

**News Letter No.3,
April 24, 2008**

ニュースレター第3号をお届けします。
今年度の総括班事業および計画研究成果
報告会のご報告です。



目次

1. はじめに	田辺 哲朗	p.1
2. ワークショップ開催報告「固体中の水素の溶解・拡散・透過および捕獲、放出」		p.2
3. 第1回公開シンポジウム報告・平成19年度成果報告会		p.3
4. 第2回公開シンポジウム報告「核融合炉実現を目指したトリチウム研究の新展開」		p.4
5. 採択された公募研究の課題と研究代表者氏名		p.5
6. 今後の予定		p.6

1. はじめに

領域代表 田辺 哲朗

平成19年度に採択され、発足させることができました文部科学省科学研究費補助金特定領域「核融合トリチウム」は、第2年度を迎えることになりました。初年度は事業開始からか短期間であったにもかかわらず、領域策定に関わった皆様方、計画研究の分担者、総括班の皆様のご協力のおかげを持ちまして、初年度の事業はほぼ計画どおり達成できたものと確信しております。

関係各位に厚く御礼申し上げます。

今年度から、公募研究代表の方々にも領域に加わっていただけることになりました。公募研究が、計画研究と相補的に効率良く進め、より一層研究が進展することを期待したいと存じます。

昨年度の総括班事業は、ホームページ立ち上げ、キックオフミーティング、3つのシンポジウム開催、トリチウム国際会議開催準備への協力等がその主なものでした。3つの公開シンポジウムにつきましては、その総括をこのレターおよびwebにてご紹介しております。

今年度は、公募研究代表者との研究打合せ、プラズマ・壁相互作用国際会議、国際ワークショップ「核融合炉材料中でのトリチウム挙動」等での成果発表、ITER サマースクールへの協力、原子力学会における核融合工学部会での「トリチウムから見た核融合の経済性」の主催、Tritium Focus Group meeting への派遣、ITPA 会議への協力等に加えて、夏期および冬期にそれぞれ中間報告会、年度成果報告会を公開シンポジウムとして開催する予定です。公募研究の参加も得てより一層の成果と発展が期待できそうで、総括班一同、たいへん楽しみにさせていただいております。どうかより一層のご協力をお願いいたします。

2. ワークショップ「固体中の水素の溶解・拡散・透過および捕獲、放出 (表面での水素の捕獲および水との相互作用を含む)」報告

日時：平成 20 年 3 月 14 日 10:50—17:30

場所：九州大学箱崎キャンパス 旧工学部（応用原子核工学教室）6 号館 6 階会議室

主催： 科研特定領域「核融合トリチウム」総括班

(1) ワークショップ開催の目的

本ワークショップ(意見交換会)は、特に核融合分野で材料と水素の相互作用を研究対象としている研究者が集い、様々な材料中での水素の溶解・放出挙動、拡散/捕獲挙動について現在までに得られている知見を整理するとともに、問題点を指摘し合い、共通認識あるいは共通の物理・化学を抽出し、固体中の水素挙動について総合的理解を深めることを目的としたものである。

重水素(D)と三重水素(T)の核融合反応を利用する核融合炉では、Tの放射性ゆえ、燃料としてのTの収支バランスと燃料システムにおけるTの蓄積・透過・漏洩の厳密な管理が求められる。また天然に存在しないTをブランケットによりLiと、DT反応で発生する中性子との核反応によって生成させ、それを回収しなければならない。この際その回収率が低いと核融合炉が経済的に成立しなくなるおそれがある。このため、Tの核融合炉の各部を構成する材料中への、蓄積、透過、放出量の評価は極めて緊喫の課題である。

