

## 研究グループ紹介

“高エネルギー負荷材料工学”を指向する

## 東北大学工学部原子核工学科 阿部勝憲研究室

(1993年7月15日受理)

ITERとそれに続く商用炉の設計が具体化しつつある今日、核融合炉プラズマ対向材料とその構造材料の基本性能の向上が求められています。はたして材料はどれだけの高いエネルギー負荷に耐え得るのでしょうか。1987年、本学金属材料研究所(金研)から原子核工学科に阿部勝憲教授が着任されて以来、本研究室では核融合炉第一壁・ブランケット構造材料、高熱流束材料等に関する研究に励んでいます。阿部教授は原子核工学科第1期卒業で、長谷川晃助教授、佐藤学助手も本学科を卒業しています。現在のところ研究スタッフは、この3名から構成されています。研究室からは、これまでに21名が卒業、修了し、現在は大学院博士課程前期6名、学部4年生4名が在籍しています(図1)。

核融合プラズマの近傍で使用される材料は、中

性子やイオン等の高エネルギー粒子線照射にさらされながら高温・応力下で冷却材と両立する必要があります。また、核融合炉の放射性廃棄物を軽水炉に比べ格段に少なくするために、中性子による構造材料の放射化を極力少なくしなければなりません。さらにプラズマ粒子エネルギーを直接受ける高熱流束材料は優れた耐熱特性が必要とされています。これらの点を考慮するとバナジウム基合金は高温強度と低放射化特性から商用炉の段階で最も期待される構造材料です。また溶融抵抗に優れる高融点金属のモリブデンやタングステン合金は高熱流束材料として検討されています。本研究室ではこれら高融点金属材料の耐照射特性に関する研究を行なっています。また、これらの金属とセラミックスの長所を生かした接合・複合材料としてバナジウム基合金と酸化物セラミックスの

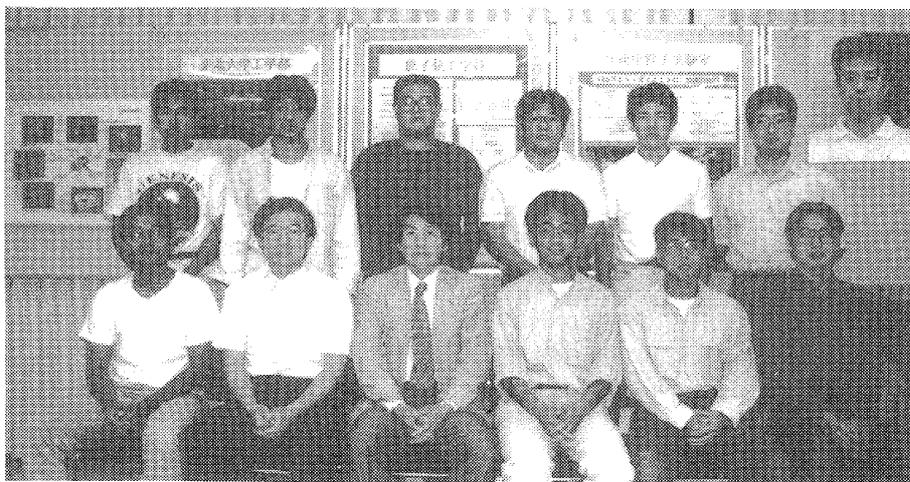


図1 研究室メンバー(左手前からママンテジャスクマナ, 長谷川晃, 阿部勝憲, 佐藤学, 田中実雄, 山崎幹夫, 左奥, 上田一潔, 小室毅司, 中村光博, 山内博史, 小出寛, 安田良, 益田信久)

