

「21世紀COEプログラム」(平成15年度採択)進捗状況報告書(中間評価後修正変更版)

機関名	大阪大学	機関番号	14401	拠点番号	G17
1. 申請分野 (該当するものに0印)	F<医学系> G<数学・物理学・地球科学> 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 (英訳名)	究極と統合の新しい基礎科学 (Towards a New Basic Science: Depth and Synthesis)				
研究分野及びキーワード	<研究分野: 数学, 物理学, 地球科学>(宇宙基礎物質)(新物質創成)(原理の探求)(先端技術)(基礎科学)				
3. 専攻等名	理学研究科(物理学専攻, 宇宙地球科学専攻, 数学専攻)、核物理研究センター(核物理理論研究部門, 核物理実験研究部門(H16.4.1核データ処理部門, 測定器部門)), レーザーエネルギー学研究センター(高エネルギー密度科学研究部門)(H16.4.1レーザー核融合研究センター(レーザープラズマ理工学部門)), 極限量子科学研究センター(量子基礎科学大部門)(H18.4.1予定 極限科学研究センター(極限基礎科学部門)), 情報科学研究科(情報基礎数学専攻)、基礎工学研究科(システム創成専攻(H15.4.1システム人間系専攻))				
4. 事業推進担当者	(拠点リーダー) 大貫 惇睦	計	26名		
5. 拠点形成の目的等	<p>①【学問分野】 宇宙、そして超新星爆発によって形成された惑星・地球、地球に降り注がれた様々な元素を用いて創成される新物質・化合物、物質を構成する分子・原子、その構成要素である電子と原子核、更には宇宙の誕生にも密接に関連するクォークやレプトンなどの素粒子が研究対象である。それらを研究するための実験・観測及びその装置の開発、現象を説明する理論、更に理論を洗練して新しい法則・原理へと導く数学、これらが本拠点のカバーする学問分野である。</p> <p>②【目的】 現代の科学は細分化しすぎていて、更に深く究極を探求し更に広く統合する視点を復活させる必要がある。そのために【1】宇宙基礎物質の研究、【2】新物質の創成、【3】原理の探求の3つの柱を立てプログラムを実行する。また、世界に通用する若手研究者の育成という観点から大学院学生・若手研究者の国内外での研究成果の発信と海外インターンシップ、若手夏・秋・冬の学校などを実行する。</p> <p>③【計画:当初目的に対する進捗状況等】 若手夏・秋・冬の学校、若手研究者の国内外での研究成果発信と海外インターンシップ、内外の優秀な若手研究者の招聘、セミナー、本拠点の教員を中心にした研究会、国際シンポジウム等の開催に重点を置いてプログラムを実行した。目的に沿って着実に進展し、研究上の様々な発見が多数の国内外の賞となって結実しつつある。</p> <p>④【特色】 3つの柱の1つである【1】宇宙基礎物質の研究の中で、本拠点の研究グループは「PRISM」と呼ばれる世界最高強度を目指すミュオン源の建設計画の指導的立場にある。学術創成研究費を獲得し、現在研究が進展している。次に、【2】の新物質の創成は磁性物理学に特徴があり、重い電子系の物理やアルカリゼオライトの強磁性は、世界をリードする研究に発展している。【3】原理の探求では「素粒子論と代数・幾何学」、及び「多体系・無限系と数学」の2つの研究テーマに関し、本研究組織をこの分野の世界的な研究教育拠点にする。</p> <p>⑤【重要性・発展性】 【1】の宇宙基礎物質の研究に関して、我国はX線天文学において世界をリードしている。本拠点の研究グループは2005年7月に軌道に乗ったX線天文衛星すざくに搭載している超低雑音CCD検出器の開発と運用で指導的立場にある。また、核物理研究センターは、サイクロトロンでの世界最高の分解能達成を始めとして、5個のクォークからなるペンタクォークの存在を示唆するデータを世界で初めて示した。次に、【2】の新物質の創成では、第一原理の電子状態に基づくマテリアルデザインが進展し、このような融合領域における人材育成と国際連携を担う「計算機ナノマテリアルデザイン教育研究センター」を設立しようとしている。</p> <p>⑥【終了後の成果】</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 普遍性と多様性が共存した新しい基礎科学の芽が多数生まれる。 2) 荷電レプトン混合現象の探索に不可欠な大強度高輝度ミュオン源を開発する。また、ニュートリノ・ファクトリ計画の開発研究を進める。 3) X線天文衛星すざくによるAGNの観測からブラックホール周辺の重力効果の解明などが期待できる。 4) 新しい重い電子系やゼオライトクラスターの化合物が育成され、その磁性と電子状態が解明される。 5) 宇宙へのロマンを抱き、物質の多様性に驚き、法則の持つ数式の美しさに感動する大学院学生が、世界に通用する研究者となって社会に巣立ってゆく。 <p>⑦【学術的・社会的意義など】 素粒子の新現象や新粒子探索、新しい磁性体の創成などへの野心的な研究姿勢は多くの若手研究者の心を引き付けている。分解能世界一の小型質量分析計などの開発と物作りの経験は、理系研究者の財産となる。事実、若手研究者の活躍が新たな研究の流れをつくっている。また、数学者と理論物理学者が合体した本研究グループから、新しいタイプの理論の若手研究者が生まれることが期待できる。優れた基礎研究は長期的に見ると必ず周りの学問分野を刺激し、実用への波及効果がある。</p>				

