

21世紀COEプログラム 平成15年度採択拠点事業結果報告書

機関名	大阪大学		学長名	鷲田 清一	拠点番号	G18
1. 申請分野	F<医学系> <b>G&lt;数学、物理学、地球科学&gt;</b> 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>					
2. 拠点のプログラム名称	物質機能の科学的解明とナノ工学の創出					
(英訳名)	Core Research and Advanced Education Center for Materials Science and Nano-engineering					
研究分野及びキーワード	※副題を添えている場合は、記入して下さい(和文のみ) <研究分野: 物性物理学>(物質科学)(物質機能)(極限科学)(ナノスケール工学)(電子光ナノ科学)					
3. 専攻等名	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)、極限量子科学研究センター(量子基礎科学大部門)(旧:極限科学研究センター(極限基礎科学部門、極限技術応用部門)18年4月1日)、工学研究科(精密科学応用物理学専攻(旧:応用物理学専攻、17年4月1日)、電気電子情報工学専攻(旧:電子工学専攻、17年4月1日))					
4. 事業推進担当者	計 23 名					
ふりがなくローマ字> 氏名	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) Miyake Kazumasa 三宅 和正 Kitao Yoshiro 北岡 良雄 Suga Shigemasa 菅 滋正 Shimizu Katsuya 清水 克哉 Kusakabe Koichi 草部 浩一 Kasai Hideaki 笠井 秀明 Suzuki Toshihide 鈴木 義茂 Tadano Hirokazu 多田 博一 Kimura Tsuyoshi 木村 剛 Okamoto Hiroaki 岡本 博明 Takai Mikiro 高井 幹夫 Yanagisawa Junichi 柳沢 淳一 Ito Tadashi 伊藤 正 Morita Seizou 森田 清三 Miyasaka Hiroshi 宮坂 博 Uraabe Shinji 占部 伸二 Imoto Nobuyuki 井元 信之 Kitagawa Masahiro 北川 勝浩 Takahara Junichi 高原 淳一 Suzuki Naoshi 鈴木 直 Hiyamizu Satoru 冷水 佐壽 Ishihara Hajime 石原 一 Ono Teruo 小野 輝男	基礎工学研究科(物質創成専攻)・教授 基礎工学研究科(物質創成専攻)・教授 基礎工学研究科(物質創成専攻)・教授 極限量子科学研究センター(量子基礎科学大部門)・教授 基礎工学研究科(物質創成専攻)・准教授 工学研究科(精密科学応用物理学専攻)・教授 基礎工学研究科(物質創成専攻)・教授 (平成16年3月16日交替) 基礎工学研究科(物質創成専攻)・教授 (平成17年4月1日追加) 基礎工学研究科(物質創成専攻)・教授 (平成19年4月1日追加) 基礎工学研究科(システム創成専攻)・教授 極限量子科学研究センター(量子基礎科学大部門)・教授 基礎工学研究科(システム創成専攻)・准教授 基礎工学研究科(物質創成専攻)・教授 工学研究科(電気電子情報工学専攻)・教授 基礎工学研究科(物質創成専攻)・教授 基礎工学研究科(システム創成専攻)・教授 基礎工学研究科(物質創成専攻)・教授 基礎工学研究科(システム創成専攻)・教授 基礎工学研究科(物質創成専攻)・教授 (平成19年8月26日辞退) 基礎工学研究科(物質創成専攻)・教授 (平成18年3月31日辞退) 基礎工学研究科(物質創成専攻)・助教授 (平成17年3月31日辞退) 基礎工学研究科(物質創成専攻)・助教授 (平成16年3月31日交替)	物性理論 (理学博士) 物性物理学 (理学博士) 光物性、放射光物理学 (工学博士) 高圧物理学 (理学博士) 物性理論 (理学博士) 物性理論 (工学博士) スピントロニクス (工学博士) 分子エレクトロニクス (理学博士) 物質科学 (工学博士) 半導体物性工学 (工学博士) ビーム工学 (工学博士) 半導体工学 (工学博士) 物性物理学 (工学博士) ナノ工学 (理学博士) レーザー光化学 (工学博士) 量子エレクトロニクス (工学博士) 量子情報科学 (工学博士) 量子情報科学 (理学博士) 光エレクトロニクス (工学博士) 物性理論 (理学博士) 半導体物理学 (工学博士) 光物性理論 (工学博士) 磁性物理学 (理学博士)	全体統括、新しい超伝導機構の理論的探索と局所臨界現象の理論 革新的多元環境下NMRを用いた新物理現象の発見と解明 光電子分光による強相関電子系のバルク電子状態の研究 超高压発生を中心とした極限物性研究 相関効果を取り入れた第一原理電子状態計算法の開発と新物質相の設計 表面ナノ物性の基礎研究から表面ナノ構造によるスピントロニクス機能設計 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 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 新・高機能電気磁気応答を目指した物質設計・合成および物性開拓 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 ビーム支援ナノメートル加工と分析及びナノデバイスへの応用 集束イオンビームを用いたナノ加工プロセス 閉じ込め電子系のコヒーレンスと揺らぎによる新奇光物性の発見と新光学材料の創成 ナノ力学に基づいた原子操作・微細組立技術開発 超高速レーザー光による凝縮系の化学反応過程のコヒーレント及びインコヒーレント制御 レーザー冷却を用いた量子計測及び量子状態制御 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 ナノフォトニクスの基礎研究とその光回路と省エネルギー分野への応用 第一原理計算に基づく新物質相の設計と超高压極限新奇物性の解明・予測 分子線結晶成長法による半導体ナノ構造を用いた材料革命への挑戦 ナノ物質系と輻射場の相互作用についての理論的研究 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			
5. 交付経費(単位:千円) 千円未満は切り捨てる ( ) : 間接経費						
年度(平成)	15	16	17	18	19	合計
交付金額(千円)	130,000	155,000	152,000	158,650 (15,865)	160,000 (16,000)	755,650 (31,865)

## 6. 拠点形成の目的

＜本拠点がカバーする学問分野＞

### 多元融合領域の新物質相の研究による物性物理学における未踏の学術創成

人工的に創製した新物質を含む広範囲の物質が示す種々の性質を最先端の実験的・理論的手法を使い、それらの物質機能のメカニズムを電子的・原子的（ナノ）レベルで科学的に解明する研究

### ナノ物質創成と機能開拓による量子ナノ工学の創出

ナノスケール磁気・電子・光デバイスについて、新現象の探索、新機能の発掘・創製と量子科学的な機構の解明、新材料や新構造の創造からナノプロセス・デバイスを設計開発する研究、電子と分子振動等との相互作用とそのダイナミクスを、コヒーレンスと揺らぎの相克の観点から量子科学的に解明し、これらナノ量子系に特徴的な新規物性と機能開拓を目指す研究

