

先端研究拠点事業
事業実績報告書

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

平成19年 4月 6日

独立行政法人 日本学術振興会理事長 殿

東京大学素粒子物理国際研究センター長

拠点機関代表者・氏名 駒宮 幸男 職印

コーディネーター職・氏名 教授 森 俊則

領域・分野	数物系科学・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	17003
研究交流課題名(和文)	最強度 DC ミュー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	26

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

全交流期間を通じての達成目標（申請書で示された内容と同一のもの）

最近発見されたニュートリノ振動現象は、ニュートリノの仲間である電子やミュー粒子などにおいても同様の現象（レプトンフレーバーの破れ）が起こることを強く示唆している。そこで、スイスの誇る世界で最も強力なミュー粒子ビームと、日本とイタリアが持つ世界最先端の素粒子測定技術を最大限に活用して、このレプトンフレーバーの物理を究極まで究めることが本事業の最終目標である。これらの研究を通して若手研究者の育成を行い、レプトンフレーバーの物理研究の世界的な拠点となる国際ネットワークの形成を目指す。

交流目標の達成状況

学術的成果

各拠点機関の持つ最先端素粒子実験技術を統合して、新しいレプトンフレーバー物理実験の開始を目指すという当初の目的は、ほぼ達成された。最強度 DC ミュー粒子ビームを最大限に活用することはまだ無理であるが、これまでの実験のおよそ 100 倍の感度を持つレプトンフレーバー物理実験を 2007 年度終わり頃より開始できる見込みとなっている。ミュー粒子ビームを究極まで活用するための実験技術の開発も平行して成果を上げている。また、このような実験で想定される膨大なデータを効率良く処理するための電子回路やソフトウェアツールの開発も行われ、レプトンフレーバー物理以外の研究プロジェクトにも応用されるなど、当初予想しなかった波及的な成果もあった。

若手研究人材の養成

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てきた。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い、国際的な人脈を形成することに大きく役立った。若手研究者の中には既に、海外研究機関のポスドクや常勤研究職に着いて関連する研究を推進する中核となる者も出てきている。

国際的学術情報の収集整備

レプトンフレーバー物理研究の世界的な拠点として認知され始め、関連する学術情報が自然に集まるようになってきた。そのため、国際会議の基調講演や寄稿論文を依頼されるなど、学術情報の発信が強く期待されるようになってきている。

実施状況

研究交流計画実施にあたる実施体制

本事業は、日本とイタリアで考案・開発した最先端実験装置をスイス・ポールシェラー研究所（PSI）に設置して行う研究が主体であるため、日本・イタリアからスイスへの研究者派遣が研究交流の中心となる。各国とも自国研究者にかかる派遣経費をすべて負担する一方、スイスはPSIにおいて研究交流に必要な研究環境、実験施設や実験器具、電気代等を負担している。また、セミナーはテーマを決めて各国で毎年一回程度開催し、各国現地の事情の理解にも努めている。国内では、海外拠点滞在中の研究者も含め、参加している全研究者で毎月一度テレビ会議を行って緊密な連絡を保っている。

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以前より行っており、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。特に、PSI とは 2003 年より素粒子物理に関する学術交流協定を締結している。国内では、協力機関である高エネルギー加速器研究機構、早稲田大学理工学総合研究センターとの間で、2002 年より MEG 実験推進のための合意書を結んでいる。

共同研究

共同研究では、スイス・PSI の世界で最も強力なミュオン粒子ビームと、日本とイタリアが持つ世界最先端の素粒子測定技術を組み合わせ、これまでより格段に感度の高いレプトンフレーバー物理実験を開始することを目指した。

ミュオン粒子ビームの取り扱い技術についてはスイスと日本が、液体キセノンを使う新しいガンマ線測定器に関しては日本とイタリアが、また、低エネルギー荷電粒子用スペクトロメータについては全3カ国が協力して、開発研究を行った。このため主に、経験豊かな研究者が、日本の実験装置が設置されている PSI を訪れ、比較的短期間（1・2ヶ月以内）それぞれ研究課題を持って共同研究に取り組んだ。2年目からは、経験を積んだ大学院生も共同研究に積極的に参加させるようにした。

この2年間の共同研究により、これまでに比べておよそ100倍の感度を持つレプトンフレーバー物理実験を2007年度終わり頃より開始できる見込みとなった。共同研究には、米国やロシアの研究者も希望して参加してくるなど、本事業が世界的に求心力を持ってきたと考えられる。

なお、関連する研究成果により、この2年間で文部科学大臣賞、小柴賞など、参加研究者による各賞受賞が4件あった。

セミナー

2年間で、日本とスイスで各2回、イタリアで1回、国際セミナーを開催した。ここでは、共同研究で得られた研究成果を発表・議論して、その後の研究の方向付けを行ってきた。また、研究者交流による成果を大学院生など若手研究者が発表する場ともなっている。各セミナーではテーマを決めて、そのテーマについて集中して議論を行った。共同研究と研究者交流は主にスイス・PSIで行われるため、日本とイタリアで開催するセミナーは、日本とイタリア現地における研究状況について他国研究者が直接見聞できる重要な機会にもなっている。

2005年6月にイタリアで行ったセミナーでは、レプトンフレーバー物理実験のために必要なソフトウェア技術について議論を行った。ここでの議論により準備中の新しいレプトンフレーバー物理実験で使用するソフトウェアツールの概要が決まった。

2006年1月と6月にスイスで行ったセミナーでは、高感度検出器の開発研究の成果報告が行われ、将来の究極のレプトンフレーバー物理実験の実現に向けて、確実に開発研究が進捗している状況が示された。

2006年3月および2007年3月に日本で行ったセミナーでは、レプトンフレーバー物理実験における解析方法や期待される成果について活発な議論が行われた。さらに、毎年4月から12月まで続く長期加速器運転に備えて、1年間の事業の総括と、その後の研究方針の決定を行った。

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し、日本が考案・開発した最先端素粒子測定器が設置されるポールシェラー研究所に、若手研究者を長期間にわたって派遣した。そこではスイス、イタリアの研究者と協力して、レプトンフレーバー物理の研究を進める上で必要不可欠な大強度ミュー粒子ビームと高感度測定器関連技術の向上を目指した。また、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ヶ月派遣する夏期集中研修も行った。

研究者交流は、拠点機関の研究者をはじめとする国内外の第一線の研究者との共同研究に参加する形で行われ、実験関連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い、国際的な人脈を形成することに大きく役立っている。ここで評価されて、2007年度より始まるレプトンフレーバー物理実験のオフライン解析責任者に抜擢された学生もいる。また、海外研究機関のポスドクや常勤研究職に着いて、関連研究推進の中核となる若手研究者も育ち始めている。