6. 中間評価結果について(「21世紀COEプログラム委員会」の中間評価結果によるコメント、特記事項への対応について、具体的にご記入ください。)

本COEプログラムは、5専攻、3センターの教員と大学院学生が有機的に連携し、「究極と統合の新しい基礎科学」の世界的な研究拠点形成の基盤作りを行った。具体的には、[1] 宇宙基礎物質の研究、[2] 新物質の創成、[3] 原理の探求の3つの研究班が活動を展開して、(1) 大学院学生・若手研究者が自ら企画してテキストを製作し、講師となって開催した若手夏・秋・冬の学校、(2) 大学院学生・若手研究者の国内外での研究成果発信と国際共同研究を中心にした海外インターンシップシップ、(3) 内外の優秀な若手研究者の招聘、(4) 国内外の第一線研究者のセミナー・国際シンポジウム・ワークショップの開催に重点をおいて、プログラムを実行してきた。指摘された「異なる分野間の協力や共同研究などが欠かれないが、その方向への進展がまだ見られない。若い世代に広い視野を持たせるために異分野間のコミュニケーションを図ることなど、拠点リーダーが率先してこれにあたることが求められる。」について、拠点リーダーはこのコメント・特記事項を真摯に受け止め、拠点リーダーと事業推進担当者が中心となって、以下のことを実施した。

(1) 国際フォーラム「大阪大学・アジア太平洋・ベトナム国立大学ハノイ校フォーラム2005：基礎科学の新展開－新しい物理学・宇宙地球科学・数学を目指して－」（実行委員長 大貫惇睦教授）ベトナム・ハノイ 平成17年9月27日～29日

大阪大学の支援を受けて、拠点リーダーが議長となって、ベトナム・ハノイ市内でフォーラムを開催した。日本120人、ベトナム170人、その他の諸外国10人、合計300人の参加者があった。90人の若手研究者（博士後期課程大学院生、助手等）の財政援助を本COEプログラムから行い、若手研究者の研究成果の発信と研究交流を図った。ベトナムの3紙の新聞とテレビのニュースでも大きく取り上げられた。Viet Nam News (2005年9月28日) では、フォーラムに出席したPham Gia Kheim副首相の講演「・・・このフォーラムは、基礎科学の分野に新たな研究方策と研究グループを創出させるきっかけになるだろう」と紹介された。両大学の学長・副学長、在ベトナム日本国大使、ベトナム政府側から副首相以外に文部、科学技術大臣等4名も出席された。フォーラムの内容は、大阪大学出版会から「Frontiers of Basic Science : Towards New Physics - Earth and Space Science - Mathematics」と題し、430頁の本として刊行された。

(2) 国際会議「29th Condensed Matter Theories International Workshop」（議長 赤井久純、土岐博教授）京都、平成17年9月13日～17日