＜本拠点の特色＞

基礎工学研究科・物理系専攻・物性物理学分野を中心に、理学研究科・物理学専攻、および極限科学研究センターは、平成10年度より5年間COE「多元環境下の強相関電子相」の指定を受け、多電子系の多彩な新現象の発見と解明、物性開発、機能性複合材料の創成について多くの実績を挙げた。また基礎工学研究科全体としては、15年度からの改組後、その教育研究領域を従来取り組んできた理学と工学の学際領域だけでなく、人文社会系まで含めたより幅広い学際領域まで拡張することにより、大阪大学全体を更に活性化して新しい未来科学技術や新学問領域を戦略的に創出すること、高度科学技術者を育成することをめざしている。本拠点の特色は、基礎科学に根ざした先端学際領域の研究を迅速に行うとともに、そこから生まれた技術をさらに深く掘り下げることにより、新しい科学・技術の領域を創成すること、教育に関しても、専門性と学際性に富み且つ両者の調和に配慮した教育を行い、国際的に活躍する高い創造的研究能力と学際的視野を持つ指導的研究者、ならびに高度の専門能力を有し社会の多様な分野で科学技術の発展に携わることのできる人材を教育・育成することにある。

＜本拠点の重要性・発展性＞

量子力学に基づく物性物理学は半導体、磁性体、超伝導体、レーザーといったハイテク社会になくてはならない材料の発見やその機能を生み出す原理を次々と解明してきた。ここ10年来のナノ材料作製技術の急速な進歩によって、原子層単位で物質の組み合わせ、配置（ナノ構造）を制御することが可能となり、自然

界では実現できない新規な物性を示す材料・デバイスを創製できるようになった。ナノサイエンス・ナノテクノロジーはあらゆる理工学の統合的科学技術ではあるが、物性物理学の考えは物理と化学の枠を越えて、従来の無機物から有機物質に到るまで広くカバーできることがここ数年で明らかにされ、この分野は大きく学際融合的に発展しようとしている。たとえば分子エレクトロニクスの実現に向け、合成化学と半導体テクノロジーの融合が強く求められている。さらに、増大するエネルギー需要に応えるため省資源で環境にやさしいエレクトロニクス技術の開発が人類的な重要課題となっている。デバイス技術については、新機能材料、新複合構造の創製からプロセス技術、デバイス設計・開発まで広範囲にわたり、アモルファス半導体を用いた高効率太陽電池、高温超伝導体や強誘電体を応用した高速コンピュータ素子や知能化センサーなどをはじめとする新材料創製とデバイスの研究開発が進められている。

＜期待される研究成果＞

1. 磁性体の圧力誘起新物質相、凝縮系の新量子相、表面の新電子相の発見、
2. 未踏の超高圧物性開拓と単体元素の固体・金属化、
3. 新物質の設計と新現象の理論解析、
4. ナノスピントロニクスデバイス、アモルファス・ナノ半導体薄膜・光電変換デバイスの開発、
5. 新光機能デバイス、ナノ量子機能デバイスの創製、
6. 新規ナノ構造体の創製プロセスの開拓、
7. レーザー冷却イオン微小領域捕獲と量子状態制御、
8. 量子コンピューターの実現への前進、
9. レーザー光による化学反応制御、
10. 低次元光波を利用したナノ光回路、
11. 有機・無機物質、ハイブリッド物質などに普遍的な物性や機能の発見、
12. ナノ力学に基づいた原子操作・組立技術の開発

＜期待される教育効果＞

1. 国際的に活躍できる研究者・技術者の育成
2. 高い専門性と課題探求能力、広い視野をもつ分野融合的な技術者・研究者の育成
3. 新しい領域に挑戦する人材の育成
4. グローバル化時代を担う人材の質の向上
5. 高度な研究開発担当者の養成
6. 基礎科学の素養を十分に積み、柔軟性と創造性にあふれる科学技術者の育成
7. 知的好奇心と挑戦する心をもって物性物理の未開の分野に取り組む研究者の育成

## 7. 研究実施計画

「物質機能の科学的解明と量子ナノ工学の創出：未来科学技術創成に向けた人材育成」拠点を形成するにあたり、以下のような研究サブグループを設定し、事業推進担当者は、それぞれのグループに属し、相互に緊密な連絡を取り、情報と成果の交換を行いながら教育研究を推進する。

[1] 多元融合領域の新物質相 [三宅、北岡、菅、清水、(鈴木(直))、草部]

本サブグループが対象とする研究領域は、基礎科学的観点のみならず、次世代に花開く未踏の電子技術の可能性を秘めている点でも注目されている強く相互作用する電子集団「強相関電子系」が中心となる。平成10年度より5年の期間で推進された「多元環境下の強相関電子相」(COE)中核的研究拠点(研究リーダー・三宅和正)では、真にオリジナルな実験手法の開発とその融合的展開によって、予測を超えた新物理現象の発見や解明が次々となされた。さらなる未踏の物質科学の学理を創成するために、COEで整備発展させた世界最先端の多元的、極限的物理環境下での革新的な実験技術、

1. 多重極限環境下の精密物性測定技術、
2. 超高压発生および物性測定技術、
3. 軟x線放射光によるパルク敏感電子状態・表面新電子相測定技術、および
4. 第一原理計算による新しい価電子制御法の開発、電子格子相互作用・重い電子系の電子状態・強相関電子系に対する新しい計算手法の開発および新現象の理論解析など

を多元的に融合させて、「多元融合領域の新物質相」の発見と現象の解明を行う。

[2] 未来ナノ物質創成と機能開拓 [鈴木(義)、夢田、木村、岡本、柳沢、高井、笠井、(冷水、小野)]

本サブグループでは、海外発技術の模倣と単なる改良・発展ではなく、本物の「独自の科学技術」の確立に向けて、磁気機能工学と電子機能工学領域において「未来材料創成とその物性理解」に立ち戻って以下のような研究を行う。

1. ナノスケールで構造制御された磁性体の作製とその磁性・伝導性についての新規物性探索、および応用展開の可能性に関する研究、ナノスピントロニクス分野の創出
2. 半導体ナノ量子構造の形成と光物性、半導体表面・界面の原子的および電子的構造、歪系ヘテロ構造の形成と界面形成過程の研究、

