

様式6（第15条第1項関係）（採択年度＝平成26年度以降）

独立行政法人 日本学術振興会理事長 殿		平成28年 4月 1日	
		研究機関の設置者の 所在地	〒113-8654 東京都文京区本郷 7-3-1
		研究機関の設置者の 名称	国立大学法人 東京大学
		代表者の職名・氏名	総長 五神 真 (記名押印)
		代表研究機関名 及び機関コード	東京大学 12601

平成27年度戦略的国際研究交流推進事業費補助金
実績報告書

戦略的国際研究交流推進事業費補助金取扱要領第15条第1項の規定により、実績報告書を提出します。

整理番号	R2603	補助事業の 完了日	平成28年3月31日	関連研究分野 (分科細目コード)	素粒子・原子核・宇宙 線・宇宙物理(理論) 4901
補助事業名（採択年度） 加速膨張宇宙を解明する超弦理論の数学的構築と観測による検証(H26年度)				補助金支出額（別紙のとおり） 40,933,440 円	
代表研究機関以外の協力機関 なし					

海外の連携機関 プリンストン大学、パリ大学、カリフォルニア工科大学、ジョンズ・ホプキンス大学、TRIUMF研究所、コロンビア大学、マサチューセッツ工科大学、Jussieu、ノースカロライナ州立大学、オハイオ州立大学、ミシガン大学、プリンストン高等研究所、ハーバード大学、オックスフォード大学、香港大学、ロンドン大学クイーン・メアリー、IFAE、OAW、ブリティッシュコロンビア大学、ユタ大学、ASIAA、INFN、TIFR、スタンフォード大学、ハイデルベルク大学、ペリメーター理論物理研究所

1. 事業実施主体

フリガナ 担当研究者氏名	所属機関	所属部局	職名	専門分野
主担当研究者 ムラヤマ ヒトシ 村山 斉	東京大学	国際高等研究所カブリ 数物連携宇宙研究機構	機構長	理論物理学
担当研究者 カタヤマ ノブヒコ 片山 伸彦	同上	同上	副機構長	実験物理学
サイトウ キョウジ 齋藤 恭司	同上	同上	主任研究員	数学
タカダ マサヒロ 高田 昌広	同上	同上	教授	理論物理学
ヤスダ ナオキ 安田 直樹	同上	同上	教授	天文学
フグチ タケオ 樋口 岳雄	同上	同上	特任准教授	実験物理学
計 6名				

フリガナ 連絡担当者	所属部局・職名	連絡先（電話番号、e-mailアドレス）
サノ エリコ 佐野 恵利子	国際高等研究所カブリ数物連携宇宙研 究機構・リサーチアドミニストレーター	04-7136-5969 eriko.sano@ipmu.jp

2. 本年度の実績概要

本プログラムでは、①数学、②理論物理学(超弦理論)、③素粒子実験、④すばる望遠鏡による宇宙観測の分野で、海外へ長期派遣すると共に、海外の連携機関から招へいを行う双方向交流で、宇宙の謎に挑む国際共同研究の中核となることを目指している。平成 27 年度は全 4 分野で 8 名の派遣と 14 名の招へいを行い、関連機関との共著論文を含む 24 本、国際会議での発表 22 件と研究を進め、成果も出つつある。さらに、長期派遣の特長を活かし、派遣先近隣の研究機関研究者との新たなコラボレーションも生まれており、当初の期待を越えた研究の広がりや国際共同研究が始まっている。以下、分野毎のトピックスを述べる。

①数学：戸田は米マサチューセッツ工科大学に滞在し、Maulik 氏と共同で超弦理論により予言される S-双対性予想の数学的定式化に取り掛かった。また、ノースイースタン大学の Macri 氏と共同で 3 次元代数多様体上の Bogomolov-Gieseker 型不等式予想の解決にも取り組んだ。一方、香港大学の Hua 氏を IPMU に招へいし、3 次元フロップ収縮に伴う非可換代数と行列因子化に関する共同論文を執筆した。

松本は仏 Jussieu 研究所に滞在し、K3 曲面の数論幾何的性質についての研究を深め、池田はカナダペリメーター研究所で超弦理論の数学的定式化に向けて派遣を開始した。

②理論物理学(超弦理論)：山崎は米プリンストン高等研究所と英オックスフォードに滞在した。前者では学生 McGady 氏との共同研究により 2 本の成果にまとめた。うち 1 つは Physical Review Letters 誌に掲載が決定、もう 1 本は現在投稿中である。また、博士研究員である Romo 氏との共同研究を完成させ 2 本の論文にまとめた。秋の派遣先となったオックスフォード大学では、Alday 氏その他数名とともに共同研究に着手した。この他、12 月には昨年度招へいを行ったプリンストン高等研究所教授 Witten 氏とともに中国海南島で研究集会を開催し、自身も講演を行った。

渡利は秋より米ハーバード大学物理教室に滞在し、Vafa 氏と共に、ヘテロ- II 型超弦理論の双対性の研究を遂行した。ヘラーマンはカリフォルニア工科大学、スタンフォード大学に滞在し研究を深める一方、旬なワークショップ等で講演を行うなど精力的に交流を進めた。

③素粒子実験：ハーツは派遣中、カナダ TRIUMF をハブにして、検出器のヨーク大学・トロント大学とも連携を進めテストベンチを構築、さらに、国際共同研究提案を推進する役目を担い、日本側の要になっている。

樋口が進める Belle II 実験も国際共同研究であり、イタリア INFN、印 TIFR、オーストリア OAW 間の相互協力を基に崩壊点検出器の製作にあたってきた。検出器の組立技法の確立と電気試験の方法の確認を完了し、28 年度初めから量産に入る予定である。崩壊点検出器の製法について多角的な検証を行うため、崩壊点検出器製作用マニュアルの英文翻訳、検出器製作状況総説に関する共著論文を仕上げた。

