

【新学術領域研究（研究領域提案型）】 複合領域



研究領域名 予防を科学する炎症細胞社会学

東京大学・大学院医学系研究科・教授

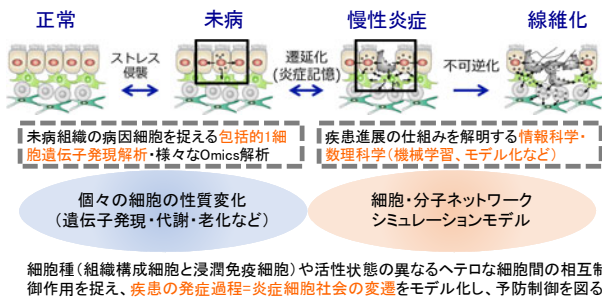
まつしま こうじ
松島 綱治

研究課題番号：17H06391 研究者番号：50222427

【本領域の目的】

健康維持システムの治療から予防へのパラダイムシフトは、高齢化社会における喫緊の課題である。本研究領域では、活性化状態の異なる様々な浸潤免疫細胞および組織構成細胞が構成する炎症組織、すなわち“炎症細胞社会”を定量的な1細胞情報の集合として捉え、疾患の起点、未病状態、遷延化、不可逆化（線維化）を生命科学で定義する。包括的1細胞遺伝子発現解析技術と情報科学を中心として、炎症学、病理病態学などの分野を統合し、疾患の発症過程=炎症細胞社会の変遷をモデル化する。また、細胞の機能や動態を制御する代謝、老化、変異、微小環境要因や、細胞間ネットワークを担う炎症介在因子などの炎症細胞社会の制御機構を明らかにし、これを反映した種々の慢性炎症性疾患のシミュレーションモデルを構築する。これらの取り組みを通じて、疾患進展の仕組みを理解し、内的・外的環境因子の危険予測や早期診断マーカー、分子予防標的を取得する新たな予防医学“炎症細胞社会学”を開拓する。

疾患の発症過程：炎症細胞社会の変遷



個の細胞から観た炎症組織・個体(社会)を語る
はじめての生命科学・予防医学の創成

【本領域の内容】

本研究領域では、内的・外的ストレスと慢性炎症性疾患をつなぐ概念として“炎症細胞社会”を提唱し、生命科学と情報科学に基づく新たな予防医学を開拓する。そのために、包括的1細胞遺伝子発現解析を共通基盤技術として、以下に設定する3研究項目間で高度な連携を保ちつつ研究を展開する。

A01「慢性炎症性疾患における炎症細胞社会の確立」では、臓器、病因の異なる慢性炎症性疾患モデルにおいて、時間、空間情報を含む包括的1細胞遺伝子発現情報などを収集し、炎症細胞社会における疾患の起点、未病状態、遷延化、不可逆化（線維化）を定義する。また領域内で見いだされた治療標的や、

モデルを検証する。

A02「環境因子による炎症細胞社会の制御と分子標的予防法の確立」では、環境ストレス、遺伝要因、シアストレス、低酸素ストレス、老化などの生理的要因と慢性炎症・生活習慣病との連関を解明し、炎症細胞社会を制御するための分子標的を探索する。

A03「炎症細胞社会情報学の確立」では、包括的1細胞遺伝子発現データなどの情報解析や、性質の異なる情報の統合などの新たな手法の開発、慢性炎症性疾患のシミュレーションモデル構築をはかる。

【期待される成果と意義】

本領域研究を通して、日常生活で曝露しうる種々の内的・外的ストレス侵襲から慢性炎症性疾患に至る過程と、各段階に関連する分子、細胞、シグナル経路、代謝経路を有機的に統合した“疾患の起点、遷延化、不可逆化の仕組みを可視化する炎症細胞社会モデル”が確立できると期待している。疾病の転機を定量的な分子、細胞情報として定義することで、生命科学の言葉で慢性炎症性疾患の転機を如何に制御すべきかを語る新たな予防医学の創成に繋がる。すなわち、種々の慢性炎症性疾患に関する炎症細胞社会のシミュレーションモデルに基づき、環境リスク因子を数値化し、適切なリスク回避が可能になる。疾患形成過程を俯瞰し、薬剤の効果予測を可能にする炎症細胞社会シミュレーションモデルの利用プラットフォームを広く公開することで、薬剤の新たな対象疾患の発見や、全く新しい作用点を標的とした創薬などを推進できると期待している。

