

国立天文台客員教授等報告書

受入教員 プロジェクト名： 科学研究部 氏名： 梶野 敏貴

客員氏名： 山口 英斉

称号： 客員教授 客員准教授 客員研究員 (○をつける)

期間： 2019年4月1日 ~ 2020年3月31日

I. 以下の項目について、客員教授等本人が記入してください。

[1] 主な活動と成果 (当初の計画についても記入すること)

(共同研究)

本研究は、宇宙核物理実験(山口英斉客員准教授を中心とする東大の実験研究グループ)と天文・宇宙物理理論(梶野敏貴特任教授を中心とする理論研究グループ)の知識を総合することにより、高温宇宙および爆発的天体の元素合成反応の議論を行う計画であった。特に主題となったのは、標準ビッグバン元素合成(BBN)におけるリチウム存在比問題である。BBN は宇宙始原における元素の存在量を定める重要な元素合成プロセスであるが、金属欠乏星の観測と BBN モデルに基づいた理論計算の間にはリチウム-7 の生成量に3倍ほどの開きがある。山口研究室では、ベリリウム-7 の中性子による破壊反応をトロイの木馬法という巧妙な実験手法で測定することにより、リチウム-7 の量がこれまで想定していたよりも少なくなる可能性について検討してきた。一方で、受入研究者は、宇宙温度ゆらぎ(宇宙磁場密度ゆらぎを含む)に関する宇宙論的な洞察から、素粒子・原子核の運動学に非 Maxwellian 分布を導入するなどの理論的アプローチにより、問題解決を目指してきた。

本研究によって、停滞していたトロイの木馬実験データの解析が大きく進んだ。特にベリリウム-7 破壊反応のうち最も効果のある ${}^7\text{Be}(n,p)$ 反応に関して最終的な解析結果が得られ、これまでの実験では見過ごされた ${}^7\text{Be}$ 原子核の励起の効果を初めて定量的に評価することができた。また、理論側にも不均一磁場強度を導入した新しい計算などの大きな進展があった。両者を合わせると、リチウム問題を完全には解決できないまでも、ある程度の改善ができる見込みが現れてきた。今後、本研究に基づき、実験・理論を突き合わせて詳細検討することにより、リチウム問題の部分的解決に関する論文を出版することを計画している。本研究は、リチウム問題解決に至る一つの大きなステップとなった。

(教育)

梶野研究室の定期セミナー(COSNAP Seminar: COSNAP=COsmology and Nuclear AstroPhysics)にて、外国人客員教授ら海外からの研究者も含めて、上記共同研究内容を中心に宇宙核物理の実験研究に関する連続講演を行った。さらに、議論を通して、学生への教育に寄与した。また、本研究の研究費を使い、中国の NUSYS-2019 サマースクールに出張し、日中韓の学生に対し宇宙核物理の実験研究に関する講義を行い、我々の研究を彼らに紹介する良い機会がとまった。

(その他)

上記の共同研究の成果は、英国で行われた INPC2019 国際会議や京都の OMEG 国際シンポジウム、北京の OECE ワークショップなどで発表され、S. Hayakawa et al., JPS Conf. Proc. **31** 011036 (2020)他にて出版された。さらに、今後 Phys. Rev. Lett.誌に論文を投稿予定である。

[2] 本制度に対する意見、要望など

本制度は、天文学・宇宙物理学・原子核物理学の学際領域で研究成果を挙げている国立天文台および東京大学をはじめとする国内研究者と、海外の研究者との国際共同研究に大いに役立っている。我々の研究分野には、このような国際・学際共同研究が必須であり、今後も制度を維持し、国際研究を奨励して頂けることを強く希望する。

[3] 国立天文台職員や大学院生と共同して行った研究等の学会発表、学術論文、解説等

(学術論文)

“Experimental Study on the ${}^7\text{Be}(n, p){}^7\text{Li}$ and the ${}^7\text{Be}(n, \alpha){}^4\text{He}$ Reactions for Cosmological Lithium Problem”,
S. Hayakawa, M. L. Cognata, L. Lamia, H. Shimizu, L. Yang, H. Yamaguchi, et al., Proc. of 15th International Symposium on Origin of Matter and Evolution of Galaxies (OMEG15), JPS Conf. Proc. **31** 011036 (2020).

“Study on ${}^{26}\text{Al}(p, \gamma)$ Reaction at the SNe Temperature”,

H. Shimizu, D. Kahl, H. Yamaguchi, K. Abe, O. Beliuskina, S.M. Cha, et al., Proc. of 15th International Symposium on Origin of Matter and Evolution of Galaxies (OMEG15),
JPS Conf. Proc. **31** 011073 (2020).

(国際会議、学会発表)

H. Yamaguchi (invited):

“Studying Astrophysical reactions and Nuclear Clusters with with low-energy RI beams”,
Apr. 25, 2019, 2019 KPS Spring Meeting, Pioneering session: Low energy nuclear science for astrophysics,
Deajeon Convention Center, Daejeon, Korea.

H. Yamaguchi (invited):

“Experiments on astrophysical reactions with low-energy unstable nuclei beams at CRIB”,
Jul. 29-Aug.2, The 27th International Nuclear Physics Conference (INPC 2019), Scottish Event Campus,
Glasgow, UK.

H. Yamaguchi (invited lecture):

“Nuclear Astrophysics with low-energy RI beams”,
Aug. 12-17, NUClear physics School for Young Scientists (NUSYS-2019), Institute of Modern Physics, Lanzhou,
China.

H. Yamaguchi (invited):

“Nuclear Astrophysics Projects at CNS, the University of Tokyo”, Nov. 27-29,
International workshop on Origin of Elements and Cosmic Evolution: From Big-Bang to Supernovae and Me
rgers (OECE), Beihang University, Beijing, China.

Ⅱ. 以下の項目について、受入教員が記入してください。

[4] 本制度に対する意見、要望など

山口博士には、学際的な見地から実験・観測・理論を横断する共同研究を精力的に進めていただいた。学際領域研究を進めるためには、天文学・素粒子物理・原子核物理の分野の研究者がそれぞれの専門性を持ち寄って議論することが重要であり、この客員制度はこうした学際領域の開拓と発展を実現する場を提供する有益な制度である。山口博士を天文台客員准教授として招聘し、複数の隣接領域を横断する学際領域「宇宙論・宇宙核物理学 (COSNAP:Cosmology and Nuclear AstroPhysics)」の研究者による国際共同研究が、日本・米国・韓国・中国・トルコ等の研究者を中心として国立天文台を拠点に幅広く展開された。

また、台内において科学研究部および光学赤外線研究部の研究者ばかりでなく、客員教授、特別客員、ポスドク研究員等との活発な議論と研究指導を通して、大学院生の教育にも尽力いただいた。

今後の本制度のますますの拡大と充実を要望する。