3. 分子線結晶成長法(MBE)による半導体格子や半導体ナノ構造(量子箱・量子細線・量子井戸)などの新しい半導体材料の開発、それらの構造評価と電子物性・光物性評価および素子への応用に関する研究、
4. 集束イオンビーム(FIB)プロセスを用いた局所微細ナノスケール加工技術に関する研究、MBEと組み合わせた三次元半導体ナノデバイス作製に向けた基本的なプロセス未来技術の創出、半導体へのスピン注入による局所的な強磁性層の形成によるナノスピデバイス創製技術に関する研究
5. アモルファス・ナノ薄膜半導体系材料を対象として、その製造プロセス技術の確立、電子物性の理論的解明や実験の評価・解析など基盤的科学技術領域から、医療・環境・情報関連分野で活躍を期待されている各種光電変換イメージングデバイス、さらには、我国の将来を担う次世代エネルギー源と期待される太陽光発電デバイス開発などの応用科学技術領域までを網羅した系統的・総合的な研究活動を推進する。

[3] 電子光ナノ科学 [伊藤、占部、北川、宮坂、高原、森田、(石原)]

本サブグループでは物理と化学の学際領域を融合し、未来物質を創製することを目指す。その重要性を示す典型例として導電性ポリマー(ポリアセチレン)の研究が挙げられるし、ノーベル化学賞の野依良治教授は、化学分野の次世代重要課題の一つに、ものづくりと物性探索における物理と化学の学際領域における融合的研究の重要性を指摘された。そこで、物質機能のナノ科学的解明、それに続く量子ナノ工学の創出のために、

1. 物理、化学、エレクトロニクス分野にまたがるナノスケール物質系の電子と光、電子と分子振動等との相互作用とそのダイナミクスの量子科学的解明
2. コヒーレンスと揺らぎの相克の観点から、これらナノ量子系に特徴的な新規物性と機能を開拓
3. 半導体微粒子・強相関低次元系・有機・生体分子の光励起超高速ダイナミクス、巨大共鳴光学非線形性などの機構を解明
4. ナノ構造による輻射制御、原子波干渉、光子・スピン・冷却イオンによる量子計算・量子情報、有機・無機・ハイブリッドエレクトロニクス素子、光刺激分子機械などの機能開拓などを行い、複合学際性を生かして領域/専攻を超えた特徴ある電子光ナノ科学の教育研究を推進する。

## 8. 教育実施計画

21世紀において、いくつかの重要技術課題に資する研究の展開と人材育成が強く望まれている。特にその中でも、ナノテクノロジー・材料、環境・エネルギーなどの分野で日本独自の先端技術を創成していくため、基礎科学をベースにした上で学際的なアプローチを取ることにより、新学問領域を形成するとともにその新しい領域に貢献できる人材を育成することが必要である。

### 【教育目標】

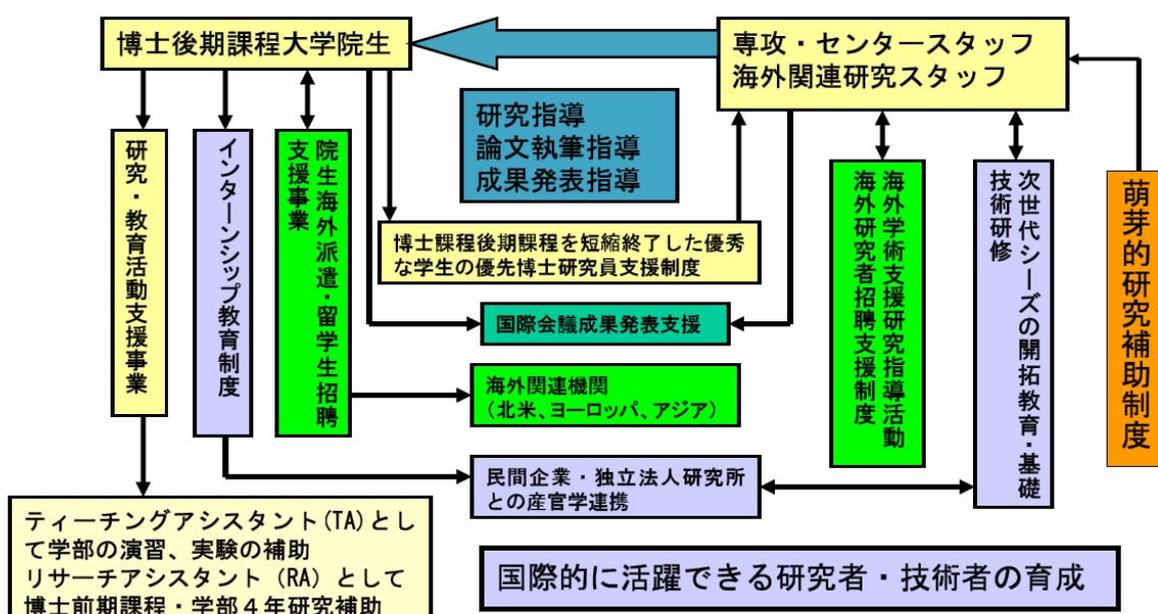
最近、企業における博士レベルの研究者の需要が増大しているが、一般に、従来の博士課程修了者は専門領域が狭く、柔軟性に欠けるため、企業での研究開発には十分でないとの批判がなされている。博士課程修了者が企業で能力を発揮するには、より広い専門性と視野を持ち、実務的な研究開発担当の技術者としての基礎教育を受けている必要がある。課題探求能力と広い視野を持った人材の育成を目指す。教育プログラムは、大学審議会の答申「グローバル化時代に求められる高等教育の在り方について」（2000/11/22 答申）にも述べられているように、グローバル化時代を担う人材の質の向上には不可欠である。そのため、今後は高度な研究開発担当者、即ち、「高い専門性と課題探求能力の上に、広い視野と技術者としてのセンスを持って、新しい領域に挑戦する」人材を育成するための教育を実施する。

### 【実施計画】

大学院カリキュラムにおける確固たる専門性を維持しつつ同時に学際性を高めるため、すべての大学院授業科目を基盤専門科目、境界専門科目、学際選択科目

目に大別する。基盤専門科目は各領域が設ける専門分野の基礎およびさらに進んだ内容を教授する科目である。境界専門科目は同一専攻の異なる領域が開講する科目であり、このカリキュラムにより専門分野間の境界領域にあり相互的な刺激に結びつくような知識と視点が学修できるようにする。学際選択科目は、基礎工学研究科共通の講義ならびに本研究科の他専攻で開講されている学際的色彩の強い講義科目であり、これらの受講を推奨し、幅広い視野と学問的基盤の柔軟性を育成するのに役立つ。また、下記のような国内外に開かれた教育展開を実施する。

