

先端研究拠点事業
平成17年度 事業実績報告書

採用年度	平成17年度
種別	拠点形成促進型
分科細目	4302
採用番号	17003

領域・分野	数物系科学・物理学
分科細目(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	17003
研究交流課題名(和文)	最強度DCミュオン粒子ビームを用いたレプトンフレーバー物理研究の国際的推進
研究交流課題名(英文)	International promotion of researches in lepton flavor physics by using world's most intense DC muon beam
採用期間	平成17年4月1日 平成19年3月31日

《実施組織体制》

日本側

拠点機関名	東京大学素粒子物理国際研究センター
実施組織代表者(職・氏名)	センター長 駒宮 幸男
コーディネーター(職・氏名)	教授 森俊則
協力機関数	1
参加者数	18

相手国1

国名	スイス
拠点機関名	ポールシェラー研究所
実施組織代表者(職・氏名)	所長、教授(スイス連邦工科大学)・Ralph Eichler
コーディネーター(職・氏名)	同上
協力機関数	1
参加者数	7

相手国2

国名	イタリア
拠点機関名	ピサ大学
実施組織代表者(職・氏名)	物理学部・教授・Carlo Bemporad
コーディネーター(職・氏名)	同上
協力機関数	1
参加者数	11

交流目標の達成（見込）状況

平成17年度事業計画における達成目標

大強度ミュオン粒子ビームを用いた物理研究のためのデータ解析方法について国際的な物理ワーキンググループを形成して共同で研究する。さらに大強度ミュオン粒子ビーム実験によって今後数年間で得られる物理成果を見据えて、その後のレプトンフレーバー物理における先駆的な研究を目指して実験装置の開発研究を進める。また世界最高強度の陽子サイクロトロンを有するポールシェラー研究所への若手研究者の派遣を行い、国際経験の豊かな若手研究者を育成する。特に、大学の夏季休暇に合わせて大学院生を約1ヶ月派遣し、現地において集中的に研修を行う。具体的には、ポールシェラー研究所の有する大強度ミュオン粒子ビームラインの運転に携わることにより、レプトンフレーバ - 物理研究を遂行するに当たって不可欠な大強度ビームハンドリング技術を会得する。また、高計数率下での高精度測定についてノウハウを学び、測定器システムの長期運転用モニター、最善の分解能を達成する較正方法の確立など、稀崩壊現象を探るために不可欠な技術の開発を、スイス、イタリアの拠点機関研究者、協力研究者たちとともに共同で実施する。研究交流の成果はセミナーで報告、議論される。さらに研究者間で緊密な情報交換・議論を行い、今後予定されている大強度ミュオン粒子ビーム実験の準備研究に対して迅速なフィードバックを行っていく。

平成17年度事業計画の達成状況

学術的な成果

将来行われる大強度ミュオン粒子ビームを用いたレプトンフレーバー物理実験を見据えた高性能測定器開発研究の一環として、液体キセノンガンマ線検出器の開発が行われた。検出器は非常に高いガンマ線検出性能を有することが実証され、国際会議、論文雑誌等で報告した。また、大強度ビーム実験で想定される膨大なデータを効率良く解析を行うソフトウェアツールの開発も行われ、第一次実験であるMEG実験での使用を想定し整備が進んでいる。

若手研究者養成における成果

ポスドク、大学院生を含む若手研究者を国外拠点機関に長期間派遣し、実際に大強度ビーム施設等の最先端研究施設を用いて研究開発を行った。研究は拠点機関の研究者をはじめ、国内外の第一線の研究者と共同で行われ、実験技術の向上のみならず、国際的な実験を遂行する上で重要な国際感覚を養うことに大きく役立った。

国際的学術情報の収集整備

研究交流で得られた成果やセミナー、会合等で議論された学術情報等はすべてネットワークサーバー上に置かれ世界中のどこからでもアクセスできるようになっている。特に開発中の液体キセノン検出器に関するすべての情報はデータベース化され、迅速かつ効率的な情報の運用が可能となった。

事業の波及効果

液体キセノン検出器を用いたガンマ線検出技術をはじめ、本事業により開発された実験技術は国際的にも高く評価され、他の同種プロジェクトにも大きな影響を与えている。また本事業で開発されたソフトウェアフレームワークは特定の実験に特化しない形で開発されたため、同種の実験のみならず他の分野の実験でも使用することができる。実際、既に他分野研究プロジェクトへの普及が進んでいる。

実施状況

研究交流計画実施にあたる実施体制

本事業はスイス・ポールシェラー研究所が有する世界最大強度の DC ミュー粒子ビームを最大限に利用した研究交流が主体となっているため、本年度も研究者交流の派遣先は主にスイスとなっているが、イタリアにおいて開催されたセミナーではソフトウェア技術に関する議論、情報交換が行われ、日本で開催された物理解析に関するセミナーでは本事業で期待される最も重要な学術的成果についての議論がなされるなど、各国拠点機関間で活発な研究交流が行われている。