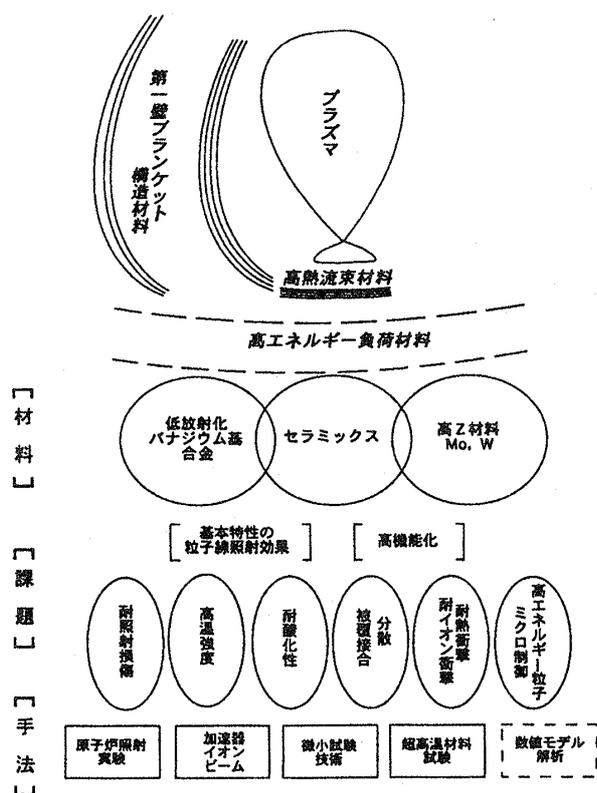


図2 阿部研の研究材料，課題と手法の図

組み合わせについて研究を行っています(図2)。

(1) 耐中性子照射損傷の研究

核融合炉環境下においては材料は高速中性子によるはじき出し損傷と核変換によって生成するヘリウム原子により機械的性質が著しく変化する可能性があります。バナジウム基合金の合金組成や熱処理の制御により照射損傷に強い材料の開発に努力を続けています。中性子照射実験は日本原子力研究所の材料試験炉(JMTR)、動力炉核燃料開発事業団の高速実験炉(JOYO)によって行っています。また、日米科学技術協力事業によって米国の実験施設 FFTF/MOTA, EBR-II, HFIR を使用した照射実験も行っています。放射化した試料の実験は学科に隣接した工学部放射性同位元素実験室で行い、金研・材料試験炉利用施設(大洗)や金研・アルファ放射体実験室でも行っています。また核融合中性子による核変換ヘリウムの材料中での基本的な挙動を調べるため、本学サイクロトロン RI センターのサイクロトロン加速器と工学部高速中性子実験室ダイナミトロン加速器に設置した材料照射チャンバー(図3)でヘリウム

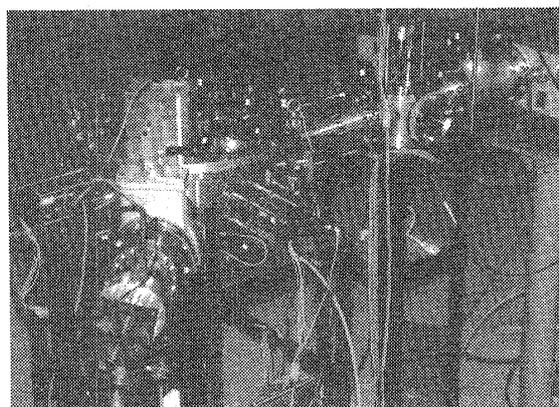


図3 高速中性子実験室材料照射チャンバー

イオン照射実験を行っています。

(2) 金属とセラミックスとの接合・複合の研究

低放射化・耐熱複合材料としてバナジウム基合金と酸化物セラミックスの組み合わせについて研究しています。拡散接合法やろう材を用いた接合法で、接合条件、接合強度、界面マイクロ構造を調べています。これまでに接合材料の中性子による高温重照射試験をおこない、接合界面を健全に保つことが可能なことなどが分かってきています。酸化物セラミックスと金属とを複合化することで大電流ビームでも使用できるイオン衝撃発光型ビームモニター材料を開発しています。またバナジウム基合金の低放射化に対する新しい考え方による複合材料の設計・試作を進めています。

(3) イオンビームによる衝撃特性の研究

ダイナミトロン加速器を用い大電流密度のイオンビームを照射することにより、モリブデン等の高熱流束材料のイオンビーム衝撃特性やプリスタリング等の表面損耗特性の研究を行っています。イオンビームの条件を一定にしたままで複数の試料の衝撃特性を調べる照射ステージが完成しています。今後はイオンビーム照射中における材料の機械的性質のその場測定評価や、走査ビームとエネルギー可変装置を用いた入射粒子の深さ分布制御法による表面特性の改質等を計画しています。これらの実験に用いる装置の製作は学科の機械硝子工場によって行われており、工場スタッフの技術と熱意は我々の研究グループになくてはならないものになっています。

(佐藤 学/東北大学工学部)