

「グローバルCOEプログラム」(平成20年度採択拠点)事業結果報告書

概要

機関名	大阪大学	機関番号	14401	拠点番号	G10
1. 機関の代表者 (学長)	(ふりがなくローマ字) Hirano Toshio (氏名) 平野 俊夫				
2. 申請分野 (該当するものにO印)	F<医学系> <del>G&lt;数学、物理学、地球科学&gt;</del> H<機械、土木、建築、その他工学> I<社会科学> J<学際、複合、新領域>				
3. 拠点のプログラム名称 (英訳名)	物質の量子機能解明と未来型機能材料創出 Core Research and Engineering of Advanced Materials-Interdisciplinary Education Center for Materials Science				
研究分野及びキーワード	<研究分野: 物理学、応用物理学・工学基礎> G(鉄)関係 (新機能材料) (スピントロニクス) (有機・分子エレクトロニクス) (量子情報)				
4. 専攻等名	基礎工学研究科(物質創成専攻,システム創成専攻),理学研究科(物理学専攻,宇宙地球科学専攻),極限量子科学研究センター(量子基礎科学大部門)				
5. 連携先機関名 (他の大学等と連携した取組の場合)	独立行政法人情報通信研究機構(未来ICT研究所 H23.4.1改組旧新世代ネットワーク研究センター)、独立行政法人産業技術総合研究所(エレクトロニクス研究部門)H22.3.31に連携先としての取組を終了				
6. 事業推進担当者	計 23 名 ※他の大学等と連携した取組の場合: 拠点となる大学に所属する事業推進担当者の割合 [ 95.7 %]				
氏名 (ふりがなくローマ字)	所属部局(専攻等)・職名	現在の専門 学位	役割分担 (事業実施期間中の拠点形成計画における分担事項)		
(拠点リーダー)					
Kitaoka Yoshio 北岡 良雄	基礎工学研究科(物質創成専攻)・教授	物性物理学 (理学博士)	全体統括、革新的多元環境下NMRを用いた新物理現象の発見と解明		
Miyake Kazumasa 三宅 和正	基礎工学研究科(物質創成専攻)・教授	物性物理学 (理学博士)	強相関電子物理の探求と新しい超伝導機構の理論的探索		
Imoto Nobuyuki 井元 信之	基礎工学研究科(物質創成専攻)・教授	量子光学・量子情報 処理、(工学博士)	量子情報処理に向けた光と物質の相互作用の解明、量子情報理論および実験		
Suzuki Yoshishige 鈴木 義茂	基礎工学研究科(物質創成専攻)・教授	スピントロニクス (工学博士)	ナノ構造磁性体の作製とそれらを用いた新物理現象の発見と解明		
Iida Hirokazu 伊田 博一	基礎工学研究科(物質創成専攻)・教授	分子エレクトロニクス (理学博士)	分子スケールエレクトロニクス素子の構築と基礎特性解明		
Kimura Tsuyoshi 木村 剛	基礎工学研究科(物質創成専攻)・教授	物質科学 博士(工学)	新しい電磁応答物質の創製		
Yoshida Hiroshi 吉田 博	基礎工学研究科(物質創成専攻)・教授 (平成20年7月5日追加)	マテリアルデザイン (理学博士)	計算機ナノマテリアル・デバイスデザイン		
Sekiyama Akira 関山 明	基礎工学研究科(物質創成専攻)・教授 (平成21年4月1日追加)	電子分光・放射光物 性、博士(理学)	先端的広エネルギー励起光電子分光の開発と強相関電子系の物性解明		
Ashida Masaaki 芦田 昌明	基礎工学研究科(物質創成専攻)・教授 (平成22年4月1日准教授より昇任)	光物性物理学 (理学博士)	超広帯域時間領域分光法による超高速光学応答の解明とナノ構造物質の新奇創成・制御技術の開発		
