

世界トップレベル研究拠点（WPI）プログラム 平成21年度拠点構想進捗状況報告書

ホスト機関名	東京大学	ホスト機関長名	濱田純一
拠 点 名	数物連携宇宙研究機構	拠 点 長 名	村山 齊

拠点構想進捗状況概要

組織 村山機構長が9月からバークレー校での講義を再開したが、機構長職に留まり、以前にも増して職務に専念している。1年のうちの70%をIPMUでの職務に充て、30%をバークレーに滞在し、バークレー滞在30%のうち半分は新設されたIPMUバークレーサテライトで過ごすので、全体で85%の時間をIPMUのために使っている。柳田勉がIPMU専任教員になった。数学では土屋昭博と神保道夫が主任研究者を辞め、新たにアレクセイ・ボンダルが主任研究者に任用された。機構研究者の総数は165（併任、学生、1ヶ月以上の長期ビジターを含む）名となった。専任研究スタッフ60名のうち35名が外国人である。事務スタッフは総勢37名で、そのうち20名がバイリンガルである。カリフォルニア大学バークレー校との間で全学国際学術交流協定が締結され、それに基づいてIPMUバークレーサテライトが2009年12月に開設された。

研究活動 国際会議が11回、セミナーが140回開催された。432名の訪問者のうち345名が海外からの訪問者だった。198編の論文が執筆され、100編が掲載された。特筆すべきは大栗主任研究者と山崎雅人による超弦理論で結晶融解模型を使ったブラックホールの量子状態の解明に関する論文と、野本主任研究者と共同研究者によるこれまででいちばん明るいタイプIa超新星の観測に関する論文である。XMASSデータ収集の準備を始めている。村山機構長による「SuMIRe」提案が総合科学技術会議の最先端研究開発支援プログラムに採択された。これは暗黒物質と暗黒エネルギーの解明を目指すという我々の目標にとって大きな後押しとなる。

受賞 杉本茂樹が「ホログラフィック量子色力学によるハドロン物理学の理解」に関する研究で湯川朝永賞を受賞した。この研究は超弦理論を検証可能な現象に応用出来るという意味で重要である。大栗博司が「トポロジカル超弦理論の研究」で仁科記念賞を受賞した。前田啓一が超新星爆発の理論的および観測的研究で日本天文学会研究奨励賞を受賞した。佐藤勝彦が「インフ

レーション理論」で日本学士院賞を受賞した。梶田隆章が「大気ニュートリノ振動の発見」で第1回戸塚洋二賞を受賞した。

分野間の交流 世界中から、この分野の第一人者である32名の数学者と34名の物理学者を集めて開催されたフォーカスウィーク「新しい不変量と壁越え」はIPMUにおける研究活動の象徴といえる。この分野は、数学では高次元幾何学の分類に新しいアイデアをもたらす一方、超弦理論の低エネルギー有効理論やブラックホールの量子状態の解析、さらにはゲージ理論の強結合効果などの物理学で重要な役割を果たす。数学者、物理学者、さらには天文学者の間の日常的で活発な交流が、IPMUの特徴として、広く世界の研究者の間で知られるようになっている。

建物 柏キャンパスに建設中の新研究棟が完成し、平成22年1月中に入居した。これによって、現在数カ所に分散しているスタッフが一カ所にまとまること出来、機構設立時の大切な理念であった「開かれた研究体制と垣根を越えた交流」を具現するための設備の部分が整った。

啓蒙と広報 一般講演を10回開催した。新たにIPMUニュースを3回発行し、1分間ビデオを3回出した。機構に関する記事が117回メディアで取り上げられた。

フォローアップ委員会への返答 平成20年度で指摘された、1) 数学と物理学の実りある連携、2) テニユア職と大学院生の受け入れ問題に関するホスト機関の支援、3) IPMUを恒久的な研究所として確立するための拠点長の継続的な指導力、の3点の改善項目に関しては着実に対応しつつある。

1. 拠点構想の概要

【応募時】

本拠点は、数学、物理、天文の連携により宇宙の起源と進化の解明を目指す世界に類のない融合研究拠点である。現代基礎科学の最重要課題である暗黒エネルギー、暗黒物質、ニュートリノ、統一理論（超弦理論や量子重力）を主たる研究テーマとする。特に、世界トップレベルの数学者と理論物理学者の共同研究を展開することにより、統一理論に必須な新しい数学の創成を目指す。最新鋭実験施設からの精密データを解析する新しい数学的手法を開発する。また将来の実験への戦略・開発にも取り組む。このユニークな環境によって、創造性に富む優れた若手研究者が育成される。

自然の基本法則の発見は歴史的に新しい数学を必要とし、またこれによって数学の重要な発展を促してきた。たとえば、1990年以降の数学のフィールズ賞の4割が場の量子論や弦理論といった素粒子の最先端の分野と深いかわりのある研究に対して与えられた。この数10年の間に数学にこれほどインパクトを与えた分野は他にはなく、またこの傾向はさらに加速しつつある。日本では数学と物理学のそれぞれの分野で輝かしい成果がある。本拠点は世界トップレベルの数学者と物理学者を結集し、分野間の垣根を取り払い、より創造的な研究を可能にする環境を提供するものである。

実験分野における我が国の優位は明らかである。スーパーカミオカンデとカムランドに代表されるニュートリノ観測実験では世界の最先端にある。また、すばる望遠鏡を使った広視野撮像探査のための機器も制作中であり、完成後約10年間にわたり観測宇宙論や天体学において、きわめて優位な地位を占めることになる。世界最大の加速器であるLHCは近い将来運転を始め、宇宙のビッグバンを再現する素粒子衝突実験のデータを使った研究が可能になる。世界トップレベルの数学者、理論物理学者、天文学者および実験物理学者を一箇所に集め、上記全ての実験データを有機的かつコヒーレントに活用することで、宇宙の謎を解き明かすのが目標である。

この構想は、純粋数学から理論・実験物理、天文学、応用数学に及ぶ広範な基礎科学分野を包含する世界に類の無い研究拠点を構築するものである。が世界的に優位に立っている分野を戦略的に結集することで、国内外の第一線で活躍する研究者を本拠点に引きつけることを目指している。

我が国は、日本の女性研究者を引き付けるため、世界トップレベルの女性研究者を雇用し、また、アジアの研究者も広く結集する。

【平成21年度実績／進捗状況／応募時からの変更点】

拠点構想進捗状況概要で述べた以外に追加することはない。

2. 対象分野

【応募時】

数学と物理学の融合分野

自然の基本法則の探求のためには新しい数学を発明する必要があり、数学の多くの発展の要因となって来た。例えば、1990年以來のフィールズ賞の約4割が物理学における量子場の理論や弦理論に関わりの深い分野に授与された。数学にこれほど大きな影響を与えた科学の分野は他にはなく、今後この傾向はさらに加速していくであろう。逆に、数学で発展した理論的技術は素粒子物理学の進歩に甚大な影響を及ぼした。例えば、数学の発展は量子場の理論や弦理論で20年前には考えられなかったような強結合の効果の理解を可能にしている。

過去数10年の間、弦理論の幾何学への応用がすばらしい発展を生んで来た。ミラー対称性は物理学者が予言し数学者が証明した新しい数学的構造で、シンプレクティック多様体のグロモフ・ウィッテン不変量の計算に強力な手段となった。また数学者と物理学者の共同研究から、この数学がゲージ理論のインスタントン、可積分統計系、組み合わせ論等の数学の他の分野と驚くべき関係を持っていることがわかった。現在これは幾何学で最も活発な研究分野の一つであり、この発展によりKontsevichとOkounkovがフィールズ賞に輝いている。この数10年の間に数学にこれほどインパクトを与えた分野は他にはなく、またこの傾向はさらに加速しつつある。日本では数学と物理学のそれぞれの分野で輝かしい成果がある。この拠点は世界トップレベルの数学者と物理学者を一つの場に結集し、分野間の垣根を取り払い、より創造的な研究を可能にする環境を提供するものである。

米国国立アカデミーの報告書“Rising Above the Gathering Storm”は、数学と物理学の優位を保つことが、科学技術における国際競争で勝ち抜く鍵であるとしている。さらに、期を同じくして、日本学術会議も、基礎数物科学に若者が進まないという最近の傾向から、我が国の数学の基盤の危うさに警鐘を鳴らしている。数学分野の再生は国家の急務、社会の要請でもあり、当拠点構想は時宜を得ている。

