

核融合プラズマの点火・燃焼を 理論と計算で予測する

量子機能工学大講座

核融合プラズマ理工学研究室

研究室人員：教官 2 名、PDF 1 名
博士課程 1 名、修士課程 3 名
学部学生 2 名

〒812-8581 福岡市東区箱崎 6-10-1

TEL & FAX : 092-642-3792/3793

URL: <http://qpn.nucl.kyushu-u-.ac.jp/>

研究室紹介

量子機能工学大講座は、原子核・電子・プラズマ等が関与する量子レベルの物理現象を対象とし、基礎データの測定、解析法、及び工学的応用に関する教育・研究を行う組織であり、量子線物理計測、放射線物性工学、プラズマ理工学、核化学工学等を専門分野とする教官で構成されます。

本研究室では、核科学とプラズマ理工学が重なる領域に着目し、スタッフと院生・学生が一体となって核融合エネルギー開発のための基礎研究を行っています。出発点は、核反応で発生する高エネルギー粒子とバルクプラズマの相互作用です。

研究テーマ

(1) レーザー核融合の要素物理と爆縮プラズマの点火・燃焼特性

レーザー爆縮によって生成される超高密度プラズマ中で生起する種々の衝突・核反応素過程や輸送過程のモデリングと定式化を行い、その成果を流体コードに組み込んで爆縮プラズマの点火・燃焼のダイナミクスを調べています。通常の流体力学に加え、原子過程、状態方程式、輻射輸送、相対論的効果等の種々の物理が絡み、シミュレーションが威力を発揮します。目下の検討事項は以下のとおりです。

超高密度プラズマ中の衝突・核反応素過程の検討とモデリング

核反応生成粒子及びレーザー生成 MeV 級電子の輸送過程の定式化とコード開発

爆縮プラズマの点火・燃焼特性に対する核反応生成粒子輸送効果の解明

爆縮最終相の流体不安定性が点火・燃焼に及ぼす影響の評価

高速点火ターゲットにおける MeV 級電子による点火部形成過程の解析

非熱的核反応から放出される高エネルギー中性子の計測に基づく爆縮プラズマ診断法

(2) D-³He 核融合エネルギーシステム

D-³He 核融合は、中性子発生のきわめて少ない究極の核エネルギー生成方式と位置付けられます。本研究室では、D-³He 炉心プラズマに特有の衝突・核反応素過程を考慮に入れて、核燃焼特性を研究しています。当面の課題は以下のとおりです。

バルクプラズマ粒子及び核反応生成粒子に対する運動論的モデル方程式の構築

燃料イオン分布関数の精密な計算に基づく核燃焼特性の解析、特に点火条件、中性子発生率、起動特性の評価

閉じ込め装置の空間的な磁場配位が燃料イオン分布関数と核燃焼に及ぼす影響の評価

プラズマ粒子間の非 Coulomb 的衝突相互作用の定式化、特に Boltzmann 衝突積分の汎用表式の導出

(3) 慣性静電閉じ込め(IEC)核融合中性子源

核融合反応の早期利用の可能性を秘め、近年関心が高まってきている慣性静電閉じ込め核融合に関して、以下のような研究に取り組んでいます。

粒子の分布関数、ポテンシャル構造、及び中性子発生率分布の間の相互関係の解明

電離・荷電交換反応等の衝突過程を考慮に入れたプラズマ分布関数の計算法、特にバウンズ平均 Boltzmann-Fokker-Planck コードの開発

主要論文・著書

- [1] H.Matsuura, et al., "Ion distribution function and radial profile of neutron production rate in spherical inertial-electrostatic confinement plasmas", Nucl. Fusion, Vol.40, No.12, pp. 1951-1954 (2000)
- [2] H.Matsuura, et al., "Triton distribution function and 14MeV neutron generation rate in D-³He field-reversed configuration plasmas", Nucl. Fusion, Vol.40, No.9, pp.1611-1620 (2000)
- [3] Y.Kuroki, et al., "Fusion product momentum deposition in laser imploded targets", Nucl. Fusion, Vol.40, No.3, pp.357-363 (2000)
- [4] T.Johzaki, et al., "Accuracy validation of flux-limited diffusion models for calculating alpha-particle transport in ICF plasmas", Nucl. Fusion, Vol.39, No.6, pp.753-764 (1999)
- [5] H.Matsuura, et al., "Up-scattering of beam ions in nuclear elastic scattering and its effect on energy loss rate in thermonuclear plasmas", Nucl. Fusion, Vol.39, No.2, pp.145-149 (1999)
- [6] T.Johzaki, et al., "Ignition condition and gain scaling of low temperature ignition targets", Nucl. Fusion, Vol.38, No.3, pp.467-479 (1998)

