

[添付資料 1]

文科省に提出した「研究計画・事業報告書」

様式 C-7-1

平成19年度科学研究費補助金実績報告書（研究実績報告書）

1. 機関番号 1 7 1 0 2 2. 研究機関名 九州大学
3. 研究種目名 特定領域研究 4. 研究期間 平成19年度～平成23年度
5. 課題番号 1 9 0 5 5 0 0 8
6. 研究課題名 核融合炉実現を目指したトリチウム研究の新展開

7. 研究代表者

研究者番号	研究代表者名	所属部局名	職名
0 0 0 2 9 3 3 1	<small>ワカナ アハ テツ</small> 田辺 哲朗	大学院総合理工学研究院	教授

8. 研究分担者(所属研究機関名については、研究代表者の所属研究機関と異なる場合のみ記入すること。)

研究者番号	研究分担者名	所属研究機関名・部局名	職名
0 0 3 4 2 6 4 2	<small>ワカナ アサカ ヤマト</small> 朝倉 大和	核融合科学研究所・安全管理センター	教授
3 0 1 9 3 8 1 6	<small>ワカナ ウエガ ヨシオ</small> 上田 良夫	大阪大学大学院・工学系研究科 研究院	教授
3 0 3 5 4 6 1 6	<small>ワカナ ヤマシロ ヒロ</small> 山西 敏彦	日本原子力開発機構・核融合研究開発 部門・トリチウム工学研究グループ	研究主席
1 0 1 1 4 5 4 7	<small>ワカナ タカサキ トム</small> 田中 知	東京大学大学院・工学系研究科	教授
5 0 0 2 3 3 2 0	<small>ワカナ ヤマト イチロウ</small> 山本 一良	名古屋大学大学院・工学研究科 マテリアル理工学専攻	教授

9. 研究実績の概要(国立情報学研究所でデータベース化するため、600字～800字で記入。図、グラフ等は記載しないこと。)

下欄には、当該年度に実施した研究の成果について、その具体的内容、意義、重要性等を、交付申請書に記載した「研究の目的」、「研究実施計画」に照らし、600字～800字で、できるだけ分かりやすく記述すること。また、国立情報学研究所でデータベース化するため、図、グラフ等は記載しないこと。

本総括班では各計画研究班の研究成果を総括すると共に、研究会、シンポジウム、国際会議等を開催し、成果の取りまとめ、また総合化をはかると同時に成果についての評価も行うことにより、目標とする安全かつ経済的なトリチウム燃料システムの設計を視野に、必要な研究課題あるいは取得すべきデータ等を各研究班に提示し、研究のフィードバックを行った。

今年度の具体的な実績は

- (1) キックオフミーティングおよび総括班会議（於 核融合科学研究所）平成19年9月12/13日
- (2) 総括班会議（於 名古屋）平成19年11月18日
- (3) トリチウムに関する共同研究会（総括班、核融合科学研究所との共催）平成20年2月19日
- (4) 水素透過および捕獲に関するワークショップ（九大）平成20年3月14日
- (5) 公開シンポジウム（第1回）「19年度成果報告会」および総括班会議（於 名古屋ルーセントタワー）平成20年3月21/22日
- (6) 公開シンポジウム（第2回）「核融合炉実現のためのトリチウム研究の新展開」（於大阪大学）平成20年3月28日

を主催し、研究班の実験計画および成果発表、知識の共有化、情報の公開をはかるとともに、総括班としてA01, A02, B01, B02, C01, C02各班の研究活動を掌握し、研究にたいする方向づけ、評価を行った。これらの情報はすべて新たに開設したwebページ <http://tritium.nifs.ac.jp/> に掲載、常時up dateしながら、本領域で得られている情報の発信に努めた。また来年度の開催または共催するシンポジウム、2年後に主催するトリチウム国際会議に向けた準備をスタートさせた。

※ 成果の公表を見合わせる必要がある場合は、その理由及び差し控え期間等を記入した調書(A4 判縦長横書 1 枚)を添付すること。

10. キーワード

- | | | |
|-------------|-------------|------------|
| (1) トリチウム | (2) 核融合炉 | (3) 安全生 |
| (4) 第1壁 | (5) ブランケット | (6) 燃料サイクル |
| (7) プラズマ対向壁 | (8) トリチウム増殖 | |
- (裏面に続く)

平成19年度科学研究費補助金実績報告書（研究実績報告書）

1. 機関番号 1 4 4 0 1 2. 研究機関名 大阪大学
3. 研究種目名 特定領域研究 4. 研究期間 平成19年度～平成23年度
5. 課題番号 1 9 0 5 5 0 0 3
6. 研究課題名 核融合炉内複雑環境におけるトリチウム蓄積挙動の実験的研究

7. 研究代表者

研究者番号	研究代表者名	所属部局名	職名
3 0 1 9 3 8 1 6	刀がナ ウエダ、ヨシオ 上田、良夫	大学院工学研究科	教授

8. 研究分担者(所属研究機関名については、研究代表者の所属研究機関と異なる場合のみ記入すること。)

