

採用年度	平成 21 年度
種別	拠点形成型

先端研究拠点事業
平成22年度 事業実績報告書

平成 23 年 4 月 21 日

領域・分野	物理学
分科細目名（分科細目コード）	素粒子・原子核・宇宙線・宇宙物理（実験）（4302）
採用番号	21002
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21年4月1日 — 平成23年3月31日

《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・橋本 治
協力機関数	4
参加者数	26

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）	Physics division, Staff Scientist & Hampton University, Prof. Liguang Tang
協力機関数	2
参加者数	10

相手国 2

国名	イタリア
拠点機関名	INFN Rome
コーディネーター（所属・職・氏名）	Gr. Sanita, Professor Franco Garibaldi
協力機関数	3
参加者数	11

相手国3

国名	ドイツ
拠点機関名	MAINZ University
コーディネーター（所属・職・氏名）	Physics Department, Professor, Josef Pochodzalla
協力機関数	1
参加者数	7

交流目標の達成（見込）状況

① 平成22年度事業計画における達成目標

本プログラムは、日米欧の参加研究者が、互いに電子・光子ビーム加速器施設を用いて共同研究を推進し、その実績のもとに国際連携研究プラットフォームを欧州の研究グループも含めて日米欧3極に拡大進化させることを目指している。そのため、平成22年度の共同研究は、平成21年度から検討を進めてきたMAINZ大学MAMI-C実験施設におけるストレンジネス核物理に係わる実験を、同研究所にグループと協力して新たな実験セットアップを設置し開始する。また同施設での電磁相互作用によるストレンジネス生成素過程に関する実験研究を東北大学電子光物理学研究センターで実施中の中性K中間子生成過程実験研究と有機的に協力して進める。これらのストレンジネス核物理実験を推進するため、大学院学生を含む本事業の共同研究者を短期中期にわたって派遣しネットワークの実質化を図る。さらに、米国ジェファーソン国立研究所において初年度実施された「2.4 GeV電子線によるハイパー原子核分光実験」の解析をネットワークの共同研究者と連携して進めることも主要な目標である。

一方、core to core セミナーを米国、欧州でそれぞれ開催し、本事業の国際戦略型への移行を視野に入れて、日米伊独の共同研究者に加えてひろくストレンジネス核物理に関する理論実験関連研究者の参加も得て、本プログラムが目標とするストレンジネス核物理国際ネットワークのさらなる強化策の展開を目指す。

② 平成22年度事業計画の達成状況

平成22年度の共同研究は、MAINZ大学MAMI-C実験施設のKAOSスペクトロメータをベースにハイパー核分光実験セットアップを検討し、また、ハイパー核のパイ中間子分光実験の準備を現地共同研究者と協力して推進した。そのため、KAOS 焦点面検出器の一つである飛行時間測定用シンチレータ列を本事業によって新設するとともにハイパー核実験用ビームチャンネルの新設・整備を進めた。一方、米国ジェファーソン国立研究所(JLab)において収集したE01-011 およびE05-115 で収集した $A=7$ (${}^7_{\Lambda}\text{He}$) から $A=52$ (${}^{52}_{\Lambda}\text{V}$) にいたる広い質量範囲のハイパー核分光実験データの解析を本事業共同研究者と協働して大きく進展させた。特にJLab E01-011 実験では ${}^7\text{Li}(e, e' K^+) {}^7_{\Lambda}\text{He}$ 反応により ${}^7_{\Lambda}\text{He}$ 基底状態を生成し、これまで原子核乾板によっては束縛エネルギーが決定されていなかった束縛エネルギーを、高い精度で決定することに初めて成功した。本データは、質量数 $A=7$ 、アイソスピン $T=1$ のハイパー原子核の束縛エネルギーを通じて、 Λ 粒子と核子間の相互作用ポテンシャルの荷電対称性の破れに関する貴重な情報を与え、実験、理論の両面から大きな注目を浴びている。また、更に精度良く束縛エネルギーを決定する有力な方法として、ジェファーソン研究所およびMAMI-C 実験施設の実験セットアップに基づくハイパー核崩壊パイ中間子分光実験の検討を進め、次年度以降の共同研究課題として、ビームを用いた実験が開始することとなった。

平成22年度に特記されるべきネットワーク基盤構築に関する成果は、プラハにおいて開催した本事業セミナーが象徴的である。本事業のドイツ側責任者であるマインツ大学原子核研究所長 Pochodzalla 教授は、欧州連合 (EU) のもとに独伊のみならず広く EU および関係国の理論実験研究者と協力してストレンジネス物理等に関する国際ネットワーク構築プログラムを推進している。プラハにおける国際研究集会は学振 core to core seminar と合同で開催された。これらの事業を通じて、多数の若手研究者の国際的モビリティが促進された。また、頻繁な日米欧ネットワーク間交流を通じて学術情報が獲得されている。同時に、平成23年度からの国際戦略型への移行提案にも発展した。