- [7] 中尾安幸、"D-³He 核融合反応の物理的特性", プラズマ・核融合学会誌, Vol.71, No.6, pp.475-480 (1995)
- [8] Y.Nakao, et al., "Effect of nuclear elastic scattering on reactivity of self-sustaining D-³He plasmas", Trans. of Fusion Technology, Vol.27, pp.555-558 (1995)
- [9] Y.Nakao, et al., "Computational method for neutron heating in dense plasma systems, (I) model and formulation", J. Nucl. Sci. Technol., Vol.30, No. 1, pp. 18-30 (1993)



写真 前列左より：城崎知至、中尾安幸、松浦秀明
後列左より：黒木康勤(D3)、吉田茂樹(M2)、
船越一宏(M1)、藤田淑久(B4)、住田裕之(B4)

スタッフ

中尾 安幸 (教授、工学博士)
1979 年九州大学大学院工学研究科応用原子核工学
専攻博士課程修了
核融合プラズマ理工学、ミクロ粒子輸送理論
E-mail: nakao@nucl.kyushu-u.ac.jp

松浦 秀明 (助手、博士(工))
1991 年九州大学大学院工学研究科応用原子核工学
専攻博士課程修了
プラズマ運動論、プラズマ核燃焼学
E-mail: mat@nucl.kyushu-u.ac.jp

城崎 知至 (学振特別研究員、博士(工))
1998 年九州大学大学院工学研究科応用原子核工学
専攻博士課程修了
核融合炉工学、プラズマ理工学
E-mail: tulu@nucl.kyushu-u.ac.jp

次世代の原子力エネルギーシステムを目指す

エネルギーシステム工学講座

原子炉工学研究室

研究室人員：教官 2 名、技官 1 名

学部学生 2 名、修士課程 3 名

博士課程 2 名

812-8581 福岡市東区箱崎 6 丁目 10-1

TEL: 092-642-3791・3794

FAX: 092-642-3791・3794

URL: <http://qpn.nucl.kyushu-u.ac.jp>

研究室紹介

エネルギーシステム工学大講座は、核分裂炉、核融合炉および高エネルギー加速器など、核エネルギーを制御された形で発生させ利用する複合システムの基礎理論と設計法および操作の問題に関する研究・教育を行うことを目的として組織され、量子ビーム工学から化学工学までの関連する教官で構成されています。構成グループとしての原子炉工学研究室は旧応用原子核工学科において核分裂炉および核融合炉の炉物理に関する教育・研究を行ってきた原子炉工学講座を母体としています。

原子炉工学研究室では、原子炉の中での中性子の振る舞いや核反応を物理現象として捉えるだけでなく核反応に伴う化学的挙動や影響も視野において、原子炉の物理と化学の工学的問題にアプローチしています。また、原子力システムの安全性の高度化を目指して、人工知能を応用した原子力プラントの異常検知・診断を検討しています。

当グループは核融合理工学の研究グループと密接に協力・連携して研究・教育活動にあっています。核融合炉関連の研究としては、核分裂-核融合ハイブリッドシステムや核融合を発生源とした中性

子の利用：長寿命放射性核種の核変換処理などについて検討を行っています。また、核融合炉システムでの水素同位体の取扱いについて、主として吸着操作を応用した各種処理システムの研究を行っています。

研究テーマ

(1) トリウム燃料原子炉の炉物理特性

究極のエネルギーシステム：核融合炉が実用化され主力となるまでにはまだ長い時間がかかると予想されますので、今後も核分裂炉エネルギーシステムを巧く使って行かなければなりません。高速増殖炉などによってウランを有効利用することは不可欠ですが、ウランと同様に天然に存在するトリウムを核燃料資源として活用することも考える必要があります。

燃料としてトリウムを用いた原子炉の炉物理特性の解析・検討を行っています。

(2) 長寿命放射性核種の核変換処理

核燃料再処理からの高レベル放射性廃棄物の永久処分において、長半減期核種の潜在的リスクが問題となっており、原子力の利用および開発のボトルネックとなっています。この問題への炉物理的ア

プローチとして、原子炉を利用して長寿命核種を短寿命核種へ核変換し高レベル放射性廃棄物の地層処分への負荷を低減しようとする構想が提案され検討されています。

マイナーアクチニド核種や¹²⁹Iなどの問題核種の各種原子炉：軽水炉、高速炉、加速器駆動未臨界炉などでの核変換処理について、炉特性・燃焼計算解析を行い、その可能性と制約・限界などについて検討を行っています。

(3) 核融合中性子の利用

既存の原子炉システムは中性子を制御された形で発生させ利用する技術の集成であると言えます。その点から核融合を考えると、核融合発電炉が成立するかは別にして、中性子発生源としての応用性にも興味を持たれます。

核融合炉中性子を利用した核燃料増殖システムや長寿命放射性核種の核変換処理システムの検討を行っています。特に、最近注目を集めている静電慣性核融合に着目し^[1]、簡易な中性子発生源として医療や核変換処理などへの応用性を検討しています。また、未臨界炉の駆動用中性子発生装置としての可能性などについても検討しています。

