

Xe, Wの多価イオンのスペクトルIII

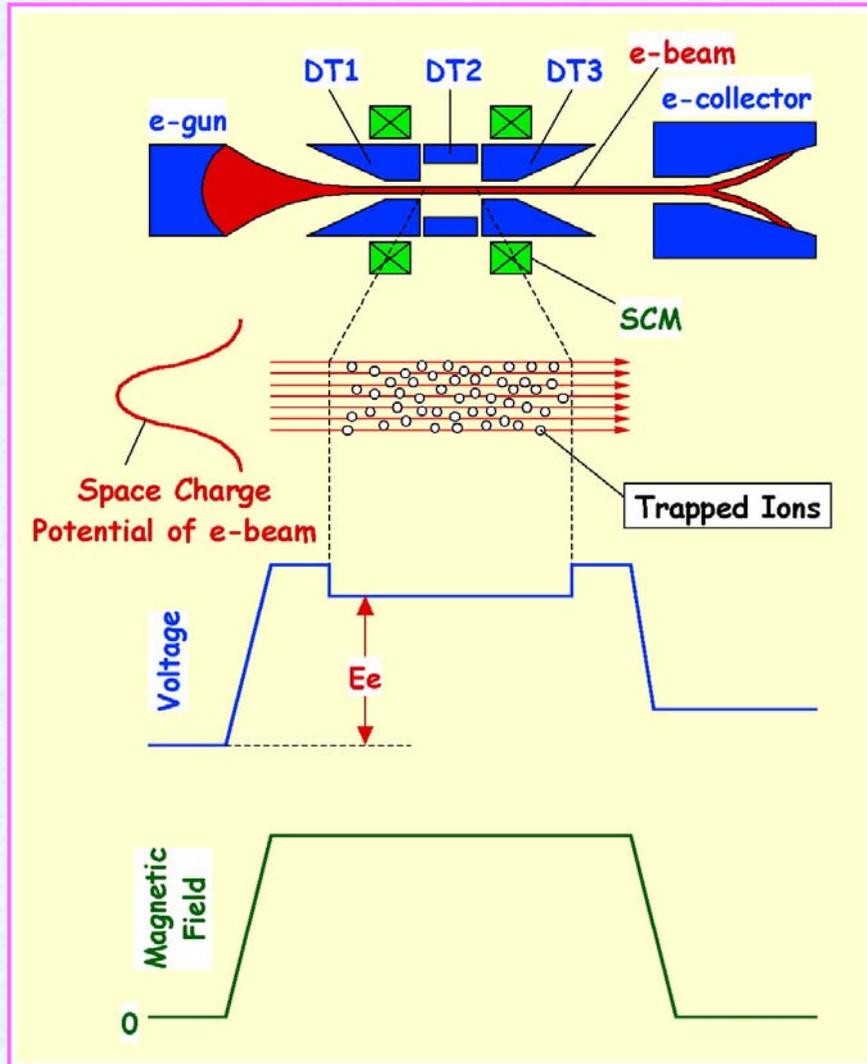
電気通信大学レーザー新世代研究センター

大谷俊介

(渡辺裕文)