研究者番号	研究分担者名	所属研究機関名・部局名	職名
3 0 1 0 9 4 9 1	刀がナ ヒノ、トモアキ 日野、友明	北海道大学・大学院工学研究科	教授
6 0 2 0 3 8 9 0	刀がナ オオノ、ノリヤス 大野、哲靖	名古屋大学・エコトピア科学研究所	准教授
2 0 2 0 6 7 1 7	刀がナ タカギ、イクジ 高木、郁二	京都大学・大学院工学研究科	准教授
4 0 2 0 8 0 1 2	刀がナ ナガタ、シンジ 永田、晋二	東北大学・金属材料研究所・准教授	准教授
0 0 0 2 9 3 3 1	刀がナ タナベ、テツオ 田辺、哲朗	九州大学・総合理工学研究科	教授

9. 研究実績の概要(国立情報学研究所でデータベース化するため、600字～800字で記入。図、グラフ等は記載しないこと。)

下欄には、当該年度に実施した研究の成果について、その具体的内容、意義、重要性等を、交付申請書に記載した「研究の目的」、「研究実施計画」に照らし、600字～800字で、できるだけ分かりやすく記述すること。また、国立情報学研究所でデータベース化するため、図、グラフ等は記載しないこと。

核融合炉内のトリチウム蓄積量を精度良く評価し、許容量以下に制御することは、核融合炉において最も重要な課題の一つである。しかしながら、核融合炉壁環境は、複数のイオンや中性子が入射したり、壁材料がイオンやダストの状態での損耗堆積するなど、多くの複合的な影響が同時に起こる複雑環境であるため、このような環境における基礎データの蓄積と現象の理解、適切なモデリングが必要である。本計画研究ではこのような複雑環境におけるトリチウムの蓄積現象を解明するため、以下の5つのテーマについて研究を進めている。

○複数イオン照射環境下でのプラズマ材料相互作用の解明。阪大の定常イオンビーム装置で、水素・炭素・ヘリウム同時照射が可能となり、タングステン製のプリスタリングに与える複合照射の影響が明らかになった。

○照射損傷がトリチウム蓄積挙動に与える影響。高エネルギーイオンビームによる照射損傷が、水素同位体の蓄積や拡散に与える影響を、NRA や SIMS の測定により明らかにした。

○ダストがトリチウム蓄積に与える影響。炭素材料に高密度プラズマを照射した場合のダストの形成条件を明らかにした。

○実機における壁材料の損耗・輸送・堆積現象の解明とそのトリチウム蓄積に与える影響。JT-60U トカマク装置において、炭素タイルギャップへの堆積層とその重水素吸蔵量を明らかにした。また、タングステンの再堆積分布を表面分析や中性子による放射化分析法で明らかにした。

○壁材料中のトリチウム除去に関する研究。レーザー照射による炭素堆積層中の水素同位体脱離挙動をアブレーション領域と、非アブレーション領域で明らかにした。

※ 成果の公表を見合わせる必要がある場合は、その理由及び差し控え期間等を記入した調書(A4 判縦長横書 1 枚)を添付すること。

10. キーワード

- (1) 核融合炉 (2) トリチウム (3) プラズマ壁相互作用
- (4) 照射損傷 (5) ダスト (6) スパッタリング
- (7) 再堆積 (8) トリチウム除去 (裏面に続く)

平成19年度科学研究費補助金実績報告書（研究実績報告書）

1. 機関番号 1 6 1 0 1 2. 研究機関名 徳島大学
3. 研究種目名 特定領域研究 4. 研究期間 平成19年度～平成23年度
5. 課題番号 1 9 0 5 5 0 0 5
6. 研究課題名 核融合炉のトリチウム蓄積・排出評価のための理論およびシミュレーションコードの開発

7. 研究代表者

研究者番号	研究代表者名	所属部局名	職名
1 0 1 0 8 8 5 5	<small>刀ガナ</small> オオヤ、カオル 大宅, 薫	大学院ソシオテクノサイエンス研究部	教授

8. 研究分担者(所属研究機関名については、研究代表者の所属研究機関と異なる場合のみ記入すること。)

研究者番号	研究分担者名	所属研究機関名・部局名	職名
4 0 1 1 5 6 0 5	<small>刀ガナ</small> トミタ、ユキヒロ 富田, 幸博	自然科学研究機構核融合科学研究所・シミュレーション科学研究所	准教授
3 0 3 1 1 2 1 0	<small>刀ガナ</small> ナカムラ、ヒロアキ 中村, 浩章	自然科学研究機構核融合科学研究所・シミュレーション科学研究所	准教授
6 0 3 7 0 1 3 6	<small>刀ガナ</small> カトウ、ダイジ 加藤, 太治	自然科学研究機構核融合科学研究所・連携研究推進センター	助教
3 0 3 9 1 2 6 2	<small>刀ガナ</small> シミズ、カツヒロ 清水, 勝宏	日本原子力研究開発機構・核融合研究開発部門	研究主幹
1 0 2 4 5 6 0 7	<small>刀ガナ</small> ハタヤマ、アキヨシ 畑山, 明聖	慶應義塾大学・理工学部	教授

9. 研究実績の概要(国立情報学研究所でデータベース化するため、600字～800字で記入。図、グラフ等は記載しないこと。)