【キーワード】

炎症細胞社会学：疾患に関わる要因と1細胞の性質（遺伝子発現変化など）の時空間的変遷を理解し、個の細胞から観た炎症組織（細胞社会）を語る初めての生命科学・予防医学

【研究期間と研究経費】

平成29年度～33年度
1,195,200千円

【ホームページ等】

<http://inflammationcellularsociology.org>
koujim@m.u-tokyo.ac.jp

【新学術領域研究（研究領域提案型）】
複合領域



**研究領域名 熱－水－物質の巨大リザーバ：
 全球環境変動を駆動する南大洋・南極氷床**

国立極地研究所・研究教育系・准教授 **かわむら けんじ**
川村 賢二

研究課題番号：17H06316 研究者番号：90431478

【本領域の目的】

近年、地球最大の淡水リザーバ（貯蔵庫）である南極氷床の融解や流出加速が明らかになり、海水準の大幅な上昇が懸念されている。一方で南大洋は、重い水の沈み込みで海洋大循環を駆動する熱のリザーバであると共に最大の CO₂ リザーバでもある。氷床融解による淡水が海洋を成層化し、大循環や CO₂ 吸収を変化させる可能性があり、そうした海洋の変化が氷床融解をさらに促進することも考えられる。このように、南極氷床と南大洋は一体となって全球環境に大変動をもたらす潜在力を秘めている（図1）。本領域は、多分野の研究者が連携、融合研究することで、このシステムの理解と将来予測をめざして「南極環境システム学」を創成する。

【本領域の内容】

南極域では、大気場・氷床・海氷・海洋場が周極的に分布し、各環境要素の間には強い相互作用があるので、これらを一つのシステムとして捉える。観測とモデリングにより素過程を理解し、種々の相互作用の実態とメカニズムを明らかにする。南極を起点とする全球環境変動の将来予測に資するため、特に東南極をターゲットとし、海洋・氷床・固体地球・生態系の観測研究を集中的に実施する。長い時間スケールで変化する氷床や海洋については、アイスコアや堆積物、岩石等を用いて過去の変動を復元する。南極全体を対象とし、大気・氷床・海水・海洋・固体地球を結合させたモデル研究を行い、観測や分析の知見を取り入れ、南大洋と南極氷床の全球変動における役割を解明する（図2）。

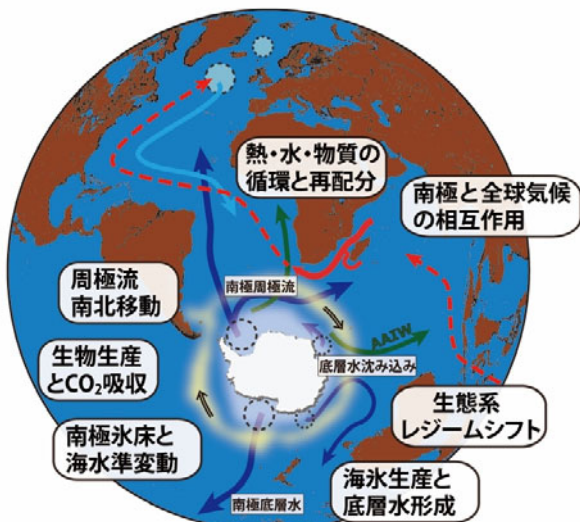


図1：南大洋・南極氷床と全球環境とのつながりを表した模式図。

対象地域と手法を大別すると、主に南極全体や全球の変動を対象とするモデルや衛星観測と、東南極での素過程や相互作用の理解を対象とする現場観測（氷河・地形・地殻・海洋・海氷・生物）、それら両方を対象として長時間スケールの変動を読み解くアイスコア・海底コア・岩石試料分析に分けられる。