電子ビームイオントラップ EBIT

EBITの原理

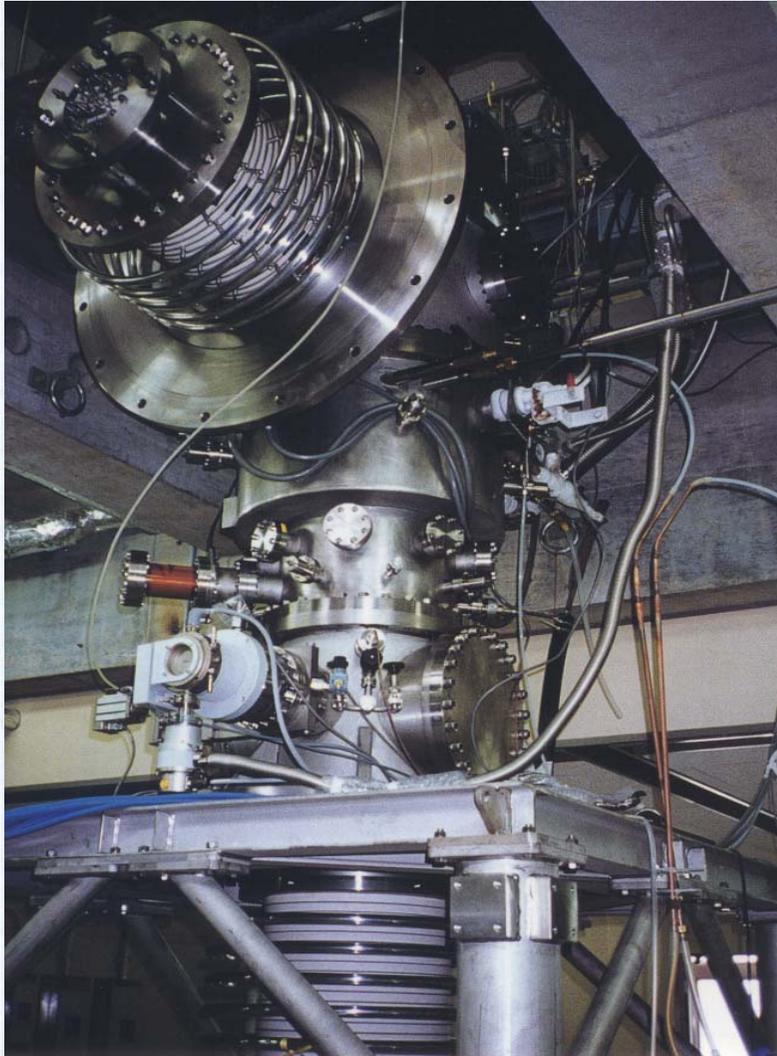


EBIT (Electron beam ion trap)

