

令和 3年 12月 2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 202080078
氏名 津名大地

(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 ステート・カレッジ (国名 米国)
- 2 研究課題名 (和文) : マルチメッセンジャー天文学で探る星周物質との衝突で光る超新星
- 3 派遣期間: 令和 3年 8月 20日 ~ 令和 3年 11月 22日 (94日間)
- 4 受入機関名・部局名: ペンシルバニア州立大学・物理学科
- 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)

派遣先では、受入研究者の村瀬孔大氏と主に超新星からの電波放射についての議論を行い、研究を進めていった。超新星からの高エネルギーニュートリノなどのマルチメッセンジャー放射は、超新星と星周物質との衝突に伴う衝撃波が粒子を加速することによって駆動される。電波はこの粒子加速によるニュートリノ形成に付随して放射されると考えられていて、ニュートリノと比べて現在の望遠鏡での検出が比較的容易である。したがって、電波はニュートリノと合わせて超新星での粒子加速の一つの有力なプローブとなる。滞在先では粒子加速に伴い生じる相対論的電子のシンクロトロン放射、および星周物質による電波放射の吸収過程をモデリングし、様々な星周物質のパラメータについて多波長電波放射を計算できる計算コードを開発した。計算コードは基本的に完成しており、現在計算結果をまとめた学術論文を執筆中である。

また上記のテーマに関する議論から発展して、超新星・星周物質衝突の輻射流体シミュレーションを用いて粒子加速の可能性を考察する研究、観測されている星周物質の多様性を理論的に説明する研究、ブラックホール形成に伴うマルチメッセンジャー放射など数多くのプロジェクトを村瀬氏と新たに着想した。これらの研究テーマはどれも始動したばかりであるが、村瀬氏との議論を通じて考察を進めており、どれも将来的に研究成果を生み出せると期待している。特に最初の輻射流体シミュレーションについては、同じペンシルバニア州立大学に所属しこのシミュレーションコードの大部分を開発した Viktoriya Giryanskaya氏も含めた3人で進めている共同研究である。現在シミュレーションコードの枠組みおよびその使い方を理解しつつ初期成果を生み出し始めていて、順調に進めることができている。

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)

まず電波放射の研究についてはほとんどの計算が完結しており、その成果を11月中旬の国際研究会 SuperVirtual2021でポスターとして発表している[1]。3ヶ月という比較的短い時間であり、かつ博士論文の執筆や海外のポスドク研究員公募への応募もあった中で、十分な研究成果を生み出すことができたと考えている。さらに滞在1ヶ月時点での研究成果をペンシルバニア州立大やストックホルム大での研究者に向けた招待セミナーで発表しており、今後も研究会発表やセミナーなどの機会があれば積極的に本成果を発表していく。

この成果は学術論文としてもまとめており、プログラム終了時点で7割程度執筆が完成している状態である。プログラム終了後2ヶ月以内に超新星からの電波放射の論文を完成させ、学術誌に投稿する予定である。この研究を通じて開発されたコードは、自身が所属する東京大学ビッグバン宇宙国際研究センター・茂山研究室のメンバーと共同で開発しているオープンソースの超新星放射計算コード CHIPS [2] に実装して、投稿論文が受理された時に計算コードを世界に公開する。これらの作業と並行して、項目5. で述べたような新たに着想した数多くの研究についても村瀬氏・Giryanskaya氏などとオンライン中心で議論を重ねながら順次進めていく。新型コロナウイルスの状況が今よりもさらに改善された場合には、より効率的に研究を進めるため来年以降再びペンシルバニア州立大に短期滞在することを計画している。自身は学位取得後北米での研究活動を希望しており、今後も受入機関とのさらなる国際的な共同研究・交流が期待される。

[1] <https://sites.google.com/view/supervirtual2021>

[2] <https://github.com/DTsuna/CHIPS>

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)

本プログラムを通じて第一に得られたのは、数多くの人脈と新たな確固たる研究拠点である。上で述べた村瀬氏やGiryanskaya氏のみならず、村瀬氏の研究室に所属するポスドク研究員、大学院生など多くの人物、そして Peter Meszaros氏などの宇宙物理学の重鎮とミーティングやセミナーを通じて知り合うことができた。渡航する前は所属する東京大学ビッグバンセンターにしか研究拠点がなかったが、このプログラムを通じて数多くの共同研究の芽を出すことができ、今後もスムーズに訪問できる新たな研究拠点を確立することができたのは、将来海外での研究を希望する私にとって非常に大きいことと感じている。

また、本プログラムで新たに知ることができたのは、海外の研究者、主に大学院生の研究に関する強い積極性や熱意である。論文紹介のセミナーなどでは、大学院生も積極的に発表して他の研究者と議論していて、これに刺激されて自分も発表することが数多くあった。また研究室のミーティングではどの学生・ポスドクも毎週多くの進捗を生んで紹介しており、議論が深まり2時間以上の長いものになることもしばしばあった。このように日本にはほとんど無い刺激的な環境に、特に大学院生のうちから身を置くことができたのはとても良い経験であったと考えている。

更に本プログラムに採用されたことで、科研費などで渡航するのに比べて経済的に余裕があったことも研究に打ち込む上で大きかったと思っている。キャンパスから徒歩圏内で比較的治安のいい場所に宿泊できたため、土日も含め毎日朝から晩までキャンパスに滞在し、これまでになく集中して研究に取り組むことができた。

最後に、滞在先でのポスドクと交流する中で日本では全く聞くことのなかったアメリカのポスドク事情に関して深く知ることができた。私のようなポスドク職を探している研究者は一年を通じて何十ものポスドク研究員公募に応募すること、大学雇用のフェローの場合応募前に Job talk と呼ばれる滞在先でのセミナーを行うことなど、海外での研究を希望していながらも全く知らない情報も数多くあった。人脈を深めながら将来の就職活動に活かせる情報を多く得ることができてよかったと考えている。