- ・先端的研究プロジェクトや萌芽的研究プロジェクトに主体的に参画させ、国際的レベルで評価される研究成果を挙げるように指導
- ・小人数で行う課題探求科目、英語講義科目、科学技術論、face-to-face科目（論文発表とディベート）、企業技術者・研究者による先端科学技術セミナーなどの多彩なカリキュラムの充実
- ・国際共同研究のネットワークを形成し、博士後期課程の学生を3-6か月間派遣して研究を行わせ、国際性豊かな研究者としての素養を身に付けさせるための海外インターンシップ制度、国際会議での成果発表を義務付け、海外渡航費の援助
- ・新たな課題に積極的に取り組むための、主として若手研究者を対象とする、萌芽的研究費補助制度
- ・社会人を積極的に受け入れて、企業での開発ニーズと大学における先端的萌芽的研究活動の橋渡しを行い、企業への技術移転による相互連携を強化する仕組みの構築



9. 研究教育拠点形成活動実績

①目的の達成状況

1) 世界最高水準の研究教育拠点形成計画全体の目的達成度

本21世紀COEプログラム「物質機能の科学的解明とナノ工学の創出」では先端的研究の推進を通じて博士後期課程大学院生の国際的環境での育成と研究の国際交流の発展をめざすことに重点を置いて事業を実施して来た。研究は当初の計画通り「多元融合領域の新物質相」、「ナノ物質創成と機能開拓」、「ナノ電子光科学の創成」の3つのカテゴリに沿って進められた。

本プログラムの研究活動に関連して、J. Phys. Soc. Jpn., J. Appl. Phys., Phys. Rev. Lett., Phys. Rev., Appl. Phys. Lett., Nature 誌を始めとする当該分野を代表する学術誌に 671 編の原著論文が発表された。その活発な研究活動を反映して、国際会議での招待講演が172件、著書54編（含共著）、特許などの知的財産権の申請・認可は計28件、あった。また、仁科記念賞、日本応用磁気学会論文賞など学術賞の受賞は29件にのぼった。

後述のように人材育成も進んでおり、当初の研究教育拠点形成計画の目的は十分達成したと云える。

成果の詳細は、本プログラムのH

P <http://coe21.mp.es.osaka-u.ac.jp/> に掲載。

2) 人材育成面での成果と拠点形成への寄与

博士後期課程の大学院生延べ134名（博士後期課程在籍者197名）をCOE-RAとして書類審査を経て採用し、各事業推進者の指導の下に研究活動を推進することによる研究能力の育成、ならびにTAとして学部教育などに携わることを通じた教育の能力の育成を図った。その研究成果の多くは国際会議で発表された。

国際的な環境の中で自身の研究を発表し海外の研究者と英語で討論することが彼らの自覚的成長を促すという考えにもとづいて、博士後期課程大学院生の国際会議派遣を延べ200件実施した。その中で口頭発表51件、会議の優秀論文賞10件を受賞するなど、大学院生の成長を促す事業が進んだ。また、共同研究のため博士後期課程大学院生を海外派遣（長期2件、短期12件）し、外国人若手研究者の招聘（ベトナムから2年間と1年間で各1件、米国から3ヶ月を1件、スペイン、ドイツ、スイス、チェコ、韓国、フィリピンなどから1ヶ月以内の短期を20件）を実施した。

**教育に関する新しい取り組みの具体的な成果・実績**

・事業推進者 研究室・博士後期課程大学院生数

年度	15年度	16年度	17年度	18年度	19年度	合計
人数	35名	38名	40名	40名	44名	197名

**流動性ある人材育成**

2004-2007年度の博士課程修了者、若手研究者（PD、特任助手）の就職状況

区分	大学助教	博士研究員	公的研究機関	企業研究所	備考
博士修了者	3名	28名	4名	16名	
若手研究者	11名 (含講師1名)				内他大学（6名）：岡山大理、兵庫県立大理（2）、神戸大理、九州大工、琉球大理

**教育活動実績**

事業区分	国際会議参加の奨励 (小研究集会の組織)	海外長期(短期)派遣事業	RA事業	特任助手・ 博士研究員事業	若手研究者 研究奨励事業	インターン シップ
平成15- 19年度	国際会議：200件 研究集会開催：2件	2(12件)	各年度：19、36、 35、39、40名 採用	各年度：1、9、8、 12、10名採用 (公募、審査実施)	5年間で 30件 採択 (応募55件)	7件
備考	Best paper賞：4件 口頭発表：51件 論文賞：6件	バリ第6大(1,5年) MPI(ドイツ2年) カルフォルニア大 ドルトムント大他	書面審査により 採択、研究成果 報告を実施	内10名大学常 勤助教に就任	萌芽的研究支援事 業(総額：3000万) 若手交流会 4回開催	滞在費支給 松下先端技研、 産総研、東芝、 報道研究機構

\*RA事業では最先端研究とともに、学部・修士課程の教育(2時間/週)に従事させ研究教育能力の向上を図る

- ・国際会議・ワークショップの開催(含共催)：4回、海外でのセミナー：2回、サマースクール：1回
- ・21世紀COEセミナー：66回実施(海外研究者：38名、ノーベル物理学賞受賞者1名、ノーベル化学賞受賞者1名を含む)
- ・外国人若手研究者の招聘事業：長期(2名、ベトナム)、短期(1名、米国)、1ヶ月以内(20件)

博士後期課程大学院生を企業や国立研究機関へのインターンシップとして派遣する事業を高度人材育成事業の一環として位置付けて7件実施した。

内外の第一線研究者のセミナー招いて「21世紀COEセミナー」を計66回（海外研究者：38名、ノーベル賞受賞者2名含む）開催し、国際的な環境を大学院生・若手研究者に提供することに努めた（上記HP参照）。

これらの事業を通じて博士後期課程大学院生の人材育成は順調に進み、博士修了者の内ほぼ2/3は大学・国研などの研究職、1/3は企業研究所に就職しており（前頁の図参照）、バランスのとれた人材育成が進んだ。

若手研究者の自主的な研究活動を支援するため、COE-RA、COE博士研究員、COE特任助手（助教）などの中から（1件あたり100万円を上限とした）「萌芽的研究計画」を公募し、5年間で30件を採択（応募は55件）した。多くの新しい結果が得られている（上記HP参照）。

若手研究者の自主性を伸ばすことを目指して、21世紀COE若手研究会「物質科学の未来に向けて」を4回実施した。これは若手研究者が他の事業推進者グループとの踏み込んだ意見交換や共同研究への発展をも期待して「若手研究者主体」で計画・実施されたものである。

これらの取り組みの総体的結果として、COE博士研究員、COE特任助手（助教）など若手研究者のうち11名が常勤の研究職に就くことができ、若手研究者の人材育成も進んだ。