④すばる望遠鏡による宇宙観測：鈴木は米カリフォルニア工科大学に滞在し、Kulkarni 氏が進める先行研究 Palomar Transient Factory に参加しデータ取得から解析までの流れを学び、加速膨張宇宙解明の基礎となるシステム開発に着手した。また、氏が進める次世代の探査計画 Zwicky Transient Factory の解析ソフトも作成。これはすばる望遠鏡でのデータ解析にも応用できると考えている。一方、観測精度を向上する波長制限装置も完成させた。さらに今年度は、担当研究者、高田・安田がプリンストン大学を来訪し、Strauss 氏

を中心に研究者とすばる望遠鏡 HSC による超広視野銀河サーベイによる宇宙論の議論の場を持った。すばるデータから重力レンズ効果を精密測定することで時間と空間にわたり宇宙のダークマターの空間分布と時間進化を復元することが可能になるが、この重力レンズ効果の測定効果に必要なデータ解析の系統誤差の評価、観測との比較に必要な数値宇宙論のデータ獲得手法、到達目標などのスケジュールに関して議論を進めた。秋には、データ解析ソフトウェア群の開発をリードしているプリンストン大学の Lupton 氏を招へいし、ソフトウェア群の性能評価等についての議論を行った。すばる HSC ソフトウェア群開発グループの全メンバーが本機構に一堂に会する集中ミーティングの場を設けたことで、開発・改良点の優先順位付や開発のスケジュールを決定することができた成果は大きい。

3. 到達目標に対する本年度の達成度及び進捗状況

今年度、8名の派遣と14名の招へいを行い、当初計画を達成することができた。重ねて、昨年度課題としていた、主たる論文や発表数も増え、一定以上の成果を得た。また、実験や観測でも、国際研究プロジェクトのリーダーの地位に就き研究推進役を担うなど、国際共同研究ネットワークの推進をさらに一歩進めることができた。最終年度となる今後は、派遣先を含めた国際共著論文や発表を視野にした研究遂行に加え、本プログラムを誠実に進めていく。

①数学：戸田と Maulik 氏との共同研究で、代数曲面上の標準束の接続層の圏の gerby 変形のアイデアが S-双対性予想の数学的理解に有効である可能性が浮上した。これは当初想定していなかった興味深い発見である。一方、目的の実現のためには更に多くの数学的基礎付けが必要であることが判明した。Bogomolov-Gieseker 型不等式予想については、Macri 氏との共同研究で曲面と曲線の直積の場合に適用し得るアイデアを得たが、実際の不等式予想の証明には更に多くの技術的障害を取り除く必要がある。

松本は、K3 曲面の数論幾何的性質についての研究において、K3 曲面の自己同型の延長可能性に関し一定の成果を得た。この結果を論文にまとめている。最終年が派遣中心になる池田は短期間に新しい知恵を得ることになるが、多くを得てくることが期待できる。

②理論物理学(超弦理論)：山崎は隣接するプリンストン大学の大学院生との論文も近々発表予定である。渡利は研究課題を俯瞰的に捉えることに成功し、精査すべき問題を洗い出すことに成功しつつある。この活動の一部を論文にとりまとめる計画である。ヘラーマンも共著論文を準備中である。

③素粒子実験：ハーツは T2HK 国際共同研究提案においても日本側の要となり、日本-カナダを往復して、計画実現に向け奔走を続ける。Belle II 実験は概ね計画通りに進んでいる。IPMU が担当する検出器開発・製作に関しては、他の機関が担当する部分よりも複雑な構造であるため若干の遅れが発生しかけたが、組立上の技術的課題に対する解決策や電気部品の故障に対する修復策の提案など、他の機関からの協力も奏功し大きな遅延とはならず済んでいる。

④すばる望遠鏡による宇宙観測：天候不順による遅れはあるものの着実にデータを蓄積している。LPNHE と進めた観測最適化シミュレーションは近々出版される予定であり、解析システムやデータベースは、カリフォルニア工科大学から基礎部分の提供を受け、鈴木が秋までに改善、改良を行う予定である。また、ダークマター分布の地図、ダークエネルギーの性質、ニュートリノ質量の制限などの宇宙論情報を引き出すためのデータ解析、ソフトウェア群の開発、数値宇宙論の理論模型の整備も国際協力体制により順調に進んでいる。

