

科学研究費補助金 特定領域研究

「核融合炉実現を目指したトリチウム研究の新展開」

領域番号 476

(領域設定期間)

平成19年度 ～ 平成23年度

## 平成20年度報告書

平成21年5月

領域代表者

九州大学大学院・総合理工学研究院・教授

田辺 哲朗



## 目 次

	頁
(1) 研究領域の概要	・・・ 2
(2) 研究領域の設定目的	・・・ 3
(3) 研究領域内の研究の年度毎の進展状況及びこれまでの主な研究成果	・・・ 4
(4) 研究領域の研究組織と各研究項目の連携状況	・・・ 5
(5) 研究費の使用状況（設備の有効活用、研究費の効果的使用を含む）	・・・ 10
(6) 研究成果公表の状況	・・・ 12
(7) 総括班評価者による評価の状況	・・・ 14
(8) 研究領域の研究を推進する上での問題点と対応策	・・・ 17
(9) 今後の研究領域の推進方策	・・・ 18
(10) あとがき	・・・ 19
[添付資料]	・・・ 20
1. ニュースレター（3～8号）	
2. 文科省に提出した「研究計画・事業報告書」	・・・ 76
3. 各班の業績リスト（国内発表、国際発表、論文、著書）	・・・ 87
4. 出版済み論文集	・・・ 141
（各論文とも標題、要旨を含んだ1頁目のみ）	

## (1) 研究領域の概要

核融合炉を実現する上で、安全な燃料（トリチウム）サイクルを構築することは、プラズマ閉じこめと並び立つ2本柱のひとつである。核融合炉では放射性同位元素であるトリチウム（T）を大量に取扱う必要があるにもかかわらず、放射能的にクリーンであると強調されすぎているきらいがある。核融合炉燃料として使用されるトリチウムは、平均約 6 keVの $\beta$ 電子を放出して ${}^3\text{He}$ になる放射性同位元素であり、またDT反応で発生する中性子が材料を放射化するため、十分な放射線管理のもとで放射性安全性を確保して運転される必要がある。エネルギー発生装置としての実用核融合炉は、経済的に見合うものであると同時に、安全性の観点から社会的にも受容されるものでなければならない。

本領域が目指すのは、トリチウム(T)と重水素(D)との核融合反応（DT 反応）によりエネルギーを取り出す核融合炉を実現するため、Tが放射性である故に、その放射性安全性を確保しかつ経済的な核融合炉燃料システムを構築すること、即ち(1)炉内へのDとTの導入量を、核融合反応を継続するために制御しつつ供給すること、(2)それらを排気回収し不純物を除去した上で、トリチウムを分離・再利用すること、(3)ブランケットによりトリチウムを増殖回収、利用すること、さらに(4)安全・高効率なトリチウムの燃料処理及び閉じ込めシステムの構築並びに制御を可能にするための技術開発をすること、である。またあわせて、トリチウムに関する正しい理解に基づいた新しい「トリチウム科学」ともいべき学問分野を打ち立てるとともに、トリチウムに対する正しい理解を社会に広めようとしている。

このため、次の研究項目について、「計画研究」により重点的に研究を推進すると共に、これらに関連する、一人又は少数の研究者による2年間の研究を公募する。また総括班を設置し、各研究計画の班長に加えて、これまでトリチウム研究に長年携わって来た我国の主だった研究者にも協力を仰ぎ、個々の研究班の個別の成果を評価検討して、全体的あるいは俯瞰的見地より、各研究班へのフィードバックをはかると共に、それらの成果を統括・連携して核融合炉全体としてのトリチウム安全対策を講じ、核融合トリチウムについての社会的受容性を高めるための活動を行う。

班名	研究課題	代表
総括班	核融合炉実現を目指したトリチウム研究の新展開	田辺哲朗
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	上田良夫
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	大宅薫
A03 調整班	炉内へのトリチウムの蓄積と除去	上田良夫
B01 班	核融合炉ブランケット材中のトリチウム輸送現象解明と新規回収プロセス開発の研究	深田 智
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	寺井隆行
B03 調整班	核融合炉ブランケットにおけるトリチウム共同解明	深田 智
C01 班	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	山西敏彦
C02 班	トリチウムの透過漏洩と汚染・除染	波多野雄治
C03 調整班	核融合炉におけるトリチウム安全閉じこめ、漏洩制御のための技術開	山西敏彦

## (2) 研究領域の設定目的

本特定研究領域設置の目的は、トリチウム(T)と重水素(D)との核融合反応(DT 反応)によりエネルギーを取り出す核融合炉を実現するため、トリチウム(T)を含んだすべての水素同位体(H,D,T)に関連する様々な学問的分野を背景としている研究者を組織化し、Tが放射性である故に、その放射性安全を確保しかつ経済的な核融合炉燃料システムを構築すること、即ち(1)炉内へのDとTの導入量を、核融合反応を継続するために制御しつつ供給すること、(2)それらを排気回収し不純物を除去した上で、トリチウム分離・再利用すること、(3)ブランケットによりTを増殖回収、利用すること、さらに(4)安全なシステムの構築あるいは制御を可能にするための技術開発をすること、である。同時にトリチウムに関する正しい理解に基づいた新しいトリチウム科学ともいべき学問分野を打ち立てるとともに、トリチウムに対する正しい理解を社会に広めようとするものである。

国際熱核融合炉 ITER が南仏カダラッシュに建設されることになり、かつて経験したことのない多量の放射性同位体トリチウムの使用が必然化される。ITER でのトリチウム使用に関する最大かつ緊喫の課題は、どれだけのトリチウムを ITER 装置に供給し、どれだけが回収され、残りが装置内部のどこにどれだけ停留あるいは蓄積していくか、を明確にすることである。またその際の収支の不釣り合いは、例え計測の誤差範囲内であれ、トリチウム安全性の観点からは無視できない。さらに、実際にシステムからトリチウムが透過・漏洩することも避けられない。この透過・漏洩はトリチウム収支からみれば誤差範囲内に過ぎない極微量であっても、透過・漏洩してくる側から見れば、トリチウム汚染につながり、安全性の観点から重大な問題を引き起こす。

