

平成22年4月30日現在

研究種目：特定領域研究

研究期間：FY2009～FY2011

課題番号：19055007

研究課題名（和文）核融合炉ブランケットにおけるトリチウム挙動解明

研究課題名（英文）Research on clarification of tritium behavior in fusion reactor blanket

研究代表者

深田 智 (FUKADA SATOSHI)

九州大学・大学院総合理工学研究院・教授

研究者番号：50117230

研究代表者の専門分野：原子力化学工学

科研費の分科・細目：総合工学・核融合学

キーワード：プラズマ核融合、原子力エネルギー、トリチウム、ブランケット

## 1. 研究計画の概要

(1)核融合炉成立のため、核融合炉プラズマコア内で燃料トリチウムを消費しつつ、同量以上のトリチウムをブランケットで安全かつ経済的に製造、回収するとともに、決められた量以下に透過漏洩を抑える必要がある。本特定領域調整班は、現在計画される ITER-TBM の先を見越し先進ブランケット概念について、社会が要求する 100 万分の 1 程度のトリチウム漏洩率/発生率比を、経済性を損なうことなく達成することを目標にする。それには、基礎物理・化学現象の把握と解明および、材料工学とプロセス工学の手法による新規プロセス開発が必要であり、大学、研究所のトリチウム専門家からなる計画研究班を構成し、実験・解析的研究を推進し、目標達成する。

(2)対象ブランケット材料の研究段階や研究手法にあわせて、それぞれ大学-原子力研究開発機構-核融合研間の共同研究に基づく以下の計画研究班を構成し、研究を遂行中である。

・B01 班：核融合炉ブランケット材中のトリチウム輸送挙動解明と新規回収プロセス開発の研究

・B02 班：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

## 2. 研究の進捗状況

(1) B01 班では、2007 年度 15 件、2008 年度 25 件、2009 年度 30 件の論文を発表している。B02 班では、2007 年度 3 件、2008 年度 8 件、2009 年度 6 件の論文を発表している。発表論文、学会発表のタイトルと論文そのものも最後に挙げる当特定領域研究ホームページで常時閲覧可能である。

(2)B01 班はシステム工学的観点から研究を遂行し、ブランケットトリチウム発生から、拡散、反応、溶解等の基礎プロセスの解明を終え、固体あるいは液体ブランケット材内部の移動現象の解明をほぼ終えた。現在、構造材透過までを含めたシステム移動の解明に入っている。B02 班は、微量トリチウムと各種構造材間の相互作用解明と透過阻止膜開発に重点を置き、現在までに Li-窒素相互作用、Li 不定比性を利用したブランケット安定化、Er 膜開発等の重要な成果を挙げ、論文等に発表してきた。

## 3. 現在までの達成度

②おおむね順調に進展している

最終目標である、100 万分の 1 程度のトリチウム漏洩率/発生率比の達成には、安定なトリチウム発生とマイクロ相互作用の解明、拡散挙動の把握、特に液体ブランケット材におけるトリチウム回収装置の新規開発、透過阻止膜開発が必要であり、各要素について、着実に成果を挙げている。夫々の成果については、B01 班と B02 班の自己評価報告書に述べられており、ほぼ当初の見込み通りの成果を得ていると考えている。

## 4. 今後の研究の推進方策

今後は本計画研究の趣旨にもとづき、互いの研究成果を反映させブラッシュアップさせることにより、新たなセラミックあるいは液体金属ブランケット-トリチウム相互作用の解明、移動現象の定量的解析、高性能かつ経済的に成立する新規トリチウム回収法開発の研究をおこなう。核融合炉はシステム全体で考える必要があり、必要な条件を満足するためには、トリチウムマスマバランス、エネルギー

ーバランスを最大限に維持し、効率的なシステム構築のための要素過程解明と技術達成をなす必要があると考えている。

## 5. 代表的な研究成果

(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 10 件)

