

令和元年度科学研究費助成事業  
「新学術領域研究（研究領域提案型）」  
に係る事後評価における  
研究領域からの報告・評価結果の所見

領域番号	領域略称名	研究領域名	領域代表者(所属研究機関・所属・職)	評点	掲載頁
1601	古代アメリカ文明	古代アメリカの比較文明論	青山 和夫(茨城大学・人文社会科学部・教授)	A	1
2601	$\pi$ 造形科学	$\pi$ 造形科学:電子と構造のダイナミズム制御による新機能創出	福島 孝典(東京工業大学・科学技術創成研究院・教授)	A+	3
2602	スピン変換	ナノスピン変換科学	大谷 義近(東京大学・物性研究所・教授)	A	5
2603	地下素核研究	宇宙の歴史をひもとく地下素粒子原子核研究	井上 邦雄(東北大学・ニュートリノ科学研究センター・教授)	A	7
2604	3D活性サイト	3D活性サイト科学	大門 寛(奈良先端科学技術大学院大学・先端科学技術研究科・教授)	A	9
2605	冥王代生命学	冥王代生命学の創成	黒川 顕(国立遺伝学研究所・情報研究系・教授)	B	11
2606	高次複合光応答	高次複合光応答分子システムの開拓と学理の構築	宮坂 博(大阪大学・基礎工学研究科・教授)	A-	13
2607	多元計算解剖学	医用画像に基づく計算解剖学の多元化と高度知能化診断・治療への展開	橋爪 誠(九州大学・学内共同利用施設等・名誉教授)	A	15
2608	地殻ダイナミクス	地殻ダイナミクスー東北沖地震後の内陸変動の統一的理解ー	飯尾 能久(京都大学・防災研究所・教授)	A	17
3601	ダイニングコード	細胞死を起点とする生体制御ネットワークの解明	田中 正人(東京薬科大学・生命科学部・教授)	A-	19
3602	酸素生物学	酸素を基軸とする生命の新たな統合的理解	森 泰生(京都大学・大学院工学研究科・教授)	A	21
3603	適応回路シフト	行動適応を担う脳神経回路の機能シフト機構	小林 和人(福島県立医科大学・医学部・教授)	A	23
3604	RNAタクソミ	ノンコーディングRNAネオタクソミ	廣瀬 哲郎(北海道大学・遺伝子病制御研究所・教授)	A+	25
3605	細胞競合	細胞競合:細胞社会を支える適者生存システム	藤田 恭之(北海道大学・遺伝子病制御研究所・教授)	A+	27
3606	幹細胞老化と疾患	ステムセルエイジングから解明する疾患原理	岩間 厚志(東京大学・医科学研究所・教授)	A	29
3607	新生鎖の生物学	新生鎖の生物学	田口 英樹(東京工業大学・科学技術創成研究院・教授)	A	31
3608	脳タンパク質老化	脳タンパク質老化と認知症制御	祖父江 元(名古屋大学・医学部・特任教授)	A	33
4601	認知的デザイン学	認知的インタラクションデザイン学:意思疎通のモデル論的理解と人工物設計への応用	植田 一博(東京大学・大学院総合文化研究科・教授)	A-	35
4602	動的構造生命	動的構造生命科学を拓く新発想測定技術ータンパク質が動作する姿を活写するー	神田 大輔(九州大学・生体防御医学研究所・教授)	A	37
4603	身体性システム	脳内身体表現の変容機構の理解と制御	太田 順(東京大学・大学院工学系研究科・教授)	A+	39

領域番号	1601	領域略称名	古代アメリカ文明
研究領域名	古代アメリカの比較文明論		
研究期間	平成26年度～平成30年度		
領域代表者名 (所属等)	青山 和夫（茨城大学・人文社会科学部・教授）		
領域代表者 からの報告	<p><u>(1) 研究領域の目的及び意義</u></p> <p>本領域研究の目的は、①精密な自然科学的年代測定法や古環境復元によって、メソアメリカとアンデスの高精度の編年を確立し環境史を解明する、②精密な編年を基にメソアメリカ文明とアンデス文明の詳細な社会変動に関する通時的比較研究を行う、③植民地時代から現代まで、メソアメリカ文明とアンデス文明が中南米の先住民文化に及ぼした影響について古代文明の資源化をキーワードとして検証することである。さらにこれらの成果を基に導かれる古代文明研究の今日的意義を探求する。本研究の意義は、以下の通りである。</p> <p>(1) 北半球で確立した世界標準の年代目盛と南半球の低緯度の誤差を年輪年代法で修正することによって、古代アメリカ文明の盛衰に及ぼした環境変動や他の要因をより精緻に検討することが可能になる。(2) 従来はテーマ毎の比較考古学研究はあっても、メソアメリカ文明とアンデス文明が個別に研究される傾向が強かったのに対して、本研究は旧大陸の文明の影響を受けずに発達した一次文明としての両文明それぞれの特性や社会変動を多面的に比較し、人類の文明の多様なあり方を明らかにする。(3) 研究対象とする時代を先スペイン期に限定するのではなく、植民地時代や現代の中南米の人々が古代文明を資源化して再解釈するのを示し、古代アメリカの「文明の終焉」の概念を批判的に検討する。本領域研究は、世界史における諸文明の共通性と多様性を再認識し、従来の西洋中心的な文明史観では得られない新しい歴史的知とバランスの取れた「真の世界史」・「真の文明史」の構築に大きく寄与する。</p>		
	<p><u>(2) 研究成果の概要</u></p> <p>本領域研究は、人文科学と自然科学の多様な研究者が集い、新たな視点や手法による共同研究を推進して、古代アメリカの比較文明論の新展開を当初計画通りに達成することができた。堆積物の深度-年代モデルと年縞の計数に基づいた超高精度編年を確立し、航空レーザー測量を用いた地形の把握と考古遺構の探索に成功した。アンデスとメソアメリカの類似点は多いが、たとえば農耕社会や階層化社会が成立したこと及び公共祭祀建築に強い関心をもたれたことが挙げられる。一方「はじめに神殿ありき」のアンデスでは先土器時代に公共祭祀建築が建造され、公共祭祀建築→農耕定住→土器→王都という社会変化の過程があった。インカ帝国のような巨大な社会が最終的に成立したにもかかわらず、マヤ文明のような文字はなかった。対照的にメソアメリカでは「はじめに土器ありき、神殿は土器の後」であり、土器→公共祭祀建築→農耕定住→文字→王都（都市）という社会変化の過程があった。アンデス文明は神殿を中心に社会統合を試み、一般的に大規模に集住することを選択しない社会であり、ナスカはその一例といえる。アンデスの祭祀の中心地では、文字ではなく公共祭祀建築が資源化され、社会を突き動かす重要な役割を果たし続けた。先史アンデス社会には、メソアメリカや旧大陸の都市文明に見られるような都市は誕生しなかった。古代アメリカ文明を客体化し資源として活用するという行為は、植民地時代以降の中南米で行われているだけでなく、メソアメリカとアンデスにおいて先スペイン期か</p>		

	<p>ら行われた。たとえば、公共祭祀建築の増改築、「語り」や「見せる」行為を物質化した文字や図像など数世代から数世紀前の過去の事物に着目し、資源として利用するという行為が行われ続けた。本領域研究の成果は、「古代アメリカ文明はスペイン人の征服によって消滅した」という一般的な見解に再考を促す。本領域研究は温故知新の言葉通り、現代の中南米諸国における歴史認識の刷新、古代アメリカ文明を資源とする芸術的創造、産業化、観光振興、国民の文化的アイデンティティの形成、中南米の地域的アイデンティティの形成に寄与する。</p>
--	--

<p>科学研究費補助金審査部会における所見</p>	<p>A（研究領域の設定目的に照らして、期待どおりの成果があった）</p>
	<p>高精度の編年を基にメソアメリカ文明とアンデス文明の社会変動を明らかにして比較研究するという当初の設定目的は期待通り達成されたと評価できる。古環境・古気候研究と考古学の協働からは、期待に違わず堅実な研究成果が出された。また、その調査研究の過程で、低緯度地帯における堆積物の年縞計測に基づく高精度編年の新手法の確立などもあり、分析手法と分析結果の両方で高い成果を上げたと言える。さらに、航空レーザー測量等を駆使したナスカの地上絵の現地調査も多くの研究成果を生み、その成果が地上絵の遺構保護に活かされるものとしてペルー政府から高く評価された点は「古代文明の資源化」の実践と見なすことができ、本研究領域による研究成果の活用が社会的貢献の一つとなったことは特筆するに値する。以上の諸点から、新学術領域研究（研究領域提案型）として十分な成果を上げたと言える。</p> <p>しかし一方で、最終的な目標である比較文明論、とりわけ、「古代アメリカ文明史と環境史の比較」に関する研究成果については、概説的な記述と説明にとどまっているので、これから出版が計画されている出版物に期待したい。</p>

領域番号	2601	領域略称名	$\pi$ 造形科学
研究領域名	$\pi$ 造形科学: 電子と構造のダイナミズム制御による新機能創出		
研究期間	平成26年度～平成30年度		
領域代表者名 (所属等)	福島 孝典（東京工業大学・科学技術創成研究院・教授）		
領域代表者 からの報告	<p><u>(1) 研究領域の目的及び意義</u></p> <p>電子・光物性、磁性などの根源となる<math>\pi</math>電子をもつ分子は、基礎化学はもとより、物質科学から生命科学に至る広い分野において極めて重要な役割を果たしている。なかでも、歴史的にブレークスルーをもたらした<math>\pi</math>電子系分子にはシンプルで均整のとれた構造美がある。本研究領域では、「構造美」を物質設計の基本とし（=<math>\pi</math>造形）、<math>\pi</math>電子機能を、<math>\pi</math>電子に固有な電子・光物性、磁性などの電子機能（Intrinsic-<math>\pi</math>機能）とともに、運動性（Dynamic-<math>\pi</math>機能）や摩擦・粘弾性などの機械的特性（Elastic-<math>\pi</math>機能）という独自の視点から捉え、新物質・新機能の探求と新現象の発掘を目指す。本領域では、合成化学を駆使した<math>\pi</math>造形科学の基盤となる新分子骨格の構築（A01）、機能分子の開発と分子集積化技術を駆使した様々な長さスケールでの<math>\pi</math>造形システムの構築（A02）、先端計測、素子作製、シミュレーション技術を駆使した<math>\pi</math>造形分子・分子集合体の機能予測・設計・解明（A03）を行う3つの班を組織し、「理論シミュレーション・モデル化」<math>\Leftrightarrow</math>「物質創製」<math>\Leftrightarrow</math>「物性計測」の双方向ベクトル型の研究者協働を推進する。本領域研究は、既存の有機デバイスにおける物性値の向上よりむしろ、<math>\pi</math>電子系に内在する未知の能力を引き出すための基礎学理の創成に焦点を当てた研究を推進する。<math>\pi</math>造形の物質設計概念に基づく分野貫通型研究により、新機能・新現象の発掘と、それらを活かした新たな作動原理に基づく有機デバイスなど、<math>\pi</math>電子系物質科学の新しいパラダイムの創出が期待できる。</p>		
	<p><u>(2) 研究成果の概要</u></p> <p>研究項目 A01 では、先端有機合成技術を駆使し、既存の手法では合成できなかった湾曲、らせん、ベルト、結び目状など様々な造形美を有する独自の<math>\pi</math>電子系分子ライブラリの構築、ならびに反芳香族性、三次元芳香族性、二重芳香族性など、芳香族性という有機化学の基本概念を更新する発見を成し遂げ、さらに発光材料として実用化された分子も生まれた。A02 では、ナノ～メゾ構造体や単結晶～薄膜に至る多様な分子集合体の造形を通じ、超長距離構造秩序形成、単結晶様物質における流動性の発現、超分子リビング重合などの新現象の発見に加え、分子運動に基づく新しい強誘電応答機能や、優れたキャリア輸送、発光特性、光応答性を示す数々の新システムが構築された。A03 では、複合電磁波分光法、電界効果素子法、単分子非弾性トンネル電子分光法、時間分解放射光 X 線回折などの独自の計測手法、および電子状態・構造の解析やシミュレーション法の開発により、<math>\pi</math>造形分子・システムが示す新機能、新現象の発掘に大きく寄与した。「<math>\pi</math>造形」の物質設計概念はすべての領域研究者に浸透し、「理論シミュレーション・モデル化」<math>\Leftrightarrow</math>「物質創製」<math>\Leftrightarrow</math>「物性計測」の双方向ベクトル型の分野貫通型共同研究も円滑に進行し、結果として、卓越した個人研究と相乗し、豊富で優れた領域内・国際共同研究の実績を挙げた。また、本領域が設定した独自の若手育成プログラムにより、若手研究者や大学院生の躍進が見られた。学理構築に繋がる基礎科学的に重要な知見の集積から社会実装も実現した本領域の取り組みと成果は、当該学問分野を越え、広く関連分野にも多大な貢献をするものと考え</p>		