Kusakabe Koichi 草部 浩一	基礎工学研究科(物質創成専攻)・准教授	物性理論 (理学博士)	世界最高精度をもつ第一原理電子状態計算理論の開発と機能性新物質の設計		
Miyasaka Hiroshi 宮坂 博	基礎工学研究科(物質創成専攻)・教授	レーザー光化学 (工学博士)	単一分子レベルの光化学反応に対するコヒーレント及びインコヒーレント制御手法の開発		
Shimizu Katsuya 清水 克哉	極限量子科学研究センター (量子基礎科学大部門)・教授	高圧物理学 (理学博士)	超高压発生を中心とした極限物性研究		
Hagiwara Masayuki 萩原 政幸	極限量子科学研究センター (量子基礎科学大部門)・教授	強磁場物理学 (理学博士)	超強磁場を利用した極限物性研究と生体物質研究		
Shiraishi Masashi 白石 誠司	基礎工学研究科(システム創成専攻)・教授 (平成22年4月1日物質創成専攻より所属変更・准教授より昇任)	分子スピントロニクス 博士(工学)	分子系へのスピン注入現象を用いた新規素子の構築と単一スピン操作の実現		
Okamoto Hiroaki 岡本 博明	基礎工学研究科(システム創成専攻)・教授	半導体物性工学 (工学博士)	アモルファス・ナノ半導体の電子物性解明と新光電変換材料・デバイスの創成		
Urabe Shinji 占部 伸二	基礎工学研究科(システム創成専攻)・教授	量子情報科学 (工学博士)	レーザー冷却イオンを用いた量子情報処理		
Kitagawa Masahiro 北川 勝浩	基礎工学研究科(システム創成専攻)・教授	量子計算・量子情報 科学、(理学博士)	スピンを用いた量子情報処理実験および理論		
Nozue Yasuo 野末 泰夫	理学研究科(物理学専攻)・教授	物性物理学 (理学博士)	ナノ構造量子物質の作製と新物性の発見と解明		
Tajima Setsuko 田島 節子	理学研究科(物理学専攻)・教授	物性物理学 (工学博士)	エキゾチック超伝導をはじめとする新奇量子現象の発見と解明		
Hanasaki Noriaki 花咲 徳亮	理学研究科(物理学専攻)・教授 (平成23年4月1日追加)	物性物理学 博士(学術)	無機強相関物質における新奇輸送現象の探索と解明		
Kobayashi Kensuke 小林 研介	理学研究科(物理学専攻)・教授 (平成24年4月1日追加)	物性物理学 博士(理学)	固体素子を用いた精密物性科学と新機能探索		
Kawamura Hikaru 川村 光	理学研究科(宇宙地球科学専攻)・教授	物性理論・統計物理 (理学博士)	フラストレート系の新奇秩序化現象の理論的研究		
Hosako Iwao 寶迫 巖	(独)情報通信研究機構(未来ICT研究所、 副研究所長、超高周波ICT研究室室長兼 務(平成24年2月1日交替追加)	半導体物性・デバイ ス (理学博士)	テラヘルツ波を用いた半導体ナノ構造の測定		
Onuki Yoshichika 大貫 倬睦	理学研究科(物理学専攻)・教授 (平成24年3月31日定年退職)	物性物理学 (理学博士)	量子物質の創製、重い電子系の実験的研究		
Hirota Kazuma 廣田 和馬	理学研究科(宇宙地球科学専攻)・教授 (平成22年1月28日逝去)	構造物性学 (理学博士)	中性子・X線散乱を用いて、極限環境下での強相関系および磁性体・誘電体の構造物性の研究		
Saito Shingo 齋藤 伸吾	(独)情報通信研究機構(新世代ネットワ ークセンター)・主任研究員 (平成24年1月31日交替辞退)	テラヘルツ分光を使った 物性研究 博士(理学)	テラヘルツ波を用いた半導体ナノ構造の測定		
Yuasa Shinji 湯浅 新治	(独)産業技術総合研究所(エレクトロニクス研 究部門)・スピントロニクスグループ長 (平成22年3月31日終了)	スピントロニクス 博士(理学)	エピタキシャルナノ構造磁性体の作製		