一口に核融合炉材料と言っても、高耐熱が要求されるプラズマ対向材として炭素材あるいはタングステン、構造材としてフェライトやSiC等、T増殖材としてLi合金あるいは各種Li化合物等、冷却剤としての水、液体金属、絶縁材や窓材としてのセラミックス等、様々な原子番号を持った材料が、様々な物理形態、化学形態で使われる。一方構造材料中の水素挙動は、特に水素脆化あるいは遅れ破壊等の実用的観点から、長く研究がなされているが、固体中の水素を見る手段が極めて限られているためか、いまだに解明されたとは言えず、研究が続けられている。また水素は酸素、炭素への affinity が高いため、表面および内部の両者に不純物として存在するそれらが、水素挙動に大きく影響する場合もあり、水素とこれら不純物との効果についても議論の対象とした。

(2) 総括

核融合環境では、まず多量に使われるプラズマ装置内で、プラズマ対向壁表面に高エネルギー水素が入射し、大部分は再放出されるもののその一部は壁材料中に蓄積される、または材料中を拡散し冷却材中へ透過する。壁表面で再放出された水素は、一部はプラズマにもどるが、残りは排気される。再放出の際、水素は必ずしも水素分子だけではなく、壁表面の不純物あるいは壁材料そのものと反応し、トリチウム化した水やメタン(有機物)としても排出される。透過してきた水素も、その放出の際に、表面の不純物あるいは、透過側に存在する水等と反応するため、必ずしも水素分子として放出されるわけではない。さらに冷却媒体としての水あるいは、Heなどの冷却媒体中に不純物として存在する水等により、材料が酸化され、この際発生する水素が材料中に溶解し、プラズマ側に透過する。即ちプラズマ側からはDとTが冷却側に透過し、逆に冷却側からはHがプラズマ側に侵入透過するのである。

プラズマ装置から排気されたD,Tは回収システムによって回収・再利用される。またブランケットから回収されたTもプラズマからの排気回収システムと同じまたは同様のシステムで回収される。この際、不純物除去、同位体分離がはかられることになる。回収・純化さらには同位体分離システムや配管を構成するス

ステンレス鋼等の材料表面では(鋼の種類にもよるが)、水素の溶解(酸化により発生する水素を含む)および蓄積、拡散、透過がおこる。

ここで「水素」には、すべての同位体H,D,Tが、その量の多少は別にして、常に共存する。このため、単なる同位体効果ではなく、同位体そのものによる希釈効果、キャリアーガスによる希釈効果、水素中の不純物、あるいはキャリアー中の不純物等との相互作用を常に念頭に入れておかねばならない。

水素の溶解、拡散、捕獲、透過、表面反応は速度論で議論されることが多いが、常にその駆動力が何であるかに注意を払う必要がある。基本的には化学ポテンシャルの勾配が駆動力であるから、エンタルピーあるいは融解熱、捕獲エネルギー、生成熱等だけで議論することは危険である。特に温度依存性を論ずる時は自由エネルギーを考慮しなければ間違った結論を導きかねない。さらに先に述べたように水素は、不純物として混入することが避けられ炭素や酸素との反応性が高いため、熱力学的には、H/D、D/T、H/Dの混合比だけでなく、系のQ/(Q₂O) (Qは水素の同位体を代表) Q/CH₄等を定めて現象を見ないと、大きな過ちを犯すことになりかねない。

本研究会の成果は、この同位体希釈、不純物効果を再認識し、単なるトリチウム測定では、学術的なデータにはならないこと、この特定領域研究が、あらためて水素同位体の挙動に関する学術を再構築するチャンスを与えてくれたものであるとの共通認識が得られたことであろうか。また、このチャンスを逃すと、そのような基礎的研究が近未来にはできないことは確実であり、身を引き締めて研究に当たる決意を新たにできたことにもある。