トラップされたイオンに電子ビームを照射することによって逐次電離により多価イオンを生成する装置である

EBITは単色電子ビームとトラップ多価イオンから成る非常に単純化されたプラズマ光源であり、多価イオンの分光測定には最適である

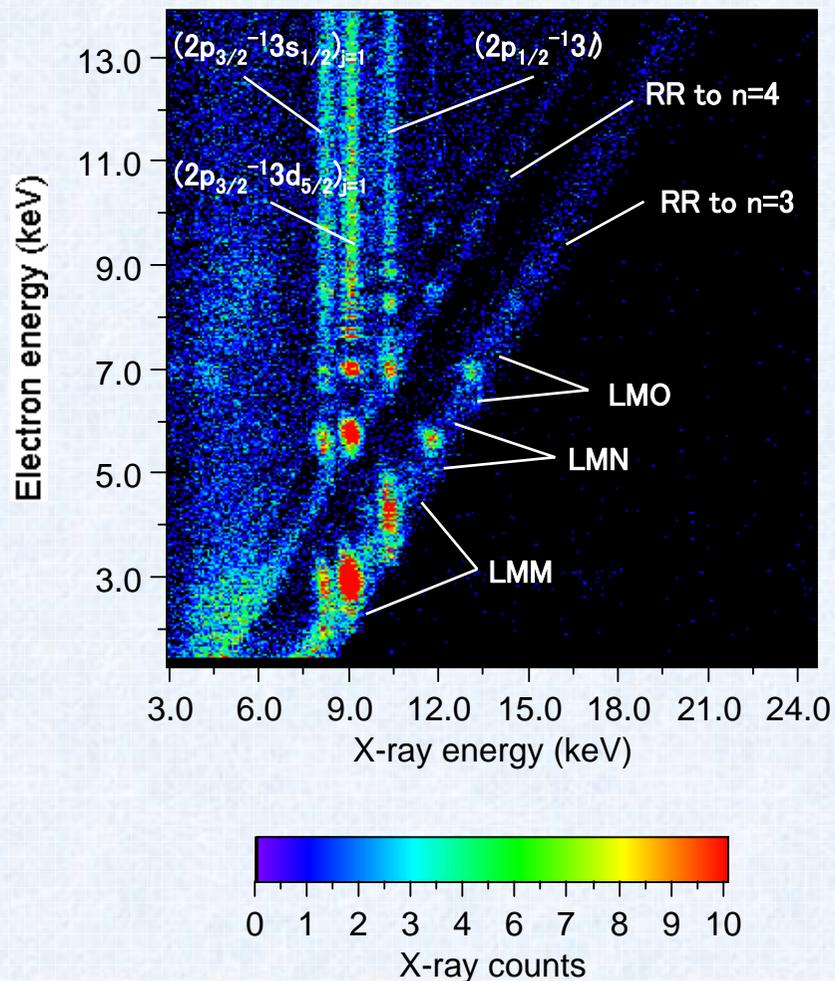
Tokyo EBIT



Tokyo EBITの仕様

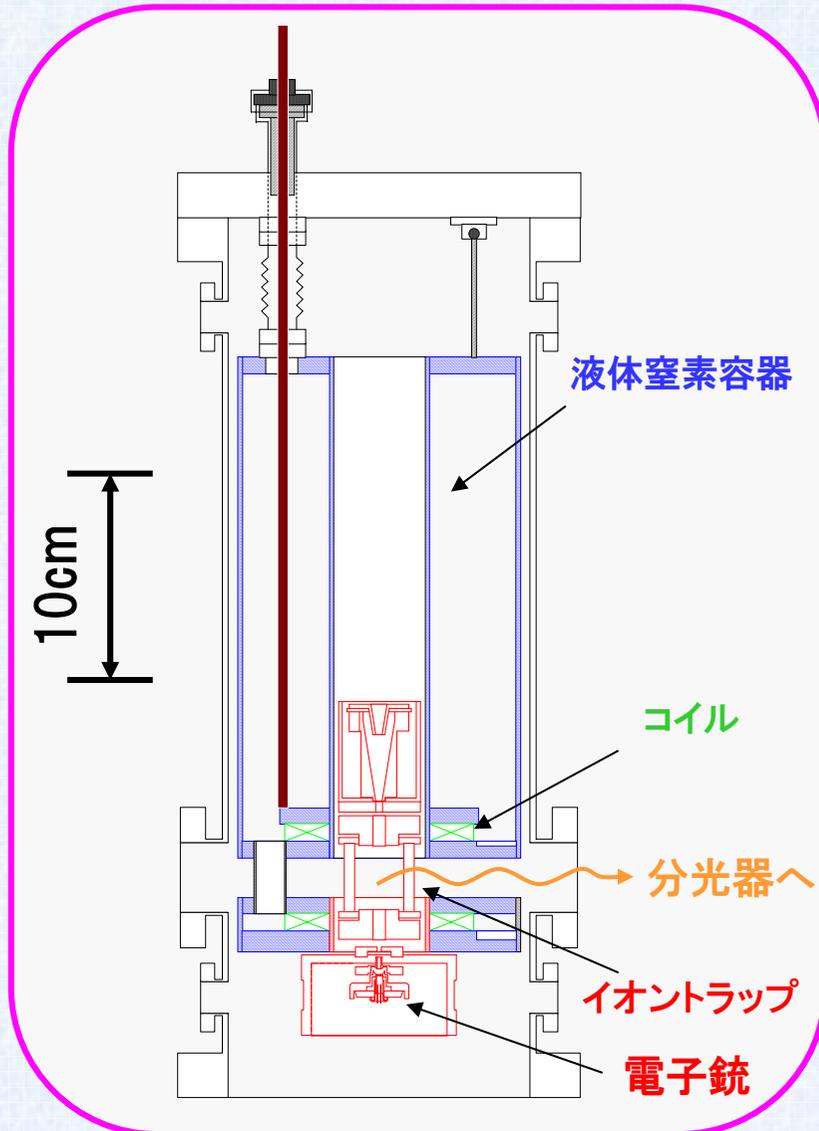
- 電子ビーム { energy : $\sim 300\text{keV}$
current : $\sim 300\text{mA}$
- 中心磁場(トラップ領域): $\sim 4.5\text{ T}$

昨年度の観測例



EBIT内で生成されたW多価イオン（主にNe様イオン）からのX線のスペクトル。縦軸は電子エネルギー。LMM、LMN、LMOは二電子性再結合、RRは放射性再結合、縦の縞状構造は電子衝撃励起によるX線。これはプラズマ中の重要な共鳴放射過程である二電子性再結合を調べた基礎研究。

小型EBIT(CoBIT)



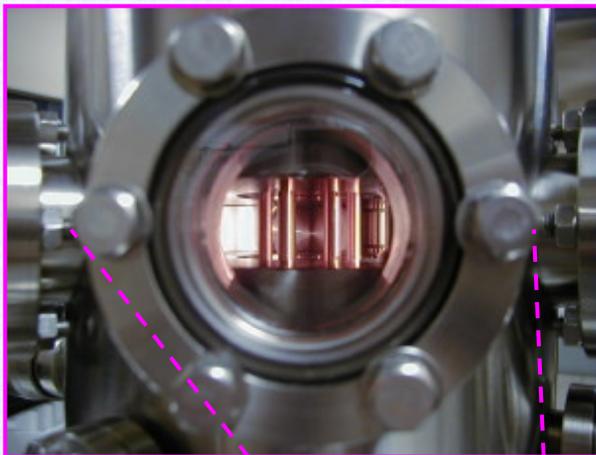
EBIT概略図

CoBITの設計仕様

- 電子ビーム { energy : $\sim 1\text{keV}$
current : $\sim 10\text{mA}$
- 中心磁場(トラップ領域): $\sim 0.2\text{ T}$

