

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 5 月 1 日現在

機関番号：82110
 研究種目：特定領域研究
 研究期間：2007～2011
 課題番号：19055010
 研究課題名（和文） 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
 研究課題名（英文） Research and development on safety confinement and permeation control of tritium for fusion reactor
 研究代表者
 山西 敏彦（YAMANISHI TOSHIHIKO）
 独立行政法人日本原子力研究開発機構 核融合研究開発部門 研究主席
 研究者番号：30354616

研究成果の概要（和文）：

2つの計画研究班合同での調整班会議を定期的に年2回開催し、互いの問題点を認識し、問題解決への道筋を作り、計画年度内に目標を達成することができた。また原子力学会、トリチウム国際会議等で、広く国内外の原子力関係研究者にその成果を積極的報告し、活発なコメントを得た。これを通じて、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を達成するためのデータベースを構築することに成功した。加えて、環境との境界を持つ安全に関わるテーマを扱う本調整班の活動総括として、トリチウムの取り扱い方法をまとめたトリチウムマニュアルの作成を、H24年度行うこととなった。

研究成果の概要（英文）：

Two workshops were held in a year as a joint workshop of our two R&D groups. A series of discussions on the R&D results and future plans was made in the workshops. Through these workshops, our annual R&D goal was attained in each year. In addition, we have presented our R&D results at many domestic and international conferences. Quite valuable comments have been obtained through the discussions at the conferences to carry out our R&D subjects. We accordingly could make a set of database for the safety of fusion reactors: confinement of tritium; permeation barrier; and safe handling. Our R&D subjects are quite unique from viewpoint of the safety having the interface to the environment. As a typical deliverable of our R&D results, we have agreed to make a tritium handbook in the next fiscal year.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
平成 19 年度	700,000	0	700,000
平成 20 年度	700,000	0	700,000
平成 21 年度	700,000	0	700,000
平成 22 年度	700,000	0	700,000
平成 23 年度	1,600,000	0	1,600,000
総計	4,400,000	0	4,400,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：総合工学 核融合学

キーワード：トリチウム、化学、材料、同位体、閉込め

1. 研究開始当初の背景

核融合炉の燃料循環系については、水素形の

トリチウム (T) の取り扱いという観点に限れば、これまでの研究成果及びT取り扱い実績により、ITERクラス的设计・製作が行われるレベルに達した。しかし、さらに大量のTが存在する真空容器内でのT挙動については、未だ不明な点が多い。高濃度T水及び様々な化学系を持った有機Tが生成するが、その量及び化学種を予測することは現状困難である。ITER はもとより核融合炉において真空容器内に大量に残留あるいは蓄積するTは、容器内の冷却配管系、容器から取り出される各種構造物あるいは廃棄物を介して、環境に漏洩・排出されるため、Tの移行・漏洩防止と制御・除染技術を開発することが急務である。

2. 研究の目的

核融合炉に対するT安全取り扱い及び社会的受容性の確立を旨とした研究を推進するために組織された計画研究班の活動を、密接・有機的な連携をとりながら遂行し、各研究計画班の活動を有機的に進める。具体的には、核融合炉真空容器で生成されるT水及び有機Tを閉じこめ、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を開発、上記2点に焦点を絞り研究開発を行う。

3. 研究の方法

上記研究課題に沿って、以下2つの計画研究班を構成し研究遂行するとともに、定期的に調整班会議を開催する。そこで互いの問題点を認識し、問題解決への道筋を作り、計画年度内に目標を達成する。組織される計画研究班は、C01班「トリチウム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」、C02班「トリチウムの透過漏洩と汚染・除染」である。

4. 研究成果

平成 19 年度においては、初年度にあたることから、当該年度の研究実施計画及び5年間の研究計画の概要、当該年度の研究進捗状況、各班での研究役割分担等を協議するために、2回にわたり、C01 班及び C02 班の研究者が一同に介する研究会を開催した。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 班及び 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、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 班及び C02 班の研究実施計画と成果、5年間の研究計画の概要を発表し、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。

平成 20 年度においては、公募研究で採用された研究者も含め、当該年度の研究進捗状況、研究役割分担等を協議するために、2回にわたり研究会を開催した。更に、当該年度の原子力学会秋の大会の企画セッション、H21 年 3 月の公開シンポジウム「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 班及び C02 班、採用された公募研究の当該年度の研究進捗状況を発表した。