(3) プログラム

- | | | |
|---------------------------------------|-------|---------|
| 1) 主旨説明 | 田辺哲朗 | 九大院総合理工 |
| 2) フェライト (マルテンサイト)、オーステナイト | 田辺哲朗 | 九大院総合理工 |
| 3) 水素化物形成金属の炭化物中への水素同位体溶解挙動 | 波多野雄治 | 富山大水素研 |
| 4) トラップの深さ、再結合定数の前項 | 高木郁二 | 京大院工 |
| 5) 核融合炉増殖系におけるトリチウムの透過挙動 | 西川正史 | 九大名誉教授 |
| 6) 金属酸化物、セラミックス | 永田晋二 | 東北大院工 |
| 7) 熱拡散、電位勾配拡散 | 橋爪健一 | 九大院総合理工 |
| 8) プラズマ金属相互作用における水素吸蔵 | 加藤太治 | 核融合研 |
| 9) 複合的照射環境がタングステン中の水素同位体挙動に与える影響 | 上田良夫 | 阪大院工 |
| 10) SS316 表面におけるトリチウムの同位体交換反応 | 鳥養祐二 | 富山大水素研 |
| 11) ITER-TBM と DEMO でのトリチウム透過評価の現状と課題 | 中村博文 | 原子力機構 |
| 12) 話題提供 | 深田 智 | 九大院総合理工 |
| 13) 総合討論 (問題点の整理と今後の研究について) | | |

(4) ビューグラフ集

講演で使用されましたビューグラフは web にて公開しております。

3. 第1回 公開シンポジウム報告「平成19年度成果報告会」報告

日時:平成19年3月21日(金)/22日(土)

場所:名古屋ルーセントタワー内 F,G 会議室

平成19年度成果報告会終了の御礼とご報告及び研究を継続するに当たっての新たなお願い

領域代表 田辺 哲朗

3月21/22日に開催致しました本年度研究成果報告会は、渡辺学術調査官にもご出席いただき無事終了いたしました。成果報告会を成功裏に終了できましたことを、領域代表として皆様に厚く御礼申し上げます。一重に分担・共同研究者の皆様方のご協力のおかげであり、皆様に深く感謝いたします。

今年度のご報告は、ある意味では、これまでの各分担研究者の先生方の研究成果であり、科研費採択に至った業績の延長でもあります。来年度以降は、いよいよ、特定領域による独自の成果が問われることとなります。

ものづくり全盛の今日この頃ですが、これらはいずれも10-20年前に挙げられた成果にのっとりたものであります。10年、20年後に利用されている工学・技術の多くは、今日役立っているものより進んだものになっているでしょう。私たちの役割はまさにこの点にあって、今日役に立つ工学技術の開発ではなく、10年後に役立っている科学技術の礎になることです。難しいこと、新しい観点からの研究、基本に立ち返った研究に取り組んでいただき、各先生方が達成感のある独自の成果をあげていただくことを切望いたします。5年間の継続した研究は相当の成果を生み出します。5年間特定分野で、研究成果をだし続けることは、まさにその分野の一級の研究者になっていることの証であります。

中間評価あるいは最終評価においては、学術あるいは学術領域としての「トリチウム」が問われます。このことは常に念頭に置いて研究を進めてくださるようお願いいたします。もちろん代表として、公約した目標/目的が達成できることを確信しておりますが、加えて5年後には新しい研究プロジェクトが立ち上がっていること、10年、20年後には、本研究領域で上げられた成果が広く利用されているようになっていることを切望しています。「トリチウム理工学」より包括的な「水素同位体工学」のような学問領域に進展していければ良いのかも知れません。

人材育成もこの領域設定の大きな柱の一つです。若い研究者あるいは学生/院生が、生き生きとあるいな伸び伸びと研究ができ、相互の意見交換が容易な環境作りもお願いしたいと思います。班内あるいは班相互の連絡を密にさせていただきだけでなく、若い人の研究結果の発表、議論の場としても、研究会、国際会議、ワークショップ等を活用していただけますと幸いです。

キックオフミーティングの時にも申し上げましたが、様々な先生方の、目に見えない形でのご協力なしには、この領域の立ち上げはありえませんでした。また多額の税金を使わせていただいているわけですから、計画研究遂行に当たりましては、謙虚に、支援に報いる気持ちをお忘れにならないようお願いいたします。

