

平成13年度科学研究費補助金（学術創成研究費）新規交付課題の概要

研究課題名	有機金属気相成長高密度量子ナノ構造による単電子集積エレクトロニクス
研究代表者	福井 孝志（北海道大学・量子集積エレクトロニクス研究センター・教授）
研究の概要	化合物半導体の極微細加工技術と有機金属気相選択成長技術を巧みに組み合わせることにより、超微細かつ欠陥のない「立体量子構造」を人工的に構成する新しいプロセス技術を用い、電子一個一個を操作する単電子デバイス構造、人工分子・人工格子構造を高密度に形成する技術を確認する。また、単電子デバイスを集積化するための全く新しい概念を用いたアーキテクチャーを探索・提案し、その実現に必要な単位デバイス機能を明らかにする。さらに、電子一個で書き込み、電子一個の動きで読み出しを行う究極の「半導体メモリー」を高密度に試作するとともに、結合量子ドットによる人工分子の形成など、量子ナノ構造による全く新しい単電子集積エレクトロニクスを構築する。
研究者数・期間	5人（平成13年度～平成17年度）

研究課題名	フォノン工学
研究代表者	伊藤 弘昌（東北大学・未来科学技術共同研究センター・教授）
研究の概要	未踏破の周波数領域であるテラヘルツ（THz）帯には、固体中のフォノンや生体等を構成する分子の固有振動、分子間相互作用等に関連したエネルギー準位が数多く存在し、基礎科学、応用ともに重要な位置付けにある。本研究では、これまでに開発してきた波長可変 THz パラメトリック分光装置によって生体試料を含めた THz 帯の物性情報を収集するとともに、THz 帯フォノンをアクティブに制御・活用した小型・高性能の THz デバイスを創出し、THz 帯の超高速光通信や物質制御等に応用することにより、THz 帯の科学を大きく発展させ、情報通信から環境・生体センシングなどの応用分野をも含んだ新たな学際領域の創成を目指す。
研究者数・期間	7人（平成13年度～平成17年度）

研究課題名	知能ロボットによる模倣の構成論的研究
研究代表者	佐藤 知正（東京大学・大学院情報理工学系研究科・教授）
研究の概要	人は幼児のころから模倣を通して多くを学ぶ。模倣は人間の知能の本源であり、その解明がまたれる。また、目の前でやって見せることで新しい動作を覚えてくれるならば、ロボットは人の近くで将来活躍することが期待できる。 本研究では、ロボットが人間の行動を見て模倣することによって種々の動作を獲得し学習していくシステムの実現を通して、模倣の原理とメカニズムをシステム論的に解明する。次の研究項目を通して実際に有用な知能ロボットシステムを構成するための方法論を確立する。（1）行動観察・認識システムの構築（2）行動生成・修正システムの構築（3）人間の模倣機能の解明とモデル化（4）行動模倣学習システムの実現
研究者数・期間	5人（平成13年度～平成17年度）

研究課題名	人間同士の自然なコミュニケーションを支援する知能メディア技術
研究代表者	西田 豊明 (東京大学・大学院情報理工学系研究科・教授)
研究の概要	本研究では、人間同士がコンピュータの存在を意識することなく、音声・表情・身振りなどの豊富なコミュニケーションスキルを使って自然にコミュニケーションできるようにするための新しいコミュニケーションメディア(知能メディア)の研究開発を行う。人と語り合うことのできる会話型コンテンツという概念の実現をめざして、コンピュータを環境に埋め込んでコミュニケーションをさりげなく支援する環境メディア技術、コンピュータを人間と普通に会話できる社会的主体として位置づけて人間同士の会話を支援する会話エージェント技術、両者を実現するための理論的・技術的基盤を与える対話のコミュニケーションモデルの開発に焦点をあてた取り組みを行う。
研究者数・期間	10人 (平成13年度～平成17年度)