「究極と統合の新しい基礎科学」を踏まえて原子核理論と物性理論を包括する多体系の理論的研究の発展を図るため、事業推進担当者の赤井久純、土岐博教授が議長となって、50人の招待講演による国際会議を開催した。参加人数は53人（外国人参加者26人）であった。高温超伝導、ポーズ・アインシュタイン凝縮、量子ドット、原子核におけるテンソル型相関、相対論的平均場理論、QCDの相構造、ハドロン性質の話題等について議論がなされた。会議の内容はNova Science出版社からのシリーズ本“condensed matter theories”として出版される。

(3) 国際ワークショップ「International PRISM Workshop 2005」（議長 久野良孝教授）大阪、平成17年11月30日～12月2日

第1班では、「宇宙基礎物質の研究」の一環として、素粒子物理学における「荷電レプトン混合現象探求」の研究が進められている。その現象の内でも、ミュオンが電子に転換する稀過程を探索しようとしている。そのためには大量のミュオンが必要となる。大阪大学では、独創的なアイデアと最先端科学技術に基づき、世界最高のミュオンビーム強度を持つ次世代ミュオン源の開発をおこなっている。これを「PRISM(=Phase Rotated Intense Slow Muon source) 計画」という。今回の第1回ワークショップでは、海外からの研究者も交えて、荷電レプトン混合現象の素粒子物理学的な意義、さらに、超伝導ソレノイド磁石の開発技術、加速器科学の開発技術、特に固定磁場強収束加速器リング(F F A Gリング)の研究、加速器ビーム光学などの専門的な観点などから活発な議論をおこなった。

(4) 研究会「素粒子論と幾何学の最前線」（東島清、藤木明、大貫惇睦教授担当）大阪大学、平成17年11月7日
「多体系・無限系と数学の最前線」（赤井久純、小谷眞一、大貫惇睦教授担当）大阪大学、平成17年11月28日

二つの研究会を開催し、物理学専攻と数学専攻のそれぞれ最前線の研究の中に極めて近接した対象を異なる視点から考察している場合が少なからずあることを再確認した。「素粒子論と幾何学の最前線」では、6人の発表があり、一般化されたケーラー構造、曲面の双曲構造のモジュライ、複素曲面上の反自己双対計量の構成、3次元超対称非線形シグマ模型、超弦理論のカラビ・ヤウ多様体と超対称ゲージ理論の関係、2次元超対称ゲージ理論について議論がなされた。また、「多体系・無限系と数学の最前線」では、8人の発表があり、計算機マテリアルデザインとその手法、アンダーソン局在に対する数学と物理学からのアプローチ、1次元におけるボゾン化法、階層と量子化、物理現象におけるスケール不変性、統計力学アンサンブルの拡張とモンテカルロ・シミュレーション、半導体における量子流体の数理とシミュレーションについて議論がなされた。どちらの研究会も、物理・数学の両面から活発な議論が行われ、大いに有意義な研究会であったので、このような数学と物理学にまたがる視点を主題とした研究会を、次年度以降も開催することにした。

(5) 研究会「究極と統合の新しい基礎科学の最前線」（大貫惇睦、久野良孝、小谷眞一教授担当）舞子ピラ神戸、平成18年3月5日～7日

5専攻・3センターの教授・助教授が56名集結して、これまでの研究活動報告と、コメント・特記事項を踏まえて今後の発展と共同研究を促す研究戦略を提案する研究会を開催した。今年度は、主として事業推進担当者の発表を中心に行ったが、次年度は助教授の発表を中心にして実行することにした。

「21世紀COEプログラム」(平成15年度採択)拠点形成計画調書(中間評価後修正変更版)