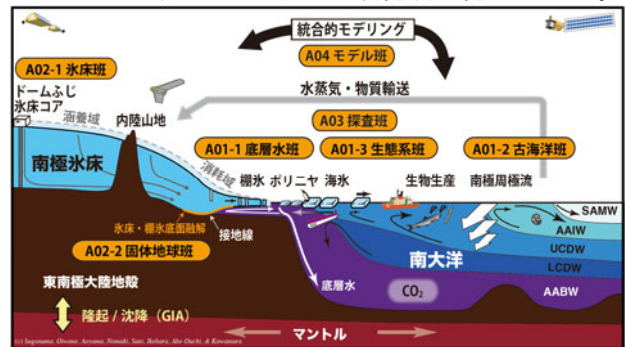


図2：南極環境システムの断面と本領域の班構成

【期待される成果と意義】

各分野の連携により以下を達成する。
 ・氷床と海洋の境界領域の探査が可能になる。
 ・氷床と海洋の過去の記録の統合的解析が実現。
 ・現在と過去の知見を取込み、モデル信頼性が向上。
 これらと様々な現場観測・衛星観測から、氷床と海洋、気候の相互作用を明らかにする。データによる検証を経て向上した数値モデルにより、南極氷床融解による海面上昇等の全球影響を予測する。これらは、南極域の不可逆的激変への臨界点「ティッピング・ポイント（Tipping point）」の条件やメカニズム解明につながり、社会への大きな貢献ともなる。
 東南極域のモニタリングに向けた国際体制の整備、新探査手法の他地域での展開、研究分野を超越した広い視点を持つ研究者の育成も期待される。

【キーワード】

南極氷床：南極大陸を覆う氷で、全て融けると海面が約 60m 上昇する。
 南大洋：南極大陸を取り囲む海で、世界一重い海水である南極底層水を生成している。

【研究期間と研究経費】

平成 29 年度－33 年度
 1,156,200 千円

【ホームページ等】

<http://grantarctic.jp>

新学術領域研究
 （研究領域提案型）

【新学術領域研究（研究領域提案型）】 複合領域



研究領域名 共創的コミュニケーションのための言語進化学

東京大学・大学院総合文化研究科・教授 おかのや かずお
岡ノ谷 一夫

研究課題番号：17H06378 研究者番号：30211121

【本領域の目的】

本領域は二つの目的をもつ。まず、言語の起源と進化について、言語理論・生物進化・人類進化・個体発生の研究成果に整合するシナリオを作ると共に、その妥当性を数理モデルやシミュレーション、ロボット実装により構成論的に検討する。次に、そのシナリオにもとづきコミュニケーションの未来と人類の存続のあり方を提言する。これらを通じて文理を超克した新たな人間科学としての「共創言語進化学」の創成を目指す。

言語は人類が個人を超えた知を結集し文明を作ることをも可能にした画期的なテクノロジーである。現在人類は、言語と情報技術を基盤とした新しいコミュニケーションを創出しようとしている段階にある。

言語の起源と進化を知ることで、未来のコミュニケーションのあり方をデザインできると私たちは考える。グローバル化によって生ずる国際的軋轢、情報利用の格差によって生ずる幸福格差、急激に変化するコミュニケーション様式への適応障害等、現在起こっている問題の解法を提言すると共に、人間性の本質と可能性について理解を深化させる。

【本領域の内容】

言語は、思考に用いられる心的な階層構造をコミュニケーションのために一次元化して使用するという特徴を持つ。このため話し手と聞き手は、階層構造として表現される互いの意図を共有する努力をせねばならない。このような共創的コミュニケーションはどのように始まり、どのように進化してきたのだろうか。階層性と意図共有を領域全体の二つの柱とし、A01 言語理論班、B01 行動生物班、B02 人類進化班、B03 認知発達班、C01 創発構成班の5つの計画研究の密な協働によってこの問題に迫る。

A01 は理論言語学の最新知見を融合し、言語とコミュニケーションの進化の統合的な仮説を形成して他班に提供する。これを B01（生物学）・B02（人類学・考古学）・B03（発達心理学）が時間軸の異なる系統発生・人類発生・個体発生の3つのレベルから実験的に検証する。さらにその結果を C01 が心理実験・ロボット実験・数理モデル・数値シミュレーション等の構成的方法を駆使して言語とコミュニケーションの起源・進化のシナリオを構成する。

仮説・実験・実装という異なる抽象度を持つ三層の研究項目間の相互作用から言語の起源・進化を解明すると共に、高度の情報化が加速する社会における共創的コミュニケーションの未来を示し、情報技術との共存についての提言を行う。その成果を新領域・共創言語進化学の創成につなげる（図1）。