研究課題名	深海知能ロボットの開発研究
研究代表者	浦 環 (東京大学・生産技術研究所・教授)
研究の概要	地球の表面が沸きだしてくる熱水地帯。全世界の海洋に広がる熱水地帯をくまなく観測し、未知の海を知り、地球環境のデータを得るには、大型母船を必要とせず、特定の技術者でなく観測する科学者が簡単に展開でき、深海で特異な環境を認識して行動を決定することのできる深海知能ロボットが必要である。本研究では、重量1tonで3,500m深度に半日にわたって潜航でき、熱水現象を広域にわたって観測することのできる自律型海中ロボットの研究開発をおこない、これをマリアナ海域などに展開して、熱水活動を観測する。展開から得られる知見を元に、ロボットの海中認識機能を高め、より高度な行動を可能とし、深海知能工学を創出する。
研究者数・期間	7人 (平成13年度～平成17年度)

研究課題名	汎用FFAG加速器の応用と開発
研究代表者	森 義治 (高エネルギー加速器研究機構・加速器研究施設・教授)
研究の概要	医療、環境保全・浄化、先端材料等の各分野における加速器利用の潜在的需要は極めて大きなものがある。しかしながらこれまでの加速器は原子核・素粒子物理の実験装置の域を脱せず、「汎用性」の観点からは著しく問題があった。この点でほぼ理想的といえる加速器がFFAG (Fixed-Field Alternating Gradient)加速器である。これはサイクロトロンとシンクロトロン両者の長所を併せ持つ極めてユニークな加速器であるが、多くの技術的困難のためにこれまで実用化されなかった。本研究では陽子を1億5千万電子ボルト(150 MeV)まで加速できる汎用FFAG加速器の実用機を開発する。そして、この加速器ならではの高繰り返しパルスビームによる夢のビーム治療技術である点状高速走査治療(スポットスキヤニング)法を開発し、FFAG加速器による「汎用」加速器分野の新展開を図る。
研究者数・期間	6人 (平成13年度～平成17年度)

研究課題名	細胞の形態と運動性を制御する細胞センシング機構
研究代表者	水野 健作 (東北大学・大学院生命科学研究科・教授)
研究の概要	細胞は、細胞内外のシグナルを感知して、細胞骨格をダイナミックに再構築し、形や運動性を変化させる。アクチン細胞骨格の再構築は、細胞の動的な活動を支える中心的な役割を担っているが、その応答、制御機構、3次元構築機構の多くは不明である。本研究は、私達の見出した LIM キナーゼーコフィリン経路を中心に、細胞内外のシグナルを細胞骨格の再構築に結びつけるシグナル伝達経路と制御機構を解明し、細胞骨格を時間的・空間的に統御するシステム原理を解明することを目指している。さらに、白血球の遊走、癌細胞の浸潤・転移、神経突起の伸展・退縮など細胞の形態変化や運動性が関わる多くの生命現象の分子機序の解明とその活用を目指す。
研究者数・期間	2人 (平成13年度～平成17年度)

研究課題名	新規生理活性脂質の生体機能
研究代表者	和泉 孝志 (群馬大学・医学部・教授)
研究の概要	細胞が刺激を受けると、膜のリン脂質が分解されて種々の生理活性脂質が作られる。その作用の大部分は細胞膜に存在するGタンパク質共役型受容体(GPCR)を介するもので、神経、呼吸、循環、生殖などほとんどすべての生命活動に関与している。本研究では、リガンドの不明なオーファンGPCRの新たな脂溶性リガンドを発見し、その生体機能を明らかにすることを目指す。また、すでに受容体が単離されているアラキドン酸代謝物やリゾホスファチジン酸などの生理活性脂質に関し、産生機構の解明や遺伝子改変個体の解析を行い新たな生体機能を見出す。これらの解析を通じて生理活性脂質の生理的役割を解明すると同時に、病態への関与を明らかにし創薬の標的分子の発見を行う。
研究者数・期間	5人 (平成13年度～平成17年度)

