

平成30年 8月 21日

若手研究者海外挑戦プログラム報告書

独立行政法人 日本学術振興会 理事長 殿

受付番号 201880166

氏 名 萩原 開人

(氏名は必ず自署すること)

若手研究者海外挑戦プログラムによる派遣を終了しましたので、下記のとおり報告いたします。
なお、下記記載の内容については相違ありません。

記

1. 派遣先: 都市名 パドヴァ (国名 イタリア)
2. 研究課題名 (和文): 超新星爆発メカニズム解明のためのイオンビームを用いた不安定元素測定
3. 派遣期間: 平成 30年 4月 1日 ~ 平成 30年 8月 1日 (122日間)
4. 受入機関名・部局名: University of Padua, Department of Physics and Astronomy
5. 派遣先で従事した研究内容と研究状況 (1/2 ページ程度を目安に記入すること)

超新星爆発メカニズムの理論研究では、重たい不安定元素の物理的性質（構造、崩壊過程、反応断面積）の解明が重要である。しかし、不安定元素の詳細な実験的研究は、検出器の感度によって制限されている。そこで、次世代型の飛跡検出器である Active Target and Time Projection Chamber (ACTAR TPC)を用いて、不安定元素の性質を世界最高精度で測定をすることを目指す。ACTAR TPCは、約 16,000 個のパッド状検出器と複数の Si 検出器から構成されているガス標的飛跡検出器である。現在、この 1/8 スケールである試作機を用いて様々な実験がおこなわれている。この検出器の特徴は、位置分解能と検出効率の高さである。ガス中の飛跡情報から、粒子識別をおこない、ガス中の原子核反応とビームの原子核との相互作用を詳細に測定することが可能である。さらに、検出器本体とデータ収集システムは、持ち運び可能であり、様々なビーム施設での実験がおこなえる。

派遣先では、Random Sampling Consensus (RANSAC)アルゴリズムを用いて、高効率な粒子の飛跡検出プログラムを新たに開発した。さらに、荷電粒子がガス中を透過する際のエネルギー損失 (Bragg curve) に着目し、粒子識別の手法を確立した。この手法について、European ACTAR TPC general meeting で発表し、今後のグループ内で使用する粒子識別ツールとして認知された。これらのデータ解析手法をパッケージ化することで、これまでの実験結果、これからの実験結果に対して、均一の質の結果を得ることができる。これは、様々なグループが様々なビーム施設で ACTAR TPC を用いて実験をおこなう特性上、なくてはならないパッケージである。

6. 研究成果発表等の見通し及び今後の研究計画の方向性 (1/2 ページ程度を目安に記入すること)

本研究で新たに構築したプログラムにより、ACTAR TPC での粒子識別手法を確立した。この手法は、ACTAR TPC のみならず、同種のガス飛跡検出器において有用であると考えられる。そのため、現在、論文執筆の準備をおこなっている。また、本研究結果は、2018 年 10 月に開催される日米物理学会 合同核物理分科会 (HAW18) にて発表予定である。

試作機は、メインの検出器と 2 つの補助検出器 (Si 検出器) から構成されている。派遣期間中に構築したプログラムでは、メインの検出器のみを使用した。そこで、今後は補助検出器を使用した粒子識別プログラムの構築をおこなう。この補助検出器は、メインの検出器でエネルギーを落としきらなかった粒子情報を取得することができる。これにより、幅広いエネルギーでの弾性散乱や非弾性散乱、崩壊過程の情報を得ることができる。このプログラムが完成した暁には、粒子識別の検出効率が 90%以上になると見込まれる。

さらに、今後とも研究グループとは密に連絡を取り、最新の研究内容や情報交換をおこなう予定である。研究グループはイタリアのみならず、ヨーロッパ各国の共同研究者で構成されているため、定期的にかかれる全体ミーティングにも参加を考えている。また、次回のビーム実験が 2018 年末に予定されており、共同研究者として参加予定である。

7. 本プログラムに採用されたことで得られたこと (1/2 ページ程度を目安に記入すること)

ACTAR TPC は世界で最も高い分解能を持つ検出器の一つである。その検出器の解析ソフトウェア開発をおこなえたことは、非常に良い経験となった。TPC を扱うこと自体が初めてであったが多くの助言により研究を進めることができた。特に、飛跡解析アルゴリズムは様々な実験において重要な手法であるため、身につけたノウハウは今後も活かしていきたいと考えている。また、プログラムの高速化や第三者の使用を前提に進める開発は苦労も多くあったが、その分新たに得られた技能や経験は大きいと感じる。

派遣先では毎月招待講演をおこなっており、超電導やダークマターに関する講演などを聞くことができた。専門分野外ではあったが、講演後に質問へ行くと丁寧に答えていただき、教養を深める良い機会となった。また、博士課程の実験クラスにも参加した。これは、グループで理論予想から実験セットアップ、解析をおこなう。私が参加したグループは、小型のガス粒子検出器を用いて α 線源からの信号を取得する実験であった。途中参加であったが、学生同士でのフランクな英語で一つ一つ丁寧に説明してもらい、共に実験を遂行できた。こうして面と向かって現地の学生と共に議論できたことも本プログラムで得られた良い経験の一つである。

4 ヶ月に及ぶイタリアでの生活は全てが新鮮であった。実際に海外の文化を肌で感じたことは、研究生活・私生活において貴重な体験であり、有意義な時間となった。今回の派遣の受け入れから面倒を見てくださった Collazuol 氏と Marchi 氏に感謝申し上げます。