

富 山 大 学  
水 素 同 位 体 科 学 研 究 セ ン タ ー の  
現 状 と 将 来 展 望

(平成18年度版)

富 山 大 学  
水素同位体科学研究センター

## まえがき

我国においてエネルギー研究開発は国の安全保障に関わる最重要課題の一つであるが、これは一国のみの問題ではなく、今日のグローバル化した経済・産業活動の状況及び地球的規模の問題、即ち人口、食糧、エネルギー及び地球環境問題等を考慮すると、これらの課題は国際的な視点で解決策が検討されなければならない。特にエネルギー問題は他の地球的規模の問題とも密接な関係をもっており、我国を初めとする先進諸国の先導的な役割が期待されている。

本センターは、平成11年に設立されて以来7年を経過するが、水素同位体の機能を引き出すための学問的・技術的基盤として、核融合炉工学、材料工学及び水素エネルギー科学にまたがる新しい学問分野「水素同位体科学」の創設を目途とし、放射性のトリチウムのみならず非放射性の重水素及び軽水素の性質の詳細を明らかにするとともに、次世代を担う持続可能なエネルギー供給源としての「新水素エネルギーシステム」の構築に向けて鋭意研究開発を行ってきた。

この間に国立大学の法人化(平成16年4月)及び三大学(旧富山大学、富山医科薬科大学及び高岡短期大学)の統合(平成17年10月)という大きな環境変化が起こり、大学内の教育、研究及び事務組織の改革も急速に進められている状況である。センター関係もその対象であるが、現在のところ本センターは、設置当初の目的・研究体制を維持し、富山大学の中期目標・中期計画の中では重点的に取り組む領域として位置づけられ、次世代エネルギー(核融合及び水素エネルギー)の研究開発を推進している。

他方、核融合炉開発研究における国際的な変化として、核融合エネルギーの科学的・技術的な実現可能性の実証を目指す国際熱核融合実験炉(ITER)の建設サイトが平成17年にフランス・カダラッシュに決定された。今後、これにより核融合エネルギーの実現に対する研究開発のロードマップがより鮮明となり、ITER 建設に対する現実的な課題と将来の核融合炉を目指したより安全かつ高効率な要素技術の研究開発及びその学問的基盤の構築が求められてくるであろう。

本報告書は、このような大学及び核融合炉開発研究を取り巻く環境の変化及び社会情勢の推移に鑑み、本センターのこれまでの研究活動等の自己点検評価及び今後果たすべき役割を念頭にまとめたものである。関係各位及び広く社会一般の批判と評価を仰ぎ、本センターの発展の糧としたい。本センターが、21世紀における新水素エネルギー社会の実現に対する拠点的作用を果たし、かつ大学研究機関として真にユニークで意義のある教育研究の場として発展することを願っている。

平成18年9月

水素同位体科学研究センター長 松山 政夫

# 目 次

## I. 総論

- [1] 使命と目標
- [2] 研究をめぐる国内外の状況と課題
  - (1) 現状
    - (i) トリチウム関連研究
    - (ii) 水素エネルギー関連研究
  - (2) 課題
- [3] センターの活動状況
  - (1) 研究体制の現状
  - (2) 研究の現状
  - (3) 研究の進捗状況
- [4] 今後の展望
  - (1) 学内外の研究者及び施設からの要望
  - (2) 外部評価
  - (3) 将来構想

## II. 研究活動

- [1] 研究の現状
  - (1) 研究業績
    - (i) 発表論文
    - (ii) 著書
    - (iii) 国内の学会における発表
    - (iv) 国際会議における発表
  - (2) ワークショップ等開催事業
  - (3) 研究報告
  - (4) 特許の出願状況
- [2] 学内外研究機関との共同研究の現状
  - (1) 学内との共同研究（共同利用）
  - (2) 学外との共同研究（国内）
    - (i) 大学および公的機関との共同研究
    - (ii) 民間との共同研究
    - (iii) 海外との共同研究
  - (3) 受託研究
- [3] 研究資金の獲得状況
  - (1) 科学研究費補助金
  - (2) 奨学寄附金

### Ⅲ. 教育活動

- [1] 教養教育、学部及び大学院における教育
  - (1) 教養教育
  - (2) 学部教育
  - (3) 大学院教育
  - (4) その他
- [2] 卒論、修論及び博士論文の指導
- [3] 学会等への発表指導
- [4] 放射線障害防止法に基づく安全教育活動
- [5] 共同利用者に対する教育活動
- [6] 教育活動を取り巻く今後の課題

### Ⅳ. 社会との連携協力

- [1] 民間との共同研究の現状
- [2] 社会への協力参加の現状
  - (1) 技術相談の現状
  - (2) 連携事業などへの協力参加の現状

### Ⅴ. 管理運営体制・財政

- [1] 管理運営体制
  - (1) 組織
  - (2) 運営委員会及び専門委員会の活動状況
  - (3) 放射性同位元素使用施設の安全管理体制
  - (4) 管理体制の現状
- [2] 管理運営費・研究費の現状
  - (1) 外部資金の獲得の状況
  - (2) 管理運営費の状況
  - (3) 研究費の状況

### Ⅵ. 施設・設備

- [1] 施設の現状
  - (1) 管理区域
  - (2) 非管理区域
- [2] 設備の現状
  - (1) 安全管理設備
    - (i) 設備の概要
    - (ii) 保守・点検状況
  - (2) 研究用設備

# I. 総論

## [1] 使命と目標

## [2] 研究をめぐる国内外の状況と課題

### (1) 現状

#### (i) トリチウム関連研究

#### (ii) 水素エネルギー関連研究

### (2) 課題

## [3] センターの活動状況

### (1) 研究体制の現状

### (2) 研究の現状

### (3) 研究の進捗状況

## [4] 今後の展望

### (1) 学内外の研究者及び施設からの要望

### (2) 外部評価

### (3) 将来構想

## I. 総論

### [1] 使命と目標

我国は石油等の化石エネルギー資源に乏しく、現在、全エネルギーの約95%を海外からの輸入に依存している。このため、世界的なエネルギー消費構造及び社会状況の変動が我国に大きな影響を与える。例えば、巨大な人口を抱える発展途上国における社会・経済の発展とともに世界的な化石エネルギー資源の消費速度は加速し、国際的なエネルギー資源の需給バランスが不安定になり得る。近年この様な国際情勢が顕在化しつつある。即ち、安定的なエネルギー資源の確保は我国のみならず世界的な課題である。従って、資源的制約のある化石エネルギー源の利用効率を促進することはもとより、主たるエネルギー源を化石資源に依存する体質から脱却するための抜本的な対策を講じなければならない。

この様な資源的制約の問題に加えて、20世紀前半からの急速な産業・経済の発展に伴い、石炭、石油及び天然ガス等の化石燃料の消費が加速度的に増加し、今日では温暖化及び酸性雨等による地球環境への影響の問題が顕在化しつつある。このような影響は、海面上昇や穀倉地帯での水資源の枯渇をもたらし、食料生産等に多大な影響をもたらすことが予測され、国際的な協力の下で克服すべき重要課題と位置づけられている。深刻化する地球環境問題の世界協調による解決のために、1992年リオ・デ・ジャネイロにおける地球環境サミットにおいて国連気候変動枠組み条約が採択された。この際の条約をより実効性のあるものとし、世界的な取り組みを加速するために、1997年12月には京都會議が開催された。この会議において、先進国が全体として温室効果ガス排出量を2010年前後までに1990年を基準として5.2%削減、我国は6%削減するという具体的な数値目標が設定された。

地球温暖化問題は、温暖化現象が明瞭に発現してからでは手後れで不可逆的な問題である。従って、直ちに温室効果ガスの大気中濃度を安定化するための研究に着手すると同時に、これまでの化石燃料に依存したエネルギー供給体制からの脱却という問題の根本的解決を目指す研究開発を推し進めなければならない。即ち、エネルギー・資源及び地球環境等の地球的規模の問題を解決するためには、直ちに強力な研究体制を構築し、短期及び中長期の両面から精力的な研究開発を進める事が必要不可欠である。

先ず温室効果ガスの排出削減に対する対策として、短期的には省エネルギー技術の開発、また生活面では大量消費型及び大量廃棄型のライフスタイルの見直しが迫られるが、先進諸国のみならず発展途上国の今後の経済及び文化の発展にはエネルギー需要の増大は避けられない。他方、中長期的には、この化石燃料からの脱却を目指す根本的解決のために、革新的技術によるブレークスルー、即ち再生可能なエネルギー利用への転換による持続的な発展が可能な新エネルギーシステムの構築が必要不可欠である。21世紀における新エネルギーシステムとしては、資源量、エネルギー密度及び環境との調和性の面から優れた特長を有する核融合炉を含む広義の水素エネルギーシステムが有望な候補である。この様な観点より、世界各国で非化石エネルギー源を利用する再生可能なエネルギー供給システムの研究開発が精力的に実施されている。

本センターでは、この様な課題の解決に対して、水素同位体(軽水素(H)、重水素(D))及

び三重水素(トリチウム(T))が極めて魅力的な特長を有していることに着目し、水素同位体が持つ機能性の有効利用に関わる基礎及び応用研究を行っている。軽水素は酸素との反応によって、熱或いは電気の形態でエネルギーを放出して水を生成する。これとは逆に、水に光又は電気の形態でエネルギーを与えることによって、軽水素を生成し得る。即ち、水素と水の資源循環によって再生可能なエネルギー供給システムを構築できる。一方、重水素及びトリチウムは 21 世紀に向けての高密度エネルギー源として注目されている核融合炉の燃料となる。トリチウムは、天然には殆ど存在せず、リチウムと熱中性子との核反応により生産しなければならないが、重水素は海水中に重水(0.015%)として含まれており、核分裂炉におけるウラン燃料のように資源の偏在性を心配する必要も無く、燃料資源としては十分にある。即ち、水素同位体は永続的で循環可能な新しいエネルギー供給システムを構築するためのエネルギー資源として有望な候補である。

本センターは、右の図に示す様な概念の化学燃料としての水素(軽水素)及び核融合燃料としての水素(重水素およびトリチウム)からなる「新水素エネルギーシステム」の実現を標榜する。軽水素を利用する水素エネルギーシステムの実現には水素を生産するためのエネルギーを必要とするが、太陽エネルギー及び風力並びに地熱等の自然エネルギーのみでは賄いきれない。もちろんそのエネルギー源を化石燃料に頼ることもできない。従って、エネルギー

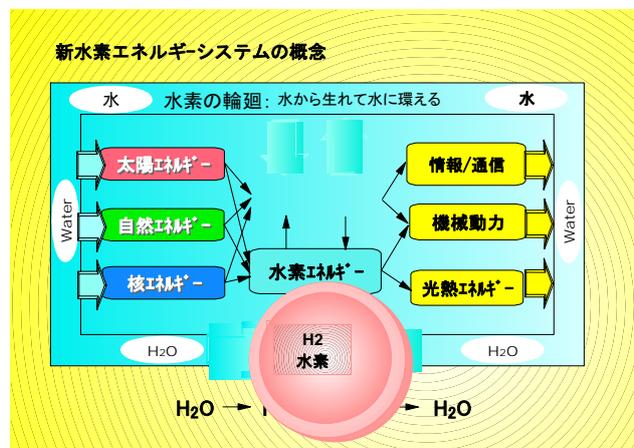


図 I-1 新水素エネルギーシステム概念図

密度が高く、安全性及び信頼性に優れ、且つ資源的にも制約のない新しい形の原子力、すなわち核融合炉の開発と実現が強く望まれる。この実現には、大量の重水素とトリチウムが使用されるため、放射能を持つトリチウムの閉じ込め技術、生産-回収技術及びバックエンド技術を基本とする完全リサイクル化技術の確立が必要不可欠である。また、これらの技術確立が核融合炉の社会的受容性を得るために欠かすことのできない重要な鍵となる。

水素同位体は常温・常圧で気体であり、金属材料中に容易に溶解し、透過し易い性質を有している。このことに加えて可燃性と同時に爆発限界濃度範囲(軽水素では約 4~74%)が広いという特性も有しており、その取扱いには十分な注意が必要である。他方、トリチウムは、上述の水素同位体の化学的性質に加えて、β線を放出するという物理的特異性があり、軽水素や重水素とは全く異なる高度の取扱い技術が要求される。従って、新水素エネルギーシステムを実現するためには、トリチウムを含む水素同位体の安全取扱い技術及び高効率で利用し得る技術の確立が必須であり、これらの技術の基本であり要となる各種有機、無機及び金属材料との相互作用に関する基礎・応用物性を精力的に研究し、データベースの構築及び学問的体系化を図る必要がある。

この様な状況の下で、核融合炉の燃料となる重水素及びトリチウム並びに化学燃料としての水素の利用に対する総合的な学問的・技術的基盤の構築を推進するために、前身の水

素同位体機能研究センターを改廃し、平成11年4月に学内共同教育研究施設として「水素同位体科学研究センター」が新たに設置された。本センターは、右の図に示すように、放射性的トリチウムのみならず非放射性的の軽水素及び重水素の性質の詳細を明らかにするとともに、水素同位体の機能を引き出すための学問的・技術的基盤として、核融合炉工学、材料工学及び水素エネルギー科学等にまたがる新しい学問分野「水素同位体科学」の創設を目指し、次世代をにやう持続可能なエネルギー供給源としての新水素エネルギーシステムの構築に対する基礎的研究および要素技術開発を目的とした。



図 I-2 水素同位体科学研究の目標と展望

設置以来、学内外の研究機関及び民間等との共同研究による社会との連携を積極的に活用し、上記三種類の水素同位体を安全かつ効率的に利用するための基礎的研究及び要素技術の研究開発を進めてきた。また、長いリードタイムを要するこの種の学際領域の研究には、後継者の育成が重要であるので学部・大学院生の教育にも力を入れ、新しい水素エネルギーシステムの構築を担う人材の育成に努めてきた。本センターは以上の研究・教育を通じ、将来の新水素エネルギーシステムの実現に向けて、学会、産業界ひいては社会の発展に寄与する。

