャラブル・ナノスピンドバイス	平成18～22年度	77,900
さとう もとゆき 佐藤 源之	東北大学・東北アジア研究センター・教授	人道的地雷除去のためのレーダ技術とその発展的応用	平成18～22年度	86,100
とこう きよし 都甲 潔	九州大学・システム情報科学研究科・教授	感性バイオセンサの開発	平成18～22年度	86,800
みき ちとし 三木 千壽	東京工業大学・大学院理工学研究科・教授	重度の疲労損傷を受けた鋼橋の機能回復・機能向上を目的とする橋梁再生工学の確立	平成18～22年度	73,300
おちあい しょうじろう 落合 庄治郎	京都大学・大学院工学研究科・教授	超伝導複合材料の内部ひずみと臨界電流のその場測定法の開発および相関定量評価	平成18～21年度	84,800
かいめ しょうすけ 貝沼 亮介	東北大学・多元物質科学研究所・教授	ホイスラー型機能性新材料の創製—その相安定性と物性—	平成18～21年度	87,400
いわさわ やすひろ 岩澤 康裕	電気通信大学・電気通信学部・教授	高効率選択酸化及び燃料電池酸化触媒の開発とリアルタイム構造情報に関する研究	平成18～22年度	85,300
たけだ のぶお 武田 展雄	東京大学・大学院新領域創成科学研究科・教授	複合材構造の損傷許容設計実現のための光ファイバセンサ監視システム	平成18～22年度	79,400
やお てつや 矢尾 哲也	大阪大学・名誉教授	船体桁の複合荷重下における縦最終強度評価法の確立に関する研究	平成18～21年度	87,800
あげち ひろし 疇地 宏	大阪大学・レーザーエネルギー学研究中心・教授	衝撃点火レーザー核融合の概念実証	平成18～22年度	86,900
やまだ ひろふみ 山田 啓文	京都大学・大学院工学研究科・准教授	周波数検出型AFMに基づく大気・液中ナノ空間相関計測・制御法の開発	平成19～23年度	76,100
しんどう だいすけ 進藤 大輔	東北大学・多元物質科学研究所・教授	光励起現象に対する電子線ホログラフィーシステムの確立と材料科学への展開	平成19～23年度	90,400
なかお まさゆき 中尾 政之	東京大学・大学院工学系研究科・教授	積層微細構造を広範囲一括で金型転写する技術の開発	平成19～23年度	85,000
ながさか ゆうじ 長坂 雄次	慶應義塾大学・理工学部・教授	ナノ・マイクロレベルの革新的熱物性センシングとその応用	平成19～23年度	94,300
とりうみ あきら 鳥海 明	東京大学・大学院工学系研究科・教授	ナノメートル誘電体薄膜の電子物性の理解と制御の研究	平成19～23年度	79,100
かわらだ ひろし 川原田 洋	早稲田大学・理工学術院・教授	高密度正孔ガスを利用したダイヤモンド高出力ミリ波トランジスタ	平成19～23年度	84,700
はね かずひろ 羽根 一博	東北大学・大学院工学研究科・教授	窒化物半導体とシリコンのモノリシック集積による光マイクロシステムの研究	平成19～23年度	83,700

(単位:千円)

研究代表者	研究課題名	研究期間	配分(予定)額
おき たいかん 沖 大幹	東京大学・生産技術研究所・教授 世界の水資源の持続可能性評価のための統合型水循環モデルの構築	平成19～23年度	77,800
おむら たつお 大村 達夫	東北大学・大学院工学研究科・教授 ウイルス吸着タンパク質を用いた環境中からの病原ウイルス濃縮・検出・同定技術開発	平成19～23年度	85,600
すずき よしゆき 鈴木 祥之	立命館大学・立命館グローバルイノベーション研究機構・教授 伝統木造建築物の構造ディテールに基づく設計法の構築に関する研究	平成19～23年度	75,000
なかがわ たけし 中川 武	早稲田大学・理工学術院・教授 阮朝王宮の歴史的環境の復原—CG技術を活用した再現とGIS構築—	平成19～23年度	84,600
いしだ きよひと 石田 清仁	東北大学・大学院工学研究科・教授 新機能Co基金—その相安定性と工業材料への展開—	平成19～23年度	85,000
つれかわ さだひろ 運川 貞弘	熊本大学・大学院自然科学研究科・教授 材料磁気科学の新展開と実用材料技術への応用	平成19～23年度	81,200
まつお しんや 松尾 伸也	大阪大学・大学院工学研究科・教授 安定/準安定ナノ空間を制御した超耐熱・高速バルク反応場の創生と応用	平成19～23年度	80,600
たつみ たかし 辰巳 敬	東京工業大学・資源化学研究所・教授 高度な分子認識機能をもつ規則性ナノ細孔シリカの創製とその多様化	平成19～23年度	86,000
きのした たけし 木下 健	東京大学・生産技術研究所・教授 海洋における巨大波浪の予知と回避に関する研究	平成19～23年度	74,600
かわい まさよし 川合 将義	高エネルギー加速器研究機構・名誉教授 材料損傷機構の実験および理論による包括的研究と高エネルギー量子ビーム場用材料開発	平成19～22年度	85,800
なかじま かずお 中嶋 一雄	東北大学・金属材料研究所・教授 融液中に浮遊させたSi結晶の成長メカニズムの研究と高品質Si多結晶の成長技術開発	平成20～22年度	114,700
のだ すすむ 野田 進	京都大学・大学院工学研究科・教授 フォトニック結晶の動的制御と新機能の創出	平成20～24年度	160,100
こくぶん やすお 國分 泰雄	横浜国立大学・大学院工学研究科・教授 波長チャネル制御を用いる半導体マイクロリングプロセスの研究	平成20～24年度	138,700
はま ひろゆき 濱 広幸	東北大学・大学院理学研究科・教授 等時性電子周回リングを用いた超短パルスコヒーレントテラヘルツ光源の開発研究	平成20～24年度	159,300
しぶたに ようじ 澁谷 陽二	大阪大学・大学院工学研究科・教授 塑性物理学の創出	平成20～24年度	89,700
みやもと あきら 宮本 明	東北大学・未来科学技術共同研究センター・教授 超高速化量子分子動力学法に基づくマルチレベルトライボロジーシミュレータの開発	平成20～24年度	153,600
はぎわら いちろう 萩原 一郎	東京工業大学・大学院理工学研究科・教授 計算力学と折紙工学融合による新しい軽量コア構造の機能創出と製造法に関する研究	平成20～24年度	151,700
おおにし こうへい 大西 公平	慶應義塾大学・理工学部・教授 実世界ハプティクスに基づく人間支援理工学基盤技術の開発研究	平成20～24年度	114,300
なかの よしあき 中野 義昭	東京大学・先端科学技術研究センター・教授 デジタルフォトリソ—光エレクトロニクスのパラダイムシフト	平成20～24年度	122,900
なかざと かずお 中里 和郎	名古屋大学・大学院工学研究科・教授 バイオCMOSテクノロジーの創成による小型可搬型・遺伝子ベース検査診断システム	平成20～24年度	75,700
いしだ まこと 石田 誠	豊橋技術科学大学・工学部・教授 神経細胞記録・刺激・治療用生体内埋込みマイクロプローブ・チューブアレイチップ	平成20～24年度	161,900
ふじの ようぞう 藤野 陽三	東京大学・大学院工学系研究科・教授 高密度振動モニタリングによる社会基盤施設の極限性能評価法	平成20～24年度	75,100
いとう じゅうこう 伊藤 重剛	熊本大学・大学院自然科学研究科・教授 ギリシア古代都市メッセネおよびフィガリアの建築と都市環境に関する学際的研究	平成20～24年度	92,800
いのうえ あきひさ 井上 明久	東北大学・総長 センチメートル級の大型バルク金属ガラスの創製と工業化	平成20～24年度	157,600

(単位:千円)

研究代表者	研究課題名	研究期間	配分(予定)額
おおめき じん 大貫 仁	茨城大学・工学部・教授 極限高純度めっきプロセスによるCu配線ナノ構造制御と次世代ナノLSIへの展開	平成20～24年度	161,300
あじり ただふみ 阿尻 雅文	東北大学・原子分子材料科学高等研究機構・教授 超臨界法による有機無機ハイブリッドナノ粒子合成・化工熱力学と単位操作の確立	平成20～24年度	152,500
ふくおか あつし 福岡 淳	北海道大学・触媒化学研究センター・教授 触媒による非食料バイオマスからの燃料・化学品合成	平成20～24年度	143,700
ふくやま あつし 福山 淳	京都大学・大学院工学研究科・教授 トロイダルプラズマの運動論的統合シミュレーションコードの開発	平成20～24年度	75,800
やまだ ひろし 山田 弘司	核融合科学研究所・大型ヘリカル研究部・教授 革新的な核融合炉点火領域を目指した超高密度プラズマの生成と制御	平成20～24年度	122,200

## 生物系 (78課題)

## ○ 生物学(22課題)

(単位:千円)

研究代表者	研究課題名	研究期間	配分(予定)額
にしむら いくこ 西村 いくこ	京都大学・大学院理学研究科・教授 植物の細胞死を制御する液泡プロセッシング系の解明	平成17～21年度	87,100
すとう かずお 須藤 和夫	東京大学・大学院総合文化研究科・教授 ダイニン組換え体発現と、その構造・動態に基づくエネルギー変換機構の解明	平成17～21年度	82,500
なかやま けいいち 中山 敬一	九州大学・生体防御医学研究所・教授 神経突起形成のマスター分子Protrudinの発見と機能解析	平成17～21年度	85,900
こんどう ひさと 近藤 寿人	大阪大学・大学院生命機能研究科・教授 神経系成立の基盤としてのSOX因子群の制御と相互作用	平成17～21年度	86,700
みぞぐち ゆうじ 溝口 優司	国立科学博物館・人類研究部・研究グループ長 更新世から縄文・弥生期にかけての日本人の変遷に関する総合的研究	平成17～21年度	76,900
まつおか まこと 松岡 信	名古屋大学・生物機能開発利用研究センター・教授 ジベレリン受容に関する分子生物学的研究	平成18～22年度	86,000
つつい かずよし 筒井 和義	早稲田大学・教育・総合科学学術院・教授 新規脳分子による新しい生殖制御機構の解明	平成18～22年度	82,900
えんどう としや 遠藤 斗志也	名古屋大学・大学院理学研究科・教授 ミトコンドリアタンパク質の交通管制機構とその改変	平成18～22年度	86,000
よした まさすけ 吉田 賢右	東京工業大学・名誉教授 ATP合成酵素( $F_0F_1$ )の構造、回転、制御	平成18～22年度	85,600
なかむら よしかず 中村 義一	東京大学・医科学研究所・教授 相補性に依存しない機能性RNAの研究	平成18～22年度	87,000
たかだ しんじ 高田 慎治	自然科学研究機構・岡崎統合バイオサイエンスセンター・教授 組織構造の反復性を生み出す分子ネットワーク	平成18～22年度	85,400
うえだ しんたろう 植田 信太郎	東京大学・大学院理学系研究科・教授 古代中国人類集団の遺伝的多様性とその変遷ならびに生活史の解明	平成18～22年度	81,300
ふかだ よしたか 深田 吉孝	東京大学・大学院理学系研究科・教授 脳時計ニューロンにおける光シグナリングと概日リズム制御の分子解析	平成19～23年度	81,600
さいとう はるお 斎藤 春雄	東京大学・医科学研究所・教授 浸透圧応答MAPキナーゼ細胞内情報伝達経路の研究	平成19～23年度	81,800
やまぎわ じゅいち 山極 寿一	京都大学・大学院理学研究科・教授 資源利用と闘争回避に関する進化人類学的研究	平成19～23年度	74,000
わだ まさみつ 和田 正三	九州大学・大学院理学研究院・特任教授 葉緑体光定位運動における新規アクチン構造の機能解析	平成20～24年度	159,800
しちだ よしのり 七田 芳則	京都大学・大学院理学研究科・教授 視物質と視細胞の機能多様化メカニズム	平成20～24年度	159,800

(単位:千円)

研究代表者		研究課題名	研究期間	配分(予定)額
ぬれき 瀧木	おさむ 理	東京大学・医科学研究所・教授	膜輸送体による基質認識・輸送調節機構の構造基盤の解明	平成20～24年度 159,900
まえだ 前田	ゆういちろう 雄一郎	名古屋大学・大学院理学研究科・教授	アクチンフィラメントの構造と動態:特にカルシウム調節のメカニズムの解明	平成20～24年度 158,200
にしむら 西村	よしふみ 善文	横浜市立大学・大学院生命ナノシステム科学研究科・教授	天然変性タンパク質の動的構造と機能制御機構の解明	平成20～24年度 138,000
あらかき 荒木	ひろゆき 弘之	国立遺伝学研究所・細胞遺伝研究系・教授	タンパク質の集合・リモデリングの分子機構とその制御	平成20～24年度 153,700
かいぶち 貝淵	こうぞう 弘三	名古屋大学・大学院医学系研究科・教授	遊走細胞と神経細胞の極性形成を制御する分子ネットワーク	平成20～24年度 150,000

## ○ 農学(19課題)

(単位:千円)

研究代表者		研究課題名	研究期間	配分(予定)額
つゆむ 露無	しんじ 慎二	静岡大学・創造科学技術大学院・教授	非病原性遺伝子のサブレッサー活性発現機構の解明と植物病害防除への応用	平成17～21年度 85,700
いがらし 五十嵐	やすお 泰夫	東京大学・大学院農学生命科学研究科・教授	微生物炭酸固定の多様性とその進化生化学的理解	平成17～21年度 79,200
えびはら 海老原	しずふみ 史樹文	名古屋大学・大学院生命農学研究科・教授	脊椎動物における光周性の分子機構解明	平成17～21年度 86,000
ふかみず 深水	あきよし 昭吉	筑波大学・大学院生命環境科学研究科・教授	妊娠中毒症における母胎間ネットワークの解明	平成17～21年度 83,300
うえだ 上田	いちろう 一郎	北海道大学・大学院農学研究院・教授	ウイルスにコードされるジーンサイレンシング抑制遺伝子による植物遺伝子発現調節機構	平成18～22年度 74,800
きたもと 北本	かつ 勝ひこ	東京大学・大学院農学生命科学研究科・教授	麹菌のタンパク質高分泌能の分子細胞生物学的理解とセルファクトリーへの利用	平成18～22年度 86,200
にいみ 新美	ともあき 友章	名古屋大学・大学院生命農学研究科・助教	酵母で量産したヒト型ラムニンによる再生医療の新展開	平成18～21年度 73,800
いまかわ 今川	かずひこ 和彦	東京大学・大学院農学生命科学研究科・准教授	妊娠の制御と成立機構のリモデリング	平成18～22年度 86,000
つげ 柘植	たかし 尚志	名古屋大学・大学院生命農学研究科・教授	アルタナリア病原菌の植物寄生性を決定するCD染色体の比較ゲノミクス	平成19～23年度 79,000
さとう 佐藤	りゅういちろう 隆一郎	東京大学・大学院農学生命科学研究科・教授	脂肪細胞脂肪蓄積の分子基盤解明による抗メタボリックシンドローム研究	平成19～23年度 79,900
わたべ 渡部	しゅうご 終五	東京大学・大学院農学生命科学研究科・教授	ゲノム情報を利用した魚類の筋分化制御に関する研究	平成19～23年度 79,500
むらかみ 村上	のぼる 昇	宮崎大学・農学部・教授	新規ペプチドを用いた畜産・獣医領域におけるトランスレーショナルリサーチ	平成19～23年度 79,000
しまもと 島本	こう 功	奈良先端科学技術大学院大学・バイオサイエンス研究科・教授	Rac GTPaseを介した植物免疫の分子機構の解明	平成19～23年度 74,600
うえだ 植田	かずみつ 和光	京都大学・物質一細胞統合システム拠点・教授	脂質輸送に関与するABC蛋白質の生理的基質と機能の解明	平成20～24年度 123,900
みやざわ 宮澤	てるお 陽夫	東北大学・大学院農学研究科・教授	生体過酸化脂質の生成と制御に関する食品科学的研究	平成20～24年度 155,900
すずき 鈴木	ゆずる 譲	東京大学・大学院農学生命科学研究科・教授	ゲノム育種によりトラフグの優良品種作出をめざす	平成20～24年度 146,600
のなみ 野並	ひろし 浩	愛媛大学・農学部・教授	細胞膨圧計測一探針エレクトロスプレーによる細胞分子情報計測	平成20～24年度 124,300
おさき 尾崎	ひろし 博	東京大学・大学院農学生命科学研究科・教授	間葉系細胞の免疫応答に着目した腸肝軸多段階免疫バリアーシステムの研究	平成20～24年度 117,300
うちだ 内田	たかふみ 隆史	東北大学・大学院農学研究科・教授	認知症における微小管重合調節異常と薬剤探索	平成20～24年度 80,800

## ○ 医歯薬学(37課題)

(単位:千円)

研究代表者	研究課題名	研究期間	配分(予定)額
いながきふゆひこ 稲垣 冬彦	北海道大学・大学院薬学研究院・教授 自然免疫の構造生物学	平成17～21年度	87,900
なべしまよういち 鍋島 陽一	京都大学・大学院医学研究科・教授 Klotho, Nat/K+ATPase複合体が制御する生体応答システムの研究	平成17～21年度	87,200
いとう せいじ 伊藤 誠二	関西医科大学・医学部・教授 神経可塑性モデルとしての神経因性疼痛の発症・認識機構の体系的研究	平成17～21年度	86,500
たなか きよじ 田中 竜代次	大阪大学・大学院生命機能研究科・教授 転写を阻害するDNA損傷の細胞応答機能とその異常疾患の分子遺伝学的解析	平成17～21年度	87,300
こいずみ あきお 小泉 昭夫	京都大学・大学院医学研究科・教授 遺伝的負荷の高い脳血管疾患の遺伝疫学と高リスク者戦略による2次予防	平成17～21年度	67,300
いまい こうぞう 今井 浩三	札幌医科大学・学長 エピジェネティックな異常による消化器癌発生の分子機構と診断・治療への応用	平成17～21年度	85,200
あかし こういち 赤司 浩一	九州大学・大学院医学研究院・教授 造血システムにおける腫瘍性幹細胞およびその悪性化に関与する遺伝子の同定	平成17～21年度	92,300
もりもと ちかお 森本 幾夫	東京大学・医科学研究所・教授 CD26の自己免疫病、免疫異常症の先端治療法としての分子標的療法の基礎的研究	平成17～21年度	86,200
うえだ ひろし 植田 弘師	長崎大学・大学院医歯薬学総合研究科・教授 脱髄性神経損傷に起因する難治性神経因性疼痛の治療標的分子の同定	平成17～21年度	83,300
まつだ あきら 松田 彰	北海道大学・大学院薬学研究院・教授 ヌクレアーゼ抵抗性修飾核酸を搭載した多機能性ナノ構造体による新規核酸医薬の創製	平成18～22年度	83,200
てらさき てつや 寺崎 哲也	東北大学・大学院薬学研究科・教授 プロテオミクスの手法を用いた血液脳関門輸送機構の解明	平成18～22年度	85,500
おかやま ひろと 岡山 博人	東京大学・大学院医学系研究科・教授 足場依存性・非依存性細胞増殖の分子機構	平成18～22年度	86,700
のもと あきお 野本 明男	東京大学・大学院医学系研究科・特任教授 ポリオウイルスの体内動態と宿主機能	平成18～22年度	87,200
よしむら あきひこ 吉村 昭彦	慶應義塾大学・医学部・教授 サイトカインのシグナル制御と免疫制御の分子機構	平成18～22年度	86,800
たにぐち まさる 谷口 克	理化学研究所・免疫制御研究グループ・グループディレクター NKT細胞の発生分化機構メカニズム	平成18～22年度	86,600
しもかた ひろし 下方 浩史	国立長寿医療センター研究所・疫学研究部・部長 中高年者のこころの健康についての学際的大規模縦断研究一予防への戦略の展開	平成18～22年度	79,100
かねこ しゅういち 金子 周一	金沢大学・医学系・教授 過栄養状態における肝臓機能の破綻と生活習慣病の研究	平成18～22年度	77,400
やまむら たかし 山村 隆	国立精神・神経センター・神経研究所疾病研究第六部・部長 多発性硬化症の臨床に有用なバイオマーカーの探索と確立に関する研究	平成18～22年度	103,600
のだ まさき 野田 政樹	東京医科歯科大学・難治疾患研究所・教授 骨形成メカニズムとしてのニッチの分子的解明と治療への応用基盤の先端ナノサイエンス	平成18～22年度	84,200
にのみや ゆうぞう 二ノ宮 裕三	九州大学・大学院歯学研究院・教授 食の調節情報としての味覚の受容・認知機序の解明:味覚健康科学の創成	平成18～22年度	86,500
つじもと こうぞう 辻本 豪三	京都大学・大学院薬学研究科・教授 包括的トランスクリプトーム解析による新たなゲノム医学、創薬研究	平成19～23年度	85,200
やまぐち あきひと 山口 明人	大阪大学・産業科学研究所・教授 異物排出トランスポーターの構造・機能・制御と生理的役割	平成19～23年度	84,400
みうら まさゆき 三浦 正幸	東京大学・大学院薬学系研究科・教授 ストレスシグナルの揺らぎ可視化による細胞社会構築原理の解明	平成19～23年度	84,400
おかだ やすのり 岡田 保典	慶應義塾大学・医学部・教授 メタロプロテアーゼによる組織内微小環境因子代謝の作用機構解明と制御	平成19～23年度	89,700

(単位:千円)

研究代表者		研究課題名	研究期間	配分(予定)額
さいとう たかし 齊藤 隆	理化学研究所・免疫シグナル研究グループ・グループディレクター	T細胞の抗原認識と活性化の時空間制御の解析	平成19～23年度	84,400
なかはた たつとし 中畑 龍俊	京都大学・物質-細胞統合システム拠点・教授	ヒトES細胞の増殖分化機構の解明とその臨床応用に向けた基盤技術開発	平成19～21年度	84,000
なかむら こうぞう 中村 耕三	東京大学・医学部附属病院・教授	変形性関節症の病因解明・治療標的分子同定のための統合研究:ROADプロジェクト	平成19～23年度	85,300
たきがわ まさはる 滝川 正春	岡山大学・大学院医歯薬学総合研究科・教授	CCNファミリーの新規シグナルコンダクターとしての包括的分子基盤の解明とその応用	平成19～23年度	85,000
しばさき まさかつ 柴崎 正勝	東京大学・大学院薬学系研究科・教授	多核金属触媒の創製を基盤とする医薬合成の革新	平成20～24年度	160,700
ますま つとむ 升島 努	広島大学・大学院医歯薬学総合研究科・教授	超感度ビデオ・マススコープによる1細胞オンタイム分子動態・分子探索	平成20～23年度	160,700
いちじょう ひでのり 一條 秀憲	東京大学・大学院薬学系研究科・教授	ストレスシグナルの分子機構解明による創薬基盤の確立	平成20～24年度	160,400
にしかわ しんいち 西川 伸一	理化学研究所・幹細胞研究グループ・グループディレクター	High throughput sequencerによる癌のエピゲノーム解析	平成20～24年度	148,700
ささかわ ちひろ 笹川 千尋	東京大学・医科学研究所・教授	赤痢菌の腸粘膜バリアー感染戦略の解明	平成20～24年度	152,800
きくたに ひとし 菊谷 仁	大阪大学・微生物病研究所・教授	ガイダンス因子による免疫制御機構	平成20～24年度	159,300
かどわき たかし 門脇 孝	東京大学・医学部附属病院・教授	代謝制御機構の統合的理解とその破綻	平成20～24年度	174,800
ひらおか まさひろ 平岡 真寛	京都大学・大学院医学研究科・教授	難治がんの治療成績向上を目指した革新的放射線治療技術の開発	平成20～24年度	159,100
よねだ としゆき 米田 俊之	大阪大学・大学院歯学研究科・教授	内軟骨性骨形成過程における転写制御ネットワークシステムの統合的理解	平成20～22年度	164,100

# 若手研究(S)

1. 平成21年度 審査結果(系別)	141
2. 平成21年度 新規課題一覧	142
3. 平成21年度 概要	146
【総合・新領域系】	146
【人文社会系】	154
【理工系】	156
【生物系】	169
4. 平成21年度 継続課題一覧	182



## □ 平成21年度 科学研究費補助金 若手研究(S) 審査結果(系別)

若手研究(S)の目的・内容 (平成21年度科学研究費補助金公募要領抜粋)

- (1) 対 象 平成21年4月1日現在で42歳以下の研究者(昭和41年4月2日以降に生まれた者)が一人で行う研究計画であって、これまでの成果を踏まえ、自ら組織(※)を率いて研究を推進することにより、格段の発展が期待できる優れた着想を持つ研究計画  
 (※)研究代表者が、研究計画を遂行するために研究協力者(若手の研究者、大学院生、海外共同研究者、研究を補助する者等)と構成するチーム
- (2) 応募総額 概ね3,000万円以上1億円程度まで
- (3) 研究期間 5年間
- (4) 採択予定課題数 30件程度(極めて厳選されたもの)

### 【新規】

	研究課題数			研究経費の配分額 (21年度) 千円	1課題当たりの配分額 (21年度)	
	応募 件	採択 件	採択率 %		平均 千円	最高 千円
総合・新領域系	131	8	6.1	178,000	22,250	33,800
人文社会系	19	2	10.5	28,800	14,400	14,800
理工系	226	13	5.8	320,700	24,669	50,400
生物系	186	12	6.5	241,200	20,100	35,300
合計	562	35	6.2	768,700	21,963	50,400

### 【新規+継続】

	研究課題数 件	研究経費の配分額 (21年度) 千円	1課題当たりの配分額 (21年度)	
			平均 千円	最高 千円
総合・新領域系	25	463,700	18,548	39,900
人文社会系	7	73,200	10,457	16,000
理工系	42	855,100	20,360	50,400
生物系	34	591,900	17,409	35,300
合計	108	1,983,900	18,369	50,400

※ 配分額は直接経費のみ

若手研究(S)

## 平成21年度科学研究費補助金 若手研究(S) 新規課題一覧

※平成21年度科学研究費補助金 若手研究(S)の公募において使用した「系・分野・分科・細目表」の区分ごとに掲載しています。

### (1)総合・新領域系 (8課題)

#### ○ 総合領域(4課題)

(単位:千円)

研究代表者		研究課題名	研究期間	H21年度 配分額 研究期間内の 配分(予定)額
なみき あきお 並木 明夫	千葉大学・大学院工学研 究科・准教授	人間を超える次世代高速・高機能ロボットハ ンドシステムの研究	平成21～25年度	14,300
				77,400
しらすき りゅういち 白崎 竜一	大阪大学・大学院生命機 能研究科・准教授	神経回路網の多様性を生み出す発生分化プ ログラムの分子基盤	平成21～25年度	19,500
				72,900
さわもと かずのぶ 澤本 和延	名古屋市立大学・大学院 医学研究科・教授	成体脳におけるニューロン新生のメカニズム の解明	平成21～25年度	33,000
				80,200
みやざき まこと 宮崎 真	早稲田大学・高等研究所・ 助教	知覚-運動系におけるペイズ統合の神経機序	平成21～25年度	24,700
				79,900

#### ○ 複合新領域(4課題)

(単位:千円)

研究代表者		研究課題名	研究期間	H21年度 配分額 研究期間内の 配分(予定)額
かわむら けんじ 川村 賢二	国立極地研究所・研究教 育系・助教	南極氷床コア分析と気候モデリングに基づく 氷期・間氷期の気候変動メカニズムの解明	平成21～25年度	33,800
				83,000
かけやま まさき 掛山 正心	東京大学・大学院医学系 研究科・助教	定量的行動試験をもとにした顕微鏡解析によ る発達神経毒性の分子標的の同定	平成21～25年度	17,600
				79,200
もりかわ ひとし 盛川 仁	東京工業大学・大学院総 合理工学研究科・准教授	高精度地盤構造推定のための微動・重力・磁 気の統合観測システムと同時逆解析法の開 発	平成21～25年度	13,300
				67,700
さとう 佐藤 ゆたか	京都大学・大学院理学研 究科・准教授	ゲノムワイドな遺伝子ネットワーク解析による 脊索動物の発生と進化のシステムの理解	平成21～25年度	21,800
				80,200

### (2)人文社会系 (2課題)

#### ○ 人文学(1課題)

(単位:千円)