下欄には、当該年度に実施した研究の成果について、その具体的内容、意義、重要性等を、交付申請書に記載した「研究の目的」、「研究実施計画」に照らし、600字～800字で、できるだけ分かりやすく記述すること。また、国立情報学研究所でデータベース化するため、図、グラフ等は記載しないこと。

プラズマ化したトリチウムは、プラズマ対向壁との相互作用によって炉壁に付着するか、反射、再放出あるいは化学スパッタリングによる炭化トリチウムの放出を繰り返しながら輸送され、炉内広範囲に蓄積される。トリチウムの炉内蓄積速度を正確に予測するには、トリチウムプラズマ・壁相互作用とプラズマ、特に、境界層（SOL/ダイバータ）プラズマの輸送を統一して記述する理論と、それに基づく総合的シミュレーションコードの開発が必要である。本年度、境界層プラズマ輸送とプラズマ・壁相互作用コード開発者の連携研究を立ち上げ、各要素コードのモデルの構築・精密化、必要なデータベース作成を行う一方、境界層プラズマ不純物輸送 IMPGYO コードとプラズマ・壁相互作用 EDDY コードの複合化を実施し、トカマク等の実形状・実磁場配位で自己無撞着な評価が可能となった。次年度、さらにコードの複合化を推進し、主プラズマ輸送統合コードとの結合も視野に、更なるコードの統合を推進する。

炭化トリチウムの発生要因となるグラファイトの化学スパッタリングや炭化トリチウムの炉壁での反射、再付着率を分子動力学シミュレーションで評価するとともに、それを EDDY コードへデータ入力し、プラズマ対向壁タイルの隙間等、プラズマに直接晒されない部分への炭化トリチウムの再付着率を評価した。また、実機で観測されるダストによるトリチウム蓄積量を評価するため、次年度からのダスト輸送コードの開発に向けて、プラズマ中の電子のダストへの吸着断面積を評価した。材料中のトリチウム等水素同位体の輸送係数の分子動力学による計算にも着手し、次年度以降、実験を中心とするA01班と連携して詳細モデルを構築する。水素同位体輸送には材料中の欠陥の影響が大きいため、第一原理計算によって水素原子を多重捕獲した単原子空孔の挙動も考察した。今後、実験、シミュレーション、さらに量子力学的計算も用いてそのメカニズムの解明にあたる。

※ 成果の公表を見合わせる必要がある場合は、その理由及び差し控え期間等を記入した調査(A4 判縦長横書 1 枚)を添付すること。

10. キーワード

- | | | |
|------------|--------------|---------------|
| (1) 核融合 | (2) トリチウム | (3) プラズマ壁相互作用 |
| (4) 周辺プラズマ | (5) シミュレーション | (6) |
| (7) | (8) | (裏面に続く) |

様式 C-7-1

平成19年度科学研究費補助金実績報告書（研究実績報告書）

1. 機関番号 1 4 4 0 1 2. 研究機関名 大阪大学
3. 研究種目名 特定領域研究 4. 研究期間 平成19年度～平成23年度
5. 課題番号 1 9 0 5 5 0 0 4
6. 研究課題名 炉内へのトリチウムの蓄積と除去

7. 研究代表者

研究者番号	研究代表者名	所属部局名	職名
3 0 1 9 3 8 1 6	フリガナ ウエダ、ヨシオ 上田、良夫	大学院工学研究科	教授

8. 研究分担者(所属研究機関名については、研究代表者の所属研究機関と異なる場合のみ記入すること。)

研究者番号	研究分担者名	所属研究機関名・部局名	職名
1 0 1 0 8 8 5 5	フリガナ オオキ、カオル 大宅、薫	徳島大学・大学院ソシオテクノサイエンス研究部	教授
	フリガナ		
	フリガナ		
	フリガナ		
	フリガナ		

9. 研究実績の概要(国立情報学研究所でデータベース化するため、600字～800字で記入。図、グラフ等は記載しないこと。)

下欄には、当該年度に実施した研究の成果について、その具体的内容、意義、重要性等を、交付申請書に記載した「研究の目的」、「研究実施計画」に照らし、600字～800字で、できるだけ分かりやすく記述すること。また、国立情報学研究所でデータベース化するため、図、グラフ等は記載しないこと。

核融合炉内のトリチウム蓄積量の評価法を確立するためには、実験研究を通じてのデータベースの蓄積と現象の解明、及び適切なモデリングとシミュレーション研究が密接に連携しながら研究を進めることが必要である。特にトリチウムの蓄積現象については、現在存在しない ITER あるいは原型炉の評価を行う必要があり、また、現有装置についてもその評価法が確立していないという状況を鑑みると、モデリングやシミュレーション研究のさらなる発展とその結果の妥当性を評価するためのベンチマーク実験、あるいは核融合炉内複雑環境における新たな知見の付加が非常に重要になってくる。

