

核融合炉材料の研究開発 高エネルギー粒子と材料との 相互作用の理解と応用

高負荷エネルギー工学講座 高エネルギー材料工学分野

研究室人員：教官 4 名、学部学生 6 名
修士課程 10 名、博士課程 5 名
980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 01
TEL: 022-217-7924 FAX: 022-217-7925
URL: <http://www.qse.tohoku.ac.jp/>

研究室紹介

核融合炉や次世代の先進型核分裂炉の実用化の鍵を握るのは複合極端条件で機能する材料の研究開発である。これらの材料は中性子やイオン等の高エネルギー粒子線にさらされながら高温・応力負荷・冷却材との共存などさまざまな環境条件下で機能しかつ健全性を保たねばならない。このために既存の材料を上回る耐複合極端条件特性をもつ金属・セラミックス・複合材料などの新材料やこれらを用いた核融合炉機器コンポーネント作製のための接合・被覆技術の開発が求められている。本研究室では、これらの先進的なエネルギー機器用の材料について、粒子線照射環境での特性変化の研究や接合・被覆に関する基礎的な技術開発をミクロな組織観察からマクロな機械的特性試験に至る材料評価技術を駆使して行っている。またこれらの応用として加速器による粒子ビームを用いて特殊なミクロ構造を制御した新しい機能材料について研究を行っている。

核融合炉第一壁構造材料の研究

誘導放射能を格段に低減できる低放射化材料を使用することが将来の核融合炉材料では求められ

る。第一壁構造材料の候補材料としてのバナジウム基合金やシリコンカーバイト系複合材料(SiC/SiC)の耐照射特性の向上についての研究を中性子照射やイオンビームを使って進めている。バナジウム合金では侵入型不純物原子の制御が実用化のための重要な課題である。合金元素の調整や高純度合金の作製方法の工夫によって実験的な研究を進めている。同時に理想的な高純度材料を計算機上に構築し追求すべき不純物濃度について基礎的研究を進めている。SiC/SiC 複合材料では核変換ヘリウム及び水素の振る舞いを力学的特性やミクロ組織発達の観点から系統的に実験を行っている。高密度粒子負荷と高熱流束にさらされるダイバータ材料としてのタンゲステンやモリブデンなどの高融点合金について耐熱特性や照射効果について研究を行っている。核融合環境下で冷却材との共存下で機能する絶縁セラミックスと金属との接合・被覆技術についての実験を行っている。

粒子ビームによる新材料とミクロ加工技術の研究

高密度粒子負荷による材料表面のミクロな切断(プリスタリング)の基礎的挙動とこれを応用した新し

い表面加工法の研究をダイナミトロン加速器による高エネルギーイオンビームを利用し行っている。この加工法を応用したマイクロアレー機能材料の開発も進めている。例えば中性子照射環境計測のための微小領域温度モニタの作製と評価を行っている。写真1はダイヤモンド上にヘリウムイオンを用いて作製したマイクロアレーでプリスタリングの形状が制御されきれいな隆起配列が観察できる。

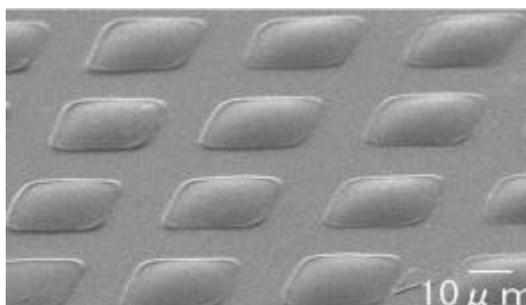


写真1 ダイヤモンド上に作製したマイクロアレー

粒子ビームを用いた軽水炉用プラント材料の長寿命化に関する研究

イオンによる原子はじき出しを用いた照射誘起偏析評価やヘリウムイオン注入材の溶接特性評価などによりオーステナイトステンレス鋼などの軽水炉炉心材料の耐環境性向上のための研究を行っている。写真2に示すエネルギーディグレーダによる深さ方向へのイオンの均一注入方法を用いたり応力負荷下照射用や各種加熱法による高温照射用などを目的に応じた照射ステージを作製し進めている。