数学と物理の研究スタイルは非常に異なっている。それぞれのスタイルを守ることは、研究の成果を最大限に挙げることであるが、数学と物理の連携に対しては、特段の配慮が必要である。数学の主任研究者は駒場に2人いるが、他の2人の数学の主任研究者は、柏に常駐し物理との橋渡し役となり、数学と物理の研究活動の中心となる。全ての数学者と理論物理学者が集まる研究会を年2回ほど開催する。日常的には、頻繁な電話連絡やテレビ会議による議論が行われる。そのため最新のインターネットを用いた、会議システムやメッセージ伝達手段を導入し、年365日24時間休みなしのコミュニケー

【平成21年度実績／進捗状況／応募時からの変更点】

平成21年度は、銀河ダークマター探索実験からふたつの興味深い結果が出た。まだ発見とは程遠い信頼度だが、これまで検出を逃れてきたダークマター粒子に我々が近づきつつあるという予感を感じさせる。

2006年にロシアのソエーズを使って打ち上げられた磁場付き質量分析装置で宇宙の反物質フラックスを測るPamelaプロジェクトが異常に大きな陽電子フラックスの存在を報告した。ダークマターの有力候補である超対称性粒子ニュートラリーノはお互いに衝突消滅して粒子反粒子のペアを作るので、このような現象は天体ダークマター観測の標準的な信号である。一方、2003年にミネソタ州スタン鉱山に設置された極低温ゲルマニウムおよびシリコン検出器を使ってWINPとして振る舞うダークマター粒子を探しているCDMSグループが、予想されるバックグラウンド1事象以下に対して2事象を観測した。

Pamelaプロジェクトは少なくとも今後3年以上続く。また、CDMSグループは2010年夏までに装置を今の3倍程度拡大する。IPMUでは素粒子論グループのメンバーがいくつかの論文を発表してPamelaの結果について考察を与えた。彼らは将来出てくると思われる信頼度の高い結果への準備が出来ている。神岡サテライトでデータ収集の準備が進んでいるXMASSは、もうすぐ天体ダークマター探索レースの仲間入りをする。

ション手段を確保する。

実験分野においても、我が国の優位は明らかである。スーパーカミオカンデとカムランドに代表されるニュートリノ観測実験では世界の最先端にある。また、すばる望遠鏡を使った広視野撮像探査のための機器も制作中であり、完成後約10年間にわたり観測宇宙論や天体学において、きわめて優位な地位を占めることになる。世界最大の加速器であるLHCは近い将来運転を開始し、宇宙のビッグバンを再現する素粒子衝突実験のデータを使った研究が可能になる。世界トップレベルの数学者、理論物理学者、天文学者および実験物理学者を一箇所に集め、上記すべての実験データを有機的かつコヒーレントに活用することで、宇宙の謎を解き明かすことが目標である。これが世界トップレベルの研究者を本拠点に引きつけるもう一つの理由である。

このような研究機関は世界でも類を見ない。Kavli Institute for Theoretical Physicsは理論物理学ではすばらしい研究環境を持つが、あくまでも理論物理学だけである。また、世界には数多くの数学と理論物理学の研究所がある。例えばケンブリッジのIsaac Newton Institute for Mathematical Sciences、プリンストン高等研究所、フランスのIHES、バークレーのMathematical Sciences Research Instituteなどである。しかし、どれも実験物理学はプログラムに入っていない。また、理論と実験物理学の研究所としては欧州原子核研究機構(GERN)、フェルミ国立研究所(Fermilab)、スタンフォード線形加速器センター(SLAC)、それに我が国の高エネルギー加速器機構(KEK)等があるが、数学は入っていない。本拠点で提案する科学研究は、そのユニークな異分野融合と、その結果生まれる学問的科学的ブレイクスルーへの期待によって、国内外のトップクラスの研究者を引きつけることができるであろう。

本拠点は、科学の最先端で活躍する国内外のトップレベル研究者が目指し、優れた研究人材が蓄積される研究機関として期待される。それだけでなく、社会がその存在を誇ることで、基礎科学の「世界から見える」牽引車として、新しい「場」を作ることを目的とする大胆かつ意欲的な研究所であり、さらには、全科学の基盤としての数学の強化を求める社会の要請にも応えるものである。

3. 研究達成目標

【応募時】

本拠点での研究から最終的にどのような成果が出るのかを現時点で正確に予測することは難しいが、いくつかの大きな成果の可能性と本拠点の学際的な研究による相互触発の重要性を推測してみる。

- 宇宙の暗黒物質の正体について統一的描像を構築する。神岡での地下実験による暗黒物質の検出、LHC のデータの高度な解析により、暗黒物質の正体をつきとめる。この際、本拠点で開発された新しい数理解析の手法が鍵になる。拠点の理論物理学の研究者はこれらの様々なデータを統一的に理解する枠組みを考え、ニュートリノやガンマ線による検出方法を予言し、新しい最先端装置の開発を行い、新しい実験計画を考案する。同時にこの暗黒物質についての新しい知見を包含する統一理論の構築が始まる。弦理論に基づく統一理論から実験への予言を引き出すために新しい手法を生み出す。さらにその手法を用いて拠点の数学者が多様体の未知の不変量を発見する。それは幾何学の大問題の解決への手がかりになる。
- 大規模な三次元銀河分布の観測から宇宙の加速膨張を引き起こしている暗黒エネルギーの性質を割り出す。拠点の応用数学者により弦理論の解の空間の「全貌」を調べる方法を開発し、多くの解の中に観測データで示唆されるような暗黒エネルギーの性質を持つものがあることを示す。その結果によっては、宇宙の将来は加速膨張が永遠に続くのではなく、原理的には量子論的な泡の生成により、現在の宇宙がエネルギーの低い解へトンネル効果で遷移し、減速膨張の宇宙に変わることを示す。
- 銀河分布の観測から得られるもう一つの情報は密度揺らぎのスペクトル指数で、これによりインフレーション宇宙のモデルに制限をつける。インフレーション宇宙のような時間に依存する弦理論の解は、現在よくわかっていない。拠点の物理学の研究者は数学の可解系の研究者と協力して時間に依存する解の記述法を作り出す。これをふまえて天体観測者、素粒子論と弦理論の理論家が共同して、現在の観測データが弦理論の解を著しく限定することを示す。そして、その解から更にテンソル・モードの密度揺らぎ等の宇宙論的予言を行い、本拠点の観測で予言を検証していく。また大規模データから微妙なシグナルを読み取るための解析の必要性は応用数学と統計学の研究者に新しい解析の手法の開発を促し、新手法を用いて予想されていなかった暗黒エネルギーの振る舞いを見つける。

【平成 21 年度実績／進捗状況／応募時からの変更点】

応募時に掲げた研究目標に変更はない。今後 10 年程度の時間スケールで暗黒物質と暗黒エネルギーを解明するか、少なくともその核心に迫るという目標の達成に向けて、理論と実験の両分野で着実に進展させている。

超弦理論、統一理論、数学

この分野の最先端の数学者と物理学者を結集させて、フォーカスウィーク「新しい不変量と壁超え」を開催した。このテーマは、数学的には高次元の幾何の分類問題に新しい見方をもたらす一方、超弦理論の低エネルギー有効理論、ブラックホールの量子状態の分析、あるいはゲージ理論の強結合現象などの物理学的問題の理解などにつながる。まさに、当機構が推進する数学と物理が融合する最先端の分野である。

(フォーカスウィークはIPMU特有の1週間にわたる国際集会で、先端分野の専門家が一堂に会し活発な議論を闘わせる場である)

数学に関するフォーカスウィーク「量子化、可積分系、表現論」が開催され、数学者と物理学者が長年にわたって未解決のままになっている「古典的問題」、つまり無限次元を持つ量子論が物理学での数々の輝かしい成功にもかかわらず、未だに数学的には確立していないという問題、が議論された。この分野の進展は数学物理学双方に予想もされなかった進展をもたらすかもしれない。

