

## 科学研究費補助金研究成果報告書

平成 24 年 5 月 31 日現在

機関番号：14401

研究種目：特定領域研究

研究期間：2007～2011

課題番号：19055004

研究課題名（和文） 炉内へのトリチウムの蓄積と除去

研究課題名（英文） Collection and removal of inner core tritium

研究代表者

上田 良夫 (UEDA YOSHIO)

大阪大学・大学院工学研究科・教授

研究者番号：30193816

研究成果の概要（和文）：核融合炉内トリチウム蓄積に関する実験的研究を行なう A01 班「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」と理論・シミュレーション研究を行なう A02 班「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」をとりまとめ、これらの研究を有機的に進めるため、活動計画の策定や打合せ会合・研究会を行い、研究の進展に貢献した。

研究成果の概要（英文）：Two research groups “A01: Experimental studies on in-vessel tritium inventory in complicated environment of fusion reactors” and “A02: Theory and code development for evaluation of tritium retention and exhaust in fusion reactor” are organized to enhance efficiency and impact of their research on fusion energy development by holding meetings for information exchanges and discussions.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2007 年度	900,000	0	900,000
2008 年度	900,000	0	900,000
2009 年度	900,000	0	900,000
2010 年度	900,000	0	900,000
2011 年度	900,000	0	900,000
総計	4,500,000	0	4,500,000

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：核融合炉、トリチウム、核融合炉材料、プラズマ壁相互作用

## 1. 研究開始当初の背景

(1)国際協力による核融合実験炉 ITER の建設が決まり、安全性の観点から炉内のトリチウム蓄積量を精度良く評価するための研究成果が求められていた。

(2)実験研究とシミュレーション研究が連携して上記課題に取り組むための密接な協力関係が求められていた。

## 2. 研究の目的

核融合炉壁内のトリチウム蓄積の解明とその除去方法の確立を目的とした「計画研究 A01 班（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）」と「計画研究 A02 班（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）」の 2 つの計画研究をとりまとめることである。

### 3. 研究の方法

(1) 幹事会を年度初めに策定し、当該年度の活動計画を策定する。必要に応じて、研究の進め方を見直す。さらに研究の進捗状況について、意見交換を行なうための幹事会を適宜行なう。

(2) 全体あるいは、個別の会合を研究会の形で年1~2回開催する。

(3) 他の研究会と協力して情報交換や議論のための研究会を開催する。

(3) 他の研究班との合同作業、合同研究会、情報交換会などに協力する。

(4) 最終年度に成果報告会を総括班と連携して行い、成果報告集をまとめ、国際会議や論文として発表。

### 4. 研究成果

(1) 打合せ会合・研究会の開催

①平成19年11月9日・10日(徳島大学): A02班会議(第1回)

○全体計画と個別計画の整合性について議論を行い、今後の研究の方向性、特に実験研究(A01班)と理論・シミュレーション研究(A02班)の協力関係の構築の方法について議論を行なった。

②平成20年2月5日(核融合科学研究所): A班研究打合せ会合(「SOL及びダイバータ物理サブクラスター」、「NIFS研究会(核燃焼プラズマにおけるPWI基礎過程の解明と対向材料開発)」、「NIFS研究会(核燃焼プラズマのダイバータによる熱・粒子制御の理解を目的としたモデル開発とシミュレーション研究)」との合同会合)

○A01研究内容について、概要の説明と今後の進め方の議論を行なった。

③平成20年5月10日(原子力機構、システム計算科学センター): A01班打ち合わせ会合(「SOL及びダイバータ物理サブクラスター」との合同)

○ITERのダイバータ材料(タングステン、炭素複合材)に関する最新の研究情報交換と議論を行なった。

④平成20年6月12日(京都大学): A班合同会合

○壁材料(タングステン、炭素材)中の水素同位体挙動に関する素過程係数に関する意見交換を行ない、現状認識を行なうこと共に今後の課題を明確化した。

⑤平成20年7月16日(核融合科学研究所): A班研究打合せ会合(「SOL及びダイバータ物理サブクラスター」と「NIFS研究会(核燃焼プラズマにおけるPWI基礎過程の解明と対向

材料開発)」との合同会合)