	られる。
--	------

科学研究費補助金審査部会における所見	A+ (研究領域の設定目的に照らして、期待以上の成果があった)
	<p>本研究領域は、<math>\pi</math>電子系分子・分子集合体における<math>\pi</math>電子間の相互作用 (Intrinsic-<math>\pi</math>) を超え、動的特性 (Dynamic-<math>\pi</math>) と力学・機械的特性 (Elastic-<math>\pi</math>) といった新たな切り口で<math>\pi</math>電子機能を探求することを目的としており、理論と実験の連携により新機能と新物質に関する探索がなされ、数多くの重要な成果が上げられた。特に、分子不斉を持つメビウスの輪構造やお椀型構造等新たな<math>\pi</math>電子系分子の創製を実現した成果は、次世代の新しい<math>\pi</math>電子系科学創成への手掛かりを与えた点で特筆すべきであり、期待以上の成果があったと言える。</p> <p>領域代表者の強いリーダーシップにより、多数の国内外における共同研究を推進することで、研究期間を通じて数多くの学術論文が発表された点も高く評価できる。また、それらの研究成果は研究領域のホームページや広報誌を通じて積極的に公開された。さらには、若手研究者のネットワーク形成を目的とした「若手研究会」や研究領域内・外の研究者を対象としたインターンシッププログラム「<math>\pi</math>造形スクール」を開設するなど、異分野との価値観共有を推進することで若手人材育成に貢献した点は評価に値する。</p> <p>今後は、実験と理論の融合によって新しい学術領域の創成に大きく成功した本研究領域の知見を活用し、当該分野の更なる発展を期待したい。特に、強調された「美しい分子」が、なぜ・どのように際立った特性をもつのかに関する追究に期待したい。</p>

領域番号	2602	領域略称名	スピン変換
研究領域名	ナノスピン変換科学		
研究期間	平成26年度～平成30年度		
領域代表者名 (所属等)	大谷 義近（東京大学・物性研究所・教授）		
領域代表者 からの報告	<p><u>(1) 研究領域の目的及び意義</u></p> <p>スピン変換とは、角運動量流であるスピン流が、固体電子を媒介として、光、音、振動、熱と相互変換する現象の総称である。スピンゼーベック効果をはじめとして関連現象は数多く存在する。これらのスピン変換現象の多くは、磁性体、非磁性体、半導体、絶縁体等の異種物質の接合界面のナノスケールの領域で発現するため、優れた汎用性・応用性を持っており、様々な接合種を選択できることから自由度の大きな機能設計が可能である。しかしながら、こうしたスピン変換現象を電子、遍歴スピン、マグノン、フォノン、フォトンなど多様な粒子や準粒子間の相互変換として普遍的に理解する学理は、未だ構築されていない。</p> <p>本領域の目的は、このスピン変換現象を、実験と理論の両面から統一的に理解し、新しい学術領域であるスピン変換科学を創成することである。スピン変換科学は、異種物質間の角運動量とエネルギーの変換・伝搬を横断的に理解するための物性物理の重要な要素を含んでおり、その解明には従来とは全く異なる発想に基づく新たな実験手法や理論解析の手法の構築が必須となる。したがって、その成果や研究手法は、物性物理学の基礎となり、ひいては我が国の物質科学全体の学術水準を押し上げ、基礎研究の質的な進展をもたらすことは確実である。</p> <p>一方で、研究成果は高効率なスピン・電流変換手法の設計指針を提供し、エネルギーハーベスティング技術の発展に資することから、社会的な意義は極めて大きいと考える。</p> <p><u>(2) 研究成果の概要</u></p> <p>本新学術領域研究「ナノスピン変換科学」では(1)新物性の創出、(2)非線形スピン変換制御手法の確立(3)統一的な学理の構築を最終目的として、①磁気的スピン変換、②電気的スピン変換、③光学的スピン変換、④機械・熱的スピン変換の四つの実験研究班と、理論構築を担当する⑤スピン変換機能設計班が密な連携研究を行った。班内や班間の連携研究を通じて、スピン変換は、固体・固体界面に留まらず、固体・液体、固体・気体界面にもおよび角運動量保存則を基本原理とする普遍的でユニークな現象であることが実験と理論の両面から示された。本領域の研究成果は高く評価されており、文部科学大臣表彰若手科学者賞3名、文部科学大臣表彰科学技術賞研究部門4名をはじめとする87件の受賞、著名な国際会議での15件の基調講演、501件の招待講演に結び付いている。その他、3つの国際会議の開催を通じて研究分野の国際的な認知度を上げ、拠点形成の足掛かりを築いた。更に、人材育成研究拠点の形成のために、従来の5共同研究機関に加え4機関を連携先に組み込み、国際的なスピン変換連携研究を展開した。</p> <p>スピン変換関連研究は、もともと個々の研究者が独自に研究を遂行していた理学と工学の新興学際分野であったが、本領域発足を契機にこの分野に関わる研究者が集まり、情報交換しながら研究を進めたことで、本分野にパラダイムシフトをもたらし、次世代の諸学問の基本概念の構築に導いた。さらに新概念創出の起爆剤としてスピン変換（spin</p>		

	conversion) という言葉が国際的にも認知され、通常の国内外の会議でも使われる科学用語になり、融合研究の潮流を作ることができた。
--	--

科学研究費補助金審査部会における所見	A (研究領域の設定目的に照らして、期待どおりの成果があった)
	<p>本研究領域は、電子スピンの角運動量変換を介して固体中の巨視的物理量が別の物理量に変換されるスピン変換物性の学理を追究するとともに、ナノスケールでの物質界面の制御によってスピン変換機能の開拓を目指すものである。我が国発祥のスピン変換に関する研究テーマを糾合して第一線研究者が集まった研究領域であり、質・量ともに十分な成果を上げている。新しい物理現象や概念の創出は特筆すべきものがあり、素子開発の観点からも極めて興味深い研究成果と言える。さらに、スピン変換科学という言葉が国際的にも認知させたことは高く評価される。</p> <p>一方、本研究領域を形成する各研究者の連携による相乗効果を介し全体を統一する学理を創出する点については、さらなる発展に向けて今後の努力を重ねること、さらに、本研究領域の成果や新概念を元に基礎および応用研究の協働による革新的な先端技術の萌芽の創出を期待したい。</p>



領域番号	2603	領域略称名	地下素核研究
研究領域名	宇宙の歴史をひもとく地下素粒子原子核研究		
研究期間	平成26年度～平成30年度		
領域代表者名 (所属等)	井上 邦雄（東北大学・ニュートリノ科学研究センター・教授）		
領域代表者 からの報告	<p><u>(1) 研究領域の目的及び意義</u></p> <p>宇宙の始まりから現在までの歴史には多くの謎が存在し未だ系統的な理解には至っていない。宇宙の始めには物質の元となる素粒子が作られ軽い元素が合成された。重力がそれらを引きつけ宇宙には大小様々な構造が形成される。超新星爆発を起こした恒星は多様な元素をばらまき、それらを原料に資源に富んだ地球が形成された。そして、太陽活動に影響されながら人類が誕生する環境が実現した。この経過には、宇宙・素粒子の大問題といわれる現在の標準理論が説明できない謎が含まれ、また未解明の事柄も多い。</p> <p>なぜ物質の元となる素粒子と反物質の元となる反粒子は同数でなかったのか？宇宙の構造形成に必要な標準理論には含まれない暗黒物質とは何か？超新星爆発の歴史とその詳細機構は？太陽活動や地球活動のエネルギー源は？物質粒子の中で宇宙に桁違いに多く存在するニュートリノはなぜ極端に軽いのか？</p> <p>本領域は、これらの謎の解明に取り組む「ニュートリノを伴わない二重ベータ崩壊(<math>0\nu 2\beta</math>)の探索」・「暗黒物質の直接探索」・「過去及び現在の超新星爆発ニュートリノの観測」などの地下素粒子原子核実験が連携し、共通課題である極低放射能技術を共有化し向上させ、さらに系統的な理論で結びつけることで統一的な素粒子模型・宇宙像の構築を目指す。</p>		
	<p><u>(2) 研究成果の概要</u></p> <p>極低放射能技術における連携・宇宙の歴史を貫く理論研究が大きく進展し、それらをフィードバックすることで個々の計画研究においても世界をリードする成果を得ることができた。</p> <p><math>0\nu 2\beta</math>の探索では、連携により放射性不純物の低減に成功し当初目標を大幅に繰り上げ、縮退構造をほぼ排除することに成功した。さらなる高感度化も実現し、逆階層構造に到達し複数の理論モデルを検証する探索を開始できた。二重ベータ崩壊核の同位体濃縮では、独自の多チャンネル向流電気泳動法に加えレーザー濃縮においても高い濃縮度を達成し、多様な濃縮技術を開発した。暗黒物質探索では、電子散乱にも感度がある大統計季節変動解析で、初めて確実な手法でNaI結晶実験の発見の主張を排除することに成功した。将来の決定的発見のための方向感度を持つ装置開発でも、素材の低バックグランド化とともに高感度化が進んだ。超新星ニュートリノ観測では、放射性不純物低減の実現でSuper-Kamiokandeの高感度化が承認され、観測開始間近である。また、超新星爆発の前兆現象の研究も進展し、マルチメッセンジャー観測のための超新星アラームシステムが稼働し、近傍爆発でもデータを取りこぼさないデータ取得系の高度化が実現した。理論研究においても、多様な角度からの研究が進み、<math>0\nu 2\beta</math>や暗黒物質直接探索に予言や指針を与える成果が得られた。</p> <p>領域全体での連携が相乗的に進み、若手育成や国際連携、キャリアパスの拡大も順調に進んだ。</p>		

<p>科学研究費補助金審査部会における所見</p>	<p>A (研究領域の設定目的に照らして、期待どおりの成果があった)</p>
	<p>本研究領域は、ニュートリノのマヨラナ性の検証、暗黒物質の探索、超新星爆発のニュートリノ観測などの地下素粒子原子核研究の実験グループが連携し、研究に必須となる極低放射能環境を実現させ、系統的な理論で結びつけることで統一的な素粒子模型・宇宙像の構築を目指したものである。</p> <p>密接な連携により放射性バックグラウンドの大幅な低減に成功し、各実験の大幅な感度向上を達成したことは大いに評価できる。得られた成果は国際的にトップレベルであり、我が国の基礎科学研究で重要な位置を占めるニュートリノ科学をさらに発展させる上でも有効であったと考えられる。また、若手研究者の育成について大いに成果が上がっている点も評価できる。</p> <p>今後は、本研究領域で開発された多くの装置を活用し、学术论文の発表等より学術的な研究成果を生み出すことが強く期待される。</p>

領域番号	2604	領域略称名	3D活性サイト
研究領域名	3D活性サイト科学		
研究期間	平成26年度～平成30年度		
領域代表者名 (所属等)	大門 寛 (奈良先端科学技術大学院大学・先端科学技術研究科・教授)		
領域代表者 からの報告	<p><u>(1) 研究領域の目的及び意義</u></p> <p>機能材料の多くは、物質の中のドーパントやヘテロ界面、ナノ物質などの局所的な構造体、すなわち「活性サイト」が機能発現の重要な役割を担っている。本研究領域は、その活性サイトを標的とし、原子分解能で3Dイメージングできる世界トップの技術を誇っている。「3D活性サイト科学」は、その計測技術による根拠をもって、グリーンサイエンスやライフサイエンスの壁を打破した、原子レベルで局所的な「活性サイト」を中心とした全く新しい物質科学を創成する基盤的新学術領域である。触媒、太陽電池、スピントロニクス材料、電子・光デバイス材料、そしてタンパク質分子等、極めて幅広い試料対象において、「活性サイト」がどのように周辺原子と協調し3次的に機能発現しているのかを、計測と最先端計算機科学を融合することによって深く探究し、新たな学理と新規デバイス創出の道筋を切り拓くこととした。本領域は「活性サイト材料・物質の作製」、「活性サイトの解析と次世代3D原子イメージング技術の開発」、「理論による活性サイトの機能解明と予測・材料設計」、「応用研究・デバイス開発」の4班から構成され、これらの有機的連携をエンジンとして、「活性サイト」の探索・原理解明から「活性サイト」の構造設計や合成プロセス開発に至る領域活動を推し進める。基礎的な物質科学からデバイス開発につながる工学分野までの広範な波及効果を狙った。</p>		
	<p><u>(2) 研究成果の概要</u></p> <p>「活性サイト」というキーワードを中心に、100名を超えるメンバーによる多彩な連携研究が行われ、その相乗効果に起因する特筆すべき幾つもの成果が得られた。代表的なものとして、①高濃度AsドーパSiにおける活性・不活性サイトの個別イメージングと活性化向上のため共ドーパ法の提案、②価数選択蛍光X線ホログラフィー技術の開発とタンパク質のサイト選択的構造解析への応用、③多環芳香族炭化水素結晶の界面構造及び電子物性の環数依存性の実験・理論的評価、④フリースタンディングなグラフェン上のPt単原子触媒のイメージングと機能、⑤遷移金属ドーパZnSnAs<sub>2</sub>の電子状態計算と室温強磁性半導体の探索、⑥多波長中性子ホログラフィーの開発と応用、などがある。特に、①と⑤は機能改善に関する提言まで進めることができ、当初の応用面での目標を達成することができた。また、酸化物高温強磁性半導体における亜酸化ナノ構造体、Si中のAs-Bナノ活性構造体については、たんぱく質光化学系IIにおけるMn<sub>4</sub>CaO<sub>4</sub>クラスターとのスケール的な共通点を見いだすことができ、バイオと無機材料の垣根を越えて複合的視点から、高機能「活性サイト」の理解に関する有益な議論ができた。本研究領域の海外での発展を図るために世界拠点を設置し、複数の機関と多くの国際共同研究に結び付けることができた。継続的な研究発展に必要な大型施設での基盤整備も推し進めた。</p>		

