

20th International Conference on the

Physics of Highly Charged Ions 報告書

中村信行研究室 細谷征由

2022/08/28~2022/09/03

発表

形式：ポスター発表

タイトル

「Observation of vacuum ultraviolet transitions relevant to astrophysical plasmas  
with a compact electron beam ion trap」

内容

現在、国立天文台で開発されている太陽観測衛星 Solar-C EUVST では太陽コロナに存在する多価イオンの観測が行われる予定である。その条件と同様に多価イオンを実験室内で生成し観測することができるのが Tokyo-EBIT や CoBIT である。しかし、それらの実験装置で観測可能だった発光線領域は不十分であり、観測可能な波長領域の拡大が必要であった。そのために真空紫外(VUV)分光器を新たに CoBIT に立ち上げた。

この VUV 分光器により、従来の分光器では観測できなかった領域にある Ne の多価イオン発光線が観測できた。

更に、Ne VII のイオン化断面積を求めることを目標とした実験を行った。CoBIT の電子ビームエネルギーを 230eV と 260eV を 4 秒毎に入れ替えることで Ne VII と Ne VIII を交互に生成する。それにより、Ne VII と Ne VIII 間の発光線強度の時間依存を観測することができた。

この時間依存からイオン化断面積を求める過程を報告した。

いただいた質問

VUV 分光器における観測波長を変える方法は？VUV 分光器の検出器とその機構は？

回折格子の位置は固定されており、PSD の位置を調節することで観測できる領域を決定できると答えた。VUV 分光器の検出器は PSD を用いており、マイクロチャンネルプレート(MCP)と位置検出素子(RAE)によって構成されていると説明した。

時間発展を観測するときはどちらの回折格子を使ったのか？

1 回の観測で観測可能な波長幅は？

回折格子は 600 本を使っており、600 本では一回の観測で約 25nm の幅で観測可能と説明した。

時間変化を4秒毎にした理由は？

エネルギーが切り替わったところの強度の変化を見たいため、各状態が平衡になるまで待つ必要がある。そのため結果を見ると2,3秒といった平衡になる時間で区切っても問題ないと説明しました。

他の研究発表について

一括りに多価イオンとしても多くの研究内容が存在すると改めて実感しました。多価イオンの発生源にも多くの種類があることや、その多価イオンの何を観測するのかなども種類が多くありました。多価イオン発生源はそれぞれに価数の自由度や価数分布の狭さ、試料の形状などが特徴的に異なっています。そういった他の方が行っている多価イオンの研究をTokyo-EBITやCoBITで行うことはできるのか、行うことで起きる変化などを考えるのも面白かったです。

特に気になった発表では同じイオン化断面積を求めていました。しかし、私が行っているアプローチとは異なり、時間発展を観測していませんでした。改めて研究の幅を感じました。更には、そういった多価イオンの性質や原理についての学習不足を感じました。

全体を通して

今回初めてのHCIや国際学会ということで本当に貴重な経験をさせていただきました。多価イオンに対して高い知見持つ方々の発表を聞くことや自分の研究を見てもらうことによって自分の足りないものなどを自覚することができました。研究経験の浅さや多価イオンについての知識不足、データ整理の的確さ、英語力や発表能力など今後頑張っていきたいところがたくさん見つかりました。

今回のHCIは初めのことが沢山あり、非常に良い経験になりました。今後の研究活動や自身の成長に繋げていきたいと思えます。

## Observation of vacuum ultraviolet transitions relevant to astrophysical plasmas with a compact electron beam ion trap

Hisayoshi Hasegawa<sup>1</sup>, Daiki Kasai<sup>2</sup>, Nobuyuki Nakamura<sup>3</sup>  
<sup>1</sup> Institute for Laser Science, The University of Electro-Communications, Tokyo, Japan  
<sup>2</sup> National Institute for Fusion Science, Gifu, 509-5292, Japan  
<sup>3</sup> Interdisciplinary Graduate School of Engineering Sciences, Kyushu University, Fukuoka 816-8580, Japan

**Background and Motivation**  
 Spectroscopic diagnostics of the solar corona: EUV (EUV imaging spectrometer) onboard HINODE: 17-21 nm, 25-29 nm. New spectrometer onboard the new solar satellite Solar-C EUVST: 17nm-122nm.  
 Spectrometers for the Tokyo-EBIT and CoBIT: Previous EUV spectrometers [1]: 1-5 nm, 5-30 nm. New spectrometer [2]: 1-124 nm.  
 → **Observation of VUV transitions in ions relevant to the diagnostics with Solar-C EUVST**