日常的な数学者と理論物理学者（主に超弦理論、彼らは毎週のセミナーを共同開催している）の交流により、数学と超弦理論の関係がよりはっきりしてきた。超弦理論の数学と各種幾何学との繋がりが、これまでは独立に取り扱われ、お互いに無関係だと思われてきたこれらいくつかの幾何学の圏論的統合について、よりはっきりとしたイメージが育まれつつある。

暗黒物質、暗黒エネルギー

「ダークエネルギー」国際会議とフォーカスウィーク「宇宙論における非ガウス性」を開催してダークエネルギーの現状の詳細な検討を行った。宇宙観測から得られる膨大なデータ処理のために、フォーカスウィーク「宇宙論における最先端統計分野」を開催した。

800キログラムの液体キセノンを使って暗黒物質を直接とらえるXMASS実

- 本拠点では次世代のニュートリノ実験の解析を進め、新しいタイプのニュートリノ混合を発見する。この発見で地球上にある鉄より重い元素が過去の超新星爆発により作られたのかどうかの理解が進む。さらに素粒子の質量と混合について完全な情報が得られるため、弦理論における多次元時空のコンパクト化に制限をつけられる。そして我々が宇宙に存在できる理由、つまり反物質と物質の非対称性の起源についてゲージ理論のトポロジーを変える遷移が関係していた可能性を強く示唆する。
- 陽子崩壊探索による物質の安定性の研究や宇宙膨張の研究により新しい「宇宙観」が生まれ、社会に思想的な影響を与える。

これらの研究の結果21世紀の数学と物理の新しいパラダイムが創成される。本拠点の推進する学際的研究は国民の科学に対する関心を高め、優秀な人材を数学、基礎科学に引きつける。ひいては日本の科学技術の基盤を強化することにつながる。

験の建設は最終段階に入り、データ収集の準備中である。一方、暗黒物質の有力候補である超対称性粒子をLHC実験データの解析で探す作業は昨年に引き続き続けられている。フォーカスウィーク「LHCにおける新しい物理とQCD」を開催した。標準理論を越える新現象探索のためにはQCDの徹底した理解が必要となる。

2009年8月に5カ年計画「超広視野イメージングと分光によるダークマター・ダークエネルギーの正体の究明」が総合科学技術会議の最先端研究開発支援プログラムに採択された。国立天文台と共同ですばる望遠鏡のための次世代カメラを建設するもので、ダークマターとダークエネルギーの解明を目指す我々の目標にとって大きな後押しになる。この新しい装置は遙かかなたの3億以上の銀河の分布や分光を数年で観測する性能を持ち、膨張する宇宙の歴史に関して偏りのない情報を与える。

ニュートリノ

スーパーカミオカンデに100トンのガドリニウムを入れて過去の超新星爆発でできたニュートリノをとらえようとするGADZOOKS計画の小型予備実験EGADSの準備が始まった。カムランドにキセノンガスを入れてニュートリノの出ない2重ベータ崩壊を探す計画は、今年度から科研費特別推進を獲得して準備が進んでいる。キセノン140kgの発注と液体シンチレータの開発は終わり、キセノン含有液体シンチレータ用バルーンフィルムの複数の候補のガス透過度・強度・接着性のテストと、キセノン精留装置の設置場所の整備が進んでいる。

研究者数、研究活動、論文

常勤研究者を教授 11 名、准教授 8 名、助教 5 名、博士研究員 36 名に増やした。主任研究者、常勤研究者、併任研究者、学生および長期滞在研究者（1 ヶ月以上）を合わせた研究者の数は 165 名になった。100 編の論文を査読付きジャーナルに掲載した。プレプリント 178 編を出し、その多くが査読付きジャーナルに投稿中である。セミナーは 140 回開催した。432 名の訪問者があり、そのうち 345 名が海外からの訪問者だった。

国民の科学に対する関心と日本の科学技術の基盤強化への貢献

IPMUが推進する研究の重要性と面白さを一般市民に伝えるための努力は最大限行っている。多くの一般講演会や展示を開催し、その多くの場合機構長や主任研究者といったベストメンバーに出てもらっている。すべての一般講演会では講演の後の質疑応答の時間を十分に設け、出席者が直に研

究者と話ができるように取りはからっている。これまで、すべての一般講演会は大成功をおさめている。一般市民の宇宙に対する高い関心とこのような科学研究になんらかの形で関わっていきたいという熱意を感じる。日本に女性研究者を増やす活動にも真剣に取り組んでいる。その一環として女子中学生と高校生を対象にした企画を行った。

今後、このようなアウトリーチ活動を数学でも行いたいと考える。現代日本の多くの若者にとって、数学はそれ自体が興味ある研究対象ではなく、単に必修科目とか他の分野の問題を解く手段となってしまっている。IPMUはこの傾向を反転させたいと考える。その第一歩として2010年3月に科学技術振興機構との共催で高校生を対象とした数学のサイエンスキャンプを開催した。20名の定員に対して、我々の予想に反して日本中から多くの熱心な応募者があった。参加者は三角形の内角の和が180度にならない幾何があることを学んだり、ボーズ粒子とフェルミ粒子を使って「無限を数える」簡単な思考実験をしたりして、大いに興味をそそられたようであった。

8月の総合科学会議による「SuMIRe」プロジェクトの最先端研究開発支援プログラムへの採択は、研究自体の重要性が認識されただけでなく、精密天体観測が日本の科学技術基盤強化におよぼす波及効果の大きさについて政府や一般市民に説明する、我々のたゆまない努力の結果である。

4. 運営

【応募時】

①事務部門の構成

事務職員は本拠点に不可欠である。事務組織は、拠点長、副拠点長、事務部門長から成る運営委員会の下にある。この拠点は大学総長室に直属し、途中に他の事務組織が介在しないため、大学は本部の事務資源を本拠点に提供する立場にある。従って本拠点の運営委員会は大学本部に直接アクセスし、その資源を共有する。大学総長室との直接的な結びつきにより、本拠点の事務組織はスリムでありながら、拠点の研究者に対して最適な環境を極めて効果的に提供することになると予想される。

本拠点においては、事務部門長の管理の下に、1)総務・人事、2)予算管理・会計、3)情報・広報および社会的活動、4)国際交流に専念する担当係を有することとする。各係は係長と数名の係員、補佐職員で構成さ

【平成21年度実績／進捗状況／応募時からの変更点】

①事務部門の構成

平成21年度終了時点の事務部門職員数は37名で、そのうち25名が研究支援職員（東京大学事務部門職員として採用ではなくIPMUが直接採用した事務職員）である。事務部門長1名が課長1名、主査1名の補佐を得て事務全体を統括する。その下に総務人事係に11名（広報担当1名、秘書4名を含む）、給与旅費係3名、国際交流係6名（シンポジウム担当1名、日本語教師1名を含む）、予算管理係2名、契約係3名、神岡サテライト事務4名、図書1名、計算機およびネットワーク2名、設備1名、企画調査1名を有する。

37名の事務部門職員のうち20名がバイリンガル（英語と日本語）、3名が高エネルギー物理学のバックグラウンドを持つ。これがチームとなって、

れる。これらの係は日常的業務と共に、必要な場合は直接拠点長の指揮下で業務を行う。本拠点における国際交流係は次のような特に重要な役割を果たす。すなわち、外国人研究者やビジターに住居を世話し、その子女のためにインターナショナルスクールを世話することや、国際会議およびワークショップ開催の支援業務を行う。このため、多数の部署に経験豊富なエキスパートを雇用し、事務職員の半数以上をバイリンガルとすることを計画している。

②拠点内の意志決定システム

本拠点の運営機関は拠点長、副拠点長二名および事務部門長からなり、大学総長室に直属の組織である。総長室の機能を活用することで事務の効率化を図り、研究者に理想的な環境を提供する。また事務員の半数は英語が堪能な者を採用する。総長との合意により、拠点長と主任研究者を除く本拠点の構成員の雇用、また本拠点の組織構成や運営について、拠点長にすべての権限が与えられている。拠点長は人事、財務、設備、施設、計算機等研究機器、そしてアウトリーチ等の対外公共活動に関する全ての決定に最終責任を持ち、拠点を運営する。拠点長は、必要場合は常に2名の副拠点長及び事務部門長の助けを得て拠点の業務を遂行する。事務部門長は事務部門を指揮し、事務処理そして研究者の活動を手助けする。

