

## ビームテクノロジーの 核融合工学における展開

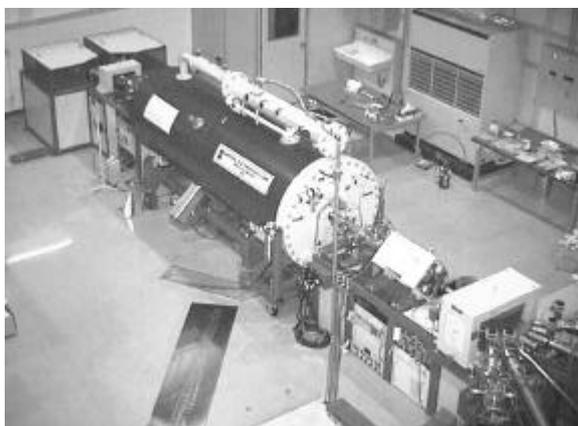
### 原子炉工学研究室

研究室人員：教官 3 名、学部学生 5 名  
修士課程 4 名、博士課程 2 名  
658-0022 神戸市東灘区深江南町 5-1-1  
TEL: 078-431-6302 FAX: 078-431-6369  
URL: <http://drgold.nu.kshosen.ac.jp>

#### 研究室の生い立ちと教育活動

原子動力学科開設 2 年後の 1974 年、原子炉工学研究室がスタートした。スタッフは、日本原子力研究所から赴任された矢野淑郎教授と中島雅助教授、そして助手の筆者であった。当初、学生実験に必要な放射線測定器関係の整備と共に、研究用設備として同軸 Marx Generator を製作し、慣性核融合ドライバとして有望視された大強度パルスイオンビーム(PIB)発生の研究を始めた。以来、教育面では原子炉物理、放射線遮蔽、そして原子核物理や量子力学等を担当しながら、核融合関連の研究、卒業研究指導を行ってきた。

1980 年には、学科基本設備として核反応工学実験設備が完成した。1.7MV タンデム・ファンデグラフ加速器和、400kV/3Ω/60ns のパルスビーム発生装置である。



1.7MV タンデム・ファンデグラフ加速器

#### 研究テーマ

##### (1) 物質内元素分布分析の高機能・高精度化

核融合炉や核分裂炉の炉構成物質中における水素同位体や He 等の軽元素の振舞いが、原子炉工学においては非常に重要なものである。これらの軽元素は炉構成物質中に多量に吸蔵され、水素脆性やプリスタリングなどの劣化を引き起こしたり、それらの再放出がプラズマ本体に悪影響を与える。

物質表面近傍におけるこれらの軽元素の定量分析法としては、加速器分析法が非破壊分析法として有力であるが、分解能の大きさや、分析対象試料表面形状、分析可能深さ等に対する制限がある。この分析法を一般的試料に適用できるように、多様化、高精度化する研究である。

##### (2) 磁場閉じ込め核融合装置における炉壁物質の水素同位体物性

核融合プラズマ閉じ込め装置においては、境界プラズマを仲立ちとしてエネルギーの伝達と共に燃料粒子や不純物粒子の循環が起こり、主プラズマの閉じ込めに決定的な影響を与えている。従って、炉壁物質（炭素や、リチウム、あるいは高融点重金属）と水素同位体の相互作用が、プラズマ閉じ込めにとっても炉工学的にも重要なものである。この炉壁物質中での水素同位体の振る舞いを、加速器分析法等を駆使して研究している。

### (3) 固体内核融合反応の研究

1989年、重水の電気分解中に陰極パラジウム中で核融合反応による発熱が起こったという“常温核融合”の発表は一大センセーションを巻き起こした。

その追試結果は殆どが否定的なもので、大半の研究者は研究を打ち切ったが、容易に説明できない発熱や異常同位体比の観測が続いていることも事実である。またこれを契機として、固体内での核反応が新しい視点から注目される様になった。

本研究室では、keVからMeVのイオンビーム注入・照射下で起こる固体内核反応を、生成荷電粒子の詳細なスペクトロスコピーと重水素分布のその場加速器分析を駆使しながら、研究している。また、このための試料作製に関連して、水素同位体吸蔵過程の研究を行っている。

### (4) 荷電粒子ビームの高度利用

ビームグラフト重合法による選択的吸着物質の創製を始めとして、物質の機能化へのビーム応用に関する研究を行っている。

### (5) 大強度極端紫外 (XUV) レーザの発生と応用

1 ns程度以下の極短パルスで数nmから数10nmの波長の光子ビーム (レーザー) を発振させる研究である。このようなXUVレーザービームは、X線顕微鏡や、X線ホログラフィー、X線光電子分光、X線縮小投影リソグラフィー、X線レーザー誘起化学、X線レーザープロセッシング (結晶成長、エッチング) など、様々な分野での応用が考えられている。特に、“水の窓”領域 (2.4 - 4.3nm) の光子は、生体を生きたまま観



400kV/3Ω/60ns パルスビーム発生装置

測できる顕微鏡に応用できると考えられ、一つの目標になっている。

## 主要論文・著書

- [1] “Near-Threshold Ablation of Target Material Irradiated with Pulsed Ion Beams”, Laser & Particle Beams, **13** (1995)135.
- [2] “Simulation of ERD spectra for a surface with a periodic roughness”, Nucl. Instrum. & Meth. in Phys. Research, **B 134** (1998)98.
- [3] “RBS analysis of deuterium distribution with coincidence detection of recoil particles”, Nucl. Instrum. & Meth. in Phys. Research, **B 149** (1999)469.
- [4] “Production of High Energy Charged Particles during Deuteron Implantation of Titanium Deuterides”, Conference Proceedings Vol.70; ICCF8, (F. Scaramuzzi (ed.), Italian Phys. Soc., 2001)311.
- [5] “Study of the CVI 18.2nm Line in a Capillary Discharge”, Jpn. J. Appl. Phys. **40**, Pt 1, No.2B(2001)995.

## スタッフ



北村 晃 (教授、工学博士)

1973 年京都大学大学院工学研究科  
修士課程修了  
核融合工学、粒子ビーム工学、原子  
核工学

E-mail: kitamura@cc.kshosen.ac.jp



古山 雄一 (助教授、工学博士)

1986 年大阪大学大学院工学研究科  
博士課程修了  
核融合炉工学、原子力材料

E-mail: furuyama@cc.kshosen.ac.jp



谷池 晃 (助手、博士(学術))

1995 年総合研究大学院大学数物科  
学研究科博士課程修了  
粒子ビーム工学、イオン源工学、原  
子衝突物理

E-mail: taniike@cc.kshosen.ac.jp