○ITERのトリチウム蓄積と除去、及びタングステン使用に関する議論を行なった。

⑥平成20年9月2日-3日(徳島大学): 特定領域研究「核融合トリチウム」ワークショップ(A01班、A02班連携)「核融合炉におけるトリチウム蓄積・放出挙動のシミュレーションと実験の連携」

○プラズマ壁相互作用における実験とシミュレーションの研究の現状について理解を深めると共に、今後の研究の連携のあり方について議論を行なった。

⑦平成20年12月25日(核融合科学研究所): A班研究打合せ会合(「SOL及びダイバータ物理サブクラスター」と「NIFS研究会(核燃焼プラズマにおけるPWI基礎過程の解明と対向材料開発)」との合同会合)

○炭素壁・タングステン壁研究の進め方、ダスト研究の進め方についての議論を行なった。

⑧平成21年2月4日(同志社大学): A班研究打合せ会合

○A01班、A02班それぞれの研究の進捗状況報告と今後の進め方に関する議論を行なった。

⑨平成21年8月4日-5日(核融合研): A班研究打合せ会合(「SOL及びダイバータ物理サブクラスター」と「NIFS研究会(核燃焼プラズマにおけるPWI基礎過程の解明と対向材料開発)」との合同会合)

○核融合炉壁材料の損耗と再堆積などについて最新の研究成果に関する情報交換と議論を行なった。

⑩平成21年12月24日-25日(核融合研): A班研究打合せ会合(「SOL及びダイバータ物理サブクラスター」、「炉工学クラスター」、「NIFS研究会(核燃焼プラズマにおけるPWI基礎過程の解明と対向材料開発)」との合同会合)

○主に、タングステンと水素・ヘリウム相互作用の研究に関する情報交換と議論を行なった。

⑪平成22年7月21日(同志社大学): A班研究打合せ会合

○リテンションをテーマに、シミュレーションの現状、実機での成果、及び損傷を持つタングステン中の吸蔵につき情報交換と議論を行なった。

⑫平成22年11月17日-18日(核融合研): A班研究打合せ会合(「SOL及びダイバータ物

理サブクラスター」、「炉工学クラスター」、  
「NIFS 研究会（核融合炉に向けたプラズマ・  
壁相互作用の研究）」との合同会合）  
○原型炉ダイバータ設計や熱負荷特性に関  
する情報交換と議論を行なった。

⑬平成 23 年 7 月 4 日-5 日（徳島大学）：A02  
班研究打合せ会合  
○最新の PWI シミュレーション研究成果の発  
表と議論を行なった。

(2) 研究成果のとりまとめ

総括班に協力して、毎年度末に成果報告会  
にて、A01 班と A02 班の成果を報告した。ま  
た、年度末に成果報告書の執筆、最終年度末  
に期間全体の研究の総括を成果報告書にま  
とめた。

(3) 核融合エネルギー開発に対する貢献

ITPA（国際トカマク物理専門家会合）にて、  
主にトリチウム蓄積やタングステン R&D のセ  
ッションで成果を発表し、ITER の設計や運転  
の議論に貢献。さらに、原型炉設計関連の会  
合にて、トリチウム蓄積や壁材料選択の観点  
から情報提供を行なった。

以上の活動を通じて、国内の炉内トリチウム  
蓄積に関する研究を活性化し、計画研究 A01  
班と A02 班の研究を推進した。さらに国際的  
に情報の発信を積極的に行ない、本研究分野  
の発展に対して大きな貢献をすることがで  
きた。

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 6 件）

- ① Y. Ueda, "Recent progress of tungsten R&D  
for fusion application in Japan", *Physica  
Scripta* **T145** (2011) 014029(6pp) (査読有)  
<http://iopscience.iop.org/1402-4896/2011/T145/014029>
- ② 時谷政行、上田良夫, "ITER に向けたタ  
ングステン PWI 研究の進展と課題", *J.  
Plasma Fusion Res.* **87**(9) (2011) 591-599  
(査読無)  
[http://www.jspf.or.jp/Journal/PDF\\_JSPF/jspf2011\\_09/jspf2011\\_09-591.pdf](http://www.jspf.or.jp/Journal/PDF_JSPF/jspf2011_09/jspf2011_09-591.pdf)
- ③ Y. Ueda, "Status of Plasma Facing Material  
Studies and Issues toward DEMO", *Plasma  
and Fusion Research* **5** (2010) S1009. (査読  
有)  
[https://www.jstage.jst.go.jp/article/pfr/5/0/5\\_0\\_S1009/\\_article](https://www.jstage.jst.go.jp/article/pfr/5/0/5_0_S1009/_article)
- ④ Y. Ueda, H.T. Lee, "Material Mixing of  
Tungsten with Carbon and Helium", *AIP*