Scientific Advisory Committee (科学諮問委員会)は拠点長が選ぶ4～5名の主任研究者からなる科学諮問委員会である。拠点の予算と研究の方向性について拠点長に助言をする。科学諮問委員会の役割はあくまでも助言であり、最終的な決断は拠点長が行う。

主任研究者は自立した研究者であり、それぞれの研究は競争的資金等を獲得して行う。主任研究者は、研究の遂行に必要なポストドクや特任の教授・准教授・助教を雇うことを拠点長に提案することができる。拠点長は、科学諮問委員会に助言を求めつつ、自らのビジョンとプライオリティーに基づき雇用について決定する。

本拠点の研究活動をレビューし、本拠点が世界トップレベル研究拠点として目的設定に従って運営されているかどうか、また研究拠点としての成果が上がっているかどうかを評価するために、External Advisory Board (外部諮問委員会)を設置する。年一回、主任研究者の研究活動等をレビューして拠点長に助言する。

新採用者や訪問者、特に外国人、すべての世話をしてきた。このチームが、採用時の書類やビザ申請から始まって研究費申請の書類に至るまで、あらゆる書類を日本語と英語両方で出来るようなシステムを作り上げた。さらに、このチームはIPMUニュース(年4回発行の機構の話題や研究活動、さらには関連する広いトピックスを載せたバイリンガル誌)とIPMU年次報告書(英文)を発行した。また、バイリンガルのホームページを随時アップデートし、一般講演会やその他のアウトリーチ活動を開催した。

②拠点内の意志決定システム

応募時からの変更はない。拠点長は広い決定権限を与えられており、世界中から優秀な研究者を任用し、学会および一般社会で当拠点の研究を紹介して、拠点の存在意義を高めるべく最大限の努力をしている。これに関して拠点長は外部諮問委員会、科学諮問委員会、運営会議からそれぞれのレベルでの助言を得ている。

運営会議は拠点長および2人の副拠点長並びに事務部門長から構成され、週1回開催され通常業務が円滑かつ速やかに行われている。また拠点長が大学総長室と協議する際に、拠点の合意を形成する。

科学諮問委員会は大栗、河野、齋藤、Spiegel、柳田の各主任研究者から構成され、研究者の採用と研究戦略に関して拠点長に助言する。拠点長はこの委員会からの頻繁な助言に基づいてすべての教授、准教授、助教、研究員の採用を決めた。

大学から任命された外部諮問委員会の現メンバーは、五神真(東京大学)、J. Ellis (CERN)、海部宣男(放送大学)、Y.K. Kim (Fermilab/シカゴ大学)、小島定吉(東京工業大学)、D. Morrison (カリフォルニア大学サンタバーバラ校)、R. Peccei (UCLA、座長)、S. Kahn (SLAC/スタンフォード大学)である。S. Kahnは2009年度から新メンバーになり、海部宣男の任期は2009年度で終わる。最近では2009年8月に開催され、五神を除く7名の委員が出席した。

拠点長は、拠点運営の業務以外にも、有望な若手研究者のリクルートおよび本拠点での研究結果の社会への発信について、積極的に行動する。

③拠点長とホスト機関側の権限の分担

拠点長の任命と主任研究者の承認はホスト機関の長たる東京大総長が行う。それ以外の拠点人事および拠点の運営は、拠点長がこれを行う。

③拠点長とホスト機関側の権限の分担

総長室が村山拠点長の勤務形態の変更に関してカリフォルニア大学との交渉を基に最終決定を下した。さらに、拠点長が提案した数学主任研究者の変更も総長室によって許可された。その他の全ての研究者と事務職員の雇用や研究費の分担に関して拠点長が最終決定を下した。

5. 拠点を形成する研究者等

○ホスト機関内に構築される中核

主任研究者

	発 足 時	平成19年度末時点計画	最 終 目 標 (○年○月頃)	平成20年度実績	平成21年度実績 (11月27日現在)
ホスト機関内からの研究者数	10	10	10(2011年3月)	10	11
海外から招聘する研究者数	5	5	7(2011年3月)	5	5
国内他機関から招聘する研究者数	5	5	5	5	3
主任研究者数 合計	20	20	22(2011年3月)	20	19

全体構成

	発 足 時	平成19年度末時点計画	最 終 目 標 (○年○月頃)	平成20年度実績	平成21年度実績 (11月27日現在)
研究者 (うち<外国人研究者数, %> [女性研究者数, %])	20 < 5, 25%>	68 < 14, 21%>	195(2011年3月) < 69, 35%>	125 < 59, 48%> [6, 5%]	165 < 92, 56%> [10, 6%]
主任研究者 (うち<外国人研究者数, %> [女性研究者数, %])	20 < 5, 25%>	20 < 5, 25%>	22(2011年3月) < 6, 27%>	20 < 3, 15%> [1, 5%]	19 < 4, 21%> [1, 5%]
その他研究者 (うち<外国人研究者数, %> [女性研究者数, %])	0 < , %>	48 < 9, 19 %>	173(2011年3月) < 63, 36%>	105 < 56, 53 %> [5, 5%]	146 < 88, 61%> [9, 6%]
研究支援員	0	10	20(2011年3月)	22	27
事務スタッフ	3	10	10	11	10
合 計	23	88	225	158	202

「その他の研究者」は主任研究員を除いた教授6(外国人2、女性0)、准教授8(外国人2、女性0)、助教5(外国人2、女性0)、研究員36(外国人29、女性3)、併任59(外国人22、女性3)、学生2(外国人2、女性0)、1ヶ月以上の長期滞在者30(外国人29、女性3)の合計。

○サテライト機関

【応募時】

機関名①IPMU神岡サテライト

<役割>

ニュートリノグループとの連携が強固になる。

<人員構成・体制>

中畑雅行：宇宙線研究所附属神岡宇宙素粒子研究施設と、

井上邦雄：東北大学ニュートリノ科学研究センターが主任研究者として
滞在

<協力の枠組み>

【平成21年度実績／進捗状況／応募時からの変更点】

応募時に「IPMU神岡サテライト」を計画し、機構発足後に立ち上げて組織の体制や協力の枠組みを強化してきたが、その後、文部科学省担当官より「サテライト」の定義が示され、HOST機関内の宇宙線研究所に付随するこの組織はサテライトには当たらないことになった。しかし、これまで“IPMU神岡サテライト”の呼び名が多くのおきに使用されてきた経緯があるので、以下に昨年度に引き続き、この組織の体制と協力の枠組みを記しておく。

カリフォルニア大学バークレー校との間で締結された全学国際学術交流協定に基づいて「IPMUバークレーサテライト」がバークレーキャンパスに設置された。

“IPMU神岡サテライト”

<役割>

神岡研究施設では二つのニュートリノ実験（スーパーカミオカンデ、カムランド）が進行中で、暗黒物質探しの実験（XMASS）の建設が最終段階に入った。IPMUではスーパーカミオカンデを用いて過去の超新星爆発が作った背景ニュートリノの観測を試み、カムランドを用いてニュートリノの出ない二重ベータ崩壊の検出を試みる。またIPMUはXMASSの建設と物理解析に参加する。IPMU神岡サテライトはここで活動するIPMU研究者を支援する拠点となる。

<人員構成・体制>

東京大学宇宙線研究所神岡研究施設のチームは、鈴木洋一郎、中畑雅之両主任研究者の下に、准教授4名、特任准教授1名、助教7名、特任助教4名、研究員2名から構成される。また、東北大学ニュートリノ研究施設のチームは、井上邦雄主任研究者の下に、准教授2名、助教3名、研究員4名で構成される。IPMUからは、超新星背景ニュートリノに教授1名（Mark Vagins）と研究員1名、XMASSに准教授1名（Kai Martens）と研究員1名、ニュートリノの出ない二重ベータ崩壊に上級研究員1名、がそれぞれ加わっている。