実際に核融合炉で燃料サイクルとして循環使用されるトリチウムの総量は、重さにすればわずか数 kg程度であるが、放射能レベルで言えば  $10^{17}\text{Bq}$  (=100PBq; 1秒間に  $10^{17}$  の  $\beta$  電子を発生させる) という想像を絶する量である。参考図1に核融合炉で使用するトリチウム量、自然界の存在量、安全性のための規制が必要等量を比較した。図からもわかるように、核融合炉では、安全性の観点から定められている規制値に比べると10桁以上も多い量のトリチウムを使用しなければならないため、ITERのような実験炉でも、わずか100回程度のDT放電でその立地での使用許可量を超えるトリチウムが真空容器内に蓄積されてしまい、頻繁にその除去作業を余儀なくされるとして、安全性・経済性の観点からの核融合炉の実現を危惧する声すらある。

このような多量のトリチウムを取り扱った経験は、日本はおろか世界にも(軍事研究を除けば)全く無く、その安全な取り扱い技術が確立されているとは言えない。またトリチウムの放射性同位元素としての特性、またその安全性についても十分理解しているとは言えない。一般社会や他分野の理・工学研究者はもとより、核融合研究者内においても、核融合の研究と称しながら、トリチウムは怖いからとその使用をためらったり、あるいは核融合炉にかかわるトリチウムの放射線安全性についての正確な認識を欠いたまま、いたずらに安全性が喧伝されたりする事があった。

平成16年度に行われた放射線規制法の改正によりT使用規制量の大幅な緩和が行われたことから明らかのように、Tの放射線影響は他の放射性物質に比べ極めて弱い。しかし、一般には極微量でも非常に危険であると信じられており、安全性の観点において事実と一般的な認識の間に大きな乖離が見られる。この乖離を放置すると、一般社会と核融合研究者間の相互信頼性を欠くことになり、これからの核融合炉開発に社会的受容性が得られなくなる危険がある。かつて経験をしたことのない多量のトリチウムを使用する燃料サイクルの構築とその安全性確保、さらには社会受容性を得ることは、その挙動の理解と正確な予測なしにはあり得ない。

### (3) 研究領域内の研究の年度の進展状況及びこれまでの主な研究成果

計画研究各班の初年度の研究成果を以下に簡単にまとめた。2年目として、各研究班とも、目に見えた成果があがっており、本報告書(6)研究成果の公表の状況に記述されているように、数多くの学会発表(国内、国際)や論文発表がなされた。計画研究班相互での研究成果の共用、今後の研究展開へのフィードバックも、総括班のシンポジウム等によりはかられており、21年度中旬には外部中間評価に向けた内部での研究会等を開催し、さらなる研究の進展をはかる予定である。

成果の要約(出版物等を除く)	
総括班	<p>総括班として計画研究全体の統括を行うと共に、領域全体、各計画研究相互に関わる研究の調整、積極的な交わりを進めた。このため「シミュレーションと実験の連携に関するワークショップ」、および「核融合炉におけるトリチウムの計量管理」、「トリチウムの増殖比から見た核融合炉の経済性」シンポジウムを主催し研究内容の深化および、領域外への情報発信をはかってきた。また2つの国際シンポジウム等に開催にも協力した。</p> <p>さらに4回のニューズレターの刊行を通じて、領域分担研究者の相互研究紹介、その内容の理解をはかるとともに、共通の問題点抽出、各計画研究の進め方についての示唆を行ってきた。今年度総括班の評価員に評価をお願いした(本報告に記載)ので、来年度以降に、これも活かしてゆく予定である。</p>
A01班	<p>複合環境(複数イオン照射、中性子損傷)におけるトリチウム蓄積の基礎現象、ダスト影響、およびトリチウム除去法について研究を進めた。重水素・炭素同時照射下での、炭素の堆積条件(温度依存性)と重水素蓄積量、分光的手法による炭素の損耗や輸送現象を、実験室実験や実機実験等で明らかにした。重水素・ヘリウム同時照射や、イオン照射損傷がタングステン中の重水素蓄積量に与える影響を実験的に評価した。ダスト研究では、プラズマ中のダストの運動をシミュレーションによる結果と比較した。また、新たなダスト形成メカニズムを示した。トリチウム除去研究では、希ガスグロー放電で、SUS中の水素同位体が効率的に除去できることや、水素同位体交換による炭素堆積層中のトリチウム除去の可能性を示した。</p>
A02班	<p>EDDYコードによる炭化トリチウムのタイルギャップへの再堆積過程とその低減に関する研究と、化学スパッタリングによる炭化トリチウム発生機構の分子動力学シミュレーション研究を進めた。水素同位体の原子拡散過程を明らかにするための分子動力学シミュレーション研究や、第一原理計算による原子空孔の水素原子多重捕獲の研究を進めた。微粒子の振る舞いとそのトリチウム蓄積挙動を明らかにするため、背景プラズマとして実トカマク形状のプラズマの準備も進んでいる。SONICコードは統合化に向けたモジュール化を進め、炭化水素の主プラズマへの混入過程を調べた。IMPGYROコードは、EDDYコードの結合に続き、JT-60U装置のタングステン堆積分布の解析を進めている。</p>
B01班	<p>X線CT撮影等でペブル充填材を詰めた状態の固体ブランケット内微細構造を可視化し、mm以下のスケールの精度で充填室を求め、熱と物質輸送特性を明らかにした。ガス、水蒸気との吸着、反応の相互作用を数値モデル化した計算と、トリチウム放出実験結果を比較し、良好な一致を示した。さらに先進的回収システム構築のためプロトン導伝性セラミックによるトリチウム回収実験をおこない、物質移動係数の速度定数を使って解析した。液体ブランケットではLi-Pb共合金におけるH<sub>2</sub>-D<sub>2</sub>の溶解度と拡散係数を透過法で測定し、同位体効果を明らかにし、Li-Pb成分比の違いによるLi活量係数の変化も求めた。LiからのY金属による水素同位体回収率と回収量を重量法で直接測定し、YのHF処理の効果も明らかにした。</p>
B02班	<p>各種トリチウム増殖材料の内部、表面、及びその近傍におけるトリチウム挙動の素過程について研究した。溶融リチウム鉛合金について、トリチウム透過防止被覆候補材との高温共存性を試験するとともに、弥生炉で照射可能な自然対流ループシステムを設計製作した。また、液体リチウムから純鉄壁を通して高真空への重水素漏洩試験を実施し、液体リチウムからの漏れには純鉄中拡散係数以外の要素がほとんど関わらない事を見出した。リチウムタイトナートについては、トリチウム放出に深く関わる酸化還元状態変化を模擬した試料の作成を進めた。また、ブランケット構造材料壁におけるトリチウム透過防止被覆について、作成した被覆の分析と特性試験を進めた。</p>
C01班	<p>吸着法トリチウム水処理システムの開発の一環として、吸着剤のシリカアルミナ比が同位体分離性能及び脱水性能に与える影響についてデータ取得した。高濃度トリチウム水中における金属の腐食挙動の研究に関しては、4500Bq/ccまでのトリチウム濃度で、腐食電位、腐食電流密度等の腐食速度に、トリチウムの影響が認められないことを観測した。軽水素-トリチウムの化学交換(水蒸気-水素交換)搭による水処理システムの研究では、トリチウム水分離データを取得した。さらに、水蒸気-水素反应用白金触媒の性能を測定し、反応効率解析式を導出した。有機材料に関する研究では、室温におけるポリプロピレン膜中の水蒸気の透過挙動測定を開始した。材料との相互作用研究の一環として、金属表面酸化膜の形成温度が高くなることで、水素滞留量が増加すること、表面酸化膜の化学組成が滞留挙動に大きく影響していることを示した。</p>
C02班	<p>トリチウム(T)の透過漏洩に対する障壁として、フェライト鋼上に湿式法で作製したAu膜および酸化物膜の特性を評価し、前者は573K付近で、後者はフェライト鋼の使用上限である823K付近で、それぞれ透過を1/1000程度に抑制し得る事を見出した。今後、構造解析等を進め、透過機構の解明と更なる性能向上を目指す。また、種々の材料についてトリチウム脱離挙動を評価し、新たな除染法として触媒酸化法を提案すると共に、プラズマ対向材料(W)からのTの脱離挙動に同時照射イオンが大きな影響を及ぼすことを明らかにした。並行してT挙動を解析・予測するための量子力学・分子動力学計算等に基づくモデルの構築を進め、拡散係数の同位体効果等を予測する見通しを得た。</p>