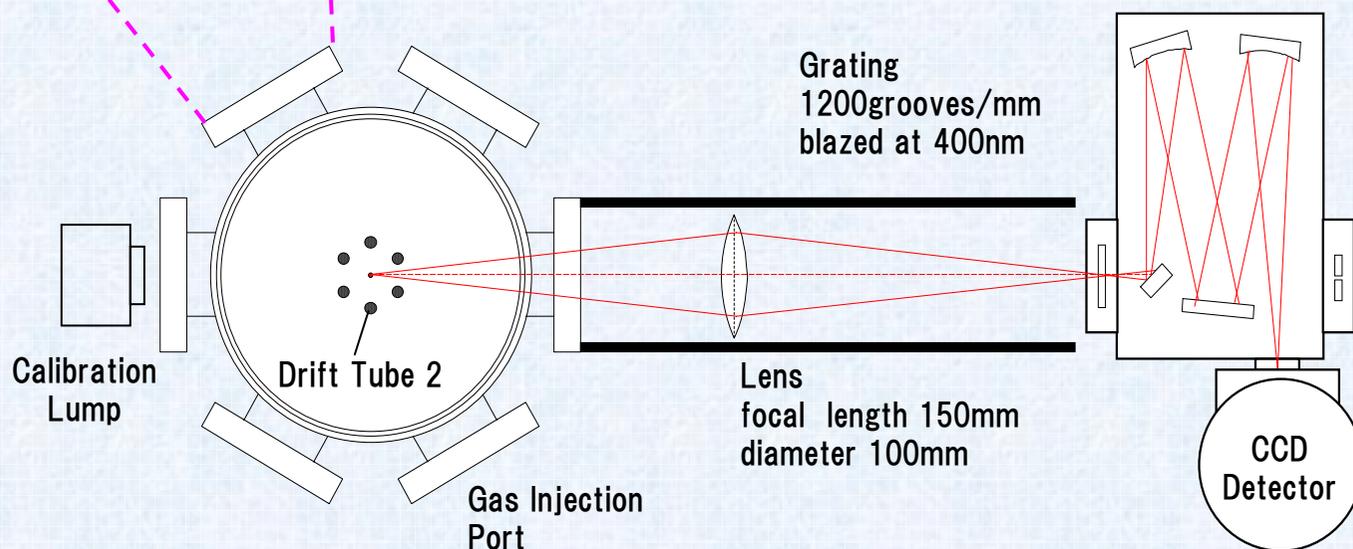
- ◆1keVの電子ビーム
⇒16価までの鉄多価イオン
- ◆低エネルギー、低磁場仕様
⇒装置全体の大幅な小型化
- ◆コイル材に高温超伝導線
⇒液体窒素のみでの運転

CoBITによる可視分光測定



観測ポートから見たドリフトチューブ

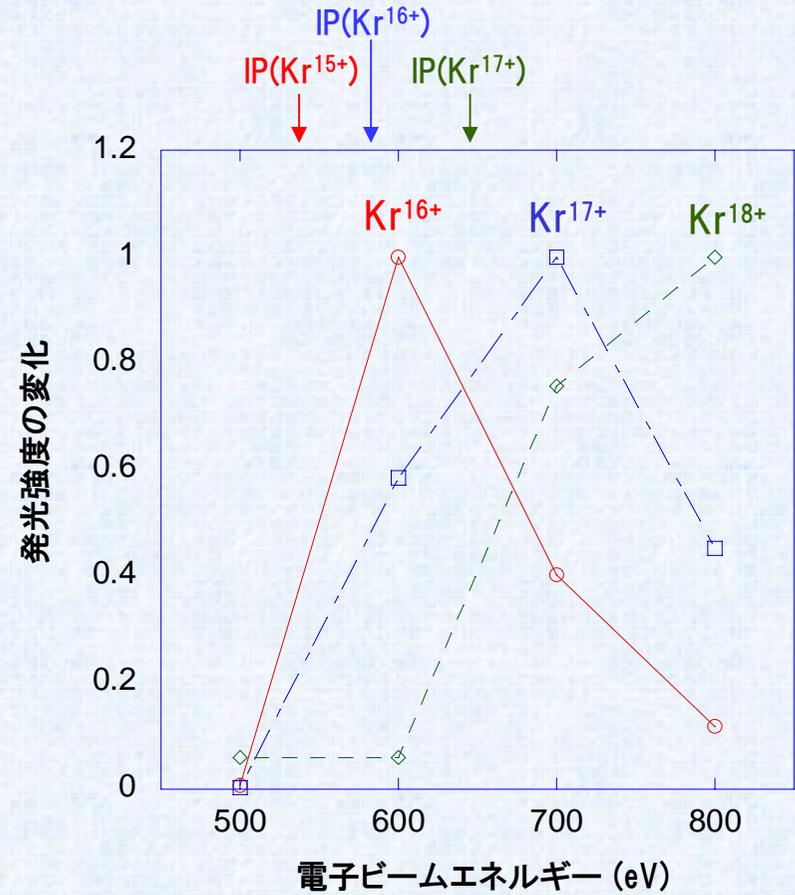
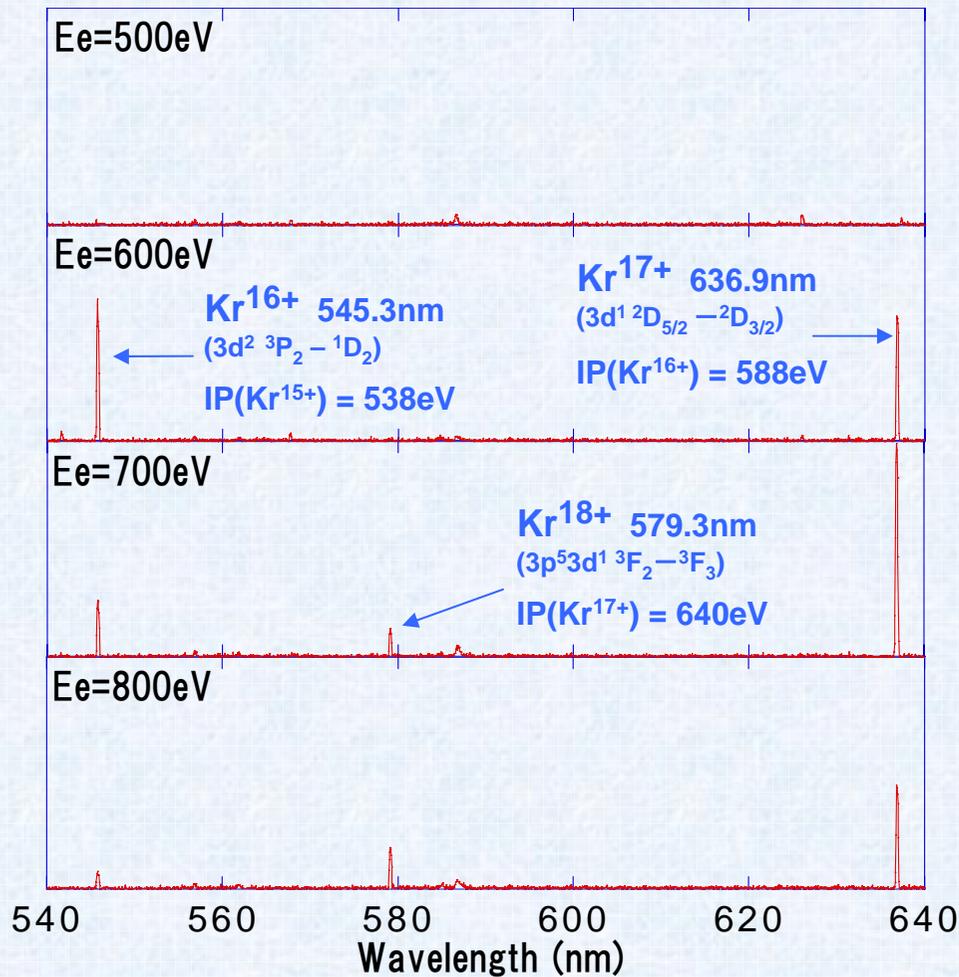
- ◆Kr,Xe,Fe(フェロセン)を使用
- ◆電子ビームエネルギー(E_e)を制御し、発光の様子を観測する