設置以来、学内外の研究機関及び民間等との共同研究による社会との連携を積極的に活用し、上記三種類の水素同位体を安全かつ効率的に利用するための基礎的研究及び要素技術の研究開発を進めてきた。また、長いリードタイムを要するこの種の学際領域の研究には、後継者の育成が重要であるので学部・大学院生の教育にも力を入れ、新しい水素エネルギーシステムの構築を担う人材の育成に努めてきた。本センターは以上の研究・教育を通じ、将来の新水素エネルギーシステムの実現に向けて、学会、産業界ひいては社会の発展に寄与する。

## [2] 研究をめぐる国内外の状況と課題

### (1) 現状

#### (i) トリチウム関連研究

核融合炉の早期実現を目指し、このために必要となるトリチウムに関する炉工学研究が、我国においては、大学及び日本原子力研究所(現在は独立行政法人・日本原子力研究開発機構)において精力的に行われている。前者による研究課題は基礎的研究が主であり、大きく分けると3つの研究領域から構成されている。即ち、①トリチウムの安全取扱い、閉じ込め及び生産-回収技術に関する研究、②トリチウムの生物影響に関する研究、および③トリチウムの環境動態に関する研究である。他方、後者では主として大量のトリチウムを使用した安全取扱いシステムの構築に関わる工学的試験及び研究開発である。この様に異なる研究機関での研究を総合的かつ効率的に推進するために、大学及び日本原子力研究所に民間機関等も加えた核融合研究ネットワーク体制が整備されている。このネットワーク体制の中に核融合炉工学ネットワークが組織されており、トリチウム研究等における情報交換、共同研究又は人的交流の促進のためにネットワークが活用されている。このように基礎的研究を主とする大学と実用的研究を基本とする試験研究機関等とが車の両輪のような形態で

研究を推進しているのは諸外国と大きな相違点である。

一方、トリチウム取扱い量の側面より世界各国を眺めてみると、ヨーロッパ諸国（例えばイギリスのJET及びドイツのTLK）及び米国（TSTA（現在は施設を解体）及びINL）等の研究機関においては、日本原子力研究所と同程度又はそれ以上のトリチウムを用いて、工学的試験及び開発研究を実施しているが、大学等の参画は日本のように活発ではない状況にある。他方アジアに目を向けてみると、近年、核融合研究に力を入れてきた中国には、今のところトリチウム取扱い技術の研究開発に関する専門的な研究機関・施設は設置されていないが、今後設置される可能性がある。また、韓国は重水炉で生成するトリチウム水の処理技術の開発に絡んで、今後トリチウム取扱い技術の開発研究に精力を注いでくることが予想される。

昭和 60 年に開催された米ソ首脳会談を契機に生まれた国際熱核融合実験炉(ITER)を実現しようとする計画に基づき、EU、日本、ソ連及び米国の 4 カ国によって概念設計及び工学設計活動がなされてきた核融合炉開発研究は、発足時から 20 年を経た昨年に大きな節目を迎えた。即ち、国際協力の下で設計活動が進められていた ITER の建設サイトがフランスのカダラッシュに決定された。これにより、核融合実験装置の建設と共に大量かつ高濃度のトリチウムを取扱うためのプラント建設等が始まり、今後 30 年という長期間にわたって活動が継続される。この ITER サイトでは数 kg(1gは約 10,000 Ci に相当する)という大量のトリチウムを使用して実験することになっている。なお、この際のトリチウムプラントの主たる任務はトリチウムの供給－回収－精製・分離作業であり、トリチウム安全取扱い技術の開発研究に供されるものではない。トリチウムプラントの建設に当たってはこれまでに研究開発された安全取扱い技術を基本的に採用するであろうが、この際に採用されるトリチウム取扱い技術が全て完成した技術であるとは言い難く、各種技術の高性能化及び新技術開発等の継続的な研究活動が必要であることは言うまでもない。

これらの事に加え、欧米諸国等のトリチウム研究機関は ITER 建設のための業務及びトリチウムプラントの運転業務などに専念せざるを得なくなり、トリチウム取扱い技術の高度化等に関する研究活動の継続が困難となる状況が予想される。従って、今後、我国におけるトリチウムの基礎的及び応用的研究が国際的に重要な役割を担うと同時に共同研究、ワークショップ或いは国際会議等を通じて、これらの国々の研究者との交流及びITERにおける問題点に関する情報交換等が重要となる。特に、ITERに続く原型炉(または実証炉)等の将来の核融合炉ではトリチウムの使用量が ITER に比べて飛躍的に増大すると共に連続運転となることを考慮するならば、トリチウム安全取扱い技術の高度化及び高効率化等に関する継続的な研究はもちろんであるが、研究の実施母体となる組織の整備及び人材の養成が益々重要となることは明らかである。

このような国内外の状況の中で本センターは、右の図に

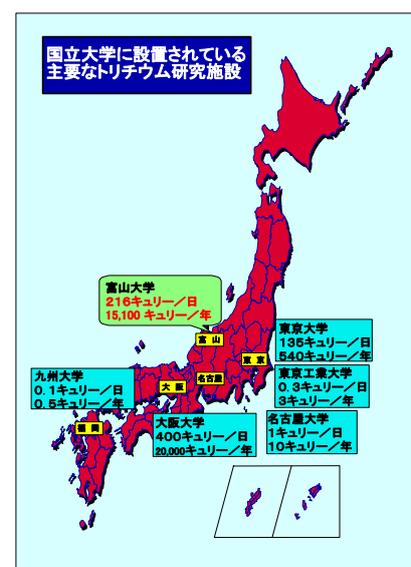


図 I-3 トリチウム研究施設の分布

示す様に、三種の水素同位体を同等レベルで取扱うことができ、トリチウム安全取扱い技術の確立に関わる各種の研究を実施し得る施設として、我国の大学では唯一の施設である。例えば、トリチウム研究では高濃度のトリチウムを用いる種々の研究開発用として「100Ciトリチウム取扱システム」が設置されている。本システムを本格的に運転するために、従来1日当たり36 Ci (1 Ci=37 GBq)及び1年当たり5,000 Ciであった使用許可量を変更申請し、平成14年5月には施設全体として一日当たり216 Ci及び1年当たり15,100 Ciのトリチウム使用承認を得た。トリチウムが放射性であるという特殊性のため本センターと類似のトリチウムレベルで実質的な研究を実施している大学は国内には無く、その殆どが一日当たり0.1 Ci又はそれ以下の取扱量による研究である。但し、高濃度のトリチウムを取扱っている研究センターとしては、大阪大学レーザー核融合研究センター(現在はレーザーエネルギー学研究センター)がある。当該センターではレーザー核融合実験に必要な燃料ペレットの調製に際して、トリチウム貯蔵容器からの供給・回収作業を行う。従って、トリチウムの取扱い作業を行うという点では類似しているが、トリチウムの安全取扱い技術に関する総合的な開発研究を実施している本センターとは目的が全く異なる。

最後に、新水素エネルギーシステムの実現が水素同位体の安全取扱い技術の確立及び人的養成なしでは有り得ないことを考慮するならば、本センターは水素同位体を同等レベルで使用して基礎的研究を実施し得る我国の大学における唯一の施設であり、重要な役割を担っている。

## (ii) 水素エネルギー関連研究

水素エネルギーシステムという言葉が作られて久しい。基本的に最もシンプルなエネルギー物質である“水素”を水から製造し、これを燃焼させ熱エネルギーを利用しようとするもので、地球全体の物質収支にもエネルギー収支にも影響を与えない理想的な循環型持続的エネルギーシステムである。しかしながら、現状においても水素の製造、輸送・貯蔵、利用技術等において問題が山積しており、環境・エネルギー問題を睨んだ研究が全世界的に続けられている。

我国では、水素エネルギーに関する国家プロジェクトが1974年から、「サンシャイン計画」および「ニューサンシャイン計画」の下で研究開発が進められてきた。更に1993年からの10年間、水素利用国際クリーンエネルギーシステム技術(WE-NET)の研究開発において、水力、太陽光、風力等のクリーンな再生可能エネルギーを水素に転換し、発電・輸送用燃料・都市ガス等の広範な分野で利用するための研究開発が行われてきた。また、グローバルな水素エネルギーの有効利用を目指す研究開発(自動車、コージェネレーション、液体水素輸送・貯蔵、大規模水素製造関係等)も進められてきた。しかし燃料電池を中心とした研究開発が民間主導型で活発化したのに伴い、水素エネルギーの分散型利用が再度見直され、WE-NET計画は当初計画より一年早く終了した。これに変わり、2003年より新たに「水素安全利用等基盤技術開発」、「水素社会構築共通基盤整備事業」等に細分化されたプロジェクトが現在編成されている。一方、民間や地方団体レベルでも独自の水素関連プログラム、例えば「福岡水素エネルギー戦略会議」、「三重県総合水素エネルギー戦略会議」等、が大

学等の研究機関を巻き込んで立ち上げられている。

海外でも水素エネルギーに関する国家プロジェクトが積極的に進められている。欧州ではユーロ-ケベック水素パイロットプロジェクトやソーラーハイドロジェンエナジー計画が企画され、ケベック州(カナダ)の豊かな水力発電やサウジアラビアでの太陽光発電を利用して生産した水素を液化後、欧州に輸送して大規模発電する構想が展開された。また、グリーンランドのブークセフィヨルデン計画では水力発電を利用して生産した水素を自国内各地で利用する試みがなされている。近年、欧州連合体として「欧州の水素および燃料電池イニシアティブ」綱領が発表され、水素エコノミーで欧州がリーダーシップを発揮するための青写真が立案されている。米国でも以前からエネルギー省(DOE)を中心に水素エネルギーに関連した数々のプロジェクトが行われてきたが、2004年にブッシュ大統領による“水素燃料イニシアティブ”発表後、燃料電池を中心とした国家的な水素エネルギーの研究開発を大幅に促進するために、2005年度大統領予算では319百万ドルもの予算が投入されている。また、国際社会の間でも相互協調が進んでおり、2003年5月には欧州-米国間では水素エコノミーに向けての大規模な協調関係が合意されている。11月には日本等を含めた14ヶ国を新たに加えた国際的な協力合意もなされている。海外における民間レベルの水素関連研究開発も非常に活発であり、既に多くのベンチャー企業が林立し、しのぎを削っている。

しかし、水素エネルギーに関連する多くの研究開発が長年行われているにもかかわらず、未だに水素エネルギー社会は到来していない。これは、水素エネルギーシステムが単一の技術で完結するのではなく、水素が関与する様々な技術要素から構成されている総合的なシステムであることに起因する。それ故、水素エネルギー社会の実現には、製造、輸送貯蔵、利用などの個別技術について、基礎原理、エネルギー効率、エネルギーコスト、安全性などの多くの観点から、更なる総合的な検討が必要であり、それによる新たな技術・材料革新が求められている。例えば、燃料電池を中心とした水素利用が現在盛んに検討されているが、燃料電池においても個々の要素技術(電極触媒、高分子材料、セパレーター材料等)の更なる技術・材料革新がない限り、社会的普及には至らない。即ち現状では、「技術・材料の革新無くして水素エネルギー社会の到来は無い」と言える。

また、水素製造や輸送・貯蔵に関しても、決定的な方法は未だ確立されていない。それ故、多様な方法が現在でも模索されている。例えば水素製造において、従来の水力、太陽光、風力等のクリーンエネルギーによる水素製造、化石燃料からの高効率水素製造、最近では原子炉や発電所等の高熱による水の熱化学分解、更には最近話題となっているバイオマスを用いたメタンやメタノールの生成も広義の意味で水素製造と位置づけられるだろう。また、水素輸送・貯蔵では水素液化、超高压ガス、水素吸蔵合金材料、有機水素化物等の検討が行われている。それでもなお、明確な方法が提示されていないということは、新たな概念の導入が必要な時期に来ているのかも知れない。

## (2) 課題

本センターは、将来の新水素エネルギーシステムの実現を目指し、このための基礎的研究及び要素技術の開発を目的とした。即ち、トリチウム関連では、トリチウムの挙動に関わる

基礎的物性のデータ蓄積、各種のトリチウム安全取扱い技術の更なる高度化及び不足している取扱い技術の研究開発を実施することとした。他方、水素エネルギー関連は、水素の機能性を引き出すための要素技術及び新規材料の研究開発を実施することとした。これらの研究を効率的に推進するために、研究内容を大きく3つの研究分野に分けて精力的に推進する事とした。研究分野としては、基礎物性研究分野、応用物性・バックエンド技術研究分野及び素材循環研究分野から構成され、それぞれの研究分野ごとに次のような研究内容が設定された。

まず、基礎物性研究分野では、トリチウムの安全取扱いの基礎となる問題、即ち、材料中への溶解、拡散、透過及び極限物性(超高エネルギー、極低温)に関する基礎データベース並びにトリチウムの放射線効果及び同位体効果データベースの構築と学問的体系化を推進する。第2の応用物性・バックエンド技術研究分野では、トリチウムの基礎的物性の有効利用を図るためのトリチウム挙動の解明とその制御技術の開発並びにその応用としてのバックエンド技術、即ち、使用済みトリチウム取扱い材料並びに各種核融合炉材料からのトリチウム及び有効資源の回収・再利用技術の開発と学問的基礎の構築を図る。第3の素材循環研究分野では、大量の軽水素の一般的使用及び核融合炉における大量トリチウム使用時の燃料及び素材・材料の使用に関わる持続的かつ循環可能な資源的利用法に関する研究を推進する。