<p>科学研究費補助金審査部会における所見</p>	<p>A (研究領域の設定目的に照らして、期待どおりの成果があった)</p>
	<p>本研究領域は、軟 X 線および中性子線を用いた原子分解能ホログラフィーの技術により、触媒や太陽電池、生体分子などにおける周期性を持たない活性サイトの構造を 3次元で観測、理解、制御することを目的とした。大型放射光施設を活用した本技術の確立により、研究者の長年の夢であった活性サイトの局所構造解析と機能発現の原理解明がなされ、例えば半導体ドーパントの解析やミオグロビン等の金属タンパク質の構造解明において顕著な成功が見られた。さらに、ナノメートルオーダーでの時空間対称性の変調により活性サイトとしての機能が発現することを明らかにするなど、世界をリードする学術的進展も認められる。また、実験と理論の連携から不活性サイトを活性化する概念・技術を構築するなど、機能制御の面においても特筆すべき成果が得られている。これらに加え、活性サイトイメージングソフトウェアの開発供給や国際標準化のための活性サイト表記法の提案もされており、いずれも本分野の世界的な発展に貢献した点として高く評価されるべきものである。また、シンポジウムの開催や共同研究拠点の設置を海外で精力的に行っている点など、国際展開に関しても素晴らしい面が見られる。以上を鑑み、研究領域の設定目的に照らして期待どおりの成果があったと認められる。</p> <p>一方で、活性サイトを包括する学理の構築や応用への展開、将来性や波及効果に関する展望に関してはやや不明確な部分があった。空間規則性を持たない活性サイトの構造解析は今後ますます重要な役割を担う領域であるため、今後、新しい学理の確立と、さまざまな分野への技術の普及、発展を期待したい。</p>

領域番号	2605	領域略称名	冥王代生命学
研究領域名	冥王代生命学の創成		
研究期間	平成26年度～平成30年度		
領域代表者名 (所属等)	黒川 颯 (国立遺伝学研究所・情報研究系・教授)		
領域代表者 からの報告	<p><u>(1) 研究領域の目的及び意義</u></p> <p>本研究領域は、生命がいつ、どこで、どのように誕生したかを明らかにすることを目的とし、世界に先駆けて「冥王代生命学」を創成する。生命の起源研究は、有名なミラーの「化学進化」実験や、その延長上にあるオパーリンの「干潟誕生説」に端を発する。近年では、中央海嶺の「深海熱水系」で、原始的な超好熱細菌が発見されたため、生命誕生場として注目されている。しかし、深海熱水系環境ではアミノ酸やヌクレオチドの重合以上の高次構造体の合成は困難であることが実験によって明らかとなっている。一方で、生命は宇宙から飛来したとする「パンスペルミア説」がある。太陽系外から生物が飛来した可能性は否定できないが、その生物の進化段階に適した環境を、その時期の地球がたまたま提供できる確率は極めて低いと考えられる。本研究領域では「冥王代生命学」を確立し、地球惑星科学と生命科学の真の学際融合研究により、冥王代地球の「生命誕生場」を解明する。そこで得られる知見は、自らの存在の根拠を問い続ける人類の知的探求心が生み出した「我々はどこから来て、どこへ行くのか？（ポール・ゴージャン）」といった問いかけに解答を与え、人類の文明の進歩に大きく貢献する。また、本研究領域が推進する物質科学に基づいた総合的モデルの構築と検証という手法は、複雑系科学研究の重要な方法論を具現化したものである。このような具体的手法を示すことは、日本の学術水準のみならず、世界の研究水準向上を牽引する最たる例となる。</p>		
	<p><u>(2) 研究成果の概要</u></p> <p>多様な研究分野を融合し、生命誕生場は自然原子炉間欠泉を中核とする物質・エネルギー循環系であり、生命は3つの段階を経て誕生したとする「生命誕生の3段階モデル」を導いた。主要な成果は、(1)自然原子炉間欠泉モデルの提案および化学進化実験による実証:自然原子炉が安定的に供給する高密度の非熱的エネルギーにより生命誕生プロセスが進行したとするモデルを提案した。自然原子炉間欠泉を模したγ線照射実験により、ワンポットで、ヌクレオチド前駆体のアンヒドロシチジン、グリコルアルデヒドとグリセルアルデヒドや、2-アミノオキサゾールの合成に成功した。(2)ABELモデルの提案:地球は45.6億年前に無大気・無海洋で誕生し、その1.9億年後に小さな氷惑星の飛来によって大気・海洋が生まれたとする2段階形成モデルを提案し、タンデム惑星形成論により理論的に実証した。(3)冥王代類似環境微生物のゲノム解析:冥王代類似環境で発見した難培養細菌Hakuba OD1やWS2のドラフトゲノム解析により、Hakuba OD1が原始生命の性質を色濃く残している微生物であることを明らかにした。(4)冥王代ジルコンの大規模分離:新規装置開発により43億年前の10粒を含む約200粒の冥王代ジルコンを分離し、世界最大量の冥王代ジルコンを保有するに至った。(5)タンデム惑星形成モデルの構築:古典的な力学計算の手法に太陽系円盤磁場の要素を組み込み、新たな惑星形成論を導くとともに、ABELモデルや、太陽系小惑星帯の存在を理論的に支持することを明らかにした。</p>		

<p>科学研究費補助金審査部会における所見</p>	<p>B (研究領域の設定目的に照らして、十分ではなかったが一応の成果があった)</p>
	<p>本研究領域は、生命がいつどこで誕生したかを明らかにすることを目的としている。手法も分野の性格も異なる、生命科学・地球惑星科学・有機化学などを、冥王代の生命誕生という共通の概念で大胆に結びつけた試みは、「学際」のあり方の典型を示したと言える。冥王代地球化学環境形成への ABEL モデル、タンデム惑星形成モデル、生命誕生場の必要条件と自然原子炉間欠泉モデル、冥王代類似環境微生物のゲノム解読、最古ジルコンの選別、などユニークな成果をあげた。個々の計画研究では、ハイライトとなる成果が得られ、十分な数の成果論文が発表された。</p> <p>一方で、新しい惑星形成論と誕生直後の原始地球との関連が定性的に述べられるに留まり、科学的な実証には至らず、一部の計画研究では十分な達成度が得られなかった。また、公募研究の貢献が少なく、計画研究と公募研究の連携など、研究領域の運営に改善の余地があった。</p> <p>方法論が不明確だった「宇宙生物学」に、ひとつの明確な方向づけをしたことは意義が大きく、当該学問分野、関連学問分野への貢献も少なくない。今後、本研究領域の成果が広く深い展開を見せ、世界的に浸透することを期待したい。</p>

領域番号	2606	領域略称名	高次複合光応答
研究領域名	高次複合光応答分子システムの開拓と学理の構築		
研究期間	平成26年度～平成30年度		
領域代表者名 (所属等)	宮坂 博 (大阪大学・基礎工学研究科・教授)		
領域代表者 からの報告	<p><u>(1) 研究領域の目的及び意義</u></p> <p>電子励起状態分子はエネルギーや物質変換、光機能発現等において重要な役割を果たしている。しかし、実際に応用が想定される比較的大きな分子系では、① 高位電子励起状態から最低励起状態への迅速な緩和や、② 集合系における多数励起分子間の高速度励起子消滅など、光エネルギー利用に対し大きな制限が存在する。更に、③ 通常の光吸収では1光子光学許容状態のみが遷移可能であり、多様な電子状態を有効に利用することも困難であった。これらの光利用に対する制限は、今後の新規光機能物質系の開発、また光物質変換・光エネルギー利用の革新的発展のためにも超克すべき重要な基礎的課題であるが、今までは非常に困難なものと考えられてきた。しかし近年、本提案領域の代表者や参画者の研究を含め、これらの制限を超える新現象が報告されだしている。これらの背景のもとに、分子系の電子励起状態利用に関わる上記の3種の制限を超克する手法として、多重・多光子励起、電子状態変調、集合体設計等の方法を用い、従来の“1光子吸収と1分子応答”を超える“複合励起と複合応答”の学理構築と応用を行い、光子有効利用を可能とする新規複合励起応答分子系の構築を本領域の目的とした。若手研究者の育成、国際ネットワーク形成も併せて行いながら、短期的な光化学分野における我が国の国際的優位性の継続のみならず、中長期的にも今後の発展に必用な分子系の光利用関連諸課題の共通基盤の確立をめざす。</p>		
	<p><u>(2) 研究成果の概要</u></p> <p>上記目的の達成のため研究項目 A01～A03 を置き、領域内および国際連携を含め研究を展開した。A01 班では高位励起状態の新規反応開拓と機構解明、局所場による特異電子状態へのアクセス手法開発、多重励起子状態の制御・応用などを目的に研究を行い、高位電子状態利用の多様化・一般化への基盤が形成された。A02 班では多分子協調による加算・増幅的複合応答系の開拓を目的に、増幅反応ネットワークと多機能光応答分子集合体の設計・開発を中心に研究を展開し、光反応を多数分子の協同的光応答に増幅可能な連鎖反応系や分子集合体が多数構築された。A03 班では光駆動・閾値応答集合体系などを対象に、分子性結晶における光誘起形状変化の時間・空間階層機構の解明、光強度に依存した多値応答新規物質の開発などからメゾマクロサイズの物質における光応答に必要な学理を得た。これらの複合光応答の研究成果は 965 本の報文（うち領域内共同研究 98 本、国際共著 182 本）や 433 件の国際学会の基調・招待講演などとして公表されるとともに、英語書籍（Springer 社、2019 年度末）の発刊が決定するなど国際的にも認知を得た。若手育成に対する積極的な取り組みは、246 件の学術表彰の受賞に代表される若手の活躍と成長に結実した。国際活動支援班の活動は多くの共同研究成果のみならず、フランス政府機関の支援のもと「日仏光化学共同研究所」の設置に至り、中長期的共同研究体制が構築できた。これらの結果から今後の分子系の光利用に関わる研究発展に必要な“新たな学術領域”の構築がなされたと考えられる。</p>		

<p>科学研究費補助金審査部会 における所見</p>	<p>A－（研究領域の設定目的に照らして、概ね期待どおりの成果があったが、一部に遅れが認められた）</p>
	<p>本研究領域は、分子系の光利用に対する制限である Kasha 則・励起子の消滅・1光子光学許容遷移、すなわち質・量・多様性の制限を超えるために、多重・多光子励起、電子状態変調、集合体設計などの方法を開拓し、高次複合光応答の実現を目指している。各研究項目からは質・量ともに優れた成果が出ている点や、国際共同研究体制の構築などによる人材育成を推進した点は高く評価できる。</p> <p>一方、研究課題による個別の研究成果を超えた本研究領域の成果として、提起された光利用に対する制限を超えるための「高次複合光応答」の学理は何か、計画研究と公募研究の連携によってどのように光利用に対する制限を超えるのか、その代表的かつ顕著な成果が明確ではなかった。これらが整理されることで、今後の当該分野の発展が期待される。</p>