<協力の枠組み>

“神岡サテライト”のメンバーは、他機関の研究者と緊密に連携して進

	<p>行中のスーパーカミオカンデ、カムランド実験を遂行する。ただし、IPMUの主目標はスーパーカミオカンデでは超新星からの背景ニュートリノ観測、カムランドではニュートリノを出さない二重ベータ崩壊検出、さらにはXMASSによる暗黒物質探しである。これらの計画はまだ多くの研究開発を要するので、緊密な共同研究が重要である。</p> <p><u>IPMUバークレーサテライト</u></p> <p><役割> 新設されたサテライトはIPMUとバークレー校物理学科の間で物理学、天文学、数学を含む幅広い分野での共同研究を行うための枠組みを提供する。最初の活動は現象論と超弦理論の両方を含む素粒子論の分野である。またこのサテライトがアメリカでのIPMUスタッフ候補の発掘を容易にすると期待している。</p> <p><人員構成・体制> 村山機構長がバークレー滞在中（30%）は半分の時間をサテライトで過ごし、2名の研究総括者（IPMUから柳田、バークレーからHall）の補助を得て全体の指導を行う。</p> <p><協力の枠組み> サテライトに所属する研究者は素粒子現象論で柳田グループおよび野尻グループ、超弦理論では大栗グループとそれぞれ共同研究を行う。</p>
<p>○連携先機関 【応募時】 機関名①国立天文台 <役割></p> <p><人員構成・体制></p> <p><協力の枠組み></p> <p>機関名②高エネルギー加速器研究機構</p> <p>機関名③京都大学物理学教室、数学教室および基礎物理学研究所</p>	<p>【平成21年度実績／進捗状況／応募時からの変更点】 機関名①国立天文台 <役割> すばる望遠鏡による観測はこれまで多くの成果を生み出した。IPMU研究者も国立天文台との緊密な共同研究のもとに、超新星観測や重力レンズ現象の観測で多くの成果を出してきた。国立天文台はIPMUと共同で装置に改良を加え、すばる望遠鏡の性能を飛躍的に向上させることによって、暗黒エネルギーの解明に取り組む。</p> <p><人員構成・体制> 国立天文台チームは唐牛宏教授（リーダー）以下、准教授1名、助教2名、研究員2名から構成。</p>

機関名④プリンストン大学天体物理科学教室

機関名⑤フランス高等研究所 (IHES)

<協力の枠組み>

国立天文台とIPMUは共同ですばる望遠鏡用の次世代広角度カメラ (HyperSuprimeCam) の制作と、暗黒エネルギー解明に重点をおいたデータ処理手法の開発を行う。「SuMIRe」プロジェクトの採択はこの協力体制の結果であり、今後も飛躍的に進展すると期待される。

機関名②高エネルギー加速器研究機構

<役割>

KEKの現象論チームはLHCにおける標準理論 (ヒッグズ粒子など)、それを越える理論 (超対称性粒子、ダークマターなど)、その上の新理論 (ブラックホール、余剰次元など) などの理論的考察を行う。

<人員構成・体制>

野尻美保子主任研究者以下、研究員 1 名、学生 2 名で構成。

<協力の枠組み>

IPMU現象論チームはブラックホールや余剰次元など、より宇宙論的見地からLHCデータに考察を与える。しかし、このためにはヒッグズ粒子や超対称性粒子についての詳細な知識が必要になる。したがって両チームの共同研究はお互いに有益になる。

機関名③京都大学物理学教室

<役割>

京都大学のニュートリノ実験グループはスーパーカミオカンデでニュートリノ混合現象の測定を推進する。特にT2K実験に重点を置く。

<人員構成・体制>

中家剛准教授以下、助教1名、研究員2名で構成。

<協力の枠組み>

京都チームはJPARCのニュートリノビームラインとT2K実験の前置測定器の建設に重点をおいている。一方IPMUチームはスーパーカミオカンデ装置自体に重点をおく。ニュートリノ振動の精密測定にはこの三つ全ての十分な理解が不可欠である。よって緊密な連携が重要になる。

機関名④プリンストン大学天体物理科学教室

<役割>

プリンストン大学チームはWMAPプロジェクトの歴史的成功に重要な役割を果たしてきた。同時にリーダーで主任研究者のDavid Spergel教授は暗黒物質探索と望遠鏡設計の世界的権威でもある。このグループからは、新しく建設されるHyperSuprimeCamカメラの開発、制作、データ解析にこれまでの豊富な経験に基づく貢献が期待される。

<人員構成・体制>

D. Spergel主任研究者の他、教授3名、助教1名、研究員3名で構成。

<協力の枠組み>

相原・野本両主任研究者と協力して、すばる望遠鏡における新型広視野カメラを製作し、その後、広視野深宇宙探査を行いダークエネルギーについての知見を得る。

機関名⑤フランス高等研究所 (IHES)

<役割>

IHESは最先端の数学研究機関の一つで、物理学と強い繋がりを持つ。現在、IHESとIPMU間で共同での研究員の確保を検討中。彼らを通じた交流が数学と物理のより強固な連携を促すだろうと考える。

<人員構成・体制>

現在所長であるJean Pierre Bourguignon教授とフィールズ賞のMaxim Kontsevich教授がIPMUと共同研究している。

<協力の枠組み>

Bourguignonは大栗、齋藤両主任研究者とともに、物理に動機づけられた数学の新展開を目指す。Kontsevichは Bondal、齋藤両主任研究者やその他のIPMU数学者と共同研究を行う。

機関名⑥京都大学基礎物理学研究所

<役割>

YITPは基礎的な理論物理学と数理論物理学の研究で長い伝統を持つ。IPMUにとって、ひも理論と量子場の理論での共同研究が特に有益である。

<人員構成・体制>

江口徹所長および井沢健一准教授で構成。

<協力の枠組み>

江口教授は大栗主任研究者と共同で弦理論に取り組む。井沢准教授は柳田主任研究者と素粒子論の共同研究を行う。

機関名⑦東北大学ニュートリノ科学研究センター

<役割>

神岡サテライトに拠点を置き、カムランドでの原子炉ニュートリノおよび地球ニュートリノ観測を継続するとともに、IPMUと連携してカムランドをニュートリノを出さない二重ベータ崩壊を検出する大型測定器に転換する可能性を探る。

<人員構成・体制>

井上邦雄主任研究者の下に、准教授2名、助教3名、研究員4名で構成。

<協力の枠組み>

IPMU 上級研究員1名と連携して、カムランド実験装置に変更を加え、ニュートリノを出さない二重ベータ崩壊現象の検出を目指す。

6. 環境整備

【応募時】

①研究者が研究に専念できる環境

拠点長は、研究者から研究以外の職務を免除するための事務スタッフと研究支援員を雇うための資金を保証する。さらに、東京大学の主任研究者については、大学総長室は、研究者が、自身の学科教育の義務の代理をさせることが可能になる手段を提供する。

②スタートアップのための研究資金提供

本拠点の主任研究者の多くは、競争的な研究資金を勝ち取ることに由り、すでに研究資金を保証されている。拠点長は本拠点によって雇われた若い研究者および博士研究員のためにスタートアップ資金を提供する予定である。

③ポストドク国際公募体制

ポストドクの募集は、その公募要領をPhysics Todayなどの主要国際雑誌に掲載する他、メール等で国内外の主要研究者に連絡し、優れた人材を広く求める。

④英語を使用言語とする事務スタッフ機能

素粒子物理学、数学、天文学においては、英語が研究者間の標準言語にすでになっている。当拠点の事務スタッフと研究支援員には英語の話せる職員を大学本部の人的支援を受けながら配置して行く予定である。

⑤研究成果評価システムと能力連動型俸給制度の導入

拠点長の給料は大学総長によって決定される。主任研究者用の毎年の給料は拠点長によって決定される。主任研究者以外の研究者の給料は、副拠点長に意見を聞いたうえで拠点長によって決定される。研究者の評価は厳密に業績に基づき、論文引用数、国際会議の招待講演、学際的な論文、競合する海外の研究機関での給料、また本拠点での指導的役割を含む。

【平成21年度実績／進捗状況／応募時からの変更点】

①研究者が研究に専念できる環境

事務部門37名のうち20名がバイリンガルであり、3名は高エネルギー物理学のバックグラウンドを持つ。この人員で強力なチームを構成して多岐にわたる業務を受け持ち、研究スタッフを雑用から解放している。

②スタートアップのための研究資金提供

全ての特任研究員（ポストドク）には、IPMUから年間50万円の研究費が予算配分される。それ以上のランクの研究者には必要に応じてスタートアップ研究資金が予算配分される。