**CoBIT**  
 Compact electron ion-beam trap (CoBIT) → Electron beam energy: 100-2000eV  
 Fig. 3 Principle of CoBIT  
 Fig. 4 Picture of CoBIT

**VUV spectrometer**  
 Vacuum ultraviolet (VUV) spectrometer → Wavelength range: 1-124nm  
 Fig. 5 CoBIT and the VUV spectrometer [1]  
 Fig. 6 Grating of the VUV spectrometer  
 Fig. 7 Picture of the spectrometer

**Typical spectra**  
 Fig. 8 He spectra obtained at electron energies of 200eV (a) and 500eV (b)  
 Fig. 9 Time sequence of charge evolution measurement  
 Fig. 10 Time evolution of He spectra

**Table 1: Parameters of the grating**

Order	Wavelength (nm)	Grating angle (deg)	Grating period (nm)
1st	1-124	0	1240
2nd	1-62	0	620
3rd	1-41	0	413
4th	1-31	0	310
5th	1-25	0	250
6th	1-21	0	210
7th	1-17	0	170
8th	1-14	0	140
9th	1-12	0	120
10th	1-10	0	100
11th	1-9	0	90
12th	1-8	0	80
13th	1-7	0	70
14th	1-6	0	60
15th	1-5	0	50
16th	1-4	0	40
17th	1-3	0	30
18th	1-2	0	20
19th	1-1	0	10

**Table 2: Lines of interest**

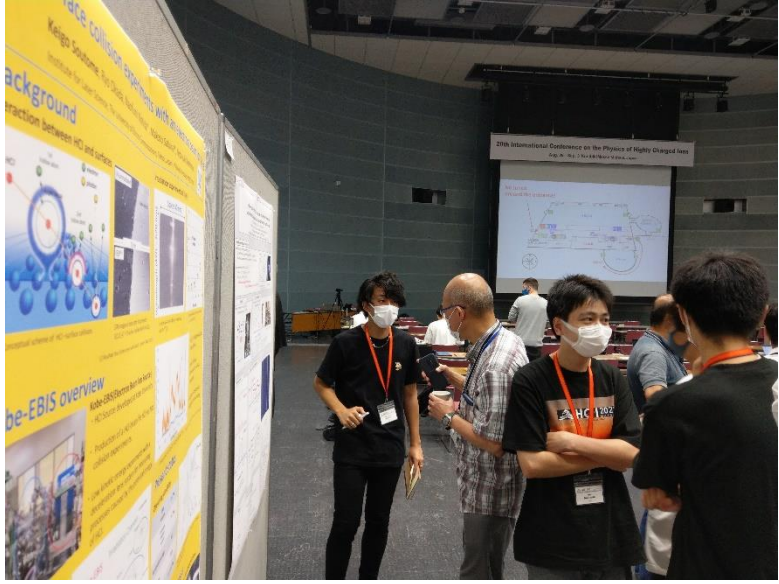
Ion	Wavelength (nm)	Lower Level	Upper Level
Ne VII	46.5221	1s2s <sup>2</sup> 1s <sub>g</sub>	1s2s2p <sup>2</sup> 1p <sub>g</sub>
Ne VIII	77.0409	1s2s <sup>2</sup> 1s <sub>g</sub>	1s2p <sup>2</sup> 1p <sub>g</sub>
Ne VIII	78.0324	1s2s <sup>2</sup> 1s <sub>g</sub>	1s2p <sup>2</sup> 1p <sub>g</sub>

**Equation:**  

$$\sigma_{\text{He}} = \frac{1}{n_e v_e} \frac{dN_{\text{VII}}}{dV_{\text{VII}} dt}$$
 where  $n_e$  is electron density,  $v_e$  is electron velocity,  $dN_{\text{VII}}/dV_{\text{VII}} dt$  is intensity of VII at  $t = 0$ ,  $C_{\text{excite}}$  is excitation rate coefficient,  $dN_{\text{VII}}/dt$  is slope of the time evolution at  $t = 0$ .

**Reference**  
 [1] Nobuyuki Nakamura, J. Phys. Soc. Jpn. A Wide Vacuum Ultraviolet Range Spectrometer for Use with an Electron Beam Ion Trap  
 [2] H. Chiba, J. Phys. Soc. Jpn. 2011 EUV emission spectra of iron ions following charge rechange collisions with He  
 [3] National Astronomical Observatory of Japan  
 [4] National Astronomical Observatory of Japan  
 [5] National Astronomical Observatory of Japan  
 Solar-C EUVST official site gallery (<https://heke.cnr.ncsu.edu/gallery.html>)

学会で使用したポスター



ポスター発表の様子