

機関名	名古屋大学	機関番号	13901	拠点番号	G07
1. 機関の代表者 (学長)	(ふりがなくローマ字) HAMAGUCHI MICHINARI (氏名) 濱口 道成				
2. 申請分野 (該当するものに〇印)	F<医学系> <b>G</b> <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)	宇宙基礎原理の探求—素粒子から太陽系、宇宙に至る包括的理解— Quest for Fundamental Principles in the Universe: from Particles to the Solar System and the Cosmos				
研究分野及びキーワード	<研究分野:物理学>(宇宙物理学)(素粒子物理学)(地球物理学)(数理物理学)(惑星物理学)				
4. 専攻等名	理学研究科素粒子宇宙物理学専攻、太陽地球環境研究所				
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 25 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		
(拠点リーダー) SUGIYAMA NAOSHI 杉山 直	理学研究科素粒子宇宙物理学 専攻・教授	宇宙論 理学博士	全体の統括、 宇宙進化/宇宙の進化と構造の形成		
KUNIEDA HIDEYO 國枝 秀世	理学研究科附属南半球宇宙観 測研究センター・教授	X線天文 理学博士	宇宙進化/ブラックホールと活動銀河核		
FUKUI YASUO 福井 康雄	理学研究科素粒子宇宙物理学 専攻・教授	電波天文 理学博士	宇宙進化/分子雲と星生成		
MATSUBARA TAKAHIKO 松原 隆彦	素粒子宇宙起源研究機構・基 礎理論センター・准教授	宇宙論 博士(理学)	宇宙進化/宇宙の進化と構造の形成		
KANEDA HIDEHIRO 金田 英宏	理学研究科附属南半球宇宙観 測研究センター・准教授	赤外線天文 博士(理学)	宇宙進化/銀河と星間塵 平成21年4月24日追加		
INUTSUKA SHUICHIRO 大塚 修一郎	理学研究科素粒子宇宙物理学 専攻・教授	宇宙物理 博士(理学)	宇宙進化/星・惑星生成 平成21年4月24日追加		
ITOW YOSHITAKA 伊藤 好孝	太陽地球環境研究所・教授	宇宙線物理 博士(理学)	研究推進室長、 宇宙進化/ニュートリノ天文・暗黒物質		
NOJIRI SHIN'ICHI 野尻 伸一	理学研究科素粒子宇宙物理学 専攻・教授	素粒子宇宙論理 学博士	教育推進室長、 素粒子・時空/ダークエネルギー		
NAMBU YASUSADA 南部 保貞	理学研究科素粒子宇宙物理学 専攻・准教授	一般相対論 理学博士	素粒子・時空/ブラックホールと初期宇宙の時 空		
KANNO HIROAKI 菅野 浩明	多元数理科学研究科・教授	数理物理 理学博士	素粒子・時空/超弦理論の数理		