③ポストドク国際公募体制

特任研究員（ポストドク）の公募は「Physics Today」、「CERN Courier」、「American Mathematical Society Magazine」、「American Astronomical Society Magazine」、IPMUホームページの英語版に掲載された。さらに電子メールで世界中に知らせた。

④英語を使用言語とする事務スタッフ機能

現在、37名の事務部門職員のうち20名がバイリンガルであり、全ての業務上のやりとりや報告事項が日本語と英語の両方でなされるようにした。昨年度に立ち上げたホームページはさらに整備されて、雇用契約や生活情報、セミナーやイベント、投稿論文の登録や各種書類の提出など、広い範囲で情報伝達の手段として活用されている。今では情報伝達手段として広く機構内外の研究者の間で利用されている。さらに、外国人研究者が気軽に事務スタッフを訪れて、何でも相談できるような雰囲気作りがなされている。

⑤研究成果評価システムと能力連動型俸給制度の導入

俸給制度に関して応募時からの変更はない。機構長の研究成果評価作業を支援するために、個別研究者に関するすべての必要情報を網羅したデータベースを作成した。もっともこのようなデータベースに表れない活動を正當に評価することも大切で、これにはIPMUで取っている「指導者制度」が有効だと考える。この制度では、主任研究者の中の1名が各若手研究者の指導と相談にあたる。

⑥世界トップレベルに見合う施設・設備環境の整備

大学は、本拠点のために柏キャンパスに新しい建物を建造する。建築様式は、米国カリフォルニア大学サンタバーバラ校でのカブリ理論物理学研究所、および米国カリフォルニア大学バークレー校の理論物理学センターでの大きなオープンエリアおよび施設を備えたスタイルを受け継ぐ。それは世界各地からの研究者に魅力的・競争的な環境を提供する。

⑦世界トップレベルの国際的な研究集会の開催

カブリ理論物理学研究所およびアスペン・センターで長い間開催されている物理学のためのワークショップと同様に、本拠点での年次国際会議も開催される。それらは、参加者の間で、さらなる知的活動を刺激し、かつ本拠点を世界的な学問の最前部に維持することになる。

⑧その他取組み

大学は、短期ビジターや本拠点に転入する外国人研究者のための居住施設となる柏キャンパス新インターナショナルゲストハウスを建設している。その間、大学は外国人研究者が住宅を見つけるための手助けをする。本拠点の国際交流係は、大学総長室とともに外国人研究者に関する業務を行う。

⑥世界トップレベルに見合う施設・設備環境の整備

IPMU新研究棟（5,900㎡）が完成し、2010年1月に入居した。これによって、これまで総合研究棟とプレハブ建物に分散している研究者と事務部門が一堂に集まることができた。2009年2月に完成した神岡サテライト研究棟（500㎡）の運用はすでに行われており、スーパーカミオカンデ、カムランド、XMASS実験を遂行するIPMU研究者と支援スタッフの拠点になっている。すでに全ての連携先機関とビデオ会議システムで繋がれており、日常的にセミナーや討論に使われている。

⑦世界トップレベルの国際的な研究集会の開催

平成21年度に国際会議を11回（数学2回および物理学8回、両方にまたがるもの1回）開催した。

⑧その他取組み

柏キャンパスの新インターナショナルゲストハウスが2010年3月から運用を開始した。ボランティアを組織して外国人研究者の再入国手続きならびに市役所での外国人登録手続き、銀行口座の開設、住居探しなどの手伝いをしてもらっている。外国人研究者の移住を容易にするため無料で日本語クラスを提供している。

7. 世界におけるレベルを評価する際の指標・手法

【応募時】

- ①本拠点のグローバルな立場を評価する量的および客観的方法を導入する。査読雑誌論文の数および本拠点の研究者が発表した論文の引用数ならびに研究者が主要な国際会議で発表したプレゼンテーションの数は、モニターし追跡される。これらの「数値」は、本拠点のグローバルな立場の評価の基礎を形成する。
- ②訪問者数およびそのうちの外国人訪問者数は、本拠点の活動および認知度を判断する別の客観指標となる。
- ③本拠点が数学者と物理学者を集めるのにどのくらい有効か評価するために、数学者と物理学者によって共同執筆された出版物の数をモニターする。それは2つの科目間の相乗効果のものさしになると考えている。

○現状評価

- ①平成21年度に論文100編を査読付きジャーナルに掲載した。この期間に178編のプレプリントが発表されており、掲載論文数は近い将来さらに増えると予想される。
- ②この期間に432名の訪問者があり、そのうち345名が海外からの訪問者であった。また、併任研究者以外で、1ヶ月以上の長期滞在者は30名のほり、このうち29名が海外からだった。

本拠点は、物理研究で最も引用された研究機関の一つとして、すでにそれ自体の地位を得ている。これは、集めた主要な研究者が、みなそれぞれ自分の分野をリードしている科学者である。また、各研究者の被引用数は突出している。

基準2および3については、もちろん現状のデータはない。

基準1)を満たす結果は明らかである。物理学と数学で最も引用された研究機関の地位を維持するよう努力し、物理学と数学で最も顕著な研究組織のうちの1つになることを目指す。

8. 競争的研究資金等の確保

【応募時】

①過去の実績

平成14年度:970万ドル、平成15年度:1,090万ドル、平成16年度:950万ドル、平成17年度:1,320万ドル、平成18年度:1,360万米ドル(為替レート:1ドル=120円)

主任研究者による過去5年にわたる競争的研究資金調達の総数は5,690万ドルである。

②拠点設立後の見通し

本拠点の主要な研究者は、過去5年と同額の総計約5,500万ドルの競争的研究資金をすでに確保している。従って、この新しい拠点ができた後も、同額の競争的研究資金を十分確保できると考えている。

【平成21年度実績/進捗状況/応募時からの変更点】

2009年度に722万ドル(JPY/USD=120換算)の競争的研究資金を獲得した。

9. その他の世界トップレベル拠点の構築に関する重要事項

【応募時】

①本プログラム終了後も、大学は当拠点を高等研究所(大学に属する常設の構成要素)として拠点を維持する。そのための資金調達のために大学

【平成21年度実績/進捗状況/応募時からの変更点】

①我々としては当拠点が、恒久的な大学の高等研究機関として存続することを願っている。このため、最も大切なことは、言うまでもなく当拠点

総長室と共に働く。

日本あるいは外国の他の研究機関の世界のトップレベルの科学者を集める積極的なアプローチ、および野心的な組織が、大学に対して重要な効果を持つだろうと確信している。さらに、今回導入する業績に基づいた評価システムは、若い研究者に非常に魅力的であり、他の研究機関が随伴するモデルになる。

本拠点のための資金調達を率先して行なう。特に日本と海外の両方の民間部門からの資金調達を約束する。

②主任研究者と上席研究員の競争的な雰囲気促進のために、本拠点は、named distinguished professorship (冠教授) を設立することを計画する。この称号は、本拠点でのその人の業績の厳密な評価の後に拠点長によって本拠点の教授に与えられる。

③平成20年度に、数学と物理のためのグローバルCOEのプログラム提案の募集が予定されているので、平成19年度には掲載するようなグローバルCOEのプログラムはないが、主任研究者のうちの何人かは、計画中のグローバルCOEの提案のうちのいくつかに関係している。それらがもっと発展し、本拠点との関連がより明白になった段階で、本拠点としてグローバルCOEのプログラムを含めた共同研究を密接に行うことを求める。

が宇宙の物理学と数学の研究で根本的な貢献をすることである。また、世界中のトップレベルの研究者がここに集いたいと思うような場所としてIPMUが認められることも大切であり、その目標に向けて弛まない努力をしている。資金調達も積極的に取り組んでいる。

本プログラム終了後にIPMUを大学の機関として維持するための大学側の支援に関して、2010年2月23日の新研究棟竣工式典でのスピーチで濱田純一東京大学総長が次のように述べて大学側の強い決意を表明した。「大学は学際的な高等研究所組織を学内の常設組織として設立することを考えていて、そのゴールに向けて話を進めています。私はIPMUをその構成要素として大学の一部にする強い決意をここに表明します。つまり、IPMUをWPIプログラム終了後も存続させ、大学の通常の人事体系を犠牲にすることなくIPMUの一部の教員の身分を終身雇用とするのです。」我々はこのスピーチに非常に勇気づけられた。今後も総長室と緊密に連絡を取りつつ、この件に対処していく。