報告会では、いろんなコメントをいただきましたが、なかでも重要なものを順不同で以下にまとめてみました。上記と重なる点もあるかと思いますが、いずれも貴重なご意見、コメントです。各研究分担者におかれましては、今後の研究の進展にこれらを十分反映させていただけますようお願い申し上げます。

報告会でいただいた主なコメント、疑問等

- 過去の研究結果やすでにわかっている物理/化学を十分 Refer し respect すること。特に 1980 年代に遂行された核融合特別研究の成果報告については、その成果を整理し、今回その繰り返しの実験にはならないようすべきである。
- 特定領域「核融合炉実現のためのトリチウム研究の新展開」の意義と目的に則ったものであること。特にトリチウム研究であることを十分念頭におくこと。もちろん個々の研究が、レベルの高いものであることを目指すのは論を待たない。
- 様々な物理、化学状態の水素同位体、トリチウムの挙動、材料との相互作用: 学術研究と領域形成、充実
- “表面状態”、“交換反応”、“同位体効果”等 物理化学にのっとった共通の理解と、理解の深化をはかること。これは「トリチウムあるいは水素同位体」に関する教科書、またはトリチウムハンドリングマニュアルの作成の際に取り入れられるべきである。
- シミュレーション、あるいは第1原理計算においては、特にその学術的な意義や新規性等について自問自答しながら進めること。これについては、水素同位体効果を念頭に、シミュレートしようとする現象に対して H、D、T と同位体効果が十分記述でき、その意味を物理・化学的あるいは工学的に記述できるようにすることが一つの目安となる。
- 人材育成と維持を積極的に推進すること。特に国内外を問わず、放射性物質を利用した研究環境がどんどん劣悪になっていくことをなんとか阻止し、将来の人材を育成・確保することが極めて重用であり、トリチウムを軸とした関係研究者、分野間の連携をはかり、かつ、核融合開発、原子力開発との関係も意識してとりくんで欲しい。

各研究班の成果報告のまとめはニュースレターNo.4 で、また使用された OHP(公開可能分)については web にて紹介させていただきます。

4. 第2回公開シンポジウム「核融合炉実現のためのトリチウム研究の新展開」報告

日時：平成20年3月28日 13:00-17:00

場所：大阪大学吹田キャンパス 銀杏会館*内 阪急三和ホール

(1) 総括

科研特定領域「核融合トリチウム」総括班では、別記プログラムの通り公開シンポジウムを開催し、40名を超す出席者を得て、活発な議論が行われ、成功裏に終了した。シンポジウムではまず、特定領域を構成する3つの研究班から、核融合炉実現のために、いま何故トリチウム研究が必要で、かつどのような研究が必要かを、それぞれの研究計画と経過を交えて説明した。ついでITERのトリチウム責任者 M. Glugla 博士からは ITER のトリチウム技術に関して、現状と準備状況を、また日本のトリチウム研究者に何を望むかについて、詳細でかつわかりやすい講演が行われた。特に、トリチウムに関する基礎研究は日本が主導していることから、将来ITERのトリチウム関連で必要になる数十名の技術者の人材源としての貢献を強く望んでいる旨の報告が会場の特に若い人たちの注意を大いに喚起した。当初、米国サバンナリバー研から D. Green 博士をお呼びする予定であったが、都合により来日不可となり急遽予定を変更、九大名誉教授、西川正史先生より「水素エネルギーと核融合」と題する講演をいただいた。水素製造にこそ核融合の価値があるのではないかとのお話、およびトリチウム増殖からみた核融合の経済性についてもその蘊蓄を語られ Green 博士の講演同様、聴衆は深い感銘をうけた。阪大の乗松先生からは、慣性核融合の自己点火に近いこと、このためのトリチウムターゲット開発が緊喫の課題であり、何が求められているかが丁寧に説明された。最後に、環境研の柿内先生から 1970 年代に原爆・水爆開発で世界にまき散らされたトリチウムが半減期に従って減衰し、最近はかなりレベルが下がっており、検出が段々難しくなっていることが示され注目を浴びた。

