

生体機能・微量元素同時分析を目的とした イオンビーム誘起発光 (IBIL) 分光イメージングを実現させるための 顕微光学系の開発

Development of a microscopic optics designed for ion beam induced luminescence (IBIL) spectroscopic imaging for simultaneous biofunctional and elemental composition analysis

東北大量子 [○](MC)中妻 愛友美¹, 西澤 諒¹,

三輪 美沙子¹, 遠山 翔¹, 加田 渉¹, 松山 成男¹

QSE, Tohoku Univ.¹ [○](MC)Ayumi Nakatsuma¹, Yuki Ohtsuka¹, Makoto Nishizawa¹, Misako Miwa¹,
Sho Toyama¹, Wataru Kada¹, and Shigeo Matsuyama¹

E-mail: nakatsuma.ayumi.s7@dc.tohoku.ac.jp

【研究背景】MeV 級のイオンビームを用いた分析(Ion beam analysis: IBA)のうち、粒子線励起 X 線 (Particle Induced X-ray Emission: PIXE) 分析法は極めて高感度な元素組成分析として、環境/農業/医療分野で応用されている。PIXE に併用可能な分析法として、イオンビーム誘起発光 (Ion beam induced luminescence: IBIL) / 蛍光 (Ion beam induced fluorescence: IBIF) 分析法が存在する[1]。可視光領域近傍の数 eV 程度に対応する IBIL 蛍光から得られる情報は多様であり、対象試料の化学形態や生化学と相関がある[1-3]。しかしながら、分析法に用いる IBIL 検出器の開発は途上であり、微弱発光である IBIL の分光スペクトルや、集束イオンビームと併用した IBIL イメージング技術に対応する検出器や分光体系が未整備である。このため、生体を含めた照射影響が顕著な試料からの化学形態や生化学情報の取得が実現してこなかった。

本研究では、IBIL/IBIF の高感度化を可能とするため、専用の光学系の改良と高感度分光器の開発を行った。先行研究の単一の光ファイバを用いた光学系に対して、バンドルファイバを用いた光学系[4]、さらにはビーム収束点と光学系の焦点を共有した光学系を新たに設計することで、イオンマイクロプローブに最適な IBIL/IBIF 分析体系の確立を目指した。

【手法と結果】東北大学 4.5MV Dynamitron 加速器のマイクロビームラインにおいて、顕微光学系による IBIL/IBIF 分析システムを構築した。先行研究において単一の両凸レンズであった光学系を改良し、サンプル近傍での実効的な開口数(Numerical Aperture: N.A.)を大型化した。本研究での分光光学系の集束イオンビーム照射体系への組込を図 1 に示す。本光学系は、光検出器(PMT アレイならびに MPPC アレイ)に接続され、ビーム照射時に発生した IBIL/IBIF 信号を高感度に計測可能とした。発表では、測定された分光スペクトル、顕微イメージング結果について発表する。

【謝辞】本研究の一部は科研費 (Nos. JP26706025, JP20H04450)の補助を受けて実施された。

参考文献

- [1] K.G. Malmqvist, et al., *Nucl. Instr. and Met. Sec. B*, 109–110, (1996), 227-233.
- [2] W. Kada et al., *Nucl. Instr. and Met. Sec. B*, 406/A, (2017), 124-129,.
- [3] W. Kada et al., *Nucl. Instr. and Met. Sec. B*, 318/A (2014), 42-46.
- [4] M. Nishizawa et al., *Nucl. Instr. and Met. Sec. B*(submitted).

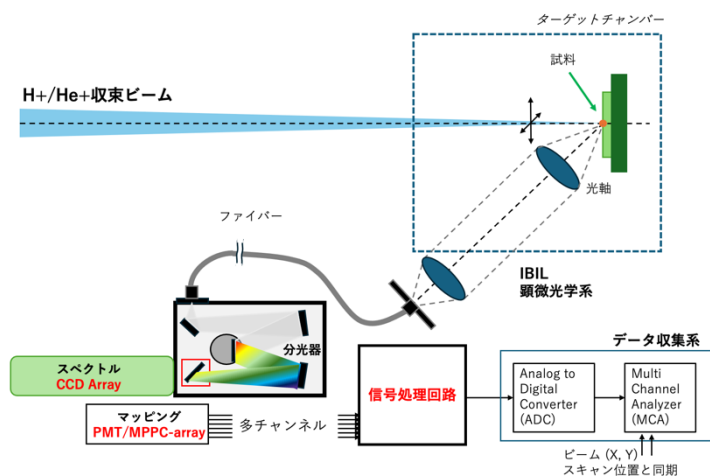


図 1 イオンビーム誘起発光 (Ion beam induced luminescence: IBIL) ならびに
蛍光 (Ion beam induced fluorescence: IBIF) 顕微光学系と接続される光検出器の概念図