### 3) 研究活動面での新たな分野の創成や、学術的知見等

5年間の研究活動を通じて多くの新しい知見が得られたが、ここでは特徴的なものをいくつか紹介する。

単位胞に多くのCuO2面をもつ多層型高温超伝導体では、平坦性に優れ均一にドーピングされた理想的なCuO2面が実現する。サイト分解できるNMRを用いた5層からなる銅酸化物において、反強磁性金属相の存在と反強磁性と超伝導が微視的に共存する融合相があることを発見した。これは銅酸化物高温超伝導研究のブレークスルーとなる成果と云える（北岡グループ）。

重い電子系CeCu<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>について詳細な実験的および理論的な分析から臨界価数ゆらぎに媒介される新しい超伝導機構を確立した（三宅グループ）。

元素金属Caの新超高圧相(160万気圧)において25Kという元素最高温度の超伝導を発見した（清水グループ）。

C<sub>60</sub>-Co ナノコンポジット系を創成し、コバルト粒子の磁化に起因する「分子を介した巨大磁気抵抗効果」の観測に成功した。この研究は十分な信頼性ある分子を介したスピン依存伝導の観測という意味では世界で最初の報告となった（鈴木(義)グループ）。

電流によって強磁性金属細線(Ni<sub>81</sub>Fe<sub>19</sub>)の磁壁の運動を制御することに初めて成功した（小野グループ）。また、その現象を理論的に解明した（三宅グループ）。

CuOが強誘電転移温度230Kという従来にない高温動作の磁気秩序誘起型の強誘電性を示すことを見出した（木村グループ）。

太陽電池用ナノ結晶Si薄膜の高圧力下製膜によって、製膜速度6nm/s、製膜時間7分弱で実用レベルの変換効率7%をもつSi薄膜を実現した（岡本グループ）。

超流動ヘリウム中でレーザーアブレーションで作成したCuClナノ粒子を光で移動させること（光マニピュレーション）に初めて成功した（伊藤グループ）。

原子間力顕微鏡を利用した、垂直・水平原子操作の完全制御を確立し、Ge(111)-c(2x8)表面“Sn”の原子埋め込み文字の作成に室温で成功した（森田グループ）。

新しい考え方に基づく量子暗号の安全性証明の一般的方法を開発し、これまで難問として残っていたいくつかの量子暗号方式について安全条件を求めることができた。そして、効率を飛躍的に高める提案を行った（井元グループ）。

### 4) 事業推進担当者相互の有機連携

北岡・清水・三宅グループの間で「磁気臨界点近傍の新超伝導相の研究」について、小野・鈴木・三宅グループの間で「金属強磁性体細線中の磁壁の電流による制御の研究」について、伊藤・石原グループの間で「ナノ光マニピュレーションの研究」について、伊藤・宮坂グループの間で有機微結晶の近接場光誘起アブレーションの研究について、伊藤・冷水グループの間で「ナノ微粒子の光学特性の研究」について、それぞれ有機的連携が構築あるいは模索されてきた。今後の更なる発展が期待される。

### 5) 国際競争力ある大学づくりへの貢献度

国際交流事業として、アジアを中心に、デラサール大学（フィリピン）での合同セミナー開催、バンドン工科大学（インドネシア）との国際交流協定に基づいた相互訪問・招聘による交流、上海交通大学（中国）との学術交流セミナーでの講演と共同研究の模索、ベトナム政府と大阪大学基礎工学研究科との共同事

業である博士後期課程ジョイントプログラムなどを推進した。

#### 6) 国内外に向けた情報発信

本プログラムの研究成果を情報発信するため国際ワークショップ“International Workshop on Materials Science and Nano-Engineering”を2004年12月11日-14日と2007年12月1日-5日の2回開催した。それぞれ201名 [本プログラム外からの招待講演者28名(海外14名、国内14名)、海外から参加者23名]、127名 [本プログラム外からの招待講演者24名(海外14名、国内10名)、海外から28名]の参加があり、当該分野の第一線で活躍する研究者に対して本プログラムの成果を発信できたと言える。COE-RA、萌芽的研究計画実施者もポスター発表を行い、国内外の第一線の研究者と討論できるよい機会となった(上記HP参照)。

これ以外に本COEの事業推進者が中心的役割を果たした国際会議を2件、海外でのセミナー2件とサマースクール1件を実施し国外への情報発信に努めた。

#### 7) 拠点形成費等補助金の使途について(拠点形成のため効果的に使用されたか)

大学院生教育研究支援経費(COE-RA経費)と特任助手雇用などの人件費にそれぞれ1/4程度強、国際会議・国際交流経費に2割弱、海外研究者招聘と研究推進経費に2割程度、その他は萌芽的研究支援など、人材育成のために効率的に使用した。

#### ②今後の展望

本プログラムの成果を継承・発展する形で現在グローバルCOEプログラムに採択された(「物質の量子機能解明と未来型機能材料創出」、研究代表者:北岡良雄)。基本的な考えは、大阪大学の物質科学の拠点形成という視点から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、の先端的研究者を結集し、さらには外部との連携を推進する観点から産業技術総合研究所、情報通信研究機構に所属する研究者にも協力をもとめて、①多元環境下の量子物質相研究グループ、②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グループ、の構成で研究を進めるというものである。それに依拠しつつ、副専攻の必修化、海外切磋琢磨(外国人研究者との交流により国際性と幅広い視野を身につける)、異分野・企業インターンシップ(異分野・他研究機関との共同研究、

企業等の研究現場や技術開発に従事する実践経験)などにより、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することを目指すものである。

#### ③その他(世界的な研究教育拠点の形成が学内外に与えた影響度)

学内的には、上記のようにグローバルCOEプログラムの提案にあたり、大阪大学の物質科学研究の発展的提案の中核となることができた。

学外的には、科学研究費特定領域研究など他の研究プロジェクトと共同して国際会議を開催したり、本プログラム主催の国際ワークショップには世界最先端の研究者の(招待講演者としての)積極的な参加が得られたことがあげられる。また、上記①-5)で述べたアジアを中心とした国際交流事業において本プログラムは重要な役割を果たした。