領域番号	2607	領域略称名	多元計算解剖学
研究領域名	医用画像に基づく計算解剖学の多元化と高度知能化診断・治療への展開		
研究期間	平成26年度～平成30年度		
領域代表者名 (所属等)	橋爪 誠（九州大学・学内共同利用施設等・名誉教授）		
領域代表者 からの報告	<p><u>(1) 研究領域の目的及び意義</u></p> <p>本申請の目的は、高精細医用イメージング技術と情報学の融合の成果である「計算解剖学」の多元化である。新学術領域「計算解剖学」では、大量の画像データに基づき正常な人体構造を統計的に記述した「計算解剖モデル」とその医用画像理解への利用に対して、数理的基礎論、基盤技術論、臨床応用論を構築するとともに、様々な診断・治療法の高度化を実現した。本研究では、その研究成果に立脚し、(1) 細胞レベルから臓器レベルまでの空間軸、(2) 胎児から死亡時までの時間軸、(3) 撮像モダリティ、生理、代謝などの機能軸、(4) 正常から疾患までの病理軸において、理論・手法・モデルおよびデータベースを発展させる。さらに、多元化した計算解剖モデルに基づき、単なる画像理解にとどまらない人体の総合的理解を目指し、早期発見や治療の困難な疾患に対する高度に知能化された診断・治療法への展開を行う。これらの研究遂行により(1) 計算解剖学の学理の再構築と強化、(2) 高次元のモデリング技術と認識理解技術の基盤構築への貢献、(3) 高度な数理モデルに基づく新しい診断法・治療法の開発、これに伴う新しい数理理論、数理的手法の発展への貢献、(4) 生体シミュレーション、手術機器など医用生体工学への波及など幅広い分野の水準向上と強化につながり、特に医・理・工融合分野の学際研究を加速する効果が期待できる。</p>		
	<p><u>(2) 研究成果の概要</u></p> <p>多元計算解剖学の基礎基盤を担う A01 においては、多元計算解剖モデルの構築と解析を行うにあたり直面する数理的課題を洗い出し、基礎的な枠組みを確立した。さらに、多元計算解剖モデル初版を実現した。多元計算解剖学のシステム化を担う A02 では、診断論理、治療意思決定方法論の定式化など、多元計算解剖モデルを利用した診断・治療支援を行う上で必要となるロジックを確立した。また、具体的な診断・治療支援基盤システムの実現を開始した。多元計算解剖学の高度知能化医療・医工学への展開を担う A03 で症例データベースを構築し、基盤システムの臨床適用可能性の評価法を検討した。また、A01 で検討された基盤的数理手法を A02 へと展開すると共に、A03 で収集されるデータを順次領域内で共有化した。具体的には、A01 では、数理基盤・モデル構築法の評価と改良を行い、多元計算解剖学数理の体系化を行った。ここで具現化された多元計算解剖学数理は、A02、A03 へと展開された。一方、A02 は、臨床応用システムを様々な側面から発展させ、高度知能化臨床診断・治療システムを確立した。A03 は、A02 で開発されるプロトタイプシステムを順次用いながら、実臨床における評価や手術ロボットとの融合を強力に進めた。A03 で得られた知見は、A01、A02 へフィードバックされた。最終的には、高度知能化臨床診断・治療法の確立、ならびに多元計算解剖学の学問的確立を図った。</p>		

<p>科学研究費補助金審査部会 における所見</p>	<p>A (研究領域の設定目的に照らして、期待どおりの成果があった)</p>
	<p>本研究領域は、計算解剖学による対象画像について、空間、時間、機能、病理の4つの軸に関して多元化しようとするものである。実際に多次元のデータ収集が進められ、劇的な進化を遂げつつある人工知能と、医療現場に普及が進む画像診断とを組み合わせ、国内の多数の研究者を糾合することで大きな成果が得られた。また、成果の一部を内視鏡病理診断システムとして製品化した点も高く評価できる。さらに、本研究領域として総括班が中心となって優れた研究成果をまとめ、領域全体で査読付き国際誌800編を超える論文を公表し、教科書の執筆・出版に結びつけた取り組みも評価に値する。</p> <p>今後は、研究成果の実用化に加え、新しい学理の提案や新学術領域の創成を深めることを期待したい。</p>

領域番号	2608	領域略称名	地殻ダイナミクス
研究領域名	地殻ダイナミクス — 東北沖地震後の内陸変動の統一的理解—		
研究期間	平成26年度～平成30年度		
領域代表者名 (所属等)	飯尾 能久（京都大学・防災研究所・教授）		
領域代表者 からの報告	<p><u>(1) 研究領域の目的及び意義</u></p> <p>東北沖地震は、稠密な観測網下で起こった世界初の超巨大地震であるが、未だ多くの謎に包まれている。生起している現象を正しく理解することは、今後の推移を予測する上で非常に重要であるが、大きな壁にぶつかっている。その理由として、そもそも我々が、日本列島のような島弧地殻のダイナミクスを根本的には理解していなかったことが上げられる。</p> <p>媒質の変形を記述する基本的な式は、応力と歪や歪速度との関係式であり、日本列島の内陸地殻において、応力・歪・歪速度と弾性定数や粘性係数等の媒質特性との関係およびその時空間分布を知ることにより、内陸の変形を統一的に理解することが可能となる。このことを地殻のダイナミクスを解明と呼ぶが、これまで非常に重要な問題がほぼ手つかずのまま残されてきた。一つは、応力の絶対値(絶対応力)の問題であり、もう一つは、非弾性変形とそれに関係する媒質の応答特性の問題である。地震発生域において、応力を推定することは大変難しく、また、歪は弾性歪と非弾性歪の和であるが、後者は無視されることが多かった。</p> <p>本領域では、これらの重要な問題を解決することにより、日本列島の内陸地殻において、応力・歪・歪速度と弾性定数や粘性係数等の媒質特性との関係およびその時空間分布を推定し、東北沖地震後に日本列島の内陸地殻で生起している諸現象を統一的に理解する。この理解が正しければ、今後発生する現象を適宜「診断」することが可能となる。</p>		
	<p><u>(2) 研究成果の概要</u></p> <p>大地震の前後における応力場の空間変化の解析から、差応力(最大と最小の圧縮応力の差)の大きさが従来言われていた値の半分から 1/10 程度であることが推定された。2011 年東北地方太平洋沖地震（東北沖地震）の発生後に、深部からの高圧の流体の上昇により発生したと考えられる群発地震活動において、一時的に低下した断層の強度が時間とともに回復したことが推定された。東北沖地震に対する変形応答を利用して、弾性変形と非弾性変形を分離することに成功し、非弾性歪速度が地質学的な見積もりと調和的なことが示された。西南日本における測地・地質間の歪速度の不一致を埋める可能性のある知見として、活断層の存在が知られていない地域における地質調査により、現在の応力場に調和的な向きを持つ多数の小規模断層が見出された。1000 台の地震計からなる超稠密地震観測網により、M2 クラスの余震の多くにおいて、断層面がずれるとほぼ同時に直交方向に開くことが見出された。東北日本における地下深部の対流、熱・水輸送、岩石一流体反応の数値シミュレーションに基づいて岩石物性—構造モデルを構築し、東北沖地震の余効変動や超巨大地震サイクル間における地殻変動をモデル化し、太平洋沿岸は隆起する一方、脊梁山脈は沈降する原因は火山列の地下に柔らかい（低粘性）領域が存在するためであること、および、太平洋岸沿いでの隆起は東北沖地震サイクルの中盤で沈降に変わり、地震発生の 100 年前は沈降速度が増加することが分かった。</p>		

<p>科学研究費補助金審査部会 における所見</p>	<p>A (研究領域の設定目的に照らして、期待どおりの成果があった)</p>
	<p>本研究領域は、日本列島に代表される島弧地殻における応力場と歪速度場を理解することを目的としている。応力場は満点地震計を用いた超稠密な地震観測による地震学的手法により歪速度場は測地学的、地質・地形学的手法によりそれぞれ計測、実験、モデル化を行っている。島弧地殻の変形は、歪集中帯では従来考えられていたような弾性変形ではなく散逸が効く非弾性変形であることを示した。さらに、間隙水圧と群発地震の関係を明らかにした一方で、高い間隙水圧が無くても断層の強度が低下し、内陸地震が発生するケースもあることなど、予期せぬ発見もあり、十分な成果を上げていると思われる。また、観測点を増やすことで応力が集中している箇所を明らかにすることが可能であることが示され、内陸地震について備えの可能性が期待される。地道な研究であるが、地震国である我が国では、地震対策や予知に関する知見を得るためには重要な内容である。また、若手研究者の育成、社会への発信にも力を入れてきたことは評価できる。</p> <p>一方、国際的な発信の不足を指摘する声があった。本研究領域の活動を通じてどのような統一的理解が進み、それが地震予知にどのようなつながるのかが不明瞭である。次のステップとして地震予知に関してどのような発展や展開が期待できるのかを明らかにすべきであろう。</p>

領域番号	3601	領域略称名	ダイニングコード
研究領域名	細胞死を起点とする生体制御ネットワークの解明		
研究期間	平成26年度～平成30年度		
領域代表者名 (所属等)	田中 正人（東京薬科大学・生命科学部・教授）		
領域代表者 からの報告	<p><u>(1) 研究領域の目的及び意義</u></p> <p>これまで細胞死は、細胞の一生の最終過程であり、その死骸は単に捨て去られる存在であると考えられてきた。ところが近年、細胞死の生理的、病理的意義の解明が進むに連れて、死にゆく細胞が、周囲の細胞や組織に情報を発信し、免疫応答、炎症、修復、再生、線維化といった生体応答の起点になっていることが明らかになりつつある。さらに最近の研究により、これらの生体応答の起点となる細胞死に複数の様式があることが分かってきた。このような背景のもと本領域では、生体における多様な細胞死を同定し、それぞれの死細胞、とりわけ、死にゆく細胞が放出する因子（本領域では“ダイニングコード”と命名）が誘導する生体応答を解析することにより、細胞死の生理的・病理的意義を明らかにすることを目的とする。本研究領域は、従来の細胞死研究を大きく転換・発展させ、“生命情報発信体としての死細胞”という新たなパラダイムの構築を目指す。本領域では、多様な細胞死の分子メカニズム解明と生体内での捕捉を目指すグループと、細胞死が起点となって生じる死細胞貪食・炎症・再生などを中心に解析するグループとが有機的に連携することによって、「細胞死を起点とする生体制御ネットワーク」の全貌の解明を目指す。本研究領域の成果は、多細胞コミュニティの制御とその破綻の解析という観点から、生命科学の幅広い分野に直接的、間接的に関連するものであり、生命科学領域の学術展開とその発展に大きく寄与することが期待される。</p>		
	<p><u>(2) 研究成果の概要</u></p> <p>5年間の領域研究の結果、A01グループは、パイロトーシスや新たな脂質酸化依存性細胞死の分子機構の一端を明らかにした。さらに、パイロトーシスやネクロプトーシスをイメージングする新規技術を開発し、また、新規酸化ストレス細胞死の阻害剤を開発することができた。In vivoにおける解析では、ネクロプトーシス細胞が起点となる生体応答の一つを明らかにし、アポトーシスをイメージングすることで神経管閉鎖過程における新たな細胞死動態制御機構を明らかにした。A02グループは、死細胞貪食マクロファージの腸炎や腎虚血回復における役割の解明や、新たな炎症収束に関与する骨髄由来単球を同定した。NASHの引き金となる細胞死がフェロトーシスであるということを世界に先駆けて明らかにし、また、肝細胞障害と胆管障害における肝前駆細胞による肝再生様式の違いと、その違いを規定するダイニングコードを同定した。特定の細胞死が関係する遺伝性疾患を複数同定し、また、死細胞認識受容体のリガンドを同定することができた。領域全体として、様々な生理的、病理的状況における細胞死様式の同定とその意義の解明に成功するとともに、多数の新規ダイニングコードの機能および役割を解明することができた。これらの知見により、“細胞死様式”－“ダイニングコード”－“細胞死後の生体応答”の枠組みで生体内の現象を理解する基盤の構築と、将来的に、特定の細胞死あるいはダイニングコードを標的とした疾患治療法の開発に道を開くことができた。</p>		

<p>科学研究費補助金審査部会における所見</p>	<p>Aー（研究領域の設定目的に照らして、概ね期待どおりの成果があったが、一部に遅れが認められた）</p>
	<p>本研究領域は「細胞死には様々な種類が存在し、それぞれが独立して細胞のおかれた環境に影響を及ぼす」という先進的な視点のもとに行われた。死細胞や死にゆく細胞が放出する因子をダイニングコードと命名し、それらの情報発信体として役割を解明することによって、細胞死が引き起こす生体応答や様々な細胞死のメカニズムと意義を体系的に理解しようとした独創的な研究である。</p> <p>新たな方法論の開発に加え、様々な細胞死のタイプがあり、それぞれ異なるシグナルが放出されて、生体調節に深くかかわっていることを明らかにした。とりわけ、細胞死を検出する新たな方法の開発、ダイニングコードとマクロフェージサブセットの対応関係の解明、マウスでの疾患の発症の予防効果の実現は特筆すべき成果である。細胞死の分子機構の解明とともに、臨床的にも重要な知見が得られた点も高く評価できる。また、研究領域を通じた、細胞死研究分野の研究者の連携、共同研究の推進、国際化への貢献も評価に値する。</p> <p>他方、個々の研究において多くの成果が出たものの、多様な細胞死による生態応答の違いやメカニズムについての統合的理解が十分ではない。</p> <p>今後は、これらの個別研究の成果を発展・統合させて、細胞死・ダイニングコードの新たな横断的・統合的な理解に集約させることで、この分野の飛躍的展開につながることを期待したい。</p>