#### (4) 研究領域の研究組織と各研究項目の連携状況

##### (4-1) 研究組織

総括班のもと3研究班、6計画研究組織体制を構築した。この際、協力研究者として、単に従来からトリチウムを取り扱ってきた研究者にとどまらず、軽水素、重水素をもちいて核融合研究を行ってきた研究者、水素—固体相互作用の研究者等を加え新たな組織化をはかっている。

##### A01 班

代表/分担	氏名	所属	職名	役割分担
代表者	上田良夫	大阪大学・大学院工学研究科	教授	研究総括・複合イオン照射実験
分担者	日野友明	北海道大学・大学院工学研究科	教授	イオンビーム・プラズマ照射実験
分担者	大野哲靖	名古屋大学・大学院工学研究科	教授	ダスト粒子・再堆積層実験
分担者	高木郁二	京都大学・大学院工学研究科	准教授	高エネルギーイオンビーム照射実験
分担者	永田晋二	東北大学・金属材料研究所	准教授	高エネルギーイオンビーム照射実験
分担者	仲野友英	日本原子力研究開発機構・核融合研究開発部門	研究職	炉内不純物輸送実験と再堆積層評価
分担者	田辺哲朗	九州大学・総合理工学研究院	教授	炉内トリチウムの蓄積評価と除去実験

##### A02 班

代表/分担	氏名	所属	職名	役割分担
代表者	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	研究統括、炭化トリチウムの輸送と再付着、コードベンチマーク、トリチウム蓄積評価シミュレーション
分担者	小野 忠良	岡山理科大学・総合情報学部	教授	材料中でのトリチウム拡散係数評価のための分子動力学の応用
分担者	剣持 貴弘	同志社大学・生命医科学部	准教授	材料中でのトリチウム輸送係数の評価シミュレーション
分担者	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部	准教授	ダスト粒子の周辺プラズマ中での挙動とトリチウム蓄積
分担者	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部	准教授	トリチウム／炭化トリチウム・材料相互作用の分子動力学シミュレーション
分担者	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	トリチウムと炉材料相互作用の原子過程
分担者	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	トリチウムプラズマの熱・粒子輸送モデルと総合ダイバータコード
分担者	畑山 明聖	慶應義塾大学・理工学部	教授	SOL／ダイバータにおけるトリチウムプラズマの総合モデル

##### B01 班

代表/分担	氏名	所属	職名	役割分担
代表者	深田 智	九州大学・総合理工学研究院	教授	総括的研究遂行と液体ブランケットトリチウム回収実験
分担者	片山 一成	九州大学・総合理工学研究院	助教	トリチウム回収実験と中性子照射実験の解析
分担者	西川 正史	九州大学・総合理工学研究院	名誉教授	トリチウム回収とブランケット設計計算
分担者	榎枝 幹男	日本原子力研究開発機構・核融合工学部	主任研究員	ブランケット流動実験と解析
分担者	河村 繕範	日本原子力研究開発機構・核融合工学部	主任研究員	トリチウム回収と中性子照射実験
分担者	相良 明男	核融合科学研究所	センター長	トリチウムと熱の移送シミュレーション

**B02 班**

代表/分担	氏名	所属	職名	役割分担
代表者	寺井 隆幸	東京大学・大学院工学系研究科	教授	研究の統括
分担者	鈴木 晶大	東京大学・大学院工学系研究科	准教授	液体増殖材中性子照射とトリチウム挙動
分担者	田中 照也	核融合科学研究所・炉工学研究センター	助教	水素透過抑制コーティング試験
分担者	星野 毅	日本原子力研究開発機構・核融合研究開発部門	研究員	固体増殖材料のトリチウム挙動解明

**C01 班**

代表/分担	氏名	所属	職名	役割分担
代表者	山西 敏彦	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	研究計画の推進、トリチウム水処理に関する解析研究
分担者	林 巧	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	研究主幹	トリチウム水腐食に関する解析研究
分担者	岩井 保則	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	研究副主幹	トリチウム水同位体分離実験研究(吸着及び電解)
分担者	磯部 兼嗣	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	研究副主幹	トリチウム水と金属の相互作用実験(腐食に関する実験研究)
分担者	杉山 貴彦	名古屋大学大学院工学研究科	准教授	トリチウム水同位体分離実験及び解析研究
分担者	原 正憲	富山大学水素同位体科学研究センタ	准教授	トリチウム水と高分子の相互作用
分担者	奥野 健二	静岡大学理学部附属放射化学研究施設	教授	トリチウムの金属表面酸化膜での挙動