## 21世紀COEプログラム 平成15年度採択拠点事業結果報告書

機 関 名	大阪大学	拠点番号	G18
拠点のプログラム名称	物質機能の科学的解明とナノ工学の創出		
<p>1. 研究活動実績</p> <p>この拠点形成計画に関連した主な発表論文名・著書名【公表】</p> <p>・事業推進担当者（拠点リーダーを含む）が事業実施期間中に既に発表したこの拠点形成計画に関連した主な論文等（著書、公刊論文、学術雑誌、その他当該プログラムにおいて公刊したもの）</p> <p>・本拠点形成計画の成果で、ディスカッション・ペーパー、Web等の形式で公開されているものなど速報性のあるもの</p> <p>著者名（全員）、論文名、著書名、学会誌名、巻(号)、最初と最後の頁、発表年（西暦）の順に記入</p> <p>波下線（_____）：拠点からコピーが提出されている論文</p> <p>下線（_____）：拠点を形成する専攻等に所属し、拠点の研究活動に参加している博士課程後期学生</p>			
<p>1. <u>Y. Fuseya, H. Kohno and K. Miyake, Realization of Odd-Frequency p-Wave Spin-Singlet Superconductivity Coexisting with Antiferromagnetic Order near Quantum Critical Point, J. Phys. Soc. Jpn., 72, 2914-2923, (2003).</u></p> <p>2. H. Maebashi, K. Miyake and C. M. Varma, Undressing of the Kondo Effect near the Antiferromagnetic Quantum Critical Point, Phys. Rev. Lett., 95, 207207-1-4, (2005).</p> <p>3. A. T. Holmes, D. Jaccard and K. Miyake, Valence Instability and Superconductivity in Heavy Fermion Systems, J. Phys. Soc. Jpn., 76, 051002-1-10, (2007).</p> <p>4. <u>H. Mukuda, M. Abe, Y. Araki, Y. Kitaoka, K. Tokiwa, T. Watanabe, A. Iyo, H. Kito and Y. Tanaka, Uniform Mixing of High-T Superconductivity and Antiferromagnetism on a Single CuO Plane of a Hg-Based Five-Layered Cuprate, Phys. Rev. Lett., 96, 087001-1-4, (2006).</u></p> <p>5. S. Kawasaki, M. Yashima, Y. Mugino, H. Mukuda, Y. Kitaoka, H. Shishido and Y. Onuki., Enhancing the Superconducting Transition Temperature of CeRh<sub>115</sub>Ir<sub>5</sub> due to the Strong-Coupling Effects of Antiferromagnetic Spin Fluctuations: An <sup>115</sup>In Nuclear Quadrupole Resonance Study, Phys. Rev. Lett., 96, 147001-1-4, (2006).</p> <p>6. Y. Kitaoka, H. Mukuda, M. Yashima and A. Harada, Unconventional Pairing States in Heavy-Fermion Superconductors Studied by the NQR/NMR Experiments, J. Phys. Soc. Jpn., 76, 051001-1-15, (2007).</p> <p>7. T. Kawagoe, Y. Iguchi, <u>T. Miyamachi, A. Yamasaki, and S. Suga, Spiral terraces and spin frustration in layered antiferromagnetic Cr (001) films, Phys. Rev. Lett., 95, 207205-1-4, (2005).</u></p> <p>8. <u>M. Yano, A. Sekiyama, H. Fujiwara, T. Saita, S. Imada, T. Muro, Y. Onuki, and S. Suga, Three-dimensional bulk fermiology of CeRu<sub>2</sub>Ge<sub>2</sub> in the paramagnetic phase by soft x-ray h<sub>ν</sub>-dependent (700-860 eV) ARPES, Phys. Rev. Lett., 98, 036405-1-4, (2007).</u></p> <p>9. T. Yabuuchi, Y. Nakamoto, K. Shimizu, T. Kikegawa, New High-Pressure Phase of Calcium, J. Phys. Soc. Jpn., 74, 2391-2392, (2005).</p> <p>10. <u>T. Ishikawa, H. Nagara, K. Kusakabe and N. Suzuki, Determining the structure of phosphorus in phase IV, Phys. Rev. Lett., 96, 095502-1-4, (2006).</u></p> <p>11. <u>S. Tonooka, H. Nakano, K. Kusakabe and N. Suzuki, Extended String Order Parameter in the (S=1, S=1/2) Mixed Spin Chain, J. Phys. Soc. Jpn., 76, 084717-1-5, (2007).</u></p> <p>12. <u>M. Tsuda, W. A. Diño, H. Nakanishi and H. Kasai, Orientation dependence of O<sub>2</sub> dissociation from heme-O<sub>2</sub> adduct, Chem. Phys. Lett., 402, 71-74, (2005).</u></p> <p>13. <u>T. Kishi, M. David, W. A. Diño, H. Nakanishi and H. Kasai, Adsorption of Fe and Co Nanowires to (3, 3) Single-Walled Carbon Nanotubes, Jpn. J. Appl. Phys., 46, 1788-1791, (2007).</u></p> <p>14. <u>A. Yamaguchi, T. Ono, S. Nasu, K. Miyake, K. Mibu, and T. Shinjo, Real-space observation of current-driven domain wall motion in submicron magnetic wires, Phys. Rev. Lett., 92, 077205-1-4, (2004).</u></p> <p>15. A. A. Tulapurkar, Y. Suzuki, A. Fukushima, H. Kubota, H. Maehara, K. Tsunekawa, D.D. Djayaprawira, N. Watanabe and S. Yuasa, Spin-torque diode effect in magnetic tunnel junctions, Nature, 438, 339-342, (2005).</p> <p>16. M. Mizuguchi, Y. Suzuki, T. Nagahama and S. Yuasa, Microscopic structures of MgO barrier layers in single-crystal Fe/MgO/Fe magnetic tunnel junctions showing giant tunneling magnetoresistance, Appl. Phys. Lett., 88, 251901-1-3, (2006).</p> <p>17. <u>S. Miwa, M. Shiraishi, M. Mizuguchi, T. Shinjo and Y. Suzuki, Spin-Dependent Transport in C60-Co Nano-Composites, Jpn. J. Appl. Phys., 45, L717-L719, (2006).</u></p> <p>18. E. Fujiwara, M. Takada, Y. Yamashita and H. Tada, Field-Effect Transistors Based on Single-Crystalline Wires of Bis-(1, 2, 5-Thiadiazolo)-p-Quinobis(1, 3-Dithiole), Jpn. J. Appl. Phys., 44, L82-L84, (2005).</p>			