*Conference Proceedings* **1237** (2010) 92-105  
(査読無)

[http://proceedings.aip.org/resource/2/apcpcs/1237/1/92\\_1?isAuthorized=no](http://proceedings.aip.org/resource/2/apcpcs/1237/1/92_1?isAuthorized=no)

- ⑤ 上田良夫 (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」2. 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",  
*プラズマ核融合学会誌* **85** (2009) 684-694  
(査読無)

[http://www.jspf.or.jp/Journal/PDF\\_JSPF/jspf2009\\_10/jspf2009\\_10-684.pdf](http://www.jspf.or.jp/Journal/PDF_JSPF/jspf2009_10/jspf2009_10-684.pdf)

- ⑥ Y. Ueda, "Development of Tungsten  
Materials for Plasma Facing Components in  
Japan", *Fusion Science and Technology* **52**  
(2007) 513-520. (査読有)

〔学会発表〕（計 10 件）

- ① Y. Ueda, "Recent Progress of Tungsten  
R&D for Fusion Application in Japan",  
13th International Workshop on  
Plasma-Facing Materials and  
Components for Fusion Applications  
(Rosenheim, Germany) May 11, 2011 (招  
待講演)
- ② Y. Ueda, "Helium Effects on Tungsten  
Surface Morphology and Deuterium  
Retention", 15th International  
Conference on Fusion Reactor Materials  
(Charleston, USA) October 18, 2011 (招  
待講演)
- ③ K. Ohya, "Progress in Modeling  
Plasma-Material Interaction", 19th  
International Conference on Plasma  
Surface Interactions in Controlled  
Fusion Devices 2010 (San Diego, USA)  
May 25, 2010 (招待講演)
- ④ 上田良夫, "TEXTOR トカマク装置にお  
ける高 Z 材テストリミター実験", プラズ  
マ・核融合学会 第 27 回年会（北海道  
大学）2010 年 12 月 3 日（招待講演）
- ⑤ 上田良夫, "V. 原型炉の主要課題に対  
する開発シナリオ 2. ダイバータ開発", プラ  
ズマ・核融合学会 第 27 回年会（北海  
道大学）2010 年 12 月 3 日
- ⑥ 上田良夫, "III. 極限重相科学によるタ  
ングステン PWI 研究の新展開 ITER にお  
けるタングステン PWI", プラズマ・核  
融合学会 第 27 回年会（北海道大学）  
2010 年 12 月 2 日
- ⑦ Y. Ueda, "Material mixing of tungsten  
with low Z materials", ITER  
International Summer School 2009-  
Plasma Surface Interaction in  
Controlled Fusion Devices- (Aix en  
Provence, France) June 24, 2009 (招待  
講演)

- ⑧ K. Ohya, “Integrated numerical simulations and modeling of erosion and deposition on plasma facing walls”, ITER Summer School 2009 - Plasma Surface Interaction in Controlled Fusion Devices-(Aix en Provence, France) June 22, 2009 (招待講演)
- ⑨ Y. Ueda, “Tungsten R&D needs for ITER and DEMO”, APFA2009 (Aomori, Japan) October 28, 2009 (招待講演)
- ⑩ Y. Ueda, “Status of plasma facing material studies and issues toward DEMO”, The 18th Toki International Conference, Toki (Japan) December 11, 2008. (招待講演)

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

上田 良夫 (UEDA YOSHIO)  
大阪大学・工学研究科・教授  
研究者番号：30193816

### (2) 研究分担者

大宅 薫 (OHYA KAORU)  
徳島大学・リソテクノロジー研究部・教授  
研究者番号：10108855