本調整班の今年度の活動として、実験研究の現状とシミュレーションの現状の把握、及びこれらの協力関係の構築をまず最重点課題として掲げ、2月4日～5日に研究会を行った。ここでは、まず ITER に関わるエッジプラズマあるいはプラズマ対向材料に関する研究の現状の俯瞰、及びそれらに対する日本の貢献の可能性を議論し、それを受けて A01 班と A02 班が現在の研究状況を説明し、それらをベースにして実験研究はシミュレーションとの連携、シミュレーション研究はベンチマーク実験や、基礎実験との連携を議論した。本会合には、特に日本でプラズマ壁相互作用の実験研究とシミュレーション研究を主導的に行っているグループが参加して議論を行ったため、今後の連携に向けての地ならしができたと考えている。来年度に向けて、具体的な連携の方策を絞り、ITER や原型炉への貢献のあり方を議論していくことが必要と考えている。

※ 成果の公表を見合わせる必要がある場合は、その理由及び差し控え期間等を記入した調書(A4 判縦長横書 1 枚)を添付すること。

10. キーワード

- | | | |
|---------------|-----------|-------------|
| (1) 核融合炉 | (2) トリチウム | (3) 核融合炉壁材料 |
| (4) プラズマ壁相互作用 | (5) | (6) |
| (7) | (8) | (裏面に続く) |

平成19年度科学研究費補助金実績報告書（研究実績報告書）

1. 機関番号 1 7 1 0 2 2. 研究機関名 九州大学
3. 研究種目名 特定領域研究 4. 研究期間 平成19年度～平成23年度
5. 課題番号 1 9 0 5 5 0 0 6
6. 研究課題名 核融合炉ブランケット材中のトリチウム移動解明と新規回収プロセス開発の研究

7. 研究代表者

研究者番号	研究代表者名	所属部局名	職名
5 0 1 1 7 2 3 0	深田, 智	大学院総合理工学研究院	教授

8. 研究分担者(所属研究機関名については、研究代表者の所属研究機関と異なる場合のみ記入すること。)

研究者番号	研究分担者名	所属研究機関名・部局名	職名
7 0 2 6 4 0 6 7	宗像, 健三		准教授
9 0 3 8 0 7 0 8	片山, 一成		助教
9 0 0 2 6 2 2 9	西川, 正史		名誉教授
9 0 3 5 4 6 2 0	榎枝, 幹男	原子力研究開発機構・核融合工学部	主任研究員
1 0 3 5 4 6 1 4	河村, 繕範	原子力研究開発機構・核融合工学部	副主任研究員

9. 研究実績の概要(国立情報学研究所でデータベース化するため、600字～800字で記入。図、グラフ等は記載しないこと。)

下欄には、当該年度に実施した研究の成果について、その具体的内容、意義、重要性等を、交付申請書に記載した「研究の目的」、「研究実施計画」に照らし、600字～800字で、できるだけ分かりやすく記述すること。また、国立情報学研究所でデータベース化するため、図、グラフ等は記載しないこと。

核融合炉をとりまく固体ブランケット (Li_2TiO_3 , Li_4SiO_4 , Li_2ZrO_3 , Li_2O 等の酸化物)あるいは液体ブランケット(液体Li, $\text{Li}_{17}\text{Pb}_{83}$, Li_2BeF_4 のLi溶融化合物)中のLiと、炉心で発生した中性子との間のn-Li反応により発生するトリチウムの動的移行挙動を実験と解析に基づき研究した。本年は、特定領域研究[核融合トリチウム]の初年度であり、基礎過程の解明に焦点を当てた。まず、上記固体ブランケット増殖材を原子炉中性子照射後、加熱昇温下でHeあるいはHeに水素や水蒸気を混入させた条件で放出曲線を実験的に求めるとともに、実験放出曲線をトリチウム吸着、吸収、水素—酸素反応、脱離のマイクロ過程の速度式とトリチウムバランス式に基づいて解析し、良好な一致を得た。さらにパージガス成分や流量を変化させることにより、水—水素同位体交換がトリチウム回収に有効に働くとともに、配管からのトリチウム透過漏洩防止に働くことを確認した。トリチウムと同時に発生する熱が固体ブランケット充填ペブル材でどのように移行するかを数値計算により解析した。以上の結果に基づき、現在日、欧、米、ロシアの他、中国、韓国、インドが参加しているITER-TBMの製作、実験に反映させる解析をおこなった。さらに、固体ブランケットHeパージガスからトリチウムを回収するのに現在は低温吸着法が考えられているが、ITER-TBMの先の商業炉に適用できるシステムとして、酸化物プロトン導電体を用いる方法について、装置を組み立て、原理的に回収可能であることを確かめた。成果は原子力学会で発表された。次に液体ブランケット材の研究では、固体と同様に原子炉内での中性子照射後のトリチウムを液体状態で昇温し、ヘリウムパージガスへのトリチウム脱離速度と水素—トリチウム同位体交換速度を求め、トリチウム回収可能性について検討した。液体リチウムについては、通常の昇温ガスパージだけではトリチウム脱離回収は不可能なので、金属イットリウムへの吸収による回収可能性について世界で始めて実験的に実証した。固体と液体ブランケットにおけるトリチウム回収の成果は2007年度秋に米国Rochester市で開催された世界トリチウム国際会議等で発表された。