機 関 名	大阪大学	機関番号	14401	拠点番号	G17
1. 申請分野 (該当するものに0印)	F<医学系> G<数学・物理学・地球科学> 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 (英訳名)	究極と統合の新しい基礎科学 (Towards a New Basic Science: Depth and Synthesis)				
研究分野及びキーワード	<研究分野:数学、物理学、地球科学>(宇宙基礎物質)(新物質創成)(原理の探求)(先端技術)(基礎科学)				
3. 専攻等名	理学研究科(物理学専攻、宇宙地球科学専攻、数学専攻)、核物理研究センター(核物理理論研究部門、核物理実験研究部門(H16.4.1核データ処理部門、測定器部門))、レーザーエネルギー学研究センター(高エネルギー密度科学研究部門)(H16.4.1レーザー核融合研究センター(レーザープラズマ理工学部門)、 極限量子科学研究センター(量子基礎科学大部門)(H18.4.1予定) 、極限科学研究センター(極限基礎科学部門)、情報科学研究科(情報基礎数学専攻)、基礎工学研究科(システム創成専攻(H15.4.1システム人間系専攻))				
4. 事業推進担当者	計 26 名				
ふりがなくローマ字 氏 名(年齢)	所属部局(専攻等)・職名	現在の専門 学 位	役割分担 (平成17年度以降の拠点形成計画における分担事項)		
(拠点リーダー) Onuki Yoshichika 大貫 惇睦(58)	理学研究科(物理学専攻)・教授	固 体 物 性 理学博士	希土類・ウラン・超ウラン化合物の物性と全体の統括		
(事業推進担当者) Higashijima Kiyoshi 東島 清(58)	理学研究科(物理学専攻)・教授	素 粒 子 論 理学博士	場の量子論における対称性とその破れの研究と新カリキュラム「現代社会と科学技術」担当		
Hosotani Yutaka 細谷 裕(54)	理学研究科(物理学専攻)・教授	素 粒 子 理 論 理学博士	素粒子・宇宙・幾何の接点理論		
Kuno Yoshitaka 久野 良孝(51)	理学研究科(物理学専攻)・教授	素粒子物理学 理学博士	ミューオンとニュートリノの素粒子実験研究と海外インターナシッパ担当、班長		
Kishimoto Tadafumi 岸本 忠史(54)	理学研究科(物理学専攻)・教授	素粒子物理学 理学博士	素粒子核実験物理学		
Yamanaka Taku 山中 卓(48)	理学研究科(物理学専攻)・教授	高エネルギー物理学 理学博士	対称性の破れの研究		
Akai Hisazumi 赤井 久純(58)	理学研究科(物理学専攻)・教授	物 性 理 論 理学博士	計算機ナノマテリアルシミュレーションとデザイン		
Ogawa Tetsuo 小川 哲生(44)	理学研究科(物理学専攻)・教授	物 性 理 論 工学博士	非平衡転移の研究と若手夏の学校担当		
Nozue Yasuo 野末 泰夫(53)	理学研究科(物理学専攻)・教授	物 性 物 理 学 理学博士	ゼオライトにおける新物質創成・電子相関と留学生担当		
Takeda Seiji 竹田 精治(52)	理学研究科(物理学専攻)・教授	固 体 構 造 理学博士	電子顕微鏡法による固体構造解析		
Toki Hiroshi 土岐 博(59)	核物理研究センター (核物理理論研究部門)・教授	原 子 核 理 論 理学博士	ハドロン・原子核のカイラル対称性の理論と国際ワークショップ担当		
Nagai Yasuki 永井 泰樹(62)	核物理研究センター (核物理実験研究部門)・教授	素粒子物理学 理学博士	原子核物理実験		
Nakano Takashi 中野 貴志(44)	核物理研究センター (核物理実験研究部門)・教授	素粒子物理学 理学博士	クオーク核物理の実験研究		
Takabe Hideaki 高部 英明(53)	レーザーエネルギー学研究センター(高エネルギー密度科学研究部門)・教授	プラズマ物理学・宇宙物理学 工学博士	超新星爆発と核合成を中心とした宇宙物理学		
Hagiwara Masayuki 萩原 政幸(43)	極限量子科学研究センター(量子基礎科学大部門)(H18.4.1予定) 極限科学研究センター(極限基礎科学部門)・教授	強 磁 場 物 性 理学博士	強磁場科学		
Takahara Fumio 高原 文郎(57)	理学研究科(宇宙地球科学専攻)・教授	宇 宙 物 理 学 理学博士	宇宙物理学の理論的研究		
Tsunemi Hiroshi 常深 博(54)	理学研究科(宇宙地球科学専攻)・教授	宇 宙 物 理 学 理学博士	X線検出技術開発・宇宙の解明と研究者招聘担当		
Matsuda Jun-ichi 松田 准一(57)	理学研究科(宇宙地球科学専攻)・教授	同位体宇宙地球科学 理学博士	隕石・惑星物質から見た太陽系初期形成史の研究と新カリキュラム「現代社会と科学技術」担当		
Kawamura Hikaru 川村 光(51)	理学研究科(宇宙地球科学専攻)・教授	物 性 理 論 理学博士	協力現象の統計力学		
Kotani Shin-ichi 小谷 眞一(59)	理学研究科(数学専攻)・教授	確 率 論 理学博士	不規則系物性の数学的研究と統括補佐、班長		
Fujiki Akira 藤木 明(58)	理学研究科(数学専攻)・教授	複 素 幾 何 学 理学博士	ツイスター空間の幾何学とRA担当		
Koiso Norihito 小磯 憲史(54)	理学研究科(数学専攻)・教授	微 分 幾 何 学 理学博士	曲線の発展方程式とセミナー担当		
Ibukiyama Tomoyoshi 伊吹山知義(57)	理学研究科(数学専攻)・教授	整 数 論 理学博士	保型形式と整数論及び代数学		
Mabuchi Toshiki 満淵 俊樹(56)	理学研究科(数学専攻)・教授	微 分 幾 何 学 Ph. D	ケーラー・アインシュタイン計量の研究		
Suzuki Takashi 鈴木 貴(53)	基礎工学研究科(システム創成専攻)・教授	解 析 学 理学博士	非平衡統計力学の数学的理論		
Matsumura Akitaka 松村 昭孝(55)	情報科学研究科(情報基礎数学専攻)・教授	解 析 学 工学博士	半導体の量子流体モデル方程式の研究		