平成 21 年度においては、特に、特定領域研究が開始されて3年目にあたることから、これまでの成果の総括と今後の展望について、昨年度に増して議論を深めた。その結果、文科省による中間評価の結果、C01 班で追加資金を得る等、大きな成果を挙げることができた。更に、当該年度の原子力学会秋の大会、年会、プラズマ核融合学会専門部会において、研究進捗状況を発表した。

平成 22 年度においては、公募研究で採用された研究者も含め、当該年度の研究進捗状況、各班での研究役割分担等を協議するために、H22 年 5 月 7 日 (東京) に研究会を開催した。研究会では、報告された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展開した。C01 班及び C02 班は、環境との境界を持つ安全に関わるテーマを扱う研究計画班であり、その重要性が明らかであること、研究対象が多岐にわたることから、班としての方向性を強く意識する必要があることを、本調整班の活動を通じて、共通認識とすることができた。特に今年度は特定領域研究が開始されて4年目にあたることから、最終年度における成果の纏めを強く意識し、C01 班及び C02 班の研究の方向性を議論した。更に、原子力学会秋の大会、トリチウム国際会議等において、C01 班及び C02 班、採用された公募研究の今年度の研究進捗状況を発表し、広く国内外の原子力関係研究者にその成果を報告し、活発なコメントを得た。

平成 23 年度においては、公募研究で採用された研究者も含め、当該年度の研究計画及び各班での研究役割分担等を協議するために、H23 年 4 月 28 日 (東京) に研究会を開催し、本年度の活動計画を策定した。一方、当該年度は特定領域研究の最終年度であるため、H24 年 3 月 6 日 (東京) に第二回目の研究会を開催し、5年間の科研費特定領域研究の報告書の取り纏め方法を議論、合意した。加えて、環境との境界を持つ安全に関わるテ

一マを扱う研究計画班であるC班として、トリチウムの取り扱い方法(機器選択においての基準、運転管理手法等)をまとめたトリチウムマニュアルの作成活動を、H24年度に行うことで合意した。また、原子力学会秋の大会、ISFNT-10(核融合工学に関する国際シンポジウム)において、C01班及びC02班、採用された公募研究の今年度の研究進捗状況を発表し、広く国内外の原子力関係研究者にその成果を報告し、活発なコメントを得た。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計8件)

- ① T. Yamanishi, T. Hayashi, Y. Iwai, K. Isobe, M. Hara, T. Sugiyama, K. Okuno, Recent activities of R&D on effects of tritium water on confinement materials and tritiated water processing, Fusion Engineering and Design, 86, 2152-2155, 2011, 査読有.
- ② 山西敏彦、林巧、河村繕範、核融合炉燃料システムにおける水素吸蔵合金によるトリチウム貯蔵と計量、CERAMICS JAPAN, 46, 201-205, 2011, 無.
- ③ 山西敏彦、林巧、岩井保則、他6名、プロジェクトレビュー 核融合炉実現を目指したトリチウム研究の新展開6. トリチウム閉じ込めに関わる高濃度トリチウム水および有機物の化学的現象の解明、プラズマ・核融合学会誌, 85, 716-725, 2010, 査読無.
- ④ 波多野雄治、鳥養祐二、大矢恭久、他7名、プロジェクトレビュー 核融合炉実現を目指したトリチウム研究の新展開7. トリチウムの透過漏洩と汚染・除染、プラズマ・核融合学会誌, 85, 726-735, 2010, 査読無.
- ⑤ 松山政夫、山西敏彦、大量トリチウム取り扱い技術開発30年の成果と今後の課題1. 大量トリチウム取り扱い研究施設の建設—日本でのトリチウム研究の曙と施設建設に向けて—、プラズマ・核融合学会誌, 86, 97-103, 2010, 査読無.
- ⑥ 波多野雄治、山田正行、林巧、大量トリチウム取り扱い技術開発30年の成果と今後の課題2. 大量トリチウムの取り扱いに関わる研究成果(1)—トリチウムの閉じ込め、安全取り扱い実績の積み重ね—、プラズマ・核融合学会誌, 86, 173-184, 2010, 査読無.
- ⑦ 小柳津 誠、林 巧、山西 敏彦、F82H 鋼のトリチウム透過挙動—トリチウム水蒸気の増殖材パージガスから冷却材への透

過—、JAEA-Research 2008-123, 123, 1-25, 2009, 査読有.