(4) 水素同位体および同位体水の吸着処理

核融合システムでは燃料としてまた反応生成物としての水素同位体を制御し取扱う技術の確立が求められています。特に放射性同位体であるトリチウムはトリチウム水として容易に生体系に取り込まれるために、その安全取扱い技術については厳しい仕様条件が課せられています。

様々な分野で用いられている吸着剤を使った処理操作は、簡便であり技術的成熟度も高く核融合炉システムおよびその関連システムでの水素同位体の取扱い技術として検討され応用されています。

各種吸着剤への水素同位体および同位体水の吸着挙動を実験・解析し吸着の基本特性を調べて

います。また、得られた結果を基に、トリチウム水分吸着除去回収システムや水素同位体分離・濃縮・精製吸着システムなどの検討を行っています^{[2][3]}。

(5) 原子力プラントの早期異常検知・異常診断

原子力が安全で安心できるエネルギー源として社会に受容されるには、原子力プラントの安全性向上への限りない努力が必要です。地震予知の研究が進められているように、原子力プラントにおいても、運転中のプラントからの複雑かつ多様な監視信号を情報処理して、一寸した異常も早期に検知しその異常を早期に診断することによって、重大な事故につながりかねないトラブルを未然に回避する方策を考えておく必要があります。

ニューラルネットワークを応用した軽水炉および高温ガス炉（HTTR）の早期異常検知・診断システムの開発研究に取り組んでいます。また、この成果と経験を基にしてトリチウム安全取扱いシステムの異常検知・診断への応用も検討しています。

主要論文・著書

- [1] H. Matsuura, Y. Nakao, K. Kudo, *et al.*: *Nucl.Fusion*, **40**[12], 1951-1954 (2000).
- [2] K. Kotoh, H. Naono, K. Kudo: *Radioisotopes*, **47**[3], 197-205 (1998).
- [3] K. Kotoh, K. Kudo: *J.Nucl.Sci.Technol.*, **34**[11], 1099-1106 (1997)

スタッフ



工藤 和彦 (教授,工学博士)

1971年九州大学大学院工学研究科
博士課程修了

原子炉物理、安全工学、自動制御、
人工知能

E-mail: kudo@nucl.kyushu-u.ac.jp



古藤 健司 (助教授,工学博士)

1974年鹿児島大学大学院工学研究
科修士課程修了

原子炉工学、輸送現象、同位体分
離、吸着理工学

E-mail: kotoh@nucl.kyushu-u.ac.jp

量子機能工学大講座

水素同位体回収・分離・貯蔵
プロセスの研究

原子力化学工学グループ

グループ人員：教官 1 名、学部学生 1 名
修士課程 2 名、博士課程 1 名
812-8581 福岡市東区箱崎 6-10-1
TEL: 092-642-4140 FAX: 092-642-3800

<http://qpn.nucl.kyushu-u.ac.jp/old/Lab5/study/getter/index-jp.html>

グループ紹介

本グループは九州大学の大学院重点化改革に伴い、総合理工学研究院先端エネルギー理工学部門エネルギー化学工学講座から別に活動の場を与えられたが、密接に協調して研究をおこなっている。研究活動は水素同位体燃料サイクルと水素エネルギー関連研究の二つに分かれ、水素と水素同位体の分離・貯蔵・エネルギー発生プロセスの解明と新規プロセスの開発を通じて、原子力と水素が共存した環境負荷の小さいシステムの研究をおこないたいと思っている。

水素同位体燃料サイクル

重水素とトリチウム中の不純物除去・水素同位体貯蔵・同位体分離からなる核融合炉燃料サイクル確立のため、吸蔵、拡散、透過、凝縮の各移動プロセスの効果的な利用、特に各種水素吸蔵合金を用いた不純物除去とトリチウム貯蔵システム、水素同位体分離プロセスの開発研究をおこなっている。

さらに、溶融塩ブランケットからのトリチウム回収にも最近着手した。

水素エネルギーシステム

炭酸ガス放出のないエネルギー媒体として水素が自動車・航空機用燃料、燃料電池やヒートポンプへの利用に期待される。高温ガス炉熱を利用した水素製造とその効率上昇のため水素吸蔵合金ヒートポンプシステム、高温作動型燃料電池システムにおける物質と熱移動の研究をおこなっている。

主要論文・著書

- [1] “次世代エネルギーへの燃料 水素吸蔵合金による水素同位体の分離技術”, (株)NTS, (2000).
- [2] “水素同位体の濃縮分離方法およびその装置”, 特願 2001-015162.
- [3] Internal Mass Flux through Frost, AIChE J., 45, 2646 (1999).