本センターの設置以来5年が経過した平成16年に国立大学の位置づけ及び組織が大きく変化した。即ち、国立大学から国立大学法人への移行である。これに伴い各大学は平成21年度までの6年間の中期目標・中期計画書を作成した。本センターの研究活動は、富山大学において重点的に取り組む領域として位置づけられ、次世代エネルギー(核融合、水素エネルギー)の研究開発を推進する事となっている。この中期計画に対してセンター自身の具体的な研究活動等に関する計画書が作成された。この研究活動の年次計画を図に表したものを次頁に示す。研究計画は、先に示した本センター設置当初の研究内容を念頭におき、より具体化した形で研究課題が示されている。なお、富山大学は平成17年10月に県内の3つの国立大学法人が統合し、新しい「富山大学」へと生まれ変わったが、本センターの中期計画に本質的な変更はなされていない。

### [3] センターの活動状況

#### (1) 研究体制の現状

本センターは平成11年度に教授3、助教授3、助手1、技官1および客員教授3、研究支援推進員2、非常勤研究員2の定員で発足した。現在では学内組織の改編に伴い教授3、助教授3、助手1、技官1および客員教授3、研究支援推進員1、非常勤研究員1で構成されている。学内においては、どこの学部にも所属しない独立部局として位置づけられているが、理工学研究科の一員として大学院における教育研究にも寄与できる体制が整えられている。このような体制の下で、本センターでの研究は

- ・専任教員による独自の研究
- ・理学部、工学部および教育学部(現:人間発達科学部)等との共同研究

## 水素同位体科学研究センターの研究活動に関する年次計画

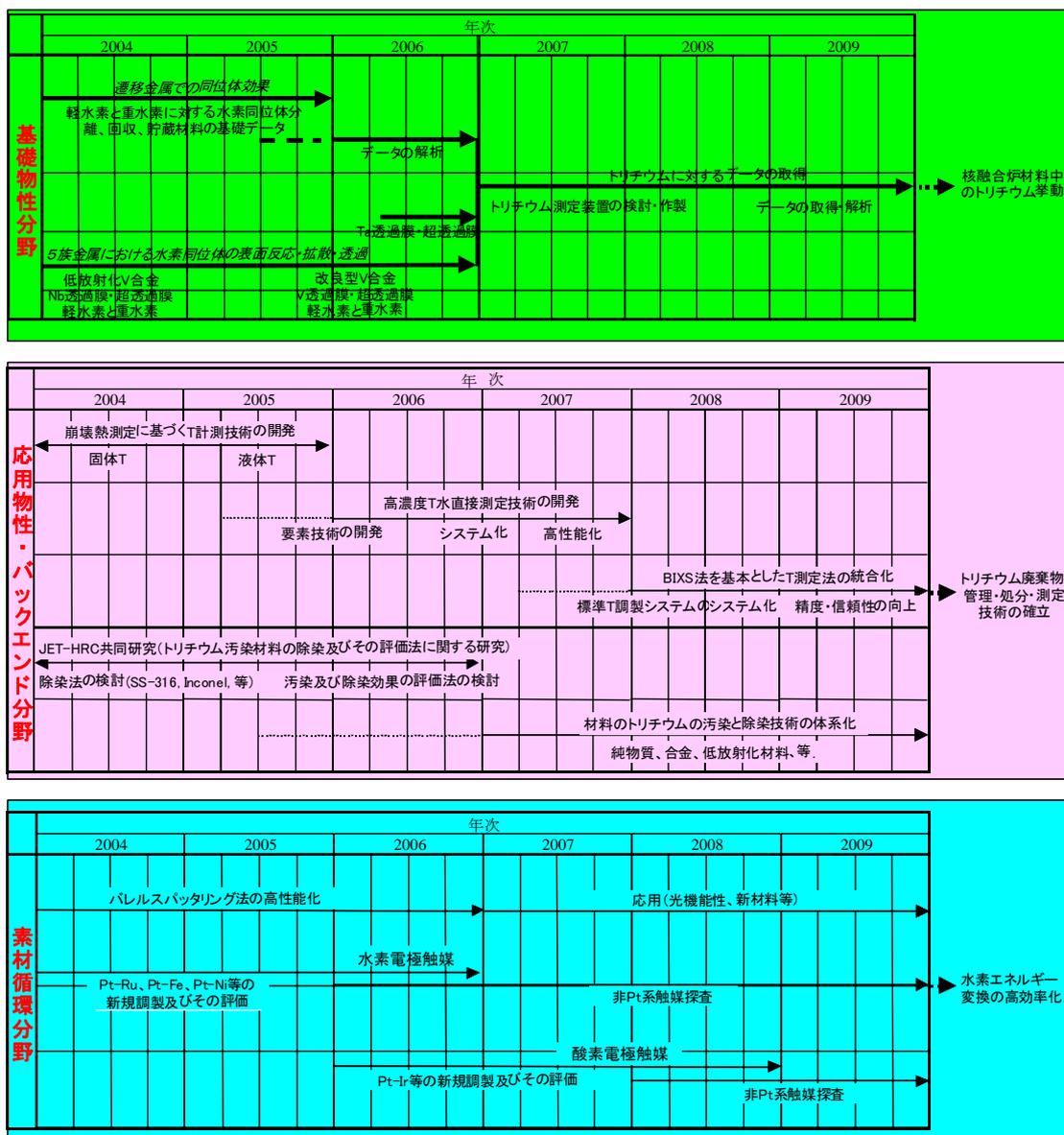


図 I-4 水素同位体科学研究センターの中期目標・中期計画に基づく年次計画

- ・他大学および学外研究機関との共同研究
- ・民間等との共同研究
- ・上記の共同研究以外の装置類の共同利用

の5つの形態で取り組まれている。このほかにも、現在、ドイツ国カールスルーエ研究所・トリチウム研究施設、およびロシア連邦サンクトペテルブルグ・ボンシェブルイェビッチ通信大学の研究所との国際共同研究、及び英国原子力公社との間で受託研究が遂行されている。

学内外との共同研究はここ数年、年間 11~19 件程度で推移している。これは施設の規模、および装置・設備の整備状況、ならびに共同利用を支援すべき専任職員の人員数からして、ほぼ受け入れ可能限界に達しているものと判断される。

他方、装置類の共同利用希望者は増加傾向にあることを考慮すると、本センターには機

器分析センター的な側面もあり、今後この側面が増強されることにより本学における教育研究に一層の寄与をなすことができるものと期待される。

## (2) 研究の現状

本センターでの研究は、水素同位体の機能性を基礎および応用の両面から探求するための「基礎物性研究分野」、「応用物性・バックエンド研究分野」、および「素材循環研究分野」の三分野に大別される。以下にそれぞれの分野での課題に対する主たる研究成果等の概要を示す。

### (i) 基礎物性研究分野

#### ・Pd 基合金による水素同位体吸収の熱力学的及び速度論的同位体効果の検討

Pd を主成分とする種々の合金 (Pd-Me: Me=Co, Ni, Cu, Rh, Ag, Pt, Au) による軽水素及び重水素吸収の熱力学的パラメーターを実験的に求め詳細に検討した。それぞれの合金に対する水素同位体の吸収-脱離等温線を測定し、溶解領域におけるジューベルト定数及び水素化物生成領域におけるエンタルピー変化及びエントロピー変化を求めた。得られた基礎的データに基づいて合金添加元素の影響及び同位体効果を検討した。なおトリチウム吸収に関するこの種のデータは未だ取得されておらず、今後データの蓄積と共に三種の同位体による総合的な同位体効果の評価が必要である。また、Pd-Pt 合金をモデル材として用い、軽水素及び重水素の吸収速度に対する同位体効果を評価した。(論文番号: 7, 31)

#### ・Zr 系水素吸蔵合金の劣化機構

水素同位体の貯蔵-供給-回収には Zr 系合金の使用が期待されているが、供給-回収を繰り返すことによりその性能が劣化(不均化)することが知られている。この不均化過程を固体の化学反応の観点から検討した。その結果、不均化は核成長モデルで説明できることを示した。さらに、不均化の起こりやすさは不均化を促進する因子と回復させる因子のバランスにより決定されることも併せて示した。この研究により、トリチウムハンドリング材として期待されている ZrCo の不均化に対する耐久性を様々な環境下で評価できるようになった。しかし、ZrNi については不均化に対する耐久性が高いが、今後はこの様なより不均化し難いハンドリング材の動力学的な検討が重要になると考えられる。(論文番号:8, 9, 44)

#### ・水素吸蔵合金の耐久性の向上

水素吸蔵合金は不純物ガスと反応することにより、水素吸収活性を失うことが知られている。これを改善するため、水素吸蔵合金粉末の表面に耐不純物層をバレルスパッタリング法により作製し、耐不純物特性の向上を図った。その結果、低温で良好な耐不純物ガス特性を得ることができた。しかし、この耐不純物層は高温で母材と反応し、その能力が低下することが観測された。このため母材との反応を抑える水素透過性の中間層を作製させる等の検討が必要である。この中間層の候補として炭化物、窒化物等が挙げられる。今後これらの水素透過能及び水素吸収特性の評価が必要である。(論文番号:2, 15, 47)

・5 族金属中における水素同位体の透過および超透過挙動

核融合炉周辺プラズマからの粒子排気および効率的なトリチウム回収を目指し、5 族金属中の水素同位体超透過現象に関する研究を推進した。酸素や炭素による表面汚染が超透過特性に及ぼす影響を明らかにし、運転条件の最適化に必要なデータベースを構築した。また、酸素等の非金属不純物で覆われた 5 族金属表面における水素同位体の吸着・脱離機構を解明した。(論文番号:28、46、48、59、64)

・複合水素透過膜の開発

5 族金属は水素製造装置のための分離膜としての応用も期待されているが、不純物による被毒を受けやすいため Pd など表面を保護する必要があり、Pd と基板金属との相互拡散により使用上限温度が支配されている。本センターでは 5 族金属炭化物が高い水素透過速度を有することに着目し、これを Pd と 5 族金属の間に中間層として挿入することにより、水素透過速度を低下させることなく Pd-5 族金属複合水素透過膜の高温耐久性を著しく向上させることに成功した。(国内学会:72、80、96、国際会議:37、39)

・低放射化材料中の水素同位体挙動

低放射化材料として有望視されている V-Cr-Ti 合金について、トリチウム透過速度低減の観点から、熱処理条件の最適化を行った。その結果、高・超高真空中で 700°C 以上の温度に加熱すると Ti が表面偏析し、ナノメートルオーダーのごく薄い酸化物層を形成することにより、広い温度範囲に渡って水素透過速度が 2~3 桁減少することを見出した。また、同合金中のトリチウム捕獲サイトに関する研究も行った。(論文番号:34、52、60、63)

(ii) 応用物性・バックエンド研究分野

・高濃度トリチウム測定技術の研究開発

核融合システム内でのトリチウムの物理的な存在形態として、プラズマ、気体、液体及び固体(材料に吸着・吸収された状態)状態が有り得るが、トリチウムの制御・安全管理という観点から、何れの状態においてもそれぞれのトリチウムがどの程度存在するかを定量する必要がある。気体状トリチウムの定量測定に対しては既に開発された幾つかの方法で適用可能なものがある。しかし、液体及び固体状態の高濃度トリチウムをその場測定するための方法は無く、新しい測定技術が要求された。そこで新規計測法として  $\beta$  線誘起 X 線計測法(BIXS)を研究開発し、固体材料に吸着・吸収されたトリチウム及びトリチウム水のその場測定に適用し得る事を明らかにした。(論文番号:14、22、43、50、65、73)

・トリチウム測定装置の基準システムの研究開発

種々の測定環境・条件に応じた色々なトリチウム測定方法・装置が提案されているが、実用に供する場合にはそれぞれの測定装置を校正するための基準システムが必要となる。即ち、通常のトリチウム測定法は相対測定であり、それぞれの装置の固有定数が含まれている。

基準システムの候補になり得る絶対測定が可能な測定法として熱量測定法がある。そこで熱量測定システムを設計・製作した。このシステムの性能確認を行うために、先ず固体中に約1Ciのトリチウムが吸収された試料を用いて試験を行った結果、トリチウム吸収量から予測される発熱量と極めて良く一致し、本システムが十分な性能を有していると結論された。今後は、液体状及び気体状トリチウムの絶対測定に対する適用性を検討する必要がある。

(水素同位体科学研究センター研究報告、2005)

#### ・室温作動型水素同位体分離用ガスクロマトグラフィの研究開発

水素同位体分離システムの操作性、安全性、経済性等の向上を目指し、室温付近で水素同位体を高効率で分離し得る新しいガスクロマトグラフィの開発に関する基礎的検討を行った。本法の鍵となる技術の一つは分離用カラムの充填材の探索にある。上述の熱力学的及び速度論的同位体効果の検討に基づき、Pd-Pt合金による $H_2-D_2$ 及び $D_2-T_2$ 混合物の分離試験を行った。その結果 $H_2-D_2$ 混合物の分離は極めて良好であったが、同位体効果が小さくなる $D_2-T_2$ 混合物の分離は未だ不十分であった。これは分離試験に使用した「100Ciトリチウム取扱いシステム」の構造的な問題も含まれており、今後これを改善すると同時に、カラム材の調製方法及び充填方法等を更に検討していく必要がある。(論文番号:18、30、70)

#### ・トリチウムの捕獲－拡散挙動の追跡に対する BIXS 法の適用性

核融合炉材料におけるトリチウムの捕獲－拡散挙動の解明は、トリチウムの安全閉じ込め技術、除汚技術及び有効利用技術等に関わる要素技術を研究開発するうえで基礎的データとなる。従来、常温付近での捕獲－拡散挙動を非破壊的に分析することは困難であった。この問題に対処するために、基礎物性研究分野で研究開発されたトリチウムの非破壊分析法である BIXS 法を B、C、V、Pd、Zr、W 及びステンレス等の各種材料に適用し、トリチウムの動的挙動を調べた。その結果、材料表面のみならず内部でのトリチウムの動的挙動を BIXS 法によって評価し得ることが明らかとなり、本法の有効性が確認された。但し、まだ深さ分布等の分析精度は十分とは言えず、今後更に計算機シミュレーションによる解析法の改善が必要である。(論文番号:10、35、53、56)