**C02 班**

代表/分担	氏名	所属	職名	役割分担
代表者	波多野雄治	富山大学水素同位体科学研究センタ	教授	研究の総括, トリチウム汚染材料分析, 透過防止障壁膜材料の探索
分担者	鳥養祐二	富山大学水素同位体科学研究センタ	准教授	汚染材料からのトリチウム脱離挙動
分担者	大矢恭久	静岡大学・理学部	准教授	化学的状態がトリチウム脱離速度へ及ぼす影響
分担者	田中 知	東京大学・大学院工学系研究科	教授	トリチウムの表面化学反応のモデリング
分担者	小田卓司	東京大学・大学院工学系研究科	助教	汚染材料からのトリチウム脱離および配管材料中のトリチウム透過のモデリング
分担者	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	トリチウム透過速度低減化技術の探索
分担者	朝倉大和	核融合科学研究所安全管理センター	教授	真空容器壁からのトリチウム脱離評価



## 総括班

代表/分担	氏名	所属	職名	役割分担
代表者	田辺 哲朗	九州大学・総合理工学研究院	教授	領域代表 研究の取りまとめ、炉内トリチウム蓄積の制御と除去
分担者	上田 良夫	大阪大学大学院・工学研究科研究院	教授	調整班Aの研究方針策定と研究計画の取りまとめ
分担者	深田 智	九州大学・総合理工学研究院	教授	調整班Bの研究方針策定と研究計画の取りまとめ
分担者	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	調整班Cの研究方針策定と研究計画の取りまとめ
分担者	西川 正史	九州大学大学院	名誉教授	トリチウム安全性確立のための戦略設定
分担者	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	経済的なトリチウムサイクルの確立への方策
分担者	田中 知	東京大学大学院・工学研究科	教授	水素同位体としてのトリチウムの物理と化学の整理・体系化
分担者	朝倉 大和	自然科学研究機構・核融合科学研究所・安全管理センター	教授	システム安全性の評価、広報および事務担当

## 評価委員

総括班に評価委員として、日本の核融合科学と核融合炉工学推進のそれぞれの指導者に加え、ITER 建設の立場からの評価を伺える方々を加え、研究結果、研究の進め方等への、鋭い辛口の批評および評価をいただき、研究の質をより良くするとともに、研究の効率を上げていく。

評価委員	本島 修	核融合研	元所長
評価委員	高津 英幸	原子力研究開発機構	ユニット長
評価委員	嶋田 道也	ITER 協力調整グループ	研究主幹

## 公募研究

研究項目	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コイソシステム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

## (4-2) 各研究項目の連携状況

### 研究 A 班:「炉内へのトリチウムの蓄積と除去」

この班で課題とするのは、炉内のトリチウムインベントリーの評価と蓄積、そして蓄積トリチウムの除去である。これらはPFMの材料や炉の温度、プラズマ条件等により大きく変化するが、これを基礎現象の積み重ねであるとして、理論およびシミュレーションによってモデル化し予測可能にするというシナリオとなる。実機はこのためのテストベッドと位置づけられる。また A02 班は A 班にとどまらず、B 班、C 班の理論・シミュレーション研究に協力し相互の研究の調整、整合性を確保する。

### 研究B班:核融合炉ブランケットにおけるトリチウム挙動解明

この班では燃料の供給と排出のバランスを考慮しなければならない。現時点で、実際の炉を念頭に T を循環させるシステムは、それなりに設計出来よう。しかし現実の DD 実験装置ですら供給したDは回収しておらず、どのような化学系でどれだけ排気されるかは不明であり、データの取得が必要不可欠である。また実際に核融合炉で想定される供給トリチウムの全量回収をどのように行うかを明確にする必要がある。これを実機(LHD および T-60U/SA)および基礎実験で行うこととする。同時にブランケットからの回収も極めて重要であり、固体・液体を問わずトリチウム回収の観点にテーマを縛りこんだ。実際に中性子照射環境下での実験も行う。

### 研究 C 班: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

多量トリチウムを扱う際の最大の懸念は、透過・漏洩と汚染である。カウント測定から PVT 測定へのつなぎ、さらには熱量測定へのつなぎ、そしてその有効測定桁数の問題、および固体中に存在するトリチウムの絶対測定(熱量測定レベル以下での)、いずれもいまだ未解決である。A 班が担当する主燃料循環系と B 班が担当する増殖トリチウム回収系におけるトリチウムの化学形態変化に関する基礎的な知見をベースに、従来のプラント外に移行するトリチウムを単純に回収除去する対策にとどまらず、核融合発電プラント内の作業環境中へのトリチウム漏洩をきめ細かく抑制するための技術開発を想定している。この際トリチウム特異性を考慮したトリチウム理工学の体系化に努める。

以上のように計画研究では A 班が「炉内へのトリチウムの蓄積と除去」、B 班がそれを取り囲む「核融合炉ブランケットにおけるトリチウム挙動解明」、C 班が「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」と全体を取り囲む形になっており、相互の緊密な連携無しには計画の進捗はあり得ない。従って、下記のように全体の関与するシンポジウムや研究会を5回開催し、お互いの研究状況を知るだけでなく、相互に、研究テーマや研究進展について、意見交換や互いの要望の交換を行った。

## 平成 20 年

4 月 30 日	特定領域「核融合トリチウム」研究打合せ会
5 月 9～10 日	第 2 回 日中トリチウムワークショップ(仙台)
5 月 26～30 日	第 18 回 プラズマ壁・相互作用国際会議(18th PSI) Toledo, Spain
6 月 2～3 日	第 9 回 核融合炉におけるトリチウム国際ワークショップ (PSI サテライト会議) Salamanca, Spain
6 月 19～21 日	第7回核融合エネルギー連合講演会
7 月 16 日	ITER STAC、及び ITPA 検討会(A班共催、NIFS)
7 月 22～25 日	2nd ITER International Summer School(総括班協力、九大)
9 月 2～3 日	総括班主催「シミュレーションと実験の連携に関するWS」(徳島大)

- 9月4日 日本原子力学会 核融合工学部会企画セッション「トリチウムの増殖比から見た核融合炉の経済性」(総括班提案、高知工科大学)、総括班会議
- 9月15～18日 11th ITPA topical group meeting on SOL and divertor physics, Nagasaki, Japan (総括班協力)
- 12月5日 プラ核学会・シンポジウム「核融合炉におけるトリチウムの計量管理」(A班企画、栃木県総合文化センター)

**平成 21 年**

- 3月5～6日 公開シンポジウム「20年度成果報告会」(東京)
- 3月25日 日本原子力学会 春の年会 (東京工業大学)、総括班会議

さらに下記のように各班内で合同の班会議を開催し、さらに詳細な点での班内での意見交換を行った。

- 5月2日 ITER STAC 検討会 (A1班共催、JAEA)
- 6月11日 A1&A2班合同研究打合せ会
- 8月4～5日 C1&C2班合同班会議
- 12月1日 B1&B2班合同研究打合せ会
- 12月25～26日 PWI 研究に対する情報交換会 (A班共催、NIFS)
- 1月23日 B2班研究打合せ会
- 2月23日 C1&C2班合同班会議 (第2回)

