

京都大学教育研究振興財団助成事業
成果報告書

平成 28 年 1 月 15 日

公益財団法人京都大学教育研究振興財団

会長 辻 井 昭 雄 様

所属部局・研究科 工学研究科 電気工学専攻

職名・学年 博士課程2回生

氏名 中山 洋 平

助成の種類	平成27年度 ・ 若手研究者在外研究支援 ・ 在外研究長期助成		
研究課題名	テスト粒子シミュレーションによる磁気圏高エネルギー粒子の輸送と加速課程の解明		
受入機関	The Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory, NASA Goddard Space Flight Center		
渡航期間	平成 27 年 6 月 24 日 ～ 平成27年12月21日		
成果の概要	タイトルは「成果の概要／報告者名」として、A4版2000字程度・和文で作成し、添付して下さい。「成果の概要」以外に添付する資料 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 有()		
会計報告	交付を受けた助成金額	1,500,000円	
	使用した助成金額	1,500,000円	
	返納すべき助成金額	0 円	
	助成金の使途内訳	渡航費	270,000 円
		日当宿泊費	1,230,000 円
当財団の助成について	(今回の助成に対する感想、今後の助成に望むこと等お書き下さい。助成事業の参考にさせていただきます。) 今回の助成のおかげで世界最先端の研究施設で研究を行うことができました。また助成金の使途についても柔軟に対応していただき滞在先での研究に十分専念することができました、この場をお借りして感謝いたします。今後、在外研究採択者の交流会等を設けていただけると貴助成金によって海外で活躍された方々の話を伺え、さらに在外助成事業が有意義になるのではないかと感じております。		

成果報告

研究課題名：テスト粒子シミュレーションによる
磁気圏高エネルギー粒子の輸送と加速過程の解明
京都大学 工学研究科 博士課程二回生 中山洋平

私は 2015 年 6 月から 12 月までの半年間 The Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory と NASA Goddard Space Flight Center にて在外研究を行った。今回の在外研究にて得られた成果について以下に報告する。

はじめに私の研究について紹介したい。私は地上インフラや人工衛星に悪影響を与える宇宙プラズマについて研究をしている。現在この宇宙プラズマの動向を把握、理解するために多くの機関が連携する大規模なプロジェクトが進められており、既に NASA は 2012 年に 2 機編成の高エネルギープラズマ観測衛星である Van Allen Probes 衛星を打ち上げ、高エネルギープラズマの直接的な連続観測を開始している。しかし、直接観測では衛星の位置における高エネルギープラズマの分布関数など詳細な情報を知ることができるが、高エネルギープラズマの空間的な広がりや高エネルギープラズマが構成する電流の全体的な強度などを一地点の情報から予想することは難しい。そこで我々の研究グループでは京都大学のスーパーコンピュータを駆使し、グローバルなシミュレーション空間において高エネルギープラズマの動向の模擬を行っている。

私が長期在外研究先の一つとして訪問した The Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory はこの Van Allen Probes 衛星のプロジェクトマネージメントを担っている機関であり、高エネルギープラズマ観測の専門家が多数在籍している。在外期間中は観測の専門家と共に私が開発したシミュレーションが観測に対してどのような貢献ができるか、またどのようにシミュレーションの性能を向上させるかについて議論を行った。我々はまず Van Allen Probes で観測された擾乱時に高エネルギープラズマがある特殊なエネルギー構造を持って増大する現象に着目し、シミュレーションでその現象を再現、説明できるかについて取り組んだ。これは高いエネルギー分解能と時間分解能を持つ Van Allen Probes で初めて観測された現象であり、これまでにこの現象について詳しく報告した論文はなかった。我々は開発したシミュレーションを用いて観測された特殊なエネルギー構造の再現に成功した。そしてシミュレーション結果の解析により、この特殊なエネルギー構造の発生メカニズムを特定することに成功した。発見した発生メカニズムはマクロ、メソスケールのプラズマ現象を含んだ非常に複雑なものであり、我々のシミュレーションがこれらの現象を高精度に模擬で

きていることの証明となった。この成果について、在外研究の後半にサンフランシスコで開催された **American Geophysical Union Fall Meeting** において発表を行った。また現在、本学会の代表誌である **Journal of Geophysical Union** への投稿に向けて論文を執筆中である。

二つ目の訪問先である **NASA Goddard Space Flight Center** は最先端の宇宙プラズマ研究を行っている研究所であり、訪問先での共同研究者である **Mei-Ching Fok** をはじめ、短時間、長時間スケールの高エネルギープラズマ変動シミュレーションの世界的権威が多く在籍している。**NASA Goddard Space Flight Center** では彼らと議論を行いシミュレーションの向上を目指した。これまでに開発したシミュレーションは擾乱時の過渡的な加速を注目したものであったが、グローバルな高エネルギープラズマの動向を把握するため、プラズマの供給から流出までを模擬するシミュレーションの開発を行った。そして開発したシミュレーションにより、高エネルギープラズマは過渡的な加速以前にプラズマの供給源である電離圏の変動によってエネルギー増加を受けていることがわかった。この結果はこれまで観測で得られてきたが説明がなされていなかった中エネルギー帯のプラズマの増加を説明するものであり、中エネルギープラズマがどのように加速領域に到達し高エネルギープラズマとなるのかを明らかにする重要な結果である。この結果についても **Journal of Geophysical Union** への投稿に向けて論文を執筆中である。

以上が今回の在外研究により得た成果である。在外研究により国際論文2本分の成果を得ることができた。また現在、開発した新しいシミュレーションを用いて在外研究先の研究者と新たな共同研究を開始することを議論している。これらの世界の権威との人脈を作るという観点においても今回の在外研究は非常に有意義なものであった。京都大学教育研究振興財団からの貴重な助成によって、まだ博士課程の学生という立場でありながら今回のような経験をすることができた。助成対象として私を採択してくれた財団に心より感謝したい。