研究代表者		研究課題名	研究期間	H21年度 配分額 研究期間内の 配分(予定)額
かとう きよふみ 加藤 聖文	国文学研究資料館・文学 資源研究系・助教	海外引揚問題と戦後東アジアの地域変動に 関する国際的総合研究	平成21～25年度	14,000
				61,700

#### ○ 社会科学(1課題)

(単位:千円)

研究代表者		研究課題名	研究期間	H21年度 配分額 研究期間内の 配分(予定)額
あべ なおひと 阿部 修人	一橋大学・経済研究所・准 教授	日次マーケティングデータに基づく家計消費・ 労働供給の分析	平成21～25年度	14,800
				70,000

### (3) 理工系 (13課題)

#### ○ 数物系科学(3課題)

(単位:千円)

研究代表者	研究課題名	研究期間	H21年度 配分額
			研究期間内の 配分(予定)額
ばんない けんいち 坂内 健一	慶應義塾大学・理工学部・ 講師 代数多様体の数論幾何的予想の解決に向け た戦略的研究	平成21～25年度	15,000
			71,800
はしもと しょうじ 橋本 省二	高エネルギー加速器研究機 構・素粒子原子核研究所・准 教授 厳密なカイラル対称性をもつ格子理論による 量子色力学のトポジカルな真空構造の解 明	平成21～25年度	9,800
			50,800
よこやま ゆうすけ 横山 祐典	東京大学・海洋研究所・准 教授 コアによる多圏地球気候システム解析	平成21～25年度	50,400
			81,200

#### ○ 化学(3課題)

(単位:千円)

研究代表者	研究課題名	研究期間	H21年度 配分額
			研究期間内の 配分(予定)額
おぎわ たけあき 小澤 岳昌	東京大学・大学院理学系 研究科・教授 タンパク質化学に立脚した革新的生細胞内分 子分析法の創製	平成21～25年度	34,500
			82,100
いたみ けんいちろう 伊丹 健一郎	名古屋大学・大学院理学 研究科・教授 炭素-水素結合変換による統合的合成化学 の開拓	平成21～25年度	23,700
			81,300
きんばら かずし 金原 数	東北大学・多元物質科学 研究所・教授 化学機能を制御する超分子ツールの創製	平成21～25年度	20,300
			69,400

#### ○ 工学 I (3課題)

(単位:千円)

研究代表者	研究課題名	研究期間	H21年度 配分額
			研究期間内の 配分(予定)額
たなか ひでかず 田中 秀和	大阪大学・産業科学研究 所・教授 強相関酸化ナノエレクトロニクス構築に関 する研究	平成21～25年度	23,000
			75,800
もりしま けいすけ 森島 圭祐	東京農工大学・大学院共 生科学技術研究院・准教 授 細胞ビルドアップ型ウエットナノロボティクス の構築と機能創発	平成21～25年度	39,900
			86,700
ひろおか としひこ 廣岡 俊彦	東北大学・電気通信研究 所・准教授 超高速光パラボラパルスの発生と光伝送・信 号処理への応用	平成21～25年度	19,900
			76,900

#### ○ 工学 II (4課題)

(単位:千円)

研究代表者	研究課題名	研究期間	H21年度 配分額
			研究期間内の 配分(予定)額
やまぐち たかし 山口 隆司	長岡技術科学大学・工学 部・准教授 途上国に適用可能な硫黄サイクル微生物機 能活性化・次世代水資源循環技術の創成	平成21～25年度	22,200
			81,000
いとう かずひで 伊藤 一秀	九州大学・大学院総合理 工学研究院・准教授 公衆衛生工学手法による気中分散粒子系汚 染物質の人体曝露経路予測と制御	平成21～25年度	15,800
			48,600
なかの たかよし 中野 貴由	大阪大学・大学院工学研 究科・教授 異方性の材料科学に基づく骨配向化誘導	平成21～25年度	28,200
			81,000
ごとう こうじ 後藤 浩二	九州大学・大学院工学研 究院・准教授 き裂成長履歴推定に基づく大型溶接構造物 の疲労寿命推定の高精度化	平成21～25年度	18,000
			80,600

#### (4) 生物系 (12課題)

##### ○ 生物学(3課題)

(単位:千円)

研究代表者	研究課題名	研究期間	H21年度	
			配分額 研究期間内の 配分(予定)額	
みうら とおる 三浦 徹	北海道大学・大学院地球 環境科学研究所・准教授	シロアリの社会組織化に関わるシグナル分子 伝達機構の解明	平成21～25年度	18,600
				57,700
みずしま のぼる 水島 昇	東京医科歯科大学・大学 院医歯学総合研究科・教 授	哺乳類細胞を用いたオートファゴソーム形成 機構の解析	平成21～25年度	6,800
				80,400
さいとう みちのり 斎藤 通紀	京都大学・大学院医学研 究科・教授	多彩な細胞系譜の運命決定・恒常性を制御 する転写因子Blimp1の統合的機能解明	平成21～25年度	28,100
				76,100

##### ○ 農学(2課題)

(単位:千円)

研究代表者	研究課題名	研究期間	H21年度	
			配分額 研究期間内の 配分(予定)額	
ののむら けんいち 野々村 賢一	国立遺伝学研究所・実験 圃場・准教授	植物生殖細胞の初期発生を制御する遺伝シ ステムの解明	平成21～25年度	15,500
				65,500
きたおか たくや 北岡 卓也	九州大学・大学院農学研 究院・准教授	ナノ構造化糖鎖素子を介した機能糖鎖集密 化バイオマテリアルの創出	平成21～25年度	20,300
				77,100

##### ○ 医歯薬学 I (3課題)

(単位:千円)

研究代表者	研究課題名	研究期間	H21年度	
			配分額 研究期間内の 配分(予定)額	
かない もとむ 金井 求	東京大学・大学院薬学系 研究科・准教授	不斉触媒反応開発を基軸とする革新的有機 合成および医薬候補分子骨格の拡張	平成21～25年度	34,900
				86,100
こまつ まさあき 小松 雅明	(財)東京都医学研究機構・東京 都臨床医学総合研究所・副参事 研究員	オートファジーの破綻によるヒト病態発症機序 の解明	平成21～25年度	19,000
				83,000
やまさき しょう 山崎 晶	九州大学・生体防御医学 研究所・教授	レクチン受容体による生体の危機管理機構 の解明	平成21～25年度	11,400
				49,800

##### ○ 医歯薬学 II (4課題)

(単位:千円)

研究代表者	研究課題名	研究期間	H21年度	
			配分額 研究期間内の 配分(予定)額	
あらい ふみお 新井 文用	慶應義塾大学・医学部・講 師	人工幹細胞ニッチ:造血ニッチ複合体の再構 成による幹細胞増幅	平成21～25年度	16,200
				80,200
おおぬま けい 大沼 圭	東京大学・医科学研究所・ 助教	ヒトT細胞共刺激分子CD26-カベオリン系 を標的とした移植免疫寛容誘導の基盤研究	平成21～25年度	13,500
				49,500
みもり こおし 三森 功士	九州大学・生体防御医学 研究所・助教	マイクロRNAを介した消化器癌転移カスケ ードの解明	平成21～25年度	35,300
				79,000
たけだ しゅう 竹田 秀	慶應義塾大学・医学部・特 別研究准教授	骨を中心としたネットワーク医学の統合的理 解	平成21～25年度	21,600
				80,400



## 【若手研究(S)】

### 総合・新領域系 (総合領域)



#### 研究課題名 人間を超える次世代高速・高機能ロボットハンドシステムの研究

千葉大学・大学院工学研究科・准教授 なみき あきお  
**並木 明夫**

研究分野：総合領域・情報学・知能ロボティクス

キーワード：感覚行動システム，ロボットハンド

#### 【研究の背景・目的】

近年，工業生産は多品種少量生産の方向に進んでおり，人間の手のように多目的かつ複雑な操りを可能とする多指ロボットハンドの必要性が増しているが，現状の多指ロボットハンドの能力は，人間の手と比較するとその能力は低い。

一般に，多指ロボットハンドと人間の手では，構成材料や作動原理が異なるので，形状を真似たとしても動的な特性が異なってしまい，人間の手と比較して把持能力・動作能力が低くなってしまふ。そこで，必ずしも人間の手を真似るのではなく，ロボットハンド固有の特性を活かした設計が有効となるが，現状では，そのような人間と異なる構造を持つ汎用多指ハンドの設計方法は確立されていない。

これに対して，研究代表者らは，「速度」に着目することでハードウェアの限界を突破し，人間を超える性能を持つ高速多指ハンドの開発を進めてきた。同時に，紐操りなどを例として，多指ハンドの動的操り能力を複数の機能モジュール（ダイナミックスキル）に分解することで，複雑な操りタスクを実現する手法と，それに適した多指ハンドの設計する手法について研究を行ってきた。

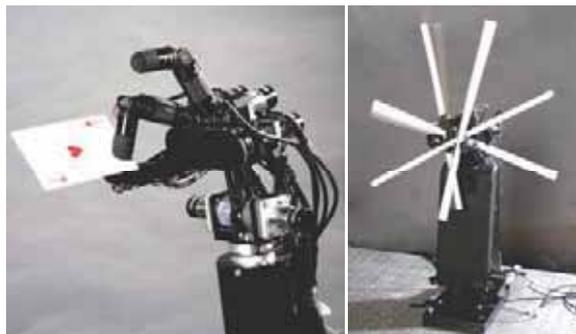
本研究では，これらの研究を発展させることで，人間を超える次世代高性能ロボットハンドの開発を目的とする。

#### 【研究の方法】

本研究では，人間の手を真似ることには重点をおかず，扱う対象に最適なメカニズムとセンシングを構成論的に見つけ出し，機械の特性（メカニズム，センサなど）に適合した制御手法を構築する。具体的には，次の課題について研究を行う。

1. 複数の具体的な作業（紐操り，紙操り，精密作業など）における人間の動的な作業技能（ダイナミックスキル）を解析して体系化し，ロボットハンドにおいて実装する。
2. 操りの対象を限定させることで，その範囲内で汎用的かつ高性能での作業を実現する準汎用高性能ロボットハンドを開発する。
3. 多指ハンドの操りに特化した視覚センシングシステムを開発する。特に，視界内での指などによるオクルージョンを自動的に補正し，対象の3次元情報を取得する機能を実現する。
4. 把持・操りの動作を解析に基づき，アクチュエータのパラメータの最適化手法を確立する。その結果に基づき，ロボットハンドに適した小型

#### 高出力アクチュエータを開発する



#### 【期待される成果と意義】

- ・人間の把持・操りの動的な作業技能を解析し，把持・操りの本質的な構成要素を抽出することで，人間の手の形状にとらわれない，ロボットハンドの新しい設計方法を実現する。
- ・ロボットハンドの構成要素となる感覚系（センサ），運動系（アクチュエータ）のそれぞれの開発を進める。これらの開発モジュールはロボットハンド以外の用途にも応用されることが期待される。
- ・研究代表者らは，これまでに世界最高速のロボットハンドシステムを開発しているが，これらの成果を発展させ，速度と器用さを両立させた次世代高性能ロボットハンドを開発し，世界最高レベルのパフォーマンスの実現を目指す。

#### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・妹尾 拓，並木 明夫，石川 正俊：高速打撃動作における多関節マニピュレータのハイブリッド軌道生成，日本ロボット学会誌，Vol.24，No.4，pp.515-522（2006）。
- ・Noriatsu Furukawa, Akio Namiki, Taku Senoo and Masatoshi Ishikawa, Dynamic Regrasping Using a High-speed Multifingered Hand and a High-speed Vision System, IEEE Int. Conf. Robotics and Automation, pp.181-187, 2006

#### 【研究期間と研究経費】

平成21年度－25年度

77,400千円

ホームページ等

<http://mec2.tm.chiba-u.jp/~namiki/>



## 研究課題名 神経回路網の多様性を生み出す発生分化プログラムの分子基盤

大阪大学・大学院生命機能研究科・准教授

しらすき りゅういち  
白崎 竜一

研究分野：総合領域・神経科学

キーワード：神経発生・分化・異常、軸索ガイダンス、運命決定、転写調節因子

### 【研究の背景・目的】

神経回路網の多様性は神経系の発生分化プログラムのいくつかの局面にまたがって形成され、生物の行動様式から脳の高次機能発現までを規定する重要な基盤を与える。この神経回路網の基盤は発生期において、個々の神経細胞に特異的に発現される転写調節因子による運命決定とそれに連動して発現制御を受ける特異的な軸索ガイダンスプログラムによって構築される。一方で、中間標的における初期軸索ガイダンスプログラムの修飾改変がその後の軸索挙動にさらなる多様性を与える。

本研究課題においては、発生期での軸索ガイダンスの研究において先導的な役割を担っている交連ニューロンの発生分化プログラムに焦点をあて、以下の目的の達成を目指すことで神経回路網の多様性が生み出される分子機構の理解を推進させる。  
①交連ニューロンのサブクラス固有の軸索ガイダンスプログラムの発現制御を担う転写調節因子を明らかにし、その下流で制御されている軸索ガイダンス分子レセプターなどの軸索ガイダンス関連分子を明らかにする。  
②交連ニューロン軸索の正中交差前後で引き起こされる初期軸索ガイダンスプログラムの修飾改変の実体を、正中交差前後での軸索ガイダンス分子レセプターの選択的な局在発現制御と翻訳後修飾などによるタンパク質機能の制御の観点から解析することで、初期軸索ガイダンスプログラムの修飾改変機構の解明に迫る。

### 【研究の方法】

目的①においては、今までの我々の先行研究で既に得られている交連ニューロンのサブクラス特異的な発現を示す転写調節因子に対して、マウス胎仔への *in vivo* 電気穿孔法による機能獲得/機能阻害の実験システムを適用し、正中交差後のサブクラス特異的な軸索伸長パターン形成のどのステップにこれらの転写調節因子が関与するのかを明らかにする。さらに、DNA マイクロアレイと *in vivo* 電気穿孔法の実験システムを組み合わせ、候補転写調節因子の制御下にある軸索ガイダンス関連遺伝子の発現解析を行い、交連ニューロンのサブクラス特異的な転写調節因子で制御されている軸索ガイダンス分子レセプターを探索する。目的②においては、交連ニューロン軸索の正中交差前と交差後の軸索膜上でのレセプタータンパク質の選択的な発現制御と機能修飾の解析を、交連

ニューロン軸索の正中交差前と交差後の状況を再現できる *in vitro* のアッセイ系と共焦点レーザー顕微鏡によるイメージング技術を駆使することで推進させる。

### 【期待される成果と意義】

神経回路網形成の分子機構に関する基礎的な知見は、神経軸索再生などに代表されるような再生医療への応用の分子基盤を与えると考えられる。また、再生医療での実際の適用には個々の神経細胞が、本来の固有の回路網を確実に構築できるように遺伝子発現レベルのみならず、タンパク質の機能発現のレベルにおいても十分な知見が必要不可欠である。本研究課題では神経回路網の多様性形成の分子機構を明らかにするにあたり、神経細胞の個性決定を担う転写調節因子を起点とする遺伝子発現制御と軸索ガイダンスの主要な担い手であるガイダンス分子レセプタータンパク質の機能発現制御の観点から迫ることで、従来からのアプローチでは見出せなかった知見を得ることを目指している。したがって、その成果は発生・再生神経科学領域はもとより生物学全般の関連研究分野の進展に対しても貢献することが期待される。

### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- Shirasaki R, Lewcock JW, Lettieri K, Pfaff SL. FGF as a Target-Derived Chemoattractant for Developing Motor Axons Genetically Programmed by the LIM Code. *Neuron* 50, 841-853, 2006.
- Shirasaki R, Pfaff SL. Transcriptional Codes and the Control of Neuronal Identity. *Annu. Rev. Neurosci.* 25, 251-281, 2002.
- Shirasaki R, Katsumata R, Murakami F. Change in Chemoattractant Responsiveness of Developing Axons at an Intermediate Target. *Science* 279, 105-107, 1998.

### 【研究期間と研究経費】

平成21年度－25年度

72,900千円

ホームページ

<http://www.fbs.osaka-u.ac.jp/~neurobiol/shirasaki/>

## 【若手研究(S)】

### 総合・新領域系 (総合領域)



#### 研究課題名 成体脳におけるニューロン新生のメカニズムの解明

名古屋市立大学・大学院医学研究科・教授 さわもと かずのぶ  
澤本 和延

研究分野：総合領域

キーワード：分子・細胞・神経生物学

#### 【研究の背景・目的】

ヒトを含む多くの動物の脳室下帯 (SVZ) では、一生新しいニューロンがつけられている (図 1)。SVZ で生まれるニューロンは前方へ向かって長距離を移動し、嗅覚に関わるニューロンとして成熟する。本プロジェクトでは、成体脳における新生ニューロンの移動のメカニズムを明らかにする。さらに、ニューロン新生と嗅覚の関係を解明する。

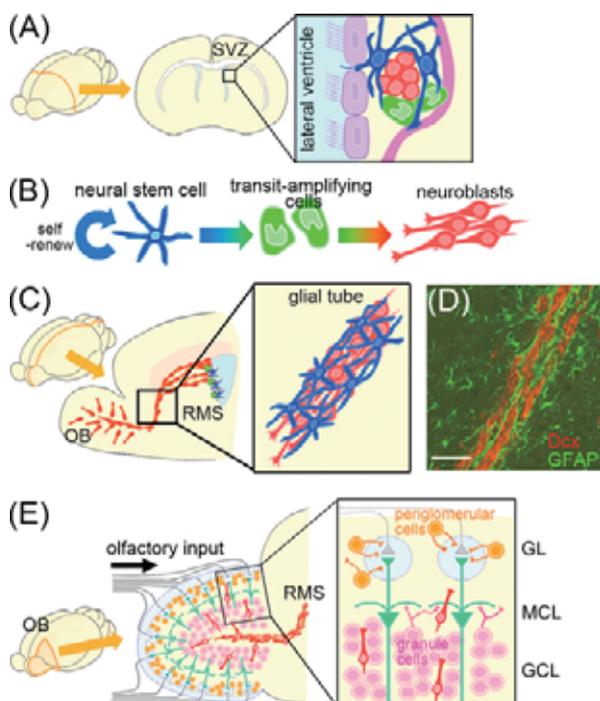


図 1 成体脳室下帯 (SVZ) におけるニューロン新生。

(A) SVZ の位置と構造。 (B) SVZ におけるニューロン新生。 (C) SVZ から嗅球 (OB) へのニューロブラストの移動。 (D) 吻側細胞移動経路 (rostral migratory stream: RMS) を移動する doublecortin (DCX) 陽性ニューロブラストとそれを取り囲む glial fibrillary acidic protein (GFAP) 陽性アストロサイトの免疫組織化学。 (E) 嗅球におけるニューロン新生。 GCL, 顆粒細胞層; MCL, 僧帽細胞層, GL, 糸球層。

(Kaneko and Sawamoto, *Neurosci. Res.* 63: 155-164, 2009. より引用)

#### 【研究の方法】

蛋白質化学・ケミカルバイオロジー・免疫組織化学・電子顕微鏡・組織培養・遺伝子トラップ法・二光子顕微鏡による in vivo イメージングなど、分子・細胞・個体レベルの様々な手法を組み合わせ、成体脳のニューロン新生を多角的に解析する。これまで解析してきたマウスに加えて、新しい遺伝子の同定のため新たなモデル動物としてゼブラフィッシュを用いる。さらに霊長類モデルとしてコモンマーモセットの脳室下帯の解析も進める。

#### 【期待される成果と意義】

本研究により、現在不明な点が多い成体脳におけるニューロン新生のメカニズムと意義の一端が明らかになると期待している。また、その成果は、将来の細胞移植を用いない神経再生医療技術のための科学的基盤となる可能性がある。

#### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- Kaneko, N. and Sawamoto, K. Adult neurogenesis and its alteration under pathological conditions. *Neurosci Res* 63: 155-164, 2009.
- Yamashita, T., Ninomiya, Y. et al. Subventricular zone-derived neuroblasts migrate and differentiate into mature neurons in the post-stroke adult striatum. *J. Neurosci.* 26, 6627-6636, 2006.
- Sawamoto et al. New neurons follow the flow of cerebrospinal fluid in the adult brain. *Science* 311: 629-632, 2006.

#### 【研究期間と研究経費】

平成 21 年度 - 25 年度  
80, 200 千円

ホームページ等

<http://k-sawamoto.com/>  
[sawamoto@med.nagoya-cu.ac.jp](mailto:sawamoto@med.nagoya-cu.ac.jp)

## 【若手研究(S)】

### 総合・新領域系（総合領域）



#### 研究課題名 知覚-運動系におけるベイズ統合の神経機序

早稲田大学・高等研究所・助教

みやざき まこと  
宮崎 真

研究分野：総合領域 - 健康・スポーツ科学 - 身体教育学

キーワード：脳高次機能学

#### 【研究の背景・目的】

我々が実環境で遭遇する事象の多くは変動を含んでいます。例えばキャッチボールをするとき、相手が投げってくるボールのコースや球速は一定とはなり得ず、毎回バラつきます。さらに、我々自身の身体に目を向ければ、感覚-運動機能のための連絡信号となる神経活動は、機械の電子信号と異なり、多分にノイズ(=変動)を有しています。

我々の身体は、このような外的・内的環境の変動に曝されながら、精緻で安定した認識・運動行為を生成しています。それがどのように実現されているのかは、身体・スポーツ科学、および認知・脳科学における重要課題の一つに挙げられます。

理論上、ヒトの中枢神経系が「ベイズ統合」とよばれる方略を用いることにより、外的・内的変動の影響を最小化し、認識/制御対象に関する最適推定を得ることができます。近年、行動科学的観測から、我々の知覚-運動系の情報処理で、そのベイズ統合が作用していることが示されてきました。しかし、それが人間の中枢神経系においてどのように実現されているかは現在不明です。本研究は、そのベイズ統合の神経機序を解明していくことを目的とします。

#### 【研究の方法】

本研究は、人間の知覚-運動系におけるベイズ統合の神経機序の解明を目標とし、心理物理学的方法論に以下のような神経生理学的手法を組み合わせることで研究を推進していくことを計画しています。

- ・機能的磁気共鳴画像 (fMRI)：ベイズ統合に関連する脳部位を特定します。
- ・経頭蓋磁気刺激 (TMS)：関連脳部位に一過性の機能阻害を起こすことにより、その部位の役割の確認を行います。
- ・脳波 (EEG)：関連脳部位の作動時間帯・作動順序を特定します。
- ・反射測定：脳活動と行動をつなぐ下位中枢神経系の関与の可能性を検討します。

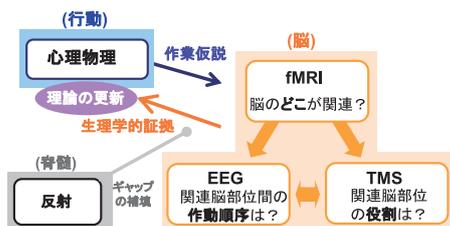


図1 研究方法の相関図

#### 【期待される成果と意義】

本研究により、関連脳部位 (関連神経器官)、各関連部位の機能的役割、各関連脳部位の作動時間帯・作動順序の特定が進めば、ベイズ統合の神経機序の全容解明に向けて大きな進展が得られると同時に、神経生理学的妥当性をもって、理論モデルを現実の脳の振舞に近づけることが可能になります。

ベイズ統合は、変動に富む実環境での認識・運動行為の成功率を最大にする情報処理方略です。本研究の成果により、その機序の解明が進めば、知覚-運動制御の基礎理論、およびそれに基づく身体スキル教育法の発展に寄与することが期待されます。そして、そこで得た所見・原理を応用することにより、スポーツ選手や職人のように巧みに振舞うロボットの開発や効率的なりハビリテーションプログラムの考案に寄与できるものと考えられます。

また、ベイズ統合は中枢神経系に正解率の向上という効用をもたらす一方で、低頻度の事象に対する感度を低下させるという損失をもたらします。このベイズ統合の負の特性にも着目し、そのメカニズムを解明していくことにより、ヒューマンエラー防止システムの発展にも貢献できるものと期待されます。

#### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・宮崎真, 運動制御・学習理論への力学系アプローチ：力学系理論における変動の問題. 体育の科学 57(4): 307-312, 2007.
- ・Miyazaki M, Yamamoto S, Uchida S, Kitazawa S. Bayesian calibration of simultaneity in tactile temporal order judgment. *Nature Neurosci* 9: 875-877, 2006.
- ・Miyazaki M, Nozaki D, Nakajima Y. Testing Bayesian models of human coincidence timing. *J Neurophysiol* 94: 395-399, 2005.

#### 【研究期間と研究経費】

平成21年度-25年度  
79,900千円

ホームページ等

[http://www.waseda.jp/wias/researches/p/profile/plof\\_m\\_miyazaki.html](http://www.waseda.jp/wias/researches/p/profile/plof_m_miyazaki.html)

## 【若手研究(S)】

### 総合・新領域系 (複合新領域)



#### 研究課題名 南極氷床コア分析と気候モデリングに基づく氷期・間氷期の気候変動メカニズムの解明

国立極地研究所・研究教育系・助教 かわむら けんじ  
川村 賢二

研究分野：複合新領域

キーワード：環境変動、南極氷床コア

#### 【研究の背景・目的】

過去 100 万年ほどの間、地球の気候は約 10 万年周期の氷期-間氷期という大きな変動サイクルを繰り返してきた。氷期の最寒期にはカナダ全土とアメリカ北部、ヨーロッパ北部や西シベリア北部を厚さ 3km にもおよぶ氷が埋め尽くしていた。海面は現在より 130m 低く、南極の気温は約 9°C 低かった。このような大変動のメカニズムの解明は、気候システムを理解し、将来を見通すうえで非常に重要である。なぜなら、そこには温室効果気体や氷床・氷河、海洋循環、エアロゾルといった、人為起源の気候変化の原因となる要素が含まれるうえ、気候変動の振幅が直接観測期間と比べてはるかに大きいためである。本研究では、現在および過去の間氷期とその前後の遷移期における、大気中の温室効果気体濃度と南極の気温、全球平均の海水温を復元する。それらのデータから、気候遷移期における気温と海水温、海面変動、温室効果気体、地球軌道要素の間の時間関係を正確に把握するとともに、数値モデリングへの入力データや検証データとして活用することで、気候変動と氷床変動、炭素循環変動のメカニズムに迫る。

#### 【研究の方法】

南極ドームふじ氷床コアを用い、間氷期とその前後の遷移期について、200 年程度の時間分解能で 3 種の温室効果気体濃度 (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O) の復元を行う。なお、最終氷期以前に相当する深度では、氷床流動により年層が著しく薄くなっているため、高時間分解能解析に対応すべく、新たに空気抽出・分析装置を開発する。また、平均海水温復元のために、Kr と Xe を分析するとともに、氷床コアの年代決定のために O<sub>2</sub>/N<sub>2</sub> を分析する。氷と空気の年代差の推定精度を高めるために、ドームふじにおいてフィルン (表層 100m 程度の通気のある層) 中の空気を採集し分析するとともに、過去 5 万年間程度の CH<sub>4</sub> 濃度を 100 年程度の時間分解能で復元する。

データの解析をモデリング研究者や古海洋研究者との議論の上で行っていくとともに、大気海洋結合モデル (MIROC GCM) 等を用いた古気候・氷床・炭素循環シミュレーションへの入力・検証データとして順次提供する。また逆に、モデルに

よる数値実験結果を古気候データとともに解析する。

#### 【期待される成果と意義】

以下に挙げるような、気候学的に重要な問題に答えることができると期待される。

・氷期-間氷期変動において、北半球の夏期日射量が、海水温や気温、温室効果気体濃度の変化より常に先に変化したのか？氷期から間氷期への遷移のトリガーは、3つの地球軌道要素 (離心率、黄道傾斜、地軸歳差) のうちどれか？

・間氷期における気温と CO<sub>2</sub> 濃度、海水温、軌道要素間の関係の事例から推察して、人類が存在しなかったら、過去数千年間に地球は氷期に向かっているはずだったのか？

・深海を含む全海洋の温度は何によって決まり、CO<sub>2</sub> 変動にどう影響したのか？

・軌道要素と温室効果気体の強制力を正確な時間軸で入力した場合、モデルは過去の氷床変動を再現できるのか？

ドームふじコアの年代決定と分析精度は極めて高いので、氷期-間氷期変動への温室効果気体と地球軌道要素の寄与を分離するために不可欠なデータを初めて提供できる。データを即時に幅広く活用することで、先端レベルの氷床コア解析と古気候モデリングとの融合研究が可能になる。

#### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

・Kawamura, K. et al., Northern Hemisphere forcing of climatic cycles in Antarctica over the past 360,000 years. *Nature*, 448, 912-916 (2007).