写真2 イオン照射装置内部（エネルギーディグレーダーホイールと照射ステージ）

主要論文・著書

- [1] Study on Dynamic Behavior of Fusion Reactor Materials and Their Response to Variable and Complex Irradiation Environment [Fusion Energy 1998, Volume3, IAEA, , (1999), 1219 - 1226]
- [2] Critical Issues and Current Status of SiC/SiC Composites for Fusion [J. Nuclear Materials, **283-287**, (2000), 128 - 137]
- [3] Improvement of Post Irradiation Ductility of V-Ti-Cr-Si Type Alloys Neutron Irradiated Around 400C [American Society for Testing and Materials, **STP-1366**, (2000), 1197 - 1211]

スタッフ



阿部 勝憲 (教授,工学博士)

1968 年東北大学大学院工学研究科修士課程修了
核融合炉材料学、粒子ビーム応用

E-mail:katsunori.abe@QSE.tohoku.ac.jp



長谷川 晃 (助教授、工学博士)

1984 年東北大学大学院工学研究科博士後期課程修了
核融合炉材料学、エネルギー材料

E-mail:akira.hasegawa@QSE.tohoku.ac.jp



佐藤 学 (助手、博士(工学))

1990 年東北大学大学院工学研究科博士前期2年の課程修了
核融合工学、材料加工

E-mail: manabu.satou@QSE.tohoku.ac.jp



藤原 充啓 (助手、博士(工学))

2001 年東北大学大学院工学研究科博士課程修了
耐食材料、核融合工学

E-mail: fuji@jupiter.QSE.tohoku.ac.jp

先進エネルギーシステムにおける 超高熱除去技術への挑戦

高密度エネルギー工学分野

研究室人員：教官 2 名、学部学生 4 名
修士課程 9 名、博士課程 1 名
980-8579 仙台市青葉区荒巻字青葉 01
TEL&FAX: 022-217-7903
URL: <http://www.qse.tohoku.ac.jp/lab/toda>

研究室紹介

本研究室は戸田三朗教授、結城和久助手のスタッフのもと、本年度は学生が 14 名（博士課程 1 名、修士課程 9 名、学部 4 年生 4 名）で構成されています。ちなみに地元宮城県出身者は 1 人で、南は九州鹿児島からと各地域性が入り混じる非常にユニークな研究室です。研究では戸田教授の教育方針である「実験と数値解析のできる人材育成」をモットーに、各学生はそれぞれのテーマに沿った基礎実験およびシミュレーションを丹念にこなしています。

研究内容

本研究室では、核融合炉や核分裂炉および大電流加速器等の量子エネルギーシステムにおいて特に重要となる高熱・高粒子負荷機器に関わる工学分野の研究を進めています。高放射線・高磁場・高応力等の複合環境下で使用される機器に、高熱及び高粒子負荷が重畳して相互作用する際に見られる現象は、従来のマクロ的熱流体工学と分子動力学・量子力学といったよりミクロ的学問の中間領域に展開されつつある新しいメゾスケールの学問で取り扱われる現象です。そこで熱流体力学・材料工学・構造力学・電磁気学等のマクロ的学問から統計力学・分子動力学・量子力学といったミクロ的学問の幅広い学問領域の理解を基に、特に核融合炉における先進的高熱除去システムの開発およびその複合環境場における諸問題について研究を進めています。以下に代表的な研究内容を紹介します。

1 高熱・粒子負荷環境における除熱システムの開発

(1) 金属多孔質体を用いた冷却技術の確立

多孔質体内での蒸発現象を利用した高熱除去装置の開発および性能試験を進めています。除熱原理は、Fig. 1 のように片側を高熱負荷面に接続する金属多孔質体中に液体流を浸透させ、高負荷面側より伝熱する熱により相変化させ排出する体系、すなわち潜熱輸送を基本としています。これまで数十 MW/m² にも及び非常に高い除熱能力を有することを実証しています。

(2) スワール管における除熱機構の解明

現在、ダイバータ等のプラズマ対向機器の冷却候補として円管内に Fig. 2 の様なねじったテープを挿入したスワール管が挙げられており、通常円管冷却に対し数倍の除熱能力を有することが確認されています。主に伝熱面近傍における気液交替が除熱向上の要因と考えられていますが、加えて断面内に誘起される二次流れも重要な伝熱機構の一つです。そこで数値計算および PIV を用いた可視化実験により、スワール管の除熱機構に対する二次流れの影響および詳細な伝熱機構の解明を行っています。