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）

日本側拠点機関（東京大学素粒子物理国際研究センター）は全国共同利用センターとして国際共同研究を行っており、国内外の関連研究者との研究交流を行う上での事務支援体制が整っている。これまで30年にわたり DESY、CERN といった海外の研究機関での国際共同実験を主導、それを支えてきた経験と実績を元に、本事業においても国内外の研究機関と連携した国際的な研究交流に取り組んでいる。

共同研究

本年度共同研究では、大強度ミュー粒子ビームを用いたレプトンフレーバー物理の研究を進める上での測定器開発とデータ解析方法の検討を行った。また高感度なレプトンフレーバー物理の実験を行う上で極めて重要な測定器の較正技術の開発研究も合わせて行った。

データ解析については、国内外の拠点機関・協力機関の研究者で構成される国際ワーキンググループを中心に大強度ビーム実験で想定されるバックグラウンドの理解とそれに対応した解析アルゴリズムの検討を行った。特に影響が大きいと考えられる偶発的な事象の重なりによるバックグラウンドを判別するための解析アルゴリズムを開発することに成功した。この研究の成果を元に第一回および第三回セミナーでデータ解析および物理解析に関する議論が行われた。

測定器開発については、第一次実験である MEG 実験での使用を視野に入れ、高計数率下でも高い精度でガンマ線を計測することが可能な液体キセノン検出器の開発を推進した。

また、レプトンフレーバー物理の実験を行う上で鍵となる測定器の較正方法に関して様々な方法の検討が行われ、主にスイス、イタリアの拠点機関において較正技術の検証実験が行われた。

特に励起原子核からのガンマ線を用いた検出器較正方法が新たに立案され、予備実験により十分実現可能な方法であることが立証された。この結果は第二回セミナーで報告され、具体的な実現方法について議論が行われた。

セミナー

本年度は共同研究や研究者交流で得られた研究成果を元に議論を行い、今後行われる国際的なレプトンフレイバー物理研究にフィードバックをかけることを目的として3回のセミナーが開催された。

2005年6月にイタリアで行われたセミナーでは、共同研究で行われたデータ解析方法に関する検討結果をふまえ、大強度ミュオン粒子ビーム実験を行うために必要なソフトウェア技術や膨大なデータを処理するためのソフトウェアフレームワークに関して情報交換、議論を行い、必要なソフトウェアツールの共同開発に関する検討を行った。これらのソフトウェア技術は現在準備中の第一次実験(MEG実験)で使用される予定であり、それに向け動作検証と最適化が行われた。

2006年1・2月にスイスで行われたセミナーでは、共同研究で進められた検出器開発の成果が報告され、さらに将来のレプトンフレイバー物理研究をにらみ、さらに高感度な測定器を開発するための開発研究の方法についての検討が行われた。また、高感度実験を遂行する上で鍵となる検出器の較正およびモニター方法についても議論が行われた。

2006年3月に日本で行われたセミナーでは、今後行われる大強度ビームを用いたレプトンフレイバー物理実験における物理解析方法について議論が行われた。解析アルゴリズムの検討だけでなく、関連理論の研究者を交え期待される物理結果とそのインパクトについても活発に議論が行われた。さらに本年度本事業で行われた研究交流の成果を総括し、来年度以降の研究の進め方についての議論も行った。

研究者交流

研究者交流では主に世界最大強度の陽子サイクロトロンを有するポールシェラー研究所に若手研究者を長期間派遣、スイス、イタリアの拠点機関研究者、協力研究者と協力し、レプトンフレイバー物理の研究を進める上で必要不可欠な大強度ミュオン粒子ビーム関連技術の向上を目指し研究交流を行った。さらに大学の夏季休暇に合わせて大学院生(修士課程学生を含む)を約1ヶ月派遣し、現地において集中的に研修を行った。実際に派遣された若手研究者が大強度ミュオン粒子ビームラインの運転に携わることで大強度ビームハンドリング技術を習得することが出来た。

また、スイス拠点機関研究者が中心となり高品質な大強度ミュオン粒子ビームを実験のターゲット領域まで輸送する技術の検討も行われた。日本側からも若手研究者が参加し、実際にポールシェラー研究所のビームラインにおいて、ターゲット領域でのミュオン粒子の強度およびビームスポットサイズの最適化実験が行われた。さらに実験を進める上でバックグラウンドとなり得るビーム中の陽電子成分を高効率で除去する技術の確立に成功した。

研究は拠点機関の研究者をはじめ、国内外の第一線の研究者と共同で行われ、上記の実験技術の向上のみならず、若手研究者が国際的な実験を遂行する上で重要な国際感覚を養うことに大きく役立った。