

**先端研究拠点事業
平成24年度 事業実績報告書**

採用年度	平成 23 年度
種別	国際戦略型

平成 24 年 4 月 10 日

採用番号	21002
領域	数物系科学
分科	物理学
細目	素粒子・原子核・宇宙線・宇宙物理（実験）
分科細目コード	4302
研究交流課題名（和文）	電子・光子ビームによるストレンジネス物理国際連携研究プラットフォームの構築
研究交流課題名（英文）	Establishing an International Collaboration Platform for Strangeness Nuclear Physics by Electron Beams
採用期間	平成 23 年 4 月 1 日 ～ 平成 26 年 3 月 31 日 （36ヶ月）

《実施組織体制》

日本側

拠点機関名	東北大学大学院理学研究科
実施組織代表者（所属・職・氏名）	研究科長・福村裕史
コーディネーター（所属・職・氏名）	大学院理学研究科・教授・田村裕和
協力機関数	6
参加者数	46

相手国1

国名	米国
拠点機関名	国立ジェファーソン加速器研究施設
コーディネーター（所属・職・氏名）	ジェファーソン研究所物理部、ハンプトン大学 教授 Liguang TANG
協力機関数	3
参加者数	11

(様式6)

相手国 2

国名	ドイツ
拠点機関名	マインツ大学
コーディネーター（所属・職・氏名）	マインツ大学原子核研究所 所長、教授 Josef POCHODZALLA
協力機関数	1
参加者数	7

相手国 3

国名	イタリア
拠点機関名	イタリア原子力機関・ローマ
コーディネーター（所属・職・氏名）	イタリア原子力機関ローマ & ジサニタ国立衛生研究所 教授 Franco GARIBALDI
協力機関数	3
参加者数	11

相手国 4

国名	チェコ
拠点機関名	チェコ科学アカデミー原子核物理研究所
コーディネーター（所属・職・氏名）	原子核研究所研究員 Dr. Petr BYDZOVSKY
協力機関数	0
参加者数	3

交流目標の達成（見込）状況

目標の達成（見込）状況を、A～Eのそれぞれの観点から、ポイントを絞って記載すること。

A 学術的な成果 B 持続的な協力関係の基盤構築 C 若手研究者育成における成果

D 国際的学術情報の収集整備 E 事業の波及効果

① 平成24年度事業計画における達成目標

A. H23年度に予備的に開始したマインツ大学で実施した実験結果をもとに、物理データ収集に向けた本格実験を開始する。また、ジェファーソン研究所において過去に収集したデータの解析を進め、国際共同研究体制を強化する。さらにチェコ科学アカデミー原子核物理研究所の理論グループとの連携のもと、JLab, MAMI-C、さらに電子光学研究センター(ELPH)におけるストレンジネス電磁生成反応をその素過程からハイパー核分光にわたり俯瞰し、ハドロン多体系物理、クォーク多体系物理の発展を狙う。

B. これまでに確立したマインツ大学、ジェファーソン研究所における2つの独立した国際共同研究グループをベースに、本プログラム国際戦略型の下、一つの大きなストレンジネス核物理研究ネットワークへと育てる。具体的にはマインツ大学 MAMI-C 加速器を用いたストレンジネス電磁生成実験、崩壊パイ中間子分光実験にジェファーソン研究所の研究者も参画し、理論的解析をチェコ科学アカデミーの理論グループと協力の上推進する。

C. 本プログラムにより日本の若手研究者（博士課程大学院生はもちろん修士課程大学院生も含む）を海外に派遣、研究発表の機会を与え、また海外一流の研究所で他国大学院生との共同研究を通じ切磋琢磨することにより将来の日本の核物理を担う研究者を育成する。昨年度、成功裏に開催された第一回のストレンジネス核物理国際スクール(SNP school 2012)をさらに発展させ、より広いハドロン物理を対象とした国際スクールへと展開し、本若手育成プログラム SNP School 2013 として開催する。

D. マインツ大学、ジェファーソン研究所という世界一流の電子ビーム研究施設との密接な連携によりそれらの研究所で進行しているストレンジネス物理以外の研究分野とも検出器開発、解析手段等において情報交換を行うことを目指す。マインツ大学が推進している FAIR project とも共同して GEM 検出器の開発を進める。

E. 電子ビームを用いたストレンジネス核物理をコアとした研究を推進しているが、J-PARC やドイツの将来計画である FAIR 等のハドロンビームを用いたストレンジネス核物理、さらにストレンジネス以外の核物理へと本プログラムで築く国際共同研究ネットワークを広く浸透させることを目指す。