・Lüthi, D., ....., Kawamura, K. and Stocker, T., High-resolution carbon dioxide concentration record 650,000-800,000 years before present, *Nature*, 453, 379-382 (2008).

#### 【研究期間と研究経費】

平成 21 年度 - 25 年度

83,000 千円

ホームページ等

<http://polaris.nipr.ac.jp/~kawamura/wakateS>  
[kawamura@nipr.ac.jp](mailto:kawamura@nipr.ac.jp)



## 研究課題名 定量的行動試験をもとにした顕微鏡解析による 発達神経毒性の分子標的の同定

東京大学・大学院医学系研究科・助教

かけやま まさき  
掛山 正心

研究分野：複合新領域

キーワード：トキシコロジー

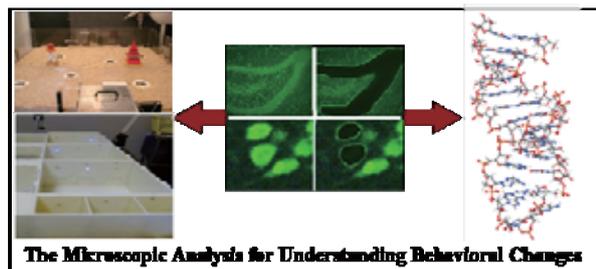
### 【研究の背景・目的】

母体が影響を受けない低用量曝露によって次世代の脳の発達に影響が顕れることが懸念されている。子どもの「こころ」の健全な発達は万人の願いであり、化学物質曝露との因果関係の解明、影響の程度の科学的評価が要求されている。

本研究では、定量性・再現性の極めて高い独自の行動試験を出発点として、新たな顕微鏡解析により行動—組織—分子レベルのイベントのリンクさせ、発達時系列をおいて化学物質曝露と「こころ」の問題の因果関係解析する。「ネズミの行動変化がヒトの場合、どのような意味を持つのか」を科学的に説明し、個体レベルの影響に直結した分子マーカーを同定することを目的とする。

### 【研究の方法】

独自の行動試験バッテリーを用いて行動試験を行った動物の脳サンプルが本研究の出発点である。すでに行動レベルで影響が確認されているダイオキシン、メチル水銀等を対象として発達期の低用量曝露を受けた動物の行動試験直後の脳サンプルを用い、行動試験に伴い活性化する神経細胞（集団）と曝露影響を受ける神経細胞（集団）を同定、Immuno-LMD法を用いた遺伝子発現解析により行動試験に関わる神経細胞と曝露影響を受ける神経細胞に特異的な分子イベントを特定する。個体レベルの曝露影響に直結する神経細胞（集団）に焦点を絞ることで、微細形態学解析と大脳発生時期の解析も含めた顕微鏡解析を行う。行動試験の時期から



曝露時期（大脳発生時期）まで発達時系列を遡って解析することで、行動試験での分子イベントと曝露時点の分子イベントにリンクさせる。

### 【期待される成果と意義】

行動変化に伴う分子イベントの解析により、行動試験の成績を解釈するための科学的情報を提供するとともに、個体レベルの影響に直結した「影響の質と程度を示す」分子マーカーを見出す。影響が顕れる時期と場所（細胞）を特定することで、従来よりも鋭敏に毒性影響を検出する。発達時系列をおいた顕微鏡解析により、曝露時期と影響の発現時期との間を埋め、曝露と影響の因果関係を明らかにする。個体レベルの影響から分子に至るユニークなアプローチにより、さまざまな化学物質にあてはまる発達神経毒性メカニズムの新たな知見と研究手法が提供できるだろう。

### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- Kakeyama M, Sone H and Tohyama C. Perinatal Exposure of Female Rats to 2,3,7,8-Tetrachlorodibenzo-*p*-dioxin induces central precocious puberty in the offspring. *J Endocrinol.* 197; 351-358, 2008.
- Tse D, Langston RF, Kakeyama M, Bethus I, Spooner PA, Wood E, Morris RGM. Schemas and memory consolidation. *Science*, 316:76-82, 2007.

### 【研究期間と研究経費】

平成21年度—25年度

79,200千円

ホームページ等

<http://env-health.m.u-tokyo.ac.jp/member/kake.html/research>



**研究課題名** 高精度地盤構造推定のための微動・重力・磁気の統合観測システムと同時逆解析法の開発

東京工業大学・大学院総合理工学研究科・准教授

もりかわ ひとし  
盛川 仁

研究分野：複合新領域

キーワード：被害予想・分析・対策

【研究の背景・目的】

地盤構造、特に深い基盤の3次元形状を詳細に知ることは、地震動予測を行う上で非常に重要である。地盤構造に関連する物理量には、互いに高い相関を有するものがある。その関係をうまく活用することで地盤構造推定時の制約条件を厳しくすることができるため、ひとつひとつの物理探査手法における精度がそれほど高くなくても、結果的に得られる地盤構造のモデルの精度は高いものとなることが期待される。このような観点から、ひとつひとつの観測コストがそれほど大きくない微動、重力、磁気探査の3つの記録を同時に解析することで高精度に地盤の3次元構造を推定する手法を開発することが本研究の目的である。また、効率よく都市程度の広さの領域での観測を実現するために、重力と磁気については、自動車や無人ヘリコプターを用いて移動しながら同時観測することで、観測の手間を大幅に軽減するための手法を確立する。

【研究の方法】

第1年度には、基本的なアルゴリズムの枠組みを構築する。まず、微動探査では、Rayleigh波とLove波の位相速度、Rayleigh波のellipticity(楕円率)使った速度構造の推定精度の向上を図る。そのうえで、微動と重力探査との併合処理のためのアルゴリズムを検討する。第2年度以降は重力と磁気の併合処理手法に続いて、微動、重力、磁気の3つの物理量の併合処理のためのアルゴリズムを構築する。効率よく観測を実施できるよう、自動車や産業用無人ヘリコプター(以下、キャリアと呼ぶ)を用いた重力、磁気の同時観測システムの開発を実施する。その際、キャリアの姿勢と運動を高

精度で同定することが重要となるため、GPSと高感度ジャイロ記録に基づく運行履歴の高精度把握のためのアルゴリズムを開発する。最終年にはすべての成果をテストフィールドに適用し、開発された手法の有用性を検証する。図1に本研究課題の流れと年度別の研究計画の概要を示す。

【期待される成果と意義】

本研究では解析法、観測法の両面から3次元地盤構造モデルの推定という問題にアプローチするが、その過程では種々の新しい要素技術の開発が行われる。例えば、解析法にあっては逆問題の解法、観測法にあっては移動体の姿勢情報の高精度な取得法などがある。これらの要素技術は、たとえば、航空機や船舶の安全運行のための情報基盤としての利用や構造物等のヘルスマニタリングのための利用など、本研究課題の枠組みのなかでの応用範囲をはるかに超えて汎用的に利用可能な技術である。

本研究によって得られた成果は、そのまま地盤構造探査の新しい枠組みを与え、これまでに比べて低いコストで比較的良好な精度の地盤構造モデルを容易に作成することを可能とする。このことは、日本だけでなく、世界各地の地震による被害を受ける可能性の高い地域でも本研究成果が有効に活用される可能性が高いことを意味している。本研究の成果は日本から世界へ向けて、地震防災のための予測や対策を進める際に非常に大きな貢献が可能である。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・高橋千佳・盛川仁・駒澤正夫・関口春子・澤田純男：新潟県中越地震被害地域における重力探査を用いた深部地盤構造のモデル化，地震，第2輯，第61巻，第2号，pp.33-48，2008.
- ・坂井公俊・盛川仁・野口竜也：重力及び微動データの併合処理による地盤構造推定手法の適用性の検討，第12回日本地震工学シンポジウム論文集，pp.274-277，2006.

【研究期間と研究経費】

平成21年度～25年度  
67,700千円

ホームページ等

<http://www.enveng.titech.ac.jp/morikawa/>



図1 年度ごとの研究計画の概要



**研究課題名** ゲノムワイドな遺伝子ネットワーク解析による  
脊索動物の発生と進化のシステムの理解

京都大学・大学院理学研究科・准教授 <sup>さとう</sup>佐藤 ゆたか

研究分野：複合新領域（基礎ゲノム科学）

キーワード：ゲノム調節

**【研究の背景・目的】**

動物の卵には多くの遺伝情報が蓄えられており、受精後、この情報をもとに遺伝子発現が起こります。発現する遺伝子の中にはさらに別の遺伝子を発現させる働きを持つ転写調節因子と呼ばれるタンパク質をコードするものや、細胞外に分泌されて近傍の細胞の転写調節因子の働きを(多くは間接的に)調節するシグナル分子をコードするものが含まれています。この新たに発現あるいは調節された転写調節因子は、さらに別の遺伝子の発現を引き起こします。遺伝子の発現調節は通常は複数の転写調節因子によって行われるので、動物の発生における転写調節の関係は複雑なネットワークを構成します。この遺伝子ネットワークは、発生の進行とともに細胞を分化させ、最終的に分化した細胞においては、特異的な機能を果たすための遺伝子を発現させます。

ネットワークを理解するためには、その全体像を把握する必要があります。動物の遺伝子はゲノムにコードされていますので、この遺伝子ネットワークを考えるためにはゲノムワイドな広がりをもった考察が必要です。また、この遺伝子ネットワークは、通常、不可逆であり、細胞を単位として進みます。細胞は時間とともに分裂を繰り返します。また、その細胞の集合である胚はそれぞれの種で特徴的な形を持ちます。この四次元の空間は、直接あるいは間接に遺伝子ネットワークによって調節されているはずで

本研究では、動物の発生における遺伝子ネットワークを細胞単位で、また、ゲノムワイドな広がりを持って解析していきます。また、その理解を通じて、進化の過程でこのネットワークがどのように変化してきたのか、あるいはどのような変化が可能であるのかといった問題にもアプローチしていきます。

**【研究の方法】**

本研究では実験材料としてホヤを用います。ホヤは我々ヒトとおなじ脊索動物門に属する動物です。ホヤは脊索動物に共通する多くの形質を持っていますが、一方で他の脊索動物にない実験動物としての優れた特長を持っています。ひとつは、ゲノムサイズが小さいことです。ゲノムの大きさは約160Mb、遺伝子の数は16000程度であり、脊椎動物と比べはるかにコンパクトなゲノムを持っています。つまり、ゲノムワイドな解析を

行うことが、脊椎動物に比べ容易です。

このホヤの胚を用いて、細胞単位で発現する遺伝子を網羅的に記載するとともに、発現する調節遺伝子の機能を網羅的に調べます。その結果を情報学的に統合・整理し、定性的なモデルを構築し、遺伝子ネットワークの基本的性質を胚という四次元空間の中で理解していきます。

**【期待される成果と意義】**

ゲノムを出発点においた網羅的なネットワークの解析を行っている点でユニークな実験系です。また、発生の基本単位である「細胞」のレベルで発生の遺伝子ネットワークをあつかっている点にも特徴があります。さらに、初期胚はその形が精密にコンピューター上で再現されていることなど、ホヤは遺伝子ネットワークを四次元のレベルでモデリングするための精緻で多様なデータが現時点でもっともそろっている実験系です。ホヤの発生をシステムのレベルで完全に理解することは、ホヤの発生の理解にとどまらず、動物の発生の普遍的メカニズムと多様性の理解の基礎となると考えています。

脊索動物の祖先は、脊索動物の誕生の際にオタマジャクシ型の体制を獲得しました。そこには当然大きなゲノムの変化、そしてそこにコードされている発生の遺伝子ネットワークの変化があったはずで

**【当該研究課題と関連の深い論文・著書】**

- Imai, K. S., Stolfi, A., Levine, M. and Satou, Y. Gene regulatory networks underlying the compartmentalization of the *Ciona* central nervous system. *Development* 136, 285-293. (2009).
- Imai, K. S., Levine, M., Satoh, N. and Satou, Y. Regulatory blueprint for a chordate embryo. *Science* 312, 1183-1187. (2006).

**【研究期間と研究経費】**

平成21年度－25年度

80,200千円

ホームページ等

<http://ghost.zool.kyoto-u.ac.jp>

## 【若手研究(S)】

### 人文社会系（人文学）



#### 研究課題名 海外引揚問題と戦後東アジアの地域変動に関する 国際的総合研究

国文学研究資料館・文学資源研究系・助教 かとう きよふみ  
加藤 聖文

研究分野：日本近現代史

キーワード：日本史・東洋史・国際関係・アーカイブズ・近現代史

#### 【研究の背景・目的】

本研究は、平成15年度～平成17年度の3年間にわたって実施した、科学研究費助成：若手研究A「海外引揚問題と戦後日本人の東アジア観形成に関する基盤的研究」を発展させたものである。

前回の研究をより深化させる本研究は、①海外引揚研究を発展させるための研究資源（文書資料や口述記録など）の積極的な収集と保存により消滅の危機にある資料の散逸を防ぎ、次世代へ研究資源の継承を図る。②海外引揚研究のなかで未開拓分野である国際関係史のアプローチと比較史のアプローチを行い、海外引揚研究の総合的かつ国際的な共同研究の基盤の構築と若手研究者の育成を図る。以上、2つの目的の達成を目指すものである。

#### 【研究の方法】

上記の目的に基づき、本研究計画では2つの研究の柱を立てる。1つ目の柱は、引揚者に対する組織的な口述記録および引揚者団体などが所蔵する一次資料の収集による研究資源の確保、2つ目の柱は、海外引揚の国際的視野からの総合的かつ立体的な研究であり、とくにソ連の政策分析とドイツ等諸外国との比較研究を中心とする。

また、これらの調査・研究を通じて、研究資源の蓄積と同時に、若手研究者の育成を図る。具体的には、2つの柱に対応した研究プロジェクトを組織（A・B）、各組織内に2チーム（Aは口述記録収集・一次資料収集、Bは国際関係史研究・比較史研究）を編成して研究計画を実施する。

#### 【期待される成果と意義】

本研究を通じて、海外引揚に関する一次資料および口述記録・手記からなる一大研究資源が蓄積され、次世代における研究環境の向上が期待される。また、アーカイブズ学による調査収集論・資料整理論・保存管理論を取り入れることで、単に歴史研究のみならず史料学・記録資料学分野への貢献にも繋がるものとなる。さらに、戦争体験の風化が叫ばれる今日において、戦争体験の次世代

への継承を図ることで一般社会に対して大きな貢献となりうる。

この他、国際関係史および比較史のアプローチを通じて、諸外国の研究者も巻き込んだより国際的かつ大規模な研究プロジェクトへと発展させ、日本近現代史が世界史的広がりを持つものであることを具体的に示し、海外引揚研究の進展だけではなく、日本近現代史の新たな可能性を提示できると確信する。

#### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・『満鉄全史―「国策会社」の全貌』（講談社、2006年）
- ・「満洲体験の精神史」（劉傑・川島真編『1945年の歴史認識』東京大学出版会、2009年）
- ・「戦後東アジアの冷戦と満洲引揚」（『東アジア近代史』第9号、2006年3月）

#### 【研究期間と研究経費】

平成21年度～25年度

61,700千円

ホームページ等

k.kato@nijl.ac.jp



## 研究課題名 日次マーケティングデータに基づく家計消費・労働供給の分析

一橋大学・経済研究所・准教授

あべ なおひと  
阿部 修人

研究分野：応用経済学

キーワード：家計消費・貯蓄・パネルデータ

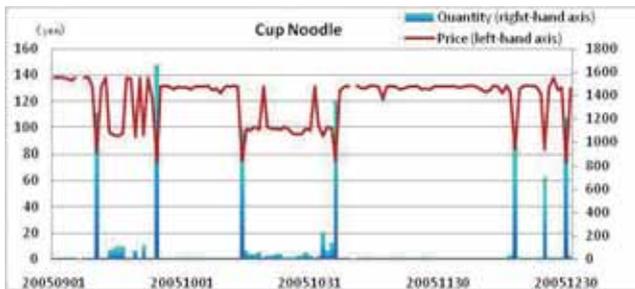
### 【研究の背景・目的】

現在の家計消費分析において利用される標準的な家計パネルデータは各家計の支出額に関する記憶に基づいて作成されている。このような消費パネルデータは、一般に経済理論が想定するよりも変動が大きい、それがデータ作成の際の計測誤差によるものなのか、それとも支出そのものが変動しているためなのかを識別することは困難であった。本研究は、マーケティング会社が作成している計測誤差の少ない、長期でかつ高頻度の家計の購買行動のパネルデータを用い、家計消費と労働に関する動学的意思決定モデルの構造パラメータの推計を試みるものである。データが日次、あるいは週次という高頻度であること、および商品別情報が利用可能であるという特徴を活用し、従来の月次・年次データでは正確に推計できなかった消費平滑化の測定、家計別物価指数の動向、特売時の買いだめ現象、および家計の時間配分に関して分析を行う。

### 【研究の方法】

標準的な家計消費データの変動が大きい理由として、(1)計測誤差が非常に大きく、その計測誤差が安定していない、(2)家計支出そのものが変動している、の二点を考えることができる。マーケティング会社の作成している家計パネルデータは、各家計がどのような商品をいつ、いくらが購入しているかをバーコードリーダーを用いて記録しているため、計測誤差は極めて少ないものと考えられる。本データ、標準的な記憶に基づく誤差の多い消費パネルデータ、および家計簿に基づく正確だが短期のパネル調査である家計調査などの異なるデータの分布の比較を通じて、各データに含まれる計測誤差の重要性に関して計測する。

図 1



(2)に関しては、支出が変動する要因を特定する必要があるが、本研究では特売時の買いだめに注目する。図1は、ある店舗における四ヶ月間のカップラーメンの価格と販売個数を示したものであり、普段は数個しか売れていないカップ麺は、特売時には千個を超える売り上げが記録されていることがわかる。このような加工食品の特売時の買いだめは従来の消費平滑化の推計においては注目されてこなかったが、バーコードリーダーに基づく家計消費データを用いれば、このような買いだめ現象がどの程度一般的な現象であり、家計支

出変動のどの程度を説明できるかを計測可能である。具体的には、家計消費財にある程度の耐久性があることを想定した耐久消費財の動学モデルを構築し、動学構造推計を行う。その際、商品価格変動の動学過程の推計も同時に行う予定である。

次に、家計間物価変化率の計測と実質賃金の分布を計測する。例えばデフレ・インフレが進行している状況下でも、商品価格の変化率は商品ごとにより異なる。家計により各商品間の代替の弾力性が異なる場合、物価変化率もまた家計間で異なる可能性がある。家計が直面する物価と就業状況などの家計属性との関係を明らかにすることで、実質賃金の変化がどのように家計間で異なるかを分析する。第三のテーマは時間配分である。家計マーケティングデータには購入店舗情報が残されており、近くのコンビニエンスストアでどの程度の価格プレミアムを支払い購入しているかを知ることが可能である。これは、消費者にとっての購買行動の機会費用の指標と考えることが可能であり、夫婦の就業状況、子供養育のための時間等の選択の結果とみなすことが可能である。所得分布および近隣店舗の価格情報をもとに、家計の時間配分決定のメカニズムを解明することが可能であると考えている。

### 【期待される成果と意義】

経済学者が十分に活用してこなかったマーケティングデータにより家計行動の動学的側面を明らかにすることは、経済学の可能性を大きく広げるものである。具体的には、非耐久財とみなされてきた食料支出の耐久性を考慮した消費関数の推計、平滑化の期間などは、このようなデータにより初めて推計が可能となるものである。また、家計別物価指数の異質性を考慮した実質賃金・所得分布の分析、購買行動の機会費用と労働供給や学歴・就業状況などの家計属性との関係の分析はいまだ十分に開拓されていない分野であり、本研究は物価ダイナミクスを重視する金融政策や人々の時間配分を分析する労働経済学の諸分野においても重要なインプリケーションを有する。

### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

Abe, Naohito and Yamada, T., "Nonlinear Income Variance Profiles and Consumption Inequality over the Life Cycle," 2009, *Journal of Japanese and International Economies*, forthcoming.

阿部修人・稲倉典子(2008)「パネルデータにおける家計消費の変動要因」『経済研究』第59巻第3号, pp. 228-239.

阿部修人・稲倉典子(2007), 「家計所得の共分散構造分析」『経済研究』第58巻第1号, pp. 15-30.

### 【研究期間と研究経費】

平成21年度-25年度

70,000千円

### 【連絡先】

nabe@ier.hit-u.ac.jp

【若手研究(S)】  
理工系(数物系科学)



研究課題名 代数多様体の数論幾何的予想の解決に向けた戦略的研究

慶應義塾大学・理工学部・講師 ばんない けんいち  
坂内 健一

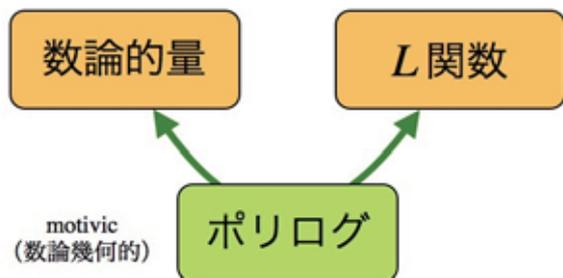
研究分野: 数論、数論幾何学

キーワード: ポリログ関数、テータ関数、 $L$ 関数、 $p$ 進 $L$ 関数

【研究の背景・目的】

整数論では古くから、整数論的に重要な代数的不変量と $L$ 関数の特殊値という解析的な不変量の関係が注目されてきました。代数多様体の類数を、Dedekind ゼータ関数で書き下す「類数公式」などはこの典型的な現れです。この関係は予想として様々な場合に一般化され、最終的には Bloch と加藤和也により、代数多様体の玉河数予想(Bloch-加藤予想とも呼ばれる)として定式化されました。この予想はクレイ研究所が主催しているミレニアム懸賞問題の1つである Birch-Swinnerton Dyer 予想(BSD 予想)をも特別な場合として含むことなどからも分かるように、整数論の中心的なテーマとして位置づけられています。

玉河数予想の難しさは、数論的量と $L$ 関数の特殊値という、異質なものを結びつける必要があることにあります。本研究の目的は、この両者の架け橋となりうる「ポリログ」という motivic (数論幾何的) な対象物を研究することです。



「ポリログ」とは、様々な代数多様体に対して構成されている数論幾何的対象です。射影直線引く3点の場合に Beilinson と Deligne によって初めて定義され、Beilinson と Levin によって楕円曲線の場合、その後、Wildeshaus や Kings によってアーベル多様体の場合などに類似の構成が行われました。非常に簡単な抽象的特徴付けを持つことが強みですが、具体的に書き下すことの難しさが難点でした。

最近、辻雄(東大数理)、小林真一(東北大)との共同研究を通して、楕円曲線の場合のポリログが Poincaré 束に付随するテータ関数を用いて、ポリログを簡単に具体的に書き下すことに成功しました。以上を踏まえて、本研究では次の2つの事柄を目指します。

・楕円曲線のポリログが具体的に記述できたことの数論的帰結を網羅的に研究する。

・アーベル多様体等、他の代数多様体の場合のポリログを具体的に記述することを試みる。

【研究の方法】

本研究では若手研究者3名程度を雇用して、チームで行うプロジェクト型研究として進めていきます。主には、楕円ポリログの具体的記述という成果を踏まえて、その数論的帰結を網羅的に戦略的に研究する予定です。

【期待される成果と意義】

楕円ポリログの具体的記述から、玉河数予想とも関連の深い、虚2次体の Hecke 指標に付随する $p$ 進 Beilinson 予想などを証明できることが期待されます。また、加藤和也氏の楕円曲線の岩沢理論に対する結果を、楕円ポリログの言葉で再解釈することも可能であると思われます。

アーベル多様体の場合にポリログを具体的に記述することは依然として難しい問題だと思われま。何らかの数論的に意味のある形で具体的に書き下すことに成功すれば、この場合の玉河数予想や $p$ 進 Beilinson 予想等に何らかの進展をもたらすことが期待されます。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ Beilinson and Levin, the elliptic polylogarithm, in: *Motives*, Proc. Symp. Pure Math. **55**, Pt. 2, pp. 123-190 (1994).
- ・ S.Bloch and K.Kato, L-functions and Tamagawa numbers of motives, in: *the Grothendieck Festschrift*, Vol. I, pp. 333-400, Prog. Math. **86**, Birkhauser, Boston MA, 1990.
- ・ K.Bannai, S.Kobayashi and T.Tsuji, On the de Rham and  $p$ -adic realizations of the elliptic polylogarithm for CM elliptic curves, arXiv:0711.1701v2

【研究期間と研究経費】

平成21年度-25年度

71,800千円

ホームページ等

<http://www.math.keio.ac.jp/~bannai/>

## 【若手研究(S)】

### 理工系 (数物系科学)



#### 研究課題名 厳密なカイラル対称性をもつ格子理論による 量子色力学のトポロジカルな真空構造の解明

高エネルギー加速器研究機構・素粒子原子核研究所・准教授 はしもと しょうじ  
橋本 省二

研究分野：数物系科学

キーワード：素粒子 (理論)

#### 【研究の背景・目的】

量子色力学 (QCD) は、強い相互作用の基礎理論としてすでに確立している。しかし、この理論を「解く」、すなわち固有状態を計算して導くことは、低エネルギーでの非摂動的性質のために未だに難しい問題である。その基本となる基底状態 (= 真空) の性質に関して、70年代にはトーフフトやウィッテン、グロスら、代表的な理論物理学者が、準古典近似や  $1/N_c$  展開 ( $N_c$  は色荷の数、 $=3$ ) を用いた解析を行ったが、実際の QCD に対する定量的な計算には至らなかった。ただし、ゲージ理論のトポロジーや量子異常が真空を決めるうえで重要な役割を果たすことが認識されるようになった。

QCD を非摂動的に扱うもっとも有効な手法は、格子ゲージ理論の数値シミュレーションによるもので、これまでにハドロンの質量や行列要素の計算などに威力を発揮してきた。しかし、この手法の大きな問題は、格子化の過程でカイラル対称性を壊してしまう点にあり (ニールセン・二宮の定理)、トポロジーや量子異常といったカイラル対称性が直接関係する性質に関して意味のある結果を得ることは難しかった。この問題を根本的に解決したのが ノイバーガーによるオーバーラップ・フェルミオンの提案(1998)であり、これによって量子異常を正しく反映しながら、厳密なカイラル対称性をもつ格子上のフェルミオンが構築された。

オーバーラップ・フェルミオンを数値シミュレーションにのせることは、その桁違いに大きい計算コストのためにその後にも困難な課題であったが、2006年、高エネルギー加速器研究機構に50テラフロップス級のスーパーコンピュータが設置されてようやく本格的なシミュレーションが可能になった。研究代表者らのグループは、厳密なカイラル対称性をもつ格子 QCD シミュレーションを世界で初めて実現し、物理量の計算に成果をあげつつある。このシミュレーションは、QCD のトポロジー構造を厳密に保つ初めてのもので、素粒子物理において70年代からの謎であった U(1)問題や Strong CP 問題といった QCD の真空構造にかかわる問題に、ようやく第一原理からせまることができるようになった。

本研究計画では、この研究をさらに発展させ、ゲージ場のトポロジカルな励起にともなうクォークゼロモードとカイラル凝縮の関係、フレーバー1重項の物理、QCD における南部ゴールドストーン粒子であるパイ中間子のループ効果の検証、トポロジーに関係する  $\theta$  真空の問題など、QCD 真空の

性質を、シミュレーションを通じて明らかにすることを旨とする。

#### 【研究の方法】

この研究では、大規模シミュレーションによって QCD 真空のデータを集めることが最初の課題となる。これまでに蓄積してきたデータを利用すると同時に、さらに詳細な解析のためにより大規模な格子でのシミュレーションも実行する。そのための計算アルゴリズムの改善も本研究計画の重要な課題である。

集まった QCD 真空のデータのもとでクォークがどのように振る舞うかを計算機上で“測定”する。このデータ解析では、クォーク固有モードの解析や、非連結クォークループの計算など、新しい手法を開発し積極的に取り入れていく。

#### 【期待される成果と意義】

QCD 真空はどうなっているのかという問いは、物質の質量がどうやって生まれたのかという根源的な問いに直結している。この問題に対してシミュレーションを使ってせまることができるようになった意義は大きい。この研究計画を通じて QCD 真空の様子とその帰結を多角的に理解することができる。

#### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- H. Fukaya et al. [JLQCD collaboration], “Two-flavor lattice QCD simulation in the epsilon-regime with exact chiral symmetry,” *Physical Review Letters*, 98, 172001 (2007).
- J. Noaki et al. [JLQCD and TWQCD collaborations], “Convergence of the chiral expansion in two-flavor lattice QCD,” *Physical Review Letters*, 101, 202004 (2008).