(機関名: 大阪大学 拠点のプログラム名称: 物質の量子機能解明と未来型機能材料創出)

機関（連携先機関）名	大阪大学、独立行政法人情報通信研究機構		
拠点のプログラム名称	物質の量子機能解明と未来型機能材料創出		
中核となる専攻等名	基礎工学研究科物質創成専攻		
事業推進担当者	（拠点リーダー） 北岡 良雄 教授		外22名
<p>〔拠点形成の目的〕</p> <p>本拠点では、<b>研究面</b>で、①これまでは独立の物理現象としてとらえられていた典型的な物質の量子機能である超伝導、磁性、強誘電性などの協奏効果および競合効果によって出現する新しい量子物質の創製、および多元環境下の革新的な実験技術と理論解析との融合による物質の新しい量子機能の解明を通して「物質科学における未踏の学理の確立」を目指す<b>基礎研究</b>と、②高度情報社会では必須となる分子、原子サイズ、さらにフェムト秒にいたる超高密度、超高速記録・読み出し、高度セキュリティに耐えられる次世代先端量子デバイス構築に向けた基本原理の導出を目指す、分子エレクトロニクス、スピントロニクス、オプトロニクス、量子情報処理に関わるクオントロニクスなど<b>次世代先端科学技術分野を開拓</b>する活動を行う。<b>人材育成面</b>では、物質の基礎科学の素養を十分に積み、未踏の科学・技術を創成開拓していく独創性あふれる知恵と能力をもち、副専攻として必修化する人材育成プログラム、海外切磋琢磨（外国人研究者と切磋琢磨し、国際性と幅広い視野を身につける）、異分野経験（異分野・他研究機関との共同研究に従事し、専門以外の知識を蓄積する）、企業インターンシップ（企業等の研究現場や技術開発に従事する実践経験）を通じて、<b>広い視野をもち発想力に溢れた研究者・技術者、課題設定・解決能力のある人材を育成</b>することを目的とする。</p> <p>〔拠点形成計画及び達成状況の概要〕</p> <p>上記の目的を実現するため、21世紀COEプログラムにて実施した人材育成プログラムをより発展・強化し、主に先端物質科学の基礎と応用に関する研究を展開し、アカデミアのみならず、企業からも高く評価される人材輩出拠点として評価されている。</p> <p>＜人材育成達成状況＞</p> <p>人材育成プログラムとして、RA(平成20年度32名、平成21年度38名、平成22年度38名、平成23年度38名、平成24年度35名)を採用し、①RAの研究計画ヒアリング、②実践英語プレゼンテーションセミナー（毎年度48～80回）を開催し、英語のスキルアップの向上を図ると共に、RAの相互交流の推進、③萌芽的研究補助(28件)支援、④学外活動として、海外研究機関派遣は20件、国内外研究機関長期派遣は11件、国際会議・ワークショップへの派遣（国内開催：86件、海外開催：189件）、⑤外国人招聘98名（ドイツ、アメリカ、オランダ、韓国、ロシア、フランス、ベトナム、デンマークなど）、⑥国内外シンポジウム(23件)の開催や多数の国際共同研究の実施などを通じて大学院生を含む若手研究者の幅広い国際交流（相互交流）事業を進めた。さらにグローバルCOEセミナーの開催(103件、うち外国人52件)、若手秋の学校(大学院生180名参加、うち博士後期課程学生51名)、冬の学校(大学院生27名、うち博士後期課程院生12名)、春の学校(大学院生14名、博士後期課程院生5名)の開催を通じて、研究者や若手大学院生の交流を促進した。また、修士課程・学部学生教育(2時間/週、実験補助、演習指導補助)に従事させ、教育能力開発を図った。年度末には、英語によるRA研究活動ヒアリングを実施し、RA活動の評価を行い、優れた評価を受けた17名をRA優秀者として研究奨励補助を実施した。本拠点のRAとして採用した平成20-24年度のDC取得者の進路は、PD(国内21名、海外7名)、助教・特任助教(8名)、公的研究機関(3名)、企業(32名)と幅広く活躍の場を拡げており、21世紀COE拠点の実績に比べて、DC進学者の増加、DC取得者の企業へ就職する比率が増大し、アカデミアのみならず、企業からも高く評価される人材輩出拠点として評価されつつある。</p> <p>＜先端研究活動状況＞本プログラムの支援を得て研究は着実に成果が挙がっている；国内外学会を代表する諸雑誌に899編の原著論文発表、国際会議での計351件の招待講演、特許出願15件、受賞44件、学会誌等や新聞等での誌上での紹介記事48件。特筆すべき成果として、<b>〈多元環境下の量子物質相研究〉</b>では、高温超伝導現象が反強磁性相互作用に起因することを実験的に初めて裏付けた（第3回日本物理学会若手奨励賞、平成22年度文部科学省若手研究者賞受賞、平成24年度紫綬褒章）。結晶反転対称性のない正方晶のCeIrSi<sub>3</sub>が圧力下で磁場誘起量子相転移を起こし、超伝導の上部臨界磁場が約45Tに達することを実験的に明らかにした（第14回日本物理学会論文賞）。<b>〈量子機能の制御とデザインによる未来型機能材料創出研究〉</b>の特筆すべき成果は、磁化ダイナミクスの制御による動力学的な純スピン流生成により、p型Siにおける世界初の室温スピン輸送に成功した。不均一な強磁性体のスピントルクの微視的な理論を構築した（第15回日本物理学会論文賞）。</p>			