(3) 液体金属ミスト噴流冷却技術の確立

液体金属と作動ガスよりなるミスト噴流を高負荷面に衝突させ、高温面上での液滴変形と薄液膜形成により液体金属の高い熱伝達率を維持できます。この冷却方式は液体金属冷却固有の MHD 圧損を排除できる冷却方式でもあり、現在まで 10MW/m² レベルの除熱を実証しています。

2. 非平衡境界物理現象の解明

(1) 分子動力学による高負荷境界での溶融・蒸発シミュレーション

高粒子・熱負荷を受ける固体もしくは液体表面で発生する溶融・蒸発現象を厳密に評価するには、ミ

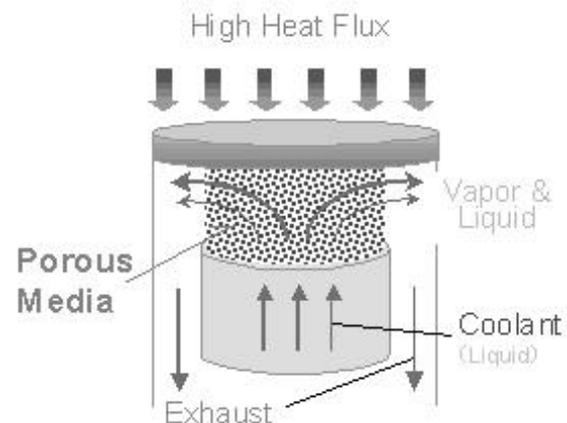


Fig. 1 Cooling system with porous media

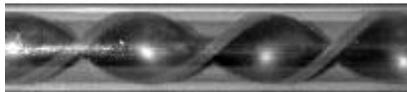


Fig. 2 Swirl Tube

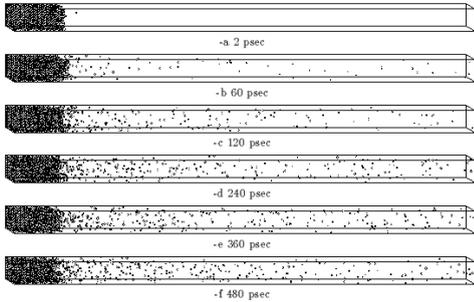


Fig. 3 Evaporation from solid surface

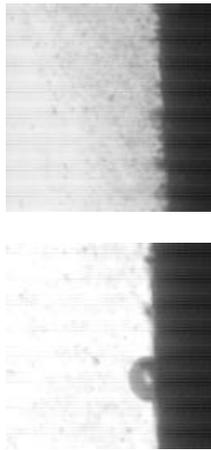


Fig.4 Bubbles on surface

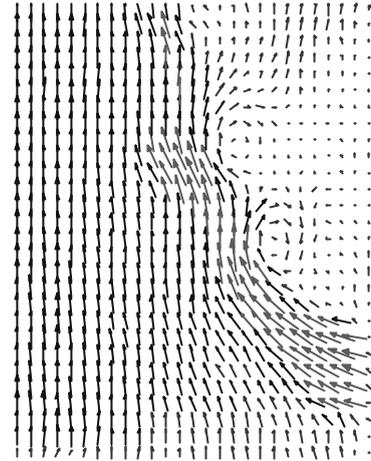


Fig. 5 Flow field in fluid mixing region

クロレベルすなわち分子・原子の運動を厳密に追跡する必要があります。本研究では固体境界壁等に高エネルギーの粒子を照射する場合の固体表面の溶融・蒸発過程 (Fig. 3 参照) を分子動力学法により解析しています。

(2) 真空環境における水の蒸発に関する研究

核融合炉においては、冷却配管が破損し真空容器内へ冷却材が侵入する際に生じる容器内圧力上昇による真空容器破損が安全評価の主要な課題となっています。そこで同現象に強い影響を与える侵入水の真空蒸発と凍結挙動について、実験はもちろんマクロ的熱流体コードと分子動力学法を用いた二つの観点からシミュレーションを行い、同現象の解明を行っています。

3. 核融合炉 FLiBe 冷却材の適用性に関する研究

現在、核融合を発展させ動力炉として実現させるため最も重要な総合的機器であるブランケットに、冷却材および増殖材の機能を有する高温融体溶融塩 FLiBe を作動流体として適用する研究が開始されています。日本では未だ経験のない FLiBe の炉工学的技術、熱流動特性、安全取り扱い技術、高熱負荷除去技術などの研究を進めるため、FLiBe もしくはそれに類似した HTS などを作動流体とする熱流動実験が実施されています。