実施状況

初年度に引き続き、本プログラムの4拠点機関のコーディネータである、東北大学橋本、ジェファーソン研究所 Prof. L. Tang, INFN Rome F. Garibaldi, および MAINZ U. Prof. J. Pochodzalla の4名は、Standing committee を組織して、共同研究およびセミナーの組織化について本プログラムの推進に当たっている。日常的にはメールベースで、また随時直接会って極めて密な連携をとった。特に、9月に開催されたプラハにおける core to core seminar では4名を含む本プログラムの主要メンバーが集まって、協力連携のあり方、国際戦略型への移行準備をおこなった。

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）

日本側は、拠点機関である東北大学が中心となり、同国際交流課の支援のもと、同理学研究科および物理系事務室が本プログラムに関する事務実施責任をおっている。

共同研究

本事業における共同研究実験は、米国ジェファーソン研究所(JLab)、ドイツマインツ大学原子核研究所(MAMI)および東北大学電子光物理学研究センター(ELPH)の電子加速器施設において行われている。そのため、東北大学理学研究科は、JLab およびマインツ大学とのMOUを締結して本事業を実施している。本事業の共同研究1および2それぞれの実施に当たっては、本事業の主体性を持って推進している。具体的な成果等は以下の通りである。

1. 米国ジェファーソン研究所

E01-011 および E05-115 で収集した $A=7$ (${}^7_{\Lambda}\text{He}$) から $A=52$ (${}^{52}_{\Lambda}\text{V}$) にいたる広い質量範囲のハイパー核分光実験データの解析を本事業共同研究者と協働して大きく進展させた。特に JLab E01-011 実験では ${}^7\text{Li}(e, e' K'){}^7_{\Lambda}\text{He}$ 反応により ${}^7_{\Lambda}\text{He}$ 基底状態を生成し、これまで原子核乾板によっては束縛エネルギーが決定されていなかった束縛エネルギーを、高い精度で決定することに初めて成功した。

2. ドイツマインツ大学原子核研究所

MAMI-C 加速器施設にストレンジネス核物理用の新たなビームチャンネルとK中間子測定用 KAOS スペクトロメータを設置し、電子ビームハンドリングのテストを行った。これにより、23年度から本格的に、ハイパー核分光実験が実施される。

3. 東北大学電子光物理学研究センター

平成22年度は1 GeV 領域標識化光子ビームを用いて重陽子をターゲットとする実験が NKS2 スペクトロメータを用いて本格的に実施された。また、NKS2 による実験データの解析が大きく進展し、しきい値領域の光子によるストレンジネス生成粗菓邸に関する初めてのデータが得られ、理論家と共同して解析が進んでいる。

セミナー

平成22年度は、初年度に引き続き core to core seminar を欧州および米国で各1回ずつ実施した。第3回セミナーは、ドイツ側拠点機関代表者であるマインツ大学の Josef Pochodzalla 教授が責任者として推進している、core to core program に対応するプログラムである欧州連合 (EU) SPHIRE program と共同で9月にチェコ・プラハで開催した。プラハにおけるセミナーは、共同研究者および関連する実験理論研究者とともに米国ジェファーソン研究所および MA I N Z 大学 M A M I - C 加速器施設における電子・光子ビームによるストレンジネス物理の現状に関する情報交換と今後の国際共同研究の展開方策を議論する。SPHIRE 全体会議に引き続きプラハで開催される SPHIRE Summer School "Strangeness Nuclear Physics" にも若手研究者等を参加させ、若手育成の観点からも大きな成果であった。

一方、昨年8月から実験で得られたデータをもとに本計画の関連分野の研究動向を議論しつつ、今後の共同研究ネットワークのあり方、強化策を議論するため第4回セミナーをジェファーソン研究所において平成23年2月に開催した。実験データの解析を中心にした密度の濃い議論に加え、2012年に予定されているジェファーソン研究所加速器の6 GeV から12 GeV に upgrade する計画を考慮しつつ、同研究所におけるハイパー核分光実験プログラムの今後について検討が行われた。

この会議には、米国、ドイツの共同研究者多数が、テレビ会議システムを活用してそれぞれの研究所等から参加し、広く世界のストレンジネス核物理研究の動向に関する議論も活発に行われた。これらの検討のもと、3月中旬にマインツ大学で共同研究に関する打ち合わせも兼ねて Collaboration meeting が行われた。(多数の共同研究者が本事業の元に参加する予定であったが、東日本震災直後のため、日本人はTV会議による参加となった。)

研究者交流

平成22年度の本事業として研究者交流経費は計上していない。しかしながら、上記国際共同研究およびセミナーが主として実施されるが、同時に、今後大きく飛躍することが期待される J - P A R C 等におけるストレンジネス核物理および関連物理に関する研究計画についても、本プロジェクトの更なる発展を視野に入れて、あらゆる機会を活用して、共同研究者、関連研究者と緊密な連携が進められた。その中から、国際戦略型への移行提案が準備され、また S N P ストレンジネス核物理国際スクールの企画提案にも結びついた。