あわせて、各会議での発表の総括、及び使用されたビューグラフ(非公開のものを除く)は web で公開し、共通理解が持てるようにした。

**総括班:核融合炉実現のためのトリチウム研究の新展開**

各研究計画の班長に加えて、これまでトリチウム研究に長年携わって来た我国の主だった研究者に協力を仰ぎ、個々の研究班の個別の成果を評価検討して、全体的あるいは俯瞰的見地より、各研究班へのフィードバックをはかると共に、それらの成果を統括・連携して核融合炉全体としてのトリチウム安全対策を講じ、核融合トリチウムについての社会的受容性を高めるための活動ができる研究組織とした。さらに、総括班には、一般社会へトリチウムの正しい理解が浸透するよう情報発信を行い、トリチウムの安全性、核融合の社会的受容性を高めると同時に、水素同位体理工学ともいべき啓蒙書の発刊を行うという目標を課する。

### (5) 研究費の使用状況（設備の有効活用、研究費の効果的使用を含む）

第2年度目の備品の整備にあたっては、重複する備品がないように、あらかじめ各研究計画班で打ち合わせも行った。下記に整備した50万円以上の備品とその用途を示した。すべての備品が順調に稼働している。大型の装置で重複する物はない。質量分析計、排気系等重複整備されているが、水素を検出するための基本的計測器であり、共用では利用できないのでやむを得ないと考えている。

研究班	備品名	製造会社・仕様	数量	価格	設置場所と使用者	用途
A O 1 班	ファインポリクロメータ	分光計器(株) MK-300 他	1 台	2,263,380	原子力研究 開発機構 仲野友英	JT-60U のエッジプラズマ中の炭化水素から発生する線スペクトルの測定に使用
	複合分子ポンプ	(株)大阪真空機器製作所 TG220FCAB	1 台	840,000	大阪大学 上田良夫	混合粒子堆積膜製作のためのスパッタリング成膜装置の真空排気に使用
	高分解能四重極質量分析器	日本エム・ケー・エス(株)「Micro Vision Plus」 639-720-030	1 台	2,226,000	大阪大学 上田良夫	複数イオン照射環境下における水素同位体透過測定装置における透過ガス分析
	基板ヒーター	誠南工業(株) 型番:A7490 型改	1 台	1,500,000	大阪大学 上田良夫	混合粒子堆積膜製作のためのスパッタリング成膜装置における試料固定装置
	真空槽 挿入装置	(有)リフテック (特注: 図番 08-11-13A)	1 台	944,475	大阪大学 上田良夫	複数イオン照射環境下における水素同位体透過測定装置の試料設置容器
	ターボ分子ポンプ	伯東(株) HiPace300	1 台	997,500	大阪大学 上田良夫	複数イオン照射環境下における水素同位体透過測定装置の内部排気用真空ポンプ
	赤外線導入加熱装置	(株)サーモ理工 GVH198	1 台	1,705,725	京都大学 高木郁二	イオン照射損傷を与えた試料中の水素同位体測定時の試料加熱
	アナライザー	(株)アイルン真空 216-720-030MK	1 台	1,108,800	名古屋大学 大野哲靖	ダスト加熱時に発生する吸蔵ガスの測定(アナライザー部)
	四重極質量分析計	(株)アイルン真空 235-700	1 式	1,117,200	名古屋大学 大野哲靖	ダスト加熱時に発生する吸蔵ガスの測定(コントロール部)
	赤外線ゴールドイメージ炉	三弘アルバック(株)	1 式	1,522,500	名古屋大学 大野哲靖	ダスト中の重水素吸蔵量測定のためのダスト加熱に使用
複合分子ポンプ	スリーエス(株) TG350FCAB27H	1 式	1,323,000	名古屋大学 大野哲靖	ダスト中の重水素吸蔵測定用真空容器の排気	
A O 2 班	ワークステーション	HPCテクノロジーズ(株)DP-T7400 クアッドコア Intel Xeon 3.16GHz, 16GB メモリ、Linux	1 台	998,340	同志社大学 剣持貴弘	ACAT-DIFFUSEコードによる核融合装置壁材料への水素同位体蓄積に関する温度依存性のシミュレーション解析
	ハイパフォーマンスコンピュータ	HPCテクノロジーズ(株) BoxCluster ML-SIP, 3.0M12-4/1-4G1noX	1 台	571,200	徳島大学 大宅 薫	核融合炉内の炭化水素輸送と炉壁への再付着に関するシミュレーション
B O 1 班	VAC 社製グローブボックス	VAC101965-OMNI-LAB(山八物産)	1 台	6,825,000	九州大学 深田智	反応性リチウム増殖材の取扱のため
	ガス分析計	アルバック九州 BGM-102R	1 台	1,263,780	九州大学 深田智	排ガス分析用
	固体増殖ブランケット微小球充填体流動試験装置	アート科学	1 台	2,610,993	原子力研究 開発機構 榎枝幹男	固体ブランケット流動試験用