KOBAYASHI RYOICHI 小林 亮一	多元数理科学研究科・教授	幾何学 理学博士	素粒子・時空/極小曲面		
TANABASHI MASAHARU 棚橋 誠治	素粒子宇宙起源研究機構・基 礎理論センター・教授	素粒子論 博士(理学)	国際支援室長、 素粒子・時空/素粒子質量の起源		
HARADA MASAYASU 原田 正康	理学研究科素粒子宇宙物理学 専攻・教授	ハドロン物理 博士(理学)	素粒子・時空/強い相互作用の力学的性質		
TOBE KAZUHIRO 戸部 和弘	理学研究科素粒子宇宙物理学 専攻・准教授	素粒子論 博士(理学)	素粒子・時空/標準模型を超える理論の解析 平成21年4月24日追加		
NAKAMURA MIUHIRO 中村 光廣	素粒子宇宙起源研究機構・現 象解析研究センター・准教授	素粒子実験 理学博士	素粒子・時空/ニュートリノ振動実験		
IJIMA TORU 飯嶋 徹	素粒子宇宙起源研究機構・現 象解析研究センター・教授	素粒子実験 博士(理学)	技術支援室長、 素粒子・時空/対称性の破れの起源		
TOMOTO MAKOTO 戸本 誠	理学研究科附属タウレプトン研 究センター・准教授	素粒子実験 博士(理学)	素粒子・時空/素粒子標準理論の検証		
OHSAWA YUKIHARU 大澤 幸治	理学研究科素粒子宇宙物理学 専攻・教授	プラズマ物理 理学博士	宇宙環境/プラズマ粒子の加速		
MIZUNO AKIRA 水野 亮	太陽地球環境研究所・教授	大気科学・電波 天文 理学博士	宇宙環境/惑星大気 平成21年4月24日追加		
NOZAWA SATONORI 野澤 悟徳	太陽地球環境研究所・准教授	超高層大気物理 博士(理学)	宇宙環境/磁気圏・電離圏環境 平成21年4月24日追加		
ABE FUMIO 阿部 文雄	太陽地球環境研究所・准教授	宇宙物理 理学博士	宇宙環境/重力レンズによる惑星探索		
SEKI KANAKO 関 華奈子	太陽地球環境研究所・准教授	宇宙空間物理 博士(理学)	宇宙環境/宇宙プラズマ現象		
KIMURA YOSHIFUMI 木村 芳文	多元数理科学研究科・教授	数理物理 理学博士	宇宙環境/流体シミュレーション		
MASUDA SATOSHI 増田 智	太陽地球環境研究所・准教授	太陽物理 博士(理学)	宇宙環境/太陽の変動		
ARAKAWA MASAAHIKO 荒川 政彦	環境学研究科地球環境科学専 攻・准教授	惑星科学 博士(理学)	宇宙環境/惑星形成 辞退 平成22年10月1日		
ONISHI TOSHIKAZU 大西 利和	理学研究科附属南半球宇宙観 測研究センター・准教授	電波天文 博士(理学)	宇宙進化/分子雲と星生成 辞退平成21年4月24日		
FUJII RYOICHI 藤井 良一	太陽地球環境研究所・教授	太陽地球物理 理学博士	宇宙環境/磁気圏・電離圏環境 辞退平成21年4月24日		
KATSURAGI HIROAKI 桂木 洋光	環境学研究科地球環境科学専 攻・准教授	非線形物理学 博士(理学)	宇宙環境/衝突現象・粉体物理 追加 平成23年4月1日		