19. T. Sakanaoue, E. Fujiwara, R. Yamada and H. Tada, Preparation of Organic Light-emitting Field-effect Transistors with Asymmetric Electrodes, *Chem. Lett.*, **34**, 494-495, (2005).
20. M. Takada and H. Tada., Scanning Tunneling Microscopy and Spectroscopy of Phthalocyanine Molecules on Metal Surfaces, *Jpn. J. Appl. Phys.*, **44**, 5332-5335, (2005).
21. T. Kimura, Y. Sekio, H. Nakamura, T. Siegrist and A. P. Ramirez, Cupric oxide as induced-multiferroic with high- $T_c$ , *Nature Materials*, **7**, 291-294, (2008).
22. T. Sugano, T. Kitagawa, Y. Sobajima, T. Toyama, and H. Okamoto, Hybrid-Phase Growth in Microcrystalline Silicon Thin-Films Deposited by Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition at Low Temperatures, *J. Appl. Phys.*, **97**, 094910-1-6, (2005).
23. T. Toyama and H. Okamoto, Structural and Electrical Studies on Plasma-Deposited Polycrystalline Silicon Thin Films for Photovoltaic Application, *Solar Energy*, **80**, 658-666, (2006).
24. H. Yamagiwa, S. Abo, F. Wakaya and M. Takai, T. Sakamoto, H. Tokioka, N. Nakagawa, Local Resistance Measurement across Grain Boundaries in Low-Temperature Poly-Si Layer of Thin Film Transistor Using Scanning Spreading Resistance Microscopy, *Appl. Phys. Lett.*, **89**, 62101-62103, (2006).
25. M. Takai, S. Abo, F. Wakaya, T. Kikuchi, H. Sawaragi, Nuclear Nanoprobe Development for Visualization of Three-Dimensional Nanostructures, *Nucl. Instr. and Methods B*, **261**, 466-469, (2007).
26. M. Toda, J. Yanagisawa, K. Gamo, and Y. Akasaka, Formation of GaN films by Ga ion direct deposition under nitrogen radical atmosphere, *J. Vac. Sci. Technol. B*, **22**, 3012-3015, (2004).
27. K. Edamatsu, G. Oohata, R. Shimizu and T. Itoh, Generation of ultraviolet entangled photons in a semiconductor, *Nature*, **431**, 167-170, (2004).
28. K. Inaba, K. Imaizumi, K. Katayama, M. Ichimiya, M. Ashida, T. Iida, H. Ishihara and T. Itoh, Optical manipulation of CuCl nanoparticles under an excitonic resonance condition in superfluid helium, *Phys. stat. sol. (b)*, **243**, 3829-3833, (2006).
29. K. Miyajima, M. Ashida and T. Itoh, Quantum confined biexcitons in CuCl quantum dots and their unconventional optical properties, *J. Phys.: Condens. Matter*, **19**, 445006-1-16, (2007).
30. Y. Sugimoto, P. Jelinek, P. Pou, M. Abe, S. Morita, R. Perez, O. Custance, Mechanism for room-temperature single-atom lateral manipulations on semiconductors using dynamic force microscopy, *Phys. Rev. Lett.*, **98**, 106104-1-4, (2007).
31. Y. Sugimoto, P. Pou, M. Abe, P. Jelinek, R. Pérez, S. Morita and Ó. Custance, Chemical identification of individual surface atoms by atomic force microscopy, *Nature*, **446**, 64-67, (2007).
32. N. Oyabu, Ó. Custance, I. Yi, Y. Sugawara and S. Morita, Mechanical Vertical Manipulation of Selected Single Atoms by Soft Nanoindentation Using Near Contact Atomic Force Microscopy, *Phys. Rev. Lett.*, **90**, 176102-1-4 (2003).
33. H. Matsuda, Y. Fujimoto, S. Ito, Y. Nagasawa, H. Miyasaka, T. Asahi, H. Masuhara, Development of Near-Infrared 35 fs Laser Microscope and Its Application to the Detection of Three- and Four-Photon Fluorescence of Organic Microcrystals., *J. Phys. Chem. B*, **110**, 1091-1094, (2006).
34. S. Ito, T. Sugiyama, N. Toitani, G. Katayama and H. Miyasaka, Application of Fluorescence Correlation Spectroscopy to the Measurement of Local Temperature in Solutions under Optical Trapping Condition. *J. Phys. Chem. B*, **111**, 2365-2371, (2007).
35. T. Kaji, S. Ito, H. Miyasaka, Y. Hosokawa, H. Masuhara, C. Shukunami, Y. Hiraki, Nondestructive micropatterning of living animal cells using focused femtosecond laser-induced impulsive force, *Appl. Phys. Lett.*, **91**, 023904, (2007).
36. R. Yamazaki, T. Iwai, K. Toyoda, and S. Urabe, Phase-locked laser system for a metastable states qubit in  $^{40}\text{Ca}^+$ , *Optics letters*, **32**, 2085-2087, (2007).
37. T. Yamamoto, J. Shimamura, S. K. Özdemir, M. Koashi, and N. Imoto, Faithful Qubit Distribution Assisted by One Additional Qubit against Collective Noise, *Phys. Rev. Lett.* **95**, 0405031-1-4, (2005).
38. Y. Adachi, T. Yamamoto, M. Koashi, and N. Imoto, Simple and Efficient Quantum Key Distribution with Parametric Down-Conversion, *Phys. Rev. Lett.*, **99**, 180503-1-4, (2007).
39. A. Saitoh and M. Kitagawa, Matrix-product-state simulation of an extended Bruschi bulk-ensemble database search, *Phys. Rev. A*, **73**, 062332-1-19, (2006).
40. J. Takahara and T. Kobayashi, "Low-Dimensional Optical Waves And Nano-Optical Circuits", *Optics & Photonics News*, **15**, No.10, 54-59, (2004).

**国際会議等の開催状況【公表】**

(事業実施期間中に開催した主な国際会議等の開催時期・場所、会議等の名称、参加人数(うち外国人参加者数)、主な招待講演者(3名程度))

## &lt;本プログラムの主催した国際ワークショップ&gt;

- ・2007年12月1-5日、淡路夢舞台国際会議場、  
“2nd International Workshop on Materials Science and Nano-Engineering”、  
参加人数(127名、外国人参加者28名)  
招待講演(口頭発表):47件、ポスター発表:76件  
主な招待講演者:  
F. C. Zhang (The University of Hong Kong, China)、  
S. S. Saxena (Cambridge University, UK)、  
T. T. M. Palstra (University of Groningen, The Netherlands)  
Workshop URL: <http://coe21.mp.es.osaka-u.ac.jp/activity/2007workshop/>

- ・2004年11月11-14日、大阪大学銀杏会館、  
“International Workshop on Materials Science and Nano-Engineering”、  
参加人数(201名、外国人参加者23名)  
招待講演(口頭発表):43件、ポスター発表:76件  
主な招待講演者:  
J. L. Sarrao (Los Alamos NL, USA)、  
Q. Si (Rice University, USA)、  
I. Vekhter (Louisiana State University, USA)  
Workshop URL: <http://coe21.mp.es.osaka-u.ac.jp/workshop/20041211.html>

その他、小規模の国際ワークショップを6件開催した。詳しくは、本プログラムのホームページ  
URL: <http://coe21.mp.es.osaka-u.ac.jp/activity/index.html> を参照。