CoBITによる可視分光測定

Kr

- 電子ビームエネルギー 500eV ~ 800eV :10mA
- $P_{Kr} = 2.0 \times 10^{-7} \text{Pa}$ (background $8 \times 10^{-8} \text{Pa}$)
- 測定時間 60 min



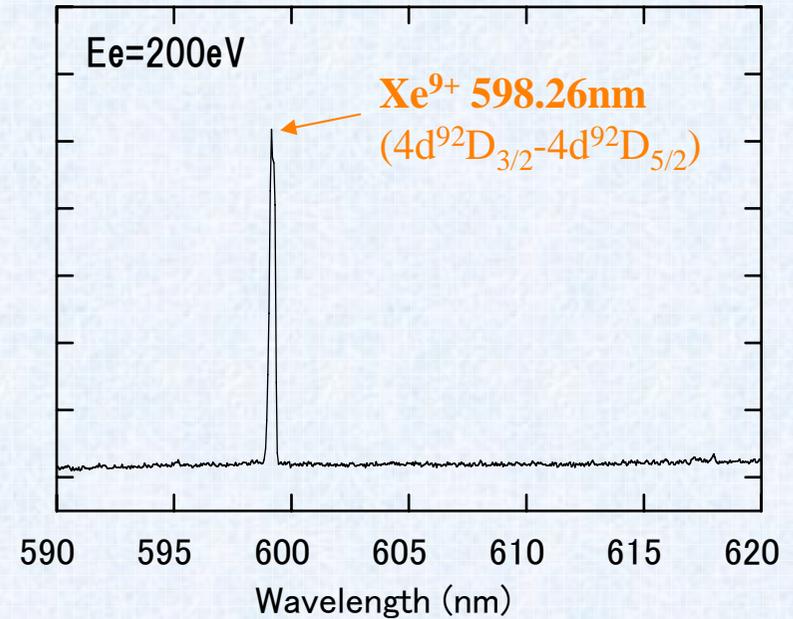
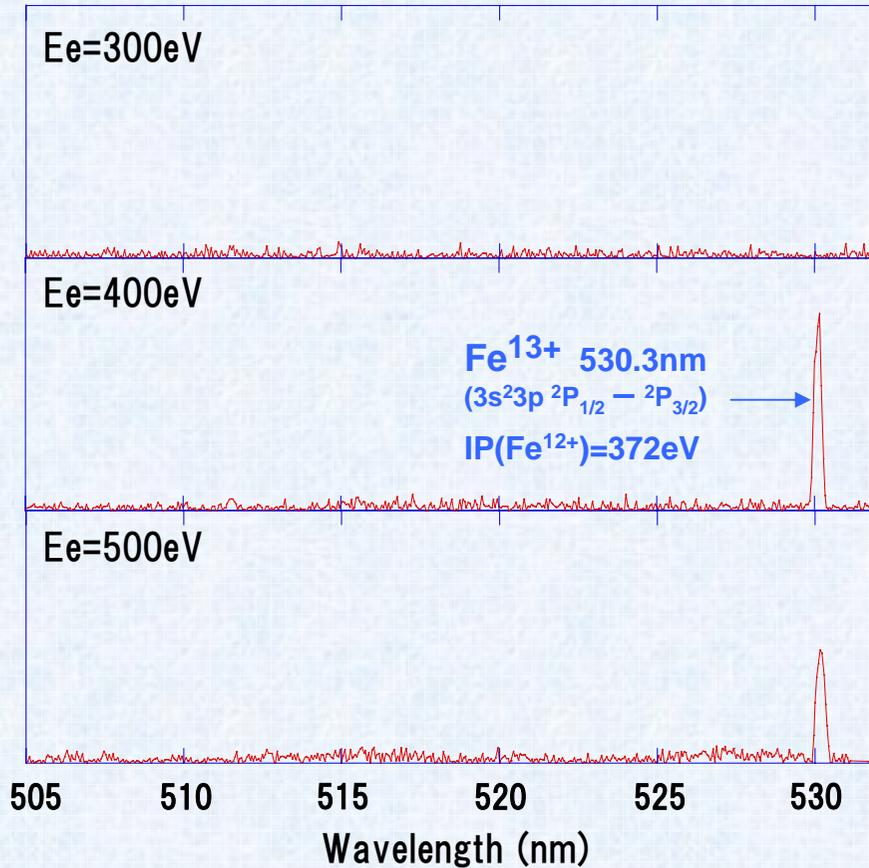
Kr¹⁶⁺, Kr¹⁷⁺, Kr¹⁸⁺の発光の様子の変化