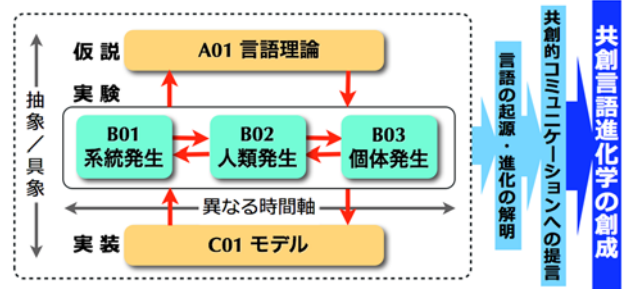


図1 領域の研究体制

【期待される成果と意義】

本領域の意義は、学際的人間科学の画期的な推進を我が国が先導することを可能にすると共に、階層性と意図共有の融合が織りなす共創的言語コミュニケーションの進化的理解に基づき、これまでの共感依存型コミュニケーションを超え、人類の幸福な存続を可能にする未来型コミュニケーションの姿を提示して、現代社会が直面する多様な問題の解決を図るものである点にある。言語の起源・進化の科学的解明はもとより、それを活用することで、多言語教育への展開といったグローバル化対応や、障害の有無に関わらず共創を可能にする技術開発といった医療・福祉面、従来の統計的 AI の限界を克服する共創的 AI の提言といったイノベーション面への貢献が期待される。

【キーワード】

階層性：線形順序ではなく階層構造に基づく事が言語の特異な点であり、この特性のため、人間の言語コミュニケーションは非常に創造的である。この特性がどのようにして生じたかは、言語進化学の大きなテーマの一つである。

意図共有：その反面、階層構造を直接伝えることができないために言語コミュニケーションの現場では双方の真意が正しく伝わりにくいという問題が生じる。相手の意図を理解し共有することがこの問題を解決するのであり、この能力の起源・進化も言語進化学の大きなテーマである。

【研究期間と研究経費】

平成 29 年度－33 年度
1,078,400 千円

【ホームページ等】

<http://evolvinguistics.net>

【新学術領域研究（研究領域提案型）】 複合領域



研究領域名 細胞社会ダイバーシティの統合的解明と制御

(公財)がん研究会・がん化学療法センター・所長

ふじた なおや
藤田 直也

研究課題番号：17H06324 研究者番号：20280951

【本領域の目的】

人体は約 37 兆個の細胞により構成されているが、その細胞集団は均一ではなく、組織幹細胞より分化したダイバーシティに富む細胞から構成されている。ダイバーシティに富むことで、環境変化に耐えうる強靱な生体・臓器が構築・維持されるが、その一方でダイバーシティが破綻するとがんを含む各種疾患の発症へとつながることが示唆されている。ダイバーシティに富む細胞間の相互作用は非常に複雑であるため、これまでは統合的な解析が十分に成されてこなかった。シングルセルレベルでのオミクスデータ取得が安価に可能になり、膨大なデータをビッグデータとして処理する手法も大きく進歩しつつあるこの機会を捉えて、個々の細胞を分類するとともにダイバーシティに富む細胞間の相互作用を解析するための数理モデルの構築が必要である。

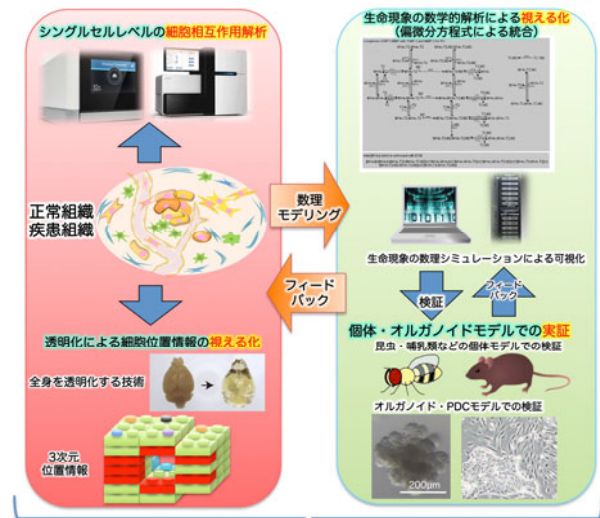
そこで本領域では、生物学の研究者だけではなく、数学・工学・情報科学・ゲノム生物学などの多様なバックグラウンドを持った研究者の領域横断的な連携により、生体・臓器の構築機構解明といった生命現象の根本原理解明につながる基礎的な解析や数理解析による理論構築を目指すとともに、基本分子や基本パスウェイの解明により疾病治療法を開発するという応用的成果を挙げることを目指す。