※ 成果の公表を見合わせる必要がある場合は、その理由及び差し控え期間等を記入した調書(A4 判縦長横書 1 枚)を添付すること。

10. キーワード

- | | | |
|-------------|----------|------------|
| (1) トリチウム | (2) 核融合炉 | (3) ブランケット |
| (4) リチウム酸化物 | (5) 回収 | (6) 吸着 |
| (7) 同位体交換 | (8) | (裏面に続く) |

平成19年度科学研究費補助金実績報告書（研究実績報告書）

1. 機関番号 1 2 6 0 1 2. 研究機関名 東京大学
3. 研究種目名 特定領域研究 4. 研究期間 平成19年度～平成23年度
5. 課題番号 1 9 0 5 5 0 0 1
6. 研究課題名 核融合炉ブランケット材料中のトリチウム-材料相互作用に関する研究

7. 研究代表者

研究者番号	研究代表者名	所属部局名	職名
9 0 1 7 5 4 7 2	カガナ テライ タカユキ 寺井, 隆幸	大学院工学系研究科	教授

8. 研究分担者(所属研究機関名については、研究代表者の所属研究機関と異なる場合のみ記入すること。)

研究者番号	研究分担者名	所属研究機関名・部局名	職名
8 0 3 3 2 1 8 8	カガナ スズキ アキヒロ 鈴木, 富夫	大学院工学研究科	准教授
3 0 3 5 3 4 4 4	カガナ タナカ テルヤ 田中, 照也	核融合科学研究所・炉工学研究センター	助教
9 0 3 9 1 2 9 2	カガナ シムラ ケンイチロウ 志村, 憲一郎	大学院工学系研究科	研究機関研究員
1 0 4 2 2 3 3 8	カガナ クボ トシハル 久保, 俊晴	大学院工学系研究科	研究機関研究員
	カガナ		

9. 研究実績の概要(国立情報学研究所でデータベース化するため、600字～800字で記入。図、グラフ等は記載しないこと。)

下欄には、当該年度に実施した研究の成果について、その具体的内容、意義、重要性等を、交付申請書に記載した「研究の目的」、「研究実施計画」に照らし、600字～800字で、できるだけ分かりやすく記述すること。また、国立情報学研究所でデータベース化するため、図、グラフ等は記載しないこと。

核融合炉ブランケットにおいて安全・安定かつ最適化されたブランケットシステムを構築するためには、トリチウム増殖材料中のトリチウムの移動メカニズムを解明する事が重要である。本研究では、近年特に注目されている液体トリチウム増殖材料を中心に、原子炉やトリチウムを用いた実験研究を行い、それらの内部、表面、及びその近傍におけるトリチウム挙動について学術的基盤を構築することを目的とする。液体熔融塩増殖材料候補であるフッ化リチウムフッ化ベリリウム混合熔融塩(Flibe)については、東京大学原子炉「弥生」のFCにおいて純化したFlibeを熔融状態で照射した。核変換により生成したトリチウムは、気相へ放出されると同時に容器壁を透過して漏洩するが、これらをパージガスによって回収し測定系に導く事によって、照射下でのトリチウムの放出・漏洩挙動をその場測定した。パージガス中のトリチウムはTF,HT等の化学形にて存在すると考えられ、HT放出は早くTF放出は遅い過程であった。気相へ放出される過程は透過より早い事もわかり、Flibe-壁界面での移動に大きな抵抗がある事がわかった。液体金属増殖材料候補である熔融金属リチウムについては、これらの液体増殖材料と接する構造材料配管を通しての水素及び重水素の透過漏洩挙動を試験し、純鉄を用いた場合には鉄中の拡散係数のみに応じた透過が見られた。固体増殖材料については、リチウムタイタネートを対象とし、トリチウム放出に深く関わると考えられ、酸化還元状態や温度等によって発生する蒸発特性について詳細に分析した。また、ブランケット構造材料壁におけるトリチウム透過について研究するために増殖材用水素同位体透過抑制試験装置を作成し、基盤材料による装置試験及び初期的な試験を実施した。

※ 成果の公表を見合わせる必要がある場合は、その理由及び差し控え期間等を記入した調書(A4 判縦長横書 1 枚)を添付すること。

10. キーワード

- (1) ブランケット (2) トリチウム (3) 増殖材料
 (4) 中性子照射 (5) コーティング (6) _____
 (7) _____ (8) _____

(裏面に続く)

平成19年度科学研究費補助金実績報告書（研究実績報告書）

1. 機関番号 17102 2. 研究機関名 九州大学
3. 研究種目名 特定領域研究 4. 研究期間 平成19年度～平成23年度
5. 課題番号 19055007
6. 研究課題名 核融合炉ブランケットにおけるトリチウム挙動解明

7. 研究代表者

研究者番号	研究代表者名	所属部局名	職名
50117230	カガナ フカダ サトシ 深田, 智	大学院総合理工学研究院	教授

8. 研究分担者(所属研究機関名については、研究代表者の所属研究機関と異なる場合のみ記入すること。)

研究者番号	研究分担者名	所属研究機関名・部局名	職名
90175472	カガナ テライ タカユキ 寺井, 隆幸	東京大学大学院工学系研究科	教授
	カガナ		
	カガナ		
	カガナ		
	カガナ		