#### 【研究期間と研究経費】

平成21年度－25年度

50, 800千円

ホームページ等

<http://jlqcd.kek.jp/>

E-mail: shoji.hashimoto@kek.jp

## 【若手研究(S)】

### 理工系 (数物系科学)



#### 研究課題名 コアによる多圏地球気候システム解析

東京大学・海洋研究所・准教授

よこやま ゆうすけ  
横山 祐典

研究分野：地球惑星科学

キーワード：古気候・古海洋

#### 【研究の背景・目的】

気候変動の予測精度の向上のためには、モデルの動作特性の理解が重要である。現在進行中の地球温暖化について、その将来予測は科学的関心のみならず、社会的にも大きな注目を集めている。モデルの精度検証には、過去に起こった気候変動の時空間的情報が極めて有用であり、気候変動に関する政府間パネル(IPCC)でも、その必要性が強調されている。

機器分析の進展と計算機資源の発達によって気候変動予測がされてきたが、依然として将来予測に関しては不確実性が大きい。モデルを制約できる様々な時間断面での高精度気候データの空間的分布が不足していることや、太陽活動や雲の影響、氷床の底面の影響など、地球の気候サブシステム中の個々の細かい変動復元が不足しているためと考えられる。したがって本研究では、高緯度から低緯度までの過去の環境を記録している柱状試料(コア)や地球科学的試料を用いて、古気候・古海洋情報を復元することを目的とする。特に放射性元素を用いた年代決定や汎地球的に起こった環境変動イベント(地磁気エクスカージョンなど)を用いることで、年代決定の精度を高める事が可能となり、同時断面での地球のサブシステムどうしのつながりを明らかにしていきたいと考えている。

#### 【研究の方法】

本研究で明らかにしようとしているのは、磁気圏変動と気候変動の関係の解明および雪氷圏と大気海洋システム中のサブシステムどうしの関連性の理解である。特に近年、氷-年縞湖沼堆積物-木材の年輪-氷期のサンゴといった高品質の試料を手に入れることができつつある、過去15万年間



を研究対象とする。

この時期は高精度年代測定が可能であり、氷期間氷期の移行期といった、気候システム上、大きな変動期を含むことや、少なくとも2回の地磁気エクスカージョンが起こった事が分かっていること、また変質の少ない良質の試料が採取可能であるということが特長である。そのため本研究では、これらの試料を用いて、放射性元素を用いた高精度年代決定や、微量金属および同位体分析による定量的な環境変動を行う。

#### 【期待される成果と意義】

様々な時間断面での高精度データを復元することで、気候モデルの動作特性の理解を飛躍的に促進することが期待される。例えば年輪の放射性炭素とセルロースの同位体比を時系列復元し、データを比較検討することにより太陽活動と降水量変動との関連性を理解することができると考えられる。また氷床コアの宇宙線生成核種を分析する事により、地球磁場と太陽活動の経年変化についての基礎データを提供する事が可能となる。中緯度の堆積物試料を用いる事で、グローバルな気候変動とモンスーンやエルニーニョなどの連動性について解明することができると予想され、サンゴを使った研究により、低緯度環境変動と高緯度との連動性や、海水組成の変化と大気二酸化炭素濃度変化の解明などを行う事ができると期待され、これらの情報は、気候モデルの予測結果を定量的に評価できる事になるだろう。

#### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- Yokoyama, Y., Lambeck, K., De Deckker, P., Johnston, P., and Fifield, L.K. (2000). Timing of the Last Glacial Maximum from observed sea-level minima. *Nature*, 406, 713-716.
- Yokoyama, Y., Naruse, T., Ogawa, N.O., Tada, R., Kitazato, H., and Ohkouchi, N. (2006). Dust influx reconstruction during the last 26,000 years inferred from a sedimentary leaf wax record from the Japan Sea. *Global and Planetary Changes*, 54, 239-250.

#### 【研究期間と研究経費】

平成21年度-25年度

81,200千円

ホームページ等

<http://ofgs.ori.u-tokyo.ac.jp/~yokoyama/>



## 研究課題名 タンパク質化学に立脚した革新的生細胞内分子分析法の創製

東京大学・大学院理学系研究科・教授

おざわ たけあき  
小澤 岳昌

研究分野：理工系・化学・複合化学・分析化学

キーワード：生体分析

### 【研究の背景・目的】

生命の素過程を化学的視点から理解する試みは、科学全体の発展の為に極めて重要な課題である。この課題に挑むため、生命現象に学習した新しい化学的基盤技術の創出が強く求められている。我々は独自に初めて見出した現象—プロテインスプライシング反応による緑色蛍光タンパク質(GFP)の再構成—の発見に端緒をなし、生細胞内で分子の素過程を可視化するプローブ開発を展開してきた。本研究では、タンパク質再構成法をさらに発展させ、生細胞中の分子素過程を解明する新たな基盤技術の開発を目的とする。具体的には、

- 1) 生きた細胞内の生体分子の機能を可視化する分子プローブ
- 2) 細胞内シグナル伝達に関与する新規分子種同定法
- 3) 生体分子の機能を時空間制御する機能性分子材料

の開発を目指す。タンパク質化学に関する知見を元に、分子科学と遺伝子工学の最先端技術を利用して、革新的生体分子分析法を創出する。

### 【研究の方法】

タンパク質再構成法の基盤技術(図1)を展開し、3分子間タンパク質相互作用、脂質、Gタンパク質をターゲットとした可視化プローブを開発する。タンパク質の立体構造と機能に関する情報に基づき合理的な設計を行う。遺伝子工学手法ならびに合成化学を利用して、作製する分子の機能評価を、試験管内および細胞内で行う。さらにランダムなアミノ酸の変異導入・削除・挿入を行う「分子進化法」を取り入れ、タンパク質ライブラリーから

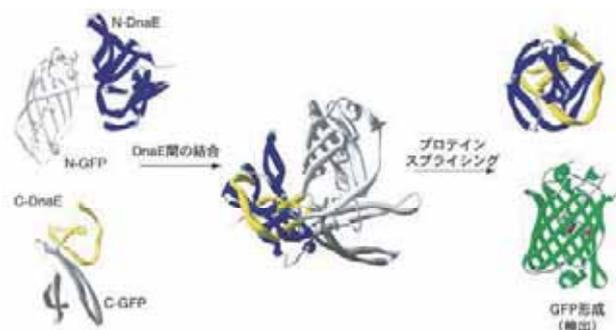


図1. プロテインスプライシング反応による蛍光タンパク質(GFP)の形成。N末とC末のGFP(N-GFP(濃氏)、C-GFP(濃氏))にスプライシングを起こすタンパク質N-DnaE(青)、C-DnaE(黄)を連結する。連結したタンパク質を細胞内で発現するとDnaE間で相互作用しスプライシング反応が起こる。その結果、N-GFPとC-GFPが組み替われば蛍光性のGFP(緑)が形成される。

目的の機能性分子をスクリーニングする。新規分子種同定法では、生理活性物質のスクリーニング法を開発し、遺伝子ライブラリーとケミカルライブラリーから、開発する機能性分子を用いて、目的とする機能性分子を探索する。光制御分子の開発では、光受容タンパク質と機能性分子の融合タンパク質を作製し、生細胞内で酵素活性やRNAの機能を光制御する分子プローブを創出する。

### 【期待される成果と意義】

本研究は、個々の分子反応の素過程を探究する分子科学と、要素還元的に現象の解明を試みる生命科学との中核に位置し、分野横断的な研究領域を開拓する分析法の創出を目的としている。GFPの発見やその開発に高い評価が与えられたように、蛍光や発光を利用した独自の生体分析技術を開拓し、この分野を先導し、そして世界を牽引する意義は極めて大きい。また本研究は、精度・感度・スループット性能の優れた、機能性分子の開発を目指しており、基礎生命科学研究の発展のみならず、創薬や医療のための解析ツール、化学汚染物質のスクリーニング、環境モニタリングなど社会にも大きく貢献することが期待できる。

### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- “Imaging Dynamics of Endogenous Mitochondrial RNA in Single Living Cells”, T. Ozawa, Y. Natori, M. Sato and Y. Umezawa, *Nature Methods*, **4**, 413-419 (2007).
- “A genetic Approach to Identifying Mitochondrial Proteins”, T. Ozawa, Y. Sako, M. Sato, T. Kitamura, and Y. Umezawa, *Nature Biotechnol.*, **21**, 287-293 (2003).

### 【研究期間と研究経費】

平成21年度—25年度

82,100千円

ホームページ等

<http://www.chem.s.u-tokyo.ac.jp/users/analyt/index.html>

[ozawa@chem.s.u-tokyo.ac.jp](mailto:ozawa@chem.s.u-tokyo.ac.jp)

## 【若手研究(S)】

### 理工系(化学)



#### 研究課題名 炭素-水素結合変換による統合的合成化学の開拓

名古屋大学・大学院理学研究科・教授 いたみ けんいちろう  
**伊丹 健一郎**

研究分野：有機合成化学、分子触媒化学、有機材料化学、ナノカーボン化学、天然物化学

キーワード：炭素-水素結合変換、統合的合成化学

#### 【研究の背景・目的】

分子をつなげて価値を生む有機合成化学は物質創製の要であり、合成化学における真に有用な基本的方法論の開拓は、有機物質を扱うあらゆる分野の飛躍的進展につながる。炭素-水素(C-H)結合の直接的化学変換は、理想的な有機合成方法論の最たるもののひとつとして認識されている。有機化合物に最も豊富に存在するC-H結合を直接的に変換して、有機骨格を自在にビルドアップすることができれば、サイエンスとテクノロジーの両面から合成化学の水準と可能性を飛躍的に高めることが可能になる。本研究は、有機合成化学に革新と新たな創造をもたらすべく、炭素-水素結合の直接化学変換を基盤とした統合的合成化学研究を行うものである。創薬化学、天然物化学、高分子化学、構造有機化学、有機材料化学、ナノカーボン化学、触媒化学、有機金属化学にまたがる広範な合成化学研究を、困難だが理想的な「C-H結合直接変換」をキーワードに推進し、実践的な化学合成に新境地を拓くことをめざす。

#### 【研究の方法】



本研究では、「炭素-水素結合の直接化学変換」をキーワードにした分野横断型合成化学研究を行うものであるが、課題としては以下の4つに大別できる。まず、新反応・新触媒という基本的方法

論の開発(課題1)と、ここからの論理的応用展開として、機能性有機材料や医薬農薬関連物質の合成と評価(課題2)を行う。さらに、これら方法論に重点を置く課題に加えて、本研究では魅力ある未踏物質群を標的にした課題にも取り組む。複雑天然物の超効率的全合成(課題3)や太さと長さの決まった純正カーボンナノチューブの世界初の完全化学合成(課題4)を、それぞれC-H結合変換で達成したいと考えている。また、各課題には、非常に優れたチームリーダーを配置し、それぞれのチームが相互に密接に連携・連動する体制で本研究を推進する。国内外の一流研究グループとの共同研究についても積極的に推進する。

#### 【期待される成果と意義】

最も理想的な方法(C-H結合変換)による分野横断型統合的合成化学を本研究で推進することで、最終的には「合成化学はひとつである」という境地に実感をもって達し、合成化学の新パラダイム構築に貢献したいと考えている。本研究を実施することにより、①C-H結合変換の合成化学関連分野における標準ツール化、②新しい有機エレクトロニクス材料の提供、③医薬農薬関連物質の迅速提供、④純正カーボンナノチューブの完全化学合成とナノカーボン科学の分子科学的進展、⑤複雑天然有機化合物の超効率的全合成とケミカルバイオロジー研究の進展、といった成果・波及効果が期待される。

#### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- Iridium Catalysis for C-H Bond Arylation of Heteroarenes with Iodoarenes, B. Join, T. Yamamoto, and K. Itami, *Angew. Chem. Int. Ed.*, **48**, 3644-3647 (2009).
- Direct C-H Arylation of (Hetero)arenes with Aryl Iodides via Rhodium Catalysis, S. Yanagisawa, T. Sudo, R. Noyori, and K. Itami, *J. Am. Chem. Soc.*, **128**, 11748-11749 (2006).

#### 【研究期間と研究経費】

平成21年度-25年度

81,300千円

ホームページ等

<http://synth.chem.nagoya-u.ac.jp/>



## 研究課題名 化学機能を制御する超分子ツールの創製

東北大学・多元物質科学研究所・教授 きんばら 金原 かずし 数

研究分野：化学

キーワード：超分子、分子素子、機能触媒

### 【研究の背景・目的】

本研究課題では、刺激に応答して機能を発揮する生体分子の機能をモチーフとして、「物質変換」および「エネルギー変換」などの化学的な機能を超分子化学的にコントロールする、新しい概念の分子ツールの開発を目指します。

物理的、あるいは化学的刺激に応答して物性が変化する刺激応答性分子は、分子センサー、分子メモリ等の分子デバイスの根幹を成す極めて重要な合成分子です。申請者らはこのような刺激応答性分子の中で、刺激により機械的な構造変化を起こす「分子機械」に注目し、既存の刺激応答性分子では実現できない新機能の発現を目指して、プログラムされた複雑な動きを実現する分子設計の基礎的な方法論を開拓してきました。一方、分子生物学の発展に伴い、生体系では物質生産、エネルギー変換、シグナル伝達、物質移動などの多くの化学的機能が、タンパク質を中心とした巨大分子の高度にプログラムされた機械的な動きを通してコントロールされていることが明らかになってきました。本研究課題では、生体系で実現されている機能のうち、「物質変換」および「エネルギー変換」に着目し、これらを人工環境下で実現する合成/半合成分子機械の構築を目指します。

### 【研究の方法】

本研究の鍵となるコンセプトは、「分子の歪みの可逆制御」です。人工触媒あるいは酵素反応において、反応活性中心部の立体環境が反応速度、選択性に大きな影響を与えることはよく知られています。このような触媒活性を有する分子に外部から分子機械を作用させて、これを物理的に歪ませ、さらに可逆的に戻すことができれば、反応活性、反応選択性を可逆的に変化させることができます。この原理は単純であるが故、様々な化学反応の制御に適用できる普遍性があります。また、歪んだ分子構造を生成することができれば、入力に用いる物理的なエネルギーとは異なる形の化学エネルギーとしてこれを貯蔵あるいは取り出すことにもつながります。そこで本研究課題では、まず第1に、有機金属触媒および酵素の2つをターゲットとし、これらに超分子化学的に作用し、機械的な構造変化を通じて活性の制御を行うことのできる超分子機械の開発を目指します。さらに、もう一つの重要な柱として、分子機械の「分子スイッチからの脱却」を目指します。例えば、物質の能動輸送を考えた場合、分子機械が2つの構造の間で変化する限り、機械的な動きを通じて物質を運ん

でも、逆の動きを起こす過程で物質を逆に輸送してしまうことになり、実質的な「仕事」を生み出すことは困難です。これに対し、生体系中のATP加水分解酵素などでは、ATPの結合、加水分解、ADPの解離という多段階を経ているため、この加水分解のエネルギーを利用して各種イオンの輸送という「仕事」をさせることができる。このような、「化学反応を利用した多段階の機械的動きの創製」にチャレンジします。

### 【期待される成果と意義】

石油をはじめとする資源逼迫が年々大きな課題となる中、既存の概念を越えた新しい機能物質の開発が将来的に必要不可欠な状況にある。生体中で起こっている様々な化学現象は、そのエネルギー変換効率の高さ、永続性の観点から、そのような機能物質の開発において、様々なヒントを与えてくれる。「分子機械」はこれまで、分子エレクトロニクスなど電子デバイス的な観点から着目されてきたが、生命を維持仕組みのなかでこれらを巧みに利用していることを考えると、電気以外のエネルギー源により動作する新しい機能物質の基盤として考えるのに適当であると期待される。分子の機械的な動きによって、化学反応の制御やエネルギー変換、エネルギー貯蔵などが実現できれば、既存の刺激応答性分子とは一線を画した、機能性マテリアルの新潮流を創出することが期待できる。

### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- Mechanical Twisting of a Guest by a Photoresponsive Host, Takahiro Muraoka, Kazushi Kinbara, and Takuzo Aida, *Nature* **2006**, *440*, 512–515.
- Chaperonin-Mediated Stabilization and ATP-Triggered Release of Semiconductor Nanoparticles, Daisuke Ishii, Kazushi Kinbara, Yasuhiro Ishida, Noriyuki Ishii, Mina Okochi, Masafumi Yohda, and Takuzo Aida, *Nature* **2003**, *423*, 628–632.

### 【研究期間と研究経費】

平成21年度－25年度

69,400千円

ホームページ等

<http://www.tagen.tohoku.ac.jp/labo/kinbara/index-j.html>

## 【若手研究(S)】

### 理工系(工学I)



#### 研究課題名 強相関酸化ナノエレクトロニクス構築に関する研究

大阪大学・産業科学研究所・教授

たなか ひでかず  
田中 秀和

研究分野: 工学

キーワード: 新機能材料、強相関系、ヘテロ構造、ナノ構造形成・制御、スピントロニクス

#### 【研究の背景・目的】

遷移金属酸化物は強い電子相関により電子スピンの強く結合している強相関電子系であり、非常に高温で強磁性、超巨大磁気抵抗、超伝導などを発現し、僅かな磁場、圧力、温度、キャリア濃度変化で大きく物性が変化します。この優れた、しかし扱い難い物質群を半導体デバイスのように制御できれば魅力的な新規エレクトロニクスが出現すると期待されます。本研究では、異なる機能を持つ酸化物を組み合わせる「ヘテロ構造」、格段に小さな「ナノヘテロ構造」により、バイアス電圧・光によるキャリア制御を通じ物性発現の源である電子相関を制御します。それにより、強相関物性のスイッチングを実現する、『強相関酸化ナノエレクトロニクス』の構築を目指します。

#### 強相関エレクトロニクスデバイス

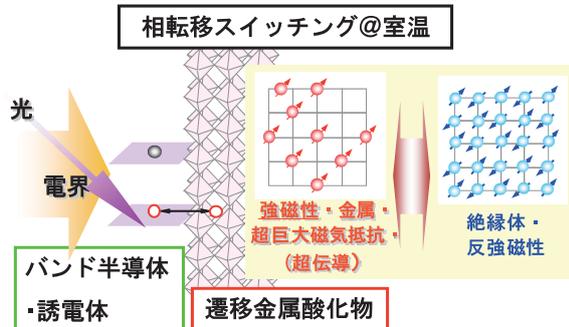


図1 ヘテロ構造による動的物性制御

#### 【研究の方法】

対象物質系には、最も強い電子相関を有し非常に高温まで強磁性を示すFe酸化物、室温付近で非常に巨大な金属-絶縁体転移を示すV酸化物など多彩な物質が存在します。これらに対し、(1)レーザー分子線エピタキシー法を用いた原子レベル制御界面を有する遷移金属酸化ヘテロ構造デバイス(電界効果トランジスタ、ダイオード)の作製とその強相関物性の電界・光での制御。(2)高輝度放射光施設を用いた電子・スピン分光測定による動作メカニズムの解明と学理構築(3)独自の極限ナノ構造形成技術を用いたナノスケールデバイス(ナノヘテロ構造)構築によるバルクを超えた新原理超巨大外場応答の創出以上の手法により目的にアプローチします。

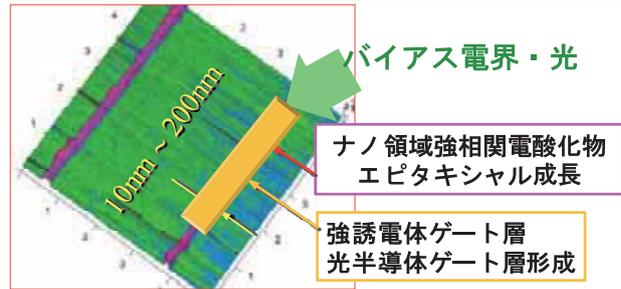


図2 超微細加工融合エピタキシャル薄膜成長によるナノスケールデバイス

#### 【期待される成果と意義】

対象物質群は、強磁性、誘電性、抵抗性など各種の次世代不揮発性メモリや、様々な情報を検知するセンサなど、我々の生活に密接に関連した情報検出・データストレージ材料として非常に有力な候補です。その半導体デバイス手法による物性制御の実現は、多方面に渡る新しいエレクトロニクス用途を創出し、ICT社会や安全安心社会に大きな寄与をもたらすと期待されます。

#### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

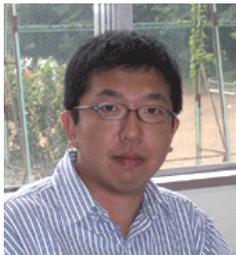
- “Epitaxial transition metal oxide nanostructures fabricated by a combination of AFM lithography and molybdenum lift-off”, H. Tanaka *et al*, *Adv. Mater.*, **20** (2008) 909-913
- “Electronic structures of  $Fe_{3-x}M_xO_4$  ( $M=Mn, Zn$ ) spinel oxide thin films investigated by X-ray photoemission spectroscopy and X-ray magnetic circular dichroism”, H. Tanaka *et al*, *Phys. Rev. B*, **76** (2007) 205108
- “Giant Electric Field Modulation of Double Exchange Ferromagnetism at Room Temperature in The Perovskite Manganite/Titanate p-n Junction” H. Tanaka *et al*, *Phys. Rev. Lett.*, **88** (2002) 027204,

#### 【研究期間と研究経費】

平成21年度-25年度  
75,800千円

ホームページ等

<http://www.sanken.osaka-u.ac.jp/labs/bis/h-tanaka@sanken.osaka-u.ac.jp>



## 研究課題名 細胞ビルドアップ型ウエットナノロボティクスの構築と機能創発に関する研究

東京農工大学・大学院共生科学技術研究院・准教授 **もりしま けいすけ**  
**森島 圭祐**

研究分野：マイクロマシン、バイオアクチュエータ、知能機械システム、バイオ MEMS

キーワード：バイオアクチュエータ、ウエットロボティクス、昆虫細胞

### 【研究の背景・目的】

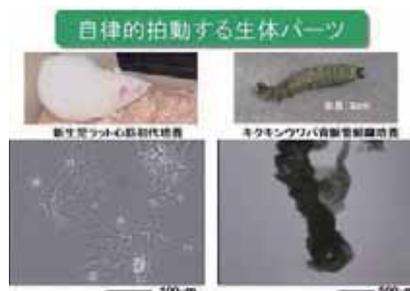
これまでバイオ MEMS 技術と生体組織工学を組み合わせ、マイクロ空間において細胞の生命を維持するバイオプロセスを集積化した生命機械システムを目指し、バイオ MEMS 技術によるバイオプロセスを集積化したマイクロバイオ化学システムの開発とバイオアクチュエータの基礎研究を行ってきた。しかしながら、これまで実証してきた哺乳類の筋細胞を用いたバイオアクチュエータは、心筋細胞の自発的収縮に依存しており、さらに、心筋細胞の自発的拍動を維持するためには、環境(温度、湿度、pH)の厳密な管理が不可欠である。ラットのような哺乳類の細胞を用いる場合、人為的に制御することが困難で、さらに、使用可能環境が 37℃と pH が中性付近と限られており、CO<sub>2</sub>がない環境、室温での動作は非常に困難であるため、将来的に、屋内外で用いるシステムに組み込まれるデバイスや自律駆動型機械システムとして実用化が難しい。

そこで、本研究では、世界初の細胞レベルで生体を用いた「室温で制御可能なバイオアクチュエータ」による細胞ビルドアップ型ウエットナノロボティクスを構築する。外部環境に対してロバストで室温での動作が可能な昆虫細胞に着目し、自由自在に形を再構成できる、化学エネルギー駆動型の自己再生能力をもつ機能創発ウエット&ソフトナノロボティクスの分野を新たに開拓し、異分野融合による新たなバイオロボティクス分野を創製することを目的とする。

### 【研究の方法】

細胞培養が確立されたラットの

ような実験動物を用いるのではなく、ロバストな耐環境性がある昆虫の筋細胞を駆動源として用いることで、駆動環境が広がり、将来的に室温で動作するシステムを構築でき、革新的なシステムが期待できる。細胞の自己修復・自己複製・分化能力を制御する構造体を作製し、室温で動作実験を行う。これらの条件を検討し、最終的に昆虫の筋細胞の駆動力で動作する構造体を構築し、さらに自己再生可能な生命機械システムの例として、細胞ビルドアップ型ウエットナノマイクロロボットの制御の基礎実験を行う。



### 【期待される成果と意義】

本研究では、昆虫の生理学及び生化学の分野とマイクロナノロボティクス・メカトロニクスの分野を融合した全く新しい学問分野である、細胞ビルドアップ型ウエットナノロボティクスの創出を目指し、基盤技術の構築と新たな人工筋肉を用いたウエットナノロボット分野の開拓を目指す。今後、様々な細胞培養プラント製造技術により、今回提案する昆虫の筋細胞を利用した生命機械システムも、現在の人工的なアクチュエータと同等レベルに大量生産でき、遺伝子操作等のバイオテクノロジーの発展によって、高機能化も見込める。将来的には、医療機器市場における生体組織の再生医療技術と融合することによって、生体をパーツとして用いる細胞を用いたものづくりが創出され、生命機械システムの定量化、筋細胞を用いた柔らかい生命機械システム設計論の構築が可能となり、これまで機械的なデバイスに頼っていた駆動システムを生体材料で製造するといった常識を覆す新たな学問分野及び産業を創出する可能性がある。医療分野やエネルギー・環境分野、また次世代ロボットシステム・ナノテクノロジー分野に広く社会に貢献できるものと期待され、応用面においても極めて重要な研究であると考えられる。

### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- “Long-term and room temperature operable bio-actuator powered by insect dorsal vessel tissue”, Y. Akiyama, K. Iwabuchi, Y. Furukawa, and K. Morishima, *Lab on a Chip*, Vol. 9, Issue 1, 140–144, (2009)
- “昆虫背脈管を用いた長期間室温で駆動するバイオアクチュエータの創製”, 秋山佳丈, 寺田玲子, 岩淵喜久男, 古川勇二, 森島圭祐, *日本ロボット学会誌*, Vol.26, No.6, pp667–673 (2008)
- “Culture of Insect Cells Contracting Spontaneously toward an Environmentally Robust Hybrid Robotic System”, Y. Akiyama, K. Iwabuchi, Y. Furukawa, and K. Morishima, *Journal of Biotechnology*, 133, 261–266, (2008).

