

(様式 3)

平成 24 年度学融合推進センター学融合研究事業 研究成果報告書

研究テーマ名称	模擬宇宙線を用いた実験室宇宙科学の展開
応募事業区分	事業枠①(C)「公募型共同研究」
申請代表者氏名	高山 健

○ 研究状況報告

研究ユニットA：デジタル加速器による重イオン加速実験をほぼ順調にすすみ、取り出し段階までに到った。施設検査終了次第、ビーム供給を行う予定。図 1 参照

研究ユニットB：照射用の 2 軸移動台が完成した。又、ビームコリメーターも完成した。これらの照射用機器の据え付けを行う前段階に到っている。図 2 参照

研究ユニットC：照射用ビーム窓、照射ボックス、ガス混合用のツールが完成した。現在クライオスタットの準備をしているところである。図 3 参照

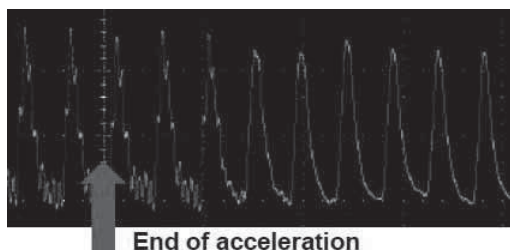


図 1：加速終了後の重イオンビーム

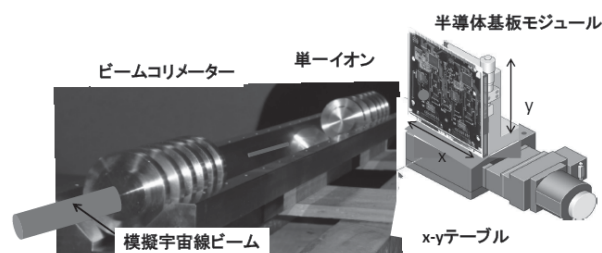


図 2：コリメーターと x-y 移動ステージ

○ 当該事業年度において達成された研究成果

研究ユニットCが予備照射実験として東工大タンデム装置による 2.5 MeV 陽子ビームを用いて、水、一酸化炭素、アンモニアの混合ガスを満たしたパイレックス容器内にアミノ酸前駆体の生成実験を行った。グリシンの生成量と陽子ビームの照射量との相関、アンモニアガス圧との相関を実験的に得た。

図 3 参照

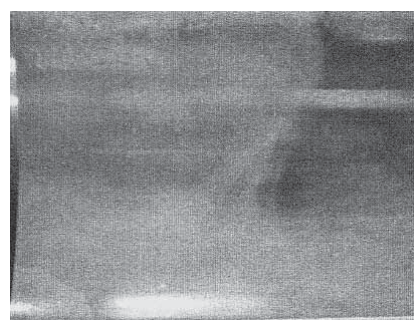


図 3 気相中の陽子ビーム透過

○ 本研究を基に発表した論文

1. K.Horioka, K.Takayama *et al.*, “Progress of High-Power-Accelerator Research for Heavy Ion Fusion”, *J Plasma and Fusion Research* **89**, 87-118 (2013).
2. K.Takayama *et al.*, “Heavy Ion Beam Factory for Material Science based on the KEK Digital Accelerator” in *Proceedings of 8th International Symposium on Swift Heavy Ions in Matter*, Oct. 24-27 2012, Kyoto, Japan SH-O-14.
3. 江藤碧、小林憲正、他5名、“陽子線照射による模擬星間物質からのアミノ酸前駆体生成とその安定性”、Heavy Ion Acceleration System Scientific Report, Research Lab. For Nuclear Reactors, TokyoTech, p6-13 (2012)

(様式 3)

平成 25 年度学融合推進センター学融合研究事業 研究成果報告書

研究テーマ名称	模擬宇宙線を用いた実験室宇宙科学の展開
応募事業区分	共同研究支援
申請代表者氏名	高山 健

○ 研究状況報告

昨年度より継続的に以下の整備を進めて来た。

- デジタル加速器からのイオンビーム取り出し最適化、金属イオン用のレーザーイオン源の実証試験

4月の取り出し機器(キッカー電磁石)のリング内移設と、真空度改良作業を行った。新しい取り出しシステムの下に取り出しタイミング、セプタム磁石パラメーターの最適化実験を行った。

- 模擬アイスマントル搭載照射標的部の製作

前駆アミノ酸の原料になる一酸化炭素、水、アンモニア等の化学物質を真空中に固相状態で確保する模擬アイスマントル用のクライオスタット冷却照射プレートの製作を行った。

- 宇宙電子機器照射用ビームコリメーターの改造

昨年度製作したビームコリメーターの中心部開口部穴径では、十分なイオン数の透過が難かしいという事から、このビームコリメーターの改造を行った。又、コリメーター支持架台の3次元測定を行い、ビームコリメーター用として使用できることが確認できた。

○ 当該事業年度において達成された研究成果・今後の展望等

- 模擬宇宙線ドライバーから照射位置相当までのビームガイドに成功した。
- 鉄等の模擬宇宙線を生成するレーザーアブレーションイオン源の試験を行い、高電離の炭素、アルミイオンを得る事に成功した。
- 協力研究機関である東工大原子炉研 1.6MV タンデム装置で得られる陽子イオンを用いて、気相実験を行い、アミノ酸前駆物質の生成に成功した。

施設検査を受けるに当たって、不手際があり、予定の期間内に照射実験を開始出来なかった。今後速やかに、この検査を受け、且つイオン種を増やししながら段階的に供給する模擬宇宙線種を増やし、想定していた実験を、各種外部資金の獲得に努めて実施する予定である。

○ 本研究を基に発表した論文と掲載された雑誌名等のリスト(論文があれば添付)

1. 高山 健「KEK デジタル加速器の現状と Heavy Ion Beam Factory 構想」、電気学会量子ビームによるナノバイオサイエンス技術調査専門委員会、7月11日 KEK (招待講演)
2. 劉星光 その他「KEK-DA LEBT 残留磁場影響下における完全電離イオンビーム軌道

(様式 3)

平成 25 年度学融合推進センター学融合研究事業 研究成果報告書

最適化」第 10 回日本加速器学会 8/3-5 名古屋大学

3. N.Munemoto *et al.*, “Development of the C6+ laser ablation ion source for the KEK digital accelerator”, *Rev. Sci. Inst.* **85**, 02B922 (2014).
4. 高山 健「高速イオン用誘導加速シンクロトロン (デジタル加速器の開発)」、H25 秋日本応用物理学会 (同志社大)、9 月 17 日 (招待講演)
5. 高山 健「KEK デジタル加速器 (小型誘導加速シンクロトロン) が提供する模擬宇宙線とアストロバイオロジー」、「自然界における生体分子キラリティー起源」研究会、11 月 16 日、分子研
6. Ken Takayama *et al.*, “Induction Acceleration of Heavy Ions in the KEK Digital Accelerator: Demonstration of a Fast-Cycling Induction Synchrotron”, *Phys. Rev. ST-AB* **17**, 010101 (2014).
7. 高山 健「KEK デジタル加速器を用いた星間模擬実験」、宇宙における生命研究分野プロジェクト研究会、2 月 3 日、筑波大計算機科学研究センター (招待講演)
8. Ken Takayama, “Applications of Hadron Accelerators”, India Accelerator School, 3/26, Indian Institute of Technology in Bombay (Invited lecture)
9. 高山 健「KEK デジタル加速器での多種イオン加速器の可能性と放射線物理学その他への応用」H26 年春 日本物理学会、3 月 29 日 東海大 (招待講演)