- ⑧ T. Yamanishi, T. Hayashi, W. Shu, 他9名, Recent results of R&D activities on tritium technologies for ITER and fusion reactors at TPL of JAEA, Fusion Eng. Design, 83, 1559-1563, 2008, 査読有.

[学会発表] (計9件)

- ① 山西敏彦 林巧 岩井保則 磯部兼嗣; 杉山貴彦; 原正憲; 奥野健二、IV. 炉周辺材料とトリチウムとの相互作用とその処理 (1) 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、日本原子力学会2011秋の大会、2011/9/19-22、北九州国際会議場.
- ② T. Yamanishi, H. Nakamura, Y. Kawamura, 他6名, Overview of R&D Activities on Tritium Processing and Handling Technology in JAEA, 10th International Symposium on Fusion Nuclear Technology (ISFNT-10), 2011/9/11-16, Red Lion Hotel, ポートランド (アメリカ合衆国), 招待講演.
- ③ T. Yamanishi, M. Yamada, T. Suzuki, 他7名, PAST 25 YEARS RESULTS FOR LARGE AMOUNT OF TRITIUM HANDLING TECHNOLOGY IN JAEA, 9th International Conference on Tritium Science and Technology (Tritium2010), 2010年10月24-29日, 奈良県新公会堂 (奈良) 招待講演.
- ④ T. Yamanishi, T. Hayashi, Y. Iwai, 他4名, STUDIES ON EFFECTS OF TRITIUM WATER ON CONFINEMENT MATERIALS AND TRITIATED WATER PROCESSING, 26th Symposium on Fusion Technology, 2010年9月27日-10月1日, Alfaberga Conference Center, ポルト (ポルトガル).
- ⑤ 山西 敏彦, トリチウムの閉じこめ・漏洩抑制に関する研究の現状と課題, 原子力学会 2008 年春の年会公開シンポジウム, 2008 年 3 月 28 日, 大阪大学.
- ⑥ 山西 敏彦, 燃料循環システム成立条件がトリチウム増殖比に与える影響, 日本原子力学会 2008 秋の大会, 2008 年 9 月 4 日, 高知工科大学.
- ⑦ 山西 敏彦, トリチウムの閉じこめ・漏洩抑制に関する研究の現状と課題, 日本原子力学会 2008 春の年会, 2008 年 3 月 28 日, 大阪大学.
- ⑧ T. Yamanishi, et al., TRITIUM RESEARCH ACTIVITIES UNDER THE BROADER APPROACH PROGRAM IN JAEA, 8th Internation

al Conference on Tritium Science and Technology, 2007年9月16-21日, 米国ロチェスター.

- ⑨ T. Yamanishi, et al., RECENT RESULTS OF R&D ACTIVITIES ON TRITIUM TECHNOLOGIES FOR ITER AND FUSION REACTORS AT TPL OF JAEA, 8th International Symposium on Fusion Technology, 2007年9月30日-10月5日, 独ハイデルベルグ.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

山西 敏彦 (YAMANISHI TOSHIHIKO)
独立行政法人日本原子力研究開発機構・核融合
研究開発部門・研究主席
研究者番号：30354616

(2) 研究分担者

波多野 雄治 (HATANO YUUJI)
富山大学水素同位体科学研究センター・教
授
研究者番号：80218487

(3) 連携研究者

奥野 健二 (OKUNO KENJI)
静岡大学理学部附属放射化学研究施設・
教授
研究者番号：80293596

杉山 貴彦 (SUGIYAMA TAKAHIKO)
名古屋大学大学院工学研究科・准教授
研究者番号：90353440

原 正憲 (HARA MASANORI)
富山大学水素同位体科学研究センター・
准教授
研究者番号：00334714

西川 正史 (NISHIKAWA MASABUMI)
九州大学名誉教授
研究者番号：10114547

小林 かおり (KOBAYASHI KAORI)
富山大学水素同位体科学研究センター・
准教授
研究者番号：80397166

倉田 理江 (KURATA RIE)
独立行政法人日本原子力研究開発機構・核
融合研究開発部門・技術職員
研究者番号：50620910