## 6-1. 国際的に卓越した拠点形成としての成果

国際的に卓越した教育研究拠点の形成という観点に照らしてアピールできる成果について具体的かつ明確、簡潔に記入してください。

大学の国際競争力を高めるためには、上記の人材育成プログラムの充実による多数の研究者の輩出、世界水準の研究実績とともに国際的地位を高める努力が必要である。このため、拠点からの国際的な情報発信とともに、主に世界各国の研究者の受け入れなどの国際交流により、国際的認知度を高める必要がある。このため、本グローバルCOE拠点では海外との交流事業として、11名のRAおよび若手研究者を海外研究機関に長期派遣し、さらに国際会議・ワークショップに派遣（国内開催：86件、海外開催：189件）した。海外研究者98名（ドイツ、アメリカ、オランダ、韓国、ロシア、フランス、ベトナム、デンマーク）を招聘し、国内外シンポジウム（23件）の開催や多数の国際共同研究の実施などを通じて大学院生を含む若手研究者の幅広い国際交流（相互交流）事業を実施した。

多元環境下の量子物質相研究の事業推進者は、基礎科学に根ざした先端物質科学領域の研究教育拠点として、国際的な共同研究活動を展開している。数多くの著名な海外の大学や国立研究所；USA：スタンフォード大、カリフォルニア工科大など、9大学、4国立研究所；ヨーロッパ：ジュネーブ大、など7大学、ドレスデン・マックスプランク物理化学研究所、など15研究機関、；アジア：中国吉林大学、中国科学アカデミー物理研究所、など3研究機関との国際共同研究や院生(RA)や若手研究者の派遣・受入の実績がある。世界トップ水準の試料合成技術と相補的で革新的な実験技術を有している実験グループおよび理論解析グループは、共通の物質・試料についての多元環境下での実験および理論解析によって数々の重要な研究成果を挙げており、物質の量子機能の総合的な理解が進む体制にある。量子機能の制御とデザインによる未来型機能材料創出研究の事業推進者は、高度な機能を実現するために必要となる原子、分子およびナノスケールにおける精密な物質の量子機能の制御技術の開発のために国際的な共同研究活動を展開している。①スピントロニクス分野：ドイツのケムニッツ工科大学、カナダのサスカチュワン大学との連携を開始した。ベルギーのIMEC、ドイツのユーリッヒ固体物理研究所、フランスパリ南大学電子基礎研究所、ウプサラ大学(スウェーデン)などと人的な交流と国際教育研究ネットワーク形成を推進している。②モレクトロニクスおよび分子スピネレクトロニクス分野：ドイツのドレスデン工科大学、スイス工科大学、オランダのデルフト大学との研究教育での国際交流を通じて、わが国が先鞭をつけた分子スピントロニクスの研究領域の国際的なネットワークを構築している。③オプトロニクス分野：テラヘルツ分光技術の物性研究への応用では、世界最先端のドイツのコンスタンツ大の他、スペインCIC nanoGUNE、アメリカのボストン大学などとの国際共同研究を進めている。単一分子レベルのダイナミクス計測では、ベルギールーバン大学、オランダアムステルダム大学とは、若手研究者の派遣、招聘、交換を通じて、連携研究を継続し展開している。