

「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	東京大学	機関番号	12601	拠点番号	G04
1. 機関の代表者 (学長)	(ふりがな<ローマ字>) (氏名) HAMADA Junichi 濱田 純一				
2. 申請分野 (該当するものに○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>				
3. 拠点のプログラム名称 (英訳名)	未来を拓く物理科学結集教育研究拠点 (Global Center of Excellence for Physical Sciences Frontier)				
研究分野及びキーワード	<研究分野:物理学>(天文学)(素粒子)(原子核)(宇宙物理)(物性物理)(強相関物理)(量子情報)				
4. 専攻等名	理学系研究科[物理学専攻・天文学専攻・原子核科学研究センター・ビッグバン宇宙国際研究センター・天文学教育研究センター]、工学系研究科[物理工学専攻・マテリアル工学専攻・量子相エレクトロニクス研究センター・光量子科学研究センター]、新領域創成科学研究科物質系専攻、宇宙線研究所、物性研究所、生産技術研究所、先端科学技術研究センター、素粒子物理国際研究センター、低温センター、数物連携宇宙研究機構				
5. 連携先機関名 (他の大学等と連携した取組の場合)					
6. 事業推進担当者	計 22 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 [%]				
ふりがな<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) TARUCHA Seigo 樽茶 清悟 UCHIDA Shinichi 内田 慎一 A HARA Hiroaki 相原 博昭 I MADA Masatoshi 今田 正俊 O SUKI Takahiro 大塚 孝治 KAWASAKI Masahiro 川崎 雅裕 KAWA Iko 川合 真紀 GONOKAMI Hirotaka 五神 真 KOMAMIYA Sachio 駒宮 幸男 S A N O Masaki 佐野 雅己 SHIBAHASHI Hiroto 柴橋 博資 TAKAGI Hidemitsu 高木 英典 TANAKA Hisajimo 田中 肇 TAKIGAWA Masashi 滝川 仁 TSUNEYUKI Shinji 常行 真司 TOKURA Yoshinori 十倉 好紀 TORIUMI Akira 鳥海 明 NAGAOKA Naoto 永長 直人 FUJIMORI Atsushi 藤森 淳 FURUSAKI Akira 古澤 明 MAKISHIMA Kazuo 牧島 一夫 MIYASHITA Seiji 宮下 精二 MIYANO Kenji(rou) 宮野 健次郎 [平成24年3月31日辞退]	工学系研究科物理工学専攻・教授 理学系研究科物理学専攻・教授 理学系研究科物理学専攻/数物連携宇宙研究機構・教授 工学系研究科物理工学専攻・教授 理学系研究科物理学専攻/原子核科学研究センター・教授 宇宙線研究所・教授 新領域創成科学研究科物質系専攻・教授 理学系研究科物理学専攻/工学系研究科光子科学研究センター・教授 理学系研究科物理学専攻/素粒子物理国際研究センター・教授 理学系研究科物理学専攻・教授 理学系研究科天文学専攻・教授 理学系研究科物理学専攻・教授 生産技術研究所・教授 物性研究所・教授 理学系研究科物理学専攻・教授 工学系研究科物理工学専攻・教授 工学系研究科物理工学専攻/ビッグバン宇宙国際研究センター・教授 理学系研究科物理学専攻・教授 先端科学技術研究センター・教授	半導体物理・工学博士 物性実験・工学博士 素粒子物理・理学博士 物性理論・理学博士 原子核物理・理学博士 宇宙物理・理学博士 表面界面物性・理学博士 光物理・理学博士 素粒子物理・理学博士 非線形物理・工学博士 天体物理・理学博士 物性物理・工学博士 ソフトマター物理・工学博士 物性実験・理学博士 物性理論・理学博士 物性物理・工学博士 半導体デバイス工学・工学博士 物性理論・理学博士 物性理論・理学博士 量子工学・博士(工学) 宇宙物理・理学博士 統計力学・理学博士 光物性・Ph. D.	全体統括(リーダー) サブリーダー 先端フォトン科学 計算物理 極限量子物理 極限量子物理 非平衡・生命物理 先端フォトン科学 極限量子物理 非平衡・生命物理 極限量子物理 非平衡・生命物理 強相関物質科学 非平衡・生命物理 強相関物質科学 計算物理 強相関物質科学 強相関物質科学 計算物理 先端フォトン科学 先端フォトン科学 先端フォトン科学 計算物理 非平衡・生命物理		