研究課題名	脳における「匂い地図」と「嗅覚記憶」の解析
研究代表者	森 憲作 (東京大学・大学院医学系研究科・教授)
研究の概要	嗅覚は数十万種類もの匂い分子によって媒介される感覚である。嗅覚神経系の研究は最近劇的な進歩を遂げつつあるが、まだ末梢レベル(嗅上皮)での匂い分子受容や識別の知識が主で、嗅覚中枢神経系(嗅球や嗅皮質)の機能についてはほとんど未解明のままである。本研究では、分子遺伝学的手法と光学測定法等を組み合わせ、ほ乳類嗅球の「匂い地図」の全容を解明し、「匂いの質」の知覚機構を解析する。また、嗅球「匂い地図」に変動をもたらす遺伝的因子や環境因子を探索し、嗅覚記憶の神経機構を解析する。さらに、嗅皮質における「匂い地図」を解析し、様々な匂いと快/不快等の情動との結びつきを解きあかすことを目指す。
研究者数・期間	3人 (平成13年度～平成17年度)

研究課題名	脳内サイトカインによる中枢神経機能制御メカニズム；分子から精神活動へ
研究代表者	那波 宏之（新潟大学・脳研究所・教授）
研究の概要	我々の「こころ」の宿る組織、「脳」の機能メカニズムを探ることは、今世紀最大の科学研究テーマのひとつである。特に精神、つまり「こころ」の領域に属するものは、近年まで「科学」の対象から外されていたことも多い。最近、偶然にも抗ウイルス療法、抗ガン治療や血液透析療法において用いられる免疫活性化物質サイトカインは、時に独特な精神症状を呈することが発見された。その原因はいまだ闇に包まれているが、それらサイトカインが実際に脳内に存在すること、脳神経細胞自身がその受容体を持っていることなどを考えあわせると、この免疫活性化物質、サイトカインは、脳神経系でもその機能を調節する重要な物質であることが示唆される。この研究課題では「どのようにサイトカインがこれら脳精神現象を引き起こすか」という疑問に対し、最新の分子生物学から脳機能画像学などを駆使して科学的に迫ろうとするもので、「こころ」の謎をひも解く 1 つの糸口を与えてくれると考えられる。また、近年のストレス社会にあつて、この研究は極めて多くの人々が苦しんでいる PTSD や各種精神障害の病因解明や治療にもつながることが期待される課題である。
研究者数・期間	5 人（平成 13 年度～平成 17 年度）

研究課題名	ES 細胞、組織幹細胞と増殖・分化機構の解明とその臨床応用に関する研究
研究代表者	中畑 龍俊（京都大学・大学院医学研究科・教授）
研究の概要	幹細胞を用いた再生医療への期待が膨らんでいる。しかし、安全性、利便性の観点より、幹細胞の調達に大きな課題を残している。本研究では、特異組織を超えて様々な組織に分化し得ることが明らかにされた造血幹細胞や神経幹細胞を用い、その増幅や組織特異性を超えた幹細胞や組織自体を作成するシステムの開発を目的とする。また、マウス ES 細胞を用いて組織幹細胞や組織を作成する基盤技術の開発を行ない、樹立可能となった多分化能を有するヒト胚性幹細胞（ES 細胞）の将来利用に備える。これらの知見をもとに、新しい再生医療の構築を試みる。
研究者数・期間	5 人（平成 13 年度～平成 17 年度）

研究課題名	哺乳類卵胞の選択的滅亡制御機構とその人為支配による潜在的卵巣卵の利用
研究代表者	眞鍋 昇（京都大学・大学院農学研究科・助教授）
研究の概要	哺乳類の卵巣には、胎児期に減数分裂前期後半で休止した卵母細胞が 10 ⁷ ~50 万個含まれ、性成熟後性周期毎に一定数を成熟・排卵することを繰り返す。この過程で 99% 以上の卵胞が選択的に閉鎖し、ごく一部が選択されて排卵にいたるが、この選択的滅亡を制御している分子機構は未解明である。最近顆粒層細胞に特異的に発現する新規な細胞死受容体が卵胞の選択に支配的に関わっていることを見出したが、リガンドとそのシグナル伝達因子の制御機構の詳細が未だ不明であるので、これを探索・解明する。この知見をもとに細胞死を制御している遺伝子の発現を <i>in vivo</i> 制御することで卵胞の発達を人為支配し、卵巣内に潜在する卵母細胞の有効利用を実現する。
研究者数・期間	5 人（平成 13 年度～平成 17 年度）