4. 日本側研究グループ（実施主体）の研究成果発表状況（本年度分）

①学術雑誌等（紀要・論文集等も含む）に発表した論文又は著書

論文名・著書名 等	
<p>（論文名・著書名、著者名、掲載誌名、査読の有無、巻、最初と最後の頁、発表年（西暦）について記入してください。）（以上の各項目が記載されていれば、項目の順序を入れ替えても可。）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・査読がある場合、印刷済及び採録決定済のものに限って記載して下さい。査読中・投稿中のものは除きます。 ・さらに数がある場合は、欄を追加して下さい。 ・著者名について、主著者に「※」印を付してください。また、主担当研究者には二重下線、担当研究者については下線、若手研究者については波線を付してください。 ・海外の連携機関の研究者との国際共著論文等には、番号の前に「◎」印を、また、それ以外の国際共著論文等については番号の前に「○」印を付してください。 	
1	“Non-commutative width and Gopakumar-Vafa invariants”, Yukinobu Toda, Manuscripta Math, 査読有, 148 巻, 521-533, (2015)
2	“Flops and the S-duality conjecture”, Yukinobu Toda, Duke Math, 査読有, 164 巻, 2293-2339, (2015)
3	“S-duality for surfaces with A_n -type singularities”, Yukinobu Toda, Math Ann, 査読有, 363 巻, 679-699, (2015)
○ 4	“Casimir energy of confining large N gauge theories”, Gokce Basar, Aleksey Cherman, David A. McGady and Masahito Yamazaki, Phys. Rev. Lett., 査読有, 114, 251604, (2015)
○ 5	“Quantum Dilogarithm Identities at Root of Unity”, Ivan Chi-Ho Ip and Masahito Yamazaki, Int. Math. Res., 査読有, (2015)
○ 6	“Temperature-reflection Symmetry”, Gocke Basar, Aleksey Cherman, David A. McGady, and Masahito Yamazaki, Phys. Rev., 査読有, D91, 106004, (2015)
○ 7	“Integrability from 2d $N=(2,2)$ Dualities”, Wenbin Yan and Masahito Yamazaki, J. Phys. 査読有, A 48, 394001, (2015), a part of JPA special issue “Exactly Solved Models and Beyond: a special issue in honour of R. J Baxter’s 75th birthday “
○ 8	“Integral Amplitude Deformations for $N=4$ Super Yang-Mills and ABJM Theory”, Till Bargheer, Yu-tin Huang, Florian Loebbert and Masahito Yamazaki, Phys. Rev., 査読有, D91, 026004, (2015)
9	“Statistics of F-theory Flux Vacua for Particle Physics,” Taizan Watari, JHEP, 査読有, 065, 1511, (2015)
1 0	「超弦理論のコンパクト化 After Thirty Years」、渡利泰山、日本物理学会誌、査読有、掲載号未定
○ 1 1	“On the conformal operator spectrum at large global charge”, S. Hellerman, D. Orlando, S. Reffert, M. Watanabe, JHEP, 査読有, 071, 1512, (2015)
◎ 1 2	“Physics Potential of Long-baseline Neutrino Oscillation Experiment Using a J-PARC Neutrino Beam and Hyper-Kamiokande”, K. Abe, H. Aihara, M. Hartz et al., Prog. Theor. Exp. Phys., 査読有, 053C02 1-35, (2015) Refereed, 186 authors, list is alphabetical.
◎ 1 3	“Neutrino Oscillation Physics Potential of the T2K Experiment”, K. Abe, J. Adam, M. Hartz et al., Prog. Theor. Exp. Phys., 査読有, 043C01, 1-36, (2015), Refereed, 329 authors, list is alphabetical

◎ 1 4	“Proposal for the NuPRISM Experiment in the J-PARC Neutrino Beamline” , S. Bhadra, <u>M. Hartz</u> et al., submitted to the J-PARC Program Advisory Committee, 査読有, (2015) 55 authors, list is alphabetical.
◎ 1 5	“The silicon vertex detector of the Belle II experiment,” to appear in Nucl. Instrum. Meth. A (採録決定済), 査読有, K. Adamszyk, ..., <u>T. Higuchi</u> ※ et al. [Belle II SVD collaboration] (2015)
○ 1 6	“Detection of stacked filament lensing between SDSS luminous red galaxies ” , *J. Clampitt, H. Miyatake, B. Jain, <u>M. Takada</u> , MNRAS, 査読有, 457, 2391-2400, (2016)
◎ 1 7	“Evidence of Halo Assembly Bias in Massive Clusters” , H. Miyatake, S. More, <u>M. Takada</u> , et al., Phys. Rev. Letters, 査読有, 116, 041301-4, (2016)
○ 1 8	“Detection of universality of dark matter profile from Subaru weak lensing measurements of 50 massive clusters” , N. Hiroko, <u>M. Takada</u> , et al., Publ. Astron. Soc. Japan, 査読有, 67, 10324-48, (2015)
◎ 1 9	“The Weak Lensing Signal and the Clustering of BOSS Galaxies. II. Astrophysical and Cosmological Constraints” , S. More, H. Miyatake, R. <u>Mandelbaum</u> , <u>M. Takada</u> , et al., The Astrophys. J., 806, 2-18, (2015)
◎ 2 0	“The Weak Lensing Signal and the Clustering of BOSS Galaxies. I. Measurements” , H. Miyatake, S. More, R. Mandelbaum, <u>M. Takada</u> , et al., The Astrophys. J., 806, 1-15, (2015)
◎ 2 1	“Improving Cosmological Distance Measurements Using Twin Type Ia Supernovae” , Fakhouri, H. K.※; <u>Suzuki, N.</u> et al., Astrophysical Journal, 査読有, 815, 58, (2015)
◎ 2 2	“Shadow of a Colossus: A $z = 2.44$ Galaxy Protocluster Detected in 3D Ly α Forest Tomographic Mapping of the COSMOS Field” , Lee, Khee-Gan※; <u>Suzuki,</u> <u>Nao</u> et al., Astrophysical Journal, 査読有, 817, 160, (2016)
◎ 2 3	“The SDSS-IV Extended Baryon Oscillation Spectroscopic Survey: Overview and Early Data” , Dawson, Kyle S.※; <u>Suzuki, Nao</u> et al., Astronomical Journal, 査 読有, 151, 44, (2016)
◎ 2 4	“The Eleventh and Twelfth Data Releases of the Sloan Digital Sky Survey: Final Data from SDSS-III” , Alam, Shadab; <u>Suzuki, Nao</u> et al., Astrophysical Journal, 査読有, 219, 12, (2015)