### 【研究期間と研究経費】

平成 21 年度 – 25 年度

86,700 千円

ホームページ等

<http://www.tuat.ac.jp/~biomems/>



研究課題名 超高速光パラボラパルスの発生と光伝送・信号処理への応用

東北大学・電気通信研究所・准教授 ひろおか としひこ  
 廣岡 俊彦

研究分野: 通信・ネットワーク工学

キーワード: 通信方式(無線、有線、衛星、光、移動)・信号処理

【研究の背景・目的】

ブロードバンド回線の普及と多種多様なアプリケーションによる情報量の急激な増加に伴い、光ネットワークの高速化とノード処理の高機能化が喫緊の課題となっている。このため超短光パルスを光領域で時間多重する OTDM (Optical Time Division Multiplexing) 伝送技術、ならびに光で光を制御する全光信号処理技術が精力的に研究されている。本研究では、形状が  $t^2$  に比例する光パラボラパルスと呼ばれる高速光パルスを発生させ、これを用いた新たな超高速光伝送および光信号処理技術を開発することを目的とする。光パラボラパルスを発生させることができれば、これを全光信号処理の制御光パルスとして用いることにより、信号光にパラボラ位相変調、すなわち完全な線形チャープを印加することが出来る。その結果、時間と周波数を変換する「時間領域光フーリエ変換(OFT)」をはじめとして、従来は難しかった光信号処理が実現可能になる。

【研究の方法】

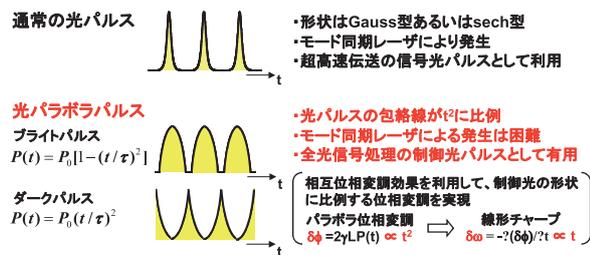


図1 光パラボラパルスとその重要性

光パラボラパルスとその重要性を図1に示す。通常の Gauss 型や Sech 型の光パルスとは異なり、パラボラパルスをモード同期レーザから発生させることは困難であるため、本研究ではまず通常の光パルスをパラボラの形状に整形するための技術を構築する。具体的には、光フィルタを用いてスペクトルを整形し、アレイ導波路回折格子を用いて各縦モードの振幅と位相を正確に制御することにより、ピークから裾野に至るまで精度よくパラボラの形状に近づける。次に、このパルスを制御光として用いて、相互位相変調効果を用いてパラボラ位相変調を全光で実現する。この技術を用いて理想的な全光フーリエ変換回路を構築し、これ

を 160 Gbit/s OTDM 伝送システムに適用して、OFT 伝送(波形無歪み伝送)を全光で実現する。さらに、完全な線形チャープにより時間と周波数を 1:1 に結び付けるという視点から、図2に示すようにこの技術を光パルス圧縮、波長変換、CW光のパルス化などの信号処理に応用する。

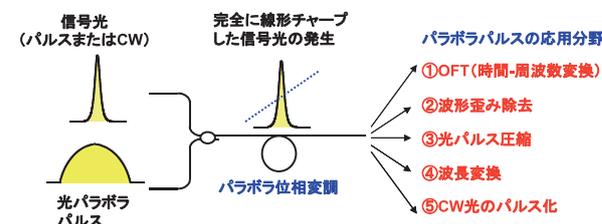


図2 光パラボラパルスの全光信号処理への応用

【期待される成果と意義】

本研究は高繰り返し光パラボラパルスを用いて完全に線形なチャープを実現し、これにもとづき新たな超高速光伝送・信号処理技術を提案・実証するものである。本技術により初めて時間と周波数を 1:1 に結び付けることが可能になり、その結果光通信ではこれまであまり注意を払ってこなかったパルスのスペクトルを縦横に使いこなす新しい光分野の開拓が期待できる。さらに本技術は次世代の大容量情報通信インフラとしても重要な役割を果たすと期待される。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ T. Hirooka and M. Nakazawa, "Optical adaptive equalization of high-speed signals using time-domain optical Fourier transformation," J. Lightwave Technol., vol. 24, pp. 2530-2540 (2006).
- ・ T. Hirooka, M. Nakazawa, and K. Okamoto, "Bright and dark 40 GHz parabolic pulse generation using a picosecond optical pulse train and an arrayed waveguide grating," Opt. Lett., vol. 33, pp. 1102-1104 (2008).

【研究期間と研究経費】

平成21年度-25年度  
 76,900千円  
 ホームページ等  
<http://www.nakazawa.riec.tohoku.ac.jp>



### 研究課題名 途上国に適用可能な硫黄サイクル微生物機能活性化・次世代水資源循環技術の創成

長岡技術科学大学・工学部・准教授 やまぐち たかし  
山口 隆司

研究分野：土木

キーワード：用排水システム

#### 【研究の背景・目的】

途上国では、下水の90%以上が未処理で河川等に垂れ流しの状態であり、特に都市部では人口集中による水環境の劣悪化が進んでいる。水環境の悪化は、飲料水源の汚染、消化器系疾病の発生などの問題につながり、実に途上国では水関係の疾病による死亡が全死亡率の約8割にまで及んでいると報告されている(WHO)。

熱帯・亜熱帯地域における主たる都市下水処理法は嫌気性生物処理法となっているが、温帯や高地等において下水温度が低下する条件に適した下水処理技術の研究開発は少ない。

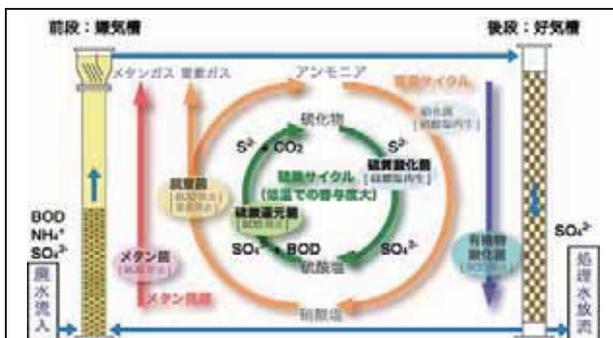
本技術は、硫黄サイクル微生物に着目することにより、冬季に下水温が10℃以下にまで低下する温帯や高地の低温下水でも稼働可能な特徴を有する。また、これまで未知である嫌氣的硫黄酸化現象の反応メカニズムの解明を試みる。

本研究の目的は、途上国に適用可能な新規下水処理技術の開発と、反応に関わる微生物生態の解明を行うことで、本邦発の環境技術を世界に発信し、途上国の水環境健全化・水資源確保に貢献することにある。

#### 【研究の方法】

本研究は、次の3点の事項を中心に行う。

- ラボスケール下水処理装置を用いて、低温条件でも稼働可能な省エネルギー・下水処理の運転操作因子の最適化を図る。BOD及び窒素除去の高速化と安定化。硫黄サイクル微生物の活性化。



下水処理システム概要図(システムは、嫌気生成物反応槽と好気性生物反応槽で構成する。有機物は、メタン生成古細菌、脱窒細菌、硫酸塩還元細菌及び好気性有機物酸化菌によって分解される)

- パイロット装置を途上国に設置し実証試験を行い、低温運転も含めたガイドラインの作成を行う。実用化の検討を行う。
- 嫌氣的硫黄酸化反応の解明および下水処理システムの微生物生態評価をおこなう。

#### 【期待される成果と意義】

本技術開発により、曝気電力を必要とする「標準活性汚泥法」と比較して最終処理水質が同程度で、省エネルギー、低汚泥排出、低CO2排出(いずれも活性汚泥法と比べて2/3程度削減)である特性を有することから、電力供給状態の悪い途上国に実装可能な水資源循環技術を提案可能である。嫌氣的硫黄酸化反応の解明を試みることにより、嫌気性排水処理技術の深化、および、地球上の硫黄循環の動態解明などへ貢献できると考えられる。また、微生物探索・生態解明のための技術開発及び基礎的知見の蓄積により、環境微生物分野の進展にも貢献できる。

#### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- H. Sumino, M. Takahashi, T. Yamaguchi, K. Abe, N. Araki, S. Yamazaki, S. Shimozaki, A. Nagano, N. Nishio, Feasibility study of a pilot-scale sewage treatment system combining an up-flow anaerobic sludge blanket (UASB) and an aerated fixed-bed (AFB) reactor at ambient temperature, *Bioresource Technology*, 98, 177-182, 2007.
- T. Yamaguchi, Y. Bungo, M. Takahashi, H. Sumino, A. Nagano, N. Araki, S. Yamazaki and H. Harada, Low strength wastewater treatment under low temperature conditions by a novel sulfur redox action process, *Water Science and Technology*, 50, 6, 99-105, 2006.

#### 【研究期間と研究経費】

平成21年度～25年度

81,000千円

ホームページ等

<http://ecolab.nagaokaut.ac.jp/>

[ecoya@vos.nagaokaut.ac.jp](mailto:ecoya@vos.nagaokaut.ac.jp)



研究課題名 公衆衛生工学手法による気中分散粒子系汚染物質の  
人体曝露経路予測と制御

九州大学・大学院総合理工学研究院・准教授

いとう かずひで  
伊藤 一秀

研究分野：工学・建築学

キーワード：空気環境・環境設計

【研究の背景・目的】

室内空間にて九割以上の時間を過ごすといわれる現代社会において、建築により形成される室内空間の良否が QOL に与える影響は甚大である。重量比に換算した体内摂取物質量は定常的な呼吸による室内空気成分が支配要素となるため室内空気環境の制御は特に重要な課題である。室内空気環境に関する問題は、様々な汚染物質が相互に影響し合う複合的な環境問題であるが、近年では気中分散粒子系汚染物質による空気汚染問題が顕在化しており、呼吸器疾患を始めとする各種のアレルギー症状を誘発する要因物質として対策が求められている。室内空気環境の改善のためには正確な濃度分布予測と濃度制御に関する対策技術の確立が急務である。

本研究では不均一濃度分布予測を可能とする工学的なミクロマクロ評価と疫学的調査をベースとする公衆衛生学分野の健康リスク評価を結合させた統合予測手法の開発を目指す。

【研究の方法】

本研究では以下の3つの具体的課題を遂行する。

(1) 気中分散粒子系汚染物質による室内空気汚染問題に対する工学的予測手法の確立

気相化学反応に起因する二次生成エアロゾルと微生物由来のバイオエアロゾルに着目し、人体呼吸器系への沈着作用等を詳細に調査すると共に、基礎実験データを基に粒径別数値モデル(気相化学反応モデル、生成モデル、沈着モデル、帯電凝集モデル、微生物増殖に伴うバイオエアロゾル放散モデル)を開発する。開発した各種数値モデルを計算流体力学(CFD)、数値人体モデル(Virtual Manikin)と連成させることで、非定常・不均一濃度分布の解析に加え、人体曝露経路の解明が可能な予測モデルを構築する。

(2) 気中分散粒子系汚染物質による室内空気汚染問題に対する公衆衛生学的詳細調査

長期滞在型の建築空間である住宅と短期滞在型の建築空間である空港ロビーやイベントホール等に分類し、気中分散粒子系汚染物質の季節変動を含む時間変動や空間分布の情報をデータベース化する。住宅等の長期滞在スペースでは、疫学的統計手法を併用することで気中分散粒子系汚染物質と健康影響の関係を解明する。最終的に、実態調

査結果と既往文献データを基に気中分散粒子系汚染物質の有害性検討を行うと共に、曝露量測定評価を基にした用量-作用関係と健康リスク評価モデルを作成する。

(3) 工学-公衆衛生学を統合した健康リスク評価と Public Health Engineering 分野の開拓

気中分散粒子系汚染物質による室内空気汚染問題の解明と対策技術確立のため、工学手法と公衆衛生学手法を統合し、空間の不均一濃度分布の詳細予測を基にした高精度の人体吸気濃度予測から個人曝露・集団曝露による健康リスク評価までを統合したフレームで扱う予測・評価手法を確立する。更にインフルエンザウィルス感染対策や生物剤・化学剤によるNBCテロ対策への活用も視野に入れ、高精度で汎用的な人体曝露経路予測手法を開発する。

【期待される成果と意義】

気中分散粒子系汚染物質に関する工学課題(詳細な不均一濃度分布予測手法の開発)と公衆衛生学課題(量-作用モデルと健康リスク評価手法の開発)の両者を包括的に統合し、一つのフレームにて研究を推進することで、濃度予測精度・範囲の飛躍的向上が期待される。最終的に工学-公衆衛生学の両者を繋ぐ新たな研究領域「Public Health Engineering」の礎を開拓し、安全・健康な社会実現に貢献する学問分野としての発展を目指す。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- Kazuhide Ito, Numerical Morphological Analysis of Fungal Growth based on a Reaction - Diffusion Model, *Biocontrol Science*, Vol.14, No.1, 21-30, 2009
- Kazuhide Ito, Fundamental Chamber Experiment on Indoor Secondary Organic Aerosol Derived from Ozone / VOC reactions, *Journal of Asian Architecture & Building Engineering*, vol. 7, no.2, 419-425, 2008

【研究期間と研究経費】

平成21年度-25年度

48,600千円

ホームページ等

<http://www.eee.kyushu-u.ac.jp/hlabo/>

## 【若手研究(S)】

### 理工系(工学II)



#### 研究課題名 異方性の材料科学に基づく骨配向化誘導

大阪大学・大学院工学研究科・教授

なかの たかよし  
中野 貴由

研究分野：材料工学

キーワード：異方性、骨質、骨再生、骨系細胞、構造材料

#### 【研究の背景・目的】

骨は部位に応じた微細構造の異方性を持つことで、初めて正常な力学機能を発揮する(図1)。しかし、現状、最先端の骨再生手法を駆使しても、正常な骨異方性(骨配向性)は再現できない。そこで、骨組織の「質的な解析」とともに、疾患・再生骨での「骨配向性を取り戻すための手法の確立」が急務である。本研究では、骨が本質的には異方性微細構造を持ち、その起源が骨系細胞の働きであることに着目し、材料工学ならではの手法を駆使し、骨配向化を人為的に誘導可能とする新規概念・新規技術の確立を目指す。具体的には、材料/細胞間での相互作用を利用し、配向化のための最適環境を与えるための手法を提案する。

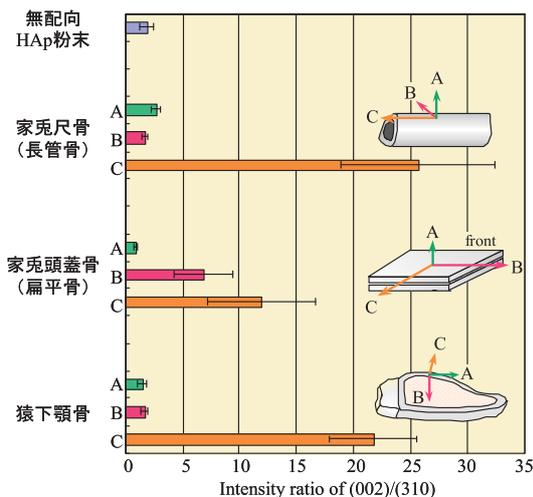


図1 様々な骨部位におけるユニークなアパタイトのc軸優先配向性 (T. Nakano et al., Bone, (2002))

#### 【研究の方法】

「骨配向化誘導」をキーワードに、(A) 新規足場材料開発、(B) 材料工学的手法適用、に分割し以下に注目し、研究を推進する。

(A) 骨系細胞を人為的に制御し、骨配向化を促すための新規足場材料の開発(新規足場材料開発)

(1) 形状設計：異方性孔・溝導入による骨芽細胞遊走方向制御・骨配向化組織誘導

(2) 材質制御：ゼブラ型バイオメタルによる骨系細胞誘導と配列化(図2参照)

(3) 結晶方位制御：単結晶を用いた結晶学的特徴を活かした骨系細胞増殖・分化誘導

(B) 材料工学的手法による強制的骨配向化誘導法の開発(材料工学的手法適用)

(4) 核形成・成長制御：微量金属元素によるコラーゲンホールゾーンでの骨配向化制御

(5) 外場制御：一方向性ひずみ場負荷による骨系細胞の分化・配列・石灰化制御

以上の新足場材料の開発/材料学的手法の投入により、これまで試みられることのなかった、異方性の材料科学とも言うべき概念に基づく骨配向化制御手法の確立を目指す。

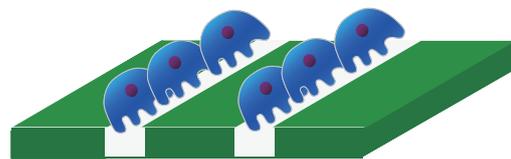


図2 ゼブラメタル上での細胞配向・アパタイト配向のイメージ図

#### 【期待される結果と意義】

バイオマテリアルの設計と材料工学手法の最先端を融合することで、骨配向化の制御が可能となるものと期待され、学術的な価値はいうまでもなく、将来の骨質を考慮した骨疾患・骨欠損の修復医療にも強く貢献できる。さらに最終的には代表者が目指す「異方性の材料科学」の構築の根幹をなす知見が得られる。

#### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

・ T. Nakano, K. Kaibara, Y. Tabata, N. Nagata, S. Enomoto, E. Marukawa and Y. Umakoshi  
Unique alignment and texture of biological apatite crystallites in typical calcified tissues analyzed by micro-beam X-ray diffractometer system, Bone, 31[4] (2002), pp.479-487.

・ T. Nakano, T. Ishimoto, J.-W. Lee and Y. Umakoshi  
Preferential orientation of biological apatite crystallite in original, regenerated and diseased cortical bones, Journal of the Ceramic Society of Japan, 116 (2008), pp.313-315.

#### 【研究期間と研究経費】

平成21年度-25年度

81,000千円

ホームページ等

<http://www.mat.eng.osaka-u.ac.jp/msp6/MSP6-HomeJ.htm>

E-mail: nakano@mat.eng.osaka-u.ac.jp



## 研究課題名 き裂成長履歴推定に基づく大型溶接構造物の疲労寿命推定の高精度化

九州大学・大学院工学研究院・准教授 **後藤 浩二**

研究分野：工学(総合工学)

キーワード：疲労, 材料・構造力学, 維持・管理, 鋼構造

### 【研究の背景・目的】

船舶・海洋構造物, 橋梁, 鉄道車両, 高層ビル, 海上空港等, 多くの大型溶接構造物が社会インフラとして活用されているが, これら構造物では現在も多く疲労損傷が報告されている。社会インフラの疲労損傷を防止することは, 豊かかつ安全な社会活動を営むために, 極めて重要な課題である。



図 鋼構造物に生じた疲労き裂の例  
(写真提供：首都高速道路株式会社)

疲労損傷事故発生の原因は, 設計・製造者の不注意だけではなく, 現在主に適用されている疲労強度評価手法(S-N曲線の利用)が十分ではない事にも理由がある。S-N曲線の手法では, 疲労破壊が起きたか否かという二択的な判定しかできず, 構造物の健全性判定に必要な, き裂成長量の定量的推定は行えないという問題がある。またS-N曲線の手法は, 過去に何らかの疲労損傷を経験した構造物に対する耐疲労検討には有用性があるものの, 新構造様式に対する疲労強度検討には弱い側面がある。

現状における, 唯一の確実な疲労寿命延命化法は, 「試行錯誤的に」作用応力を低減させることであるが, 応力低減の度合いを「論理的かつ定量的に」提示する手法は, 未だ確立されていない。

研究代表者のグループでは, 疲労寿命評価法に関する現状について, S-N曲線の手法では疲労寿命推定精度の飛躍的向上は望めないと考え, 疲労き裂成長曲線を定量的に予測し, これを指標とする寿命予測を行う立場で研究に取り組んでいる。

本研究では, 過去に培ってきた知見をベースに, 板厚貫通き裂に加えて, 実構造物への適用の観点から重要な問題である, 表面き裂(平面状の欠陥)の定量的な成長予測と, 多軸荷重条件下における疲労き裂成長予測問題に取り組む。

### 【研究の方法】

試験室レベルの疲労試験に加えて, 実働構造物

に近い大型試験体を用いた疲労試験を実施し, 表面き裂の成長履歴や多軸応力下での疲労き裂成長履歴の測定を行う。大型疲労試験は, 研究目的に対処可能な機器を有する, (独)海上技術安全研究所の協力を得ながら進める。

疲労き裂の定量的な成長予測には, 疲労き裂に特有の「き裂開閉口挙動」を定量的に考慮した解析が必要であるため, 現有手法を, より実用的なものに改良する。数値解析結果と実験結果を比較し, 比較結果を解析理論にフィードバックすることで, き裂成長履歴推定精度の向上を図る。

### 【期待される成果と意義】

き裂成長量の定量的推定に基づいた疲労寿命評価が一段と発展することが期待される。S-N曲線の手法には, 実験室で用いている小型試験片と実構造物の疲労破壊を定量的に結びつける手法が無いという問題が, 疲労研究の黎明期である1890年頃から指摘されているが, 本研究により, この懸案の解消に大きく近づくと考えられる。

既設構造物の残余寿命評価精度の大幅な向上に寄与できることから, 「予防保全的管理」手法の発展に資することができる。このことは, 既設社会インフラの安全性担保に直結している。

また, 新設計段階から高精度での疲労寿命評価が可能となるため, 過剰な補強部材を削減した構造設計につながり, この結果として重量削減が達成できるため, 構造物による環境への負荷が低減されることにつながる。

### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ Toyosada, M., Gotoh, K., Niwa, T., Int. J. Fatigue, Vol.26, No.9, 2004, pp.983-992
- ・ Gotoh, K. et al., Proc. ISOPE 2007, Vol.4, 2007, pp.3343-3347
- ・ Nagata, Y., Gotoh, K., Toyosada, M., J. Marin Sci. and Tech., Vol.14, No.1, 2009, pp. 104-114

### 【研究期間と研究経費】

平成21年度-25年度

80,600千円

ホームページ(以下URLの下に開設予定)

<http://www.nams.kyushu-u.ac.jp/common/production/>



## 研究課題名 シロアリの社会組織化に関わるシグナル分子伝達機構の解明

北海道大学・大学院地球環境科学研究院・准教授 **みうら とおる**  
**三浦 徹**

研究分野：生物学，基礎生物学，生態・環境

キーワード：社会性，ホルモン，フェロモン，自己組織化，ソシオゲノミクス

### 【研究の背景・目的】

生物の世界では、個が集し秩序ある総体を作り出す現象が様々なレベルで見られ、ここには生命が織りなす基本原理が存在すると考えられる。本研究は、社会性昆虫のシグナル分子の分子機構と進化の仕組みを分子生物学的および分析化学的手法などを用いて解明することを目指す。オオシロアリを主な材料として、環境要因を反映して分業を行うカーストの発生運命を決定するホルモンと、社会行動を制御するフェロモンを主要なシグナル分子として着目し、「個体→超個体」の組織化の仕組みを探る。さらに、シグナル分子の合成・受容に関わる遺伝子群の獲得がいかんして社会進化に貢献したかを考察し、分業や分化機構の獲得と維持に関わるモデルの構築およびシミュレーションを行うことで、社会進化・自己組織化の共通原理に迫る。



図1. 本計画の主な研究対象であるオオシロアリ。

### 【研究の方法】

#### カースト分化に伴う発生プロセスの改変

シロアリのカースト分化では、幼若ホルモンが重要な役割を果たすため、関連遺伝子の発現解析と機能解析を推し進める。あわせて、分化過程でのホルモンの役割についても解析する。

#### カースト特異的外分泌腺因子の網羅的解析

シロアリの個体には、大顎腺や腹板腺などの外分泌腺が存在し、各カーストでの特殊化も見られるため、外分泌腺でカースト特異的に遺伝子発現を解析する。発現に差の認められた遺伝子の中から、フェロモン合成や分泌に関わる分子の候補を見だし、詳細な発現動態及び、機能解析を行う。

### フェロモン分子の機能解析

個体間コミュニケーションにおける分子機能の解析を行うため、グルーミングや栄養交換行動などのアッセイ系を確立し、リポカリンなどのシグナル分子の機能を検証する。また、捕食者や競争者を導入したときのフェロモン分子の動態についても追跡する。さらに、これらの分泌フェロモンが他個体のカースト運命の決定に関与する可能性を吟味する。

### カースト分化・社会進化のモデル構築

生物界の中でも最も効率的な自己組織化システムともいえるべき社会性昆虫の分業行動には、様々な個体間相互作用により個体の内部状態が変化し、個体内で発生のゆらぎが生じることで、様々なカーストが分化するとされる。これら個体間相互作用から自己組織化が起こる原理を探るため、前述の計画で同定・分析された様々な因子を用い、社会行動モデルを構築することを試みる。

### 【期待される成果と意義】

本研究では、行動・生態からホルモン・フェロモン・神経生理など、社会性を考える上でのあらゆるレベルでのパラメータを抽出する。生物研究と理論研究とが相互にフィードバックしながら研究を推進する本計画は、これまで見えてこなかった重要な要素を発見することが期待される。内分泌シグナルが環境要因を媒介し発生を改変する仕組みは、社会性昆虫のみならず、環境による発生改変機構への洞察を与えるだろう。さらに、フェロモン解析により、個体間相互作用を担う分子機構が明らかになる公算が高い。この一連の社会制御のメカニズムとその進化過程を明らかにすることにより、社会進化・自己組織化の共通原理探究へと近づけるだろう。

### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- Cornette R, et al. (2008) J Insect Physiol: 54: 922-930.
- Miura T (2005) Evol Dev 7: 122-129.
- Miura T, et al. (1999) PNAS 96: 13874-13879.

### 【研究期間と研究経費】

平成21年度－25年度

57,700千円

ホームページ等

<http://noah.ees.hokudai.ac.jp/~miu/>

## 【若手研究(S)】

### 生物系 (生物学)



#### 研究課題名 哺乳類細胞を用いたオートファゴソーム形成機構の解析

東京医科歯科大学・大学院医歯学総合研究科・教授 **みずしま のぼる**  
**水島 昇**

研究分野：生物学

キーワード：タンパク質分解、細胞構造・機能

#### 【研究の背景・目的】

オートファジーはリソソームを分解の場とする細胞質成分の大規模分解系である(図1)。この分解系はすべての真核生物に備わっており、飢餓時の細胞内アミノ酸プールの維持、恒常的な細胞内浄化、初期胚発生、抗原提示、細胞内微生物除去など多くの生理的重要性をもっている。しかし生理的・病態生理的研究が進む一方で、オートファゴソーム形成の分子機構はまだ不明な点が多い。これまで出芽酵母を用いた解析が精力的に進められてきたが、哺乳類でも全 Atg ホモログの同定やノックアウト・ノックダウン細胞作製など整備が終わり、系統的にオートファゴソーム形成を分子レベルで解剖できる段階に来ている。また、哺乳類細胞には、酵母より大型のオートファゴソームをもつなどの実験上の利点もあり、さらには独自の分子機構が存在する可能性もある。そこで、本研究課題では、哺乳類 Atg 因子の機能阻害変異体などを利用することで、オートファゴソーム形成過程を生化学的・形態学的にさらに解剖し、オートファゴソーム膜の起源や隔離膜伸長の分子機構を明らかにすることを目指す。

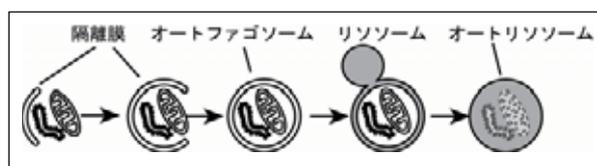


図1. オートファジーの模式図

#### 【研究の方法】

##### 1. オートファゴソーム形成始動に関わる ULK1 複合体の解析

酵母および哺乳類細胞において(m)TOR がオートファジー抑制に重要であることが知られている。最近私たちは、オートファジーに必須な ULK1-Atg13-FIP200 複合体が富栄養条件下で mTORC1 複合体と結合すること、さらに ULK1 が mTOR の新規基質となりうることを見いだした。ULK1-Atg13-FIP200 複合体は約 3 MDa からなる巨大複合体を形成し、その一部は隔離膜に局在する。そこで、この複合体の解析および ULK1 の基質の同定などを通じて哺乳類オートファゴソーム形成初期過程を解析する。

##### 2. オートファゴソーム形成の形態学的および生

#### 化学的 dissection

哺乳類 Atg 因子は5つのモジュールに分類することが可能であり、それぞれのモジュールについて、ノックアウト細胞あるいはノックダウン細胞(オートファジー不能の表現型を確認したもの)が現在解析可能な状況にある。そこで、これらを生化学的および形態学的に解析することによって Atg 因子間の関連を明らかにし、オートファゴソーム形成の素過程への分離を行う。さらに前駆体・中間体の特定とその分子構成の解析を試みる。

#### 【期待される成果と意義】

オートファゴソーム形成の分子機構を明らかにすることによって、近年知られつつあるオートファジーの多様性や基質特異性への理解が深まると考えられる。さらに、オートファジー活性の新しい測定方法や人為的制御方法への開発へとつながることが期待される。また、最近これら Atg 因子が、エンドサイトーシスやウイルス複製などのオートファジー以外の経路でも機能していることが示唆されているため、これらの経路の理解にも貢献すると考えられる。

#### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- Hosokawa N, Hara T, \*Mizushima N et al. Nutrient-dependent mTORC1 association with the ULK1-Atg13-FIP200 complex required for autophagy. *Mol. Biol. Cell* 20: 1981-1991 (2009)
- Itakura E, Kishi C, Inoue K, Mizushima N. Beclin 1 forms two distinct phosphatidylinositol 3-kinase complexes with mammalian Atg14 and UVRAG. *Mol. Biol. Cell* 19: 5360-5372 (2008)
- Hara T, Takamura A, Kishi C, Iemura S, Natsume T, Guan JL, Mizushima N. FIP200, a ULK-interacting protein, is required for autophagosome formation in mammalian cells. *J. Cell Biol.* 181: 497-510 (2008)

#### 【研究期間と研究経費】

平成21年度－25年度

80,400千円

ホームページ等

<http://www.tmd.ac.jp/med/phy2/phy2-J.html>

## 【若手研究(S)】

### 生物系 (生物学)



#### 研究課題名 多彩な細胞系譜の運命決定・恒常性を制御する 転写因子 Blimp1 の統合的機能解明

京都大学・大学院医学研究科・教授 さいとう みちのり  
齋藤 通紀

研究分野：生物系・生物学・生物科学・発生生物学

キーワード：細胞分化・幹細胞・生殖細胞・エピジェネティクス

#### 【研究の背景・目的】

細胞の運命決定・機能維持機構の解明は、生命科学の中で最も重要な課題の一つである。細胞の運命及び機能はそれぞれの細胞に特異的な転写因子群とそれらの結合部位を規定するエピゲノム状態（クロマチンの後成的修飾状態）により制御される。ところが実際の生体における細胞の運命決定・機能維持過程においてこの両者を高い解像度で解明した研究は極めて少ない。これは、実際の生体における細胞運命決定や機能維持が少数の細胞を起点にして起こる現象で、これまで少数の細胞においてこの両者を定量的に解析する技術が存在しなかったことに起因する。本研究は、少数（ $\sim 1000$ ）の細胞のエピゲノム状態を Chromatin immunoprecipitation-DNA Chip 法（ChIP-Chip 法）もしくは ChIP-Sequence 法により定量的に測定する技術を開発し、その技術を用いて、多彩な細胞の運命決定・恒常性維持に必須の働きをする転写因子 Blimp1 の作用発現機序を生殖細胞系列と B 細胞系列をモデルに解明、統合的に理解することを目的とする。

#### 【研究の方法】

$10^3\sim 10^4$  個程度の少数細胞を出発材料とした ChIP 法の技術的制約は以下の 2 点、1) ヒストン等のゲノム中に多数の結合部位を持つタンパク質を対象としており、転写制御因子に適用困難、2) 免疫沈降したゲノム DNA が少量でゲノムワイドな解析に適用困難、に要約される。本研究では、1) を解決するため、個々の転写制御因子に対する抗体による ChIP 法に替えて、タグ付き Blimp1 を発現するノックインマウスを作成し、タグを標的とした少数の細胞からの高効率 ChIP 法のプロトコール確立を目指す。また、2) を解決するため、免疫沈降されたゲノム DNA 断片の網羅的かつ高精度な増幅を、単一細胞 cDNA 増幅法の一部を直接応用することで行う。開発した技術を用いて、生殖細胞系列と B 細胞系列における Blimp1 の作用機序を統合的に解明する。

#### 【期待される成果と意義】

少数細胞におけるゲノムワイドな転写因子の結合部位及びエピゲノム状態の測定技術開発は、本研究の目的達成はもちろんのこと、発生・組織生

物学及び幹細胞生物学における最重要課題の一つであると考えられ、その目的が達成されれば、生体に存在する多彩な細胞群や組織幹細胞のエピゲノム状態を直接測定することが可能となる。この技術開発は、組織幹細胞の機能維持機構の解明や長期培養技術の開発、多能性幹細胞もしくは組織幹細胞から調整された細胞の品質評価にも大きな貢献をすることが期待される。

本研究の目的が達成されれば、Blimp1 による生殖細胞系列及び形質細胞の運命決定・機能維持過程がこれまでにない高精度で描出されることになり、両分野の発展に貢献する。特に始原生殖細胞におけるエピジェネティックリプログラミングの分子機構解明の基盤となる。さらに、Blimp1 はこれら 2 つの細胞系譜以外においても極めて重要な働きをしており、本研究の成果は、細胞運命決定・機能維持機構一般に内在する基盤原理の同定につながると期待される。

#### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- Ohinata, Y., Ohta, H., Shigeta, M., Yamanaka, K., Wakayama, T., and Saitou, M. (2009). A signaling principle for the specification of the germ cell lineage in mice. *Cell*, 137, 571-584.
- Kurimoto, K., Yabuta, Y., Ohinata, Y., Shigeta, M., Yamanaka, K., and Saitou, M. (2008). Complex genome-wide transcription dynamics orchestrated by Blimp1 for the specification of the germ cell lineage in mice. *Genes & Development*, 22, 1617-1635.