3. 原子力発電における熱流動諸問題

(1) サブクール沸騰より誘起される振動現象評価

二相状態であるサブクール沸騰域では、気泡が発生し伝熱面から離脱・凝縮する際に伝熱面が振動し不安定を誘起することが実験により指摘されています。本研究では同現象に影響を与える主要因子を抽出し、振動現象の詳細な物理機構を評価しています。また気泡の固体面及びその近傍における離脱・凝縮過程 (Fig. 4参照) を超高速カメラにより追跡し、振動との相関モデルを構築しています。

(2) 配管合流領域における乱流混合機構の解明

原子炉等では、異なる温度をもつ流体が混合す

る領域で生じる構造材の熱疲労現象の把握がプラント設計において重要な課題となっています。本研究では、配管合流部での流体混合特性 (サーマルストライピング) を PIV 測定システムを用いた可視化実験 (Fig. 5 参照) により明確にし、熱疲労現象に影響を与える主要因子を抽出することを目的としています。

おわりに

以上のように本研究室では、高エネルギー負荷環境下における非常に多くの研究課題を取扱っているため、学生は同じ熱流動現象であってもより広い視野、特にマクロ、ミクロにとらわれない観点からの評価ができるようになり、卒業後あらゆる分野においてその広い視野と柔軟性を発揮できると考えます。

主要論文・著書

主要論文に関しては、東北大学工学研究科ホームページ <http://www.eng.tohoku.ac.jp/lop/menu.html> を参照下さい。

スタッフ



戸田 三朗 (教授,工学博士)

1968 年東京大学大学院工学系研究科博士課程修了
原子炉工学、高負荷境界工学
E-mail: saburo.toda@qse.tohoku.ac.jp



結城 和久 (助手、工学博士)

1998 年九州大学大学院総合理工学研究科博士課程修了
熱流体工学 (希薄気体、流体工学)、
E-mail: kyuki@qse.tohoku.ac.jp

プラズマ工学・炉工学の統合 による先進的核融合炉の研究

エネルギー物理学講座

核融合・電磁工学分野

研究室人員：教官 2 名、学部学生 8 名
修士課程 5 名

980-8579 仙台市青葉区荒巻字青葉 01

TEL: 022-217-7928 FAX: 022-217-7900

URL: <http://www.qse.tohoku.ac.jp/japanese/index.html>

研究室紹介

本エネルギー物理学講座 核融合・電磁工学分野は、平成 11 年に発足した新しい研究室である。そして、現在本講座には、橋爪秀利教授、北島純男助教授の教官スタッフと、博士前期課程 5 名の大学院生と 8 名の学部生が所属し、核融合・電磁工学に関する研究に取り組んでいる。環境負荷の少ない長期的エネルギー源としての核融合を実現することは 21 世紀における最重要課題の 1 つである。本分野ではプラズマ電磁工学・熱流体工学・電磁構造工学・超伝導工学に基づいた、1) プラズマと流体壁とが共存する場合の、プラズマ・流体壁相互作用の解明と先進的核融合炉の研究、2) 微視的視点に立った超伝導現象の解明と最適超伝導設計法の確立に関する研究を進めている [1-3]。先進的核融合炉としては、現在ヘリカル軸ステラレータ（ヘリアック）という方式の研究を進めている [4-5]。ヘリアック装置は、定常運転核融合炉の可能性を持つ外部導体系トーラス装置の一種類である。この装置の特徴は、トロイダルコイルを閉じた螺旋に沿って配列し、回転変換を作るところにある。このようにすると磁力線の張力的性質により、高ベータプラズマが存在しても磁気軸は容易に外側にシフトしない。また、真空磁場でも磁気井戸が存在し、MHD 的に

安定なプラズマ閉じ込めが期待できる方式である。



東北大学ヘリアック装置

研究テーマ

本講座では以下のような研究課題で活動を行っている。

(1) 超伝導電磁工学に基づいた最適超伝導設計法の確立

超伝導現象において重要なクエンチ現象に関連し、超伝導体の不安定による熱・電磁負荷変動の解明を行っている。超伝導現象の電磁・熱連成数値解析により、クエンチ発生時の安定性、さらに、最近開発されている高温超伝導テープにおけるその