②学会等における発表

発表題名 等	
<p>(発表題名、発表者名、発表した学会等の名称、開催場所、口頭発表・ポスター発表の別、審査の有無、発表年月(西暦)について記入してください。)(以上の各項目が記載されていれば、項目の順序を入れ替えても可。)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・発表者名は参加研究者を含む全員の氏名を、論文等と同一の順番で記載すること。共同発表者がいる場合は、全ての発表者名を記載し、主たる発表者名は「※」印を付して下さい。発表者名について主担当研究者には<u>二重下線</u>、担当研究者については<u>下線</u>、若手研究者については<u>波線</u>を付して下さい。 ・口頭・ポスターの別、発表者決定のための審査の有無を区分して記載して下さい。 ・さらに数がある場合は、欄を追加して下さい。 ・海外の連携機関の研究者との国際共同発表には、番号の前に「◎」印を、また、それ以外の国際共同発表については番号の前に○印を付して下さい。 	
1	“S-duality conjecture and Donaldson-Thomas invariants”, <u>Yukinobu Toda</u> , String-Math, Sanya International Mathematical Forum, 招待講演(口頭), 2016年1月
2	“Extendability of automorphisms of K3 surfaces”, <u>Yuya Matsumoto</u> , Séminaire de théorie des nombres de l’IMJ-PRG(訳: Jussieu-Paris Rive Gauche 数学研究所整数論セミナー), Jussieu (Paris, France), 口頭発表(審査なし), 2016年3月
3	“Integrability as Duality”, <u>M. Yamazaki</u> , Berkeley Math-Physics Meeting, UC Berkeley, 招待講演(口頭), 2015年4月
4	“Gauge/YBE Correspondence”, <u>M. Yamazaki</u> , IGST 2015, King’s College London, 招待講演(口頭), 2015年7月
5	“Yang-Baxter Duality”, <u>M. Yamazaki</u> , Baxter 2015: Exactly Solved Models & Beyond, Palm Cove, Palm Cove, Australia, 招待講演(口頭), 2015年7月
6	“Knots in 3d-3d Correspondence”, <u>M. Yamazaki</u> , Master Lectures on Mathematical Physics: Edward Witten, Sanya, China, 招待講演(口頭), 2015年12月
7	“Dilogarithm Identities and Cluster Algebras”, <u>M. Yamazaki</u> , Lecture at Tokyo-Berkeley Summer School “Geometry and Mathematical Physics”, 千葉県柏市, 招待講演(口頭), 2015年7月
8	“Heterotic string solitons and degeneration of K3 surface”, <u>Taizan Watari</u> , at a workshop “F-theory@20”, held at Caltech, Pasadena, USA, 招待講演(口頭), 2016年2月
9	“String Theory of the Regge Intercept”, <u>S. Hellerman</u> , “Flux Tubes”, Perimeter, Waterloo, Ontario, Canada 2015年5月
10	“BIG J and the Duality Between Lagrangians and Bootstraps”, <u>S. Hellerman</u> , Back To The Bootstrap 2015, Weizmann Institute, Rehovot, Israel, 2015年5月
11	<u>S. Hellerman</u> , Simons Summer Workshop, Simons Center, Stony Brook, NY シメオン, 2015年7月
12	“Confronting Neutrino-Nucleus Interactions at $E_\nu \sim 1$ GeV with the ν PRISM Detector”, <u>M. Hartz</u> , Collaboration Meeting on Neutrino-nucleus Reaction, KEK Theory Center, 講演(口頭), 2015年
13	“Impact of Systematic Uncertainties on Hyper-K”, <u>M. Hartz</u> , XVII International Workshop on Neutrino Factories and Future Neutrino Facilities, 講演(口頭), 2015年

1 4	“Near Detectors: Current Limitations and Future Needs” , <u>M. Hartz</u> , Workshop for Neutrino Programs with Facilities in Japan, 講演(口頭), 2015年
1 5	“Connecting halo and galaxies” , <u>M. Takada</u> , “Statistics of Extrema in Large Scale Structure” , Leiden Univ., Netherlands, 招待講演(口頭), 2016年3月
1 6	“Halo bias” , <u>M. Takada</u> , “Cosmology and First Light” , IAP, France, 招待講演(口頭), 2015年12月
1 7	“Why does the Universe speed up? - Exhausted study and challenge for the future” , <u>M. Takada</u> , Workshop for Unification and Development of the Neutrino Science Frontier, Yugawara, Japan, 招待講演(口頭), 2015年12月
◎ 1 8	“See Change: First Results from the Supernova Cosmology Project High Redshift Cluster Supernova Survey” , Hayden, Brian※; <u>Suzuki, Nao et al.</u> , 査読無, ポスター, American Astronomical Society Annual Meeting, Florida, 2016年1月
◎ 1 9	“Using Twin Type Ia Supernovae to Improve Cosmological Distance Measurements” , Boone, Kyle※; <u>Suzuki, Nao et al.</u> , American Astronomical Society Annual Meeting, Florida, 査読無, ポスター, 2016年1月
○ 2 0	“Spectral Evolution in High Redshift Quasars from the Final BOSS Sample” , Jensen, Trey※; Bautista, Julian; Dawson, Kyle; Harris, David; Kamble, Vikrant; Mariappan, Vivek; <u>Suzuki, Nao</u> , American Astronomical Society Annual Meeting, Florida, 査読無, ポスター, 2016年1月
2 1	“Exploring 25 Trillions of Pixels of the Universe through Machine Learning” , <u>Suzuki, Nao</u> , The 47th ISCIE International Symposium on Stochastic Systems Theory and Its Applications, 招待講演(口頭), 2015年12月
2 2	“Spectral Evolution in High Redshift Quasars from the Final BOSS Sample” , Jensen, Trey; Bautista, Julian; Dawson, Kyle; Harris, David; Kamble, Vikrant; Mariappan, Vivek; <u>Suzuki, Nao</u> , American Astronomical Society Annual Meeting, Florida, 査読無, ポスター, 2016年1月