② 平成24年度事業計画の達成状況 ※成果の公表状況を、別表1にて作成のこと。

※派遣・受入等の交流実施については、別表4-1、4-2にて作成のこと。

A. ドイツマインツ大学 MAMI-C 加速器においては、平成24年度中にハイパー核の崩壊パイ中間子分光のビームタイム、および検出器開発に関するビームタイムの二回の実験を実施した。このビームタイムの際には日本の若手研究者を現地に派遣し、データ収集を中心的に遂行した。

アメリカジェファーソン研究所において収集したデータの解析に関してもJLabを中心とする米国解析グループと東北大学を中心とする日本解析グループが綿密な情報交換の上、解析コード、解析手法を国際共同研究ネットワーク上で進めた。この結果、ラムダ-核子相互作用の荷電対称性の破れに関して大きな意味のある ${}^7_{\Lambda}\text{He}$ ハイパー核の基底状態のエネルギーを初めて決定し、Physical Review Letter 誌に発表した。

B. マインツ大学、JLab における実験の進め方、解析方針に関しては本プログラムの共同研究として各拠点機関において密接な情報交換は行うものの独立して進めると同時に、本プログラムセミナーとして米国ニューポートニュース、スペイン バルセロナにおいて二回の会議を開催して国際共同研究ネットワーク上でその進行状況、到達点の確認を行った。予定通り国際共同研究ネットワークが機能しつつある。

C. 本共同研究に関連した内容で、東北大学の若手研究者（助教、博士課程大学院生）が国際会議において研究発表を行い、また昨年度に引き続き第2回目のストレンジネス核物理スクール SNP school 2013 をJ-PARC(東海)と東北大学(仙台)において、本若手育成プログラムとして開催した。参加した世界中の若手研究者とシニアな講師陣の双方から大きな支持を得た。

D. 次世代荷電粒子検出器となる可能性を秘めた GEM 検出器の開発に関し、マインツ大学 A1 コラボレーションと議論、テスト実験を合同で行った。また、JLab における次期実験計画のプランも本プログラムで築きつつあるネットワークをベースに進めている。

E. 若手育成プログラムとして開催した SNP school 2013 参加者やマインツ大、JLab の他グループとの検出器開発を基とした情報、技術交換等により、本国際研究ネットワークが他分野へも浸透し始めている。

実施状況

研究交流計画実施にあたる実施体制

国内外の拠点機関及び協力機関の間の、協力連携の状況

※研究参加者リストを、別表2にて作成のこと。

東北大を中心とする電子ビームを用いたハイパー核国際共同研究グループをベースに米国 JLab, ドイツマインツ大学という拠点機関を軸として、これに JLab でハイパー核実験を推進していたイタリア INFN Rome、理論的協力関係にあるチェコ原子核研究所が加わり共同研究2課題を推進した。

上記、研究拠点の全面的な協力の上、ドイツマインツ大学 MAMI-C 加速器を用いた2回のビームタイム、米国、ヨーロッパにおける二回のセミナー、および日本国内における第二回目のストレンジネス核物理国際スクール(SNP School 2013)を若手研究者育成プログラムの一貫として成功させた。

日本側拠点機関における研究交流課題への取り組み(事務支援体制等の観点より)

日本の拠点機関である東北大学においては国際交流課、理学部事務、物理学専攻事務の事務支援のもと共同研究、研究交流を推進している。イタリアにおいて本プログラムセミナーを開催する際には拠点機関であるドイツマインツ大学 Pochodzalla 教授の協力、およびヨーロッパ側マッチングプロジェクトである SPHERE の支援を受けてスペインバルセロナ大学における国際セミナーを開催した。

また、第2回ストレンジネス核物理国際スクール SNP school 2013 を主催する際には東北大学の物理、理学部事務部門の全面的なサポートを受けることにより海外からの参加者を無事、迎え入れることができた。

共同研究

年度当初の交流計画をふまえ、共同研究を実施するにあたっての枠組み、活動内容、得られた成果等

(国内外の拠点機関・協力機関との連携状況も、考慮すること)

平成24年度は東北大学電子光センター(ELPH)、J-PARC 等の日本内の加速器施設および拠点機関である東北大学も東日本大震災からの深刻な被害からの復興期間であり、復興と研究の両方を同時に推進するという難しい時期であった。幸い海外の拠点機関、協力機関の全面的協力、支援を受け、