9. 研究実績の概要(国立情報学研究所でデータベース化するため、600字～800字で記入。図、グラフ等は記載しないこと。)

下欄には、当該年度に実施した研究の成果について、その具体的内容、意義、重要性等を、交付申請書に記載した「研究の目的」、「研究実施計画」に照らし、600字～800字で、できるだけ分かりやすく記述すること。また、国立情報学研究所でデータベース化するため、図、グラフ等は記載しないこと。

核融合炉ブランケットは、プラズマ炉心内で反応する重水素とトリチウムから発生した中性子から、ブランケットに挿入したリチウム増殖材でトリチウム増殖させる他、トリチウムと同時に発生する熱の回収、核反応で生じるγ線防護の重要な役割をはたすべく設計されなければならないが、核融合と社会との重要な接点になっている。ブランケット内で発生するごく微量のトリチウムを実効トリチウム増殖率1.05で増殖するためには、発生したトリチウムを99.9%以上の回収率で、金属壁を透過しやすい性質を持つトリチウム透過を通常の1/1000まで減衰させる防止膜の開発など多くの課題を達成して始めて、ブランケットとしての機能が達成できる。本特定領域「核融合トリチウム」のブランケット研究班では、この目標達成のため、ブランケットトリチウム研究を二つの班に分け、B1班でシステム工学的な観点で、トリチウム移行挙動をマクロな物質収支とミクロな吸着、反応、同位体交換の速度式で解析し、原子炉照射で発生するトリチウム移行挙動の実験結果と比較検討した。特定領域研究初年度は、班内の九大とJAEAのグループによる研究討論会を開催するとともに、ミクロなトリチウム-材料相互作用を検討するB2班との合同検討会を開催し、問題点の抽出、現状技術の共有、目標達成のための新規課題の抽出などの検討をおこなった。B2班での研究項目は、固体リチウム酸化物の酸素不定比性安定化の実験研究、LiやFlibe液体増殖材の東大炉での照射実験によるトリチウム放出挙動実験とトリチウム漏洩阻止膜の実験検討であり、合同検討会で各性能について検討された。

さらに、他のA班の炉心トリチウム挙動研究グループおよび、C班の炉外トリチウム挙動研究グループとの共同検討会（10月、2月、3月）を共催し、核融合炉トリチウム移行挙動把握と効果的トリチウム回収についての検討をおこなった。

※ 成果の公表を見合わせる必要がある場合は、その理由及び差し控え期間等を記入した調書(A4 判縦長横書 1 枚)を添付すること。

10. キーワード

- | | | |
|----------|-----------|------------|
| (1) 核融合炉 | (2) トリチウム | (3) ブランケット |
| (4) 回収 | (5) 透過 | (6) 酸化膜 |
| (7) 熱回収 | (8) | (裏面に続く) |

様式 C-7-1

平成 19 年度科学研究費補助金実績報告書（研究実績報告書）

1. 機関番号 8 2 1 1 0 2. 研究機関名 独立行政法人 日本原子力研究開発機構
3. 研究種目名 特定領域研究 4. 研究期間 平成 19 年度 ～ 平成 23 年度
5. 課題番号 1 9 0 5 5 0 0 9
6. 研究課題名 トリチウムの閉じ込めに関わる高濃度トリチウム水及び有機物の化学的現象の解明

7. 研究代表者

研究者番号	研究代表者名	所属部局名	職名
3 0 3 5 4 6 1 6	カガナ キマニシ トシヒコ 山西・敏彦	核融合研究開発部門	研究主席

8. 研究分担者(所属研究機関名については、研究代表者の所属研究機関と異なる場合のみ記入すること。)

研究者番号	研究分担者名	所属研究機関名・部局名	職名
7 0 3 5 4 6 1 6	カガナ ハヤシ タクミ 林・巧		研究主幹
7 0 3 5 4 6 1 0	カガナ イワイ ヤスノリ 岩井・保則		研究副主幹
0 0 3 5 4 6 1 3	カガナ イソベ カネツグ 磯部・兼嗣		研究員
0 0 3 3 4 7 1 4	カガナ ハラ マサノリ 原・正憲	富山大学水素同位体科学研究センター	講師
9 0 3 5 3 4 4 0	フリカチ スギヤマ キョウタカ 杉山・貴彦	名古屋大学工学部	准教授
8 0 2 9 3 5 9 6	カガナ オクノ ケンジ 奥野・健二	静岡大学理学部	教授

9. 研究実績の概要(国立情報学研究所でデータベース化するため、600字～800字で記入。図、グラフ等は記載しないこと。)

下欄には、当該年度に実施した研究の成果について、その具体的内容、意義、重要性等を、交付申請書に記載した「研究の目的」、「研究実施計画」に照らし、600字～800字で、できるだけ分かりやすく記述すること。また、国立情報学研究所でデータベース化するため、図、グラフ等は記載しないこと。