#### ・トリチウムによる材料の汚染状態と除染技術の体系化

近年、核融合研究の過程でトリチウムに汚染された材料が発生し、その量は研究の進展とともに増加する一方である。しかしながら、処分法がないため、現在は保管・管理しているのみである。そこで、トリチウムに内部まで汚染された種々の核融合炉材料の汚染状態を調べると共に、効率的なトリチウム除染法の開発を目指している。一般に金属材料からのトリチウムの脱離は表面反応律速であるといわれているが、内部までトリチウムが溶解したステンレス鋼(SS316)を大気圧下で加熱処理を行うと、気相中の水との同位体交換によってトリチウムが脱離する。この際の脱離速度が拡散律速になることを明らかにした。従って、SS316の除染法としては加熱法が最も適していると言える。今後は、脱離におよぼす表面の影響や他の核融合炉材料の除染法を検討する必要がある。(論文番号:24、25、27、57、72)

### (iii) 素材循環研究分野

#### ・新規な乾式粉体表面修飾装置(バレルスパッタリング装置)の開発と高性能化

粉体はその表面に機能性を付与することにより、触媒、化粧品、塗料、食品、医薬品など様々な機能性材料として広く利用されている。既存の粉体表面修飾方法にはメッキ法や複合粉末法などが知られているが、これらの手法ではプロセスの煩雑さや廃液処理などの環境負荷の問題、溶解性など材料の選択、あるいは粒子径の小さな微粒子への修飾が困難であることが知られている。このような問題に対し、本センターでは乾式の表面修飾技術であるスパッタリング法を用いた粉体表面修飾法(バレルスパッタリング法)を開発した。本手法により、不純物混入の防止、調製工程の簡略化、廃液処理が不要といった利点が見込める。これまで、本装置により無機、有機物を問わず 1 $\mu$ m 程度までの粒子表面に、様々な金属、合金、酸化物、窒化物を均一に表面修飾可能であることを示した。現在、装置のさらなる高性能化を検討するとともに、電極触媒や光機能性粉体等の新しい機能性材料の開発を行っている。(論文番号:58、75)

#### ・二次電池、燃料電池の特性評価法の検討

二次電池はポータブル機器を中心に商品化が進んでおり、また燃料電池は新しいエネルギー源として世界的な研究開発が展開されている。しかし、電池の高性能化や高機能化と言った社会的要求であるにも関わらず、その進展にかげりを見せかけている。これは、電池材料或いは電池本体の特性評価法がまだ十分に確立されておらず、高性能化等への材料的、構造的な問題点を抽出・把握できていないことに原因の一つがある。それ故、ここでは二次電池の電極材料の特性評価法の開発、またその測定法を用いた劣化原因の究明を行った。また、燃料電池関連では、電解質膜中における水の挙動について、露点法を用いた検討を行った。(論文番号:19, 21, 37, 41, 49)

### (3) 研究の進捗状況

本センターは、平成11年度に設置以来、満7年を経過することになるが、水素同位体の生産から利用までを包括する新水素エネルギーシステムの実現に向け、上述の三分野が互いに連携しながら着実に研究成果を積み重ねている。また、学内共同教育研究施設として、学内外との共同研究はもとより、大学としての独自性を発揮した多様な研究の促進に努めている。

本センターは放射性同位元素であるトリチウムの実験施設であるため、共同研究の課題もトリチウムを取り扱うものが多い。このため、共同研究全般にわたり専門的な支援・補助が必要となる。学内外を含めた共同研究の件数は年間 11~19 件程度であるが、共同研究は通常 1 年を通じて行われることから、施設面積、装置の整備状況、ならびに専任職員による支援の不可避性を考慮すると、学内共同利用施設としての使命は十分に果たしているものと判断できよう。

## [4] 今後の展望

### (1) 学内外の研究者及び施設からの要望

学内及び学外からの共同利用者の意見を要約すると次のような2点にまとめられる。

#### (i) 共同利用体制に関する事

- ・共同利用に際しての経済的支援体制がなく、費用のかさむ実験を企画することが不可能である。
- ・学外共同利用者に対する旅費等の予算及び専用の宿泊施設が無いために、長期滞在に対する利用者の負担が大きく、実験計画の企画・立案が不可能である。
- ・共同利用者に対する研究支援・補助者が配置されておらず、複雑で手間のかかる高濃度トリチウム実験の遂行が極めて困難である。

#### (ii) 施設整備に関する事

- ・実験設備及び分析装置等が老朽化し、効率的研究の遂行が困難である。
- ・実験室のスペースが手狭であり、作業性が悪い。
- ・高濃度トリチウムを使用し得る装置類が限られている。
- ・有機化学又は生化学的な研究を行うことが困難である。

### (2) 外部評価

本センターは、学内共同教育研究施設として設置されたが、我国の大学で三種の水素同位体を同等レベルで使用し得る唯一の施設であり、今後は学外との共同研究等が益々求められるものと考えられる。この様な共同研究は国内のみに留まることなく、諸外国の研究機関との協力・共同研究も増加するものと考えられる。この様な状況に加えて、本センターは平成11年に10年の時限施設として設置されたが、国立大学の法人化に伴い時限の枠が取り外された。しかし、設置以来7年が経過し、また法人化の際に作成した中期計画が3年目に入り、今後の学内外における本センターの役割及び方向性を明確にするためには、これまでの研究活動等に対する自己点検評価に加えて学外の学識経験者による客観的評価を受ける必要がある。この様な観点から、平成18年度当初に運営委員会において外部評価委員会の設置を決定し、本年度の10月末に外部評価活動を実施すべく、そのための準備活動がなされている。

### (3) 将来構想

核融合炉開発研究は、平成17年にITERの建設サイトが決定された事により、大きな節目を向かえた。ITERは核融合エネルギーの科学的・技術的な実現可能性の実証を目指すのが、この目的を達成するためには核融合科学、プラズマ科学及び核融合炉工学による総合的な研究展開なくしてはあり得ないであろう。これはITER以降の核融合炉開発研究に対しても同様である。核融合炉工学の範疇に入るものの一つとして、核融合炉燃料となる重水素とトリチウムを炉心へ安定に供給し、これを回収—精製—分離処理して、再循環する燃料循環プロセスの役割を担うトリチウムプラントがある。

ITER におけるトリチウムプラントの建設にはこれまで研究開発されてきた各種の技術が投入されるであろう。しかし、ITER の次段階として位置づけられる核融合原型炉(または実証炉)のトリチウムプラントでは、取扱い燃料の更なる増大に対する安全性確保、トリチウムの自給自足体制の確立、および長時間にわたる安定した連続運転が要求される。これらの要求に対処するためには、研究開発に長いリードタイムを必要とするが、ITER において採用されたトリチウム取扱い技術の高性能化及び高精密化に加えて、トリチウムの性質に対する継続的な基礎的データの蓄積と計算機シミュレーションに基づく理論的解析が必要である。更に技術的な飛躍のためには新機能性材料の開発及びその学術的基盤の構築を推進することが必要不可欠である。

また、この様な国際的状況に加えて、我国の核融合研究における重点化装置として位置づけられている核融合科学研究所の大型ヘリカル実験装置(LHD)及び大阪大学レーザーエネルギー学研究所の慣性核融合実験装置において、それぞれD-D実験およびD-T実験(FIREX計画)が数年先に計画されている。前者の実験においてもトリチウムの発生が起これ、その対応策が必要となる。この様な計画に対して、これまでトリチウム挙動の基礎的データ及び取扱い技術(ノウハウ)を蓄積してきた本センターはこれらの実験の遂行に対して積極的な役割を果たすことが求められるであろう。

一方、水素エネルギー社会の実現には燃料電池等の個別の要素技術開発のみならず、大量水素の製造・輸送・貯蔵及び利用等に関わる個別の技術についても原理、効率、経済性、耐久性及び安全性などの観点から総合的に検討する必要がある。これらの検討に際して、有望な候補材料の開発が実現への鍵となる。例えば、水素製造に関して概観すると、既存の再生可能エネルギー源及び非化石エネルギー源などを利用する電気分解、熱化学反応及び有機化合物分解反応等が有り得るが、何れの製造法においても上記観点の要求を満たすような高機能性材料の研究開発が必須となる。

上述の水素製造技術は、核融合炉システムの観点から見ると、ブランケットで発生する水蒸気状トリチウム、燃料循環プロセスで発生する高濃度トリチウム水やトリチウム炭化水素、核融合炉構造材等の冷却水及びトリチウムを含有する汚染材料などからのトリチウムガスの生成・回収プロセスの構築に必要な機能性材料及び要素技術の研究開発と相通じるものがある。なお、この様なトリチウムガスの生成・回収プロセスの確立は ITER を含め将来の核融合炉の早期実現に対して極めて重要な課題である。

本センターは、軽水素、重水素及びトリチウムを同等レベルで取扱い得るという特徴を活かし、これまでトリチウムの安全取扱い技術の確立及び水素の機能性に関する研究開発を3研究分野の体制で推進し、新水素エネルギーシステムの基礎となる「水素同位体科学」の創設を目途としてきた。今後もこの様な目標の下で、先に述べた重要課題を考慮し、核融合エネルギー及び水素エネルギーの早期実現に寄与するためには、更に強力な研究展開を推し進めるための体制強化が必要である。このような観点より、従来の3研究分野体制から応用物性・バックエンドな研究分野を2つの研究分野として独立させ、次頁の図に示す様に、全体として4研究分野への組織整備を行い、それぞれの研究分野において次に示す様な研究課題を精力的に推進することが切望される。

### (1.基礎物性研究分野)

- ・核融合炉材料中のトリチウム挙動に関するデータベースの構築及び計算機シミュレーションによる理論的解析・材料設計

### (2.応用物性研究分野)

- ・水素製造及びトリチウム回収技術に関わる基礎的研究及び要素技術の研究開発

### (3.バックエンド研究分野)

- ・トリチウム汚染物の処理・処分・管理技術の確立に関わる基礎的研究及び要素技術の高度化

### (4.素材循環研究分野)

- ・水素エネルギー変換の高効率化に関わる要素技術及び新規機能性材料の研究開発

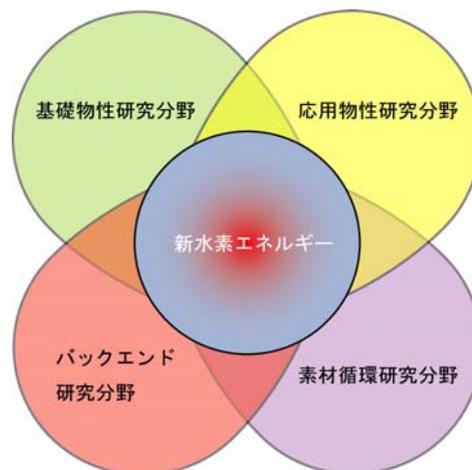


図 I-5 今後の研究体制

このような組織整備に加えて、長期間にわたる研究活動を維持し、本センターの特徴を活かした学内外の研究者との共同研究等をより活性化するためには、設置以来26年経過したことを考慮し、放射線施設及び安全設備の整備が急がれる。更に、多様化する実験ニーズに応え、かつ安全に実験を遂行していくためにも安全管理を専門とする組織の整備が必要である。また水素同位体科学に関する研究を更に発展・維持するためには、継続的な若い人材の育成が必要であり、ホームページ及び核融合ネットワーク等を利用して、富山大学のみならず全国の大学・研究機関に向けて情報発信するための体制整備を図ることが必要不可欠である。

## Ⅱ. 研究活動

### [1] 研究の現状

#### (1) 研究業績

- (i) 発表論文
- (ii) 著書
- (iii) 国内の学会における発表
- (iv) 国際会議における発表

#### (2) ワークショップ等開催事業

#### (3) 研究報告

#### (4) 特許の出願状況

### [2] 学内外研究機関との共同研究の現状

#### (1) 学内との共同研究（共同利用）

#### (2) 学外との共同研究（国内）

##### (i) 大学および公的機関との共同研究

- (a) 核融合科学研究所
- (b) その他大学
- (c) 日本原子力研究所

##### (ii) 民間との共同研究

##### (iii) 海外との共同研究

- (a) 学術交流協定の締結
- (b) 外国人研究員の招聘
- (c) その他

(イ) 日中拠点大学交流事業

(ロ) JUPITER-II 計画

(ハ) TEXTOR 共同研究

#### (3) 受託研究

### [3] 研究資金の獲得状況

#### (1) 科学研究費補助金

#### (2) 奨学寄附金

## II. 研究活動

ここでは、水素同位体科学研究センター研究が発足した平成 11 年(1999 年)から平成 17 年 (2005 年)までの研究活動における各種資料を掲載する。まず、研究業績として発表論文、著書、国内外の学会への参加状況、研究報告の出版状況、特許の出願状況を示す。次いで、学内共同利用および国内外研究機関との共同研究の実績を記す。最後に、研究活動を支える主要な外部資金である科学研究費補助金および奨学寄附金の獲得状況を記載する。

### [1] 研究の現状

#### (1) 研究業績

##### (i) 発表論文

(学術雑誌に査読を経て掲載された原著論文、解説、総説など。ただし、当センター研究報告に掲載された論文は別に示す。)

#### 【平成11年】

- 1) Release of hydrogen molecules from hydrogen-containing carbon film deposited on molybdenum  
K. Ashida, K. Watanabe, I. Kitamura and S. Ikeno  
J. Nucl. Mater., **266-269** (1999) 434-439.
- 2) Recovery of deuterium from argon carrier gas by ZrNi modified with electroless Pd coating  
K. Ashida, W. Nishida, J. Nagata, Y. Nishimura and K. Watanabe  
Mater. Trans., JIM, **40(9)** (1999) 851-854.
- 3) Effect of surface modification by heating in argon on charge/discharge characteristics of Mg<sub>2</sub>Ni electrode  
Y. Hatano, T. Tachikawa, K. Kobayashi, K. Mori, K. Watanabe and S. Morozumi  
Mater. Trans., JIM, **40(9)** (1999) 919-922.
- 4) Deposition of lithium on a plasma edge probe in TFTR  
—Behavior of lithium— painted walls interacting with edge plasmas  
Y. Hirooka, K. Ashida, H. Kugel, D. Walsh, W. Wampler, M. Bell, R. Conn, M. Hara, S. Luckhardt, M. Matsuyama, D. Mansfield, D. Muller, C. Skinner, T. Walters and K. Watanabe  
J. Nucl. Mater., **274** (1999) 320-328.