1. 電子ビームによるラムダハイパー核分光
2. 光子・電子ビームによるストレンジネス核物理

の二つの共同研究を以下のように推進することができた。

MAMI-C 加速器におけるハイパー核崩壊パイ中間子分光の予備実験

東北大が新設したエアロゲルチェレンコフ検出器を追加した Kaos スペクトロメータを用いて、ハイパー核崩壊 π -中間子密分光実験を遂行し貴重なデータを得た。

JLab におけるラムダハイパー核精密分光実験のデータ解析

JLab において過去収集したデータの解析を日米で進めることにより ${}^7_{\Lambda}\text{He}$ ハイパー核の基底状態に関して初めて信頼できる結果を得て、Phys. Rev. Lett.誌で発表した。これにより Λ 核子間の荷電対称性に関して貴重な知見が得られ、世界中の実験、理論家の注目を集めている。

MAMI-C 加速器におけるストレンジネス生成素過程実験

Kaos スペクトロメータを用いてストレンジネス電磁生成素過程に関するデータ収集を行った。本エネルギー領域における偏極電子ビームを使ったデータは世界初である。

セミナー

- ・研究交流計画におけるセミナーの位置づけを、他の交流形態と関連させつつ述べること
 - ・交流目標達成に向け、セミナーが果たした貢献を、具体的に述べること
- ※具体的な実施状況及び成果については、別表3にて作成のこと

第7回 JSPS core-to-core seminar "Study of Lambda Hypernuclei with Electron beams"

米国ジェファーソン研究所(JLab), Newport News, USA, 5月

JLab において過去収集した電子線を用いたハイパー核分光実験のデータ解析の方針および物理的結果を議論した。その結果を成果公表戦略に関しても議論し、単体として物理的インパクトの大きな世界初の ${}^7_{\Lambda}\text{He}$ の基底エネルギーの決定実験を PRL 誌において発表することにした。

また、これまで我々とは独立に Hall-A においてハイパー核分光研究を推進していたイタリアグループを取り込み、より大きな国際共同研究グループによる将来計画について議論し、今後の研究方針を決定した。この国際共同研究グループが、本プログラムで推進する国際研究プラットフォームのコアになると期待される。

第8回 JSPS core-to-core workshop "Current Status and Future Prospects of Strangeness Nuclear Physics"

スペイン バルセロナ大学, 10月; 4年ごとに開催されるハイパー核分野において重要な HYP2012 国際会議の時期に合わせ、ジェファーソン研究所において得られたラムダハイパー核電磁生成分光実験の成果、これからの発展が期待できるマインツ大学における状況を整理、議論した。さらに J-PARC, FAIR といったハドロンビーム施設におけるストレンジネス研究の成果、展望を若手研究者を中心として発表、議論し、原子核、天文学、宇宙論等といった広い見地からストレンジネス核物理を俯瞰した。

第二回ストレンジネス核物理国際スクール(JSPS core-to-core International School for strangeness nuclear physics, SNP School 2013)

東海、仙台 2月; 30名以上の海外からの参加者を含む70名以上の参加者を迎え内容の濃い講義と活発な議論を行い、若手研究者育成プログラムの一貫として成功させた。J-PARC, 東北大電子光科学研究施設における加速器の見学も好評であった、

研究者交流

- ・研究交流計画における研究者交流の位置づけを、他の交流形態と関連させつつ述べること
 - ・交流目標達成に向け、研究者交流が果たした貢献を、具体的に述べること
- ※具体的な交流状況については、別表4-1、4-2にて作成のこと

フランスにおけるオルセイ線形加速器研究所(LAL)においては光検出器に関する国際会議 Photodet 2012 において、若手研究者が発表、関連専門家と議論し、情報収集に努めた。

米国ホルダーネス校において開催された Gordon Research Conference, "Photonuclear Reactions" において、本プログラム研究者がジェファーソン研究所における電子線を用いたハイパー核研究において、他分野の人間にも分かるようなレビューを招待講演として行った。

また、ドイツで GSI が主催で開催された Tours2012 国際会議では本プログラムのシニアな研究者のプレナリートークに加え、若手研究者が口頭発表を行い、ジェファーソン研究所におけるハイパー核の電磁生成および J-PARC で相補的に展開しつつある中間子ビームを用いたハイパー核ガンマ線分光に関して発表、議論を行った。