本計画研究では、高濃度トリチウム(T)水及び有機物の化学的現象の解明を目的に、T水及び有機Tの機能的閉じこめ、T水及び有機Tが物理的閉じこめ障壁に与える影響の研究により、核融合炉の安全に係わるデータベースを構築するものである。本19年度においては、高濃度トリチウム水が物理的閉じこめ障壁に与える影響として、容器材料のトリチウム水による腐食に注目し、放射線分解による生成物の分析、液性の経時変化について、これまでの成果をレビューし、研究計画を構築した。また、金属表面(純鉄)からの水・水蒸気へのトリチウム移行挙動を測定し、初期に水素として、時間の経過と共に水として移行するという複雑な挙動を見出した。ステンレス鋼のトリチウム透過現象研究に関しては、ステンレス鋼にイオン注入された重水素の脱離挙動を測定し、金属表面に形成される酸化膜の状態に大きく影響されること、**酸化被膜形成に温度依存性があることを見いだした**。有機物とトリチウムの相互作用に関する研究に関しては有機膜におけるトリチウム水蒸気の透過挙動を調べるために、透過実験装置を製作し、今後の実験計画を構築した。トリチウム水の機能的閉じ込めに関しては、固体電解質を用いた高濃度トリチウム水電解において、電極での反応が性能に大きな影響を与えることを明らかにした。トリチウム水の機能的閉じ込めの中心となる水-水素化学交換法による水同位体分離に関しては、二重温度二重圧力水-水素化学交換法を提案し、分離性能を解析により評価した。さらにドイツ・カールスルーエ研究所において、大型(55 mm φ x 2 m)化学交換塔を用いたトリチウム分離実験を行いデータを得るとともに、装置の大型化に伴い液分散性に問題が生じることを見いだした。また原型炉での大量水同位体分離が可能で、ゼオライト系吸着材を用いた同位体水分離技術の基礎研究(吸着材の特性測定)を開始した。

※ 成果の公表を見合わせる必要がある場合は、その理由及び差し控え期間等を記入した調査(A4判縦長横書1枚)を添付すること。

10. キーワード

(1) トリチウム水	(2) 化学反応	(3) 閉じ込め
(4) 透過漏洩	(5) 同位体分離	(6) 有機トリチウム
(7)	(8)	(裏面に続く)

平成19年度科学研究費補助金実績報告書（研究実績報告書）

1. 機関番号 1 3 2 0 1 2. 研究機関名 富山大学
3. 研究種目名 特定領域研究 4. 研究期間 平成19年度～平成23年度
5. 課題番号 1 9 0 5 5 0 0 2
6. 研究課題名 トリチウムの透過漏洩と汚染・除染

7. 研究代表者

研究者番号	研究代表者名	所属部局名	職名
8 0 2 1 8 4 8 7	<small>ワガナ</small> ハタノ, ユウジ 波多野, 雄治	水素同位体科学研究センター	教授

8. 研究分担者(所属研究機関名については、研究代表者の所属研究機関と異なる場合のみ記入すること。)

研究者番号	研究分担者名	所属研究機関名・部局名	職名
8 0 3 1 3 5 9 2	<small>ワガナ</small> トリカイ, ユウジ 鳥養, 祐二	水素同位体科学研究センター	准教授
8 0 3 3 4 2 9 1	<small>ワガナ</small> オオヤ, ヤスヒサ 大矢, 恭久	静岡大学・理学部	准教授
4 0 4 3 6 5 5 6	<small>ワガナ</small> オダ, タクジ 小田, 卓司	東京大学・大学院工学系研究科	助教
2 0 3 5 4 6 1 5	<small>ワガナ</small> ナカムラ, ヒロフミ 中村, 博文	日本原子力研究開発機構・核融合研究開発部門	研究副主幹
0 0 3 4 2 6 4 2	<small>ワガナ</small> アサクラ, ヤマト 朝倉, 大和	核融合科学研究所・安全管理センター	教授

9. 研究実績の概要(国立情報学研究所でデータベース化するため、600字～800字で記入。図、グラフ等は記載しないこと。)

下欄には、当該年度に実施した研究の成果について、その具体的内容、意義、重要性等を、交付申請書に記載した「研究の目的」、「研究実施計画」に照らし、600字～800字で、できるだけ分かりやすく記述すること。また、国立情報学研究所でデータベース化するため、図、グラフ等は記載しないこと。