- 5) Zr 系ゲッターによる水素の吸着・吸収  
渡辺国昭, 真空, **42(12)** (1999) 1055-1063.
- 6) Charge and discharge characteristics of sintered Mg<sub>2</sub>Ni  
K. Watanabe, W. M. Shu, K. Mizukami, K. Kobayashi, Y. Hatano and S. Morozumi  
J. Alloys & Compounds, **293-295** (1999) 626-631.
- 7) Absorption of hydrogen isotopes by Pd-Pt alloys  
T. Yasumatsu, J. L. Wan, M. Matsuyama and K. Watanabe  
J. Alloys & Compounds, **293-295** (1999) 900-907.

【平成12年】

- 8) Hydrogen-induced disproportionation of Zr<sub>2</sub>Co  
M. Hara, R. Hayakawa and K. Watanabe  
Mater. Trans., JIM, **41(9)** (2000) 1146-1149.
- 9) Kinetics and mechanism of hydrogen-induced disproportionation of ZrCo  
M. Hara, T. Okabe, K. Mori and K. Watanabe  
Fusion Eng. Design, **49-50** (2000) 831-838.
- 10) In situ observation of tritium interactions with Pd and Zr by  $\beta$ -ray induced X-ray spectrometry  
M. Matsuyama, S. Ueda and K. Watanabe  
Fusion Eng. Design, **49-50** (2000) 885-891.
- 11) Permeation of hydrogen through vanadium under helium ion irradiation  
Y. Hatano, Y. Nanjo, R. Hayakawa and K. Watanabe  
J. Nucl. Mater., **283-287** (2000) 868-871.

【平成13年】

- 12) 真空加熱による Mg<sub>2</sub>Ni の脱マグネシウム現象  
諸住正太郎, 犀川 浩, 渡辺国昭, 軽金属, **51(1)** (2001) 23-27.
- 13) Solid-state reaction between tungsten and hydrogen-containing carbon film at elevated temperature  
K. Ashida, K. Fujino, T. Okabe, M. Matsuyama and K. Watanabe  
J. Nucl. Mater., **290-293** (2001) 42-46.
- 14) Nondestructive measurement of surface tritium by  $\beta$ -ray induced X-ray spectrometry (BIXS)  
M. Matsuyama, T. Tanabe, N. Noda, V. Philipps, K. H. Finken and K. Watanabe  
J. Nucl. Mater., **290-293** (2001) 437-442.
- 15) Recovery of hydrogen isotopes by Pd-coated ZrNi from inert gas atmosphere containing impurities  
K. Ashida, Y. Hatano, W. Nishida, K. Watanabe, A. Amano, K. Matsuda and S. Ikeno  
J. Nucl. Sci. Technol., **38(11)** (2001) 952-958.

- 16) Hydrogenation of MgNi<sub>2</sub> by rf-discharged hydrogen plasma  
Y. Hatano and K. Watanabe  
Proceedings of 4th Pacific Rim International Conference on Advanced Materials and Processing (PRICM4), (2001) 461-464.
- 17) Surface modification of amorphous MgNi electrodes  
T. Abe, S. Inoue, D. Mu, Y. Hatano and K. Watanabe  
Proceedings of 4th Pacific Rim International Conference on Advanced Materials and Processing (PRICM4), (2001) 465-468.

【平成14年】

- 18) Development of a column packing material for gas chromatographic separation of hydrogen isotopes  
Y. Nanjou, S. Ueda, T. Itoh, K. Tatenuma, M. Matsuyama and K. Watanabe  
Fusion Sci. Technol., **41** (2002) 1151-1154.
- 19) Electrochemical behavior of amorphous MgNi as negative electrodes in rechargeable Ni-MH batteries  
T. Abe, T. Tachikawa, Y. Hatano and K. Watanabe  
J. Alloys & Compounds, **330-332** (2002) 792-795.
- 20) Degradation of amorphous MgNi electrode and effect of heat treatment in Ar  
Y. Hatano, T. Tachikawa, D. Mu, T. Abe, K. Watanabe, and S. Morozumi  
J. Alloys & Compounds, **330-332** (2002) 816-820.
- 21) Degradation kinetics of discharge capacity for amorphous Mg-Ni electrode  
D. Mu, Y. Hatano, T. Abe and K. Watanabe  
J. Alloys & Compounds, **334** (2002) 232-237.
- 22) Quantitative measurement of surface tritium by  $\beta$ -ray-induced X-ray spectrometry (BIXS)  
M. Matsuyama, T. Murai and K. Watanabe  
Fusion Sci. Technol., **41** (2002) 505-509.
- 23) Decontamination robot for tritiated contaminants  
H. Aoyama, T. Seki, K. Ishikawa, S. Hosokawa, T. Itoh, K. Tatenuma, M. Matsuyama and K. Watanabe  
Fusion Sci. Technol., **41** (2002) 588-592.
- 24) Screen test of tritium recovery from stainless steel type 316  
A. Perevezentsev, K. Watanabe, M. Matsuyama and Y. Torikai  
Fusion Sci. Technol., **41** (2002) 706-710.
- 25) Effect of water vapor on tritium decontamination of stainless steel 316  
Y. Torikai, A. N. Perevezentsev, M. Matsuyama and K. Watanabe  
Fusion Sci. Technol., **41** (2002) 736-740.
- 26) Developmental study of dry decontamination for tritiated wastes

- T. Itoh, S. Ueda, K. Tatenuma, Y. Torikai, M. Matsuyama and K. Watanabe  
Fusion Sci. Technol., **41** (2002) 741-745.
- 27) Contamination of stainless steel type 316 by tritium  
Perevezentsev, K. Watanabe, M. Matsuyama and Y. Torikai  
Fusion Sci. Technol., **41** (2002) 746-750.
- 28) Superpermeability in fusion technology: Tritium accumulation and compression  
A. I. Livshits, Y. Hatano and K. Watanabe  
Fusion Sci. Technol., **41** (2002) 882-886.
- 29) Observation of hydrogen distribution in oxidized zircaloy-2 with tritium  
microautoradiography  
H. Hanada, Y. Hatano, K. Isobe, K. Sakamoto and M. Sugisaki  
Fusion Sci. Technol., **41** (2002) 915-919.
- 30) Development of advanced column material for hydrogen isotope separation at room  
temperature  
S. Ueda, Y. Nanjou, T. Itoh, K. Tatenuma, M. Matsuyama and K. Watanabe  
Fusion Sci. Technol., **41** (2002) 1146-1150.
- 31) Isotope effects on hydrogen absorption by Pd-4%at.%Pt alloy  
Y. Jin, M. Hara, J.L. Wan, M. Matsuyama and K. Watanabe  
J. Alloys & Compounds, **340** (2002) 207-213.
- 32) Initial studies of tritium behavior in flibe and flibe-facing material  
S. Fukada, R. A. Anderl, Y. Hatano, S. T. Schuetz, R. J. Pawelko, D. A. Petti,  
G. R. Smolik, T. Terai, M. Nishikawa, S. Tanaka and A. Sagara  
Fusion Eng. Design, **61-62** (2002) 783-788.
- 33) 水素同位体科学研究センターにおける最近のトリチウム研究  
松山政夫, J. Plasma Fusion Res., **78**(12) (2002) 1301-1307.
- 34) Surface segregation and oxidation of Ti in a V-Ti alloy  
R. Hayakawa, Y. Hatano, K. Fujii, K. Fukumoto, H. Matsui and K. Watanabe  
J. Nucl. Mater., **307-311** (2002) 580-584.
- 35) Studies on retention of tritium implanted into tungsten by  $\beta$ -ray-induced X-ray  
spectrometry  
M. Matsuyama, T. Murai, K. Yoshida, K. Watanabe, H. Iwakiri and N. Yoshida  
J. Nucl. Mater., **307-311** (2002) 729-734.
- 36) Solid state reaction between tungsten and amorphous carbon  
Y. Hatano, M. Takamori, K. Matsuda, S. Ikeno, K. Fujii and K. Watanabe  
J. Nucl. Mater., **307-311** (2002) 1339-1343.
- 37) A study of polymer electrolyte fuel cells by the measurement of AC impedance, current  
interrupt, and dew points: 2. Effect of cell temperature  
T. Abe, H. Shima, K. Watanabe and Y. Ito  
Fuel Cells, **2** (2002) 15-19.

- 38) Fabrication of photocatalytic TiO<sub>2</sub> films on pure aluminum plates  
S. Ikeno, T. Kawabata, H. Hayashi, K. Matsuda, S. Rengakuji, T. Suzuki, Y. Hatano and K. Tanaka  
Mater. Trans., **43** (2002) 939-945.
- 39) Hydrogenation of MgNi<sub>2</sub> by atomic hydrogen at elevated temperatures  
Y. Hatano and K. Watanabe  
Mater. Trans., **43** (2002) 1105-1109.
- 40) Surface modification of MgNi by perylene  
T. Ma, Y. Hatano, T. Abe and K. Watanabe  
Mater. Trans., **43** (2002) 2711-2716.
- 41) Rapid evaluation of charge/discharge properties for lithium manganese oxide particles at elevated temperatures  
K. Dokko, S. Horikoshi, T. Itoh, M. Nishizawa, T. Abe, M. Umeda and I. Uchida  
J. Solid State Electrochem, **6** (2002) 188-193.

【平成15年】

- 42) Electrochemical studies of the effect of surface modification of amorphous MgNi electrodes by carbon or Ni  
T. Abe, S. Inoue, D. Mu, Y. Hatano and K. Watanabe  
J. Alloys & Compounds, **349** (2003) 279-283.
- 43) Non-destructive tritium measurements of Mk IIA divertor tile by BIXS  
M. Matsuyama, N. Bekris, M. Glugla, N. Noda, V. Philipps and K. Watanabe  
J. Nucl. Mater., **313-316** (2003) 491-495.
- 44) Hydrogen-induced disproportionation of Zr<sub>2</sub>M (M=Fe, Co, Ni) and reproporationation  
M. Hara, R. Hayakawa, Y. Kaneko and K. Watanabe  
J. Alloys & Compounds, **352** (2003) 218-225.
- 45) Flibe-D<sub>2</sub> permeation experiment and analysis  
S. Fukada, R. A. Anderl, R. J. Pawelko, G. R. Smolik, S. T. Schuetz, J. E. O'Brien, H. Nishimura, Y. Hatano, T. Terai, D. A. Petti, D.-K. Sze and S. Tanaka  
Fusion Sci. Technol., **44** (2003) 410-414.
- 46) Gas-driven hydrogen permeation in the surface-limited regime  
A. Pisarev, V. Shestakov, R. Hayakawa, Y. Hatano and K. Watanabe  
J. Nucl. Mater., **320** (2003) 214-222.
- 47) Hydrogen absorption by Pd-coated ZrNi prepared by using Barrel-Sputtering System  
M. Hara, Y. Hatano, T. Abe, K. Watanabe, T. Naitoh, S. Ikeno and Y. Honda  
J. Nucl. Mater., **320** (2003) 265-271.
- 48) Relation between recombination rate constant of deuterium at niobium surface and oxygen concentration in bulk.  
R. Hayakawa, A. Busnyuk, Y. Hatano, A. Livshits and K. Watanabe

【平成16年】

- 49) Study of PEFCs by AC impedance, current interrupt, and dew point measurements  
I. Effect of humidity in oxygen gas  
T. Abe, H. Shima, K. Watanabe and Y. Ito  
J. Electrochem. Soc., **151(1)** (2004) A101-A105.
- 50) Characteristics of a promising tritium process monitor detecting bremsstrahlung X-rays  
W. M. Shu, M. Matsuyama, T. Suzuki and M. F. Nishi  
Nucl. Instr. Meth. Phys. Res. A, **521** (2004) 423-429.
- 51) Effects of Pd addition on electrochemical properties of MgNi  
T. Ma, Y. Hatano, T. Abe and K. Watanabe  
J. Alloys & Compounds, **372** (2004) 251-258.
- 52) Influence of heat treatment on hydrogen ingress into V-4Cr-4Ti alloy  
R. Hayakawa, Y. Hatano, K. Fukumoto, H. Matsui and K. Watanabe  
J. Nucl. Mater., **329-333** (2004) 411-415.
- 53) Effects of heat treatment on trapping and release of tritium from He pre-irradiated tungsten  
M. Matsuyama, S. Nakagawa, M. Enyama, K. Watanabe, H. Iwakiri and N. Yoshida  
J. Nucl. Mater., **329-333** (2004) 752-756.
- 54) Implanted hydrogen isotope retention and chemical behavior in boron thin films for wall conditioning  
Y. Oya, H. Kodama, M. Oyaidzu, Y. Morimoto, M. Matsuyama, A. Sagara, N. Noda and K. Okuno  
J. Nucl. Mater., **329-333** (2004) 870-873.
- 55) Studies on structural and chemical characterization for boron coating films deposited by PCVD  
H. Kodama, M. Oyaidzu, M. Sasaki, H. Kimura, Y. Morimoto, Y. Oya, M. Matsuyama, A. Sagara, N. Noda and K. Okuno  
J. Nucl. Mater., **329-333** (2004) 889-893.
- 56) Behavior of tritium release from thin boron films deposited on SS316  
S. Nakagawa, M. Matsuyama, H. Kodama, Y. Oya, K. Okuno, A. Sagara, N. Noda and K. Watanabe  
J. Nucl. Mater., **329-333** (2004) 904-908.
- 57) Tritium uptake by SS316 and its decontamination  
Y. Torikai, R.-D. Penzhorn, M. Matsuyama and K. Watanabe  
J. Nucl. Mater., **329-333** (2004) 1624-1628.
- 58) Surface modification of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ceramic grains using a new RF sputtering system developed for powdery materials

- T. Abe, S. Akamaru and K. Watanabe  
J. Alloys & Compounds, **377** (2004) 194-201.
- 59) Kinetics of dissociative absorption of hydrogen through Nb surface covered by oxygen  
Y. Hatano, A. Livshits, A. Busnyuk, M. Nomura, K. Hashizume, M. Sugisaki,  
Y. Nakamura, N. Ohyabu and K. Watanabe  
Phys. Scr., **T108** (2004) 14-18.
- 60) Barrier effect against hydrogen ingress by Ti segregating to surface of V-Ti alloy.  
R. Hayakawa, Y. Hatano, A. Pisarev and K. Watanabe  
Phys. Scr., **T108** (2004) 38-41.

