

## 20th International Conference Physics of Highly Charged Ion 参加報告

(2022年8月29日～9月3日)

電気通信大学 レーザー新世代研究センター  
中村信行研究室 修士2年 早乙女 京吾

2022年8月29日～9月3日の6日間、島根県松江市で開催された HCI に参加した。私は「HCI-surface collision experiments with an electron beam ion source」の題目でポスター発表を行った。ここでは自身の発表や学会で学んだことについて報告する。

### ・発表内容

多価イオンと固体表面の相互作用は他の低速イオンや低価数イオンと異なる性質を示すため非常に興味深いテーマとなっている。このナノスケールの研究を行うための電子ビームイオン源として、Kobe-EBIS が 2005 年に神戸大学で開発された。この装置は 2021 年に電気通信大学へ移設されたため、装置の現状の運転評価と将来の研究計画について発表を行った。

まず Kobe-EBIS の現状について示す。神戸大学で運転されていた時のイオン強度（最大 90pA 程度）と同等のイオンを生成し引き出せるようになった。また、最大 13 価の Ar 多価イオンも引き出すことができた。しかし移設以前は最大 16 価の Ar イオンを実験に用いていたため、主にレンズ系を調整し、16 価までイオンを引き出すことが今後の課題である。

次に将来の実験計画についてだ。多価イオンを照射した酸化エルビウムの発光特性を観測したいと考えている。酸化エルビウムは核融合ブランケットのコーティング材への利用が期待されているため、これに多価イオンを照射した際の損傷評価は非常に重要な指標となる。先行研究に Kobe-EBIS を用いて酸化エルビウムに照射実験を行い、スペクトルを観測したものがあがるが、結果として多価イオンの大きなポテンシャルエネルギーによる発光は観測できたと同時にバルマー線が支配的であった。これは使用した試料の結晶性が低く、また水素や水分子が付着していた可能性があることが原因だと考えた。そこで、より結晶性が高く、清潔な酸化エルビウムを用いて同様の実験を行うことが目標である。

### ・質疑応答

いただいた質問とそれに対する応答を以下に示す。

Q1：実験に使用する多価イオンの価数選別はどのような原理で行われるのか。

A1：ビームラインの湾曲した部分に偏向磁石があり、それで磁場をかける。磁界に入射したイオンはローレンツ力を受け、同時に遠心力も受けることになる。この2力が釣り合うため、式変形を行うと、特定の磁場の値に対応する質量電荷比が求まる。これを利用して磁場

の値を変えてそれに対応するイオンを選別する。

Q2：多価イオンと固体表面の相互作用で期待できる将来性

A2：酸化エルビウムは核融合ブランケットのコーティング材として利用できる可能性をもつ。また、先行研究ではカーボンナノチューブと多価イオンのポテンシャル効果に関するものがある。多価イオンでカーボンナノチューブにナノサイズの欠陥を作り、材料の特性・構造を変化させることができるため、将来、量子デバイスやガスセンサーなどの半導体的新素材としての利用が期待されている。

この他、Kobe-EBIS の電子ビーム出力や真空度、超伝導コイルの磁場など、装置に関する細かい数値を聞かれることが多かった。

#### ・参加者の発表について

私の研究内容と近い、多価イオンと固体表面に関する発表は非常に興味深いものだった。実験はキセノン多価イオンを単層グラフェンに照射するものだが、材料の一次電子のみを測定するためにグラフェンは自立しており、発光電子と透過イオンの相関を調べることで、原子サイズの薄膜を透過したイオンと支持体構造を透過したイオンを区別し、材料からの電子のみを分析することができる。これにより得たグラフェンによる電子のエネルギー分布はグラファイトのものと似ていたため、この起源解明を目的とした多価イオンの脱励起カスケード計算を行ったものであった。この研究の一次電子の解析方法は私の研究内容でも考慮すべき内容に感じ、また酸化エルビウムでグラフェンと同様に自立したものができるのか気になった。

多価イオンに関する研究が集まるこの学会だが非常に多岐にわたる内容で、初めて聞く内容のものも少なくなかった。特に多価イオンを高速に加速させその飛行時間を測定することで、アデニンの構造状態を観測する研究は化学分野の内容も混ざっていて新鮮に感じた。

#### ・学会全体について

私自身、実際の会場で催される学会に参加することが初めてで不安もあったが、非常に貴重な経験ができたと思う。特に、同様に日本から参加した学生の方々と交流し、お互いに意見を交換できたのは対面で行われる学会の醍醐味のように感じた。しかし、国際学会ということもあり、発表はすべて英語でリスニング・ライティングともに苦勞した。発表を理解する以前に単語が分からず調べることが多かったため、より学ぶためにはより英語力を鍛えなければならないことを痛感した。

至らないところも多かったが、学会を通して様々な刺激を受け、研究に対する視野が広がったように感じた。この経験を今後の研究活動に活かしたいと思う。