トリチウムに汚染させたステンレス鋼からの室温近傍におけるトリチウム放出を詳細に調べ、(1) トリチウム放出速度がバルク中の拡散過程により律速される、(2) 表面にトリチウム濃縮層が形成される、(3) 主な放出化学形は内部被曝の危険性が高い水蒸気状である、などの点を明らかにした。一方、バナジウムについても同様に放出挙動を調べたところ、顕著なトリチウムの表面濃縮は観察されず、加えて拡散係数が7桁大きいにもかかわらずステンレス鋼より小さな放出速度を示した。これらの結果より、汚染材料からのトリチウム放出を理解するには、表面酸化膜中におけるトリチウムの存在状態と表面濃度・脱離速度との関係、および金属中では原子状で存在するトリチウムの水蒸気状への化学形変化メカニズムを解明することが必要不可欠であることを見出した。このような酸化膜中の水素同位体挙動をモデリングするための第一段階として、密度汎関数法に基づく金属酸化物-水素系での振動数計算・エネルギー計算の妥当性を確かめた。また、分子動力学用ポテンシャルモデルの効率的な構築法を提案し、いくつかの酸化物を例に取りその有効性を確認した。高温配管からのトリチウム透過を抑制する技術としては透過防止障壁膜に注目し、配管材料と熱膨張率が近い ZrO₂ や MgO をゾルゲル法などにより成膜する技術の開発研究を展開した。透過トリチウムの化学形に及ぼす雰囲気中の水蒸気の影響を調べるための参照材料として金にも注目し、第一段階として金メッキした鉄鋼材料を通しての真空中への重水素透過挙動を調べた。加えて、大型核融合装置中でのトリチウム挙動を調べると共に、実験室で得られるデータの実機への適用性を評価するテストスタンドとして核融合科学研究所・大型ヘリカル装置 LHD に着目し、同装置内におけるトリチウム捕集・計測に関する要素技術研究を行った。

※ 成果の公表を見合わせる必要がある場合は、その理由及び差し控え期間等を記入した調書(A4 判縦長横書 1 枚)を添付すること。

10. キーワード

- | | | |
|------------|-----------|-----------|
| (1) 核融合 | (2) トリチウム | (3) 水素 |
| (4) 放射性同位体 | (5) 放射線 | (6) 同位体効果 |
| (7) 透過 | (8) 除染 | (裏面に続く) |

平成 19 年度科学研究費補助金実績報告書（研究実績報告書）

1. 機関番号 8 2 1 1 0 2. 研究機関名 独立行政法人 日本原子力研究開発機構
3. 研究種目名 特定領域研究 4. 研究期間 平成 19 年度 ~ 平成 23 年度
5. 課題番号 1 9 0 5 5 0 1 0
6. 研究課題名 核融合炉におけるトリチウムの安全閉じ込め、漏洩制御のための技術開発

7. 研究代表者

研究者番号	研究代表者名	所属部局名	職名
3 0 3 5 4 6 1 6	フリガナ ヤマノシロトシヒコ 山西・敏彦	核融合研究開発部門	研究主席

8. 研究分担者(所属研究機関名については、研究代表者の所属研究機関と異なる場合のみ記入すること。)

研究者番号	研究分担者名	所属研究機関名・部局名	職名
8 0 2 1 8 4 8 7	フリガナ ハタノ ユウジ 波多野・雄治	富山大学 水素同位体科学研究センター	教授
	フリガナ		
	フリガナ		
	フリガナ		
	フリガナ		

9. 研究実績の概要(国立情報学研究所でデータベース化するため、600字~800字で記入。図、グラフ等は記載しないこと。)

下欄には、当該年度に実施した研究の成果について、その具体的内容、意義、重要性等を、交付申請書に記載した「研究の目的」、「研究実施計画」に照らし、600字~800字で、できるだけ分かりやすく記述すること。また、国立情報学研究所でデータベース化するため、図、グラフ等は記載しないこと。

本調整 C 班は、「核融合炉における T の安全閉じ込め、漏洩制御のための技術開発」を目的に、核融合炉真空容器で生成されるトリチウム(T)水及び有機 T の閉じこめに関する基礎研究を行う C01 班、真空容器から、冷却水及び廃棄物を介して環境に排出される T の移行・漏洩防止と制御技術開発に関する基礎研究を行う C02班、両班での研究方針の策定と各研究テーマ間の調整、研究結果についての評価を行い、研究期間内に最大限成果が得られるように助言等を行うものである。

19 年度においては、本特定領域研究の初年度にあたることから、今年度の研究実施計画及び5年間の研究計画の概要、今年度の研究進捗状況、各グループでの研究役割分担等を協議するために、19 年 10 月 19 日、20 年 3 月 11 日、2回にわたり、C01 班及び C02 班の研究者が一同に介して、研究会を開催した(いずれも東京)。研究会では、テーマ毎の研究計画に対し具体的なコメントが出され、今後の研究展開に重要な議論を行うことができた。特に重要なものは、1)基礎データの構築が、学問的面からも重要であることが強調されたこと、2)C01 及び C02 班では、安全に関わるテーマを扱う他にはない特徴を持ち、注意深い用語の使用と定義、それを元にトリチウム安全取り扱い指針にも役立つデータベース整備を目標とすべきとされたことである。

更に 20 年 3 月の日本原子力学会年会公開シンポジウム「核融合炉実現を目指したトリチウム研究の新展開」において、C01 及び C02 班の今年度の研究実施計画及び5年間の研究計画の概要、今年度の研究進捗状況を発表し、原子力分野の研究者に、広くその計画及び成果を報告、周知した。

※ 成果の公表を見合わせる必要がある場合は、その理由及び差し控え期間等を記入した調書(A4 判縦長横書 1 枚)を添付すること。

10. キーワード

- | | | |
|-----------|------------|-----------|
| (1) トリチウム | (2) 安全取り扱い | (3) 閉じ込め |
| (4) 透過漏洩 | (5) 同位体分離 | (6) 汚染・除染 |
| (7) | (8) | (裏面に続く) |