【平成17年】

- 61) 解説 水素エネルギー関連材料 水素エネルギー社会の実現に向けて  
波多野雄治, 井上光浩, 阿部孝之, 中森裕子, 折茂慎一, 長崎正雅  
日本原子力学会誌, **47(1)** (2005) 15-24.
- 62) The toroidal pump limiter ALT-II in TEXTOR  
K. H. Finken, D. Reiter, T. Denner, K. H. Dippel, J. Hobirk, G. Mank, H. Kever,  
G. H. Wolf, N. Noda, A. Miyahara, T. Shoji, K. N. Sato, K. Akaishi, J. A. Boedo,  
J. N. Brooks, R. W. Conn, W. J. Corbett, R. P. Doerner, D. Goebel, D. S. Gray,  
L. Hillis, J. Hogan, R. T. McGrath, M. Matsuyama, R. Moyer,  
R. E. Nygren and J. Watkins  
Fusion Sci. Technol., **47** (2005) 126-136.
- 63) Surface segregation of Ti in a V-4Cr-4Ti alloy and its influence on the surface reaction rates of hydrogen isotopes  
Y. Hatano, R. Hayakawa, K. Nishino, S. Ikeno, T. Nagasaka, T. Muroga and  
K. Watanabe  
Mater. Trans., **46(3)** (2005) 511-516.
- 64) Hydrogen absorption capability of a niobium panel for pumping neutral atoms in divertor region  
Y. Nakamura, A.I. Livshits, Y. Nakahara, Y. Hatano, A. Busnyuk and N. Ohyabu  
J. Nucl. Mater., **337-339** (2005) 461-465.
- 65) Tritium distribution in JET Mark IIA type divertor tiles analysed by BIXS  
Y. Torikai, M. Matsuyama, N. Bekris, M. Glugla, P. Coad, W. Naegele, A. Erbe,  
N. Noda, V. Philipps and K. Watanabe  
J. Nucl. Mater., **337-339** (2005) 575-579.
- 66) Helium irradiation effects on retention behavior of deuterium implanted into boron coating film by PCVD  
H. Kodama, M. Oyaidzu, A. Yoshikawa, H. Kimura, Y. Oya, M. Matsuyama,  
A. Sagara, N. Noda and K. Okuno  
J. Nucl. Mater., **337-339** (2005) 649-653.

- 67) Influence of microstructure of tungsten on solid state reaction rate with amorphous carbon film  
Y. Hatano, M. Takamori, K. Nogita, K. Matsuda, S. Ikeno and K. Watanabe  
J. Nucl. Mater., **337-339** (2005) 902-906.
- 68) Effects of bulk modification by Pd on electrochemical properties of MgNi  
T. Ma, Y. Hatano, T. Abe and K. Watanabe  
J. Alloys & Compounds, **391** (2005) 313-317.
- 69) 水素同位体を利用した循環型エネルギーシステム  
波多野雄治, 阿部孝之, 未来材料, **5** (2005) 2-5.
- 70) A new kind of column materials for gas chromatographic hydrogen isotope separation  
M. Hara, H. Shima, S. Akamaru, T. Abe, M. Matsuyama and K. Watanabe  
Fusion Sci. Technol., **48** (2005) 144-147.
- 71) A study on a tritium separation process using self-developing gas chromatography with Pd-Pt alloy  
S. Kojima, M. Yokosawa, M. Matsuyama, M. Numata, T. Kato and K. Watanabe  
Fusion Sci. Technol., **48** (2005) 152-155.
- 72) Chronic release of tritium from SS316 at ambient temperature: correlation between depth profile and tritium liberation  
Y. Torikai, R.-D. Penzhorn, M. Matsuyama and K. Watanabe  
Fusion Sci. Technol., **48** (2005) 177-181.
- 73) In-situ measurement of high level tritiated water by bremsstrahlung counting  
M. Matsuyama, Y. Torikai and K. Watanabe  
Fusion Sci. Technol., **48** (2005) 324-331.
- 74) Development of a low-level tritium air monitor  
Y. Sakuma, T. Iida, T. Koganezawa, Y. Ogata, T. Aoyama, Y. Torikai, M. Ohta and M. Takami  
Fusion Sci. Technol., **48** (2005) 397-400.
- 75) Surface modification of polymer microparticles using a hexagonal-barrel sputtering system.  
T. Abe, S. Akamaru, K. Watanabe and Y. Honda  
J. Alloys & Compounds, **402** (2005) 227-232.

(ii) 著書

- 1) 「2.3 核融合炉燃料」 渡辺国昭, 波多野雄治, 市村憲司 編「水素の物性・反応の機能性化と応用」, アイピーシー, 2001.
- 2) 「トリチウム」 渡辺国昭, 物理学辞典編集委員会 編「物理学辞典」, 培風館, (2005).

(iii) 国内の学会における発表

【平成11年】

- 1) 「表面改質 ZrNi による不純物ガスを含む Ar 中の重水素回収」  
芦田 完, 西田 航, 渡辺国昭  
日本原子力学会 1999 年秋の大会
- 2) 「 $\beta$ 線誘起 X 線計測法による表面トリチウムの in-situ 測定(III);測定限界に関する検討」  
松山政夫, 渡辺国昭, 宇田達彦  
日本原子力学会 1999 年秋の大会
- 3) 「バナジウム中の水素の透過挙動に及ぼすヘリウムイオン同時照射の影響」  
早川 亮, 波多野雄治, 南条吉保, 渡辺国昭  
日本金属学会 1999 年秋期(第 125 回)大会
- 4) 「アモルファス MgNi 電極の劣化機構」  
波多野雄治, 立川智之, 穆 道斌, 渡辺国昭, 諸住正太郎  
日本金属学会 1999 年秋期(第 125 回)大会
- 5) 「Pd により表面改質された ZrNi の酸素に対する耐久性」  
天野麻美, 芦田 完, 渡辺国昭, 池野 進  
日本金属学会・日本鉄鋼協会 北陸信越支部 平成 11 年度連合講演会
- 6) 「メタンあるいはエチレンプラズマにより作成した炭素膜の FT-IR による測定」  
藤野健太郎, 岡部俊夫, 芦田 完, 渡辺国昭  
日本物理学会北陸支部 応用物理北陸・信越支部合同学術講演会

【平成12年】

- 7) 「水素含有炭素膜とタンゲステンの固相反応」  
芦田 完, 渡辺国昭, 藤野健太郎, 岡部俊夫  
日本原子力学会 2000 年春の年会
- 8) 「The Kinetic Study of Hydrogen Absorption by Pd-4at% Alloy」  
Y. Jin, J.L. Wan, M. Hara, K. Watanabe  
日本原子力学会 2000 年春の年会
- 9) 「 $\beta$ 線誘起 X 線計測法による表面トリチウムの in-situ 測定(IV);アルゴン雰囲気での X 線への転換係数」  
村井忠幸, 松山政夫, 渡辺国昭  
日本原子力学会 2000 年春の年会
- 10) 「 $\beta$ 線誘起 X 線計測法による表面トリチウムの in-situ 測定(V);B/C 材料にイオン照射したトリチウムの熱的挙動」  
松山政夫, 村井忠幸, 渡辺国昭, 都築和泰, 野田信明  
日本原子力学会 2000 年春の年会
- 11) 「バナジウム合金の X 線光電子分光法による表面分析」  
早川 亮, 波多野雄治, 渡辺国昭

- 日本金属学会 2000 年春期(第 126 回)大会
- 12) 「水素二次電池用負極としてのアモルファス MgNi の電気化学的挙動」  
阿部孝之, 立川智之, 穆 道斌, 波多野雄治, 渡辺国昭  
日本金属学会 2000 年春期(第 126 回)大会
- 13) 「Zr<sub>2</sub>Co の水素誘起不均化」  
原 正憲, 早川 亮, 渡辺国昭  
日本金属学会 2000 年春期(第 126 回)大会
- 14) 「ヘリウムイオン照射によりバナジウム中に形成された欠陥と水素の相互作用」  
早川 亮, 波多野雄治, 渡辺国昭  
第3回核融合エネルギー連合講演会
- 15) 「表面トリチウムの定量的評価に対するβ線誘起 X 線計測法の適用性」  
松山政夫, 村井忠幸, 渡辺国昭, 野田信明  
第3回核融合エネルギー連合講演会
- 16) 「JET 黒鉛タイルからのトリチウム除染」  
波多野雄治, N. Bekris, R.-D. Penzhorn  
日本原子力学会 2000 年秋の大会
- 17) 「β線誘起 X 線計測法による表面層トリチウムの in-situ 測定(VI); 転換係数の深さ分布依存性」  
村井忠幸, 松山政夫, 渡辺国昭  
日本原子力学会 2000 年秋の大会
- 18) 「Zr<sub>2</sub>M 系ゲッター材の水素吸収特性」  
原 正憲, 金子義信, 早川 亮, 渡辺国昭  
日本原子力学会 2000 年秋の大会
- 19) 「SUS316 ステンレス鋼のトリチウム除染( I ); トリチウムの昇温脱離」  
A. N. Perevezentsev, 鳥養祐二, 松山政夫, 渡辺国昭  
日本原子力学会 2000 年秋の大会
- 20) 「トリチウム汚染物の乾式除染技術の開発研究( I ); オゾンガス処理および反応性プラズマ処理の可能性」  
伊藤剛士, 上田哲志, 蓼沼克嘉, 鳥養祐二, 松山政夫, 渡辺国昭  
日本原子力学会 2000 年秋の大会

【平成13年】

- 21) 「タングステンと炭素膜の固相反応」  
波多野雄治, 高森美幸, 渡辺国昭, 松田健二, 池野 進  
日本原子力学会 2001 年春の大会
- 22) 「BIXS 法によるタングステン中のトリチウム分析( I )」  
松山政夫, 吉田勝彦, 村井忠幸, 岩切宏友, 渡辺国昭, 吉田直亮  
日本原子力学会 2001 年春の大会

- 23) 「SUS316 ステンレス鋼のトリチウム除染(Ⅱ)」  
鳥養祐二, A.N. Perevezentsev, 松山政夫, 渡辺国昭  
日本原子力学会 2001 年春の大会
- 24) 「トリチウム汚染物の乾式除染技術の開発研究(Ⅱ);オゾンガスによるトリチウム除去挙動」  
伊藤剛士, 上田哲志, 蓼沼克嘉, 鳥養祐二, 松山政夫, 渡辺国昭  
日本原子力学会 2001 年春の大会
- 25) 「高効率水素同位体分離技術の開発研究(Ⅰ);多孔質 SiC 担持 Pd-Pt による水素同位体の室温分離(Ⅰ)」  
上田哲志, 伊藤剛士, 南条吉保, 蓼沼克嘉, 松山政夫, 渡辺国昭  
日本原子力学会 2001 年春の大会
- 26) 「高効率水素同位体分離技術の開発研究(Ⅱ);水素同位体分離用多孔質 SiC 担持 Pd-Pt 合金」  
南条吉保, 上田哲志, 伊藤剛士, 蓼沼克嘉, 松山政夫, 渡辺国昭  
日本原子力学会 2001 年春の大会
- 27) 「真空中での加熱処理による V-Ti 合金中の表面偏析」  
早川 亮, 波多野雄治, 渡辺国昭  
日本金属学会 2001 年春期(第 128 回)大会
- 28) 「MgNi 電極の表面改質」  
穆 道斌, 波多野雄治, 阿部孝之, 渡辺国昭  
日本金属学会 2001 年春期(第 128 回)大会
- 29) 「50cm<sup>2</sup> 級 PEMFC における水分量の影響」  
川野滋久, 阿部孝之, 渡辺国昭, 伊藤友喜男  
2001 年 電気化学会第 68 回大会
- 30) 「50cm<sup>2</sup> 級 PEMFC における負荷の影響」  
川野滋久, 阿部孝之, 渡辺国昭, 伊藤友喜男  
2001 年 電気化学会第 68 回大会
- 31) 「メカニカルグラインディング(MG)した RuO<sub>2</sub> の電気化学特性」  
井上左知男, 阿部孝之, 渡辺国昭  
2001 年 電気化学会第 68 回大会
- 32) 「メカニカルグラインディング(MG)処理した NiO の特性評価」  
堀田昌孝, 井上左知男, 阿部孝之, 渡辺国昭  
2001 年 電気化学秋季大会
- 33) 「固体高分子型燃料電池(PEFC)におけるセル温度の影響」  
島 寛之, 阿部孝之, 渡辺国昭  
2001 年電気化学秋季大会
- 34) 「高効率水素同位体分離技術の開発研究(Ⅱ);トリチウム分離用カラムの予備実験」  
上田哲志, 伊藤剛士, 蓼沼克嘉, 松山政夫, 渡辺国昭