【本領域の内容】

細胞社会ダイバーシティによりもたらされる細胞 1 個 1 個のゆらぎ（変化）や多種多様な細胞社会の相互作用やその維持機構を統合的に理解し、キーとなる分子やパスウェイを見出すためには、生物学者による個々の相互作用解析やシングルセルレベルでの定量的なオミクスデータの集積といった実験系研究だけでは不十分であり、多種多様な細胞間の相互作用といった複雑系を数学的に表現した数学者による数理モデルの構築といった理論系研究が不可欠である。

そこで、実験系研究である A01「細胞ダイバーシティ構築に関わる基本原理の解明」では、細胞社会ダイバーシティを生み出す幹細胞、分化、環境変化への適応機構に焦点を当て、多種多様な細胞集団の相互作用による生体・臓器の形成・維持機構の解明を目指す。数理科学的な理論系研究である A02「細胞社会ダイバーシティの数理科学解析とモデリング」では、生物学的定量データに基づいたボトムアップ型の数理モデリングを行う。実験系研究である A03「数理細胞社会モデルの実証」では、構築された数理モデルの検証と最適化に向けて、数理モデルで見出されたキーとなる分子やパスウェイを変化させた際の組織・個体レベルでの変化を検証する。A01 から A03 に属する生物学・数学などを専

門とする研究者が一体となった連携研究により、生命現象に関わるデータ取得・数式に置き換えた数理モデリング・遺伝子改変動物・昆虫モデルによる検証といったサイクルを回し、生命現象を統合的に解析することが可能な数理モデルの構築を行う。



細胞社会ダイバーシティの統合的解明と制御

【期待される成果と意義】

本領域では、生物学と数学など多分野の研究者の共同研究により、多様な細胞間の相互作用といった複雑系の数理科学的解析と得られた数理モデルの検証をモデル動物・昆虫やオルガノイドモデルで検証していく。そのため、本領域の遂行により、個体・臓器の構築につながる細胞間相互作用ネットワークや細胞社会構築機構といった生命現象の根本原理につながる基礎的研究成果の創出が期待されるだけでなく、疾病治療法開発などにつながる基本分子や基本パスウェイといった手がかりを得ることや数理モデルを利用した革新的な医療技術開発といった応用的成果が得られることも期待される。

【キーワード】

ダイバーシティ：多様性
オミクス：遺伝子・タンパク質・代謝物などの生体データを統合して俯瞰的に解析する研究

【研究期間と研究経費】

平成 29 年度－33 年度
1,189,600 千円

【ホームページ等】

<http://cDiversity.umin.jp/>
cDiversity@jfc.or.jp

新学術領域研究
(研究領域提案型)

【新学術領域研究（研究領域提案型）】 複合領域



研究領域名 脳情報動態を規定する多領野連関と並列処理

東京大学・大学院医学系研究科・教授 びとう はるひこ
尾藤 晴彦

研究課題番号：17H06308 研究者番号：00291964

【本領域の目的】

脳は外界の情報を感覚入力により取得し、4D マルチモーダルな膨大な情報を各脳領域で処理しつつ、適切に層・領域間で転送して並列処理することで圧縮・貯蔵する。この「脳情報動態」の実体を、先端的計測操作技術により解明・再現し、記憶・予測・判断に基づく行動原理を明らかにすることは、今日の神経生物学・光遺伝学の中心課題である。本研究領域では、徒にデータ駆動型のビッグサイエンスに陥ることなく、脳内の情報フローを規定する局所細胞構築とモデル設定、脳領域間ネットワークダイナミクスの高分解能記録・操作、閉ループ（再帰性）制御をも視野に入れたモデル検証・情報処理理論、を包含する新たな分野横断型研究領域、「脳情報動態学」の確立を目指す。