5. 若手研究者の派遣実績（計画）

【海外派遣実績（計画）】

年度	平成 26 年度	平成 27 年度	平成 28 年度	合計
派遣人数	3 人	8 人 (3 人)	8 人 (8 人)	8 人

※当該年度は実績、次年度以降は計画している人数を記載

【本年度の海外派遣実績】

派遣者①の氏名・職名： 鈴木 尚孝・特任助教

（当該若手研究者の国際共同研究における役割を含めた具体的な研究活動）
 カリフォルニア工科大学に滞在し、S. Kulkarni 教授の進める Palomar Transient Factory の研究に参画した。これは我々が進める加速膨張を解明するための、すばる望遠鏡による超新星探査の先駆けとなる研究である。データベースの作成手法や数ある候補天体の中から確度よく超新星を選択する手法を学び、今秋から始まるすばる望遠鏡での超新星探査の基礎となるシステムの作成に着手した。また、ハワイ島のすばる望遠鏡、ケック望遠鏡での観測を行った。

（具体的な成果）
 先行研究のデータベースや解析システムの提供を受け、28年度秋から開始するすばる望遠鏡での超新星観測の準備を進めることができた。また、彼らが進める次世代の宇宙探査計画のソフトウェアをこちらから提供するなど、双方での研究協力体制が築けている。本プログラムで購入した精度向上のための波長制限器は、試験観測を経て本年2月より本観測に入ることができた。良好な結果を排出している。ハッブル宇宙望遠鏡との連携によるすばる望遠鏡の追観測により、遠方の超新星の正確な赤方偏移を測定するデータをすることもできた。これは、来年度から始まる本格的な深宇宙超新星探査の先駆けとなる成果であり、遠方のスペクトルを取得することが可能であることが立証できた。連携機関であるパリ大学 LPNHE 研究所のメンバーとの協働により、来年度のすばる望遠鏡での観測の最適化案をシミュレーションを使ってまとめ、今春の論文発表を予定している。

派遣先 (国・地域名、機関名、部局名、受入研究者)	派遣期間			合計
	平成 26 年度	平成 27 年度	平成 28 年度	
北米・米国・プリンストン大学 Michael Strauss			80 日	80 日
欧・フランス・パリ大学 LPNHE 研究所 Reynald Pain			80 日	80 日
北米・米国・カリフォルニア工科大学 Shri Kulkarni		49 日		49 日
北米・米国・ジョーンズ・ホプキンス大学 Brice Menard	91 日			91 日
北米・アメリカ・ハワイ、Keck 天文台		4 日		4 日
アジア・台湾、ASIAA 参加		4 日		4 日
北米・アメリカ・ハワイ、すばる天文台		4 日		4 日

派遣者②の氏名・職名： マーク ハーツ・特任助教

(当該若手研究者の国際共同研究における役割を含めた具体的な研究活動)
 将来にわたって利用可能な系統誤差を最小限にする ν PRISM 検出器の実現に焦点をあてて研究活動を進めている。27年度には、 ν PRISM で利用する PMT を検証するためのテストベンチをヨーク大学やトロント大学で構築した。PMT 性能が肝になるため、相対的光検出効率や時間分解能の測定装置を購入し、多方面から PMT の選定を進めている。T2K や T2HK は、広範な国際共同実験であるため、海外で開催される主要なワークショップ等に参加し先導的活動を行うと同時に、主要地である東海や神岡での検討会議に参加する必要がある、日本と行き来しつつ、本実験や将来計画の推進の一翼を担っている。

(具体的な成果)
 これまでの検討結果を基に、T2HK、 ν PRISM 計画主担当者として、J-PARC プログラム諮問委員会に ν PRISM 実験提案書を作成提出した。フェルミ研究所とも共同し、 ν PRISM 計画推進のため、液体シンチレータと大面積ピコ秒光子検出器を開発する米国活動を支援する体制を築き、KEK 日米共同プログラムに提案書を提出した。

派遣先 (国・地域名、機関名、部局名、受入研究者)	派遣期間			合計
	平成 26 年度	平成 27 年度	平成 28 年度	
北米・カナダ TRIUMF、Akira Konaka	56 日	52 日	150 日	258 日
北米・アメリカ、コロラド大、FiTQun Workshop in Boulder 参加	7 日			7 日
北米、カナダ、ヨーク大学、実験、研究打合せ		13 日		13 日
北米、カナダ、トロント大学、セミナー講演、実験、研究打合せ		9 日		9 日
北米、米国、Fermilab、ワークショップ参加、研究打合せ		14 日		14 日

派遣者⑥の氏名・職名： 山崎 雅人・特任助教

(当該若手研究者の国際共同研究における役割を含めた具体的な研究活動)

プリンストン高等研究所の Seiberg 教授とは超対称ゲージ理論を、オックスフォード大学の Alday 教授とはツイスター理論や AdS/CFT 対応からアプローチと複数の派遣先を訪問することで研究の幅を広げることができている。

(具体的な成果)

プリンストン大学及びプリンストン高等研究所の研究者と 4 本の論文を完成させ、全てプレプリントサーバーに投稿完了した。さらに 1 本、準備中である。また、夏の Aspen Center for Physics での研究会に刺激され、新たな分野にも研究の幅を広げることができ、ポルトガルのポルト大学の Penedones 及び Trevisani 両氏との研究を完成させ、現在雑誌に投稿中である(arXiv: 1509.00428)。他、単著での論文も投稿した(arXiv: 1601.04072)。加えて、プリンストン高等研究所の Witten 教授と国際研究会を組織し、国際コミュニティーでの日本のプレゼンス向上を一步進めることができた。

派遣先 (国・地域名、機関名、部局名、受入研究者)	派遣期間			合計
	平成 26 年度	平成 27 年度	平成 28 年度	
北米・米国プリンストン高等研究所 Nathan Seiberg, Edward Witten	26 日	39 日	80 日	145 日
北米・米国ハーバード大学物理学科 Cumrun Vafa			90 日	90 日
欧州・英国・オックスフォード大学数学研究所 Fernando Alday		59 日		59 日
欧州・仏、Ecole Normale Supérieure		6 日		6 日