5. 申請・交付経費（単位：千円）千円未満は切り捨てる

15～17年度は交付額、18、19年度は申請額

年 度(平成)	1 5	1 6	1 7	1 8	1 9	合 計
申請・交付金額(千円)	130,000	155,000	152,000	138,400	180,000	755,400

6-1. 研究拠点形成実施計画（平成17～19年度）

（平成17年度からの3年間の拠点形成にあたり、実施していく研究計画を具体的に記入してください。拠点形成を今後進めるにあたっての課題は何か。これに対して検討している解決策（研究計画、方法）を具体的に記入してください。記入した内容の実施状況は、事後評価等の対象となります。）（平成17年度の実績を踏まえ、必要に応じて修正してください。）

これまで行ってきたセミナー・国際シンポジウム・ワークショップの開催は継続し、新たに、拠点リーダーと事業推進担当者が中心となって、「究極と統合の新しい基礎科学の最前線」、「素粒子論と幾何学の最前線」、「多体系・無限系と数学の最前線」の研究会を開催することにした。また、新たな研究分野を開拓する連携の意識を高めるために、次に掲げる具体的な研究テーマを実行することにした。

（1）X線天文衛星による宇宙の解明

すざく衛星に搭載しているCCDカメラによりこれまでになくエネルギー範囲での観測を行う。特に、炭素や窒素など低エネルギー側に輝線をもつ物質の状態を初めて観測できる。超新星残骸や銀河系内の一様成分に対する理解を深める。その他、鉄輝線の観測により銀河中心でのこれまでの活動暦を明らかにするほか、活動銀河核周辺での強い重力場中での輝線の振る舞いを調べる。さらに、CCDではカバーできない高エネルギー領域に対してもシンチレータによる詳しい観測を進める。

（2）J-PARCの建設に向けた取り組み

現在建設中であるJ-PARCでの研究として、本拠点は「対称性の破れの研究」をキーワードとし、大強度高輝度ミューオン源を使用した荷電レプトン混合現象探索実験、K中間子の稀崩壊探索実験と、ストレンジネス核物質研究などを計画している。J-PARC建設修了後に、これらの研究をすみやかに開始できるように世界的独創性のある実験の設計・装置の開発を続け、J-PARCでの研究拠点となるように努力する。

（3）核物理研究センターを利用した研究

核物理研究センターの高性能サイクロトロンから得られる超高分解能イオンビームを用い、ハドロン多体系である原子核の構造と相互作用の研究を行う。サイクロトロンで加速されるビームの高品質化を進める。サイクロトロン施設で得られるイオンビーム、中性子ビームを用いた物性、応用面での共同研究を進める。また、SPRING-8のレーザー電子光施設で、レーザー電子光ビームを用い、ペンタクォークをはじめとするバリオン生成及び崩壊反応の系統的研究を行う。理論部と協力して、サブアトム物理の量子色力学（第一原理）に基礎をおいた統一的理解を目指す。

