

# タングステンイオンの分光・ 原子分子過程研究の計画 について

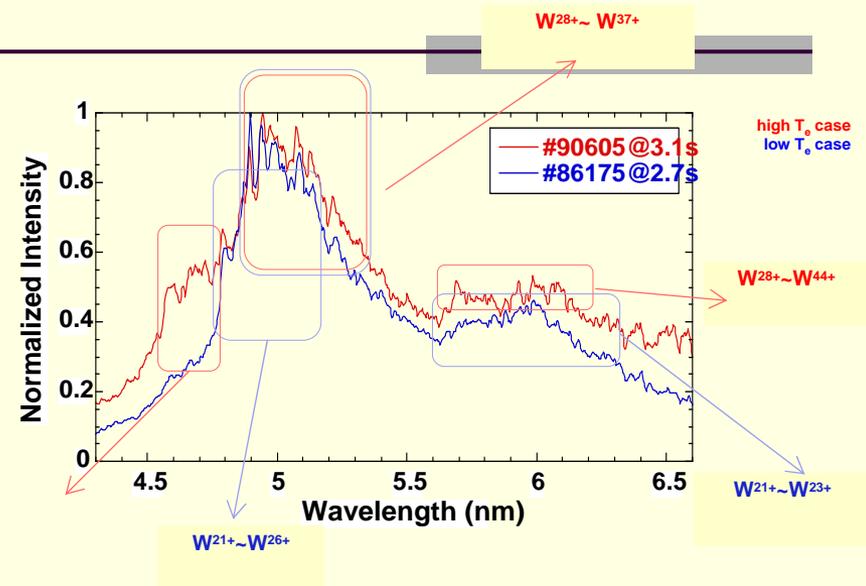
村上泉(核融合研)

# 目的

- 国際熱核融合実験炉(ITER)でプラズマ対向材料の一部に使用予定のタングステンは、スパッタリング等により放出されてコアプラズマへ侵入すると、価数の大きいイオンとなって蓄積しやすく、放射損失率が非常に高いため、蓄積量が少量でもプラズマを冷却し核融合反応率を低下させる。
- 従って、タングステンの輸送機構の解明と蓄積量、放射損失パワーの定量評価は核融合炉の成否を左右する重要な課題であり急務である。
- これを分光学的手法で測定するには、精度の高い原子データ及び解析モデルが必要となるが、いずれも一部の例外を除けば存在しない。
- この課題に対し、原子素過程の実験と理論計算によって原子データを生産および検証し、これを取り込んだ解析モデルとして非平衡電離原子分光モデルを構築する。
- この解析モデルを複数のプラズマで検証し、発光線強度から蓄積量と放射損失量を定量的に評価する。拡散係数や対流速度も評価し、タングステン輸送過程の解明を目指す。
- → 科学研究費補助金(基盤A)に応募中

# 現況

- プラズマ中で、これまでに、W21+~W63+まで計測されている。
- スペクトル線解析の試み：
  - 1) W27+~W67+ : Puetterich et al., Plasma Phys. Control. Fusion 50 (2008) 085016
  - 2) W42+~W63+ : Yamagibayashi et al., submitted to Phys. Rev. Lett.
  - 3) W28+~W37+ : Suzuki et al.
- 原子構造データ(エネルギーレベル、波長)や電離・再結合過程、励起過程などの原子データは十分とはいえない。
- EBITでのスペクトル線計測もいくつか行われている。