派遣者③の氏名・職名： 戸田 幸伸・准教授

(当該若手研究者の国際共同研究における役割を含めた具体的な研究活動)

マサチューセッツ工科大学において、Davesh Maulik 教授と S-双対性予想について共同研究を行った。中国(三亚、Sanya International Mathematics Forum)、及び、カナダ(バンフ、Banff International Research Station)での国際研究集会に参加した。

(具体的な成果)

S-双対性予想の数学的定式化に関する新たな知見を得た。

派遣先 (国・地域名、機関名、部局名、受入研究者)	派遣期間			合計
	平成 26 年度	平成 27 年度	平成 28 年度	
北米・米国 マサチューセッツ工科大学 Davesh Maulik	0 日	126 日	155 日	281 日
アジア・中国、清華大学		11 日		11 日
北米・米国 マサチューセッツ大学		2 日		2 日
北米・カナダ、Banff international Research Station		9 日		9 日

派遣者⑧の氏名・職名： 渡利 泰山・特任准教授

(当該若手研究者の国際共同研究における役割を含めた具体的な研究活動) ハーバード大物理教室に滞在し、Vafa 教授との議論に益を受けつつ、ヘテロー II 型弦理論双対性の研究を行った。 (具体的な成果) 問題の見取り図を得て、精査すべき問題を洗い出すことに成功しつつある。その一部を論文にとりまとめる計画である。				
派遣先 (国・地域名、機関名、部局名、受入研究者)	派遣期間			合計
	平成 26 年度	平成 27 年度	平成 28 年度	
北米・米国、ハーバード大学物理学科 Cumrun Vafa	0 日	173 日	150 日	323 日
北米・米国、カリフォルニア大学、講演と研究議論		4 日		4 日

派遣者⑨の氏名・職名： シメオン ヘラーマン・准教授

(当該若手研究者の国際共同研究における役割を含めた具体的な研究活動) 派遣先のカリフォルニア工科大学とスタンフォード大学で、Ooguri 教授と Susskind 教授らと共に、量子情報理論に関し共同検討を進めた。 (具体的な成果) 滞在中の研究成果として、Susskind に加え、カルテクメンバーの Ning Bao, Ian Swanson との共著によるプレプリント 2 本を現在準備中である。さらに、派遣中には、Flux Tubes ワークショップやワイツマンで招待講演を行うなど、活発に世界の研究者との交流を果たした。				
派遣先 (国・地域名、機関名、部局名、受入研究者)	派遣期間			合計
	平成 26 年度	平成 27 年度	平成 28 年度	
北米・米国、カリフォルニア工科大学 物理、Hirosi Ooguri	0 日	31 日	95 日	126 日
スタンフォード大学、物理、Leonard Susskind	0 日	22 日	90 日	112 日
北米・カナダ、ペリメーター理論物理 研究所、Flux Tubes ワークショップ参加 (招待講演)		2 日		2 日
北米・米国、ニューヨーク大学、研究 議論		7 日		7 日
アジア・イスラエル、ワイツマン科学 研究所、Back To The Bootstrap 2015 参加(招待講演)		10 日		10 日
北米・米国、アスペン理論物理学セン ター、Aspen Summer Workshop 参加		15 日		15 日
北米・米国、サイモンセンター、Simons Summer Workshop 参加		28 日		28 日

派遣者⑩の氏名・職名： 松本 雄也・研究員

(当該若手研究者の国際共同研究における役割を含めた具体的な研究活動)
フランス・パリの Jussieu 研究所に滞在し、Jan Nekovar 教授らと共に、K3 曲面の数論幾何的性質について研究した。

(具体的な成果)
K3 曲面の数論幾何的性質について研究し、K3 曲面の自己同型の延長可能性に関し一定の成果を得、この結果を Jussieu 研究所のセミナーで発表した。現在、論文を準備中である。

派遣先 (国・地域名、機関名、部局名、受入研究者)	派遣期間			合計
	平成 26 年度	平成 27 年度	平成 28 年度	
欧州・フランス Jussieu 数学研究所 Jan Nekovar	0	272 日	30 日	302 日
アジア・韓国、KIAS、Conference on K3 surfaces and related topics 参加	0	6 日		6 日

派遣者⑫の氏名・職名： 池田 曉志・研究員

(当該若手研究者の国際共同研究における役割を含めた具体的な研究活動)
ペリメーター理論物理研究所において、場の量子論、及び超弦理論の数学的な基礎づけや、その応用に取り組む。Costello に指導を受けつつ、超弦理論の数学的な定式化やその数学への応用の研究に取り組む予定である。

派遣先 (国・地域名、機関名、部局名、受入研究者)	派遣期間			合計
	平成 26 年度	平成 27 年度	平成 28 年度	
北米・カナダ ペリメーター理論物理研究所 数学・数理物理学 Kevin Costello	0 日	11 日	290 日	301 日

※本年度の派遣者毎に作成すること。

6. 研究者の招へい実績（計画）

【招へい実績（計画）】

年度	平成 26 年度	平成 年度	平成 年度	合計
招へい人数	6 人	14 人 (5 人)	8 人 (3 人)	20 人

※当該年度は実績、次年度以降は計画している人数を記載

【本年度の招へい実績】

招へい者①の氏名・職名： Markus Fried・准教授

<p>（当該研究者の国際共同研究における役割を含めた具体的な研究活動） Belle II 実験に参加し、崩壊点検出の開発(信号読み出し・電子回路・HEPHYにおける検出器製作・検出器の温湿度環境の安定化・検出器の輸送)を担当している。 （具体的な成果） 検出器開発・製作において、電氣的性能評価、安全な検出器輸送などについて、相互に情報共有を行った。</p>				
招へい元（機関名、部局名、国名）及び 日本側受入研究者（機関名）	招へい期間			合計
	平成 26 年度	平成 27 年度	平成 28 年度	
0AW、高エネルギー物理学研究所、オーストリア 片山伸彦・樋口岳雄(東京大学)	14 日	16 日	0 日	30 日