#### 【研究期間と研究経費】

平成 21 年度 - 25 年度

76,100 千円

ホームページ等

[http://www.med.kyoto-u.ac.jp/J/grad\\_school/introduction/1103/](http://www.med.kyoto-u.ac.jp/J/grad_school/introduction/1103/)

## 【若手研究(S)】

### 生物系 (農学)



#### 研究課題名 植物生殖細胞の初期発生を制御する遺伝システムの解明

国立遺伝学研究所・実験圃場・准教授 ののむら 野々村 けんいち 賢一

研究分野：生物系・農学・農学・育種学

キーワード：植物育種・遺伝、遺伝子・蛋白質、発生遺伝、生殖

#### 【研究の背景・目的】

生殖は遺伝の根幹を成す生命現象であり、植物にとっては種子生産に直結する重要な過程であるが、特に生殖細胞の初期発生過程を制御する遺伝システムは、そのほとんどが未解明のままである。本課題では、植物の生殖細胞が体細胞から分化して減数分裂に至るまでの過程について、突然変異体などを用いた解析を中心に研究する。

私たちは以前、植物生殖細胞で特異的に機能するアルゴノート蛋白質 (AGO) としては世界で初めてとなる、イネ MEL1 の同定に成功した。AGO は、小さい RNA 分子を介して標的 RNA と結合し、遺伝子発現抑制やクロマチン修飾、外来ウィルスの抑制など、多岐にわたる現象を司ることで知られる。植物では、環境シグナルに応答して誘導されたクロマチン修飾の変化が、動物と同様に、生殖過程でリセットされるゲノム再プログラム過程の存在が示唆されている。また植物の減数分裂期染色体も他の真核生物と同様に、相同な相手を認識するために特殊なクロマチン構造をとる。すなわち、植物生殖細胞の発生過程はダイナミックなクロマチン構造の変化を伴うと予測できる。

そこで本課題は、MEL1 など植物の生殖関連蛋白質の機能解析を軸とし、クロマチン修飾関連遺伝子群の機能解析と併せて、植物生殖細胞の初期発生を促進する制御機構の解明を目的とする。

#### 【研究の方法】

私たちはこれまでに、減数分裂への移行に必須であるイネ新規蛋白質 MEL2 の同定にも成功している (未発表)。イネ幼穂を用いた免疫共沈実験により、MEL1 および MEL2 と結合する RNA あるいは蛋白質を同定する。mel1 変異体では、いくつかのクロマチン修飾関連遺伝子の発現が低下する (図1)。これらの遺伝子の生殖過程における働きについて、遺伝子機能を喪失した植物体を作成するなどして、MEL1 機能との関連性を解析する。また、レーザーマイクロダイセクション法により顕微鏡下で発生途上の生殖細胞を摘出、DNA あるいは RNA を抽出し、生殖に関連する遺伝子の発現や特定のゲノム領域におけるクロマチン修飾などを突然変異体などを利用して解析する。上記の解析から MEL1 および MEL2 の標的候補であると判断し得るその他の遺伝子についても、適宜解析する。

#### 【期待される成果と意義】

(1) イネ AGO 蛋白質 MEL1 と相互作用する RNA/蛋白質の解析から、体細胞と生殖細胞の AGO による遺伝子制御システムの比較が可能になり、植物の生殖細胞の初期発生に必要な遺伝システムの理解が進む。また MEL1 が発現を促進/抑制する遺伝子 (配列) の種類とゲノムマップの作成から、生殖細胞発生の促進に必須の新たなゲノム因子の存在が明らかとなる。(2) 減数分裂の移行を促進する分子メカニズムが明らかになる。(3) 生殖細胞の発生過程で必要なクロマチン修飾のダイナミックな変化の様相の一端が明らかとなる。(4) 生殖細胞の初期発生過程で生じる生殖的隔離やストレス障害など、育種的な諸問題を解決するための重要な糸口を与える意味で、応用的な波及効果が期待できる。

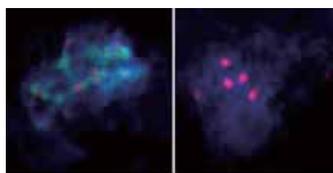


図1 正常型イネの減数分裂細胞 (左) では、動物体 (赤) 周辺ヒストン H3 の9番目のリジン残基が高度にジメチル化されるが (緑)、mel1 変異体 (右) ではジメチル化が低下する。青は染色体。

#### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- Nonomura, K.I., et al. A germ cell-specific gene of the ARGONAUTE family is essential for the progression of premeiotic mitosis and meiosis during sporogenesis in rice. *Plant Cell* 19: 2583-2594 (2007)
- Nonomura, K.I., Kurata, N., et al. PAIR2 is essential for homologous chromosome synapsis in rice meiosis I. *J. Cell Sci.* 119, 217-225 (2006)

#### 【研究期間と研究経費】

平成21年度－25年度

65,500千円

ホームページ等

<http://www.nig.ac.jp/labs/ExpFarm/jweb/jtop/jlab.html>

## 【若手研究(S)】

### 生物系(農学)



#### 研究課題名 ナノ構造化糖鎖素子を介した機能糖鎖集密化バイオマテリアルの創出

九州大学・大学院農学研究院・准教授 きたおか たくや  
北岡 卓也

研究分野：農学

キーワード：セルロース

#### 【研究の背景・目的】

近年、ナノ工学とバイオ技術の融合による生体機能材料の研究開発が盛んに行われている。特に、細胞表面を覆う「糖鎖」を介した生理情報伝達系を生体外で機能模倣・材料利用する試みは、再生医用材料分野で大きな注目を集めている。糖鎖の生体機能は、クラスター効果をはじめとするナノスケールでの空間配置や密度が鍵を握っており、その精密制御に向けた技術革新が希求されている。

ところで、植物の細胞壁をなすセルロースは、D-グルコースがβ-1,4結合のみで連なった単純な構造の多糖類でありながら、規則的な分子内・分子鎖間相互作用により、高度に制御されたナノ配列構造を形成する。特に、天然セルロース特有の平行鎖結晶構造は、糖鎖の生理機能を担う非還元性末端基が集密化した状態とみなすことができる。

本研究では、生命現象に直結する糖鎖の構造と機能を模倣したバイオマテリアルの創出を目指す。特に、オリゴ糖アセンブリの人為的な構造構築と材料機能化に、セルロースなどの構造的糖鎖分子を「ナノ構造化素子」として利用するコンセプトを提案する。細胞と直接相互作用する新材料開発を通じて、糖鎖系バイオ材料の新研究領域「グライコナノアーキテクニクス」の研究基盤を築く。

#### 【研究の方法】

本研究では、3つの独自技術である「非水系酵素反応による糖鎖合成技術」、「構造的糖鎖造膜技術」、「金ナノ粒子合成-糖鎖その場修飾技術」の融合・先進化により、生体機能糖鎖を構造的糖鎖でナノ配向集積したバイオインターフェースの開発と、その技術を用いた糖鎖集密化金ナノ粒子によるバイオセンシング等への応用展開を図る。

具体的には、種々の糖加水分解酵素を表面保護した溶媒耐性酵素を用いて、非水系でセロオリゴ糖と生体機能糖とのヘテロ糖を合成する。次に、糖鎖の還元性末端特異的S誘導体化とそれを介した金表面への自己組織化をアミノキンド系溶媒中で行うことで、機能糖鎖のナノ配列構造が精密制御された新規バイオマテリアルの開発を目指す。

#### 【期待される成果と意義】

生命現象に深く関与する細胞表面糖鎖を介した相互作用は、糖鎖材料開発における最重要ファクターである。本研究の手法は、単なるオリゴ糖や分子・基板にグラフトした側鎖糖鎖群とは異なり、その界面が結晶化するほど密に、かつ透明に配向集積させることができ、糖鎖密度制御や数種の糖鎖・頻出官能基との複合化も容易である。また、

酵素と基質の組み合わせ次第で合目的な機能糖鎖を自由に合成でき、ナノ構造化素子のセロオリゴ糖鎖とのコンジュゲートにより、膜・粒子上での配向集積も可能である。これにより、細胞形成・分化・機能と糖鎖ナノ集合構造との関係性の解明を図り、新規な糖鎖系バイオマテリアルの創出と医工学材料分野での新用途開発に寄与するとともに、糖鎖側のインターフェースデザインで細胞応答現象を操作する新しい糖鎖材料化学「グライコナノアーキテクニクス」の開拓が期待される。

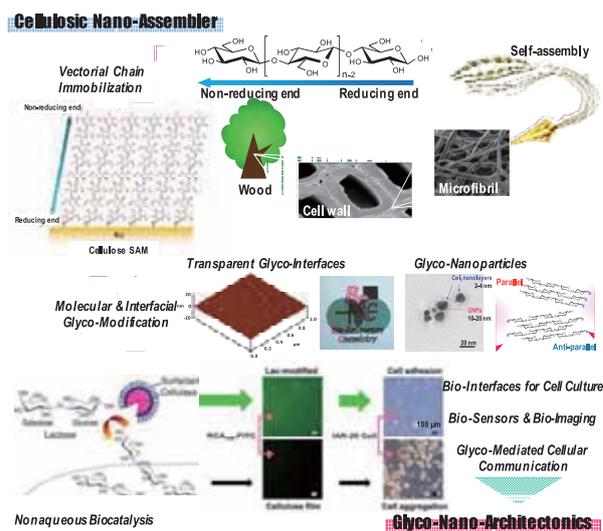


図 ナノ構造化糖鎖素子を介したバイオ材料開発

#### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- Egusa S., Kitaoka T., Goto M., Wariishi H., "Synthesis of cellulose in vitro by using a cellulase/surfactant complex in a nonaqueous medium", *Angew. Chem. Int. Ed.*, **46**, 2063-2065 (2007).
- Yokota S., Kitaoka T., Opietnik M., Rosenau T., Wariishi H., "Synthesis of gold nanoparticles for in situ conjugation with structural carbohydrates", *Angew. Chem. Int. Ed.*, **47**, 9866-9869 (2008).

#### 【研究期間と研究経費】

平成21年度-25年度

77,100千円

ホームページ等

<http://bm.wood.agr.kyushu-u.ac.jp/>

[tkitaoka@agr.kyushu-u.ac.jp](mailto:tkitaoka@agr.kyushu-u.ac.jp)



## 研究課題名 不斉触媒反応開発を基軸とする革新的有機合成 および医薬候補分子骨格の拡張

東京大学・大学院薬学系研究科・准教授

かない もとむ  
金井 求

研究分野：医歯薬学

キーワード：不斉合成

### 【研究の背景・目的】

標的分子の環境調和性高い自在合成法の確立を基盤として、医薬分子の候補骨格を拡張し、最終的に人類の健康に貢献する医薬の創出を促進することが、本研究の最大の目標である。生命科学と物質科学の橋渡しとして位置し人類の知の総結集ともいべき創薬は、天然資源の乏しい我が国の21世紀の重要な基幹分野の1つである。近年、世界的に新薬が出にくくなっている傾向があるが、その原因として、医薬リードの質が限界に達しつつある点が挙げられる。供給コストを最初から考えて、優れた生物活性が期待される化合物であっても合成が困難な場合にはリードから排除される場合がある。医薬分子の基本となる有機化合物は本来無限の多様性を持っているにもかかわらず、創薬の入り口で候補分子を「つくりやすさ」を基準に極端に限定せざるを得ない点は大きな問題である。本研究課題では、不斉触媒反応の開発を基盤として現状の有機合成化学の限界を克服していくとともに、創薬を推進しうる新骨格医薬リード分子群の一般的合成法の確立を目標とする。

### 【研究の方法】

#### 1. ソフトメタル共役不斉塩基触媒の特性を活かした元素効率の高い炭素骨格構築反応の開発

ソフトメタルの $\pi$ 電子親和性を利用したニトリル $\alpha$ 位、アリル位、ベンジル位、プロバルギル位等の官能基選択的脱プロトン化を促進するソフトメタル (Cu, Fe, Mn, or Co) 共役塩基不斉触媒を創出する。反応系内で安定有機分子からの脱プロトン化により触媒的に生成するソフトメタル共役核剤を用いて、新規な直接的触媒的不斉炭素骨格構築反応を開発する。

#### 2. 不斉触媒反応開発を基盤とする医薬およびそのリード化合物の革新的合成

独自の不斉触媒反応の特色を活かして、医薬を含めた生物活性化合物の迅速合成法を確立する。特に、抗結核薬 R207910 の短工程合成、無保護の糖をアクセプターとする抗インフルエンザ薬リレンザの簡便合成、および脱対称化によるイノシール 1,4,5-トリスリン酸の合成法の確立を目標とする。また、反応論開発を基盤とした特色ある医薬リード創製への貢献にも力を注ぐ。例えば、不斉触媒制御の直接的連続的アルドール反応を開

発することにより、不斉四置換炭素含有人工ポリケチドを網羅的に合成し、その医薬リードとしての機能を検討することを計画している。

### 【期待される成果と意義】

ソフトメタル-ハードアニオン共役塩基不斉触媒の炭素骨格構築触媒としての優れた機能は、私たちが世界に先駆けて発見したものである。独自の触媒を元素効率の高い不斉炭素骨格構築反応に展開し、方法論開発を基盤として標的分子の合成を革新的に効率化していく。さらに既知の医薬や生物活性化合物の合成法確立に留まらず、独自の不斉触媒反応の特徴を活かして特色ある医薬候補分子骨格の開拓を目指す。本研究により医薬合成の効率や環境調和性を格段に向上させるとともに、従来は合成がネックとなってアクセスできなかった新規医薬分子の選択が可能となり、潜在的医薬候補品の可能性を質的に向上できるものと期待される。医薬リードの枯渇が世界的に深刻化する前に新たなリード分子群を開拓しておくことは、世界産業や経済にとっても大きな意義を持つ。基礎となる合成方法論の拡充を通して有機合成化学の創造性を拡張し、創薬や機能性分子創製といった分野に貢献していきたい。

### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- Tomita, D.; Yamatsugu, K.; Kanai, M.; Shibasaki, M. "Enantioselective Synthesis of SM-130686 Based on the Development of Asymmetric Cu(II)-Catalysis to Access 2-Oxindoles Containing a Tetrasubstituted Carbon" *J. Am. Chem. Soc.* **2009**, *131*, in press.
- Yamatsugu, K.; Yin, L.; Kamijo, S.; Kimura, Y.; Kanai, M.; Shibasaki, M. "A Synthesis of Tamiflu by Using a Barium-Catalyzed Asymmetric Diels-Alder-Type Reaction" *Angew. Chem., Int. Ed.* **2009**, *48*, 1070-1076.

### 【研究期間と研究経費】

平成21年度-25年度

86,100千円

ホームページ等

<http://www.f.u-tokyo.ac.jp/~kanai/index.html>

## 【若手研究(S)】

### 生物系 (医歯薬学 I)



#### 研究課題名 オートファジーの破綻によるヒト病態発症機序の解明

財団法人東京都医学研究機構・東京都臨床医学総合研究所・副参事研究員

こまつ まさあき  
小松 雅明

研究分野：病態医化学

キーワード：オートファジー、p62、Nbr1、凝集体、ユビキチン

#### 【研究の背景・目的】

オートファジーは、オルガネラを含む細胞質成分のバルクな自己分解経路であり、栄養飢餓に対応した自己代謝によるアミノ酸供給や恒常的な自己成分の新陳代謝が主要な働きであると考えられてきた。重要なことに、この分解系は、老化に伴いその活性が減弱することが明らかにされつつある。実際、マウス遺伝学を駆使した我々の発生工学的研究から、オートファジーの破綻が様々な老人性ヒト疾病の発症原因となることが判明した。さらに、ごく最近申請者らは、オートファジーの破綻による病態発症は、細胞内に特異的なタンパク質・オルガネラの蓄積(肝機能不全における p62 や Nbr1 の蓄積、神経変性疾患における Alfy やミトコンドリアなどの変形オルガネラの蓄積)に起因することを見出した。興味深いことに、「p62 および Nbr1 はアルコール性肝炎や肝細胞がんなどの肝疾患、p62 および Alfy はアルツハイマー病やパーキンソン病などの神経変性疾患において顕著に蓄積・凝集化する」こと、「p62 の欠損が糖尿病や骨パジェット病を、Alfy 変異体の過剰発現が神経変性を引き起こすこと」が判明した。このことから、オートファジー選択的基質のレベルを監視することは病態の状態を見極める上で重要である。

#### 【研究の方法】

本研究では、オートファジー選択的基質群のモニター系を確立することにより、高カロリー食下、高アルコール摂取下、加齢など様々な環境での基質の挙動を *in vivo* で観察する。さらに、オートファジー不能マウスや神経変性疾患モデルマウスおよびヒト肝細胞癌組織における基質タンパク質群の蓄積、その結果として起こる代謝物の変化や、細胞内タンパク質代謝変動を明らかにし、肝機能障害、癌、神経変性疾患の病態発症機序の解明を目指す。

#### 【期待される成果と意義】

我々は、世界に先駆けてオートファジーがユビキチン・プロテアソーム系と共にタンパク質品質管理機構に貢献し、その破綻が神経変性疾患や肝

障害を引き起こすことを見だし、さらに、一般に非選択的分解機構と考えられてきたオートファジーに病態発症に関与する選択基質があることを見出した。これらの事実に基づいて提案された本研究課題を円滑に遂行することにより、選択的オートファジーによる新しい細胞内制御機構の発見が期待されるだけでなく、オートファジーによる p62、Alfy、Nbr1 や異常オルガネラの代謝を促進もしくは抑制する化合物の同定ができれば、神経変性疾患、肝障害、癌、糖尿病等の難治疾患の発症を予防あるいは防止できる新たな創薬に結びつくと考えられる。

#### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

1. Komatsu M et al., *Nature*, 441, 880-884, 2006
2. Komatsu M et al., *Cell*, 131, 1149-63, 2007

#### 【研究期間と研究経費】

平成21年度－25年度

83,000千円

ホームページ等

<http://www.rinshoken.or.jp/MO/index.html>

【若手研究(S)】  
生物系 (医歯薬学 I)



研究課題名 レクチン受容体による生体の危機管理機構の解明

九州大学・生体防御医学研究所・教授 やまさき しょう  
山崎 晶

研究分野: 医歯薬学

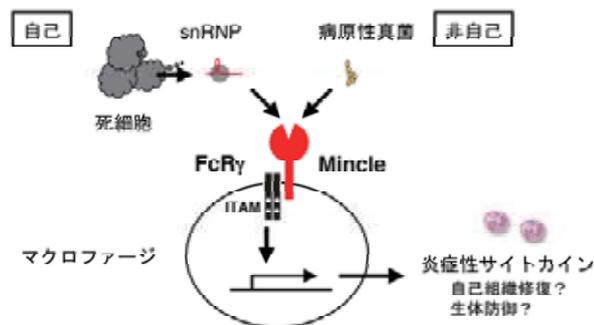
キーワード: 抗原認識、免疫監視

【研究の背景・目的】

生体は、絶えず自己(組織損傷)、非自己(病原体感染)双方に起因する「危機」に曝されている。一方で生体は組織修復・再生、また生体防御反応といった適切な応答を惹起する事でこれらに対処し、恒常性を維持している。ところが、「危機」を感知し、こうした応答の誘導を司る受容体はこれまで不明であった。

我々は近年、ストレスに伴ってマクロファージなどに誘導されるレクチン受容体、Mincleが、損傷自己、非自己病原体の双方を感知し、炎症を惹起する分子であることを見出した。

本研究では、これらレクチン受容体が生体の「危機」を感知して惹起する生体応答の詳細とその生理的意義を明らかにすること、さらに、その制御の破綻と疾患との因果関係を明らかにすることを目的とする。



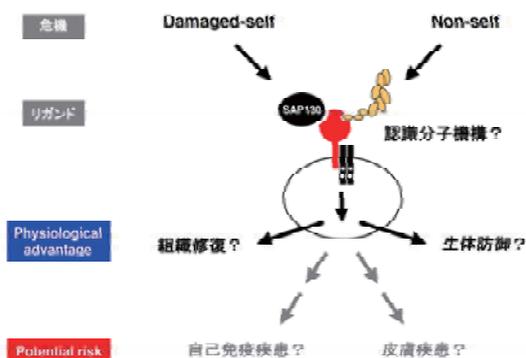
自己/非自己の危機を感知するレクチン受容体

【研究の方法】

- レクチン受容体を介した「危機」の認識に伴って起こる応答の生理的意義を、遺伝子改変マウスにおける個体レベル解析(組織修復応答、感染応答)により明らかにする。
- Mincleを恒常的に発現するマウスが致死性疾患を発症することを見出している。この疾患マウスの病因、発症の分子メカニズムを病理学的、遺伝学的手法を用いて明らかにする。
- レクチンによる「変異自己」「非自己」の認識の分子機構を、リガンド、受容体双方の構造生物学的解析を通して明らかにする。

【期待される成果と意義】

- 自己/非自己の危機の感知に伴う炎症が、組織修復に寄与している可能性を検証できる。生体に備わる組織再生メカニズムの解明は、再生医療の観点からも重要な課題である。
- レクチン受容体の発現制御の破綻に伴う過剰な炎症反応が、様々な疾患発症の原因となっていることを実証できる可能性があり、新たな疾患治療ターゲットとしてのアプローチが可能となる。
- 自己/非自己識別能が、進化的に抗原受容体以前のレクチン受容体にも備わっているという新しい概念を提唱できる可能性がある。



生体の危機管理機構とその破綻に伴う疾患

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- Yamasaki, S., et al. Mincle is an ITAM-coupled activating receptor that senses damaged cells. *Nat. Immunol.* 9: 1179-1188, 2008.
- Yamasaki, S., et al. C-type lectin Mincle is an activating receptor for pathogenic fungus, *Malassezia*. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 106:1897-1902, 2009

【研究期間と研究経費】

平成21年度-25年度

49,800千円

ホームページ等

<http://www.bioreg.kyushu-u.ac.jp>



研究課題名 人工幹細胞ニッチ：造血ニッチ複合体の再構成による幹細胞増幅

慶應義塾大学・医学部・講師

あらい ふみお  
新井 文用

研究分野：生物系 (医歯薬学)

キーワード：血液内科学

【研究の背景・目的】

造血幹細胞は骨髄内の内骨膜、および血管性ニッチと相互作用することにより、自己複製 (self-renewal)、分化、さらに細胞周期の静止状態 (quiescence) のバランスを維持している。我々は、内骨膜ニッチ細胞が均質な集団ではなく、間葉系前駆細胞や骨芽細胞系細胞などからなるニッチ複合体 (Niche Complex) として、各細胞が協調的に造血幹細胞の維持に貢献している可能性を見出した。また、造血幹細胞は骨髄造血の成熟に伴い、細胞周期が回転する状態から静止状態に移行することを見だし、骨髄造血の成熟過程で、造血幹細胞のニッチ制御機構が変化していると考えられた。

そこで本研究では、造血幹細胞のニッチ制御機構について、骨髄造血の発達段階特異的なニッチ複合体・ニッチ分子の特性、および幹細胞制御機構を明らかにする。さらに、その成果を応用して、ニッチ分子の改変による造血幹細胞の *in vivo* 操作、また、造血ニッチを再現した Biomimetic Scaffold による人工幹細胞ニッチの構築を目指し、造血幹細胞の自己複製を誘導する系の確立を試みる。

【研究の方法】

1. ニッチ複合体の機能解析

内骨膜領域から、間葉系前駆細胞、骨芽細胞前駆細胞、成熟骨芽細胞を分離し、それぞれの分画の細胞について single cell level での遺伝子発現解析を行う。さらに成体と幼若骨髄を比較することにより、骨髄造血の成熟に伴うニッチ制御の変化について解析する。

さらに、Angiopoietin-1 や Thrombopoietin など、ニッチ分子の刺激により造血幹細胞で誘導される分子について、各シグナルに共通して造血幹細胞の静止期維持に働く分子を同定する。また、ニッチシグナルの抑制により、放射線非照射条件下での骨髄移植が成立するかを検討し、造血幹細胞-ニッチの相互作用の操作技術の確立を目指す。

2. 人工幹細胞ニッチの構築

Biomimetic な骨髄構造を作製することで、ニッチの再構築系 (人工幹細胞ニッチ) を確立し、造血幹細胞の培養条件の最適化を図る。また、造血幹

細胞を標識することにより、人工幹細胞ニッチ内での造血幹細胞とニッチ細胞の接着状態の変化などについて、生細胞の状態でリアルタイムに解析する。

さらに、人工ニッチを用い、生体内に近い条件下で造血幹細胞のニッチ分子による刺激を加え、シグナルの解析を行い、造血幹細胞の自己複製の機構を解析する。

【期待される成果と意義】

骨髄造血の成熟過程における造血幹細胞のニッチを明らかにすることにより、幹細胞の自己複製と静止期維持の制御機構の解明に迫ることができると考えられる。その成果は、ニッチ制御機構の操作による再生医療の確立、人工幹細胞ニッチの構築に応用できるものと期待される。

また、人工幹細胞ニッチの構築が実現できれば、造血幹細胞の *ex vivo* 増幅のみならず、生体内の状況を再現し、幹細胞を生細胞の状態で観察することができ、造血幹細胞研究において革新的な手法の1つとなり得ると考えられる。さらには、人工幹細胞ニッチ研究は、より詳細な造血幹細胞ニッチ複合体の機能解析や白血病幹細胞の制御機構を解析する上でも、極めて有用なものとなり得ると考えられる。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- Arai F, Hirao A, Ohmura M, Sato H, Matsuoka S, Ito K, Takubo K, Koh GY and Suda T. Tie2/Angiopoietin-1 signaling regulates hematopoietic stem cell quiescence in the bone marrow niche. *Cell* 118: 149-161, 2004.
- Yoshihara H, Arai F, Hosokawa K, et al. Thrombopoietin/Mpl signaling regulates hematopoietic stem cell quiescence and interaction with the osteoblastic niche. *Cell Stem Cell*. 1: 685-697, 2007.