特性の解明、機械的接合法、最適冷却法の開発を進めている。

(2) ヘリアックにおける径方向電場制御

プラズマ内に小電極を挿入し径方向電場を制御することは H-mode の物理を解明する上で興味深い研究であり、東北大学ヘリアック装置においても正バイアスされた電極により粒子閉じ込めを改善することに成功している[6]。さらに、電子入射による H-mode への分岐をめざして、LaB6 製の熱陰極に負バイアスし、電子注入による径方向電場の制御を試みている。



研究室恒例、秋の芋煮会風景

さらに、本講座では以下のような研究課題でも研究活動を進めている。

(3) 高ベータプラズマ磁場閉じ込めに関する最適磁気配位の計算

(4) マイクロ波によるプラズマ測定のための導波管特性研究

(5) プラズマと流体壁とが共存する場合の、プラズマ・流体壁相互作用の解明と流体壁の設計

(6) 欠陥探傷と材料劣化評価技術の開発

(7) 電磁ポンプの性能評価手法の開発

主要論文・著書

- [1] Electromagnetics Thermal Analysis of Low/High Tc Superconducting Wire. IEEE Transactions on Magnetics, 34 (5), 3016 (1998).
- [2] Proposal of a New Superconducting Wire for Magnets of a Fusion Reactor. Fusion Engineering and Design, 41, 283 (1998).
- [3] Numerical Evaluation of Electromagnetic Force Induced in High Tc Superconductor with Grain Boundary. IEEE Transactions on Magnetics, 32 (3), 1148 (1996).
- [4] A New Capacitive/Resistive Probe Method for Studying Magnetic Surfaces. Jpn. J. Appl. Phys., 30, 2606 (1991).
- [5] Potential Structure Measurements of ECH Plasma in a Helical Axis Stellarators. Jpn. J. Appl. Phys., 34, 4223 (1995).
- [6] Influence of Biased Electrode on Plasma Confinement in the Tohoku University Heliac. Jpn. J. Appl. Phys., 36, 3697 (1997).

スタッフ



橋爪秀利 (教授、工学博士)

1985 年東京大学大学院工学研究科修士課程修了
核融合炉工学、応用電磁工学、超伝導工学
E-mail
Hidetoshi.hasizume@qse.tohoku.ac.jp



北島純男 (助教授、工学博士)

1981 年東北大学大学院工学研究科修士課程修了
プラズマ物理学、プラズマ計測、核融合工学、
E-mail: sumio.kitajima@qse.tohoku.ac.jp

宇宙及び核融合プラズマ中における電磁流体现象の解明とその応用

電磁工学講座

高温電磁流体工学分野

研究室人員：教官4名、学部学生6名
修士課程8名、博士課程3名

980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉05

TEL: 022-217-7064 FAX: 022-263-9166

URL: <http://kid.inuta.ecei.tohoku.ac.jp>

研究室紹介

平成6年度の大学院重点化にともない、現教授犬竹正明が筑波大学プラズマ研究センターから赴任し、工学研究科電気・通信工学専攻、電磁工学講座、高温電磁流体工学分野と称する長い名前の現在の講座が発足しました。現在本研究室には、犬竹教授をはじめ、安藤 晃助教授、服部邦彦助手、吉沼幹朗助手の教官スタッフと博士後期課程3名、博士前期課程8名の大学院生と6名の学部生が所属しております。

研究室発足と同時に、高密度電磁流体実験装置(HITOP; High density TOhoku Plasma)[写真1]の建設、整備を進め、宇宙や核融合プラズマ中で起る様々な電磁流体现象の解明と高密度プラズマの工学的応用を目的とした研究に取り組んでいます。

HITOPは、長さ3.3m、内直径0.8mの円筒型真空容器の外部に11個の大径コイルと5個の小径コイルを備えた直線型プラズマ実験装置です。MPD (Magnetoplasma-Dynamic) アークジェットを使用し、1ミリ秒の準定常高密度プラズマ流(電子密度 10^{14}cm^{-3} 以上、マッハ数1以上)を生成し、流れのある高密度プラズマが引き起こす様々な現象に関して実験研究を進めてきました。具体的には超音速プラズマ流の加速と電磁衝撃波発生機構の解明、磁気再結合による電磁流体渦の生成と巨視的安定化、プラズマの巨視的・微視的不安定性の制御、電磁波を用いた高密度プラズマ診断法の開発などの基礎研究をはじめ、ダイポール磁場を用いた先進的核融合プラズマの閉じ込め方式の研究、宇宙航行電磁プラズマ推進機への高密度プラズマの応用研究などを行っています。