スタッフ



深田智 (助教授, 工学博士)

1978 年九州大学大学院工学研究科修士課程修了
原子力化学工学、水素エネルギーシステム学
s2858tne@mbox.nc.kyushu-u.ac.jp

Festina Lente

エネルギー化学工学講座

研究室人員：教官 3 名、学部学生 4 名

修士課程 10 名、博士課程 3 名

8 1 2 - 8 5 8 1 福岡市東区箱崎 6 10 1

TEL : 0 9 2 6 4 2 3 7 8 3 ~ 5

FAX : 0 9 2 6 4 2 3 8 0 0 , 3 7 8 4

URL : <http://qpn.nucl.kyushu-u.ac.jp/old/Lab5/index.html>

私たちの研究室は、化学工学、プロセス工学を応用してエネルギーシステムの開発研究を行っている。現在、核融合炉の燃料サイクル・ブランケットシステムやトリチウム安全閉じ込めシステムの開発を主たる研究目標にして世界を相手にしのぎを削っている。また核分裂炉燃料サイクル排ガス中に含まれる放射性物質や炭酸ガスの低減化を目的としたシステム作りの研究や、燃料電池や水素エネルギーを利用する新エネルギーシステムについても研究を行っている。

複雑なシステムを機能的に作り上げるためには、

- 1) システムを構成する各システム要素で起こっている基本現象の・抽出、定性的・定量的解明とその現象のモデル化
- 2) 要素システムの集合体についてのプロセス解析と実証
- 3) シミュレーションによるシステムの最適化と実装置の設計および実証

を行うことが必要であるが、私達の研究室では、即物的に性能実証実験を行うエンジニアリング的研究ではなく、拡散、吸着、吸収、蒸発、流動、攪拌・混合、伝熱等の物質・熱の基本移動現象や反応工学の手法を駆使して現象を律速する基本現象を把握し、

解析モデルを作成し、これを応用して効率的なシステムを作成しようとするエンジニアリングサイエンス的研究を行っている。

以下に最近の研究活動を以下に概説する。

核融合炉燃料システムの研究

1 - 1) 核融合炉主燃料サイクルについての研究 : プラズマ容器、プラズマ排気ポンプ、燃料精製装置、同位体分離装置、燃料注入装置および燃料貯蔵装置で構成される核融合炉主燃料サイクルの最適設計とシステムの動的特性把握を目的とした反応工学的研究を続けている。

1 - 2) 核融合炉増殖ブランケットシステムについての研究 :

核反応によってセラミックバルク中や高温融体中に生成したトリチウムを効率良く回収して主燃料サイクルに補給するシステムを設計しようとしている。基本現象の把握は本研究グループが世界をリードしているとの自負を持っている。プロセス解析を始めようとしている。

1 - 3) トリチウムの安全閉じ込めシステムについての研究 :

酸化触媒塔と吸着塔における吸着や同位体交換反応についての基本現象解明の成果をもとに、従来の常識的配置を逆転した九大式トリチウム回収システムを考案している。

核分裂炉燃料サイクルの研究

2-1) 再処理施設等で排出される放射性オフガス回収システムについての研究：
放射性希ガス、放射性炭素および放射性ヨウ素の低減化対策として吸着操作を採用し、その基本的特性を解明している。また原子炉内の燃料冷却プール建屋内やコンクリートにおけるトリチウム水蒸気の移行挙動を蒸発、拡散、同位体交換反応を取りこんだモデルにより解析を進めている。

2-2) ミキサー操作についての研究：
燃料抽出装置の最適化を目的として、乱流理論に基づいて攪拌槽や気泡塔内の液々分散の挙動把握のための研究を行っている。

新エネルギーシステムの研究

将来の水素利用時のインフラストラクチャーの構築のための基礎研究として水素貯蔵用合金粒子群への水素の吸蔵および放出における動的特性を求めている。また水素システムからの水素の透過漏洩速度についても基本的特性を求めている。

また現在、燃料電池や太陽電池における水素・水蒸気の移動挙動の研究を始めている。

スタッフ

西川正史 (教授,工学博士)

1966年京都大学大学院工学研究科博士課程
修了
トリチウム、水素同位体、水素利用
E-mail: nishikaw@nuck.kyushu-u.ac.jp

宗像健三 (助教授、工学博士)

1989年九州大学大学院工学研究科博士課程
修了
放射性ガスの吸着処理
E-mail: kenzo@nucl.kyushu-u.ac.jp

田中芳久 (助手)

熱流動

各種材料中の水素同位体の挙動解明

高密度エネルギー理工学講座

極限材料工学

研究室人員：教官4名、技官1名
学部学生4名、修士課程9名、博士課程5名

812-8581 福岡市東区箱崎 6-10-1

TEL: 092-642-3798 FAX: 092-642-3800

URL: <http://www.tj.kyushu-u.ac.jp>

研究室紹介

本研究室は、工学部応用原子核工学科に所属する原子炉材料学系の講座として研究・教育活動を行ってまいりました。平成10年の改組によって現在は大学院総合理工学研究院エネルギー理工学部門に所属し、継続して原子力エネルギーをはじめエネルギーに関連する材料の開発研究を行うとともに、総合理工学および工学系の大学院および学部教育に携わっております。