研究課題名	サイトカインのシグナル制御機構とその破綻
研究代表者	吉村 昭彦（九州大学・生体防御医学研究所・教授）
研究の概要	<p>サイトカインは主に造血系、免疫系を制御し、細胞の増殖、分化そして機能を調節する一群のタンパク質性ホルモンである。サイトカインは生体のホメオスターシスに必須であるほか免疫系を通じて感染防御に重要な役割を果たし、その破綻が自己免疫疾患や炎症性疾患の病態形成に深く関与していることが明らかにされている。サイトカインが機能を発揮するための細胞内シグナル伝達機構は、JAK-STAT 経路などかなりの部分が明らかにされているが、シグナルの制御方法については十分理解されていない。本研究では、サイトカインのシグナル制御機構の全容解明をめざし、サイトカインの関与する疾患との関連を明らかにする。また生きた細胞や組織でシグナルを可視化する方法を開発し、これらの制御の情報を統合することによって、免疫系の統御方法を理解する新たな学問領域を開く。</p>
研究者数・期間	4人（平成13年度～平成17年度）

研究課題名	新規 in vivo 可視化技術を用いた真核細胞における遺伝情報発現機構の解析
研究代表者	古久保 哲朗（横浜市立大学・大学院総合理学研究科・教授）
研究の概要	<p>すべての生命現象は、必要な遺伝情報がプログラム通りに正しく発現することにより支えられている。遺伝子発現プログラムにおいて、最も重要な制御段階は「転写」であり、その制御反応に関与する蛋白質の多くはすでに同定されたと考えられるが、それらの生体内における作用機構の詳細は依然として明らかではない。本研究では、生物個体における遺伝子発現を非破壊的に計測する新規手法の開発を行い、その手法を用いて真核細胞の転写制御を支える分子的基盤及びその作動原理を明らかにする。特に新規レポーター遺伝子の開発とMRI計測手法の改良を重点的に進め、これまで不可能とされてきた不透明な生物個体の深部組織における遺伝子発現を細胞レベルの解像度でリアルタイムに可視化することを目指す。</p>
研究者数・期間	2人（平成13年度～平成17年度）

研究課題名	学術創成のための知識の構造化とネットワーク型知識基盤の構築
研究代表者	松本 洋一郎（東京大学・大学院工学系研究科・教授）
研究の概要	<p>人類は、さまざまな活動によって得た断片的な知見を領域化と領域内基本構造の発見によって知識化してきた。反面、知識の細分化と複雑・高度化は、専門家にとってすら専門領域外との連携・拡大が困難であるという状況を生んだ。学問的専門領域に関しても、極めて細分化された専門領域内の活動は飽和・成熟の段階にあり、今後は個々の専門領域内での飛躍的發展よりは、学際領域における領域融合型イノベーションへの期待が高い。個別領域における知識基盤の充実が重要であることは言うまでもないが、それ以上に領域間のインターフェーシングによって知識を構造化し、知識を活用できるネットワーク型知識基盤を構築することが必要である。</p>
研究者数・期間	10人（平成13年度～平成17年度）

研究課題名	分子・DNAレベルの素子
研究代表者	藤平 正道（東京工業大学・大学院生命理工学研究科・教授）
研究の概要	これまで電子・光機能分子や、DNAなどのバイオ超分子の分子集団の物性が研究されてきたが、孤立した単一分子の研究は最近始まったばかりであり、ましてや単一分子レベルで外界との接点、ワイヤリングを考え、さらに素子として集積化するための系統的研究はなされていない。本研究では、①ナノスケールの機能人工分子やバイオ超分子などの電子・光・化学・機械的単一分子機能探索、②新機能の素子としての応用原理の追求、③必要なナノ分子構造を作成するためのプロセス・加工法の開拓、④ナノ構造評価法の開発と素子の特性評価技術の確立、⑤ナノサイズ素子理論の構築などを推進し、分子・DNAレベルの素子という新領域の確立を目指す。
研究者数・期間	8人（平成13年度～平成17年度）