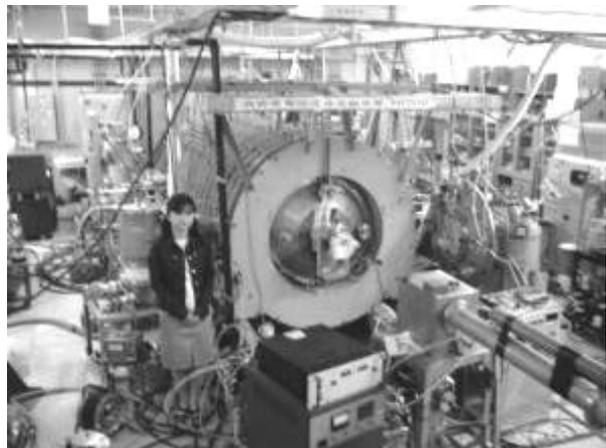


写真1 高密度電磁流体実験装置 (HITOP)

また、同大学の電気・通信工学専攻 佐藤徳芳教授の研究室および電子工学専攻 畠山力三教授の研究室と、 Q_T -Upgrade Machineを用いて、径方向電場制御によるプラズマの低周波揺動の抑制に関する共同研究を進めています。

研究テーマ

(1) 高密度プラズマ生成とその応用研究

元々電磁推進機の一つとして開発されてきたMPDアークジェットを高密度かつ高速プラズマ流源として用いることにより、流れを伴った高密度プラズマ中に起る様々な電磁流体现象を研究しています。

外部磁場印加と磁気ノズル効果による超音速領域でのプラズマ加速実験やその特性評価は宇宙航行用推進性能向上へも応用されます。また、バンブ磁場中や双極磁場との相互作用による電磁衝撃波の発生など興味深い現象が観測されています。

またプラズマ密度が高いことから、磁気音波やアルフェン波が比較的観測しやすい条件を作り出すことができます。そこで高密度プラズマ中にヘリシティを持つ磁場変動を励起できるアンテナを設置し積極的にアルフェン波を励起させ、その伝播特性を調べ、さらに磁場変動を電磁流体渦へと移行させるためのプラズマパラメータ（磁場変動の時間スケールや磁場の拡散速度など）を明らかにすることを目的とした研究を行っています。このような研究は磁気再結合やアルフェン波渦の不安定性など核融合プラズマや宇宙プラズマ内部で観測されるような電磁流体現象の解明に寄与できると考えています。また、先進核融合閉じ込め方式や宇宙推進機の開発にもつながるものと考えています。

(2) 新しいプラズマ診断法および計測装置の開発研究

高温高密度である核融合プラズマのパラメータ計測にとって、新しい非接触計測法の開発は重要なテーマです。HITOP装置では、外部印加磁場やMPDアークジェットの動作条件などがコントロールしやすいため高密度領域から低密度領域まで広範囲の基礎実験を行うことができます。この特性を利用してマイクロ波などの電磁波を用いた超短パルス反射計など新しいプラズマ診断法の開発や、高空間分解能で流速分布測定が可能なマッハプローブ測定法の開発も行っています。さらに電磁流体現象を詳細に測定するために、超小型で安価なマイクロインダクタ素子を用いた小型磁気プローブアレイの開発も手がけています。

(3) 径方向電場制御と低周波揺動に関する研究

プラズマ中の低周波揺動は、核融合プラズマの閉じ込めを劣化させる大きな要因と考えられています。この低周波揺動に対し磁力線を横切る方向の電場（径方向電場）あるいはそのシアが及ぼす効果を明らかにすることを旨とした実験を進めています。特に、ECR放電プラズマ中で、低周波揺動であるドリフトモードとフルートモードとを同時に観測し、径方向電位分布形状を詳細に変化させた場合に、それらの揺動の振る舞いがどのように変化するかを観測しています。

主要論文・著書

- [1] “A High-beta, Supersonic Plasma Flow and Shock Formation in Magnetic Channels”, Int Conf. on Plasma Physics, **1** (2000), 1-4.
- [2] “有人宇宙航行核融合ロケットー現状と課題ー”, J. of Plasma and Fusion Research **73** (1997) 1307-1316.
- [3] “Control of radial potential profile and related low-frequency fluctuation”, Phys.Lett. A **255** (1999) 301-306.
- [4] “Effects of Radial Electric Field and Its Shear on Low-Frequency Fluctuations in the Q-U device”, Trans. of Fusion. Tech. **39** (2001) 191-194.