本研究室では、エネルギー関連材料、特にそれらの材料に固溶した水素同位体の挙動やそれに関係する現象の解明および材料特性の変化に関する研究などを主要テーマとしています。具体的には、核融合炉材料および核分裂炉材料として重要な金属および合金材料中に固溶した水素同位体の拡散挙動（拡散、熱拡散、電界拡散など）に関する研究、トリチウムオートラジオグラフィを用いた高強度鋼中の水素同位体分布の可視化の研究、また、ジルカロイをはじめとした合金材料の水蒸気酸化挙動などの研究を精力的に進めております。

研究テーマ

(1) 水素同位体の拡散に関する研究

水素同位体の拡散に関する研究では、各種材料

中での水素同位体の拡散係数の測定は勿論、拡散実験を行うための水素同位体の材料への注入法の開発や試料から抽出した水素同位体の定量法、特に、トリチウムの定量法の開発など、より簡便で信頼性の高い実験手法の開発も行っております。また、水素の拡散の同位体依存性や材料中での水素同位体間の相互作用など水素同位体の同位体効果についても実験的な解明に取り組んでいます。

(2) 水素同位体の熱拡散に関する研究

核融合炉材料や核分裂材料では、大きな熱負荷によって、材料中に大きな温度勾配が掛かることが知られております。この温度勾配によって駆動される拡散流、すなわち熱拡散現象も無視できないものとなり、熱拡散も拡散現象と同様、金属材料の水素脆化や施設・構造物からのトリチウム漏洩など安全上の重要な問題です。

本研究室では、核融合炉材料や核分裂材料として重要となるバナジウム、ニオブ、ジルコニウムにおける水素同位体の熱拡散現象を研究しております。また、これらの金属をはじめ、水素同位体の熱拡散現象の理解をさらに深めるため、すべての4族、5族金属中での水素同位体の熱拡散現象を実験的に明らかにしております。

(3) 水素同位体の電界拡散に関する研究

電位勾配によって拡散流が駆動される電界拡散現象は、熱拡散現象との関連性が理論的に指摘されており、それぞれの実験的な解明が望まれています。本研究室では、4族、5族金属中における水素同位体の電界拡散現象を実験的に明らかにし、また、熱拡散現象との相関についても考察を行っています。

(4) トリチウムオートラジオグラフィ

トリチウムオートラジオグラフィを用いた高強度鋼あるいはジルカロイ中の水素同位体分布の可視化をおこない、さらに遅れ破壊、水素脆化などに関する研究に取り組んでいます。

(5) 合金の水蒸気酸化

ジルカロイをはじめとした合金材料の酸化（水蒸気酸化）挙動は、酸素ばかりでなく合金中の析出物、酸化時に発生する水素、あるいは、電子、正孔の挙動などが複雑に関係していると考えられています。本研究室では析出物や水素の挙動に注目しながら水蒸気酸化の解明を行っています。

(6) その他の研究

その他、以下のような研究を行っています。

セラミックス材料（プロトン導電体）中における水素同位体の挙動

半導体材料（アモルファスシリコン等）中の水素同位体挙動

金属材料表面における表面相構造と相変化および表面拡散現象の解明

主要論文・著書

- [1] S. Tsukawaki, Y. Hatano, K. Hashizume, M. Sugisaki, *Surf. Sci.*, 457 (2000) 63-70.
- [2] K. Fujii, K. Hashizume, Y. Hatano, M. Sugisaki, *J. Alloys Comp.*, 282 (1999) 38-43.
- [3] K. Sakamoto, T. Higuchi, K. Hashizume, M.

Sugisaki, *J. Nucl. Mater.*, 258-263 (1998) 1073-1076.

- [4] M. Sugisaki, K. Hashizume, K. Fujii, *J. Alloys Comp.*, 253-254 (1997) 401-405.

スタッフ



杉崎昌和（教授，理学博士）

1968年大阪大学大学院理学研究科博士課程修了
原子炉材料および水素・太陽エネルギー関連材料学、材料表面科学
E-mail: sugisaki@nucl.kyushu-u.ac.jp



橋爪健一（助教授，工学博士）

1986年九州大学大学院工学研究科修士課程修了
原子炉材料学、材料科学、金属・セラミックス材料学
E-mail: hashi@nucl.kyushu-u.ac.jp



坂本 寛（助手，工学修士）

1997年九州大学大学院工学研究科修士課程修了
原子炉材料学
E-mail: kan@nucl.kyushu-u.ac.jp



大塚哲平（助手，工学修士）

1999年北海道大学大学院工学研究科修士課程修了
原子炉材料学、バックエンド工学
E-mail: t-otsuka@nucl.kyushu-u.ac.jp

核融合技術のプラズマ推進への活用

プラズマロケット推進工学講座

研究室人員：教官 2 名、学部学生 3 名
修士課程 10 名、博士課程 1 名
816-8580 福岡県春日市春日公園 6 1
TEL: 092-583-7585 FAX: 092-583-7586
URL: <http://www.aees.kyushu-u.ac.jp>