- 日本原子力学会 2001 年秋の大会
- 35) 「SUS316 ステンレス鋼のトリチウム除染(Ⅲ)」  
鳥養祐二, A. N. Perevezentsev, 松山政夫, 渡辺国昭  
日本原子力学会 2001 年秋の大会
- 36) 「オゾン処理方式トリチウム除染ロボットの開発」  
青山 元, 細川俊介, 伊藤剛士, 蓼沼克嘉, 松山政夫, 渡辺国昭  
日本原子力学会 2001 年秋の大会
- 37) 「Zr<sub>2</sub>M 系ゲッターの水素吸収の動力学」  
原 正憲, 金子義信, 渡辺国昭  
日本原子力学会 2001 年秋の大会
- 38) 「Nb 表面での重水素の再結合定数に及ぼす酸素の影響」  
早川 亮, 波多野雄治, 渡辺国昭, A. Busnyuk, A. Livshits  
日本原子力学会 2001 年秋の大会
- 39) 「BIXS 法によるタングステン中のトリチウム分析(Ⅱ)」  
松山政夫, 吉田勝彦, 村井忠幸, 渡辺国昭, (九大)岩切宏友, 吉田直亮  
日本原子力学会 2001 年秋の大会
- 40) 「β線誘起 X 線計測法(BIXS)による Ni 基合金中のトリチウムの測定(Ⅰ)」  
吉田勝彦, 村井忠幸, 松山政夫, 渡辺国昭  
日本原子力学会 2001 年秋の大会
- 41) 「カーボン修飾アモルファス MgNi の電気化学的挙動」  
阿部孝之, 波多野雄治, 穆 道斌, 渡辺国昭  
日本金属学会 2001 年秋期(第 129 回)大会
- 42) 「高周波放電により生成したプロチウムによる MgNi<sub>2</sub> の水素化」  
波多野雄治, 渡辺国昭  
日本金属学会 2001 年秋期(第 129 回)大会

【平成14年】

- 43) 「Flibe からの含水素不純物の放出挙動」  
波多野雄治, 深田 智, 西川正史, 寺井隆幸, 田中 知, R. A. Anderl, S. T. Suchuetz, R. J. Pawelko, D. A. Petti  
日本原子力学会 2002 年春の大会
- 44) 「Flibe トリチウムポットの設計」  
深田 智, 西川正史, 波多野雄治, 寺井隆幸, 田中 知, R. A. Anderl, S. T. Suchuetz, R. J. Pawelko, D. A. Petti  
日本原子力学会 2002 年春の大会
- 45) 「高効率水素同位体分離技術の開発(Ⅲ); Pd-4at%Pt 合金による水素同位体の分離」  
上田哲志, 伊藤剛士, 蓼沼克嘉, 松山政夫, 渡辺国昭  
日本原子力学会 2002 年春の大会

- 46) 「トリチウムの脱離挙動に対するホウ素コーティングの影響」  
中川祥絵, 松山政夫, 渡辺国昭, 相良明男, 野田信明, 奥野健二  
日本原子力学会 2002 年春の大会
- 47) 「BIXS 法によるタングステン中のトリチウムの分析(III)」  
松山政夫, 吉田勝彦, 村井忠幸, 渡辺国昭, 岩切宏友, 吉田直亮  
日本原子力学会 2002 年春の大会
- 48) 「スパッタリングにより Pd を修飾した ZrNi の活性化挙動」  
原 正憲, 波多野雄治, 阿部孝之, 渡辺国昭, 内藤利光, 松田健二, 池野 進, 本  
多祐二  
日本金属学会 2002 年春期(第 130 回)大会
- 49) 「Surface modification of MgNi by aromatic compounds」  
馬 鉄軍, 波多野雄治, 穆 道斌, 阿部孝之, 渡辺国昭  
日本金属学会 2002 年春期(第 130 回)大会
- 50) 「ボロン薄膜における高エネルギー重水素の化学的挙動の解明」  
児玉 博, 佐々木政義, 森本泰臣, 奥野健二, 松山政夫, 大矢恭久, 相良明男, 野  
田信明  
日本原子力学会 2002 年秋の大会
- 51) 「高効率水素同位体分離技術の開発(IV); 高分散型分離カラム材の開発」  
上田哲志, 伊藤剛士, 蓼沼克嘉, 松山政夫, 渡辺国昭  
日本原子力学会 2002 年秋の大会
- 52) 「BIXS 法による JET ダイバータタイトルのトリチウム分析( I )」  
松山政夫, 渡辺国昭, 野田信明, N. Bekris, M. Glugla, V. Philipps  
日本原子力学会 2002 年秋の大会
- 53) 「V-Ti 合金の水素吸収に対する表面偏析 Ti の障壁効果」  
早川 亮, 波多野雄治, 渡辺国昭  
日本金属学会 2002 年秋期(第 131 回)大会
- 54) 「タングステンと非晶質炭素膜との固相反応」  
高森美幸, 波多野雄治, 渡辺国昭  
日本金属学会 2002 年秋期(第 131 回)大会
- 55) 「ニオブ表面における水素の吸着・脱離挙動に及ぼす酸素の影響」  
能村 衛, 早川 亮, 波多野雄治, 渡辺国昭, A. Busnyuk, A. Livshits  
日本金属学会 2002 年秋期(第 131 回)大会
- 56) 「The Effects of Pd Addition on the Electrochemical Properties of MgNi」  
馬 鉄軍, 波多野雄治, 阿部孝之, 渡辺国昭  
日本金属学会 2002 年秋期(第 131 回)大会

【平成15年】

- 57) 「多角バレルスパッタリング装置を用いた微粒子表面の新規修飾法

- 粒径5 $\mu\text{m}$  ポリマー微粒子表面への Pt 修飾—  
赤丸悟士, 阿部孝之, 渡辺国昭, 本多祐二  
日本化学会 第 83 春季年会
- 58) 「多角バレルスパッタリング装置を用いた微粒子表面の新規修飾法  
—イオン性結晶 NaCl 粒子表面への Pt 修飾—」  
赤丸悟士, 阿部孝之, 渡辺国昭  
日本金属学会 2003 年春期(第 132 回)大会
- 59) 「Mg-Ni-RE 系水素吸蔵合金の水素吸蔵特性に及ぼす前処理の効果」  
原 正憲, 諸住正太郎, 渡辺国昭  
日本金属学会 2003 年春期(第 132 回)大会
- 60) 「化学種弁別低レベルトリチウムモニタの開発( I )」  
佐久間洋一, 飯田孝夫, 小金澤孝之, 緒方良至, 青山隆彦, 鳥養祐二, 田中将裕,  
太田雅壽  
日本原子力学会 2003 年春の大会
- 61) 「環境水中トリチウム測定手法の簡素化」  
飯田孝夫, 小金澤孝之, 緒方良至, 佐久間洋一, 山西弘城, 垣内正久, 佐竹 洋,  
鳥養祐二, 辻 成人  
日本原子力学会 2003 年春の大会
- 62) 「酸素が偏析した Nb 表面上への水素の吸着挙動」  
波多野雄治, 能村 衛, 渡辺国昭, A. Livshits, A. Busnyuk, 中村幸男,  
大藪修義  
日本原子力学会 2003 年春の大会
- 63) 「BIXS 法による JET ダイバータタイトルのトリチウム分析( II )」  
松山政夫, 渡辺国昭, 野田信明, N. Bekris, M. Glugla, V. Philipps  
日本原子力学会 2003 年春の大会
- 64) 「Mo にイオン照射されたトリチウムの BIXS 法による追跡」  
圓山允一, 松山政夫, 渡辺国昭  
日本原子力学会 2003 年春の大会
- 65) 「ボロン膜にイオン注入されたトリチウムの脱離挙動」  
中川祥絵, 松山政夫, 渡辺国昭, 相良明男, 野田信明, 児玉 博, 奥野健二  
日本原子力学会 2003 年春の大会
- 66) 「SUS316 ステンレス鋼のトリチウム除染(IV)」  
鳥養祐二, 松山政夫, 渡辺国昭  
日本原子力学会 2003 年春の大会
- 67) 「水素同位体分離用カラム充填材の開発;Pd および Pd-Pt 合金被覆 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>粉末の  
調整と特性評価」  
島 寛之, 赤丸悟士, 阿部孝之, 渡辺国昭, 上田哲志  
日本原子力学会 2003 年春の大会

- 68) 「多角バレルスパッタリング装置を用いた微粒子表面の新規修飾法—電極触媒の新規調製法—」  
阿部孝之, 赤丸悟士, 渡辺国昭  
電気化学会 創立 70 周年記念大会
- 69) 「電池反応を利用したエッチング廃液の有効利用」  
山本浩也, 赤丸悟士, 阿部孝之, 渡辺国昭  
電気化学会 創立 70 周年記念大会
- 70) 「粉末微粒子の新規表面修飾法とその電気化学的反応」  
阿部孝之, 赤丸悟士, 渡辺国昭  
電気化学会 秋季大会
- 71) 「バレルスパッタ法による Pd-Pt 合金被膜の作製と評価」  
島 寛之, 赤丸悟士, 原 正憲, 阿部孝之, 渡辺国昭  
日本金属学会 2003 年秋期大会
- 72) 「Nb と Pd の反応速度および水素透過速度に及ぼす Nb 炭化物層の影響」  
石山敬太, 波多野雄治, 渡辺国昭  
日本金属学会 2003 年秋期大会
- 73) 「低放射化バナジウム合金の水素吸収挙動」  
波多野雄治, 早川 亮, 渡辺国昭  
日本原子力学会 2003 年秋の大会
- 74) 「ボロン薄膜における高エネルギー重水素の化学的挙動の解明(II)」  
児玉 博, 小柳津誠, 吉河 朗, 森本泰臣, 奥野健二, 大矢恭久, 松山政夫, 相良明男, 野田信明  
日本原子力学会 2003 年秋の大会
- 75) 「BIXS 法による高濃度トリチウム水のその場測定」  
松山政夫, 鳥養祐二, 渡辺国昭  
日本原子力学会 2003 年秋の大会
- 76) 「ボロン膜にイオン注入されたトリチウムの脱離挙動(II)」  
中川祥絵, 松山政夫, 渡辺国昭, 相良明男, 野田信明, 大矢恭久, 児玉 博, 奥野健二  
日本原子力学会 2003 年秋の大会
- 77) 「SDGC 法によるトリチウム分離プロセスの開発( I );シミュレーション技術の開発」  
横沢 実, 大原 武, 小島秀蔵, 加藤 敬, 沼田 守, 松山政夫, 渡辺国昭, 上田哲志, 蓼沼克嘉  
日本原子力学会 2003 年秋の大会
- 78) 「BIXS 法による JET ダイバータタイトルのトリチウム分析(III)」  
鳥養祐二, 松山政夫, 渡辺国昭, 野田信明, N. Bekris, M. Glugla, V. Philipps, J. P. Coad  
日本原子力学会 2003 年秋の大会

【平成16年】

- 79) 「Pd-Co, Cu 合金の水素化物生成に対する同位体効果」  
杉山博則, 原 正憲, 松山政夫, 渡辺国昭  
日本金属学会 2004 年春期(第 134 回)大会
- 80) 「Nb と Pd の反応速度および水素透過速度に及ぼす Nb 炭化物層の影響(Ⅱ): Pd 被膜の高温健全性評価」  
石山敬太, 波多野雄治, 渡辺国昭  
日本金属学会 2004 年春期(第 134 回)大会
- 81) 「バレルスパッタリング法を用いた燃料電池用アノード触媒の調製」  
井上光浩, 阿部孝之, 渡辺国昭  
日本金属学会 2004 年春期(第 134 回)大会
- 82) 「SDGC 法によるトリチウム分離プロセスの開発(Ⅱ); 大型カラム用 Pd-Pt 合金粉体の H-D 分離性能確認試験」  
小島秀蔵, 加藤 敬, 沼田 守, 松山政夫, 渡辺国昭  
日本原子力学会 2004 年春の年会
- 83) 「BIXS 法による JET ダイバータタイトルのトリチウムの分析(Ⅳ)」  
鳥養祐二, 松山政夫, 渡辺国昭, 野田信明, N. Bekris, M. Glugla, V. Philipps, J.P. Coad  
日本原子力学会 2004 年春の年会
- 84) 「Mo にイオン照射されたトリチウムの BIXS 法による追跡(Ⅱ)」  
圓山允一, 松山政夫, 渡辺国昭  
日本原子力学会 2004 年春の年会
- 85) 「ボロン薄膜中の水素同位体化学状態とその滞留挙動」  
吉河 朗, 児玉 博, 小柳津誠, 奥野健二, 大矢恭久, 松山政夫, 相良明男, 野田信明  
日本原子力学会 2004 年春の年会
- 86) 「ボロンコーティング薄膜における高エネルギー重水素化学的挙動に及ぼすヘリウム照射効果の解明」  
児玉 博, 小柳津誠, 吉河 朗, 木村宏美, 奥野健二, 大矢恭久, 松山政夫, 相良明男, 野田信明  
日本原子力学会 2004 年春の年会
- 87) 「Nb 表面での水素の解離反応速度に及ぼす偏析酸素の影響」  
波多野雄治, 渡辺国昭, A. Livshits, A. Busnyuk, V. Alimov, 橋爪健一, 中村幸男, 大藪修義  
日本原子力学会 2004 年春の年会
- 88) 「バレルスパッタリング法を用いた PEFC 用アノード触媒の調製」  
井上光浩, 阿部孝之, 渡辺国昭  
電気化学会 第 71 回大会