招へい者②の氏名・職名： Francesco Forti・准教授

<p>（当該研究者の国際共同研究における役割を含めた具体的な研究活動） Belle II 実験に参加し、崩壊点検出の開発(モジュール組立・量産中の検出器の品質管理・グループのマネジメント)および Belle II 実験全体のマネジメントを担当している。 （具体的な成果） 検出器開発・製作において、全量産期間における検出器の品質維持の方法（組立技術・人員の管理・スケジュール等）について助言をもらい、製作体制に反映させた。</p>				
招へい元（機関名、部局名、国名）及び 日本側受入研究者（機関名）	招へい期間			合計
	平成 26 年度	平成 27 年度	平成 28 年度	
INFN、イタリア 片山伸彦・樋口岳雄(東京大学)	14 日	10 日	30 日	54 日

招へい者④の氏名・職名： Kodali Kameshwara・RAO Scientific Officer

<p>(当該研究者の国際共同研究における役割を含めた具体的な研究活動)</p> <p>Belle II 実験に参加し、崩壊点検出の開発(TIFRの検出器開発と製作に関する工学的マネジメント・治具開発等)を担当している。</p> <p>(具体的な成果)</p> <p>検出器開発・製作において、製作工程の技術的改良法について、双方で継続的に情報交換をし合うなど、TIFRとIPMUの両者の検出器製作の進展に大きく貢献した。</p>				
招へい元(機関名、部局名、国名)及び 日本側受入研究者(機関名)	招へい期間			合計
	平成26年度	平成27年度	平成28年度	
TIFR 高エネルギー物理学部門、インド 片山伸彦・樋口岳雄(東京大学)	79日	159日	0日	238日

招へい者⑤の氏名・職名： Sukant Narendra MAYEKAR Laboratory Assistant

<p>(当該研究者の国際共同研究における役割を含めた具体的な研究活動)</p> <p>Belle II 実験に参加し、崩壊点検出の開発(TIFRの検出器製作・治具の製作・その他の技術的開発)を担当している。</p> <p>(具体的な成果)</p> <p>検出器開発・製作において、治具製法や治具そのものについて、双方で継続的に交換をし合い、TIFRとIPMUの両者の検出器製作の進展に大きく貢献した。</p>				
招へい元(機関名、部局名、国名)及び 日本側受入研究者(機関名)	招へい期間			合計
	平成26年度	平成27年度	平成28年度	
TIFR 高エネルギー物理学部門、インド 片山伸彦・樋口岳雄(東京大学)	100日	135日	0日	235日

招へい者⑫の氏名・職名： Federico Sanchez・准教授

<p>(当該研究者の国際共同研究における役割を含めた具体的な研究活動)</p> <p>Sanchez 教授らと射出エネルギーの系統誤差改善に取り組んでいる。我々は、ターゲット核における長距離相関関係に関連する体系的不確実性の改良を行った。</p> <p>(具体的な成果)</p> <p>長距離相関関係における系統誤差は T2K 実験に適用しデータ解析することで改善できた。この結果を 2016 年夏に発表の予定である。</p>				
招へい元(機関名、部局名、国名)及び 日本側受入研究者(機関名)	招へい期間			合計
	平成26年度	平成27年度	平成28年度	
IFAE、バルセロナ、物理学科、スペイン 片山伸彦・マーク・ハーツ(東京大学)	4日	11日	0日	15日

招へい者⑥の氏名・職名： Zheng Hua・Assistant professor

(当該研究者の国際共同研究における役割を含めた具体的な研究活動)
戸田と3次元フロップ収縮に伴う非可換代数に関する共同研究を行った。

(具体的な成果)
共同論文「Contraction algebra and invariants of singularities」を執筆した。

招へい元（機関名、部局名、国名）及び 日本側受入研究者（機関名）	招へい期間			合計
	平成 26 年度	平成 27 年度	平成 28 年度	
香 港 大 学 , Department of Mathematics, Hong Kong 戸田幸伸（東京大学）	0 日	61 日	29 日	90 日

招へい者⑦の氏名・職名： Robert Lupton・准教授

(当該研究者の国際共同研究における役割を含めた具体的な研究活動)
すばる望遠鏡超広視野カメラ HSC の深宇宙データを高精度かつ自動で解析するためのソフトウェア群を共同で開発する。

(具体的な成果)
本機構滞在中に綿密な打合せを行い、本機構の研究者と共同でデータ解析ソフトウェア群を開発することに成功した。具体的には、データ解析が可能になるレベルまでパイプラインソフトウェアを改善することができ、1月、共同研究者の間でのデータ公開(DR1)を達成した。これによって、研究者がすばる望遠鏡からのデータを自由自在に解析することが可能となった。

招へい元（機関名、部局名、国名）及び 日本側受入研究者（機関名）	招へい期間			合計
	平成 26 年度	平成 27 年度	平成 28 年度	
プリンストン大学、天文学科、米国 高田昌広・片山伸彦(東京大学)	0 日	24 日	0 日	24 日

招へい者⑧の氏名・職名： Raynald Pain・教授

(当該研究者の国際共同研究における役割を含めた具体的な研究活動)

Pain 博士は、国際共同望遠鏡(CFHT)を使った 5 年間に渡る大規模な超新星探査の研究を企画、大きなグループをまとめ観測を遂行した研究代表者であり、加速膨張宇宙の確かな証拠を挙げた。来年度秋から開始予定のすばる望遠鏡による超新星探査を進めるにあたっての手法や解析方法、チーム編成についての知識と経験を得るため、共同検討を進めている。

(具体的な成果)