スタッフ



犬竹正明（教授、工学博士）

1972 年東京大学大学院工学研究科博士課程修了
電磁流体工学、プラズマ・核融合科学、電磁推進工学
E-mail: inutake@ecei.tohoku.ac.jp



安藤 晃（助教授、理学博士）

1987 年京都大学大学院理学研究科博士課程修了
プラズマ理工学、イオン・電子ビーム工学、宇宙推進応用工学
E-mail: akira@ecei.tohoku.ac.jp



服部邦彦（助手、工学博士）

1991 年筑波大学大学院工学研究科博士課程修了
プラズマ理工学、マイクロ波応用工学、プラズマ診断学、宇宙推進工学
E-mail: hattori@ecei.tohoku.ac.jp



吉沼幹朗（助手、工学博士）

2000 年東北大学大学院工学研究科博士課程修了
プラズマ理工学
E-mail: mikirou@ecei.tohoku.ac.jp

21 世紀 Nuclear Energy の時代を支える極限材料 の研究

研究室人員：教官 5 名、学部学生 4 名
修士課程 6 名、博士課程 2 名
980-8577 仙台市青葉区片平 2-1-1
TEL: 022-215-2067 FAX: 022-215-2066
URL: <http://koho.imr.tohoku.ac.jp/Labs/14matsui.html>

研究室紹介

21 世紀のエネルギー源として期待されている核融合炉をはじめとする原子力エネルギーシステム用の材料開発、およびそのための基礎研究を行っている。特に、核融合炉用材料として耐照射性が高く、低放射化バナジウム合金の開発には力を入れている。一方で、軽水炉の安全性を確保する上で重要な材料の寿命評価のための研究も進めている。

核融合炉材料開発に関わるテーマとして、大別すると次のようになる

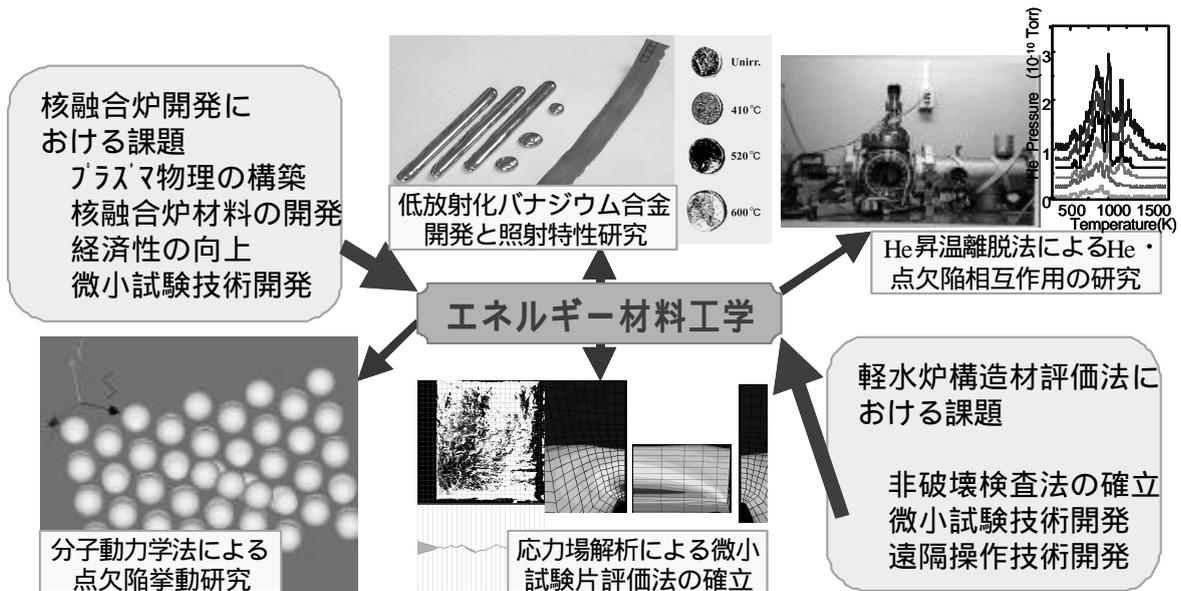
- (1) 核融合炉用低放射化バナジウム合金の開発
- (2) 金属中の照射欠陥と水素，ヘリウムなどのガス