(2) プログラム

- 1) 文科省科研費補助金特定領域「核融合炉実現のためのトリチウム研究の新展開」設定の目的・意義・その狙うところ 領域代表 田辺哲朗
- 2) 核融合炉内トリチウム蓄積研究の現状と今後の課題 研究計画 A 班長 上田良夫
- 3) 核融合ブランケットにおけるトリチウム挙動解明 研究計画 B 班長 深田 智
- 4) 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 研究計画 C 班長 山西俊彦
- 5) Tritium Science and Technology for Fusion Reactors M. Glugla カールスルーエ研/独国
- 6) 水素エネルギーと核融合 西川 正史 九州大学
- 7) 慣性核融合におけるトリチウム技術と高速点火方式による実用炉への展望 乗松孝好 阪大レーザー研
- 8) トリチウムの環境動態・生物影響研究の現状と課題 柿内秀樹 環境科学技術研究所
- 9) 総合討論 Tritium science and technology for fusion

(3) ビューグラフ集

講演で使用されましたビューグラフは web にて公開しております。

5. 公募採択された公募研究の課題と研究代表者

項目	研究課題名	氏名	所属機関	職名
A01	壁排気特性における臨界入射束の役割と同位体効果の解明	関子 秀樹	九大応力研	教授
A01	高分解能質量分析装置を用いたJT-60Uの排気ガス分析	林 孝夫	日本原子力研究開発機構	研究職
A01	DTコインシデンス核反応分析法による固体表面トリチウム保持量の高精度測定	落合 謙太郎	日本原子力研究開発機構	研究職
A01	核融合プラズマ中を運動するダストのその場測定と運動モデルの開発	朝倉 伸幸	日本原子力研究開発機構	研究主幹
A02	プラズマ対向壁近傍の不純物発光分布解析によるトリチウム・プラズマ壁相互作用の研究	河田 純	詫間電波工業高等専門学校	准教授
A02	トリチウム燃料注入と壁不純物挙動のシミュレーション解析	山崎 耕造	名古屋大学大学院工学研究科	教授
B01	低温吸着法水素同位体分離における減圧脱着挙動	古藤 健司	九州大学工学系研究科	准教授
B02	液体ブランケット用水素(同位体)センサー・ポンプの電極高度化研究	近藤 正聡	核融合科学研究所	助教
C01	近赤外分光法による新規トリチウム水蒸気検出法	小林 かおり	富山大学理工学研究部	准教授
C02	イメージングプレートを用いた制動放射線によるトリチウムの非破壊定量評価法の開発	大内 浩子	東北大学薬学研究科	助教
C02	金属中のトリチウム吸放出挙動に及ぼす金属表面に偏析(吸着)したトリチウムの影響	大塚 哲平	九州大学総合理工学研究科	助教
C02	材料表面におけるトリチウムの挙動及び効率的な除染方法に関する研究	小林 和容	日本原子力研究開発機構	研究副主幹

おかげ様で、公募研究には沢山の方々に応募していただくことが出来ました。今回採択されなかった方々には、たいへん申し訳ないですが、採否は総括班で決めたものではなく、通常の科研費の採択審査の手続きに従って、その採否が決定されたものですので、どうかご理解ください。領域としての研究が順調に遂行することができましたなら、2年後にはふたたび、公募が認められる予定です。その節にはどうか宜しくお願ひ申し上げます。

特定領域「核融合トリチウム」事務局
 核融合科学研究所 安全管理センター
 朝倉 大和
 電話 0572-58-2321
 ファックス 0572-58-2610
 E-mail asakura.yamato@nifs.ac.jp
 ホームページ <http://tritium.nifs.ac.jp>