超高速レーザー分光に関わる研究・技術開発では、フランスエコールノルマルシュペリエール(パリ校、カッジャン校)、フランスリール大学との間で教員招聘、院生派遣、交換などにより、世界を先導する教育研究を展開している。④量子インフォマティクス分野：ドイツのマックスプランク研究所(量子光学)およびカナダのウォータールー大学とは共同研究および院生派遣を通じて連携研究を展開している。イオントラップを用いた量子情報処理ではマサチューセッツ工科大学との間で、研究者・院生の招聘、院生派遣など人的交流、情報交換により連携を進めている。

本グローバルCOE採択後、Nature, Nature Materials, Phys. Rev. Lett., Phys. Rev., Applied Phys. Lett., などの著名誌での論文掲載を含め、国内外学会を代表する諸雑誌に899編の原著論文発表、国際会議での計351件の招待講演を行い、国際競争力のある卓越した拠点形成の実績を挙げている。

「グローバルCOEプログラム」（平成20年度採択拠点）事後評価結果

機 関 名	大阪大学	拠点番号	G10
申請分野	数学、物理学、地球科学		
拠点プログラム名称	物質の量子機能解明と未来型機能材料創出		
中核となる専攻等名	基礎工学研究科物質創成専攻		
事業推進担当者	(拠点リーダー名)北岡 良雄		外 22 名

◇グローバルCOEプログラム委員会における評価（公表用）

（総括評価）

設定された目的は十分達成された。

（コメント）

大学の将来構想と組織的な支援については、大学が率先して本拠点形成をバックアップして卓越した教育拠点形成への取組が行われている。特に、全学的な運営委員会による機動的な運営、未来戦略機構の設置による基礎工学研究科、理学研究科および極限量子科学研究センターが連携した運営委員会による研究科横断の運営が行われている。

拠点形成全体については、物質科学の分野で基礎工学研究科と理学研究科が中心となり、それぞれの組織を結集して新しい拠点を作り上げたことは高く評価できる。

人材育成面については、国際性を養うカリキュラムの整備、分野横断型の研究教育の支援体制作りが進んでいる。特に英語講義や分野横断型の講義等により、基礎研究と次世代先端科学技術分野を開拓する、国際力のある人材育成が行われ成果をあげている。さらに、キャリアパスについての取組も十分な成果をあげている。その他、海外派遣、外国人研究者の受け入れ、国際シンポジウムの開催等の国際交流、情報発信は十分に行われた。

研究活動面については、超伝導体、マルチフェロイクス分野を始めとして高い水準の研究が行われた。また、研究発表状況及び共同研究の実施状況は非常に活発であり質、量ともに優れた研究が行われた。ただし、連携先との共同研究の成果は限定的である。

今後の展望については、本プログラムの活動のうち、国際的に活躍できる人材育成などの取組が博士課程教育リーディングプログラムに生かされているが、若干性格の異なるプログラムなので、どのように継続的に発展させていくかが今後の課題である。さらに、大学院生の充足率に関しては改善の余地がある。本拠点は物質科学の分野で中心となる拠点であり、これからの更なる発展を期待したい。