CoBITによる可視分光測定

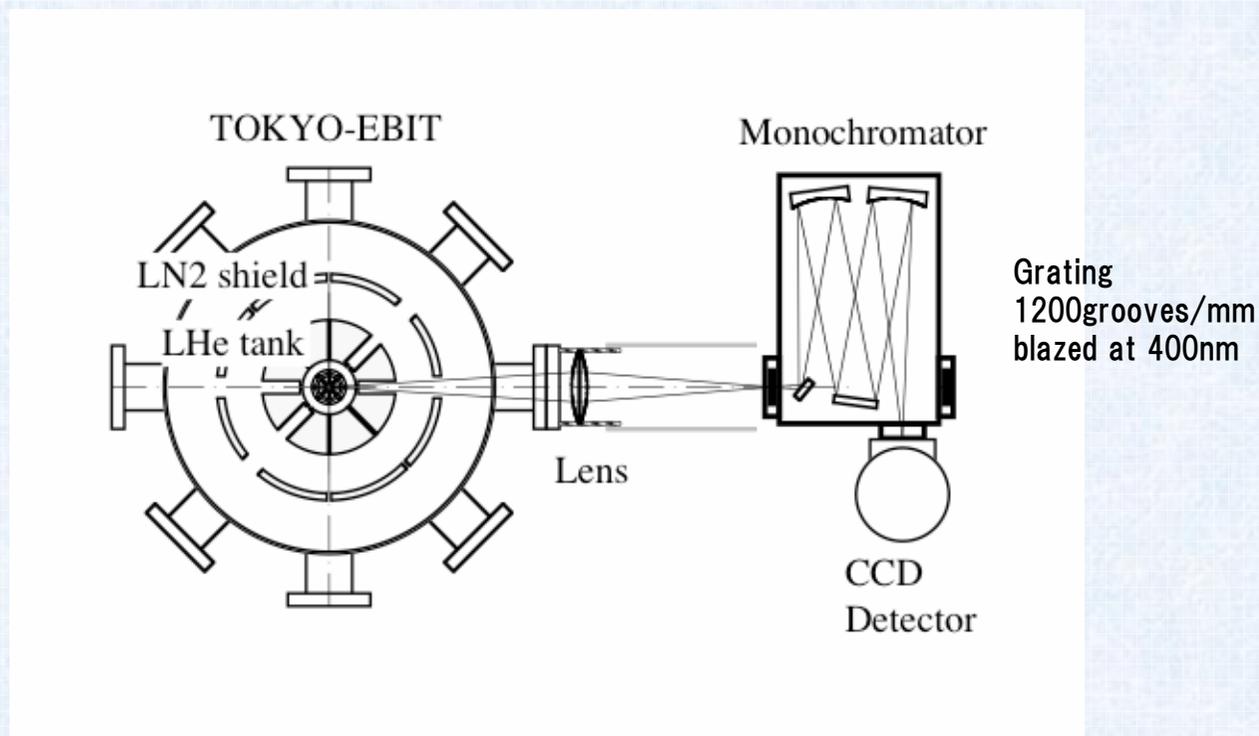
Fe

- 電子ビームエネルギー 300eV ~500eV :10mA
- $P_{Fe} = 1.0 \times 10^{-7} \text{Pa}$ (background $8 \times 10^{-8} \text{Pa}$)
- 測定時間 60 min