機関（連携先機関）名	名古屋大学
拠点のプログラム名称	宇宙基礎原理の探求－素粒子から太陽系、宇宙に至る包括的理解－
中核となる専攻等名	理学研究科素粒子宇宙物理学専攻
事業推進担当者	（拠点リーダー）杉山 直・教授 外24名
<p>【拠点形成の目的】</p> <p>本拠点は、多様性と普遍法則、分野間融合をキーワードに宇宙の包括的理解を目指した。それとともに、研究の基礎力と自主性をキーワードとした教育により、研究者、及び広く社会に貢献する国際的人材の養成を行った。宇宙には、素粒子から元素、塵、惑星、恒星、銀河、銀河団、大規模構造、さらには宇宙そのもの、すなわち時空に至る多様な物質・構造の階層が存在している。各々の対象についての研究は、本拠点の先進的な活動も含め、国際的に急速に進展してきている。しかし、宇宙の真の理解のためには、多様な階層の相互間に働く普遍的かつ基礎的な物理法則を見いだすことが必須である。そのためには、階層ごとに細分化して研究が進められている現状を改め、分野間融合を図ることが本質的に重要となる。そこで本拠点では、名古屋大学の宇宙、素粒子、太陽地球系物理学研究が融合し、実験と理論研究が強固に結びつき、新たな研究の流れ、世界トップレベルの研究成果を生み出すことを目指した。また研究を通じて、個々の分野を越えた広い視野をそなえ、高いレベルでの研究の基礎力に立脚し、自主性を持って新しい分野を切り開いていく、国際的研究者の育成を進めた。そのために広く人材を集め、世界レベルの教育研究拠点を形成した。</p> <p>【拠点形成計画及び達成状況の概要】</p> <p>全体として、当初計画を順調に実行できた。以下、項目ごとに計画及び達成状況をまとめる。</p> <p>【運営】 拠点リーダーの下に、拠点形成に関わる最終決定機関として事業推進担当者全員で構成（学生代表がオブザーバー参加）する運営委員会（2ヶ月に1回程度開催）を、及び迅速に実務を担当するために少人数（8名）で構成する企画委員会を設置し、運営に当たった。また、国際諮問委員会（5名）を委嘱し、平成20年度末に行われた第1回国際会議に出席をいただき諮問を受け、続いて平成22年度末に中間評価を、平成24年度末（拠点国際会議）に最終評価を受けた。さらに、拠点リーダーの下、実務を担当する組織として、教育推進室、研究推進室、国際支援室、技術支援室、そして事務支援室を設置し、プログラムを推進した。また各年度の始めには、事業推進担当者、特任教員がリトリート（合宿）を行い、当該年度の具体的な事業計画を検討した。また年度末には、拠点全体で成果報告会を実施した。</p> <p>【研究】 宇宙の進化と多様性、素粒子と宇宙の時空の起源、宇宙環境の変動と進化、の3研究分野について、独自の国際拠点や基幹的役割を果たしている大型国際共同プロジェクトでの活動を中心に、先鋭的研究を行った。また、4つの分野間連携課題、「暗黒物質・暗黒エネルギー」、「物質と時空の起源」、「宇宙プラズマと粒子加速」、「星間物質と構造形成」を設定し、研究活動を推進している。各々の課題ごとにセミナーを開催し、各々のテーマについて各々2回国際会議を実施した。平成22年度と平成24年度は、国際諮問委員会より国際評価を受けるため、各テーマごとではなく、拠点全体として国際会議を開催した。また、最先端装置開発・製作技術を推進するためのものづくり研究会・セミナー（年10回程度）を実施、成果発表の場として「ものづくり博」を3回開催した。</p> <p>【教育・人材育成】 物理学の広範な基礎知識を獲得するためのプログラム、物理学Minimaを実施した。テキストを作成し、e-learningにより、学習、評価できる体制を作った。また、物理学Minimaのために、大学院のカリキュラム改訂を行った。学生の自主性を引き出すため、学生主導のリトリート（合宿）を毎年1回開催した。また、若手の自主的な研究活動をサポートするために、1件100万円以内の若手自発的研究経費を審査に基づき配分した（年約30件）。分野間連携研究課題に対応して、若手が主催する分野横断セミナーを実行した（年10-20件）。また、広い視野を獲得するために、実験と理論の学生の交換プログラムを実施した。最先端装置開発・製作技術を獲得するためのものづくり講義、実習を開講した。キャリアパス、男女共同参画などについての支援セミナーも実施した（年数件）。</p> <p>【国際化】 大学院生を、海外協力大学院に数ヶ月単位で派遣し、現地副指導教員の指導を仰ぎ、研究を推進した（年数件）。特任教員を海外協力大学院に派遣し、連携を進めた。海外からの留学生の積極的な獲得を行った（GCOE枠としては合計8名入学）。物理学Minimaについて、英語版も用意し、留学生に対する対応を行った。国際スクールを分野連携研究課題ごとに年平均2件行った。海外（オックスフォード大学）でのスクールも実施し、現地の学生や教員と交流する機会を作った。海外の研究拠点への学生派遣、また学生の招聘も進めた。会話と発表練習、語彙構築を中心とした若手向け実践的英語教育講座を毎年開講した。</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。