研究室紹介

本講座では、「核融合研究において培われた技術を活用すること」を目的として、計算機シミュレーションと基礎実験を通して、「プラズマを利用したロケットエンジンの開発研究」を主に行っている。現在の化学ロケットに比較して、プラズマロケットは、推進材の利用効率が大変高いために、将来の惑星間飛行、また衛星の姿勢制御に使用される可能性が高い。

特に、電子サイクロトロン共鳴(ECR)加熱をプラズマ生成に利用するシステムでは、電極を必要としないので、システムの長寿命化、高信頼性が可能となる。この特徴に注目して、ECRプラズマ源を利用した以下の2種類の方式について研究を行なっている。[1]

生成プラズマ中のイオン加速に、
(1)イオンサイクロトロン共鳴(ICR)加熱を用いる推進システム、

EICR thruster: 左回り電磁波をアンテナから供給し、イオンを共鳴的に加速する。

特徴：加速グリッド不要、推力可変、
設計：VASIMR(NASA)

および

(2)加速グリッドを用いる方式

ion engine: グリッドに電圧をかけ、それによる電場でイオンを加速・放出する。

特徴：conventional、
設計：MUSES-C(宇宙科学研究所)

である。

これらの研究は、宇宙科学研究所、韓国科学技術院等と共同研究で進められる。

さらに、(3)レーザー核融合ロケットの設計研究を引き続き行なっている。[2,3]

研究テーマ

- ・ ECRプラズマエンジン用電磁粒子コードの開発
- ・ ECRプラズマエンジンに関する基礎実験
- ・ EICRエンジン中のICR加熱実験
- ・ 電磁流体コードを用いた磁気ノズル中のプラズマ挙動解析
- ・ レーザー核融合ロケットの設計

主要論文・著書

- [1] *Electron Cyclotron Resonance (ECR) Plasma Thruster Research*, Proc. ICPP-2000, Vol. III, 920-923 (2001)
- [2] *Analysis of plasma behavior in a magnetic thrust chamber of a laser fusion rocket*, Fusion Technology 35, 62-70 (1999)
- [3] *Use of an ignition facility for fusion propulsion experiment*, Fusion Engineering & Design 44, 359-363 (1999)

スタッフ

中島秀紀 (教授, 工学博士)

1977年九州大学大学院工学研究科博士課程修了
プラズマ理工学、核融合炉工学

E-mail: nakasima@aees.kyushu-u.ac.jp

環境放射能研究

環境放射能研究グループ

研究グループ人員：教官3名、学部学生及び修士課程45名

812-8581 福岡市東区箱崎6丁目10-1

TEL: 092-642-3833 FAX: 092-642-3833

研究グループ紹介

九州大学量子線照射分析実験施設は、ガンマ量子線照射と量子線分析に関わる研究を実施するための全学共同利用施設であり、現在8部局の研究者が施設を利用して研究を行っている。その中の一つが環境放射能研究であり、量子線分析研究の重要な部分を占めている。

研究テーマ

(1) トリチウムの環境動態

大気中に存在するトリチウムを3つの化学形（水蒸気、水素、メタンの形）に分別捕集し、その放射能を精密測定するための分析法の確立、及び我が国における大気中トリチウムレベルやその変動要因の解明を行っています[1]。また、核融合科学研究所と共同研究を行い、土岐地区における最適なモニタリング手法の開発及び環境トリチウムレベルの把握や変動解析も行っています。

(2) 重水素野外放出実験

日本ではトリチウムを野外環境に実験的に放出する研究は実際上困難なので、“環境トリチウムの動態”の外挿研究として、トリチウムの安定同位体である重水素を用いた野外放出実験を他大学や他機関と共同で行い、トリチウムによる被ばく線量評価のための各種パラメーター

を求めています。

(3) その他の環境放射能研究

モニタリング用の炭素-14簡易分析法の開発や核実験で放出された炭素-14の残留放射能の推移に関する研究を行っています[2]。その他、中性子に関する研究等も行っています。

主要論文・著書

[1] T.Okai, N.Momoshima, Y.Takashima:

J. Radioanal. Nucl. Chem., 239(3),
527-531(1999)

[2] G. Wakabayashi, H.Ohura, T.Okai, et al.:

J. Radioanal. Nucl. Chem., 239(3),
639-642(1999)

スタッフ



岡井 富雄（助教授、理学博士）

1971年九州大学応用原子核工学科量子線照射分析学、放射線計測、環境放射能分析学、エネルギー環境科学

E-mail: okaitne@mbox.nc.kyushu-u.ac.jp

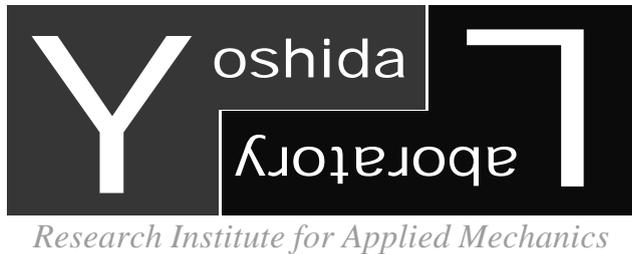


的場 優（教授、理学博士）
実験施設の長

京都大学大学院理学研究科修士課程修了

原子核物理学、加速器・ビーム科学、放射線計測、エネルギー環境総合科学

E-mail: matoba@nucl.kyushu-u.ac.jp



極限構造材料分野

研究室人員：教官 3 名、技官 2 名、
修士課程 5 名、博士課程 3 名
816-8580 福岡県春日市春日公園 6 - 1
TEL:092-583-7720 FAX: 092-583-7689
URL: <http://www.riam.kyushu-u.ac.jp>

1. 実機プラズマ実験装置を用いた核融合 プラズマ対向機器材料の損傷解析

九州大学応用力学研究所炉心理工学研究センター及びプラズマ表面相互作用分野との密接な協力により、超伝導強トロイダル磁場実験装置 TRIAM - 1M で使用されたりミター等の炉内材料のプラズマによる損傷について解析している。さらに、TRIAM - 1M においてプローブ実験を行い、プラズマ粒子による照射損傷、スクレイプ・オフ層における不純物挙動について研究を進めている。主な研究課題は次のとおりである。

- ◆ TRIAM - 1M における定常放電下の金属不純物の発生・混入機構の解明
- ◆ TRIAM - 1M 固定りミターの損傷解析
- ◆ TRIAM - 1M における高エネルギー水素照射損傷

1. シミュレーション実験装置を用いた核融合 プラズマ対向機器材料の研究・開発

低エネルギー水素同位体/ヘリウム注入実験及び電子ビーム熱負荷実験等により、プラズマ対向材料の損傷基礎機構の解明を行う。さらに、これに基づいたプラズマ対向材料の開発を行っている。主な研究課題は次のとおりである。

- ◆ 高融点金属系プラズマ対向材料の低エネルギー水素同位体/ヘリウム照射損傷
- ◆ ダイバータ材料の電子ビーム高熱負荷挙動
- ◆ 高融点金属系高熱流束機器材料の開発

3. 核融合炉材料の高エネルギー粒子線 による照射損傷機構に関する研究

核融合炉構造材料で問題となる高速中性子による材料の照射損傷に関する様々な問題を、格子欠陥論の立場から研究し、損傷機構の解明に基づいた核融合炉材料の設計・開発を行う。主な研究課題は次のとおりである。

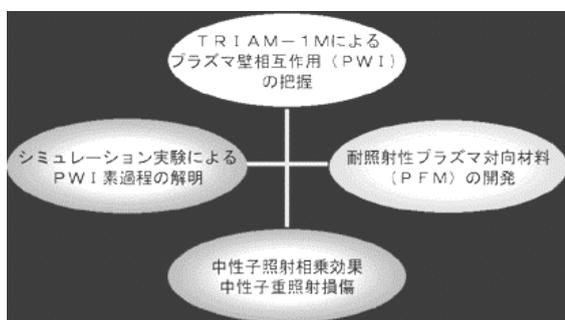
- ◆ 核融合炉構造材料における中性子照射損傷機構の解明
- ◆ Fe-Cr-Ni オーステナイトステンレス鋼における微量添加元素の効果
- ◆ 温度変動照射実験下での照射欠陥反応過程
- ◆ 黒鉛/ODS 分散強化銅接合材料の耐照射特性評価

4. 低放射化構造材料の開発に関する研究

核融合炉構造材料の開発には、炉の運転中あるいは停止後の廃棄物処理等を考慮すると、低放射

性の材料であることが必要な条件となり、その開発が急務となっている。主な研究課題は次のとおりである。

- ◆ V合金の温度変動照射実験下での照射欠陥反応過程
- ◆ V - 4Cr - 4Ti合金のチタン酸化物形成に関する研究
- ◆ V - 4Cr - 4Ti合金のZr高温接合による高純度化



主要な研究課題の概要

2000年の主要論文・著書

(1) Microstructure Evolution in Tungsten during Low-energy Helium Ion Irradiation

H. Iwakiri, K. Yasunaga, K. Morishita, N. Yoshida
J. Nucl. Mater., Vol. 283-287(2000)1134-1138

(2) Influence of Variable Temperature Irradiation on Microstructural Evolution in Phosphorus Doped Fe-Cr-Ni Alloys

D. Hamaguchi, T. Muroga, H. Watanabe, N. Yoshida
J. Nucl. Mater., Vol. 283-287(2000)319-323

(3) Correlation between Defect Structures and Hardness in Tantalum Irradiated by Heavy Ions