## &lt;本プログラムの共催した国際会議・国際ワークショップ&gt;

- ・International Workshop on Microspectroscopy of Quantum, Magnetic and Biological Nanostructures、2003年10月22-23日、INTEX OSAKA  
URL: <http://www.sugalab.mp.es.osaka-u.ac.jp/~nanospec/>
- ・Joint Workshop on NQP-skutterudites and NPM in multi-approach、2005年11月21-24日、首都大学東京  
URL: <http://www.org.kobe-u.ac.jp/skut/jws/>
- ・Hanoi Forum 2005、Osaka University-Asia Pacific-Vietnam National University  
2005年9月27-29日、ベトナム・ハノイ  
URL: <http://osaka-hanoi-forum.sebu.org/>

## 2. 教育活動実績【公表】

博士課程等若手研究者の人材育成プログラムなど特色ある教育取組等についての、各取組の対象（選抜するものであればその方法を含む）、実施時期、具体的内容

### 1) 博士後期課程大学院生のCOE-RAへの採用

事業推進者の指導の下で研究活動を推進することによる研究能力の育成、ならびにTAとして学部教育などに携わることを通じた教育の能力の育成を目指した。各事業年度ごとに大学院後期課程の大学院生から公募した。公募書類には研究計画の記載を求めるとともに、事業推進者から意見書を参考にして選考委員会（拠点リーダーの三宅を含む4名で構成）で審査選考した。各年度ごとの研究成果実績報告書を求めるとともに、平成17年度以降は研究成果の概要を本プログラムのホームページ：<http://coe21.mp.es.osaka-u.ac.jp/edu/index.html> に掲載した。

各年度の採用数は、H15：19名（35名）、H16：36名（38名）、H17：35名（40名）、H18：39名（40名）、H19：40名（44名）であった（カッコ内は博士後期課程大学院生数）。

### 2) 海外研究発表等の奨励

上記1)のCOE-RAなど事業推進者の指導する博士後期課程大学院生にとって国際的な環境の中で自身の研究を発表し海外の研究者と英語で討論することが彼らの自覚的成長を促すという考えにもとづいて、国際会議での研究成果の発表を奨励した。その結果、5年間で延べ200件の国際会議への出席（口頭発表：51件、会議論文賞：10件）などの成果が得られた。例えば、COE-RAの稲葉和宏は、7th International Conference on Excitonic Processes in Condensed Matter (EXCON06, Winston-Salem, USA, 6/26-30, 2006)において“Optical manipulation of CuCl nanoparticles under an excitonic resonance condition in superfluid helium”の口頭発表を行い、EXCON Prizeを受賞している。

### 3) 海外（長期・短期）派遣事業

海外への長期派遣（1年以上）を2件（パリ第6大学、ドイツ・マインツ・マックスプランク研究所）を支援した他、短期派遣（3ヶ月以内）を12件（ドイツ・エアランゲン大学、米カリフォルニア大学リバーサイド校など）を実施した。

### 4) 外国人若手研究者招聘事業

国際交流推進ため外国人若手研究者を招聘する事業を実施した（ベトナムから2年間と1年間を各1名、米国から3ヶ月を1名、スペイン、ドイツ、スイス、チェコ、韓国、フィリピンなどから1ヶ月以内の短期を20件）。

### 5) インターンシップ事業

博士後期課程大学院生の視野を広げるために企業・国公研究機関へ派遣する機会を担保するインターンシップ事業を実施した。試行錯誤的な取り組みではあったが、松下電器先端技術研究所、東芝研究開発センター、産業技術総合研究所、報道通信研究機構などでの事業7件を支援した。

### 6) 特任助手（助教）・博士研究員事業

研究実施計画を推進し合わせて若手研究者の研究能力の発展を図るために、特任助手（助教）・博士研究員を雇用した。各年度の雇用数は、H15：1名、H16：9名、H17：8名、H18：12名、H19：10名であったが、この期間に10名が各大学の常勤助教に就任し、若手研究者の人材養成に寄与できたと云える。

### 7) 若手研究者奨励事業

若手研究者の自主的な研究活動を支援するため、COE-RA、COE博士研究員、COE特任助手（助教）などの中から（1件あたり100万円を上限とした）研究計画を公募した。5年間で30件を採択（応募は55件）した。これも選考委員会（拠点リーダーの三宅を含む4名で構成）で審査選考した。多くの新しい結果が得られており、各年度の成果報告は、本プログラムのホームページ：<http://coe21.mp.es.osaka-u.ac.jp/edu/index.html> に掲載している。

また同様の趣旨で、21世紀COE若手研究会「物質科学の未来に向けて」を4回実施した。これは「ナノ工学創出」をテーマとした若手研究者が他の事業推進者グループとの踏み込んだ意見交換や共同研究への発展をも期待して「若手研究者主体」で計画・実施されたものである。

21世紀COEプログラム委員会における事後評価結果

(総括評価)

設定された目的は十分達成された

(コメント)

拠点形成計画全体については、「多元融合領域の新物質相」、「未来ナノ物質創成と機能開拓」、「電子光ナノ科学」の3研究グループを設定し、「高い専門性と課題探求能力の上に、広い視野と技術者としてのセンスを持って、新しい領域に挑戦する人材を育成する」との目的は十分達成されたと評価できる。

人材育成面については、博士後期課程学生をCOE-RA（リサーチ・アシスタント）として採用し、研究活動の推進による研究能力の育成とTA（ティーチング・アシスタント）として教育能力の育成を図った。また、海外の研究者と英語で討論することにより、成長を促すことができると考え、博士後期課程学生の国際会議派遣を行い、その中で、会議の優秀論文賞を受賞するなど、評価できる。さらには、共同研究のための博士後期課程学生の海外派遣、高度人材育成事業として、博士後期課程学生の企業や国立研究機関へのインターンシップとしての派遣、内外の第一線研究者を招いた「21世紀COEセミナー」を実施したこと、博士修了者は大学、国立研究所、企業研究所に就職しており、評価できる。若手の自主的な研究活動を支援するために、COE-RA、COE博士研究員、COE特任助手（助教）などの中から「萌芽的研究計画」を公募、採択した。また、21世紀COE若手研究会も実施し、常勤研究職に就く結果となるなど評価できる。

研究活動面については、CuO<sub>2</sub>面が5層から成る銅酸化物において、反強磁性金属相の存在と反強磁性と超伝導が微視的に共存する融合相があることを発見し、太陽電池用ナノ結晶Si薄膜の作成を高圧下で行うことにより、実用レベルの製膜速度6nm/sを実現し、超流動ヘリウム中でレーザーアブレーションで作成したCuClナノ粒子を光で移動させること（光マニピュレーション）に初めて成功するなど多くの成果をあげており、評価できる。

補助事業終了後の持続的展開については、大学として「物質科学の拠点」を形成する体制は整えられており、先端研究の推進と広い視野を持ち発想力に溢れた人材育成に向け、持続的な展開を大いに期待する。