安田・鈴木が 12 月に LPNHE に訪問、すばる望遠鏡観測計画について検討を重ねると共に、3 月には招へいを行った。共同開発したコンピュータシミュレーションを通し、観測計画を最適化する手法を確立しつつあり、この成果は、今春出版される予定である。

招へい元（機関名、部局名、国名）及び 日本側受入研究者（機関名）	招へい期間			合計
	平成 26 年度	平成 27 年度	平成 28 年度	
パリ大学 LPNHE、物理、フランス 安田直樹・片山伸彦・鈴木尚孝(東京大学)	0 日	3 日	0 日	3 日

招へい者⑩の氏名・職名： Brice Menard・助教

(当該研究者の国際共同研究における役割を含めた具体的な研究活動)

Menard 博士は、大規模な北半球の全天宇宙探査、スローンデジタルスカイサーベイ (SDSS) からのデータを使い、大量のデータから抽出されるわずかなシグナルを捕え、科学的成果をあげることを得意としている。すばる望遠鏡による深宇宙探査は、SDSS の拡張版であり、我々のデータ解析に最大限活用していく。

(具体的な成果)

昨年度の鈴木への派遣に加え、今年度は招へいを実施。今年度は、計画の進捗の確認、今後の方針を集中検討した。来年度、論文等研究成果が具現化される予定である。なお、Menard 博士の指導を受けた大学院生が来年度より当機関で博士研究員として働くことが決定し、両機関の人材交流が一步進んだと言える。

招へい元（機関名、部局名、国名）及び 日本側受入研究者（機関名）	招へい期間			合計
	平成 26 年度	平成 27 年度	平成 28 年度	
ジョンズホプキンス大、物理、米国 安田直樹・片山伸彦・鈴木尚孝(東京大学)	0 日	3 日	0 日	3 日

招へい者⑪の氏名・職名： Francesca Di Lodovico・准教授

<p>(当該研究者の国際共同研究における役割を含めた具体的な研究活動)</p> <p>Di Lodovico 准教授は、T2HK 計画における No.2 であり、プロジェクト共同リーダーを務めている。Di Lodovico とは、将来の T2HK 実験のうち、νPRISM と TITUS の双方に利用可能となるような中間検出器の提案を統合するための計画策定を進めている。</p> <p>(具体的な成果)</p> <p>上記検討に基づき、T2HK 実験における中間検出器の提案を現在作成中である。</p>				
招へい元（機関名、部局名、国名）及び 日本側受入研究者（機関名）	招へい期間			合計
	平成 26 年度	平成 27 年度	平成 28 年度	
ロンドン大学クイーン・メアリー、物 理学科、英国 片山伸彦・マーク・ハーツ(東京大学)	0 日	8 日	0 日	8 日

招へい者⑬の氏名・職名： Hirohisa Tanaka・教授

<p>(当該研究者の国際共同研究における役割を含めた具体的な研究活動)</p> <p>νPRISM 実験用の光検出器の開発をブリティッシュコロンビア大学の Tanaka 教授と検討している。アクリル球に配置した直径 3 インチの PMT を持つマルチ PMT モジュールのベースラインのデザインに関し、開発事業者を交え検討開始した。これにより、次世代のより精密で大規模な実験 T2HK に備える計画である。</p> <p>(具体的な成果)</p> <p>ベースラインの PMT 設計として、マルチ PMT のデザインが νPRISM 実験に採用される成果を得た。</p>				
招へい元（機関名、部局名、国名）及び 日本側受入研究者（機関名）	招へい期間			合計
	平成 26 年度	平成 27 年度	平成 28 年度	
カナダ、ブリティッシュコロンビア大 学、カナダ、片山伸彦・マーク ハー ツ(東京大学)	0 日	14 日	0 日	14 日

招へい者⑰の氏名・職名： Yongbin Ruan・教授

<p>(当該研究者の国際共同研究における役割を含めた具体的な研究活動)</p> <p>Landau-Ginzburg/Calabi-Yau 対応についての問題点について、集中議論した。</p>				
招へい元（機関名、部局名、国名）及び 日本側受入研究者（機関名）	招へい期間			合計
	平成 26 年度	平成 27 年度	平成 28 年度	
ミシガン大学、数学、米国 片山伸彦（東京大学）	0 日	6 日	0 日	6 日

招へい者⑱の氏名・職名： Gagan Mohanty・准教授

<p>(当該研究者の国際共同研究における役割を含めた具体的な研究活動) Belle II 実験に参加し、崩壊点検出の開発(量産中の検出器の品質管理・TIFR のマネジメント)を担当している。 (具体的な成果) 検出器開発・製作において、TIFR と IPMU の生産ラインの共有化について治具開発等を含めた具体的な議論を行い、検出器の将来の生産性向上に貢献した。</p>				
招へい元(機関名、部局名、国名)及び 日本側受入研究者(機関名)	招へい期間			合計
	平成 26 年度	平成 27 年度	平成 28 年度	
TIFR 高エネルギー物理学部門、インド 樋口岳雄(東京大学)	0 日	9 日	0 日	9 日

招へい者⑲の氏名・職名： B. Bakalov 准教授

<p>(当該研究者の国際共同研究における役割を含めた具体的な研究活動) 頂点作用素代数の捩れ表現を基にしたある種の理論を構築し、Gromov-Witten 不変量の計算に応用することについて集中検討議論を行った。</p>				
招へい元(機関名、部局名、国名)及び 日本側受入研究者(機関名)	招へい期間			合計
	平成 26 年度	平成 27 年度	平成 28 年度	
ノースカロライナ州立大学、数学、米 国 片山伸彦(東京大学)	0 日	19 日	0 日	19 日

7. 翌年度の補助事業の遂行に関する計画

--

※ 補助事業が完了せずに国の会計年度が終了した場合における実績報告書には、翌年度の補助事業の遂行に関する計画を附記すること。