【研究期間と研究経費】

平成21年度-25年度

80,200千円

ホームページ等

<http://web.sc.itc.keio.ac.jp/celldiff/>



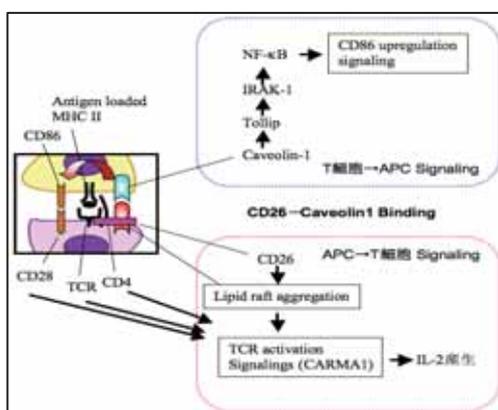
研究課題名 ヒトT細胞共刺激分子CD26-カベオリン系を  
標的とした移植免疫寛容誘導の基盤研究

東京大学・医科学研究所・助教 おおぬま けい  
大沼 圭

研究分野: 医歯薬学  
キーワード: 小児血液学

【研究の背景・目的】

CD26 分子は 110kDa の膜糖蛋白でヒトメモリー T 細胞に選択的に発現し、抗原提示細胞 (APC) 上の caveolin-1 (cav-1) を介したメモリー T 細胞の増殖や炎症性サイトカインの産生に深く関わっている T 細胞分子である。



造血幹細胞移植は難治性の白血病や再生不良性貧血などの血液疾患や代謝異常症を治癒に至らしめる治療法として確立しているが、同種免疫反応の GVHD (graft-versus-host disease, 移植片対宿主病) は依然重要な合併症であり、一方で、GVHD 予防・治療薬の免疫抑制剤による日和見感染症は極めて重篤である。これら疾患の治療成績の向上は移植後免疫異常症の抑制とともに易感染性の排除であるが、いまだ最良のコントロールは得られていない。また、HLA 不一致臍帯血移植は移植ドナーの拡大をもたらしたが、GVHD はやはり重大な合併症となっている。そこで、本研究では、新たな T 細胞共刺激系 CD26-カベオリン系という新規分子基盤に基づき、免疫異常症、特に、GVHD などの先端治療開発を目的とした分子標的療法の確立を目指した基礎研究を行うことを目標とした。

【研究の方法】

ヒト T 細胞がエフェクターとして働き異種 GVHD (x-GVHD) を発症するマウス (hu-PBL-SCID) を用いて、GVHD におけるヒト T 細胞 CD26 分子の機能解析と、抗原特異的免疫における cav-1-Ig 融合タンパクによる CD26-カベオリン系のブロックによる免疫寛容誘導の可能性を検討する。すなわち、[1] CD26 と caveolin-1 の相互作用をトリガーとする T 細胞の活性化機構の解明。  
[2] CD26 と caveolin-1 の相互作用を標的とした分子特異的 T 細胞抑制療法の開発。

[3] 移植免疫寛容誘導における CD26 と caveolin-1 の分子生物学的解析。

【期待される成果と意義】

本研究により CD26 の共刺激リガンドの性状や臨床的意義が初めて明らかにでき、CD28/CD80/CD86 とは別経路の T 細胞共刺激分子の活性化経路の解明が期待される。本研究は CD26 の機能及び構造解析をさらに進め、炎症のエフェクター機能発現に key となる CD26 陽性 T 細胞の特異的制御及びメモリー T 細胞の抗原特異免疫反応の制御を可能にする非常に独創的かつ先駆的な研究と言え、これらの結果を踏まえて、トランスレーショナルリサーチとして臨床現場への応用へと発展させる予定である。造血幹細胞移植における拒絶反応や GVHD などの免疫異常症における治療の最終目標は、感染症に対する生体防御反応を妨げることなく異常炎症反応を特異的に抑制することである。本研究は、CD26 陽性 T 細胞がメモリー抗原提示細胞の cav-1 と相互作用する新しい分子基盤に基づいており、これらの相互作用を標的とした新規免疫抑制治療は、日和見感染を惹起することなくヒト免疫異常症を抑制するという、画期的な治療法である抗原特異的免疫寛容誘導療法につながる事が期待できる。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- Ohnuma K, Dang NH, Morimoto C. Revisiting an old acquaintance: CD26 and its molecular mechanisms in T cell function. *Trends Immunol.* 2008;29:295-301.
- Ohnuma K, Uchiyama M, et al. Caveolin-1 triggers T-cell activation via CD26 in association with CARMA1. *J Biol Chem.* 2007;282:10117-31.

【研究期間と研究経費】

平成 21 年度 - 25 年度  
49,500 千円  
ホームページ等  
<http://www.ims.u-tokyo.ac.jp/cimmuno/index.html>



## 研究課題名 マイクロ RNA を介した消化器癌転移カスケードの解明

九州大学・生体防御医学研究所・助教 **みもり こおし**  
**三森 功士**

研究分野：医歯薬学 外科系臨床医学 外科学一般

キーワード：マイクロ RNA pathway, EMT, 癌幹細胞、骨髄、末梢血液

## 【研究の背景・目的】

消化器癌・乳癌をはじめとする固形癌症例では根治術後の再発や、術後長期経過後の再発を経験するが、これは同定不可能な微量な癌細胞が根治術にも拘わらず存在することを示唆している。したがって癌転移・再発特異的予測マーカーの同定あるいは予防法の確立は癌の難治性克服の端緒となる。

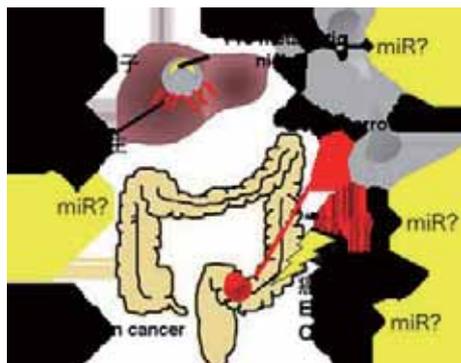
今日までの解析の結果、特に胃癌では癌細胞の存在診断のみでは臨床病期とは無関係であり、転移再発を規定する癌細胞に加え宿主側因子の重要性について臨床検体で明らかにしてきた。すなわち消化器癌の転移・再発の成立においては、癌側因子と宿主側因子とが転移形成に必須の新たな「転移巣社会」を形成すると推察された。従って両面から俯瞰的研究により転移再発機構を解明し、診断・治療の標的を求めることが重要である。

ごく最近、MIT の Weinberg らのグループは、乳癌原発巣における miR10b による RHOC 蛋白を制御して転移を促進することを明らかにした (Karnoub AE, et al Nature 2007)。この様に癌進展の様々な局面における micro RNA pathway 解析が注目されてきた。本助成により癌側因子と宿主側因子の両面から捉えた、消化器癌において転移・再発を制御する真の microRNA- 遺伝子 pathway を明らかにする。

## 【研究の方法】

消化器癌 (胃癌、大腸癌) の転移・再発機構を制御する上で miR は重要な役割を担うことが想定される。本研究では下記の 3 つの項目について明らかにする。

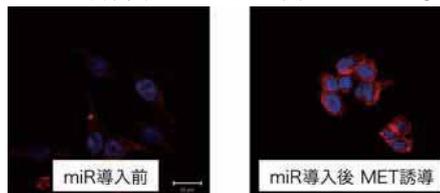
1) (1) EMT 誘導機構、(2) 細胞周期制御機構・癌幹細胞制御機構 (3) 血管新生機構に着目して、それぞれにおいて重要な役割の miR- 遺伝子 pathway をスクリーニング法にて同定する。



- 2) 新規転移関連遺伝子を同定し、これを制御する microRNA pathway を明らかにする。
- 3) 原発巣→末血骨髄中→転移巣の癌細胞プロファイルを包括的統一的に解析して転移 cascade を明らかにする。

## 【期待される成果と意義】

われわれは大腸癌株化細胞において TGF $\beta$  の下流に存在し CD133+細胞においても造腫瘍能および増殖能喪失、血中 anoikis 環境下で生存し細胞間接着を失い浸潤能を増す EMT 誘導遺伝子を同定した。一方、同 miR- 遺伝子導入により細胞間接着と E-Cad の発現を確認し、同 miR が機能的にも EMT を制御することを確認した(図)。



同様に、1) 既知の機能を制御する miR、2) 新規 miR- 遺伝子 pathway について数多く特許登録を取得し、診断マーカー・創薬へとつながる研究を進めたい。3) 転移巣-骨髄・末血-原発巣の遺伝子-miR 発現 profile の結果から新たな消化器癌転移カスケードを明らかにしたい。臨床的意義としては外科的に根治術を受けた癌患者の転移・再発を治療あるいは予防法の確立を実現したい。

## 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ Mimori K, et al.: Hematogenous metastasis in gastric cancer requires isolated tumor cells and expression of vascular endothelial growth factor receptor-1. *Clin Cancer Res* 14: 2609-16, 2008
- ・ Yokobori T, Mimori K.etal.: p53-altered FBXW7 expression determines poor prognosis in gastric cancer cases. *Cancer Res* 2009
- ・ Mimori K. et al. Important matters to identify robust markers for metastasis and recurrence in solid cancer. *Ann Surg Oncol* 2009

## 【研究期間と研究経費】

平成 21 年度 - 25 年度

79,000 千円

ホームページ等

kmimori@beppu.kyushu-u.ac.jp

## 【若手研究(S)】

### 生物系 (医歯薬学Ⅱ)



## 研究課題名 骨を中心としたネットワーク医学の統合的理解

慶応義塾大学・医学部・特別研究准教授 **たけだ しゅう**  
**竹田 秀**

研究分野：医歯薬学

キーワード：骨、脳・神経

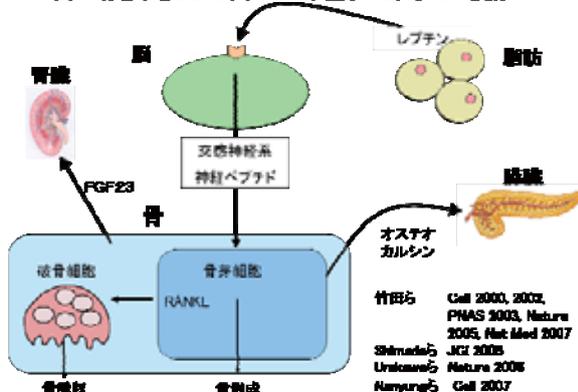
### 【研究の背景・目的】

我が国において骨粗鬆症の患者数は 1100 万人余りに至るが、その病態には不明な点が多い。我々は、世界に先駆けてレプチン—交感神経系による骨代謝の調節機構を見出し、骨代謝調節における新たなパラダイム「神経と骨のネットワーク」を提唱してきた。さらに最近では、骨は FGF23 やオステオカルシンなどの液性因子を分泌し、腎臓や膵臓の代謝を調節することが示された。こうして、骨と骨外臓器は独立して代謝を営んでいるわけではなく、ネットワークを形成し、互いの代謝を調節していることが明らかとなった。本研究ではこの概念をさらに発展させ、骨以外の臓器による骨代謝調節機構、また骨から脳への情報伝達機構を、種々の遺伝子改変マウスを用いて、分子生物学的、組織学的、細胞生物学的な手法を駆使し検討する。さらに、骨由来因子による骨以外の臓器の代謝の調節に注目し、新規の代謝調節因子の同定を試みる。これらの検討により、骨を中心としたネットワーク医学の包括的理解を目指す。

### 【研究の方法】

①骨から脳へのフィードバックシグナルの解明  
骨代謝の恒常性維持には、脳による骨代謝制御機構に対応して、骨から脳へのフィードバック機構の存在が必須と考えられる。我々は骨から分泌

図1 骨を中心としたネットワーク医学 これまでの検討



される液性因子や骨由来する神経系のシグナル伝達経路が障害されている遺伝子変異マウスに着目し、その骨代謝動態を詳細に解析し、骨から脳へのフィードバック機構の分子機構を明らかにする。

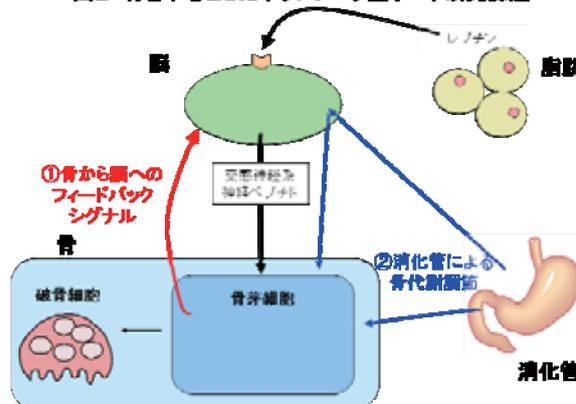
②消化管による骨代謝調節シグナルの解明

消化管切除術後には骨粗鬆症が発症することが知られている。我々は消化管由来の液性因子に着目し、その受容体の変異マウスの骨代謝動態を詳細に解析し、骨から脳へのフィードバック機構の分子機構を明らかにする。

### 【期待される成果と意義】

本研究を通じて骨を中心とした脂肪組織、脳、消化管との多臓器間の代謝コミュニケーションをネットワークとして捉え、その統合的理解が得られることが期待される。臨床的には既存のアプローチでは同定不能な未知の創薬ターゲットの同定も期待される。

図2 骨を中心としたネットワーク医学 本研究課題



### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- Takeda, S. et. al. Leptin regulates bone formation via the sympathetic nervous system. Cell 2002; 111: 305-17
- Elefteriou, F., Takeda, S. et. al. Leptin regulation of bone resorption by the sympathetic nervous system and CART. Nature 2005; 434: 514-20.
- Sato, S., Takeda, S. et. al. Central control of bone remodeling by neuromedin U. Nat Med 2007; 13: 1234-40

### 【研究期間と研究経費】

平成21年度—25年度

80,400千円

ホームページ等

<http://www.keio-emn.jp/donation/index.html>



## 平成21年度科学研究費補助金 若手研究(S) 継続課題一覧

### 総合・新領域系 (17課題)

#### ○ 総合領域(12課題)

(単位:千円)

研究代表者	研究課題名	研究期間	配分(予定)額
さかい かつゆき 坂井 克之	東京大学・大学院医学系研究科・准教授 認知操作を中心としたヒトの高次思考を司る神経機構の解明	平成19～23年度	75,200
ほしの みきお 星野 幹雄	国立精神神経センター・神経研究所・部長 神経幹細胞アイデンティティの時空間制御による神経細胞多様化の分子戦略	平成19～23年度	88,600
ひらい ひろかず 平井 宏和	群馬大学・大学院医学系研究科・教授 ウイルスベクターを用いたレスキューマウス作出による遺伝子機能解析法確立とその応用	平成19～23年度	79,600
ほし えいじ 星 英司	玉川大学・脳科学研究所・准教授 随意運動の発現における前頭葉、大脳基底核、小脳の機能分散と機能連関の解明	平成19～23年度	88,500
たが げんたろう 多賀 厳太郎	東京大学・大学院教育学研究科・准教授 知の起源に関する発達脳科学研究	平成20～24年度	80,000
びとう はるひこ 尾藤 晴彦	東京大学・大学院医学系研究科・准教授 樹状突起形態・機能の神経活動依存的制御の分子機構	平成20～24年度	80,600
しらね みちこ 白根 道子	九州大学・生体防御医学研究所・准教授 神経機能制御における小胞膜輸送システムの関与	平成20～24年度	77,000
せとう みつとし 瀬藤 光利	浜松医科大学・分子イメージング先端研究センター・教授 多次元オミックス脳解剖	平成20～24年度	78,100
ふかた まさき 深田 正紀	生理学研究所・細胞器官研究系・教授 新規AMPA受容体制御因子群によるシナプス機能制御の解明	平成20～24年度	78,100
いかわ まさひと 伊川 正人	大阪大学・微生物病研究所・准教授 レンチウイルスベクターを用いた新しい遺伝子機能解析システムの構築とその応用	平成20～24年度	74,500
たなか まさる 田中 賢	東北大学・多元物質科学研究科・准教授 表面トポロジーによる癌細胞増殖抑制機構の解明	平成20～24年度	74,500
のざき だいち 野崎 大地	東京大学・大学院教育学研究科・准教授 両腕協調運動の制御・学習を支える脳内過程	平成20～24年度	66,900

#### ○ 複合新領域(5課題)

(単位:千円)

研究代表者	研究課題名	研究期間	配分(予定)額
いしづか まゆみ 石塚 真由美	北海道大学・大学院獣医学研究科・准教授 化学物質が引き起こす野生動物の病態と感受性決定機構の解析	平成19～23年度	86,600
おの てるお 小野 輝男	京都大学・化学研究所・教授 電流誘起スピンドイナミクスとスピン能動素子への展開	平成19～23年度	87,000
すぎもと あさこ 杉本 亜砂子	理化学研究所・発生ゲノミクス研究チーム・チームリーダー 個体発生における細胞骨格の動態を制御する遺伝子ネットワークの解明	平成19～23年度	88,300
もちだ みちひろ 持田 陸宏	名古屋大学・高等研究院・特任准教授 外部混合状態を考慮した大気エアロゾルの特性研究への新展開	平成20～24年度	80,100
ながお ただあき 長尾 忠昭	物質・材料研究機構・国際ナノアーキテクトニクス研究拠点・若手独立研究者 低次元金属ナノ材料のアーキテクトニクスと赤外プラズモン	平成20～24年度	88,900

## 人文社会系 (5課題)

### ○ 人文学(3課題)

(単位:千円)

研究代表者	研究課題名	研究期間	配分(予定)額
こばやし ひとし 小林 仁	(財)大阪市美術振興協会・学芸課・主任学芸員 中国隋唐時代の俑に関する総合的研究	平成19～23年度	3,700
たかだ あきら 高田 明	京都大学・大学院アジア・アフリカ地域研究研究科・助教 養育者－子ども間相互行為における責任の文化的形成	平成19～23年度	50,400
かつまた なおや 勝又 直也	京都大学・大学院人間・環境学研究科・准教授 ユダヤ教の人間観－マイノリティに関するテキストのデータベース化と現代社会への提言	平成20～24年度	81,400

### ○ 社会科学(2課題)

(単位:千円)

研究代表者	研究課題名	研究期間	配分(予定)額
いおきべ かおる 五百旗頭 薫	東京大学・社会科学研究所・准教授 明治日本の国家形成過程における条約改正	平成19～23年度	9,400
つつい けんいちろう 筒井 健一郎	東北大学・大学院生命科学研究所・准教授 カテゴリ形成と推論的思考の脳内機序の研究	平成19～23年度	87,700

## 理工系 (29課題)

### ○ 数物系科学(8課題)

(単位:千円)

研究代表者	研究課題名	研究期間	配分(予定)額
こばやし けんすけ 小林 研介	京都大学・化学研究所・准教授 半導体ナノ構造における量子相関の生成と検出	平成19～23年度	84,900
あんど うよういち 安藤 陽一	大阪大学・産業科学研究研究所・教授 モット絶縁体とスピンホール絶縁体：普通でない絶縁体の物理の究明	平成19～23年度	96,300
ひろせ けい 廣瀬 敬	東京工業大学・大学院理工学研究科・教授 超高压地球科学：最下部マントル・中心核の物質学	平成19～23年度	88,100
いとう てつし 伊藤 哲史	京都大学・大学院理学研究科・助教 志村多様体を核とした数論幾何学，ガロア表現，保型表現の総合的研究	平成20～24年度	29,400
よねとく だいすけ 米徳 大輔	金沢大学・大学院自然科学研究科・助教 人工衛星による偏光観測の実現とガンマ線バーストの放射機構の解明	平成20～24年度	49,900
よしだ なおき 吉田 直紀	東京大学・数物連携宇宙研究機構・特任准教授 大規模数値計算による初期宇宙構造の形成、進化およびその大域的分布の理論的研究	平成20～24年度	49,300
なかや つよし 中家 剛	京都大学・大学院理学研究科・准教授 加速器ニュートリノビームを用いたニュートリノ混合の究明	平成20～24年度	64,100
きむら つよし 木村 剛	大阪大学・大学院基礎工学研究科・教授 磁性と誘電性の相関に関する研究	平成20～24年度	57,200

若手研究(S)

## ○ 化学(8課題)

(単位:千円)

研究代表者	研究課題名	研究期間	配分(予定)額
やまぐち しげひろ 山口 茂弘	名古屋大学・大学院理学研究科・教授 未踏物性発現を目指した $\pi$ 電子系化学	平成19～23年度	87,900
にしばやし ひろあき 西林 仁昭	東京大学・大学院工学系研究科・准教授 複数の金属の相乗効果を利用した革新的分子変換反応の開発	平成19～23年度	61,500
かみがいと まさみ 上垣外 正己	名古屋大学・大学院工学研究科・教授 ラジカル重合に基づく多重制御精密重合体の構築	平成19～23年度	88,600
よこやま しよし 横山 士吉	九州大学・先端物質化学研究所・教授 高分子フォトニック結晶によるアクティブ光機能デバイスの研究	平成19～23年度	88,100
おおこし しんいち 大越 慎一	東京大学・大学院理学系研究科・教授 多次元的相転移物質における次世代光スピン科学現象の創成	平成20～24年度	81,200
たなか けん 田中 健	東京農工大学・大学院共生科学技術研究院・教授 カチオン性ロダサイクルを活性種とする高度分子変換反応の開拓	平成20～24年度	65,400
なかむら まさはる 中村 正治	京都大学・化学研究所・教授 普遍金属を活用する次世代精密有機合成反応の開拓	平成20～24年度	80,500
まぐち かずや 菊地 和也	大阪大学・大学院工学系研究科・教授 化学プローブのデザイン・合成による動物個体イメージング	平成20～24年度	81,500

## ○ 工学(13課題)

(単位:千円)

研究代表者	研究課題名	研究期間	配分(予定)額
わたなべ へいじ 渡部 平司	大阪大学・大学院工学研究科・教授 高性能SiCパワーエレクトロニクス実現に向けた理想MOSFET作製プロセスの創成	平成19～23年度	68,700
つちや としゆき 土屋 智由	京都大学・大学院工学研究科・准教授 シリコンマイクロ構造体の高信頼化に資する表面酸化反応疲労現象の解明	平成19～23年度	86,300
ふじもと やすたか 藤本 康孝	横浜国立大学・大学院工学研究院・准教授 可逆性を有するスパイラルモータを人工筋肉として用いた柔軟で高出力な人間型ロボット	平成19～23年度	89,600
たかはし よしかず 高橋 良和	京都大学・防災研究所・准教授 既存耐震実験施設の有機的連携による防災技術向上策の開発	平成19～23年度	88,900
よした ゆたか 吉田 隆	名古屋大学・大学院工学研究科・准教授 ナノ組織制御によるハイブリッドエネルギー材料の創生	平成19～23年度	79,200
おの たかひと 小野 崇人	東北大学・大学院工学研究科・准教授 確率共鳴で動作するナノ機械によるセンシング	平成20～24年度	77,600
はた せいいち 泰 誠一	東京工業大学・精密工学研究所・准教授 ガラス成形金型用Ptフリーアモルファス合金のコンビナトリアル探索とそのナノ加工	平成20～24年度	82,100
かきうち ひろあき 垣内 弘章	大阪大学・大学院工学研究科・准教授 大気圧プラズマによるプラスチックフィルム上薄膜デバイスの高効率作製技術の開発	平成20～24年度	61,500
たなはし まもる 店橋 護	東京工業大学・大学院理工学研究科・准教授 多次元多変量光学計測と大規模DNSの融合による希薄乱流火炎の構造解明と非線形制御	平成20～24年度	75,800
そめや たかお 染谷 隆夫	東京大学・大学院工学系研究科・准教授 ナノ印刷技術による伸縮自在な大面積シート集積回路	平成20～24年度	73,100
ひめの しゅうじ 姫野 修司	長岡技術科学大学・工学部・准教授 温暖化ガス抑制のための超高性能CO <sub>2</sub> 分離膜によるCO <sub>2</sub> の回収・再利用技術の確立	平成20～24年度	77,900
ふくやま ひろゆき 福山 博之	東北大学・多元物質科学研究科・教授 新しい高温化学反応場を用いた高品質窒化アルミニウム結晶の作製一極性と成長機構	平成20～24年度	75,800
わせた たけし 早稲田 卓爾	東京大学・大学院新領域創成科学研究科・准教授 外洋における異常波発生要因特定のための観測研究	平成20～24年度	58,900

生物系（22課題）

○ 生物学(4課題)

(単位:千円)

研究代表者	研究課題名	研究期間	配分(予定)額
さわ しんいちろう 澤 進一郎	東京大学・大学院理学系研究科・准教授 CLEPペプチドをモデルとした植物モルフォゲンの進化と作用機構に関する研究	平成19～23年度	88,300
とうはら かずしげ 東原 和成	東京大学・大学院新領域創成科学研究科・准教授 マウスにおける性特異的ペプチド性フェロモンの鋤鼻神経系での受容メカニズムの解明	平成19～23年度	88,700
ひこさか こうき 彦坂 幸毅	東北大学・大学院生命科学研究所・准教授 “未来の生態系”天然二酸化炭素噴出地を利用した植物の高二酸化炭素適応の研究	平成20～24年度	80,100
みき ひろあき 三木 裕明	大阪大学・蛋白質研究所・教授 細胞極性制御におけるリン脂質PIP3輸送の役割	平成20～24年度	70,200

○ 農学(4課題)

(単位:千円)

研究代表者	研究課題名	研究期間	配分(予定)額
しらす けん 白須 賢	理化学研究所・植物免疫研究チーム・チームリーダー 植物における免疫活性化機構と病原体による免疫抑制化機構の解明	平成19～23年度	88,100
よしむら たかし 吉村 崇	名古屋大学・大学院生命農学研究科・准教授 脊椎動物の脳内光受容機構と季節性測時機構の解明	平成19～23年度	88,600
わたなべ まさお 渡辺 正夫	東北大学・大学院生命科学研究所・教授 アブラナ科植物の自家不和合性における自己・非自己識別機構の分子基盤	平成20～24年度	80,000
たにもと けいじ 谷本 啓司	筑波大学・大学院生命環境科学研究科・准教授 受精後ゲノム刷り込みはいかにして確立するのか？	平成20～24年度	80,000

○ 医歯薬学(14課題)

(単位:千円)