【本領域の内容】

高次脳機能発現に関わる脳情報動態を、脳多領野のシナプス結合様式と解剖に基づく回路構造と、そこを流れる単一細胞レベルと平均場レベルの情報という観点から研究を進める。高精度・高品質の大量画像データから情報を抽出し解読すること、それを制御すること、および本領域内でデータフォーマットの統一化と共有化を行い、班内での横断的アクセスを可能とする。このような情報科学による神経科学の破壊的再創造により、階層を超えた脳内情報処理機構の解読を試みる。

研究項目 A01 脳情報解読

脳の多領野に共有される基本的細胞種・結合モチーフや、記憶構造ループとの入出力変換・可塑性を明らかにし、高次脳機能に関わる標準回路構造を解明する。

研究項目 A02 脳情報計測

多数の細胞から機能イメージング、また電気生理学的記録を行うことで、高次脳機能に関する情報が記憶構造を持つ脳領野を含めて多領野間の細胞群でどのように表現され、転送・変換されているかを解明する。

研究項目 A03 脳情報ネットワーク構築

ヒト脳からの fMRI 信号を解析することで、異なる皮質領野間、皮質領野・記憶構造間の情報転送・変換による脳高次機能発現を解明する。また、脳の多領野連携様式などの神経科学に触発された並列情報処理アーキテクチャを開発する。

この3つの研究項目を通じて、多領野からの細胞活動記録・細胞種同定標識・細胞構築解析・細胞機能操作を統合するとともに、これらの技術パイプラインを共有化して研究を推進する。細胞ごと、領野ごとの情報表現の違い、回路構造の知見、攪乱による機能変化を合わせて、脳高次機能発現における脳

情報動態を細胞構築と回路構造の次元で解明する。

【期待される成果と意義】

近年、脳情報処理に影響を受けたニューラルネットワークである深層学習(Deep Learning)に基づく人工知能技術が飛躍的に進展し、画像や音声を高精度で分類する能力においてはヒトを凌駕するに至ったが、一方で、現在の人工知能は再帰性を適切に取り扱えず、多岐に渡る文脈や他者を考慮し判断する機能は持ち合わせていない。脳が行う多領域間の情報通信と領域内での情報処理機構・回路構造の大枠を明らかにし、さらに発展させるためのプラットフォームを形成することができれば、その情報処理メカニズムを新たな工学的ニューラルネットワークアルゴリズムとして整理し、高次脳機能を模した「次世代」人工知能などへの応用が可能となることが期待される。

ヒトなどの社会的な高等動物では、他者の意図を推定し、その行動を予測することで、自己の目標達成が容易になる。高次脳機能を模した補助型人工知能やロボットの実現が可能になれば、ヒトの行動予測に基づいた、ヒトの五感や運動機能を補足する「拡張現実」・「拡張運動」や、意志決定プロセスを補助する「拡張認知」機能などの可能性がより現実的となると予想され、その第1歩となる基礎研究を本領域で実施する。また、他者意図を断片的情報から推定し、相手の行動や環境を脳内で計算可能な情報に変換し、転送し、処理する過程の数理モデルの構築を試みる。自閉症は、多領野間での情報通信・情報動態の障害と捉えられることも可能であると考えられており、本領域の推進により脳情報動態が回路レベルで解明できれば、自閉症の症候原理の解明への大きなステップともなり得る。

【キーワード】

脳情報動態
多数の脳領野をめぐる、感覚・運動・認知・内的情報の転送・変換・統合・貯蔵の動的形式。
並列処理
各計算モジュールが並列演算して効率的な情報処理を実現すること。脳多領野間の並列処理原理に学んだ人工知能の発展が期待されている。