領域番号	3602	領域略称名	酸素生物学
研究領域名	酸素を基軸とする生命の新たな統合的理解		
研究期間	平成26年度～平成30年度		
領域代表者名 (所属等)	森 泰生（京都大学・大学院工学研究科・教授）		
領域代表者 からの報告	<p><u>(1) 研究領域の目的及び意義</u></p> <p>分子状酸素 (O<sub>2</sub>) は好気性生物の生命維持に必須である。近年、この酸素の一面的な理解を超えて、生体内の酸素環境に着目し、新たな酸素の生物学的意義を探究する学術分野「酸素生物学」が勃興しようとしている。酸素生物学における第一に重要な観点は、生体内に様々な酸素レベルで分布する「低酸素環境」の形成機構とその生理的役割の解明である。動物個体においては、酸素不足に陥らないために誘導される酸素供給の増加がよく知られてきたが、近年、低酸素環境自身がむしろ積極的な生物学的意義を有している知見が得られ、酸素に対するこれまでの先入観を覆す研究がますます重要になってきている。第二の観点は、シグナル伝達において、酸素の下流で活性酸素種 (ROS) や親電子分子種が果たす役割である。最近、生体内の新たな活性分子種が次々と見出されているが、それらに関与する現象は一部が明かされたに過ぎず、生体内 <i>in vivo</i> で特定の酸素環境に置かれた系全体の視点からの機構的な理解はなされていない。</p> <p>本領域は上述の観点を発展させ、「生体内の構成細胞が、機能するために最適な酸素濃度領域を能動的に構築する」という、独自の概念「酸素リモデリング (remodeling)」に立脚し展開する。そして、それがどのような機序により成立するか、また、どのように細胞に感知、活用され、生体機能が最適化されるかを、エネルギー代謝、ROS シグナル等に着眼し、多面的なアプローチにより解明する。</p>		
	<p><u>(2) 研究成果の概要</u></p> <p>酸素を基軸とした生命現象の新たな理解を目指し、「酸素リモデリング」を基盤とした生体応答の制御機構とその意義に関する研究を、密接な領域内連携により遂行した。まず、生体内低酸素環境の形成機構と意義の探究において、分子・細胞・組織 (器官)・個体にわたる統合的なアプローチにより、多様な酸素センサーによる呼吸調節、酸素環境の設定に関与する造血系の制御、低酸素環境に能動的に適応するためのエネルギー代謝スイッチング、低酸素適応モデル動物ハダカデバネズミの腫瘍化耐性等を明らかにした (A01)。次いで、酸素環境を ROS シグナルへと変換・伝達する機構において、酸化・親電子物質の付加反応に可逆性を付与するイオウ多量体修飾を、タンパク質のシステイン残基が恒常的に受けることを示した (A02)。また、酸素シグナルの生物学的意義において、酸素から ROS を生成する NADPH オキシダーゼの活性調節と植物の自然免疫に果たす役割、ROS センサータンパク質 PRL による Mg<sup>2+</sup>恒常性調節機構と意義等を解明した (A02)。さらに、生体内の酸素環境や ROS シグナルを「実体」として可視化し、或いは人為的に操作することを目指し、イリジウム錯体型の酸素プローブによる酸素環境の定量化技術、生体深部 <i>in vivo</i> での ROS の検出或いは放出を可能にする新手法を開発した (A03)。このように、生体内酸素環境の形成、感知、及び適応を担う分子・細胞・生体システムを解明することにより、本領域は着実に前進した。</p>		

<p>科学研究費補助金審査部会 における所見</p>	<p>A (研究領域の設定目的に照らして、期待どおりの成果があった)</p>
	<p>本研究領域では、細胞は自らにとって最適の酸素濃度を積極的に構築するという「酸素リモデリング」という基本概念を設定し、新しい「酸素生物学」の確立を目指した研究が行われた。領域代表者の強いリーダーシップのもと、生体内における低酸素環境の形成機構とその生理的役割の解明（第一の視点）、活性酸素種（ROS）などの分子状酸素を起源とする分子種が担うシグナル伝達経路の実態解明（第二の視点）が課題としての確に整理され、さらには生体内酸素環境の新規定量化技術の開発に成功した結果、生物が低酸素条件を積極的に利用していることを証明する十全な成果を上げるに至った。また、従来別個の研究分野として認識されていた低酸素環境研究と ROS シグナリング研究の有機的連携を土台に、学術専門誌の特集企画や国際会議開催を通じた国際的な成果発信や、若手教育による領域研究人材育成など、酸素生物学が新学術領域として成立する要件を満たす活動内容の充実は評価に値する。</p> <p>上述のとおり全体として想定通りの成果が上がっている一方で、幅広い生物種にわたった普遍的な「酸素生物学」の統合的理解としては道半ばの印象である。とくに酸素リモデリング概念の理解によって何が明らかとなるのか、現時点では明示されておらず、今後の継続的研究進展による導出に期待したい。</p>



領域番号	3603	領域略称名	適応回路シフト
研究領域名	行動適応を担う脳神経回路の機能シフト機構		
研究期間	平成26年度～平成30年度		
領域代表者名 (所属等)	小林 和人 (福島県立医科大学・医学部・教授)		
領域代表者 からの報告	<p><u>(1) 研究領域の目的及び意義</u></p> <p>脳機能の基盤となる神経回路は、発達や学習の段階などの状況に応じて活動の遷移を繰り返し、また、損傷からの回復期においても大規模な回路の再編を示す。このような遷移と再編を含めた回路の機能シフトは、環境変化に応じて行動を柔軟に調節するために、また、失われた機能を代償し、回復するために動物にとって極めて重要な適応戦略である。本研究領域では、動物が環境に適応するための行動制御に関わる神経回路の機能シフトとして、回路の発達・遷移および回路の損傷に対する機能代償・再編成の動態や機構の解明を目指した。この目的のために、脳全体や複数の領域にまたがる神経活動やその関係性を記録・解析しつつ、その構成要素である個々の神経路や細胞種の機能を操作し、それによって大規模神経回路全体の動的特性がどのように変化するかを行動の変容と関連づけて解析することとした。「A01 項目：神経回路動態制御の基盤技術」では、経路選択的な回路操作（小林班）、神経活動イメージング（尾上班）、行動と神経活動を結ぶ数理計算モデル（小池班）の開発に取り組み、「A02 項目：行動制御回路の発達と遷移」では、オペラント学習に関係する神経回路（礪村班）、運動学習に関わる神経回路（藤山班）、社会学習による音声スキルを媒介する神経回路（渡邊班）に注目し、行動の獲得や実行フェーズにおいて学習機能を媒介する神経ネットワークの研究に取り組んだ。「A03 項目：行動制御回路の障害と再編」では、脳・脊髄損傷後の機能回復に関わる神経回路（伊佐班）、情動・注意を媒介する大脳皮質間神経回路（筒井班）、ストレス対処行動におけるモノアミン制御回路（相澤班）に着目し、障害時とそこから回復した際に機能する神経ネットワークの研究に取り組んだ。</p> <p><u>(2) 研究成果の概要</u></p> <p>本領域では、脳全体や複数の領域にまたがる神経活動やその関係性を記録・解析しつつ、その構成要素である個々の神経路や細胞種の機能を操作し、それによって大規模神経回路全体の動的特性がどのように変化するかを行動の変容と関連づけて解析するという研究戦略を構築した。計画班では、分子神経生物学、脳機能イメージング、システム神経科学、計算論神経科学等を専門とする研究者が緊密に連携するチームを結成し、公募班についてはそれぞれの専門を考え、10のチームに再編成し互いの連携を深めた。領域内の共同研究を発展させるため、研究支援班や研究室滞在型支援制度を利用して共同研究の促進に結び付けるとともに、国際活動支援班を通じて国際共同研究や国際技術交流を展開した。このような連携研究の結果として、神経回路動態を制御する基盤技術では神経回路操作や記録に有益な新規ウィルスベクターの開発やバージョンアップが進み、脳機能イメージングによる活動動態の高解像度化や数理モデルによる信号源推定、活動同期の時系列パターン検出等の新たな技術開発が進展した。行動制御回路の発達と遷移では、運動や認知機能の基盤となる神経回路にこれまで知られていなかった詳細な神経連絡の存在することが明らかとなり、オペラント学習、運動学習、社会学習などの種々の学習の獲得、固定化、切り替</p>		

	<p>えを媒介する機構が神経回路のレベルで次々と明らかになった。回路の発達過程での投射パターン変化やその基盤となる分子機構、特徴的な神経活動を支えるシナプスレベルの研究も多くの成果を得た。行動制御回路の障害と再編では、脳や脊髄の損傷モデルにおいて障害時とそこから回復する際に、他の神経回路が代替する、あるいは、軸索投射の拡大の起こる機構が見出され、認知・情動機能を媒介する脳内機構が神経回路レベルで、ストレス障害を媒介する新規の回路機構やその基盤となる分子・細胞機構が明らかとなった。</p>
--	--

<p>科学研究費補助金審査部会における所見</p>	<p>A (研究領域の設定目的に照らして、期待どおりの成果があった)</p>
	<p>本研究領域は、脳神経系の環境適応や損傷後に起こる機能代償のメカニズムなどを解明することを目的とし、大規模な神経活動のイメージングや神経活動の操作、数理モデリングなど多様な研究手法を併用して実施した。公募研究を幅広く採択し、その多くに研究の進歩が見られ、また計画研究との共同研究により優れた研究成果が多数発表され、研究領域の発展に貢献したと高く評価できる。加えて、多くの神経回路解析ツールを開発・改良し、研究者が新たな研究手法への理解を深める様々な仕組みを取り入れ、若手の人材育成に努めるなど、今後の我が国の神経回路研究の発展に大きな貢献をしたことも高く評価できる。</p> <p>一方、新しい領域の開拓や画期的な発見がされるまでには至っていない。今後は残された挑戦的な課題へも取り組み、神経回路研究領域をさらに発展させて欲しい。</p>

領域番号	3604	領域略称名	RNA タクソノミ
研究領域名	ノンコーディング RNA ネオタクソノミ		
研究期間	平成26年度～平成30年度		
領域代表者名 (所属等)	廣瀬 哲郎（北海道大学・遺伝子病制御研究所・教授）		
領域代表者 からの報告	<p><u>(1) 研究領域の目的及び意義</u></p> <p>かつて「ジャンク」と考えられていたゲノムの広大なノンコーディング領域から、膨大な数の ncRNA が転写され重要な役割を果たしていることが明らかになった。これらの ncRNA 群は、タンパク質が多彩な機能を持つと同様に、それぞれ多様な特性を持っていると考えられるが、これまでは「タンパク質をコードしない RNA」という除外的分類によって一括りにされていた。このような雑多な分子群の機能を解明するには、個々の分子の特性を整理し、体系的に研究を推進するための戦略が必要不可欠である。本領域では、RNA の特性を熟知した世界的にも評価が高い独自の研究を展開しているエキスパートが結集し、以下の3つの研究項目（A01～03）に着目し、有機的に連携しながら研究を推進した。作動エレメント同定ユニット（A01）では、個々の ncRNA の機能を担う配列や構造、化学修飾などの作動エレメントを抽出した。また、生理機能解析ユニット（A02）では、ncRNA の果たす生理機能を個体レベルの解析で明らかにした。さらに新技術開発ユニット（A03）では、ncRNA 解析に必要な革新的な技術開発を推進した。これらの成果を結集して、配列と機能が紐付けされた新しい分類体系である ncRNA ネオタクソノミの確立を目指した。これにより、各タクソンの ncRNA の特性に応じた機能解析が可能となり、ncRNA による生体制御機構の全容解明に向けた研究を、世界に先駆けて推進した。</p>		
	<p><u>(2) 研究成果の概要</u></p> <p>A01～03 の各ユニットからは、ncRNA ネオタクソノミに向けた画期的な成果が数多く生み出された。A01 では、作動エレメントと作動装置の解明を通して、細胞内構造の骨格として働く arcRNA を本領域発タクソンとして提唱した。またその過程で ncRNA が細胞内液・液相分離を誘発することを見出し、新しい学問分野の開拓に貢献した。化学修飾については、生合成過程から生理機能に至る包括的成果によって当該分野を先導した。また、ゲノム編集装置の作用機構を構造解析によって解明し、この技術の基盤知見として大きな注目をあつめた。A02 では、マウス個体での ncRNA 生理機能に関わる新機能が次々と明らかになった。特に arcRNA については、作動エレメントから生理機能までが一気通貫で明らかになり、新タクソン提唱に結びついた。さらに新しい ncRNA 機能が次々と発見され、新たなタクソンの可能性が提示された。A03 では、1分子観察による新しい ncRNA 作動装置の解析技術が開発されたことにより、RNA 干渉作動装置の形成・作用機構が解明され、世界に大きなインパクトを与えた。本領域活動からは、計 389 編もの論文が発表され、目標として掲げた ncRNA ネオタクソノミに向けた道筋が整備された。本領域のコンセプトや成果は、総説集や実験手法集の刊行、国際シンポジウム開催を通して世界に向けて発信し、また国際交流や若手育成などを通して当該学問分野の発展に寄与した。</p>		