（4）極限科学研究センターの超強磁場を利用した磁気科学

60テスラのパルス強磁場や超伝導マグネットを利用し、希土類・アクチノイド化合物の重い電子系の磁性と超伝導、低次元磁性体の量子多体効果、金属タンパク質のESRなどの磁気特性を研究する。

（5）超高压を利用した新物質創成

高压を利用して、セリウム化合物の電子状態を変化させて磁性体を超伝導体に変えたり、圧力注入型の新しいアルカリ・ゼオライト強磁性体の創成、及び圧力誘起構造相転移現象を研究する。

（6）質量分析計の開発とそれを利用した新しい研究分野の展開

本拠点で開発された分解能世界一の小型質量分析計を使って、生体高分子の質量測定や構造解析、半導体中の不純物測定を通じた新たなテクノロジーの創成、地球惑星物質の同位体研究を展開する。

（7）新センター「計算機ナノマテリアルデザイン教育研究センター」の設立と計算物理学の新展開

第一原理の電子状態に基づくマテリアルデザインが進展し、このような融合領域における人材育成と国際連携を担うセンターを設立する。また、タンパク質の自由エネルギー構造に基づく生体分子モーターの運動メカニズム、量子多体系の励起状態の研究を推進する。

（8）金融・保険教育研究センターの設立

理学研究科、基礎工学研究科、経済学研究科、情報科学研究科の4部局が協力して18年4月から標記のセンターを立ち上げ、金融・保険という実業の分野に数学・統計・経済学が「経済における複雑系」の解明という視点から貢献する。

（9）物理学と数学のゆるやかな統合

17年度に開催した研究会「多体系・無限系と数学の最前線」「素粒子論と幾何学の最前線」は物理と数学双方の研究者に新たな問題意識を提供した。これを契機にして以下の分野で物理・数学が協力する。

- ・多体問題での物理的手法の基礎になっている密度汎関数法の数学的な検討
- ・不規則系物性でのアンダーソン局在についての計算機シミュレーションとその数学的解析
- ・統計力学と場の理論の方法によって平均場方程式を導出し、凝縮、量子化、創発性などの解の構造を双対性（隠された変分構造）とスケールリング（階層の開示）の二つの数理的方法による解明
- ・3次元双曲幾何、カラビ・ヤウ多様体、ツイスター空間の研究と素粒子論との関連の追求（物理学では、くりこみ群による理論空間における流れの研究が重要であるが、この問題に対して、数学で発展しているリッチフローの理論を適用することを試みる。）

6-2. 年度別の具体的な研究拠点形成実施計画

(項目6-1において記入された内容の年度毎の取り組み状況)

本拠点形成には「若手夏・秋・冬の学校」開催が大きなイベントとして重要であるという認識が、大学院学生・若手研究者・事業推進担当者などに高まっている。平成17年度として若手夏の学校：「観測とシミュレーションの新展開」「超の世界にチャレンジ」「数理物理学3：汎関数積分と不変量、複雑系」を当初開催予定していたが、大阪大学執行部から現COEの活躍が評価され、外国で開催することを前提にした「大阪大学フォーラム」を平成17年度に実施するよう要請された。そこで、2005年9月27日～29日にベトナム・ハノイにて「大阪大学・アジア太平洋・ベトナム国立大学ハノイ校フォーラム2005：基礎科学の新展開－新しい物理学・宇宙地球科学・数学を目指して－」を開催した。事業推進担当者等約20人、大学院学生・若手研究者約90人をこのフォーラムに参加させた。一方、当初予定していた若手夏の学校は、前述のごとく、大学院学生・若手研究者・事業推進担当者に好評なので、18年度、19年度に内外の第一線の研究者のプレナリーを取り入れて、実施することにした。