【研究期間と研究経費】

平成 29 年度－33 年度
1,235,600 千円

【ホームページ等】

<http://brainfodynamics.umin.jp/>

【新学術領域研究（研究領域提案型）】 複合領域



研究領域名 光合成分子機構の学理解明と時空間制御による 革新的光-物質変換系の創製

岡山大学・異分野基礎科学研究所・教授

しん けんじん
沈 建仁

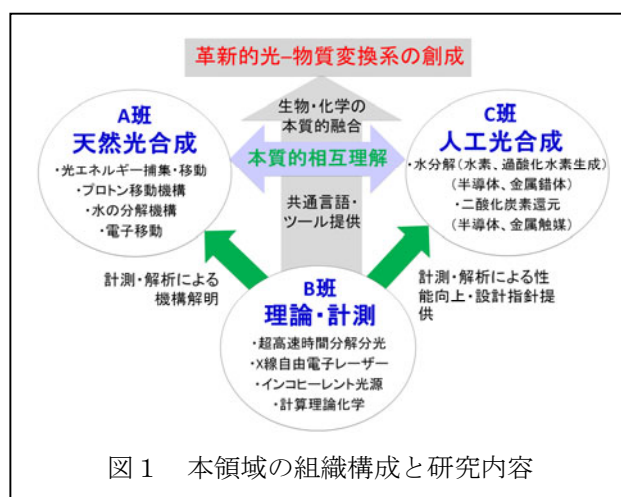
研究課題番号：17H06433 研究者番号：60261161

【本領域の目的】

地球上ほぼすべての生命活動に必要なエネルギーは、太陽由来の光エネルギーに依存している。太陽光エネルギーは植物や各種藻類などの光合成生物による光合成によって化学エネルギーに変換され、同時に水が分解され、好気呼吸を行う生物に必要な酸素が供給される。現代社会が消費する石油・石炭などの化石エネルギーも光合成産物の蓄積であり、その蓄積が近い将来枯渇するかもしれないと言われている。本領域の目的は、天然光合成の作動原理を原子レベルで解明し、その原理を利用して、太陽光エネルギーの高効率変換・有用物質生産を目指した人工光合成システムの開発を行うことである。そのためには、生物学、生物物理学、分子生物学、化学（無機、有機、合成、錯体、理論など）、先端光物理学、及び工学分野の研究者を結集し、実験と理論研究を融合させ、天然光合成における可視光を利用した水分解、光エネルギーの高効率捕集・伝達システムの詳細な分子機構を解明し、それらの応用によって高効率な光エネルギー捕集、水分解、水素生成や二酸化炭素還元のための人工光合成装置を開発する。これらの研究によって、クリーンで再生可能なエネルギー源の創出を目指し、社会が直面するエネルギー問題、環境問題の解決に貢献する。

【本領域の内容】

天然光合成の学理解明と人工光合成系の開発を融合し、強力に推進するため、本領域では、(A) 天然光合成系の学理解明；(B) 最先端理論・計測技術を用いた天然と人工光合成に共通する原理の解明；(C) 人工光合成系の開発、という3つの計画研究班を設置する。各班ではさらに研究内容等によって下記の計画研究を設置する（図1）。(A01) 高分解能・時間分解構造解析による天然光合成における水分解反応の機構解明；(A02) 機能解析による光合成タンパク質における電子伝達機構の解明；(A03) 光合成における光捕集と励起エネルギー伝達機構の解明；(B01) 天然光合成系におけるエネルギーフローに関する実験・理論解析；(B02) 分子及び半導体光触媒の反応機構に関する実験・理論解析；(C01) 分子・半導体光触媒による可視光水分解系の開発；(C02) 二酸化炭素還元系の開発。以上の各計画研究のもと、相当数の公募研究による研究を行い、天然光合成系の学理解明と人工光合成系の開発を一体的に推進する。



【期待される成果と意義】

天然光合成における水分解反応や光エネルギー捕集・電子伝達の詳細な機構解明は、光合成研究に重要な学術的意義をもっているのみでなく、人工光合成系の開発にも重要な知見を提供すると期待されている。一方、分子系触媒や半導体触媒を用いた可視光水分解及び二酸化炭素還元系の開発は、我が国から独創的で世界をリードする成果を輩出しており、本領域の実施を通してより高効率の光触媒の開発が期待でき、太陽光からクリーンで再生可能なエネルギー源の獲得が期待できる。これらの成果は、再生可能な社会の実現に大きく貢献できる。

【キーワード】

天然光合成：光合成生物が太陽光エネルギーを吸収し、一連の電子伝達反応などによって二酸化炭素と水から有機物を合成し、酸素を放出する過程である。人工光合成：太陽光を利用して、水及び（または）二酸化炭素から水素やアルコールなどのエネルギー貯蔵物質や有用物質を生産することである。

【研究期間と研究経費】

平成29年度～33年度
1,146,100千円

【ホームページ等】

<http://photoenergy-conv.net>
secretariat@photoenergy-conv.net

新学術領域研究
（研究領域提案型）