<p>科学研究費補助金審査部会における所見</p>	<p>A+ (研究領域の設定目的に照らして、期待以上の成果があった)</p>
	<p>ノンコーディング(nc) RNA は「タンパク質をコードしない RNA」という指標によって単純化されてしまっており、個々の ncRNA 分子の機能解析が手探りで進められてきた。このような状況のもと、本研究領域は ncRNA の機能を体系的に分類し、世界をリードする分野として確立した。</p> <p>具体的には、(1) 一分子イメージングによる RISC の作用機序解明、(2) piRNA の生合成機構解明、(3) CRISPR 作動装置の構造解明など、今後この分野の理解に必須となるであろう、数多くの研究成果が生み出された。なかでも、architectural (arc) RNA という新しい概念の RNA を発見し、それが液相分離を誘導するという生理機能を解明したことは、特筆すべき成果といえる。ncRNA は系統保存性が低く、種固有性が高いという進化的特殊性を見出したことも生物学的基礎知見として大きな意義を持つ。</p> <p>共通設備として導入した超解像顕微鏡は、当初その費用対効果が疑問視されたが、研究領域内で有効活用され、共同研究の推進に大きく貢献した。中間評価後、公募研究を拡大してレベルの高い研究の裾野を広げ、数多くの融合研究を生み出すなど、連携面でも、領域代表者の優れた手腕が発揮された。</p> <p>今後、バイオインフォマティクス的手法との融合を強化することで、本研究領域のさらなる発展が期待できる。</p>

領域番号	3605	領域略称名	細胞競合
研究領域名	細胞競合：細胞社会を支える適者生存システム		
研究期間	平成26年度～平成30年度		
領域代表者名 (所属等)	藤田 恭之（北海道大学・遺伝子病制御研究所・教授）		
領域代表者 からの報告	<p><u>(1) 研究領域の目的及び意義</u></p> <p>生物個体を構成する細胞社会において、異なる性質を持った細胞間で多彩な「競合」現象が生じることが近年の研究によって明らかになってきた。細胞競合(cell competition)と名付けられたこの現象は、適応度の高い細胞と低い細胞が共存した際、異なる細胞間の境界で生じる相互作用によって、適応度の高い細胞が「勝者」として生き残り、適応度の低い細胞が「敗者」となって組織から排除されるという未知の細胞社会制御機構の存在を示唆するものであった。多彩な細胞競合現象の分子機構を包括的に解明し、さまざまな生命現象における機能的関与を明らかにするには、個別研究の集まりではなく、統合的・戦略的な融合研究領域の構築が不可欠である。これを実現するため、本領域では以下の3つの研究体制を構築した。</p> <p>I) 細胞競合を制御する分子メカニズムの解析 哺乳類において細胞競合の普遍性と多様性を実証した培養細胞系と、細胞競合研究を開拓しこれを牽引してきたショウジョウバエ遺伝学系を駆使して、細胞競合を制御する分子を網羅的に同定し、細胞競合現象を司る分子メカニズムを明らかにした。</p> <p>II) 高次個体解析 計画研究代表者らが独自に構築したショウジョウバエ、ゼブラフィッシュ（およびマウスの <i>in vivo</i> 競合モデルを用いて、組織・器官の構築、維持、破綻における細胞競合の分子機構とその生理的・病理的意義を解明する。</p> <p>III) 数理解析 生化学分子や空間の奪い合い、および性質・性状の異なる細胞集団間の境界上における相互作用などを想定した細胞競合の数理解析モデルを作成し、各計画研究で得られた知見と互いにフィードバックしながら、細胞競合現象の統一的理解を目指した。</p> <p><u>(2) 研究成果の概要</u></p> <p>研究は順調に進展し、領域内共同研究を推進することによって、計画研究・公募研究ともに大きな成果を上げることができた。それぞれの研究項目における特記すべき研究成果を具体的に記述する。</p> <p>I) 細胞競合を制御する分子メカニズムの解析</p> <p>細胞競合を制御する分子メカニズムについて、多くのことが明らかになり、その本質に迫ることができた。その中でも、特に大きなブレークスルーとなった2つの研究成果を紹介する。</p> <p><b>【細胞競合の勝者と敗者の境界上で起こる細胞間相互作用のメカニズム】</b> (Yamamoto <i>et al.</i>, <i>Nature</i>, 2017)</p> <p>ショウジョウバエ遺伝学的スクリーニングを行った結果、<i>scrib</i> 変異細胞の排除に必要な正常細胞側の遺伝子として、細胞表面リガンド分子 <i>Sas</i> を、さらに、<i>Sas</i> に応答する <i>scrib</i> 変異細胞側の分子として受容体型チロシンホスファターゼ <i>PTP10D</i> を同定することに成功した。本研究は、細胞競合の勝者-敗者間で起こる直接的な相互作用を世界で初めて明らかにしたものである。</p>		

	<p><b>【細胞競合における代謝変化の重要な役割を解明】</b>  (Kon <i>et al.</i>, <i>Nature Cell Biology</i>, 2017)</p> <p>まず哺乳類培養細胞系およびマウス腸管器官培養を用いて、がんの超初期段階において Warburg 効果様の代謝変化が生じ、その代謝変化が細胞競合に重要な役割を果たしていることを示した。これは、細胞非自律的に生じる代謝変化が細胞競合に関与していることを世界で初めて明らかにしたものである。</p> <p>II) 高次個体解析</p> <p>本研究領域では、ショウジョウバエ、ゼブラフィッシュ、マウスなど様々なモデル動物を用いて、細胞競合現象の <i>in vivo</i> における解析を行ってきた。その結果、細胞競合が胚発生、組織修復、老化など様々な生理的・病理的な現象に関与していることが明らかになった。</p> <p><b>【細胞競合が初期胚発生に関与】</b>  (Hashimoto &amp; Sasaki, <i>Developmental Cell</i>, in press)</p> <p>マウス胚エピブラストにおいて、多能性因子の発現レベルの差による細胞競合による品質管理機構が存在する事により、胚発生を正確に進めることを明らかにした。</p> <p><b>【細胞競合が皮膚の老化現象に関与】</b>  (Liu <i>et al.</i>, <i>Nature</i>, 2019)</p> <p>隣接する皮膚基底層幹細胞の隣接する幹細胞の COL17A1 の発現量の差異が細胞競合を引き起こすことを明らかにした。この細胞競合現象が皮膚の老化に関与していることが示された。</p> <p>III) 数理解析</p> <p>本領域では、数理解析モデルの作成、物理的力学の測定など様々な数理解析を行い、細胞競合現象の統一的理解を目指した。その結果、今後の細胞競合研究における数理解析の基盤を築くことができた。以下に、領域内共同研究によって成果を上げることができた数理解析の研究成果を一つ紹介する。</p> <p>(Tsuboi <i>et al.</i> <i>Curr. Biol.</i>, 2018)</p> <p>変異細胞がその面積を拡大する過程を、多細胞力学シミュレーションと細胞競合ライブ観察(ショウジョウバエ上皮)とその定量画像解析を統合することで、明らかにした。</p>
--	---

<p>科学研究費補助金審査部会における所見</p>	<p>A+ (研究領域の設定目的に照らして、期待以上の成果があった)</p>
	<p>本研究領域は、動物個体における恒常性維持機構である細胞競合の本態解明を目指す独創的な研究領域である。がん細胞の排除、初期発生、恒常性維持、細胞老化ストレス細胞の排除などの各局面において、異常細胞を排除することで恒常性を保つという概念のもと、研究領域の構想を立ち上げ、これまでに論文発表などの多くの業績を上げた。</p> <p>細胞生物学や遺伝学など複数の手法を駆使して、個体発生と維持のメカニズムにおける細胞競合の重要性を示す重要な知見を数多く得た点は評価に値する。特に、異常細胞の排除様式を個体レベルで観察し、そこに細胞表面の受容体に関与することを解明した点などは、世界的に見ても独創性が高い。また、本研究領域が推進する人的ネットワーク構築により、細胞競合という考え方を広めて他分野からの細胞競合研究者が増え、当該分野のすそ野が拡大した点、さらに若手研究者の育成が順調におこなわれた点は高く評価できる。</p> <p>今後は、詳細な分子機構や進化における保存性などの不明な点を明らかにすることが課題である。これらの研究を今後一層推進することで、より確固たる学術領域の確立が期待される。</p>

領域番号	3606	領域略称名	幹細胞老化と疾患
研究領域名	ステムセルエイジングから解明する疾患原理		
研究期間	平成26年度～平成30年度		
領域代表者名 (所属等)	岩間 厚志（東京大学・医科学研究所・教授）		
領域代表者 からの報告	<p><u>(1) 研究領域の目的及び意義</u></p> <p>加齢に伴い発症する疾患には、組織の生理的変化である老化が深く関与する。超高齢社会に急増する加齢関連疾患に対応し健康長寿を実現するためには、生理的な老化と加齢関連疾患の統合的な理解が必須である。このような中、近年の幹細胞研究の目覚ましい進歩は、多くの組織が幹細胞システムによる絶え間ない再生機転により維持されていることを明示した。一方、不老と考えられてきた幹細胞には寿命があり、幹細胞あるいは幹細胞ニッチの加齢変化（ステムセルエイジング）が、加齢関連疾患の重要な要因であることが明らかになりつつある。そこでわれわれは、近年の幹細胞研究の成果を超高齢社会における『老いと病』という重要課題に結集し、ステムセルエイジングという新しい研究領域の確立を通して、課題の解決を図る必要性があると考えた。すなわち、この新しい幹細胞研究の成果を基盤に、“ステムセルエイジング”という視点から老化、加齢関連疾患を検証し、『老いと病』という今日的命題の解決に挑んだ。この目的のために、我が国が強みとする幹細胞や老化、疾患などの研究領域を統合し、超高齢社会のニーズに対応した新領域を構築するとともに、海外の活発な老化研究との連携を推進した。この領域研究により得られる成果は、老化の本質と疾患原理に新たなパラダイムを提示し、臓器不全や疾患の理解を深め、加齢に伴う疾患予防や早期介入に学術的指針を示すものである。</p>		
	<p><u>(2) 研究成果の概要</u></p> <p>研究領域をステムセルエイジングの特性（A01）と加齢関連疾患とステムセルエイジング（A02）にわけ、A01とA02で得られた成果を相互に検証し合う重層的な構成をとることにより、研究の効率化と多面的な展開の実現を目指した。A01では、幹細胞ならびにニッチの加齢変化の特性が多くの幹細胞システム（造血幹細胞、毛包・色素・表皮幹細胞、腸管上皮幹細胞、骨格筋幹細胞、神経幹細胞、精子幹細胞）について明らかとなるとともに、様々な加齢ストレス（エピゲノム異常、ゲノム異常、DNA損傷応答、ニッチ因子の減少、代謝異常、骨髄障害ストレス、細胞老化随伴分泌現象、感染、炎症、高脂肪食、糖代謝など）のステムセルエイジングへ影響が明らかにされ、ステムセルエイジングの特性の本体に迫る成果が得られた。また、多くの課題がA02と連動する成果に発展した。A02では、慢性炎症による腸管上皮幹細胞の加齢変化とゲノム変異獲得の実態解明や、ヒト大腸腫瘍オルガノイドを用いた新規解析法の開発、血管老化によるステムセルエイジングの実態解明、クローン造血モデルマウスの作成と解析、新規筋再生法の開発など、多くの成果が得られた。領域内共同研究による数理モデリングも、幹細胞を頂点とした組織の頑強性の評価系の構築などに成果が得られた。経時的な臨床検体を用いた解析も実施し、加齢に伴い変異を獲得した造血幹細胞がクローン拡大するクローン造血と骨髄球系腫瘍発症の関連の解明や、早老症 Werner 症候群患者のクローン造血の実態が明らかとなった。これらの成果は、老化の本質と疾患原理に新たなパラダイムを創出するものであり、加齢関連疾患の発症機序・病態にステムセルエイジングの観点の重要性を認識させるものとなった。</p>		

<p>科学研究費補助金審査部会における所見</p>	<p>A (研究領域の設定目的に照らして、期待どおりの成果があった)</p>
	<p>本研究領域では、幹細胞の老化という観点から「老化」の本質的な理解するとともに、加齢関連疾患の克服を目指した研究がなされ、個別の研究成果は量・質ともに充実していただけでなく、今後の幹細胞老化研究分野に繋がる新たな研究方向性が示された。研究の基盤となる生理的ステムセルエイジングの特性については、表皮幹細胞の老化プログラムが解明されたことで、老化の本質に迫る優れた成果が収められていた。マウスモデルで確立した疾患原理をいかにヒト疾患に適応できるか、その判断が明確化されることは、老化研究への貢献を量る上で重要な点である。これに関して、特に毛包幹細胞や色素幹細胞の老化研究は、加齢に伴う臓器機能低下や疾患発症メカニズムとともに、早期介入や治療選択への学術基盤を提示している点で高く評価できる。</p> <p>領域代表者のリーダーシップにより、幹細胞機能の研究者と老化疾患研究の専門家という異なる専門性の研究者の効果的な連携がとられ、研究領域の成果創出に貢献していた。また、学会発表や論文、アウトリーチ活動を通じて研究成果の社会へ還元も実現されている。若手研究者に対する積極的な支援がなされ、公募研究代表者を含め、多くの若手研究者が独立した実績からも、幹細胞研究分野の若手研究者育成に尽力されている点も評価できる。</p>