機関（連携先機関）名	東京大学
拠点のプログラム名称	未来を拓く物理科学結集教育研究拠点
中核となる専攻等名	工学系研究科物理工学専攻
事業推進担当者	（拠点リーダー）樽茶清悟 教授 外 21 名
<p>〔拠点形成の目的〕</p> <p>物理学の方法論は、多様な現象から本質を抽出し、それを未知の問題に応用展開することを根幹としており、その手法を体系的に学ぶことが、物理学教育の主眼である。このため物理学の教育訓練を受けた人材は、物理科学という専門分野を越えたさまざまな場面で、課題を自ら発見し、その最適な解決方法を探り、さらに将来を予測するといった能力に優れており、複雑化の一途をたどる人類社会を支える上で、物理人材の役割はますます重要性を増しつつある。</p> <p>東京大学は、世界に類を見ない規模で傑出した多様な物理科学の研究者群を擁し、最先端研究で世界をリードするとともに、広く基礎学術から産業界まで、優れた人材を供給し続けている。一方、高度な専門化と分野の細分化が進んでいる現在、問題を俯瞰的に捉え本質を素早く見抜く力を鍛えることが、これまで以上に必要となっている。そのためには、東京大学の規模を最大限に活用し、異分野間の連携を促進し、大学院生が異なる文化や環境を体験し、発想の転換を促す仕組みを導入すべきである。そこで本プログラムでは、徹底した国際化、基礎・応用分野の融合、キャンパス外との交流、異なる研究現場の体験などを通じ、博士課程大学院生および若手研究者に「発想の次元の拡大」を促し、物理科学の探究と活用において、真に独創的な国際人を育成することを目的とする。そのような人材は既存分野の枠を超え、21世紀の科学技術をリードし、基礎から応用まで広い分野で、国際社会を力強く先導すると期待される。</p> <p>〔拠点形成計画及び達成状況の概要〕</p> <p>本事業は、理学系と工学系の二つの21世紀COEプログラムの卓越した成果を踏まえ、さらに発展させるものである。工学系研究科物理工学専攻と新領域創成科学研究科物質系専攻を中心とした21世紀COEプログラム「強相関物理工学」では、物性科学、ソフトマター、光科学の連携により、基礎から応用につながる物理学の教育プログラムが進められ、基礎と応用のバリアーを取り去った物理科学教育が推進され、多くの成果を挙げた。理学系研究科物理学専攻を中心とする「極限量子系とその対称性」では、最先端の基礎研究に密着した教育プログラムを進め、高度な物理学人材の育成において大きな成功を収めた。本プログラムは、この両者を融合的に発展させ、上記の3専攻に理学系天文学専攻および工学系マテリアル工学専攻を加え、さらに関連する全学附置研究所や全学センターなどを糾合し、本学の物理科学の教育研究資源を結集するものである。参加する組織は、研究対象や手法は多様だが、極微の量子現象から極大の宇宙に至るまで、物理学という共通の言語により、事業全体が有機的に強く結ばれている。これら豊かな研究者リソースから、異分野の融合を強く意識して23名の事業推進担当者を戦略的に選び、本事業の支援する若手教員や博士研究員、そして総勢450名におよぶ博士課程学生とともに、事業を推進した。</p> <p>人材育成においては、(1)基礎科学の礎としての物理学の深化と展開を担う人材、(2)グローバル社会を先導する物理人材、(3)産業の変革と創造を担う物理人材、という三つの育成目標を掲げ、自ら問題を発見し解決していく独創的な研究の企画能力と、広い視野で物理学の活用分野を開拓してゆく能力を開発することを目的とした。その方策として、まず、博士課程（後期課程）の学生が研究に集中できる環境を整えるために、グローバルCOE-RA制度の充実を図った。また、異なる専攻の博士課程学生が合同で主催するRAキャンプを実施することによって、研究科・専攻を区切る垣根を下げるとともに、複数の部局を貫いた「融合先端物理」への参加、海外研究拠点や先端研究機関への計画的な「キャンパス外派遣」などを通じ、若手に「異なる研究現場」を体験させ、発想の次元の拡大を促した。さらに海外から留学生や若手研究者を積極的に招聘するとともに、院生の国際コミュニティへの参加と国際ネットワーク作りを促すため、海外の大学との合同ワークショップを開催した。本事業は、我が国の物理科学系の博士人材の約一割を対象とする規模をもつという重責に鑑み、輩出される人材が国内外・産官学、さらには科学リテラシーなど幅広い分野で一層活躍できるよう、「物理系博士号取得者のキャリアパス」に関する集中講義を実施した。また、設立した理工連携キャリア支援室をGCOE全体で有効利用することによって、キャリアパスを積極的に開拓し、グローバル社会に貢献することを目指した。</p> <p>研究活動においては、本事業を担う縦系としての部局・組織に対して、それらを貫く横系として「先端フォトン科学」「極限量子物理」「強相関物質科学」「非平衡・生命物理」「計算物理」の5つのテーマを擁する「融合先端物理」の仕組みを立ち上げた。そこには若手特任講師2名や女性准教授1名を登用し、国際的で分野融合的な研究拠点として、一層の先導的役割を果たすことを目指した。さらにその中核として「グローバルCOEラボ」なる特区を、数物連携宇宙研究機構と光量子科学研究センターにそれぞれ1研究室、計2研究室を設け、いずれの専攻からも境界なく大学院生を受け入れ、新規プログラムを強力に推進するとともに、融合分野の担い手となる若手を養成することを目指した。</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。