- (1) 奥野健二、深田智,” トリチウムの挙動を知る 1。はじめに”, プラズマ核融合学会誌, 85, 2 (2009) 査読有.
- (2) 深田智、波多野雄二、原正憲,” トリチウムの挙動を知る 6。トリチウムの移行過程を知る”, プラズマ核融合学会誌, 85, 31-35 (2009) 査読有.
- (3) 深田智、榎枝幹男、河村繕範、片山一成、西川正史、相良明男, 核融合炉ブランケット材中のトリチウム移動現象解明と新規回収プロセス開発の研究, プラズマ核融合学会誌, 85, 704-707 (2009) 査読有.
- (4) 深田智、小田卓司, 今、核融合炉の壁が熱い、数値モデリングでチャレンジ 壁が作る燃料をどうするのか, 日本原子力学会誌, 51, 178-181 (2009) 査読有.
- (5) 深田智, レーザー核融合炉トリチウム増殖燃料サイクル系について, 核融合工学部会部会報, 14, 44-47 (2008) 査読有.
- (6) K. Shimura, K. Yamaguchi, M. Yamawaki, T. Terai, “Modeling of hydrogen release from functional materials via cellular automation”, Journal of Alloys and Compounds, 449, 357-361 (2008) 査読有.
- (7) T. Hoshino, K. Sasaki, K. Tsuchiya, K. Hayashi, A. Suzuki, T. Hashimoto, T. Terai, “Crystal structure of advanced lithium titanate with lithium oxide additives”, Journal of Nuclear Materials, 386-388, 108-1101 (2008) 査読有.
- (8) T. Chikada, A. Suzuki, Z. Yao, A. Sawada, T. Terai, T. Muroga, “Basic study on self-healing of  $\text{Er}_2\text{O}_3$  coating for vanadium-lithium blanket system”, Fusion Engineering and Design, 82, 2572-2577 (2007) 査読有.
- (9) T. Hoshino, M. Yasumoto, K. Tsuchiya, K. Hayashi, H. Nishimura, A. Suzuki, T. Terai, “Non-stoichiometry and vaporization characteristics of  $\text{Li}_{2.1}\text{TiO}_{3.05}$  in hydrogen atmosphere”, Fusion Engineering and Design, 82, 2269-2273 (2007) 査読有.
- (10) T. Tanaka, R. Nagayasu, A. Sawada, T. Ikeda, F. Sato, A. Suzuki, T. Muroga, T. Iida, T. Terai, Journal of Nuclear Materials, “Electrical insulating property of ceramic coating materials in radiation and high-temperature environment, Journal of Nuclear Materials, 367-370, 1155-1159 (2007) 査読有.

[学会発表] (計 11 件)

- (1) T. Chikada, A. Suzuki, T. Kobayashi, Z. Yao, D. Levhuk, H. Maier, T. Terai, T. Muroga,

“Thermal influence on Erbium oxide coating for tritium permeation barrier”, 18<sup>th</sup> Topical Meeting on the Technology of Fusion Energy, (2008).

- (2) J. Yagi, A. Suzuki, T. Terai, T. Muroga, S. Tanaka, “Hydrogen monitoring in molten lithium with iron permeation window and in-situ observation on hot-trapping by yttrium”, 2<sup>nd</sup> Japan-China Workshop on Blanket and Tritium Technology, (2008).

- (3) T. Hoshino, T. Nemoto, M. Nakamura, A. Suzuki, K. Hayashi, T. Terai, K. Tamura, “Synthetic experiments of advanced lithium titanate with  $\text{Li}_4\text{TiO}_4$  additives”, 25<sup>th</sup> Symposium on Fusion Technology, (2008).

- (4) H. Nakamura, P. Agostini, S. Fukada, P. Garin, H. Horiike, M. Ida, *et al.* “Status of engineering design of liquid lithium target in IFMIF-EVEDA”, 25<sup>th</sup> Symposium on Fusion Technology, (2008).

- (5) S. Fukada, Y. Edao, S. Yamaguchi, H. Nakamura, “Tritium removal by Y hot trap for purification of IFMIF Li target”, 25<sup>th</sup> Symposium on Fusion Technology, (2008).

- (6) S. Fukada, Y. Edao, S. Yamaguchi, S. Ko, Y. Miyairi, “Hydrogen diffusion and hydrogen isotopic exchange on molten salt of mixed fluorides, Flibe and Flinak”, 2008 Joint Symposium on molten salt, (2008).

- (7) S. Fukada, Y. Edao, S. Yamaguchi, Y. Maeda, K. Katayama, “Isotope effects of hydrogen isotope absorption and diffusion in  $\text{Li}_{0.17}\text{Pb}_{0.83}$  eutectic alloy”, 18<sup>th</sup> Topical meeting on the Technology of Fusion Energy, (2008).

- (8) K. Katayama, M. Nishikawa, S. Fukada, Tritium release behavior from solid breeder materials for D-T fusion reactor, Japan-Korea Blanket Workshop, (2008).

- (9) Y. Edao, S. Fukada, S. Yamaguchi, H. Nakamura, “Tritium removal by Y hot trap for purification of IFMIF Li target”, 25<sup>th</sup> Symposium on Fusion Technology (2008).

- (10) S. Fukada, Y. Edao, Y. Maeda, T. Norimatsu, “Tritium recovery system for Li-Pb loop of inertial fusion reactor”, 4<sup>th</sup> IAEA Technical Meeting on Physics and Technology of IFE Targets and Chambers, (2007).

- (11) S. Fukada, Y. Maeda, Y. Edao, Experiment of recovery of tritium from Li by Y and design of tritium trap, 8<sup>th</sup> International Conference on Tritium Science and Technology, (2007).

[図書] (計 0 件)

該当無し

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

[その他]

ホームページ

<http://tritium.nifs.ac.jp/results/index.html>