不純物の相互作用に関する基礎研究

- (3) 複合照射環境下での材料挙動に関する基礎研究
 - (4) 微小試験片を用いた破壊特性評価手法の確立
 - (5) 計算機による照射損傷過程に関する研究
- そのいくつかについて以下に紹介する。

核融合炉用低放射化バナジウム合金開発

核融合炉第一壁の構造材料は、高エネルギーの中性子により大きな損傷を受け、材料によっては大きな膨れ(スウェリング)を生じたり、脆くなったりして来る。注目されているバナジウム合金において、



スウェリングの機構を解明し、耐スウェリング性の高い材料を開発する指針を明らかにした。同時に、高温・照射下での機械的特性の評価を通して耐熱・耐照射性の良好な材料開発を進めている。

また、照射下で発生するヘリウム原子の挙動を評価する技術開発と挙動の解明にも力をいれている。

複雑な核融合炉環境下での照射効果の解明と、その計算評価手法の開発

実際に想定される核融合炉環境は、温度変動などを伴う非定常照射場であり、こうした照射場での照射効果が定常場のものと大きく異なることも明らかにしてきた。

実際に起こり得る複雑な材料環境を実験的に実現することは極めて困難であるため、電子線照射、イオン照射などの基礎的な実験で得られた基本特性をベースに、高度なシミュレーション計算を用いて材料挙動を予測する技術の開発にも取り組んでいる。

微小試験片を用いた破壊特性評価手法の確立

強力中性子源開発が国際的に進められる中で、その照射装置の限られたスペースを利用して材料の工学的特性を評価する技術も一層重要になってきている。こうした微小試験片技術の確立のための研究を進めている。

主要論文・著書

- [1] “Large Swelling Observed in a V-5at%Fe Alloy after Irradiation in FFTF”, Effects of Radiation on Materials (ASTM STP 1125), ed. by R.E. Stoller, et al., (1992), 928-941
- [2] “Swelling Behavior of V-Fe Binary and V-Fe-Ti Ternary Alloys”, J. Nucl. Mater., 258-263 (1998), 1431-1436

- [3] “Effects of Temperature Change on the Microstructural Evolution of Vanadium Alloys under ion Irradiation”, J. Nucl. Mater., 283-287 (2000), 291-296

- [4] “Confocal Microscopy-Fracture Reconstruction and Finite Element Modeling Characterization of Local Cleavage Toughness in a Ferritic/Martensitic Steel in Subsize Charpy V-Notch Impact Tests”, J. Nucl. Mater., 283-287(2000) 992-996

スタッフ



松井秀樹 (教授,工学博士)

1972年東北大学大学院工学研究科博士課程修了
材料物性, 格子欠陥, 照射損傷
E-mail:
matsui@fusion.imr.tohoku.ac.jp



箕西靖秀 (助教授、工学博士)

1969年東京大学大学院工学研究科博士課程修了
再生可能エネルギー, 理論材料科学, 格子欠陥
E-mail:
minonisi@fusion.imr.tohoku.ac.jp



山本琢也 (講師、工学博士)

1989年東京大学大学院工学研究科博士課程修了
原子力材料開発, 微小試験技術
アクチノイド化合物・合金物性,
E-mail:
yamatake@fusion.imr.tohoku.ac.jp



矢野信三 (助手、工学博士)

1963年室蘭工業大学卒業
(1984年工学博士学位取得)
表面処理(窒化)
高温酸化
E-mail:
yano@fusion.imr.tohoku.ac.jp



福元謙一 (助手、工学博士)

1967年九州大学大学院工学研究科博士課程終了
原子力材料、核融合工学
E-mail:
fukumoto@fusion.imr.tohoku.ac.jp