研究課題名	安心・安全社会構築のためのシステム人間科学の創成
研究代表者	新井 健生（大阪大学・大学院基礎工学研究科・教授）
研究の概要	システム科学と人間科学を融合し、安心・安全社会を構築するための新たな知見と技術の創成を目指す。社会・個人の選好を考慮した安心に関わる効用関数を同定することにより、意思決定や設計を支援するツールを提案し、ヒューマンエラー検出法と併せ、大規模・複雑化したシステムの信頼性向上を図る。センサ群と作業ロボットの協調により、環境の異常検知、人物の認証・表情行動の詳細観察、人間作業の一部を代替するシステムを構築し、安全確保と日常生活の支援を図る。通信・交通網の一部遮断に対して一定の信頼性を満たすネットワーク、情報制約下におけるコミュニケーション支援システム、最短時間で安全を確保できる避難誘導システムを設計し、大規模災害時の危機管理システムを構築する。
研究者数・期間	8人（平成13年度～平成17年度）

研究課題名	食物質による免疫作動機構の解明と応用技術の開発
研究代表者	石川 博通（慶應義塾大学・医学部・教授）
研究の概要	消化管（腸管）は消化吸收臓器であるのみならず、全末梢リンパ球の60%が集結する腸管リンパ組織を装備した生体内で最大級の免疫臓器でもあるが、その腸管免疫機構の機能的特殊性は未だにベールに覆われている。食物質由来の雑多な外来抗原やアレルギー起因物質、トキシン、病原微生物などが絶え間なく流入する腸管粘膜が最も危険な生体局所であることはまちがいない。本研究は、腸管免疫の特殊性や食物質による腸管及び全身性の免疫作動機構を解明するとともに腸内フローラの生理的機能や食物質による腸内フローラの合目的改変を追究し、集約的解析を目指す。さらに各種難治性炎症性腸疾患の発症機序/予防/治療法や機能食品、経口ワクチン開発について基礎的知見を集積する。
研究者数・期間	11人（平成13年度～平成17年度）

研究課題名	人文社会科学と自然科学を連携するメタレベル知識ベースシステムの開発
研究代表者	清木 康（慶應義塾大学・環境情報学部・教授）
研究の概要	<p>本研究は、人文社会科学と自然科学の情報源の連結による新しい研究、学問領域の創造を実現するためのメタレベル知識ベースシステムの構築を目的とする。メタレベル知識ベースシステムとは、サイバースペース上に展開する情報源をデータベース群に蓄積、集約し、それらのデータベース群を編集・統合した情報を発信することにより、学問領域を越えた、すなわち一段抽象度が高い人間の思考、創造活動を可能にするシステムのことである。</p> <p>人文社会科学と自然科学の各学問領域において現在までに蓄積された情報源としてのデータベース群の共有、検索、編集、統合は、新たな学問分野の創造環境を実現する本質である。本研究では、メタレベル知識ベースシステム上で人文社会科学と自然科学の分野に関する既存データベース群を連結することにより、人文社会科学と自然科学分野を融合した新たな研究、学問領域の創造環境を構築する。</p>
研究者数・期間	9人（平成13年度～平成17年度）

研究課題名	生命1次情報の高速収集とそれに基づく統合バイオサイエンスの展開
研究代表者	永山 國昭（岡崎国立共同研究機構・統合バイオサイエンスセンター・教授）
研究の概要	<p>物質・エネルギー・情報の3軸が複雑にからみ合った生命体を理解し、その働きを解明し、医学や工学へと応用するためには、膨大な生命1次情報（DNA配列、蛋白質構造、蛋白質間相互作用、オルガネラ形成など）を高速に収集し、システム構成へとつなげる新しいアプローチが不可欠である。本研究は分子レベルの生命1次情報を最も高率的に収集する高分解能イメージング法を電子顕微鏡に焦点をあてて開発する。これによりチャネル、受容体などの情報伝達素子の働きを細胞、組織の現場で直視する手法が確立し、分子と生体システムをつなぐ新たな学術、「統合バイオサイエンス」が創成される。</p>
研究者数・期間	6人（平成13年度～平成17年度）