領域番号	3607	領域略称名	新生鎖の生物学
研究領域名	新生鎖の生物学		
研究期間	平成26年度～平成30年度		
領域代表者名 (所属等)	田口 英樹（東京工業大学・科学技術創成研究院・教授）		
領域代表者 からの報告	<p><u>(1) 研究領域の目的及び意義</u></p> <p>数千から数万種におよぶ細胞内のタンパク質は、mRNA の情報がポリペプチド鎖へと変換される過程で、すべて翻訳途上の新生ポリペプチド鎖（新生鎖）の状態を経過する。従来、新生鎖はポリペプチド合成反応の単なる過渡的な中間体にすぎないと理解されてきたが、最近、新生鎖が自分自身の機能化や品質管理も含めて、細胞全体の生命現象の制御と調節に積極的に関わる事が明らかになってきた。さらに、新生鎖の成熟・品質管理機構の破綻が細胞の恒常性を攪乱し、さまざまな疾患の原因となっていることも明らかになりつつある。このように生命現象の根幹に関わる新生鎖の重要性が認識されはじめているものの、まだ未開拓の分野である。そこで本領域では、新生鎖を主役に据えた「新生鎖の生物学」を設定することで、新生鎖をハブとする遺伝情報発現と細胞機能制御のネットワーク解明および分子機構を理解し、「新生鎖を介した細胞機能の恒常性維持」という新しいパラダイムを構築することを目的とした。本領域の主役である新生鎖は生命のセントラルドグマにおいて RNA とタンパク質のインターフェースにある分子であり、本領域が立ち上がることで、異なる研究分野であったタンパク質と RNA の研究者が連携して新たな融合研究分野が生まれた意義は大きい。さらに、新生鎖の新規生理機能や新生鎖自身の運命決定機構の解明は、その破綻に起因するさまざまな疾患の発症機構の解明に今後寄与することが期待される。</p>		
	<p><u>(2) 研究成果の概要</u></p> <p>本領域では、新生鎖の生物学という新しい分野を「新生鎖の翻訳速度調節」「新生鎖の品質管理機構」「新生鎖のフォールディング・修飾・局在化」の3つにブレイクダウンするとともに、「新生鎖研究のための新たな方法論の開発と応用」にも注力し、以下のような成果を得た。「新生鎖の翻訳速度調節」では、新規の翻訳一時停止（アレスト）配列を発見し、翻訳アレストの分子機構を解明するとともに、翻訳の一時停止が普遍的な生命現象であることを見出した。さらに負電荷アミノ酸の翻訳時にリボソームが解離して終止コドンとは無関係に翻訳が途中終了する現象を発見した。「新生鎖の品質管理機構」では、翻訳伸長阻害が原因で起こる新生ポリペプチド鎖の品質管理（RQC）の分子機構、構造的な側面、RQC に必須な新規因子 RQT 複合体を同定した。「新生鎖のフォールディング」では、翻訳に伴った膜タンパク質フォールディング、新規の大規模な翻訳時フォールディングアッセイ系の確立、500 種類超の出芽酵母タンパク質の翻訳時フォールディングとシャペロン効果の解析を行った。「新生鎖研究の新しい方法論」に関して、tRNA リボソームプロファイリングや真核生物由来の再構築型無細胞翻訳系を領域期間内に開発した。領域主催の国際会議に Nature 誌を始めとするトップジャーナルの編集者が参加して、ミーティングレポートを複数掲載できたことから、領域の成果は国際的にも認知された。</p>		

<p>科学研究費補助金審査部会における所見</p>	<p>A (研究領域の設定目的に照らして、期待どおりの成果があった)</p>
	<p>従来では、新生鎖は、ポリペプチド合成反応の過渡的な反応中間体に過ぎないと理解されてきたが、最近、新生鎖による成熟・品質管理機構の破綻が、恒常性を攪乱し、様々な疾患の原因となることが明らかになってきた。このような状況のもと、本研究領域は、翻訳速度の調節、mRNA の品質管理、フォールディングに焦点を当て、新生鎖の生理的役割の解明を行ってきた。</p> <p>採択時及び中間評価時に不安視されていた、真核生物の再構築型無細胞翻訳系 (PURE システム) の完成に成功し、これによりリボソームにおける翻訳が停止する場合が非常に多いことが明らかになったことは、画期的な成果とみなされる。翻訳の速度調節に、リボソームトンネルと新生鎖の相互作用が関与すること、リボソームのユビキチン化が重要なことなど、翻訳停止の分子基盤の一端を明らかにした。新規のリボソームプロファイリング法の確立は、今後この分野の発展に大きく寄与する。</p> <p>一方、翻訳一時停止の分子機構に関する研究、フォールディング自身に関する研究、タンパク質の個別の研究は遅れが見られた。また、全体としてどのようなネットワークが解明されたのかは明確ではなく、どのような配列がどのような機構で翻訳アレストを誘導するのかといった分子機構や、その全てに機能的意味があるのかといった基本的な問いが解決されないまま残された。</p> <p>本研究領域によって、翻訳速度調節・品質管理・フォールディングの関連性が明らかになりつつあり、領域代表者がこの分野を先導していることの貢献は大きい。今後、この 3 つを含む新生鎖の特徴ある生物学として新しいパラダイムが確立されることが期待される。</p>

領域番号	3608	領域略称名	脳タンパク質老化
研究領域名	脳タンパク質老化と認知症制御		
研究期間	平成26年度～平成30年度		
領域代表者名 (所属等)	祖父江 元 (名古屋大学・医学部・特任教授)		
領域代表者 からの報告	<p><u>(1) 研究領域の目的及び意義</u></p> <p>加齢に伴う脳老化は、認知症の最も強力かつ本質的な要因であり、その主要な分子基盤をなしているのは神経系を構成するタンパク質の生理機能の喪失および毒性・病原性の獲得による神経回路の破綻である。本領域では、こうした機能タンパク質の毒性獲得のプロセスを「脳タンパク質老化」と定義した。脳タンパク質老化の背景には、これらのタンパク質の修飾・構造変化などの質的变化とともに、その発現量の量的変化など種々の分子変化が存在すると考えられる。さらにこの脳タンパク質老化を抑制、促進する多くの要因（分解、排泄機構、ストレス、炎症、遺伝要因など）が存在する。しかし、脳タンパク質老化のプロセス、神経毒性発揮機構、神経回路破綻機構は全く不明である。即ち我々は、神経変性の最も重要な部分の解答を持っていない。本領域で行う研究は、正常に機能していたタンパク質が、ある時期から変質し、機能を失うあるいは神経細胞に対して毒性を持つようになり、神経細胞の機能障害、変性、伝播を介して、神経回路破綻を来し認知症に至る過程、すなわち脳タンパク質老化に基づく神経変性について、その分子基盤の解明と認知症予防に結びつけるものである。脳機能タンパク質の老化から神経回路破綻・変性の分子基盤を解明することが新しい学問領域の創成、認知症の予防・先制治療、我が国の神経科学・神経変性疾患研究の学術水準の向上・強化につながると確信している。</p>		
	<p><u>(2) 研究成果の概要</u></p> <p>研究は順調に進捗した。① 脳タンパク質老化と神経回路破綻の検討では、1) 本領域で開発したタウ PET プローブは、AD のタウ/神経炎症病理の好発部位で有意な集積を認め、特に後部帯状回/楔前部への集積とその回路破綻が認知症発症に関与すること、2) 病理学的検討から、よりタウと神経炎症に選択性の高いプローブ開発に成功したこと、3) 大規模健常者イメージング・ゲノム・オミックスコホートの構築に成功し、加齢に伴う神経回路の代償と破綻の可視化に成功したことが代表的成果である。② 脳タンパク質老化の分子基盤としては、1) タウタンパク質老化の機序として、神経変性時における分布の違い、4R タウ増大がもたらす分子病態、神経細胞死に係わるタウ凝集体の種類を明らかにし、2) 老化タンパク質の中にプリオンの伝播機構と共通性があること、3) RNA 代謝の乱れや血管周皮細胞等を介した排除機構の破綻が認知症発症に重要であることが明らかとなるなど大きな成果を上げた。③ 脳タンパク質老化の治療開発では、1) iPSC を用いたタウオパチー疾患モデル開発に成功し、2) 孤発性神経変性疾患で iPSC・分化細胞を用いてタンパク質老化と神経毒性の検証系の作成に成功し、3) 画像バイオマーカーを用いた病態モニタリングシステムが確立し、基礎と臨床研究の交流活性化・創薬開発プラットフォームが構築されたことが大きな成果である。</p>		

<p>科学研究費補助金審査部会における所見</p>	<p>A (研究領域の設定目的に照らして、期待どおりの成果があった)</p>
	<p>タンパクの加齢に伴う蓄積がどのように毒性を発揮し、正常脳機能を損なうかに関して新たな発見があった。また、老化タンパク質に対するプローブの開発、大規模健常者イメージング・ゲノム・オミックスコホートの構築、iPSC を用いた一部の老化タンパク質疾患モデルの開発と創薬研究への活用、また、げっ歯類、マーマセット、人を含む横断的な研究体制とイメージング技術の開発と普及は評価に値する。さらに、国際的な連携が数々の国際共同研究を生み、成果に繋がった点や、多くの若手研究者がキャリアアップを果たした点も評価される。</p> <p>今後も、脳タンパク質の老化が起こり毒性を獲得するメカニズムや、その結果として神経回路の破綻を来し認知症に至るメカニズムの理解を深めてほしい。社会的にも関心の高い、老化や認知症の病態解明への発展が期待される。</p>

領域番号	4601	領域略称名	認知的デザイン学
研究領域名	認知的インタラクシオンデザイン学：意思疎通のモデル論的理解と人工物設計への応用		
研究期間	平成26年度～平成30年度		
領域代表者名 (所属等)	植田 一博（東京大学・大学院総合文化研究科・教授）		
領域代表者 からの報告	<p><u>(1) 研究領域の目的及び意義</u></p> <p>本領域の目的は、他者の行動を理解・予測するために必要で、状況に応じて変化する認知モデルである他者モデルを認知科学的に検討し、それを人に自然かつ持続的に適応できる人工物の設計と構築に応用することにある。特に、人対人、人対動物、人対人工物に共通する認知プロセスを解明し、他者モデルをアルゴリズムレベルで実現することを目指す。具体的には、計画研究 A01 と A02 において、成人間のインタラクシオンおよび、子供同士あるいは子供-大人間の（特にロボットとの遊びを介した）インタラクシオンの分析と自然なインタラクシオンを可能にする他者モデルのアルゴリズムレベルでの同定、B01 においては、人と動物の他者モデルに基づくインタラクシオン機構の解明、C01 と C02 においては、(A01, A02, B01 の分析を基礎として) 人の持続的な適応を引き出す人工物のデザイン方法論の確立と人工物の実現を目指す。</p> <p>このように、インタラクシオンモデルと他者モデルをこれまでにないアルゴリズムレベルで実現することで、認知的インタラクシオンデザイン学を確立する。さらに、まだ体系化されていない、人と伴侶動物のインタラクシオンに関する認知科学を確立する。そして、これらの成果を、人と自然に持続的に適応する人工物の設計に応用し、自動カスタマイゼーションやパーソナライゼーションを可能にする技術を確立する。本研究を通して、Society 5.0 の実現に貢献し得る技術的基盤の確立を目指す。</p>		
	<p><u>(2) 研究成果の概要</u></p> <p>5 つの計画研究で当初目標としていたことは達成できた。A01 では、コミュニケーション場の成立に関わる他者の情動状態推定過程の分析や、実際の旅行者の販売員と顧客を対象にした、顧客の非言語行動から選好を予測するためのモデルの提案等、成人間のコミュニケーションの機構を実験とモデルベースの解析で解明し、他者モデルの機構を行った。A02 では、保育士がロボットを遠隔操作し子供と遊ぶ際に子供に対してもつモデルの同定や、リトミック場におけるリーダー-フォロワーの分析等、子供と大人および子供同士のインタラクシオンの諸相を明らかにし、その際の他者モデルを構築した。B01 では、イヌ、ウマ、サルを対象に人とのインタラクシオンを分析し、使用されている社会的シグナルの種類を同定、「人馬一体感」の実体を人と動物との相互学習の観点から明らかにした。C01 では、認知バイアスを含んだ人の適応認知モデルを構成、適応ユーザインタフェースへ応用し、またオンラインショッピングにおけるコンシェルジュの役割を担う推薦エージェントを構築、評価した。C02 では、2 体のロボットが「今性」のある振る舞いを示すことでロボットの意図を人に読ませるのが可能なことや、人の操作方法と周囲状況に応じて適応的に操作ゲインを調整する車椅子を構築することで、適応的で持続的な関係を人と築くことのできる人工物の設計論を確立した。そして上記のすべての成果を統合したインタラクシオンの階層モデルを提案できた。</p> <p>また総括班 X00 は、A01, A02, B01 の計測実験で使用する共通実験ツールと実験環境</p>		