平成17年度：（実績を踏まえて記入してください。）

宇宙基礎物質の研究

対称性の破れの研究

- ・二重ベータ崩壊実験装置開発
- ・K中間子稀崩壊実験終了

重力波の観測

- ・大型重力波望遠鏡の検討

宇宙物質相の観測

- ・X線天文衛星で測定した白鳥座ループなどの詳細な輝線スペクトルの研究

ペンタクォークの実験検証

新物質の創成

極限環境下での実験

- ・新物質の超低温・超高温・超強磁場・超高压下での実験
- ・同位体比異常の生成メカニズムの再現実験

高分解能質量分析計の開発
物性理論の研究

- ・摩擦の物理法則に基づく地震の大規模シミュレーション

原理の探求

素粒子論と代数・幾何学

- ・3次元双曲幾何、カラビ・ヤウ多様体、ツイスター空間の研究と素粒子論との関連の追及
- ・多体系・無限系と数学

多体系の数学・物理双方からの問題意識の提供

- ・アンダーソン局在の計算機シミュレーションと数学的検討

- 1) 「大阪大学・アジア太平洋・ベトナム国立大学ハノイ校フォーラム2005：基礎科学の新展開－新しい物理学・宇宙地球科学・数学を目指して－」
- 2) 第29回凝縮多体系理論国際会議
- 3) International PRISM Workshop 2005
- 4) 素粒子論と幾何学の最前線（研究会）、多体系・無限系と数学の最前線（研究会）
- 5) 究極と統合の新しい基礎科学の最前線（研究会）

平成18年度：

対称性の破れの研究

- ・大強度ミューオン源の建設開始
- ・レプトン・フレイバー非保存過程探索実験準備
- ・ミューオン冷却実験準備（英国）

素粒子論と代数・幾何学

- ・アインシュタイン多様体のくりこみ群への応用、小林・ヒッチン対応の研究成果の宇宙論への応用

新物質の創成

- ・新たなアルカリゼオライト強磁性の発現
- ・超ウラン・ネプツニウム化合物の電子状態の研究

物性理論の研究

- ・非平衡過程と量子多体系の励起状態の理論展開
- ・計算物理手法を用いた量子多体系と物質の研究

多体系・無限系と数学

- ・無限可積分系の研究
- ・密度汎関数法及びアンダーソン局在についての物理・数学の共同研究

- 1) 若手夏・秋・冬の学校：「観測とシミュレーションの新展開」「超の世界にチャレンジ」「数理物理学3：汎関数積分と不変量、複雑系」
- 2) 日独セミナー「強相関電子系の協力量子現象」
- 3) 国際ワークショップ「The Extreme Universe in the Suzaku Era」
- 4) 第6回東アジア偏微分方程式会議
- 5) 「素粒子論と幾何学の最前線」（研究会）
- 6) 「多体系・無限系と数学の最前線」（研究会）
- 7) 「究極と統合の新しい基礎科学の最前線」（研究会）

平成19年度：

究極と統合の新しい基礎科学の研究拠点形成

- ・本拠点及びJ-PARCとSPRING-8などで得られた成果を基に次世代に入る準備を行う。

- 1) 国際ワークショップ：「究極と統合の新しい基礎科学の総括と今後」
- 2) COE研究会「究極と統合の新しい基礎科学の統合と今後」
- 3) 若手夏・秋・冬の学校：「普遍性と多様性の共存する21世紀の新しい基礎科学の芽」

7. 教育実施計画

(拠点を形成する際に実施される教育関係の取り組み計画において、将来的に見た研究人材等の創出の見込み、若手研究者の流動性(このプログラムにより成果を挙げた若手研究者及び学生のうち、他大学等で活躍している者の活動状況)等も視野に入れて、これまでやってきたこと、その成果及び今後取り組むべき事項等について、具体的に記入してください。)

(平成17年度の実績を踏まえ、必要に応じて修正してください。)

大学院学生・若手研究者に対して(1)若手夏・秋・冬の学校の開催、(2)大学院新カリキュラム「現代社会と科学技術」の開講、(3)国内外での研究成果の発信と海外インターンシップを実施した。また、COEセミナー・研究者招聘・国際シンポジウム・ワークショップなども大きな刺激を与えた。

