

国立天文台客員教授等報告書

受入教員 プロジェクト名： 理論研究部 氏名： 梶野 敏貴

客員氏名： 嶋 達志

称号： 客員教授 客員准教授 客員研究員 (○をつける)

期間： 平成 29 年 4 月 1 日 ~ 平成 30 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)

(1) 梶野・嶋らの共同研究により、既に中性子寿命がビッグバン元素合成に大きな影響を及ぼす基礎パラメータであることを定量的に明らかにされている。現在公表されているデータには測定方法の違いによって4標準偏差の食い違いがある。我々はJ-PARCにおいて新しい手法による精密測定を進めており、平成29年度に最初の暫定値を得た。今回の結果は過去のデータのうち長い方の値と矛盾がなく、これを標準ビッグバン元素合成計算に当てはめた場合、最新の始原的⁴He存在比の観測データと整合する傾向が示唆される。現在、平成29年度に取得した全データの解析を行っており、まもなくその結果を論文として公表する予定である。

(2) 始原的ブラックホールの近傍や中性子星の表面などに生じる強い重力場が原子核・素粒子反応に及ぼす影響について検討を行った。また重力以外の高強度場の影響についても考察を進めている。

(3) 重力崩壊型超新星爆発で発生する高密度なニュートリノに関して、ニュートリノ自己相互作用を記述する巨視的なポテンシャルの妥当性を量子場の一般論に基づいて検討した。研究は継続中である。

(その他)

上記の共同研究での成果をもとに、宇宙における極端条件下での量子現象解明のための新規プロジェクトを立案した。またその実行組織として、大阪大学核物理研究センター、国立天文台理論研究部、名古屋大学理学部、理化学研究所 iTHES、量子科学技術研究開発機構を中心とした共同研究グループを立ち上げた。継続して議論中である。

[2] 本制度に対する意見、要望など

さまざまな面で配慮の行き届いたサポートをいただき、おかげさまで多くの異なる分野の研究者の方々との共同研究活動を開始することができ、進めることができました。宇宙での爆発天体現象において素粒子・原子核物理が果たす役割を理解する上で、日本の天文学のセンターである国立天文台との共同研究は非常に大きな役割を果たしています。今後も元素合成に関する実験データが、日本国内のみならず世界中の研究施設から出てくることが期待され、天文観測との協力で、その理解が飛躍的に深まるものと想定されます。教育においても、国立天文台や東大、阪大の学生・ポストドクとの交流も盛んとなりつつあります。分野を越えて私たちのように活発に国際共同研究を進める研究者間の交流を促進する上で、本制度のような客員制度による研究交流プログラムは有効な制度だと思います。

[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

学会発表

- (1) “中重核の原子核反応データの現状”
「初期宇宙における天体の進化と元素合成」研究会、
2017年8月10日～8月12日
岐阜県岐阜市
- (2) “II型超新星爆発における ^{44}Ti 合成に寄与する核反応断面積測定”
日本物理学会秋季大会、2017年9月12日
宇都宮大学峰キャンパス

研究会等開催：

- (1) 「X線天体と元素合成を中心とする宇宙核物理研究会」
2017年7月20日、21日、理化学研究所
- (2) 研究会「初期宇宙における量子現象と原子核物理」
2018年1月5日、大阪大学核物理研究センター
- (3) 日本物理学会第73回年次大会シンポジウム
「特異的天体環境における量子現象と元素合成」
2018年3月22日、東京理科大学野田キャンパス

発表論文

- (1) H. Ejiri and T. Shima,
J. Phys. G44, 065101 (2017),
K-hindered beta and gamma transition rates in deformed nuclei and the half-life of $^{180}\text{Ta}^m$.
- (2) I. Gheorghe, et al. with T. Shima,
Physical Review C, Volume 96, Issue 4, id.044604 (2017)
Photoneutron cross-section measurements in the $^{209}\text{Bi}(\gamma, xn)$ reaction with a new method of direct
neutron-multiplicity sorting.
- (3) D. Martin, et al. with T. Shima,
Physical Review Letters, Volume 119, Issue 18, id.182503 (2017),
Test of the Brink-Axel Hypothesis for the Pygmy Dipole Resonance.
- (4) I. H. Hashim, et al. with T. Shima,
Physical Review C, Volume 97, Issue 1, id.014617 (2017),
Muon capture reaction on ^{100}Mo to study the nuclear response for double- β decay and neutrinos of
astrophysics origin.
- (5) A. Masuda, et al. with T. Shima,
Nuclear Inst. and Methods in Physics Research, A, Volume 849, p. 94-101 (2017),
Applicability of the two-angle differential method to response measurement of neutron-sensitive devices
at the RCNP high-energy neutron facility.

他、多数。

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

ビッグバン宇宙論、始源的元素合成、超新星爆発、等の解明に元素の観点からせまる研究の目標は、元素生成量の理論予測と天体観測との徹底的な比較、および精緻なる素粒子・原子核反応過程を記述する理論の精密化である。特に、始源的ブラックホール近傍や中性子星表面などに生じる強い重力場、さらに巨大な数密度で自己相互作用しながら放出される強いニュートリノ場の下での原子核・素粒子反応の詳細は、殆ど未開拓と言って良い研究領域である。こうした、超強度場と素粒子・原子核反応の結合は、非摂動的な完全直交系をベースに相互作用を摂動的に記述する従来の量子力学や場の理論の枠を超えている。素粒子・原子核が持つ対称性、およびその破れの研究は嶋達志博士の専門であり、この共同研究を通して、上記のような宇宙で発現する超強度場が物理素過程に及ぼす影響は、現在の精緻なる素粒子・原子核実験で定量的に測定可能であることが明らかにされ始めた。

このような新しい領域の研究を始めるためには、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を実現する場を提供していると思う。嶋博士の客員就任をきっかけに、学際領域を横断する共同研究が始まり、新学際領域プロジェクトとして物理学会シンポジウムを開催するまで、推進することができた。今後の本制度のますますの拡大を強く希望する。