	<p>を提供した。さらに、若手研究者の視野を広げ、真の意味で日本の学際研究を担える人材として育成するために、一定期間、他の班の研究者の研究室に滞在して専門分野外の学問を学ぶ領域内インターンシップ制度を運営し、参加者からポジティブな評価を得ることができた。</p>
--	---

<p>科学研究費補助金審査部会における所見</p>	<p>Aー（研究領域の設定目的に照らして、概ね期待どおりの成果があったが、一部に遅れが認められた）</p>
	<p>本領域研究は、人の意図に応じて適応的に振る舞う人工物を設計するための基盤理論の構築を目指すものである。総括班を中心としたリーダーシップにより、インターンシップ制度の運用、研究領域会議での勉強会、新たに研究分担者を加えるなど、研究体制の強化に努め、様々な形で議論が繰り返し行われ、モデリング手法の共有などが図られた結果、五つの計画研究と公募研究の研究課題において、研究成果の積極的な公表に務められている。人対人、人対動物、人対人工物に共通するプロセスをモデル化し、インタラクション相手の意図や選好の推定を可能にしようとする試みにおいて得られた個別の成果の中には、認知科学研究において大きな貢献となるものも認められる。また、他者モデル（他者の内部状態を推定するモデル）に関する様々な事例とその解析は、今後のこの分野の研究において貴重な資料になると思われる。採用した若手研究者の多くが研究職に就くなど、若手の育成にも成功している。</p> <p>一方、人間、人工物、動物との間のインタラクションを多分野の研究者が分析し、横断的な認知モデルを構築するという極めて野心的な目的に対し、人馬一体感の解明など個別的には興味深い研究成果が得られているものの、一般的な定量モデルの構築にまで至ったとは言い難い。特に他者モデルをアルゴリズムレベルで解明する目標については、アルゴリズムレベルと呼べるものが限られたインタラクションに対するものしか得られておらず、共通プロセスのモデル化の目標に関しては、階層モデルの提案根拠となる論文がまとめられていないことに物足りなさが残る。加えて、適応的な人工物設計のためのデザイン原理の確立の目標に関しては、特定の応用（例：車椅子の適応機構）に関しては成果が得られたが、「設計論を確立した」と言えるレベルには達していない。研究領域を今後どのように発展させていくか、研究項目間で十分に検討が継続されることを期待したい。</p>

領域番号	4602	領域略称名	動的構造生命
研究領域名	動的構造生命科学を拓く新発想測定技術－タンパク質が動作する姿を活写する－		
研究期間	平成26年度～平成30年度		
領域代表者名 (所属等)	神田 大輔（九州大学・生体防御医学研究所・教授）		
領域代表者 からの報告	<p><u>(1) 研究領域の目的及び意義</u></p> <p>タンパク質分子の精密な立体構造は、生体機能素子としてのタンパク質の機能を説明することに大きく貢献してきた。タンパク質分子を手のひらに乗るマクロサイズの機械とみなすことで多くの事実を説明できることが、構造生物学の成功の理由である。しかし、タンパク質分子の本当の姿はナノサイズの分子機械であり、マクロサイズの機械とは異なる原理に基づいて動作している。したがって、タンパク質分子が持つ柔軟性や形の3次元的な変化（コンホメーション変化）といった動的な性質を原子分解能レベルで詳細に知る必要がある。本領域では、既知の測定手法が「タンパク質の形の時間変化に十分に対処できていない」を明確にしたうえで、タンパク質分子が“形を変えながら機能している姿”を活写することを可能にする新しい測定手法の開発を進める。タンパク質分子の3次元的な形の時間変化を知るには、NMR（核磁気共鳴法）とAFM（原子間力顕微鏡）の2つが時間分解能と空間分解能のバランスがとれた実績のある測定法であるが、さらに新発想のアイデアを加えてバージョンアップする。また、タンパク質結晶内に隙間をつくって運動性解析を行うことと、ダイヤモンドナノ粒子を用いた光検出磁気共鳴という萌芽的な課題にも挑戦する。これらの技術開発と並行して、新測定手法を遅滞なく生物学の諸問題に適用することで、測定手法の問題点や、潜在的な適用範囲を効率良く明らかにし、リスクの大きい革新的測定技術開発を短期間で達成する。</p>		
	<p><u>(2) 研究成果の概要</u></p> <p>解決すべき課題として掲げた「平均と分布の問題」に答えるため、結晶内に空間を創り出して利用するX線結晶解析と高速AFMの高度化を行った。「インビトロ測定問題」に対しては、ナノダイヤモンド蛍光検出磁気共鳴（ODMR）測定の開発と、バイオリアクター型インセルNMRの実用化を行った。分子動力学計算のアルゴリズム開発を行い、新測定技術によって得られた結果の検証を行った。以上の測定・検証技術の普及を目指して講習会を開催した。高速AFM（5回）、細胞リシール法（2回）、分子動力学計算（3回）、クライオ電顕（2回）、結晶コンタクトフリーX線結晶解析、Rheo-NMR（各一回）と多岐にわたる。また、3回の国際集会を開催し、動的構造解析の意義を伝えた。学会の年会でワークショップを10回共催して若手研究者の成果発表の場とした。全体班会議を4回行い、ニュースレターを12号発行した。領域内で技術供与8件と共同研究が16件あり、その成果は総論文383報のうち、共同著者論文20報となって結実した。また、BBA誌に特集号の企画を行い、27報の論文が掲載予定である。総括として、計画班員だけでなく公募班員による新しい測定技術の開発が活発に行われた。その背景には動的構造測定法に単一の強力な手法がなく、個々の対象に合わせた測定法を工夫する余地が大いに残されていることを示している。本領域で産み出された測定技術は“タンパク質分子が形を変えながら機能している姿”を活写することを可能にし、今後、常識を覆す発見につながることを期待できる。</p>		

<p>科学研究費補助金審査部会における所見</p>	<p>A (研究領域の設定目的に照らして、期待どおりの成果があった)</p>
	<p>本研究領域では、生体高分子が動作する姿を動的に測定する新手法開発のために「平均と分布の問題」、「インビトロ測定問題」及び「時間分解能」といった測定限界問題の解決を課題として設定し、高分子測定に関する既存技術の融合および拡張を目指した研究が精力的に行われた。研究項目間の連携や共同研究が有効な形で機能した結果、高速原子間力顕微鏡 (AFM) の高度化、ナノダイヤモンド蛍光検出磁気共鳴測定 (ODMR) による一分子計測、核磁気共鳴法 (In-cell NMR) および流動 (Rheo) -NMR の開発、さらには分子動力学計算プログラム的高速化など、既存技術の大幅な先鋭化と融合に成功し、優れた構造生物学的成果を上げた。これは当初の設定目標を十全に達成する内容であり、また日本発の新発想分子測定技術として注目に値する成果であった。</p> <p>さらに本研究領域では、技術講習会による積極的な技術移転や、国際誌特集号などを通じた国内外への成果発信を行い、開発した測定技術の普及にも努めた。現段階では本研究領域が開発した生体高分子測定が新しい生物学的課題を抽出するには至っていないが、今後さらに世界レベルでの技術の普及が進むことにより、生物学分野への大きな波及的貢献が期待される。本研究領域の成果を基盤として今後も生体高分子計測技術を継続し、更なる発展につなげていただきたい。</p>



領域番号	4603	領域略称名	身体性システム
研究領域名	脳内身体表現の変容機構の理解と制御		
研究期間	平成26年度～平成30年度		
領域代表者名 (所属等)	太田 順（東京大学・大学院工学系研究科・教授）		
領域代表者 からの報告	<p><u>(1) 研究領域の目的及び意義</u></p> <p>超高齢社会を迎えた我が国では、加齢に伴う運動器の障害や脳卒中・脳変性疾患による運動麻痺等が急増しており、これらを克服する有効なリハビリテーション（以下リハビリ）法の確立が急務である。その鍵を握るのは、身体機能の変化に対する脳の適応メカニズムの解明である。我々の脳内には適切な運動を実現するために多種感覚を統合し運動への仲立ちとなる“脳内身体表現”が存在し、これが損なわれると、身体の動かし方がわからない、動かしていることがわからない、更には、そもそも身体が自分のものであることがわからない、等々の状況が生じる。このことは、脳卒中や認知症・パーキンソン病などの脳疾患に伴う運動障害の背景に“脳内身体表現の異常”が潜んでいる可能性を強く示唆する。これらの病態を改善・克服するためには「身体」を介した脳の適応機能の解明が必須であり、その意義は大きい。本領域では、脳内身体表現を「姿勢・身体構造等を表す身体図式と、運動主体感や身体保持感で構成される身体意識を総合したもの」と定義し、身体認知と運動制御を統一的に記述できる新しいモデルの構築を目指す。更に脳内身体表現を構成する神経活動を直接、間接的に反映する生体信号を脳内身体表現マーカーと定義する。「健全な脳内身体表現が適応的運動制御を可能にする」なる作業仮説に立脚した上記マーカーの提案、脳内身体表現モデル化、リハビリ医学への応用が本領域の目的である。</p>		
	<p><u>(2) 研究成果の概要</u></p> <p>身体認知（運動主体感や身体保持感）と運動制御（筋シナジー制御、先行性姿勢制御）の観点から介入神経科学的手法を用いた実験をヒトおよびサルで展開し、脳内身体表現の神経機構ならびにその変容過程の解明を試みた。同時に、脳内身体表現を構成する神経活動が表現する情報を脳情報復号化技術で明らかにし、この生体信号を脳内身体表現マーカーとして抽出する方法を提案してきた。加えて、運動学習や身体変容などに伴って動的に変化する脳内身体表現の <i>slow dynamics</i> の解明に取り組んだ。神経生理学的実験データ、リハビリテーション中の臨床データに基づき、脳内身体表現の活動(<i>fast dynamics</i>)と変容(<i>slow dynamics</i>)を各々時定数の異なる力学系としてモデル化することに取り組んだ（脳内身体表現モデル）。結果として、障害により歩行がどう変容し、リハビリテーション等によりどう回復するかの数理モデル化が可能となった。また、脳内身体表現モデルと統合することで、感覚運動機能の最大化に向けたリハビリ方針の策定を行うモデルベーストリハビリテーションを実践し、介入の帰結予測を試みた。結果として、5年間で、550篇を超える学術論文（うち国際誌 389 篇）、400 件を超える国際会議発表を行った。開始 2 年目以降には、着実に融合研究論文が出版されている。領域内での有機的連携の成果として東大出版会より書籍 2 冊を出版し、新しい学問領域の創成に資した。若手研究者の会を組織し、その育成に努め、多くの若手研究者のプロモートにつながった。</p>		

<p>科学研究費補助金審査部会における所見</p>	<p>A+（研究領域の設定目的に照らして、期待以上の成果があった）</p>
	<p>本研究領域の目指す、脳内身体表現の変容機構の解明と制御の実現に向けて、情報科学・システム工学の専門家が中心になって脳神経科学とシステム工学とリハビリテーション医学をつなぐ意欲的な試みを行っている。基礎研究の知見を臨床リハビリテーションに応用するのは困難な問題であるが、臨床的にも意義ある成果を上げている。理論の厳密な整合性は今後検証する必要があるものの、多分野が融合しイメージを共有しながら発展する素地を築いた点において、複合領域としての新学術領域の形成への大きな貢献があったと評価でき、研究領域の設定目的に照らして期待以上の成果があったと認められる。</p> <p>研究成果として、脳神経科学、リハビリテーション医学、システム工学等の分野に多くの貢献を行なった。これらが完全につながっている状態にはまだ到達していないが、脳神経科学の成果がリハビリテーション医学で開発された技術に根拠を与えていると考え得る成果を得ている。リハビリテーション現場においては、いわゆる実感や共感が重要な役割を演じている。領域代表者らの提唱する <i>slow・fast dynamics</i> は、身体表現の変容をシステムとして表しただけではなく、現場の患者・作業員・医師から、基礎研究者に至る多様な人々に対して、実感や共感の重要性を除外せずに共通のイメージを提供した点においても重要である。研究領域内での共同研究が極めて活発に行われており、個別研究が極めて有効に連携されている。若手人材育成が積極的になされており、アウトリーチ活動を通じた発信力も十分あり、今後の将来性も見込まれる。</p>