研究課題名	マイクロチップ集積化による反応・機能制御システムの開発
研究代表者	北森 武彦（東京大学・大学院工学系研究科・教授）
研究の概要	<p>我々はこれまでに、顕微鏡のプレパラートのようなガラス基板上に数十μm幅の溝を作製し、「空間が小さい」という物理的特徴を巧みに利用して化学システムの集積化を進めてきた。しかしながら、マイクロ空間に化学的機能を積極的に付与した「化学機能微小空間」を創製すれば、新規高機能分子や材料の創製、有用物質の効率的合成経路開発、診断と医薬品合成、創薬など、広範な分野に飛躍的な進歩をもたらすと考えられる。本研究では、触媒・分子吸蔵・認識機能など様々な機能を持った「化学機能微小空間」を創製し、微小流体制御や外場（電場・磁場など）でその反応・機能制御を実現することから新しい学問分野「微小空間化学」を拓くことを目指す。</p>
研究者数・期間	8人（平成13年度～平成17年度）

研究課題名	光ファイバ型全光学的信号処理デバイスの研究
研究代表者	菊池 和朗（東京大学・先端科学技術研究センター・教授）
研究の概要	インターネットの急速な普及・拡大にともない、光ファイバ伝送システムの伝送容量も上昇を続け、実験室レベルではすでに 10Tbit/s に達している。しかし一方、ネットワーク上で光信号の経路を制御するためには、すべての光信号を電気に変換した後、電気段で信号処理を行うことが不可欠である。本研究では、ネットワーク上での信号処理速度が電子回路で律速されるエレクトロニクスボトルネックを解消することを目的として、高機能ファイバブラッググレーティング、非線形光ファイバデバイスなど、光ファイバをベースにした全光学的信号処理デバイスを開発し、大容量フォトニックネットワークの実現をはかる。
研究者数・期間	3人（平成13年度～平成17年度）

研究課題名	プロテオミクスを基盤とした植物分子育種
研究代表者	島本 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）
研究の概要	最近ふたつのモデル植物、シロイヌナズナとイネ、の全塩基配列が決定され、これまで個々の遺伝子レベルで研究されてきた植物のストレス応答を、タンパク質レベルで総合的に解析することが可能になった。本研究の第一の目標は、高等植物のプロテオミクス解析法を確立することにある。具体的には、①プロテオミクス解析に適したタンパク質資料の調整法の確立、②高解像度の二次元電気泳動法の確立、③最新の質量分析装置を用いた高速タンパク質同定法の確立、④タンパク質同士の相互作用の解析、などが挙げられる。第二の目標は、こうしたプロテオミクス解析法を確立した後、その成果として得られる多数の有用遺伝子を利用して、悪環境耐性植物の分子育種を大幅に促進することにある。
研究者数・期間	9人（平成13年度～平成17年度）

研究課題名	放射光一極微解析ナノスコープ
研究代表者	越川 孝範（大阪電気通信大学・工学部・教授）
研究の概要	放射光により励起された特定のエネルギーをもつ光電子を電子光学系により拡大して像を観察する「放射光一光電子顕微鏡」は、X線光電子分光法と電子顕微鏡とが融合した新しい極微解析顕微鏡として脚光を浴びている。この「放射光一光電子顕微鏡」は目下の所、電子光学系の球面収差により20ナノメートル程度の分解能に留まっているが、球面収差を補正除去できれば1桁高いナノメートルオーダーの分解能が実現できる。本研究では、電子光学系球面収差の補正除去法として、我国で独自開発された「実時間焦点位置変調法」を導入し、次世代「放射光一極微解析ナノスコープ」を開発・実用化する。これにより我国の21世紀重点研究開発テーマであるナノテクノロジーに欠かせないナノキャラクタリゼーション法を確立することを目指す。
研究者数・期間	6人（平成13年度～平成17年度）