K. Yasunaga, H. Watanabe., N. Yoshida, T. Muroga, N. Noda
J. Nucl. Mater., Vol. 283-287(2000)179-182

(4) Microstructure of Vanadium Alloys during Ion Irradiation with Stepwise Change of Temperature

H. Watanabe, T. Arinaga, K. Ochiai, T. Muroga, N. Yoshida
J. Nucl. Mater., 2000, Vol. 283-287(2000)286-290

(5) Changes of composition and microstructure of joint interface of tungsten coated carbon by high heat flux

K. Tokunaga, T. Matsubara, Y. Miyamoto, Y. Takao, N. Yoshida, N. Noda, Y. Kubota, T. Sogabe, T. Kato, L. Ploch
J. Nucl. Mater., Vol. 283-287(2000)1121-1127

(6) Structure of materials deposited on the plasma facing surface in TRIAM-1M tokamak and the effect on hydrogen recycling

T. Hirai, T. Fujiwara, K. Tokunaga, N. Yoshida, A. Komori, O. Motojima, S. Itoh, TRIAM group
J. Nucl. Mater., Vol. 283-287 (2000) 1177-1181

スタッフの紹介



吉田直亮 (教授,工学博士)

1973年大阪大学大学院基礎工学研究科
博士課程修了
核融合材料学
E-mail: yoshida@riam.kyushu-u.ac.jp



渡辺英雄 (助教授、工学博士)

1989年九州大学大学院総合理工学研究科
博士課程修了
核融合材料学
E-mail:watanabe@riam.kyushu-u.ac.jp



岩切宏友 (助手、工学修士)

2000年九州大学大学院総合理工学研究科
博士課程単位取得の上退学
核融合材料学
E-mail: iwakiri@riam.kyushu-u.ac.jp

ミュオン触媒核融合、反陽子原子物理、原子核・ハイパー核の構造・反応など、核物理を中心とする理論的研究を行なう。最も普遍的で、最も高精度・高速度といえる量子力学3体・4体問題の解法「ヤコビー座標ガウス型基底関数変分法」を提唱し、多くの分野の研究に貢献中。

原子核理論研究室

研究室人員：教官2名、学部学生3名
修士課程5名、博士課程6名

812-8581 福岡市東区箱崎

TEL: 092-642-2560

FAX: 092-642-2560

URL:<http://www.nt.phys.kyushu-u.ac.jp/index-j.html>

原子核理論、少数粒子系物理学の研究

量子力学3体・4体系束縛状態を解く強力な方法として、当九大核理論グループのヤコビー座標系無限小変位ガウスローブ型基底関数を用いる方法を創案・提唱してきた。これを普及するため、現在、九大計算センターのライブラリプログラム開発の一環として応用プログラムを作成し、既に、4種のプログラムを公開した。上村は、科研費総合研究班「少数多体系の厳密解とその応用」の代表者として、国際シンポジウム原子核多体問題における革新的計算法---有限量子多体系の新世代物理に向けて---」を主催した(1997)。また、「第1回アジア・パシフィック少数粒子系物理学国際会議」のプログラム委員長を務めた

(1999)。ミュオン触媒核融合は、「エネルギー生産の可能性」と「原子分子、原子核にまたがる反応」の両面から最近注目されているが、九大核理論グループは、この理論研究の世界的中心の1つとなっており、上記(1)の研究法を活用して、分野の重要な理論的課題のほとんどにおいて指導的役割を果たしている。1998年発行の原子核物理のレビュー誌 *Advanced in clear Physics Vol.24* にレビュー論文を書いた。(その他の研究については、研究室ホームページを参照下さい)。

主要論文・著書

[1] K. Nagamine and M. Kamimura

"Muon catalyzed fusion: Interplay between

nuclear and atomic physics"

Advance in Nuclear Physics, Vol.24 (1998),
151.

[2] E. Hiyama, M. Kamimura, K. Miyazaki
and T. Motoba,

"Gamma transitions in A=7 hypernuclei
and a possible derivation of hypernuclear
size",

Phys. Rev. C59 (1999), 2351.

[3] E. Hiyama, M. Kamimura, T. Motoba, T.
Yamada and Y. Yamamoto, " ΛN Spin-Orbit
Splittings in ${}^9_{\Lambda}\text{Be}$ and ${}^{13}_{\Lambda}\text{C}$ Studied with
One-Boson-Exchange ΛN Interactions "
Physical Review Letters 85 (2000) 270-273.

スタッフ

上村正康 (教授,理学博士)

1968年東京大学大学院理学研究科博士課程修了
少数粒子系物理学

E-mail: kami2scp@mbox.nc.kyushu-u.ac.jp

清水良文 (助教授、理学博士)

1983年京都大学大学院理学研究科博士課程修了
原子核構造理論

E-mail: yrsh2scp@mbox.nc.kyushu-u.ac.jp