## 【研究】

海外で運用している研究拠点（チリ・ニュージーランド・南アフリカの望遠鏡など）や大型国際共同研究（天体観測衛星プロジェクト、ヨーロッパのLHCやOPERA、EISCATなど）を中心に国際的な研究を展開した。すざくX線衛星やあかり赤外線衛星の開発、運用から解析まで世界を主導し、あかり赤外線全天マップの完成やそれを用いた星間物質循環の研究、次期X線望遠鏡に向けた技術開発等、多くの国際的成果が上がっている。チリのNANTEN2電波望遠鏡は銀河系内の様々な分子雲の存在と形態を明らかにし、海外のフェルミ衛星、空気チェレンコフ望遠鏡などのガンマ線天文学の研究者と連携しながら宇宙線加速源の実態に迫った。ニュージーランド広視野望遠鏡MOAは年間500個以上の重力マイクロレンズアラートを世界中に発信して同分野を支えながら、単独でも浮遊惑星の存在を明らかにした研究は海外メディアにも大きく取り上げられた。海外大型共同研究である素粒子実験分野では、LHC実験においてミュオン検出器建設を主導してヒッグズ粒子発見に貢献し、またトップクォーク対生成断面積の測定や超前方測定による超高エネルギー宇宙線の相互作用検証など名古屋独自の成果で存在感を示し、BELLE実験では、タウ稀崩壊の探索や検出器アップグレードで国際的にリード、OPERA実験では原子核乾板の独自性を生かしてニュートリノ振動によるタウニュートリノ事象出現を確認、スーパー神岡実験ではニュートリノ観測による軽い暗黒物質に対する最も厳しい制限を与える、など、国際的な成果に着実に結びついている。一方、理論面では、電子およびミュオン粒子の異常磁気能率の量子電磁気学における10次の理論計算に成功した。これは、実験と比較する理論計算として、物理学史上、最も精密な理論計算値であり、これにより量子電磁気学の精密検証は新たな段階に進んだことになる。素粒子標準模型を超える模型の探求としては、超対称模型などにおいて、真空の安定性、暗黒物質候補粒子の直接測定可能性、中性子の電気双極子モーメントの計算を行い、これらの模型への制限を得た。暗黒エネルギー理論としては、ファントムスカラー理論と $f(R)$ 修正重力理論の比較を行い、これらの理論におけるビッグリップ特異性発現の起源を解明した。暗黒エネルギーの観測的検証を行う目的ですばる望遠鏡に超広視野カメラを新たに装着するが、そこで実施する探査計画立案のための大規模数値シミュレーションを実行した。ハドロン理論の分野では、隠れた局所対称性をもつ有効理論を用いた理論解析や重イオン衝突実験結果解析に流体モデルを適用し、実験における測定結果との詳細な比較を行った。また、素粒子物理における標準データベースである Review of Particle Physics の更新にも貢献している。

太陽地球系分野では、太陽地球系物理に関する国際協同研究プログラムCAUSES IIの窓口として国際連携研究を牽引し、GEMSISプロジェクトの推進やERG衛星計画の始動をはじめ、地上ネットワーク観測を展開して国際的成果を出している。世界最大の夜間大気光イメージング観測ネットワークである超高層大気イメージングシステム（OMTIs）により、高緯度から低緯度までの熱圏・中間圏の大気波動の伝搬特性を明らかにするとともに、プラズマ圧を担う高エネルギー粒子の運動と電磁場の時間変動を同時に矛盾なく記述する新しい内部磁気圏モデルの開発、放射線帯の長期変動の発見、IPSによる太陽風観測データに基づく前太陽活動極小期の特異性の発見、成層圏突然昇温（SSW）が極域中間圏・熱圏・電離圏の温度構造および大気ダイナミクスに与える影響の重要性の指摘など、宇宙天気、宇宙気候の分野で独自の成果をあげている。