本拠点の中心専攻の一つである工学系研究科物理工学専攻は、21世紀COEプログラム「強相関物理工学」の卓越した成果を基に、多体量子系の物質科学と光科学を融合した研究で世界を先導した。ここでは、超巨大磁気抵抗効果、電気・磁気相関効果の発見、量子もつれの実証、光格子原子時計の実証や、強相関ソフトマター物理の開拓など世界に誇る成果を輩出してきた。一方、理学系研究科物理学専攻を中心とする21世紀プログラム「極限量子系とその対称性」では、ニュートリノ振動現象の発見、B中間子系におけるCP非対称性の発見、反陽子水素原子の発見、核力の起源の解明、ブラックホールでの相対論効果の確認、すばる望遠鏡による最遠方銀河の発見など、基礎物理学において革新的成果を挙げた。

また、トムソン・ロイター社による論文被引用数統計で、東京大学が物理学分野で常に世界で1位(2002～2004年)、2位(2005～2011年)、3位(2012～2013年)を、単独の大学としては統計が始まった2002年から現在まで1位を、維持していること、本学における物理科学分野の博士学生総数は約400名と、全国の物理科学分野の博士学生の総数の10%強を占めていることなどから、東京大学は物理科学の研究教育において、傑出した規模と多様性を誇り、質・量ともに国際的に卓越した教育研究拠点とすることができる。

以上のように、これまで理学系、工学系において個別に世界的な成果をあげてきたが、本COEプログラムにおいて、研究推進と人材育成面で緊密な理工連携を図ったことにより、CERNのLHC(Large Hadron Collider)におけるATLAS検出器によるHiggs粒子の発見への貢献、鉄系超伝導解明への実験的・理論的な貢献、トポロジカル絶縁体や新奇な電子スピン状態であるスキルミオン結晶発見への実験的・理論的な貢献、電子スピンを利用した2量子ビットゲートの実現、シュレディンガー猫状態の量子テレポーテーションの成功、極低温下での電子正孔系のボーズ・アインシュタイン凝縮の観測や、マックスウェルの悪魔の実験系の実現による情報と熱力学の関連の解明、などの物理科学分野に大きなインパクトを与える成果をあげることができた。

実際、様式7に記載したように本COEが開始されてからの博士学生や若手研究者の一流国際雑誌への多数の論文発表と、多数の国内外における表彰(44件)を受けている。また、これまでに事業推進担当者が実施した国際会議における基調・招待講演690件や、本拠点が主催・共催した国際会議数34件(内事業担当者が委員長である国際会議数20件)、などの実績から、国内外に対して本教育研究拠点のプレゼンスを大いに高めることができたと考えている。

「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	東京大学	拠点番号	G04
申請分野	数学、物理学、地球科学		
拠点プログラム名称	未来を拓く物理科学結集教育研究拠点		
中核となる専攻等名	工学系研究科物理工学専攻		
事業推進担当者	(拠点リーダー名) 樽茶 清悟		外 21 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、本プログラムが、理学系研究科と工学系研究科、さらには多くの研究所・センターの物理系の研究教育組織それぞれの活動を結集するという共通の目標のもとに作り上げた拠点であり、分野横断型の先端光量子科学の研究教育拠点かつ長期的な教育研究の中心となる組織として、光量子科学研究センターをGCOEラボと位置付け、有効活用したことは評価できる。

拠点形成全体については、この規模でこの学生数を賄うにはグローバルCOEプログラムの予算は少なかつたと言わざるをえないが、本来の目的は達成されたと判断される。特に工学系と理学系の学生が流動的にお互いのセミナーや研究会に参加出来る仕組み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、従来のRA制度を「科学技術基本計画」の目的に沿って抜本的に見直したことは評価できる。一方で、社会との接点でのインターンシップの導入などの活動を行ったが、十分な成果は出せなかった。しかし、このような試みをするのが非常に重要であり、今後も継続されることを期待する。また、何よりも大きな成果は理学系と工学系の学生の交流であり、これも今後継続されることが強く望まれる。

研究活動面については、もともと世界最高レベルの研究を遂行する研究集団だが、学生の参加をも促しながら、教育面での新しい試みを導入して十分な成果を上げている。また、アジア圏とのワークショップを軌道に乗せるなど、国際的交流の基盤を確立した。さらには日本の大学間のアライアンスを確立するなど、人材の流動性を高めることにも成功した。このように、常に世界のトップクラスの活動を維持出来ていることは高く評価できる。

今後の展望については、本プログラム終了後、工学系研究科において全博士課程の大学院学生に経済支援を行うための施策（SEUTフェローシップ）が開始されたが、今後もこの施策が継続されることを期待する。一方で、本プログラムの活動のうち、他専攻との連携や学生の海外派遣などが博士課程教育リーディングプログラムに継続されているが、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は今後の課題である。もともと非常に評価の高い研究教育集団だが、この拠点形成のプログラムをきっちりと成し遂げたことは重要である。今後の継続も模索されており、これからの更なる発展が期待できる。