B 0 2 班	熱機械分析装置	(株)リガク TMA8310S	1 式	2,919,000	東京大学 寺井隆幸	水素同位体蒸発によるリチウムタイタ ネートの物性変化測定装置
	デジタル画像取込装 置	日本電子データ(株) D-8000	1 台	961,800	東京大学 寺井隆幸	水素透過防止膜の特質変化を鮮明に 捉えるための顕微鏡表示機
	高温液体金属循環 下水素透過測定装 置	(株)アート科学	1 式	4,499,250	東京大学 鈴木晶大	照射下流動液体金属からのトリチウム 放出を試験するための弥生炉で照射 可能な小型液体金属流動装置
	FNS 中性子照射試験 用キャプセル	(株)化研	1 式	990,150	原子力研究 開発機構 星野毅	固体増殖材への高速中性子照射を行 うための照射容器
	ターボ分子ポンプ 空冷	(株)アイリン真空 PT-150 ICF152	1 台	703,500	核融合研 田中照也	水素透過防止性能を高精度に測定す るために既存装置に取り付けて真空 度を上げる装置
C 0 1 班	腐食・浸透測定装置	東陽テクニカ	1 式	6,999,300	原子力研究 開発機構 山西敏彦	高濃度トリチウム水 腐食電位測定
	真空排気セット	バリアン製 TPSCcompact (TV81-M/CFF4.5")	1 式	969,360	原子力研究 開発機構 山西敏彦	透過実験装置用 真空排気セット
	カーボンコーティング 器	真空デバイス社製カー ボンコーター VC-100S 型	1 式	855,750	原子力研究 開発機構 山西敏彦	透過試料膜調整
	腐食速度測定用セ ル	北斗電工	1 式	855,750	原子力研究 開発機構 山西敏彦	高濃度トリチウム水腐食電位測定
	水素同位体挙動解 析装置	アールデック社製	1 式	8,295,000	静岡大 奥野健二	金属酸化膜透過測定装置
C 0 2 班	可搬・高感度ファイバ ープローブ型分光装 置	堀場製作所特注品, 可搬型レーザーラマ ン分光装置, 半導体 レーザー光源	1 台	15,991,500	東京大学 小田卓司	水素同位体の透過・吸脱着実験時の 試料表面状態の同定、透過防止障壁 膜の相同定
	分析用チャンバー	三和トレーディング特 注品, アクリル製チャ ンバー, グローブ・配 管用ポート付き	1 台	1,575,000	東京大学 小田卓司	雰囲気制御下試料調製および材料表 面吸着水素同位体の分光測定におけ る雰囲気制御
	磁気軸受ターボ分子 ポンプ	島津製作所 TMP-803	1 台	1,869,000	静岡大学 大矢恭久	水素同位体滞留・脱離挙動解析装置 の高真空排気
	露天計	美和製作所 +20~-110℃	1 台	677,250	富山大学 鳥養祐二	トリチウム脱離実験用試料調製、保 管、詰替え用グローブボックス内の水 蒸気分圧管理

## (6) 研究成果公表の状況

### ① 発表論文

20 年度中に掲載（印刷中含む）された論文は、査読つき；111 件、査読無し（総説、解説を含む）；29 件である。各計画研究班ごとの論文一覧を添付資料 3 として各班ごとに業績リストをに示し、添付資料 4 として各論文のアブストラクトを含んだ第 1 頁のコピーを添付した。

### ② 学会発表（国内）

国内の学会で 217 件の発表を実施した。各班ごとの内訳は以下である。

A01 班；79 件、A02 班；54 件、B01 班；27 件、B02 班；11 件、C01 班；16 件、C02 班；27 件、総括班；3 件

### ③ 学会発表（国際）

国内外の国際会議で 152 件の発表を実施した。各班ごとの内訳は以下である。

A01 班；49 件、A02 班；48 件、B01 班；24 件、B02 班；5 件、C01 班；6 件、C02 班；15 件、総括班；5 件

### ④ 特許

C02 班から 1 件出願された。内容は添付資料「各班の業績リスト」に示す。

### ⑤ ホームページ

総括班事業として、2007 年 9 月にホームページを開設 (<http://tritium.nifs.ac.jp/>) し、以降、随時（月 2 回前後）更新を行ってきた。この間、研究会や各班会合の開催案内を「カレンダー」として掲載すると共に、最新の研究成果報告資料については「プロジェクト資料」として、議事録と共に、公開可能な報告資料はすべて公開している。

### ⑥ 公開シンポジウム

総括班事業として 2 回の公開シンポジウムを企画・開催した。うち 1 回は 20 年度の成果報告会である。他の 1 回は、プラズマ核融合学会での特別シンポジウムとして開催した。各シンポジウムのまとめ（総括）と使用されたビューグラフを添付資料「第 1,2 回公開シンポジウム」に示す。

### ⑦ ニュースレター

下記内容で、3 号から 8 号までのニュースレターを発行した。詳細は添付資料「ニュースレター」に示す。ニュースレターはホームページで公開すると共に、核融合工学部会及び核融合ネットワークのメーリングリストを利用させていただき、Web で関係者に広く配信した。

<発行 No.>      <発行日>      <主な内容>

3号 H20 年 4 月 24 日

1. はじめに（田辺哲朗）
2. ワークショップ開催報告（田辺哲朗）
3. 第 1 回公開シンポ「19 年度成果報告会」
4. 第 2 回公開シンポ「トリチウム研究の新展開」
5. 公募研究採択結果

4号 H20 年 5 月 14 日

1. はじめに（田辺哲朗）
2. A01 班の研究報告（上田良夫）
3. A02 班の研究報告（大宅 薫）
4. B01 班の研究報告（深田 智）
5. B02 版の研究報告（寺井隆行）

- 6. C01 班の研究報告 (山西敏彦)
  - 7. C02 班の研究報告 (波多野雄治)
  - 8. シンポ、研究会等の開催実績・各計画研究の成果 (各班長)
- 5号 H20年7月31日
- 1. はじめに (上田良夫)
  - 2. 米国トリチウム専門家会議報告 (西川正史)
  - 3. 18th PSI 国際会議報告 (A1&A2 班)
  - 4. 9th 国際 WS of PSI 報告 (A1&A2 班)
  - 5. A班の今年度の活動研究募集案内
- 6号 H20年6月20日
- 1. ご挨拶とお願い (田辺哲朗)
  - 2. 最近の活動報告
    - 1) ITER Summer Scholl
    - 2) 原子力学会企画セッション
    - 3) 16th ITPA(SOL/DIVERTOR)
  - 3. 今後の予定研究の進め方 (各班長)
- 7号 H21年1月6日
- 1. ご挨拶 (田辺哲朗)
  - 2. はじめに (深田智)
  - 3. 2008年度 B 班活動報告会
  - 4. B 班研究成果の紹介
  - 5. ブランケット研究の今後の方向性
- 8号 H21年5月15日
- 1. はじめに (田辺哲朗)
  - 2. 評価委員の評価 (各評価委員)
  - 3. 各班の成果の概要 (各研究班長)
  - 4. 中間評価に向けて (田辺哲朗)
  - 5. 20年度の主要な活動実績
  - 6. 今後の主要な活用予定

## (7) 総括班評価者による評価の状況

総括班事業として行ったミーティング、シンポジウム、研究会の後には必ず総括班会議を開催し、行った事業の総括を作成し、事業で使われたビューグラフを公開して、事業に参加いただけなかった評価者のみならず、第三者からの評価も可能なようにしてきた。研究報告会で総括班および評価委員より指摘された意見は次の通りである。(1)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、(2)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。(3)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、充実をはかること。(4)“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。(5)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。(6)人材育成と維持を積極的に推進すること。