Xe

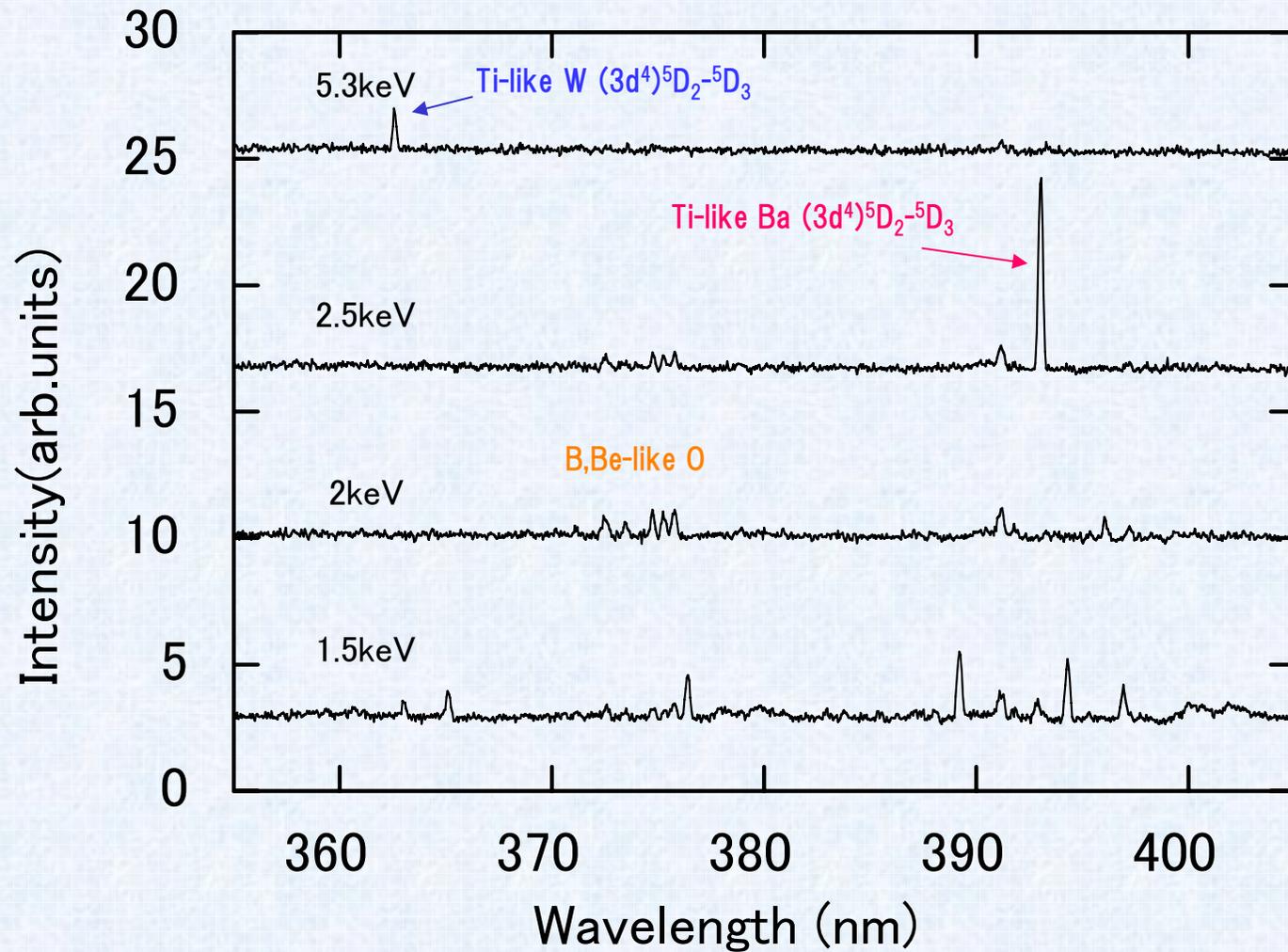


Tokyo EBITによる可視分光測定

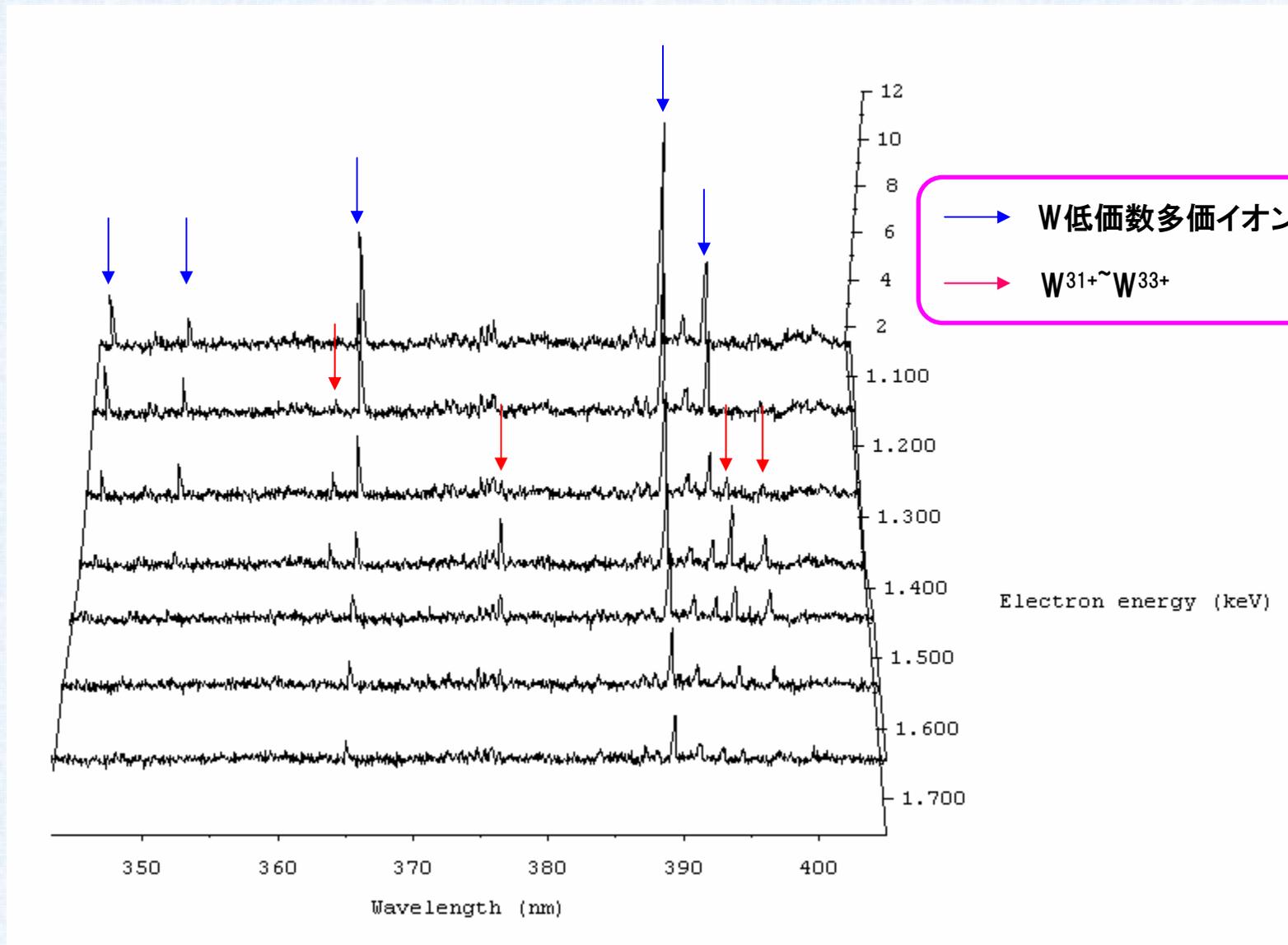


- ◆ Wの導入は $W(CO)_6$ を使用
- ◆ 電子ビームエネルギー(E_e)を制御し、発光の様子を観測する

Tokyo EBITによる可視分光測定



Tokyo EBITによる可視分光測定



まとめ

1. 中程度の価数の多価イオンの分光測定用の小型EBITを製作した。Xe, W, Feの多価イオンからのVis-EUV域の分光研究が主目的。ほとんどの発光線が未同定。多電子系多価イオンの禁制線の系統的研究。
2. Tokyo EBITで低エネルギー(Ee)運転を実施し、W多価イオンの可視域スペクトルを観測。W³¹⁺~W³³⁺のスペクトル線はFeldmanたちの計算(HULLACなど)と比較可能。その他に同定されていない低価数イオンのスペクトルが多数観測された。
3. 今後、大小2機のEBITを用いてXe, Wの系統的分光研究を継続発展。原子物理学に加えてプラズマ応用に有益な情報(n_e, T_e 依存性の強いライン強度比など)の取得を行う。