## 【教育・人材育成】

国際的に魅力のある大学院づくりに取り組み、2009年から2011年にかけてGCOE大学院留学生を国際募集した。GCOE英語版ウェブの充実、名古屋大学国際拠点の活用、GCOE教員による国際会議等での告知などの手法を用いてリクルート活動を行い、合計で23名の学生が受験した。このうち、8名の学生（韓国、ポーランド、中国、クロアチア）が合格し、GCOE大学院留学生としてこのGCOEプログラムでの教育を受けた。このうち、2名の学生は2012年秋に名古屋大学の博士（理学）を取得し、海外で研究を続けている。他の学生も、名古屋大学での、博士（理学）の学位取得を進めている。GCOE発足時の海外連携大学（カリフォルニア大学バークレー校、オックスフォード大学、ミシガン州立大学、レスター大学）に加え、オハイオ州立大学、コロラド大学ボルダー校とも国際交流協定を締結した。これらの海外連携大学には、計13名の大学院生を1ヶ月～3ヶ月の期間派遣し、日本人学生の国際化をはかった。その成果は、レフェリー付き論文誌への共同研究論文の掲載（5件）、連携大学との共同研究の持続として着実に得られており、また、これらの大学に派遣した大学院生が、名古屋大学での博士学位取得後、海外大学においてポスドク研究員として採用された複数の例があった。海外で開かれた国際研究集会に積極的に大学院生を派遣した（計77人）。これらの発表に関係する31編の研究論文がレフェリー付き論文誌に掲載され、18編のプロシーディングス論文が発表されている。また、3名の学生が優秀発表賞に選ばれた。

「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	名古屋大学	拠点番号	G07
申請分野	数学、物理学、地球科学		
拠点プログラム名称	宇宙基礎原理の探求		
中核となる専攻等名	理学研究科素粒子宇宙物理学専攻		
事業推進担当者	(拠点リーダー名)杉山 直		外 24 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および拠点形成全体については、物理学Minima（物理学の広範な基礎知識を獲得するためのプログラム）の実施など大学院教育のカリキュラム創出と制度の改革に重点をおくユニークな取組がなされ、当初の目的は達成された。この方策は、大学院博士後期課程への進学率向上をめざす大学全体の方針に沿うもので、経費・スペース面や人事面などにおける大学の組織的支援も適切であり、素粒子宇宙起源研究機構の開設により、今後の研究面での継続性の見通しが立っている。

人材育成面については、大学院教育のカリキュラムの国際化を含め、教育面での努力は評価に値する。結果として博士課程在籍者に対するレフェリー付論文発表の割合は年ごとに増加し、本プログラムの前後で比較すると2倍以上に増加している。中間評価を受けて、当初のプログラムが多彩すぎた点は幾分緩和されたようではあるが、全体にやや教えすぎの印象も受ける。また、大学院学生を名古屋大学からの内部進学だけでなく国内外から集めること、および大学院学生に対する経済的な支援の充実ならびにキャリア・パスの形成の課題は、今後に残されている。

研究活動面については、国際共同研究、観測等で大きな成果を挙げており、分野横断的な研究テーマについても、すこしずつ成果が上がっているように思われるが、発表論文に関するかぎりでは、国内の研究者の連名のものが多い。一部の若手の活躍を除いて、世界的なレベルの成果が見られないように思われる。

補助金の効果的使用については、適切であったと思われる。

今後の展望については、国際的な教育研究拠点として質的な飛躍をするためには、スケール間を融合するという本プログラムの視点をより具体的な研究計画につなげることが期待される。そのためには教育重点化もさることながら、教員自体の研究時間の確保が強く望まれる。一方で、若手研究者層の科学研究費補助金獲得あるいはアカデミックポストへの就業が、あまり進んでいないように見受けられることから、学内の措置に頼らない自立した研究者養成にむけて、一層の指導を進めてほしい。