また以下に3名の評価者のそれぞれの20年度の本事業に対する評価を記す。

### 特定領域研究「核融合炉実現を目指したトリチウム研究の新展開」への評価意見

#### 核融合科学研究所 本島 修

本特定領域研究の平成20年度の研究成果報告を検討しその評価をここに述べる。

核融合炉研究はプラズマ装置としての研究がまず出発し先行して来たが、最終目標である実用炉はプラズマ容器を中心としたトリチウム反応装置の集合体としての性格を持っている。本特定領域研究でも核融合炉をプラズマ容器、トリチウム増殖ブランケットおよび炉室環境の三つに分けてトリチウムの挙動を局所的に且つ総括的に把握することが目的として設定されている。A班はプラズマ壁相互作用におけるトリチウムの挙動解明を目的としている。本年度からはA班にはプラズマ壁相互作用やダストの生成機構に関する多くのプラズマ研究者が公募研究として参加しよい研究成果を挙げつつある。このようなプラズマ研究者のトリチウム研究への参加はなかったことで、これまで永年にわたって蓄積されてきたプラズマ科学の視点からの研究成果と材料科学的視点および工学的移動現象論的視点からの研究成果が本特定研究で相互に議論され、その相乗効果が核融合炉燃焼プラズマの安定制御の確保に一層の貢献を期待させるものである。

プラズマから離れたトリチウム増殖ブランケットにおけるトリチウム挙動の解明を対象にするB班では固体ブランケットならびに液体ブランケットにおけるトリチウムの挙動解明が進んでいる。さらにその外側のトリチウム安全対策を対象とするC班の研究でもトリチウムの透過挙動の解析と透過トリチウムの低減化対策や新しい測定方法の開発等に多くの興味ある成果が提出され学問的理解も深化していることが見て取れる。プラズマ装置を研究対象にしてきた研究者としては、これらの個々の貴重な成果がどのように統合されA班の研究とも結びつけられていくのか期待が持たれるところである。

以上を総括すると、平成19年度に始まった本特定研究には平成20年度からは公募研究も加わり満足するに足る研究成果を順調にあげており、平成21年度以降には一段の進展を期待させる研究態勢が整ったと判断される。



## 日本原子力研究開発機構 高津英幸

本特定領域研究が活動を開始して約 1 年半が経過し、各計画研究班から、また採択された公募研究から、論文、学会発表等数多くの成果が公表されている。報告会には都合で参加できなかったが、成果を取り纏めた CD を見せて頂くと、初年度において実験装置が整備され、データ取得が本格化してきたこと、公募研究も順調に滑り出したことが分かり、また、当初想定以上の成果が挙げられているものと高く評価できる。諸外国からも評価の高い日本のトリチウム関連研究者を結集し、燃料システム、ブランケット、プラズマ対向機器という、核融合炉のまさに本体を対象にしてトリチウム理工学に関する総合的な研究開発を展開し、工学的には核融合炉燃料システムの技術基盤を構築すること、学術的にはトリチウム科学の学術分野を確立することという高い目標に向けて、着実な進展が見られていると評価できる。

巨大なトリチウム取り扱い設備でもある核融合炉の建設には、現状と比較し、遙かに多くのトリチウム研究者、技術者が必要なことは明らかである。この特定領域の計画研究には、上記のように、日本の大学のトリチウム関連研究者が網羅されているが、その大学では多くの学生が実験に参加しているものと推測される。この経験と、研究活動を通じて得られた知識・経験を生かし、将来を担うトリチウム若手研究者及び技術者が多く輩出されることを期待する。また公募研究では、これまでトリチウム研究には加わっていなかった、女性研究者、薬学関係研究者からの応募も採用されているようであり、人材面での裾野が着実に広がっていることが伺える。

ITER はもとより、将来の核融合炉を実現する上で、安全な燃料（トリチウム）サイクルを構築することは、最も重要な工学課題の一つである。トリチウム取り扱い技術を工学的立場で見た場合、非常に広範囲な濃度（多量のトリチウムを使用したプラズマと、作業環境での極低濃度のトリチウムまで）、温度（プラズマ状態から液体水素状態まで）、化学種（水素、水、有機）を対象とする特異な領域であり、本特定領域研究の目指すところである「トリチウム理工学として学術の体系化、水素同位体の理解を極めること」の重要性が改めて認識される場所である。今後長期にわたって進める ITER での研究及びその先の原型炉開発の道を開くために、本特定領域研究において、想定を上回る基礎研究の成果を挙げつつあることを高く評価する。

本特定領域研究に対し、日本におけるトリチウム関連研究者の老齢化、企業における活動の低下等、現在の閉塞感を打破することが、大いに期待されていたことは間違いない。特定領域研究は後 3 年続くが、現在の活動基盤の整備状況から判断して、今後も活発な活動が続けられることは確信できる。上記期待が事実が変わっていくことも近いのではないかと期待する。

## ITER 機構 嶋田道也

「核融合トリチウム」特定領域は、ITER への貢献および核融合炉実現に向けて不可欠な研究課題である、トリチウムのプラズマ中の輸送、材料中の拡散、保持、回収、処理など、トリチウムに関する研究開発への総合的な取り組みであり、顕著な成果が上がっているのは、田辺先生をはじめとする諸先生方の先見の明およびご努力と協力の賜物であります。

全体をながめると、トリチウムおよびダストを除去するための方式の開発、および放電洗浄プラズ

マ(ICRF グロー、DC グローなど)のモデル解析、効率の評価、最適化に関する発表が少ない、ないしはない、という印象があります。これは他の国でも同じような傾向が見られます。しかしながら、ITERの運転を成功に導くためには、この分野の研究開発も重要ですので、先生方のご健闘をお願いしたいところです。

細かいことですが、A01 と A02 の分野で気づいたことを以下に申し上げますので参考にしてください。ほかの分野は、ほかの委員の方々が評価して下さると思います。

- 1) ITER のパラメータを、最近の値に更新して下さい
- 2) ヘリウム・グロー放電において 除去された重水素量を評価できたことは非常に重要な成果です。しかしながら、ITER に外挿しますと、二桁以上効率の良いトリチウム除去法の開発が必要ということになります。
- 3) 加熱パワーから放射損失を除いたパワーがLH遷移パワーよりも大きくなり、Hモードが維持できる、という条件から求めたタングステンの許容量は、 $1 \times 10^{-5}$ 程度のようなようです。