1) 自立する大学院生・若手研究者の育成

大学院学生・若手研究者の自主企画・運営による若手夏・秋・冬の学校は、広範な分野の基礎科学に触れると同時に、効果的な発表トレーニングになっている。発表に対して、多数の教授が大学院学生を助言したり、激励することになり、教育の実が上がっている。大学院学生・若手研究者・事業推進担当者などに非常に好評なので、平成17年度は大阪大学フォーラム(ベトナム・ハノイで開催)にとって代わったが、18、19年度は再び若手夏・秋・冬の学校を開催する。

2) 視野の広い研究者の育成

新カリキュラム「現代社会と科学技術」は、人口問題、食糧問題、環境問題、エネルギー問題など人類規模の問題に取り組むとともに、科学技術を社会に還元するための科学技術政策のあり方などにも目を向け、21世紀の社会における諸問題に対処できる人材の育成を目指すべく実施した。好評なので今後も継続する。

3) 世界に通用する研究者の育成

国内外での研究成果の発信と海外インターンシップは、若手夏・秋・冬の学校と同様に冊子としてその成果をまとめている。海外インターンシップに関しては、大学院学生・若手研究者が取り組んでいる研究の発展のための海外共同研究が件数の大部分を占めているが、海外の教授陣に触れて新しい知識を吸収することにも行われてきた。今後もこの方針を変えずに継続する。この3年間の大学院学生の受賞6件は以下の通りである。

- 7th International Conference of ACSIN The ACSIN Young Scientist Prize
- 高速度撮影とフォトニクスに関する総合シンポジウム2003 Junior Researcher Award
- 日本質量分析学会の同位体比部会 ベストポスター賞
- 第8回 IUMRS 先進材料国際会議(IUMRS-ICAM 2003) ポスター奨励賞
- Royal Lakeside Novotel Rotorua (New Zealand) Best Paper Award in ITW2005
- 第53回質量分析総合討論会 ポスター賞

また、若手研究者(助手)のブルネー賞(国際質量分析学会)、応用物理学会 JJAP 論文奨励賞、若手研究員による第7回高エネルギー物理学奨励賞や J. Phys. Soc. Jpn. の Editor' Choice(注目論文)があった。その他に、大学院学生と若手研究者(助手)によるプレス発表も2件あった。今後の2年間も大学院学生・若手研究者への国内外への旅費等の援助を積極的に行い、世界に通用する研究者の育成を図る。

4) 大阪大学フォーラム

平成17年度ベトナム・ハノイで開催された「大阪大学・アジア太平洋・ベトナム国立大学ハノイ校フォーラム2005:基礎科学の新展開—新しい物理学・宇宙地球科学・数学を目指して—」には、事業推進担当者等(約20人)、大学院学生・若手研究者(約90人)の合計約110人を参加させた。このような大規模な海外派遣は初めてのことであり、特に大学院学生・若手研究者には大きな刺激となった。また、このことを通じて、世界各国からの留学生の受け入れを促し、英語を通じた会話を日々の研究活動に反映させる。事実、大学院での留学生の数が急増している。例えば、物理学科・物理学専攻で平成14年度で6人であったのが、平成17年度は18人である。

5) 「計算機ナノマテリアルデザイン教育研究センター」と「金融・保険教育研究センター」の設立

計算機ナノマテリアルデザインは、大阪大学における部局横断型研究から生まれ、ナノスピントロニクス材料のデザインや表面反応のデザイン、デバイスデザイン、計算機マテリアルデザインの手法の開発等の成果を生み出してきた。その中心的役割を担ってきたのが、本拠点の推進担当者の赤井久純教授である。これまで大学院学生等を対象にした「ナノマテリアル・デザイン学」の開講、「計算機マテリアルデザイン・チュートリアル」の開講を実施してきた。計算機マテリアルデザインチュートリアルにおいて、平成15年度以降234名の大学院学生、社会人、他大学教員に対して実習による教育を実施した。センターを設立し、教育研究を一層進展させる。また、数学・統計・経済学を駆使して、経済における複雑系の解明に向けて、「金融・保険教育研究センター」を立ち上げ、新たな教育研究を活性化させる。

6) 人材創出

学位取得者の多くは大学・研究所等に職を得ている。具体的には、他大学助教授2名、講師1名、助手2名、他大学研究員14名(内学振研究員7名)、公的機関研究員・教員20名、及び海外のポスドク6名などである。また井上研究奨励賞受賞者2人も含め、人材の創出は大いにある。