各プラズマ装置で計測されたタングステンイオン

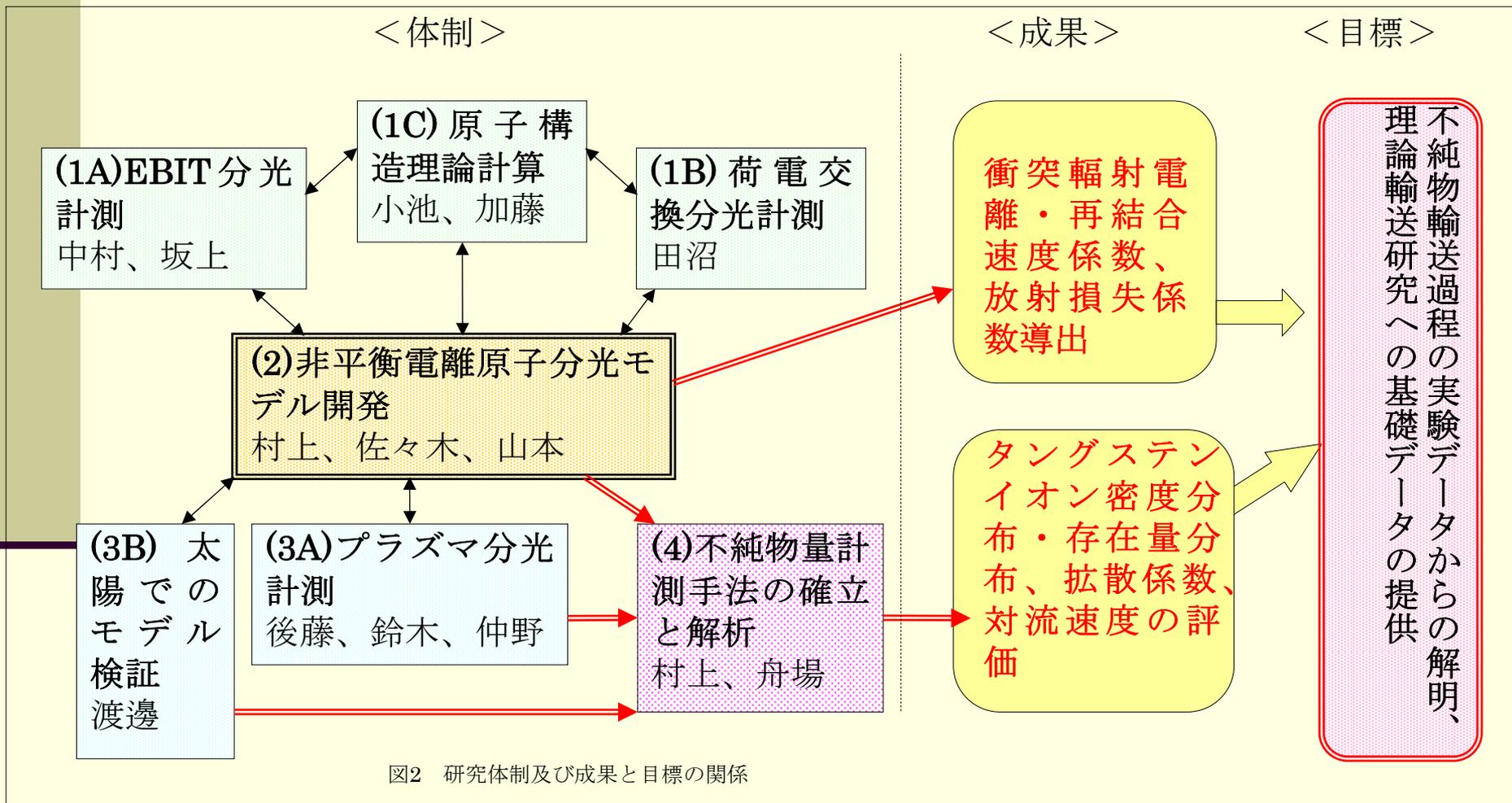
装置	測定波長域	中心電子温度	イオン
1) ASDEX	0.4-0.8/4-7 /10-30nm	<1.5keV >2keV	W21+~W35+ W27+~W45+
2) JT-60U	2.5-130nm	14keV 10keV 5keV	W54+~W63+ W44+~W54+ W42+~W52+
3) LHD	4.4-6.6nm	3.5keV 0.6keV	W28+~W44+ W21+~W37+

# 計画

---

1. 原子データの生産
  2. 分光モデル構築
  3. プラズマ分光計測
  4. 不純物量計測手法の確立と解析
- ↓
- タングステンイオン輸送過程の研究

# 研究体制



# 計画(1)原子データの生産

## ■ (1A)EBIT分光計測

W6+ ~ W71+のイオンを生成してEUV及び可視分光計測を行い、波長を同定する

## ■ (1B)荷電交換分光計測

ECRイオン源でW+~W27+ぐらいまでのイオンを生成し、Heガス等との荷電交換分光計測を行い、波長を同定する

## ■ (1C)原子構造理論計算

GRASP等のコードを利用し、各タングステンイオンの原子構造の理論計算を行い、スペクトル線の波長同定や、分光モデルに必要な原子データを生産する。

## 計画(2) 非平衡電離原子分光モデル開発

- W6+~W71+のスペクトル線強度モデル(衝突輻射モデル)と、電離非平衡イオン密度モデルを構築する。必要な原子データは、計画(1C)と連携しながら理論計算等で整備する。また、膨大な数の微細構造励起レベルを扱うための情報処理技術に応用したモデル化手法も研究し、応用する。

# 計画(3) プラズマ分光計測

## ■ (3A) プラズマ分光計測

ペレット等を用いてLHDプラズマにタングステンを導入し、分光計測を行う。軟X線～可視域の広範囲な波長域で分光計測を行い、イオン分布や輸送解析に必要な情報を得る。

## ■ (3B) 太陽でのモデル検証

開発済みの鉄イオン衝突輻射モデルを使い、発光線強度から電離非平衡イオン密度分布を求めるためのモデル・手法を検証する。

## 計画(4) 不純物量計測手法の確立と解析

- 発光線強度からイオン密度や不純物量を評価する手法を確立する。また不純物輸送コードであるMISTコードに応用して不純物イオンの拡散係数や対流速度を評価する方法を確立する。



実験データからの不純物輸送過程の解明を目指す

# 目標

---

- 平成22～25年の研究期間で、タングステンイオンの分光計測解析に必要な原子データと分光モデルを整備し、LHDを利用したプラズマ分光計測により得られたスペクトル解析に応用し、タングステンイオンの不純物輸送過程を調べる。
- シミュレーション研究に必要な原子データ(放射損失量等)を整備する