これまで、多くの優秀な外国人研究者の採用に成功し、事務スタッフが彼らの着任の世話をした。さらに事務スタッフは給与、税金、福祉などの契約事項や研究費、出張、就業規則上の義務などの業務上のルール、さらに学校や病院などの生活情報を英語化してホームページに掲載した。これに関しては他部局から引用したいという問い合わせがきている。

IPMUでは全ての研究者に1年のうち1ヶ月以上3ヶ月以内を海外で過ごすことを経費が許す限り義務づけている。これによって、研究者が世界的基準で自分の業績を眺めることができ、特に若手研究者にとって世界から見える機会を得ることができる。世界トップレベル研究拠点を作るため(特に日本で)には必要不可欠と考える。

②カブリ財団に申請中の冠教授の開設はまだ交渉中である。

③IPMU主任研究者がグローバルCOEプログラムに申請した提案が2件採択された。補助金は2008年度から開始されており、5年間継続される。

物質階層を紡ぐ科学フロンティアの新展開

代表者 井上邦雄 (東北大学)

国際研究教育拠点を設置して、素粒子から始まり原子核、物性、宇宙と続く階層のそれぞれの理解を深め、それらの繋がりを深く理解しようとする提案を行い、この研究を通じて新しい科学を開拓しようとする。

この代表者カムランドのニュートリノ実験のリーダーである。このプログラムのテーマである「物質の階層性」はIPMUが取り組む課題である「宇宙の物理学と数学」の一側面と考えられる。従って、お互いに深く関係している。

宇宙基礎原理の探求

代表者 杉山直（名古屋大学）

国際研究教育拠点を設置して宇宙の進化、素粒子と宇宙の時空構造、宇宙論的環境の物理学を研究する。この研究テーマ「宇宙の基礎原理」はIPMUの目標である「宇宙の物理学と数学」の中の重要な一部を成す。

10. ホスト機関からのコミットメント

【応募時】

○中長期的な計画への位置づけ

東京大学の研究に関する中期目標には、「研究の体系化と継承を尊重しつつ、萌芽的・先端的研究、未踏の研究分野の開拓、あるいは新たな学の融合に積極的に取り組み、世界を視野においたネットワーク型研究の牽引車の役割を果たす」ことが掲げられている。それに対する中期計画には、「新しい分野について創造性と独創性に優れた先端的研究のための拠点の形成を図るとともに、領域横断的な学の融合と学際的協調により新たな学問領域の創成を図る」ことおよび「学問の進展と社会の変化から生起する新たな課題に対しては、既存の学問領域と組織の枠組みを越えて先駆的・機動的・実践的に応え得る国際的な研究拠点の形成を図る」ことが明記されている。

本学では、上記の中期計画を実現するため、「サステナビリティ学連携研究機構」および「生命科学研究ネットワーク」など従来の部局を横断する組織を総長室の下に設置して学融合的な研究を進める体制を構築している。世界トップレベル国際研究拠点は、まさに本学の中期目標・中期計画に完全に合致するものである。従って、総長室直属の組織の中でも最大かつ最重要なものとして位置づけ、明確な達成目標の下に、全学を挙げて支援する。

○具体的措置

①拠点の研究者が獲得する競争的資金等研究費、ホスト機関からの現物供与等

本学は、当該拠点を従来の大学組織と有機的に連携した総長室直属の組織と位置づける。大学本部は、当該拠点に参画する主任研究者の学内の業務負担を極力少なくして研究に専念できる時間を確保し、より研究費を確保しやすくなるように環境整備を行う。この環境整備の一環として、優れた研究者や優秀な支援スタッフを確保できるよう新たな雇用制度をすでに創設しており、例えば総長より高い年俵で雇用することも可能としている。さらに、学内の研究スペースの優先的提供も行う。また、大学本部に、外部資金を戦略的に獲得し、その資源を効果的に配分するための企画立案を行う組織「財務戦略室」を設置した。これにより、当該拠点に対し、本プログラムの間接経費を含めた学内資金を活用した最大限の財政的支援が可能となる。

【平成21年度実績／進捗状況／応募時からの変更点】

○中長期的な計画への位置づけ

平成19年度進捗状況報告書で以下のように述べた。

中期計画に、「世界トップレベル研究拠点『数物連携宇宙研究機構』において、数学、物理、天文学の連携により宇宙の起源と進化の解明を目指すための組織整備等を重点的に行う。」と明記した。また、中期計画の実現に資するため、数物連携宇宙研究機構を総長室直属の最重要の学際的な研究組織として設置した。

平成20年度に引き続き平成21年度も変更はなかった。

○具体的措置

①拠点の研究者が獲得する競争的資金等研究費、ホスト機関からの現物供与等

本拠点専属の大学事務部門のスタッフは昨年度の6名から10名に増員され、拠点が直接採用した研究支援職員25名とともに急速に増えつつある研究者に対応した。さらに、昨年度大学本部に設置した財務戦略室を通して、引き続き本拠点に対して重点的な財政支援が行われた。

②人事・予算執行面での拠点長による判断体制の確立

本学は、当該拠点を従来の大学組織と有機的に連携した総長室直属の組織に位置づけることを可能とする革新的な制度を新たに整備した。この制度により、当該拠点は、拠点長のマネジメントの下で研究者の選考を含めたあらゆる組織運営が可能となっている。

③機関内研究者集結のための、他部局での教育研究活動に配慮した機関内における調整と拠点長への支援

当該拠点に集結した研究者の所属していた学内部局での教育研究活動に支障が生じず、滞りなく発展できるよう、大学本部として当該部局に対し、代替教員の人件費等必要な財政的支援を行う。これにより、当該部局は代替教員の確保などの措置が可能となるばかりでなく、学内研究者の流動性をさらに高める。

④従来とは異なる手法による運営（英語環境、能力に応じた俸給システム、トップダウン的な意志決定システム等）の導入に向けた機関内の制度整備

すでに述べたように、本学は、当該拠点を従来の大学組織と有機的に連携した総長室直属の組織に位置づけることにより革新的な制度を整備している。この制度により、当該拠点は、拠点長のトップダウンマネジメントの下で研究者の選考を含めたあらゆる組織運営が可能であるが、さらに、当該拠点を特区と位置づけ、拠点に参画する研究者や支援スタッフに対し、通常学内で適用されている就業上の制約を限定的に解除する特別な規則を新たに制定する。

②人事・予算執行面での拠点長による判断体制の確立

平成19年度進捗状況報告書で以下のように述べた。

「本拠点が総長室直属の組織に位置づけられたことにより、本拠点は、拠点長のマネジメントの下で研究者の選考を含めたあらゆる組織運営が可能となっている。」

平成20年度に引き続き平成21年度にこの方針に変更はなかった。

③機関内研究者集結のための、他部局での教育研究活動に配慮した機関内における調整と拠点長への支援

平成19年度進捗状況報告書で以下のように述べた。

「当該拠点に集結した研究者の所属していた学内関係部局の教育研究活動に支障が生じることがないように、2008年度から関係部局における代替教員の人件費等に必要な経費を大学本部から支援することとした。」

平成20年度に大学側が予算化した東京大学に籍を置くIPMU主任研究者2名につき1名の講義担当職員（助教）を雇用する方針に基づき、平成21年度に理学部物理学科、数理科学研究科、宇宙線研究所にそれぞれ1名の助教を採用するための予算を付けた。さらに、副機構長としての任務を担う相原教授の大学側研究教育に与える影響を軽減するための物理学科准教授1名、IPMUの研究活動を増強するためのIPMU教授1名を提供した。

④従来とは異なる手法による運営（英語環境、能力に応じた俸給システム、トップダウン的な意志決定システム等）の導入に向けた機関内の制度整備

平成19年度進捗状況報告書で以下のように述べた。

「すでに述べたように、当拠点は総長室直属の組織に位置づけられたことにより、拠点長のマネジメントの下で研究者の選考を含めたあらゆる組織運営が可能となった。また、国内外から優秀な研究者やスタッフを