研究代表者	研究課題名	研究期間	配分(予定)額
とみた たいすけ 富田 泰輔	東京大学・大学院薬学系研究科・准教授 ケミカルバイオロジーによるアルツハイマー病治療薬創製を目指した分子基盤解明	平成19～23年度	88,600
にしの くにひこ 西野 邦彦	大阪大学・産業科学研究所・助教 オーファン輸送体による多剤耐性機構の解明と新規治療薬開発	平成19～23年度	49,600
たけだ きよし 竹田 潔	大阪大学・大学院医学系研究科・教授 自然免疫系の活性制御機構の解析	平成19～23年度	88,600
くろかわみねお 黒川 峰夫	東京大学・医学部附属病院・教授 難治性造血器腫瘍の分子病態と治療標的の解明	平成19～23年度	77,300
あおき ようこ 青木 洋子	東北大学・大学院医学系研究科・助教 ヒトの発生・老化における癌原遺伝子の新たな役割の解明	平成19～23年度	81,200
にしむらえみ 西村 栄美	東京医科歯科大学・難治疾患研究所・教授 色素幹細胞の質的变化に着目した白髪発症機序の解明と老化解明へのアプローチ	平成19～23年度	88,600
やました としひで 山下 俊英	千葉大学・大学院医学研究科・教授 損傷中枢神経回路の再生と可塑性を制御する分子機構	平成19～23年度	88,400
いなたに まさる 稲谷 大	熊本大学・医学部附属病院・講師 ヘパラン硫酸による神経堤細胞の分化制御機構の解明と緑内障の新しい病態概念の確立	平成19～23年度	88,100
いのうえ まさゆき 井上 将行	東京大学・大学院薬学研究科・教授 巨大複雑天然物から展開する科学—新全合成戦略開発—生体機能の解析と制御	平成20～24年度	81,200
しみず ひろふみ 清水 啓史	福井大学・医学部・助教 電場と動態:膜電位存在下でのイオンチャネルの機能と構造変化の1分子同時計測	平成20～24年度	70,600
たかおか あきのり 高岡 晃教	北海道大学・遺伝子病制御研究所・教授 認識機構に着目した感染とがんに対する生体防御システムの分子機構の解明	平成20～24年度	77,200
いしかわ ふみひこ 石川 文彦	理化学研究所・免疫アレルギー科学総合研究センター・ユニットリーダー ヒト白血病幹細胞の抗がん剤耐性機序の解明	平成20～24年度	65,700
やすとも こうじ 安友 康二	徳島大学・大学院ヘルスパイオサイエンス研究部・教授 免疫系の恒常性維持および破綻機構の解明に基づく自己免疫疾患の治療法開発	平成20～24年度	81,200
ふくもと さとし 福本 敏	東北大学・大学院歯学研究科・教授 歯の形態形成基盤の解明とその制御	平成20～24年度	78,100

若手研究(S)



# 参考資料

科学研究費補助金の概要（平成21年度）	・ ・ 187
1. 科学研究費補助金の目的・性格	・ ・ ・ 187
2. 研究種目	・ ・ ・ 188
3. 予算額等の推移	・ ・ ・ 189
4. 科学研究費補助金の配分状況一覧	・ ・ ・ 190
5. 科学研究費補助金配分状況（分野別）	・ 192

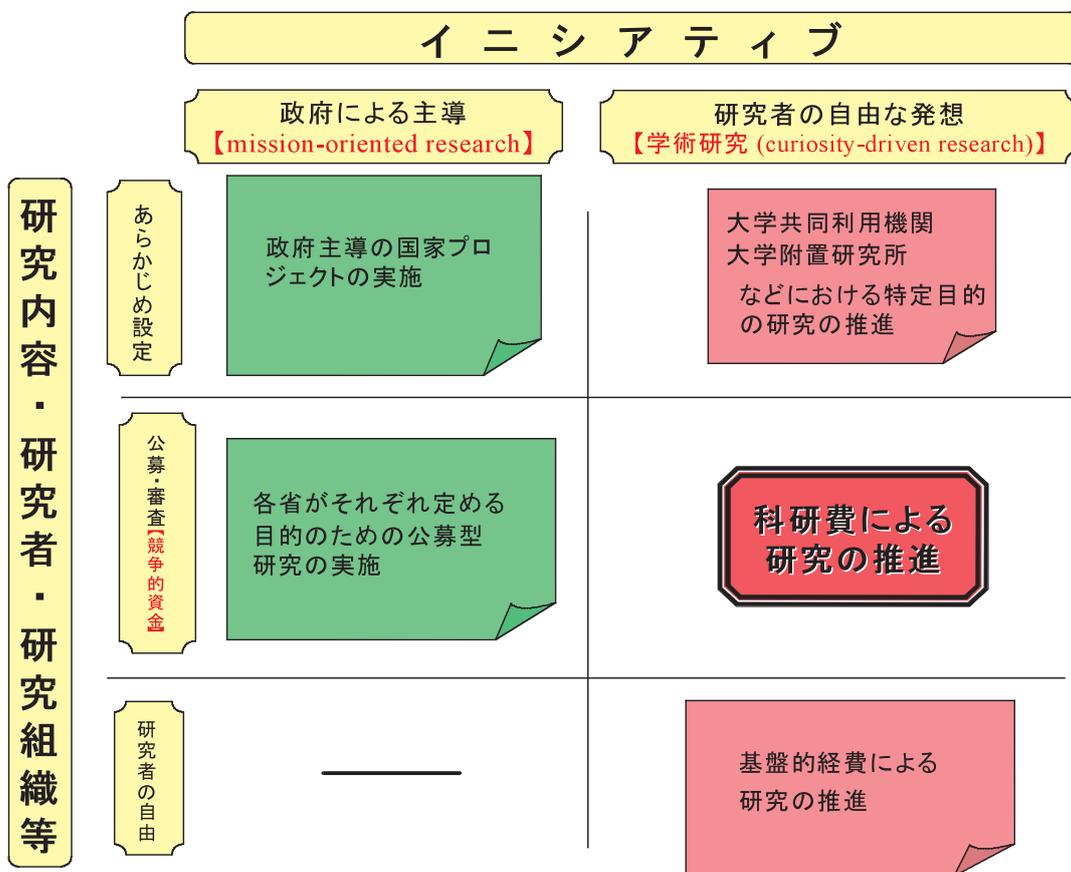


# 科学研究費補助金の概要（平成21年度）

## 1 科学研究費補助金の目的・性格

科学研究費補助金（科研費）は、人文・社会科学から自然科学まで全ての分野にわたり、基礎から応用までのあらゆる「学術研究」（研究者の自由な発想に基づく研究）を格段に発展させることを目的とする「競争的資金」であり、ピア・レビュー（専門分野の近い複数の研究者による審査）により、豊かな社会発展の基盤となる独創的・先駆的な研究に対する助成を行うものです。

＜政府による研究推進の分類と「科研費」の位置づけ＞



※ 科研費（1,970億円）は、政府全体の競争的資金（約4,913億円）の約40%を占めています。

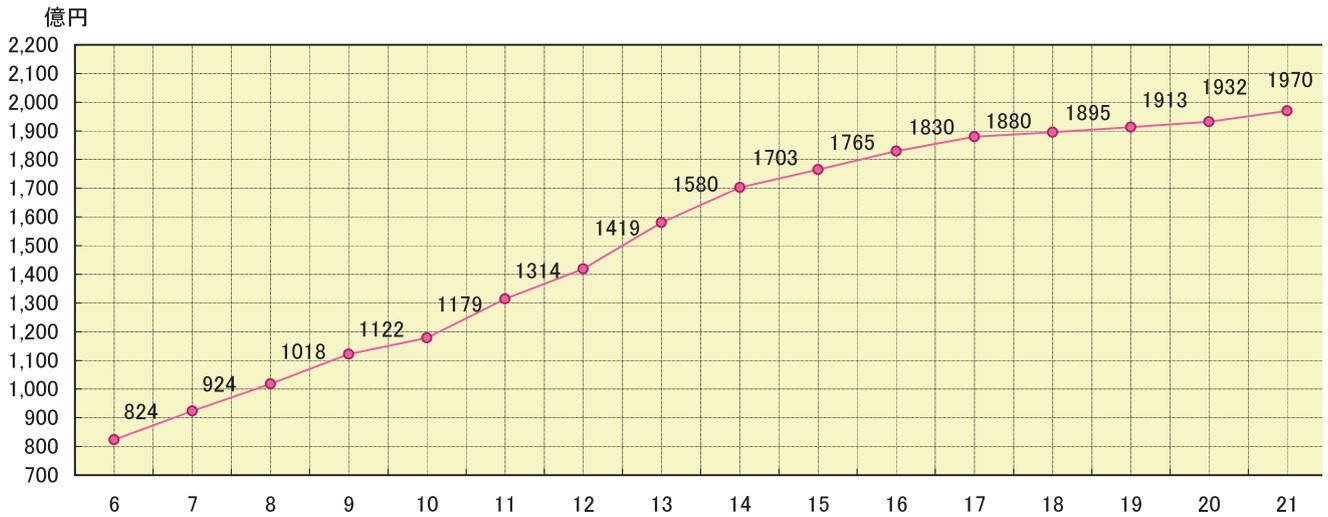
## 2 研究種目

研究種目等	研究種目の目的・内容
科学研究費	
特別推進研究	国際的に高い評価を得ている研究であって、格段に優れた研究成果をもたらす可能性のある研究 (期間3～5年、1課題5億円程度を目安とするが、制限は設けない)
特定領域研究 ※	我が国の学術研究分野の水準向上・強化につながる研究領域、地球規模での取組が必要な研究領域、社会的要請の特に強い研究領域を特定して機動的かつ効果的に研究の推進を図る (期間3～6年、単年度当たりの目安1領域 2千万円～6億円程度)
新学術領域研究 ※	(研究領域提案型) 研究者又は研究者グループにより提案された、我が国の学術水準の向上・強化につながる新たな研究領域について、共同研究や研究人材の育成等の取り組みを通じて発展させる (期間5年、単年度当たりの目安1領域 1千万円～3億円程度) (研究課題提案型) 確実な研究成果が見込めるとは限らないものの、当該研究課題が進展することにより、学術研究のブレークスルーをもたらす可能性のある、革新的・挑戦的な研究(期間3年、単年度当たり1千万円程度)
基盤研究	(S) 1人又は比較的少人数の研究者が行う独創的・先駆的な研究 (期間5年、1課題 5,000万円以上2億円程度まで) (A)(B)(C) 1人又は複数の研究者が共同して行う独創的・先駆的な研究 (期間3～5年) (A) 2,000万円以上 5,000万円以下 (応募総額によりA・B・Cに区分) (B) 500万円以上 2,000万円以下 (C) 500万円以下
挑戦的萌芽研究	独創的な発想に基づき、挑戦的で高い目標設定を掲げた芽生え期の研究(期間1～3年、1課題 500万円以下)
若手研究	(S) 42歳以下の研究者が1人で行う研究(期間5年、1課題 概ね3,000万円以上1億円程度まで) (A)(B) 39歳以下の研究者が1人で行う研究 (期間2～4年、応募総額によりA・Bに区分) (A) 500万円以上3,000万円以下 (B) 500万円以下 (スタートアップ) 研究機関に採用されたばかりの研究者が1人で行う研究 (期間2年、年間150万円以下)
奨励研究	教育・研究機関の職員、企業の職員又はこれら以外の者で科学研究を行っている者が1人で行う研究
特別研究促進費 ※	緊急かつ重要な研究課題の助成、研究助成に関する実験的試行
研究成果公開促進費	
研究成果公开发表 ※	学会等による学術的価値が高い研究成果の社会への公開や国際発信の助成
学術定期刊行物	学会又は複数の学会の協力体制による団体等が、学術の国際交流に資するため定期的に刊行する学術誌の助成
学術図書	個人又は研究者グループ等が、学術研究の成果を公開するために刊行する学術図書の助成
データベース	個人又は研究者グループ等が作成するデータベースで、公開利用を目的とするものの助成
特別研究員奨励費	日本学術振興会の特別研究員(外国人特別研究員を含む)が行う研究の助成(期間3年以内)
学術創成研究費	科学研究費補助金等による研究のうち特に優れた研究分野に着目し、当該分野の研究を推進する上で特に重要な研究課題を選定し、創造性豊かな学術研究の一層の推進を図る(推薦制 期間5年)

※印の研究種目の審査は、文部科学省で行っています。

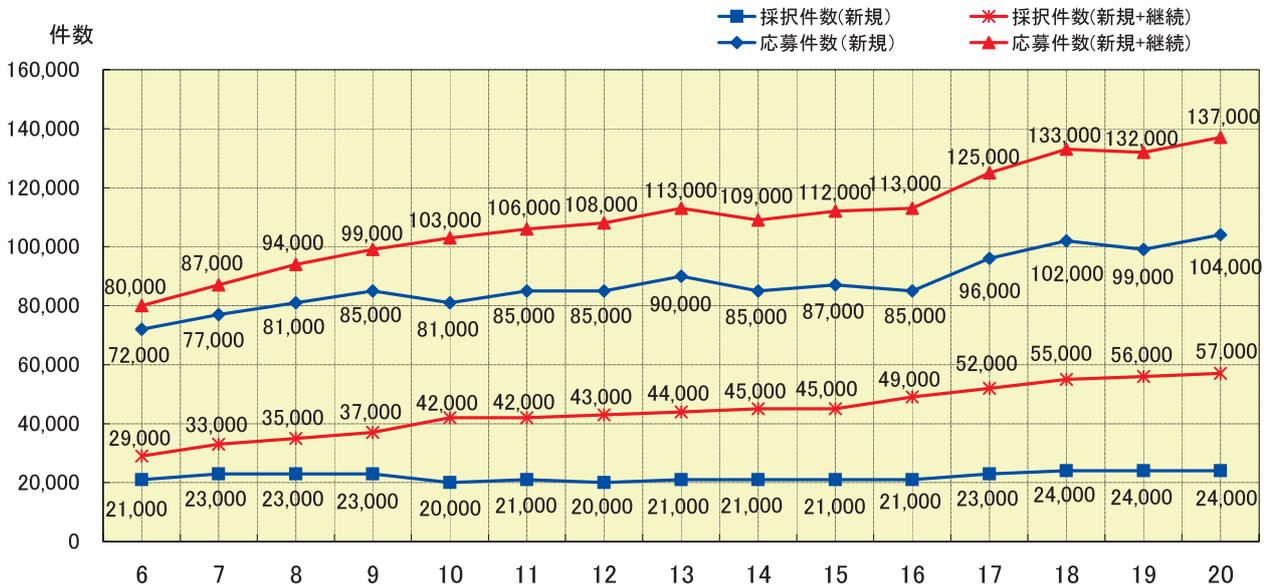
### 3. 予算額等の推移

#### ○予算額の推移



年度	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
予算額(億円)	824	924	1,018	1,122	1,179	1,314	1,419	1,580	1,703	1,765	1,830	1,880	1,895	1,913	1,932	1,970
対前年度伸び率(%)	12.0	12.1	10.2	10.2	5.1	11.5	8.0	11.3	7.8	3.6	3.7	2.7	0.8	0.9	1.0	2.0

#### ○応募・採択の状況



#### ○採択率・充足率(新規分)の状況

年度	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
採択率(%)	28.6	29.4	28.3	27.1	24.8	24.3	23.9	23.1	24.6	23.7	24.8	24.0	23.5	24.3	22.7
充足率(%)	74.0	74.9	74.6	72.3	71.5	74.7	77.2	78.2	76.1	76.2	76.5	76.4	77.5	75.7	76.9

#### 4. 平成21年度科学研究費補助金の配分状況一覧

##### (1) 新規採択分

研究種目	研究課題数			配分額	1課題あたりの配分額	
	応募	採択	採択率		平均	最高
科学研究費	〔 93,303 〕 91,474	〔 19,015 〕 20,837	〔 20.4 〕 22.8	〔 55,882,465 〕 57,720,021 【 16,003,020 】	〔 2,939 〕 2,770	〔 261,400 〕 182,800
特別推進研究	〔 114 〕 83	〔 19 〕 12	〔 16.7 〕 14.5	〔 1,907,800 〕 1,389,100 【 416,730 】	〔 100,411 〕 115,758	〔 261,400 〕 182,800
特定領域研究	〔 5,999 〕 1,945	〔 1,481 〕 442	〔 24.7 〕 22.7	〔 4,953,000 〕 1,365,500	〔 3,344 〕 3,089	〔 42,000 〕 9,000
基盤研究(S)	〔 551 〕 489	〔 85 〕 100	〔 15.4 〕 20.4	〔 3,329,400 〕 4,120,700 【 1,236,210 】	〔 39,169 〕 41,207	〔 96,800 〕 107,400
基盤研究(A)	〔 2,439 〕 2,366	〔 545 〕 567	〔 22.3 〕 24.0	〔 7,307,000 〕 7,440,700 【 2,232,210 】	〔 13,407 〕 13,123	〔 31,400 〕 34,800
基盤研究(B)	〔 11,717 〕 11,019	〔 2,601 〕 2,749	〔 22.2 〕 24.9	〔 14,924,200 〕 15,116,200 【 4,534,860 】	〔 5,738 〕 5,499	〔 14,500 〕 14,400
基盤研究(C)	〔 32,939 〕 33,019	〔 7,128 〕 7,764	〔 21.6 〕 23.5	〔 10,570,900 〕 11,303,300 【 3,390,990 】	〔 1,483 〕 1,456	〔 3,600 〕 3,600
挑戦的萌芽研究 *	〔 15,605 〕 13,336	〔 1,117 〕 1,640	〔 7.2 〕 12.3	〔 1,983,000 〕 2,660,800	〔 1,775 〕 1,622	〔 3,700 〕 3,500
若手研究(S)	〔 805 〕 562	〔 39 〕 35	〔 4.8 〕 6.2	〔 812,100 〕 768,700 【 230,610 】	〔 20,823 〕 21,963	〔 55,800 〕 50,400
若手研究(A)	〔 1,430 〕 1,871	〔 254 〕 350	〔 17.8 〕 18.7	〔 1,993,300 〕 2,936,200 【 880,860 】	〔 7,848 〕 8,389	〔 16,900 〕 19,900
若手研究(B)	〔 18,322 〕 23,355	〔 5,068 〕 6,487	〔 27.7 〕 27.8	〔 7,751,800 〕 10,268,500 【 3,080,550 】	〔 1,530 〕 1,583	〔 3,500 〕 3,500
奨励研究	〔 3,382 〕 3,429	〔 678 〕 691	〔 20.0 〕 20.2	〔 349,965 〕 350,321	〔 516 〕 507	〔 900 〕 820
研究成果公開促進費	〔 1,330 〕 1,163	〔 455 〕 486	〔 34.2 〕 41.8	〔 1,277,100 〕 1,284,600	〔 2,807 〕 2,643	〔 43,100 〕 41,800
合計	〔 94,633 〕 92,637	〔 19,470 〕 21,323	〔 20.6 〕 23.0	〔 57,159,565 〕 59,004,621 【 16,003,020 】	〔 2,936 〕 2,767	〔 261,400 〕 182,800

(注1) 文部科学省が公表している平成21年4月現在の配分状況一覧に、特別推進研究、基盤研究(S)及び若手研究(S)の新規採択分を追加している。

(注2) [ ]内は、前年度を示す。

(注3) 【 】内は、間接経費(外数)。

(注4) \* は、平成20年度は「萌芽研究」として公募。

## (2)新規採択+継続分

研究種目	研究課題数			配分額	1課題あたりの配分額	
	応募 件	採択 件	採択率 %		平均 千円	最高 千円
科学研究費	[ 122,845 ] 121,373	[ 48,492 ] 50,683	[ 39.5 ] 41.8	[ 138,756,814 ] 141,563,677 【 34,260,983 】	[ 2,861 ] 2,793	[ 306,100 ] 317,500
特別推進研究	[ 181 ] 152	[ 86 ] 81	[ 47.5 ] 53.3	[ 7,031,200 ] 6,714,200 【 2,014,260 】	[ 81,758 ] 82,891	[ 306,100 ] 317,500
特定領域研究	[ 7,995 ] 4,259	[ 3,477 ] 2,756	[ 43.5 ] 64.7	[ 28,559,000 ] 22,799,400	[ 8,214 ] 8,273	[ 281,100 ] 225,100
新学術領域研究 *1 (研究領域提案型)	[ - ] 198	[ - ] 198	[ - ] 100.0	[ - ] 3,446,900 【 1,034,070 】	[ - ] 17,409	[ - ] 219,300
新学術領域研究 *1 (研究課題提案型)	[ - ] 81	[ - ] 81	[ - ] 100.0	[ - ] 630,000 【 189,000 】	[ - ] 7,778	[ - ] 10,000
基盤研究(S)	[ 832 ] 789	[ 363 ] 398	[ 43.6 ] 50.4	[ 7,351,400 ] 9,655,200 【 2,896,560 】	[ 20,252 ] 24,259	[ 96,800 ] 107,400
基盤研究(A)	[ 3,672 ] 3,635	[ 1,767 ] 1,822	[ 48.1 ] 50.1	[ 17,206,700 ] 17,267,200 【 5,180,160 】	[ 9,738 ] 9,477	[ 34,300 ] 34,800
基盤研究(B)	[ 16,709 ] 15,911	[ 7,559 ] 7,619	[ 45.2 ] 47.9	[ 32,224,700 ] 31,160,100 【 9,348,030 】	[ 4,263 ] 4,090	[ 14,500 ] 14,400
基盤研究(C)	[ 43,896 ] 44,236	[ 18,068 ] 18,966	[ 41.2 ] 42.9	[ 21,301,619 ] 21,088,403 【 6,326,521 】	[ 1,179 ] 1,112	[ 3,600 ] 3,600
挑戦的萌芽研究 *2	[ 17,684 ] 14,834	[ 3,196 ] 3,138	[ 18.1 ] 21.2	[ 4,207,955 ] 4,210,682	[ 1,317 ] 1,342	[ 3,700 ] 3,500
若手研究(S)	[ 840 ] 635	[ 74 ] 108	[ 8.8 ] 17.0	[ 1,412,100 ] 1,983,900 【 595,170 】	[ 19,082 ] 18,369	[ 55,800 ] 50,400
若手研究(A)	[ 1,928 ] 2,313	[ 752 ] 792	[ 39.0 ] 34.2	[ 4,087,632 ] 4,728,600 【 1,418,580 】	[ 5,436 ] 5,970	[ 16,900 ] 19,900
若手研究(B)	[ 24,899 ] 29,968	[ 11,645 ] 13,100	[ 46.8 ] 43.7	[ 14,050,603 ] 16,530,918 【 4,959,276 】	[ 1,207 ] 1,262	[ 3,500 ] 3,500
若手研究(スタートアップ) *1	[ 827 ] 933	[ 827 ] 933	[ 100.0 ] 100.0	[ 973,940 ] 997,853 【 299,356 】	[ 1,178 ] 1,070	[ 1,400 ] 1,500
奨励研究	[ 3,382 ] 3,429	[ 678 ] 691	[ 20.0 ] 20.2	[ 349,965 ] 350,321	[ 516 ] 507	[ 900 ] 820
研究成果公開促進費	[ 1,350 ] 1,177	[ 475 ] 500	[ 35.2 ] 42.5	[ 1,367,900 ] 1,334,900	[ 2,880 ] 2,670	[ 43,100 ] 41,800
学術創成研究費 *1	[ 79 ] 59	[ 79 ] 59	[ 100.0 ] 100.0	[ 5,766,200 ] 4,013,600 【 1,204,080 】	[ 72,990 ] 68,027	[ 109,300 ] 102,800
合計	[ 124,274 ] 122,609	[ 49,046 ] 51,242	[ 39.5 ] 41.8	[ 145,890,914 ] 146,912,177 【 35,465,063 】	[ 2,975 ] 2,867	[ 306,100 ] 317,500

(注1) 文部科学省が公表している平成21年4月現在の配分状況一覧に、特別推進研究、基盤研究(S)及び若手研究(S)の新規採択分を追加している。

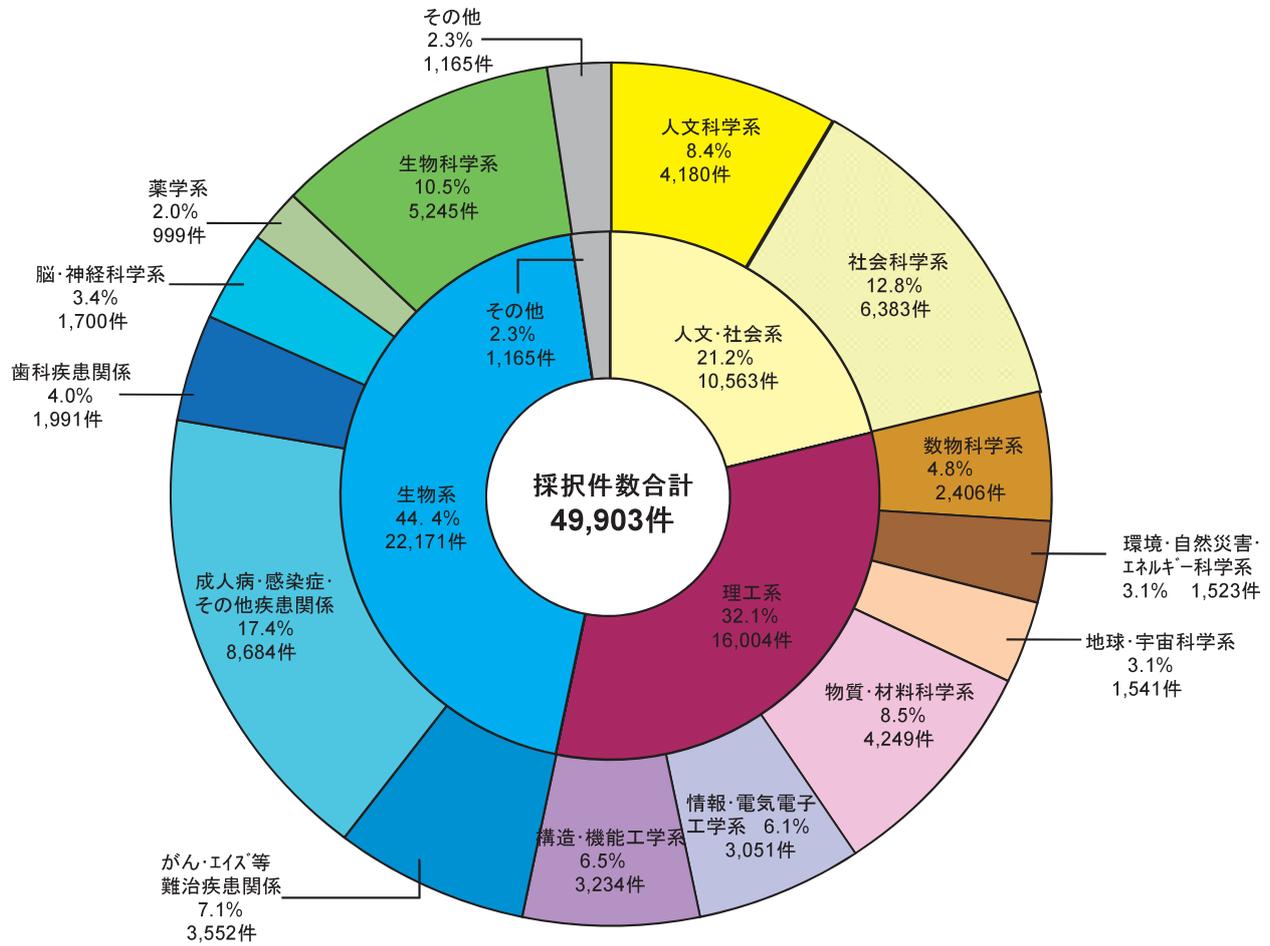
(注2) [ ]内は、前年度を示す。

(注3) 【 】内は、間接経費(外数)。

(注4) \*1は、継続課題のみ計上(新学術領域研究は平成20年度に新設した研究種目のため前年度は計上していない)。

(注5) \*2は、平成20年度は「萌芽研究」として公募。

5. 平成21年度科学研究費補助金配分状況(分野別)  
 ー研究分野別の採択件数ー



※ 平成21年度科学研究費補助金のうち、特別推進研究、特定領域研究、新学術領域研究、基盤研究、挑戦的萌芽研究、若手研究及び学術創成研究費の研究課題(新規採択+継続分)の当初採択件数(49,903件)について分類したものである。(特別推進研究、新学術領域研究、基盤研究(S)、若手研究(S)及び若手研究(スタートアップ)の新規課題を除く)

【本冊子に関する問合せ先】

〒102-8472

東京都千代田区一番町8番地

独立行政法人日本学術振興会 研究事業部 研究助成第二課

電話 03-3263-4254 (特別推進研究担当)

電話 03-3263-4388,4632 (基盤研究(S)担当)

電話 03-3263-1431,4617 (若手研究(S)担当)

※ この資料の内容は下記ホームページ上においても公開しております。

日本学術振興会の科学研究費補助金ホームページアドレス

<http://www.jsps.go.jp/j-grantsinaid/index.html>