(8) 研究領域の研究を進展する上での問題点と対応策

審査に係る意見として下記を頂戴した

本研究領域は、トリチウムの取り扱い技術を中心に放射性物質の基盤技術を広く我が国に育成することを目的としている。トリチウムの安全利用は社会的、国際的に緊急の課題となっており、大学でのトリチウム研究の活動を支えるためにも本研究領域は重要である。また研究計画は明確であり、総括班を中心に有機的に良く組織されている。公募研究の位置付けも十分に配慮されている。以上の理由により、特定領域研究として採択すべきであると判断した。一方、本研究課題は開発要素が強く、特定領域研究として遂行する必要性に疑問があるとの意見もあった。また、学術としてのトリチウム研究の方向性、および日米共同研究とのすみ分けや ITER(国際熱核融合実験炉)の位置付けが明確ではないとの指摘もあった。今後はこれらの指摘にも配慮しながら、具体的な研究計画が策定されることを期待する。

これに対して以下のように対応している。

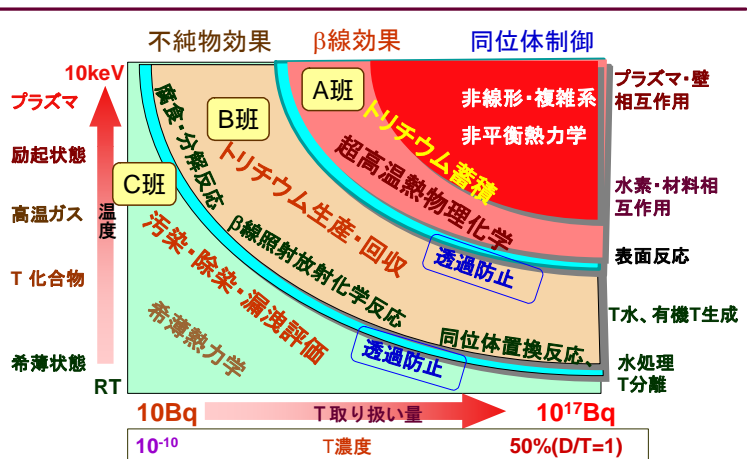
「本研究課題は開発要素が強く、特定領域研究として遂行する必要性に疑問がある」とのご意見に対しては、キックオフミーティングにおいて、過去の知識や知恵を有効に使い、試行錯誤的な研究にならないこと、例え工学的試験等であっても、それを整理するに当たって、その底にある物理現象や化学現象を読み取り、後に引用されるに値する物理・化学パラメータの抽出に努めるように特に注意を喚起した。これは総括班全員でも一致した意見であり、学術の観点からのトリチウム理工学を完成させる目安を整理し、添付図を作成し全員に配布公開した。これにより分担者の研究が学術的のどの位置にあり、班相互の関係がどのようになっているかを明確に出来たものと信じている。

研究をスタートさせる組織に関しては、総括班でも議論した結果、特に組織を変更する必要はないと判断し応募申請書通りの班構成、人員構成(一部やむを得ない事情にて、交代した計画研究分担者3名をのぞく)でスタートさせた。

A班、B班、C班の相互の連携、情報の共有については班構成の性格上(A班が炉心周辺、B班がそれを取りまくブランケット等のエネルギー変換部、C班が全体に関わる安全性)必然的ではあるが、個々の研究に埋没しないよう、キックオフミーティング、班会合、19年度成果報告でおよびニュースレター等で、領域の全研究分担者に伝え意志統一をはかった。

一部研究分担者が日米共同研究にも関連しているのは事実である。しかし、日米共同研究では、材料の欠陥と水素またはトリチウムとの相互作用という極めて限られた視点、かつ near target の研究であり、核融合炉安全性を追及するとともに学術としてのトリチウムをきわめることを目標とする本領域とは明確に一線を画すことをあらためて要請、同意をえた。また ITER に関しては、本領域の知識や結果を最大限注入できるようにつとめる。ITER でトリチウム安全が損なわれるようなことになれば、核融合炉の建設はおぼつかない。

学術としての核融合炉におけるトリチウム理工学



## (9) 今後の研究領域の推進方策

(次年度以降の計画の変更や研究領域をさらに発展させるための方策等)

評価委員からの特に具体的に改めるべき点の指摘はなく、また審査に関わる意見も、昨年度で対応できていると考えられるので、基本的には当初の計画通りすすめる。ただし、年度途中で、全体会合、および総括班会議を開催し、もし必要であると判断されれば、研究計画の修正をもとめることも念頭に置く。昨年度採用された公募研究（下表）からも成果がでつつあるので、これら公募研究代表者とも緊密な連携のもとに研究をすすめる。

すでに、4月30日に総括班と計画研究代表者および採択された公募研究者が集って、研究打合会を開催し、公募研究代表者には計画研究代表者がもつトリチウムの実験施設（特に富山大および原子力機構）を有効に活用していただくための方策も検討した。もちろん分野間で施設の融通、効率的な利用もはかっていく。

昨年度テーマを絞った形で、「金属中の水素」に関して徹底的な討論会を企画・開催、非常に好評であった。トリチウムに特化せず、水素としての一般性から学術を極めることは極めて重要であり、年1-2回程度テーマを絞った形で領域全体からの参加者および外部からの招待者を交えた討論会を引き続き企画・開催し、単なる技術開発に終わらないよう戒めていく。

### 要望

20年度より分担研究者にはすべて、予算を配分することになったが、総括班および調整班に限っては、その縛りをおとすようにしてほしい。ほとんどが会合費、旅費、会議費、等であるため、事務手続きが煩雑で、しかも所属する組織によっては提出する書類も異なり、むだな事務量が増える。

## (10) あとがき（事務局より）

田辺先生のリーダーシップの基、計画研究、公募研究推進各位が核融合炉トリチウムのさまざまな課題に対して熱心に取り組んでくださり、2年目の報告書も充実した内容で発行できますことを、事務局として心から感謝いたします。

2年目に入り特に感じますことは、公開シンポジウムや学会での企画セッション等を通じて、核融合炉トリチウムの課題に対するプラズマ制御分野の研究者の理解と関心が高まり、炉工学分野の研究者との活発な意見交換の機会が増えてきたことと、班会合やワークショップ等を通じて研究メンバー間の情報交換も学会の場とは違った、和やかで相互協力的な雰囲気を実施できる機会が増えてきたことの2点です。

各班毎の研究が進展し、多くの学術的な成果が誕生し、蓄積されつつあることも実感いたします。このような研究成果をいろんな分野で広く利用していただけるように、ホームページ (<http://tritium.nifs.ac.jp/>) 上でも積極的に情報発信することにも引き続き心がけていきたいと考えています。特定領域として期待される連携研究の推進に向けて、21年度も引き続き関係各位のご支援とご協力をよろしくお願いいたします。

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