⑤インフラ（施設（研究スペース等）、設備、土地等）利用における便宜供与

本学は、優秀な外国人研究者が安定して研究できる環境整備を重要視している。現在、総長のリーダーシップの下で柏キャンパスの国際化を積極的に進めており、柏キャンパスの周辺に2～3年後を目処に複数の外国人宿舍の整備を進めている。当該拠点のために海外から招聘する研究者に優先入居枠を設けることも考えている。また、本学は、世界トップレベルの研究設備を多数整備し、これらの共用化促進を積極的に進めている。これら研究設備の優先的使用を可能とするよう便宜を図る。また、当該拠点が計画している、研究棟の建設に必要な土地の確保、費用に関し最大限の便宜を図る。なお、柏に新研究棟ができるまでの間は、当該拠点に対し、柏総合研究棟内の居室等、学内研究スペースを優先して提供する。

⑥その他

本学は、本プログラムにより国際的に競争力のある研究拠点の形成を支援するため、担当理事を長とする委員会を設置している。この委員会は、当該拠点を全学としてサポートするとともに、グローバルCOEプログラムなどとの緊密な連携を図り、最大限の相乗効果を上げるために機能する。また、2007年7月に本部事務組織を改編し、当該拠点などを専門に支援する「研究機構等支援グループ」を設置した。このような体制によって当該拠点の拠点構想の着実な推進に大学全体として最大限かつ安定的に支援していく。

確保するため、拠点を学内の特区的な組織と位置づけ、学内の通常の給与基準と異なる人事・給与制度を創設した。具体的には、前職での給与水準を保証し、さらにインセンティブを付加できる給与制度である。例えば米国の大学から招聘した拠点長の年俸は、拠点長の前職での年俸水準を十分確保している。（その結果、拠点長の年俸は東京大学の現総長の年俸を超えている。）

なお、拠点の公用語については英語によるものとし、そのことを明記して研究者の公募を行っている。」

平成20年度に引き続き平成21年度にこの方針に変更はなかった。

⑤インフラ（施設（研究スペース等）、設備、土地等）利用における便宜供与

本拠点専用の研究棟が建設されるまでの臨時的な研究者・スタッフのための活動スペースは、先年に引き続き柏キャンパス内に確保された。大学側が提供して柏キャンパスに建設中の新研究棟が完成し、2010年1月から使用が始めた。これで、2009年2月に完成した“神岡サテライト”棟とともに本拠点での研究体制のインフラ部分が整うことになる。

⑥その他

平成19年度進捗状況報告書で以下のように述べた。

「本プログラムにより国際的に競争力のある研究拠点の形成を支援するため、担当理事を長とする「総長室総括委員会」を設置している。この委員会は、当該拠点を全学としてサポートするとともに、グローバルCOEプログラムなどとの緊密な連携を図り、最大限の相乗効果を上げるために機能している。また、2007年7月に本部事務組織を改組し、総長室直属の研究組織を専門に支援する「研究機構等支援グループ」を設置した。このような体制によって当該拠点の拠点構想の着実な推進に大学全体として最大限かつ安定的に支援している。」

平成20年度に引き続き平成21年度も同じ方針で臨んだ。

11. 事業費

○拠点活動全体

(単位：百万円)

経費区分	内訳	事業費額
人件費	・ 拠点長、事務部門長	40
	・ 主任研究者 10人	93
	・ その他研究者 51人	516
	・ 研究支援員 27人	100
	・ 事務職員 10人	76
	計	825
事業推進費	・ 招へい主任研究者等謝金 34人	34
	・ 人材派遣等経費 1人	1
	・ スタートアップ経費 36人	26
	・ サテライト運営経費 1ヶ所	2
	・ 国際シンポジウム経費 11回	7
	・ 施設等使用料	22
	・ 消耗品費	218
	・ 光熱水料	7
	・ その他	87
	計	404
旅費	・ 国内旅費	11
	・ 外国旅費	24
	・ 招へい旅費 国内23人、外国165人	43
	・ 赴任旅費 国内1人、外国20人	10
	計	88
設備備品等費	・ 建物等に係る減価償却費	12
	・ 設備備品に係る減価償却費	105
	計	117
研究プロジェクト費	・ 運営費交付金等による事業	646

(単位：百万円)

平成21年度WP I 補助金額	2,342
平成21年度施設整備額	1,169
・ 研究棟新営 5,800㎡	1,169
平成21年度設備備品調達額	1,031
・ 大型望遠鏡用超広視野カメラの製作等 一式	462
・ 超高純度物質分析／精製装置一式	405
・ CCD Sensor 3台	31
・ 新研究棟用AVシステム 二式	48
・ 質量分析装置システム 一式	9
・ その他	76

	・ 受託研究等による事業	33
	・ 科学研究費補助金等による事業	731
	計	1,410
合	計	2,844

○サテライト等関連分

(単位：百万円)

経費区分	内訳	事業費額
人件費	・ 主任研究者 〇人	/
	・ その他研究者 5人	
	・ 研究支援員 〇人	
	・ 事務職員 〇人	
	計	
事業推進費		0
旅費		1
設備備品等費		0
研究プロジェクト費		0
合	計	2

12. 拠点構想進捗状況確認報告における改善を要する点への対応とその結果

○改善を要する点

平成20年度フォローアップ会合での改善点として次の点が指摘された。

1. 数学と物理学の実りある連携
2. テニユア職と大学院生の受入れ問題に関するホスト機関の支援
3. IPMUを恒久的な研究所として確立するための、拠点長の継続的な指導力

<平成21年度における対応とその結果>

回答は以下のとおりである。

1. 数学者と物理学者が既にいくつかの共著論文を発表した。物理学に大きな貢献をしたロシア人でフィールズ賞クラスの数学者 Alexey Bondal を主任研究者として採用した。また、主任研究者の物理学者、カリフォルニア工科大学の大栗博司がアメリカ数学会の賞を受賞した。フォーカスウィーク「新しい不変量と壁超え」を開催したが、このテーマは、数学

的には高次元の幾何の分類問題に新しい見方をもたらす一方、超弦理論の低エネルギー有効理論、ブラックホールの量子状態の分析、あるいはゲージ理論の強結合現象などの物理学的問題の理解などにつながる。まさに、当機構が推進する数学と物理が融合する最先端の分野である。また、数学に関するフォーカスウィーク「量子化、可積分系、表現論」を開催して、数学者と物理学者双方にとって長年の課題である量子論の数学的基礎が議論された。数学と物理学の連携は着実に進んでいる。

2. テニユア職の導入に関しては、2010年2月23日の新研究棟竣工式典でのスピーチで濱田純一東京大学総長が次のように述べて、大学側の強い決意を表明した。「大学は学際的な高等研究所組織を学内の常設組織として設立することを考えていて、そのゴールに向けて話を進めています。私はIPMUをその構成要素として大学の一部にする強い決意をここに表明します。つまり、IPMUをWPIプログラム終了後も存続させ、大学の通常の人事体系を犠牲にすることなくIPMUの一部の教員の身分を終身雇用とするのです。」我々はこのスピーチに非常に勇気づけられた。今後も総長室と緊密に連絡を取りつつ、この件に対処していく。

大学院生の受け入れについては、既に数学者三人が数理科学研究科から、物理学者四人が理学系および工学系研究科から学生を指導する権利を与えられ、指導を開始している。今後更に増える見通しである。これに関連して、学生への講義をしたいという希望を持つIPMU教員には積極的に大学で講義する機会を設けた。すでにVagins教授、Hellerman准教授の講義が物理学科で行われた。

3. 2010年2月23日の濱田総長のスピーチはIPMUの恒久化についても言及している。それによると、大学側はIPMUを学内の恒久機関にするための具体的な計画を持っている。このような好ましい進展は、東京大学との交渉にあたる権限を村山拠点長がカリフォルニア大学バークレー校から正式に取り付けていたことが大きい。

カリフォルニア大学バークレー校の物理学系学部長は非常に寛大かつ、IPMUに好意的で、村山拠点長のIPMU70%バークレー30%の併任を認めてくれた。村山はバークレー滞在30%のうち、その半分をキャンパス内に出来たIPMUバークレーサテライトで活動を行うので、実質的には85%の時間をIPMUの活動に充てることになる。この新しい勤務形態により、

村山拠点長の長期的かつ継続的なリーダーシップが可能になり、IPMUの恒久化実現に大きなはずみとなる。