- 89) 「V-4Cr-4Ti 合金の水素吸収へ及ぼす熱処理の影響」  
早川 亮, 波多野雄治, 渡辺国昭  
第5回核融合エネルギー連合講演会
- 90) 「BIXS 法による水素同位体のトリチウム分圧の測定」  
松山政夫, 洲 亘, 鈴木卓美, 西 正孝  
第5回核融合エネルギー連合講演会
- 91) 「室温におけるステンレス鋼(SS316)からのトリチウムの長期間脱離」  
鳥養祐二, R.-D. Penzhorn, 松山政夫, 渡辺国昭  
第5回核融合エネルギー連合講演会
- 92) 「Flibe 溶融塩中の水素同位体種の拡散挙動」  
深田 智, 西村秀俊, 寺井隆幸, 田中 知, R. Anderl, R. Pawelko, S. Schuetz, D. Petti, 波多野雄治, 西川正史, 奥野健二  
第5回核融合エネルギー連合講演会
- 93) 「核融合炉ブランケット溶融塩 Flibe の精製と化学制御」  
大矢恭久, 西村秀俊, 寺井隆幸, 田中 知, 原 正憲, 波多野雄治, 深田 智, 奥野健二, 西川正史, G. Smolik, R. Anderl, D. Petti  
第5回核融合エネルギー連合講演会
- 94) 「Flibe からの物質移行(Mobilization)に関する研究」  
森本泰臣, 奥野健二, 大矢恭久, 波多野雄治, 深田 智, 寺井隆幸, 田中 知, 西川正史, G. Smolik, R. Pawelko, R. Anderl, D. Petti  
第5回核融合エネルギー連合講演会
- 95) 「ボロンコーティング薄膜に打ち込まれた高エネルギー重水素の化学的挙動」  
児玉 博, 小柳津誠, 吉河 朗, 木村宏美, 奥野健二, 大矢恭久, 松山政夫, 相良明男, 野田信明  
第5回核融合エネルギー連合講演会
- 96) 「Nb-Pd 保護膜間の反応速度に及ぼす熱処理および表面処理の影響」  
波多野雄治, 渡辺国昭, 石山敬太  
日本金属学会 2004 年秋期(第 135 回)大会
- 97) 「高精度熱量計を基本とするトリチウム基準計測システムの構築(1) —システムの設計概要及び基本的性能の評価—」  
松山政夫  
プラズマ・核融合学会 第 21 回年会
- 98) 「SDGC 法を用いた水素同位体分離プロセスの開発」  
森本泰臣, 佐々木忠志, 小島秀蔵, 加藤 敬, 沼田 守, 原 正憲, 赤丸悟士, 松山政夫, 渡辺国昭  
プラズマ・核融合学会 第 21 回年会
- 99) 「紫外線照射下における Fe 中の水素透過」  
千葉晋平, 波多野雄治, 渡辺国昭

- 日本金属学会・日本鉄鋼協会 北陸信越支部 平成 16 年度総会・連合講演会  
100)「バレルスパッタリング法を用いた  $WO_3$  薄膜の調製」  
浜谷宏美, 松田健二, 池野 進, 阿部孝之, 渡辺国昭  
日本金属学会・日本鉄鋼協会 北陸信越支部 平成 16 年度総会・連合講演会  
101)「V-4Cr-4Ti 合金における Ti の表面偏析と水素同位体挙動」  
西野雅奈子, 松田健二, 池野 進, 早川 亮, 波多野雄治, 渡辺国昭  
日本金属学会・日本鉄鋼協会 北陸信越支部 平成 16 年度総会・連合講演会

【平成17年】

- 102)「プラスチックシンチレータを用いた高濃度トリチウムの測定」  
清水秀年, 江原康太郎, 緒方良至, 宮原 洋, 鳥養祐二, 松山政夫  
研究会「放射線検出器とその応用(第 19 回)」
- 103)「SDGC 法によるトリチウム分離プロセスの開発(Ⅲ); 重水素-トリチウム分離性能試験」  
森本泰臣, 小島秀蔵, 佐々木忠志, 加藤 敬, 沼田 守, 原 正憲, 赤丸悟士,  
松山政夫, 渡辺国昭  
日本原子力学会 2005 年春の年会
- 104)「Pd-Cu 合金粉末における水素同位体の吸収-脱離特性」  
松山政夫, 杉山博則, 渡辺国昭  
日本原子力学会 2005 年春の年会
- 105)「SS316 ステンレス鋼のトリチウムの除染(V)」  
鳥養祐二, R.-D. Penzhorn, 松山政夫, 渡辺国昭,  
日本原子力学会 2005 年春の年会
- 106)「 $Li_2BeF_4$  熔融塩への Be の溶解挙動」  
原 正憲, 波多野雄治, 奥野健二, 西川正史, 大矢恭久, 寺井隆幸, 田中 知,  
M. Simpson, G.R. Smolik, J.P. Sharp, R.A. Anderl, D.A. Petti,  
日本原子力学会 2005 年春の年会
- 107)「真空中での熱処理による  $Be_{12}Ti$  合金の表面状態の変化」  
波多野雄治, 渡辺国昭, 河村 弘, 内田宗範  
日本金属学会 2005 年春期(第 136 回)大会
- 108)「バレルスパッタリング法により調整した Pt-Ru/C の物性と電気化学特性」  
井上光浩, 山本浩也, 阿部孝之, 渡辺国昭  
電気化学会 第 72 回大会
- 109)「Nb および V 中の水素の超透過特性に及ぼす酸素の影響」  
波多野雄治, 松山政夫, (Bonch-Bruyevich 大) A. Livshits, A. Busnyuk, V. Alimov,  
中村幸男, 大藪修義  
日本原子力学会 2005 年秋の大会
- 110)「新規カラム材を用いたガスクロマトグラフによる水素同位体分離」  
原 正憲, 島 寛之, 赤丸悟士, 阿部孝之, 松山政夫

- 日本原子力学会 2005 年秋の大会
- 111)「SS316 ステンレス鋼のトリチウム除染(VI)」  
村田大樹, 鳥養祐二, R.-D. Penzhorn, 松山政夫, 赤石憲也, 渡辺国昭  
日本原子力学会 2005 年秋の大会
- 112)「環境水中トリチウム測定手法の簡素化2」  
佐久間洋一, 山西弘城, 緒方良至, 辻 成人, 鳥養祐二  
日本原子力学会 2005 年秋の大会
- 113)「多角バレルスパッタリング法を用いた微粒子表面への TiO<sub>2</sub> 薄膜修飾」  
東出真吾, 赤丸悟士, 原 正憲, 阿部孝之  
日本金属学会 2005 年秋期(第 137 回)大会
- 114)「ラジオルミノグラフ法による低放射化バナジウム合金中のトリチウム分布の観察」  
本間啓史, 波多野雄治, 松山政夫, 大福 寛, 斎藤英之, 長坂琢也, 室賀健夫,  
中村幸男  
日本金属学会 2005 年秋期(第 137 回)大会
- 115)「バナジウム合金中のトリチウムの拡散挙動」  
益田丈輔, 橋爪健一, 田辺哲朗, 波多野雄治, 長坂琢也,  
室賀健夫, 中村幸男  
日本金属学会 2005 年秋期(第 137 回)大会
- 116)「SS316 中のトリチウム分布」  
鳥養祐二, 村田大樹, R.-D. Penzhorn, 赤石憲也, 渡辺国昭, 松山政夫  
日本真空協会 第 46 回真空に関する連合講演会
- 117)「多角バレルスパッタリング法で調製した PEFC 用アノード電極触媒の物性と電気化学  
特性」  
井上光浩, 赤丸悟士, 田口 明, 阿部孝之  
日本表面科学会 第 25 回表面科学講演大会
- 118)「多角バレルスパッタリング法による微粒子表面への SnO<sub>2</sub> 薄膜修飾」  
東出真吾, 赤丸悟士, 阿部孝之  
日本表面科学会 第 25 回表面科学講演大会
- 119)「Nb 水素透過膜と Pd 保護皮膜の反応に関する研究」  
波多野雄治, 本間啓史, 野崎天生  
日本金属学会・日本鉄鋼協会 北陸信越支部 平成 17 年度総会・連合講演会
- 120)「Pd 合金水素化物生成の磁気特性」  
桜井淳一, 西村克彦, 森克徳, 原 正憲, 松山政夫  
日本金属学会・日本鉄鋼協会 北陸信越支部 平成 17 年度総会・連合講演会
- 121)「イメージングプレート法によるバナジウム合金中のトリチウム濃度分布の観察」  
本間啓史, 波多野雄治, 松山政夫, 大福 寛, 斎藤英之  
日本金属学会・日本鉄鋼協会 北陸信越支部 平成 17 年度総会・連合講演会

(iv) 国際会議における発表

【平成11年】

- 1) In-situ observation of tritium interactions with Pd and Zr by  $\beta$ -ray induced X-ray spectrometry  
M. Matsuyama, S. Ueda and K. Watanabe  
5th International Symposium on Fusion Nuclear Technology (ISFNT-5), September 19-24, 1999, Rome, Italy.
- 2) Kinetics and mechanism of hydrogen induced disproportionation of ZrCo  
M. Hara, T. Okabe, K. Mori and K. Watanabe  
5th International Symposium on Fusion Nuclear Technology (ISFNT-5), September 19-24, 1999, Rome, Italy.
- 3) Permeation of hydrogen through vanadium under helium ion irradiation  
Y. Hatano, Y. Nanjo, R. Hayakawa and K. Watanabe  
9th International Conference on Fusion Reactor Materials (ICFRM-9), October 10-15, 1999, Colorado Springs, USA.

【平成12年】

- 4) Nondestructive measurement of surface tritium by  $\beta$ -ray induced X-ray spectrometry (BIXS)  
M. Matsuyama, T. Tanabe, N. Noda, V. Philipps, K. Heinz Finken and K. Watanabe  
14th International Conference on Plasma Surface Interactions in Controlled Fusion Devices (PSI-14), May 22-26, 2000, Rosenheim, Germany.
- 5) Solid state reaction between tungsten and hydrogen containing carbon film at elevated temperature  
K. Ashida, K. Fujino, T. Okabe, M. Matsuyama and K. Watanabe  
14th International Conference on Plasma Surface Interactions in Controlled Fusion Devices (PSI-14), May 22-26, 2000, Rosenheim, Germany.
- 6) Degradation mechanism of amorphous MgNi electrode  
Y. Hatano, T. Tachikawa, D. Mu, T. Abe and K. Watanabe  
International Symposium on Metal-Hydrogen Systems, Fundamentals and Applications (MH2000), October 1-6, 2000, Noosa, Australia.
- 7) Electrochemical behavior of amorphous MgNi as negative electrodes in rechargeable hydrogen batteries  
T. Abe, T. Tachikawa, Y. Hatano, K. Watanabe  
International Symposium on Metal-Hydrogen Systems, Fundamentals and Applications (MH2000), October 1-6, 2000, Noosa, Australia.

【平成13年】

- 8) Hydriding of MgNi<sub>2</sub> by hydrogen plasma  
Y. Hatano and K. Watanabe  
Gordon Research Conference on Metal-Hydrogen Systems, July 8 - 13, 2001,  
New London, USA.
- 9) Quantitative measurement of surface tritium by  $\beta$ -ray-induced X-ray spectrometry (BIXS)  
M. Matsuyama, T. Murai and K. Watanabe  
6th International Conference on Tritium Science and Technology, November 11-16,  
2001, Tsukuba, Japan.
- 10) Effects of water vapor on tritium decontamination of stainless steel 316  
Y. Torikai, A. N. Perevezentsev, M. Matsuyama and K. Watanabe  
6th International Conference on Tritium Science and Technology, November 11-16,  
2001, Tsukuba, Japan.
- 11) Developmental study of dry decontamination for tritiated wastes  
T. Itoh, S. Ueda, K. Tatenuma, Y. Torikai, M. Matsuyama and K. Watanabe  
6th International Conference on Tritium Science and Technology, November 11-16,  
2001, Tsukuba, Japan.
- 12) Contamination of stainless steel type 316 by tritium  
A. Perevezentsev (EURATOM/UKAEA), K. Watanabe, M. Matsuyama  
and Y. Torikai  
6th International Conference on Tritium Science and Technology, November 11-16,  
2001, Tsukuba, Japan.
- 13) Screen test of tritium recovery from stainless steel type 316  
A. Perevezentsev, K. Watanabe, M. Matsuyama and Y. Torikai  
6th International Conference on Tritium Science and Technology, November 11-16,  
2001, Tsukuba, Japan.
- 14) Superpermeability and its possible applications in the tritium technology.  
A. I. Livshits, Y. Hatano and K. Watanabe  
6th International Conference on Tritium Science and Technology, November 11-16,  
2001, Tsukuba, Japan.
- 15) Development of advanced column material for hydrogen isotope separation at room  
temperature  
S. Ueda, Y. Nanjou, T. Itoh, K. Tatenuma, M. Matsuyama and K. Watanabe  
6th International Conference on Tritium Science and Technology, November 11-16,  
2001, Tsukuba, Japan.
- 16) Development of a column packing material of gas chromatography for hydrogen isotope  
separation  
Y. Nanjou, S. Ueda, T. Itoh, K. Tatenuma, M. Matsuyama and K. Watanabe

6th International Conference on Tritium Science and Technology, November 11-16, 2001, Tsukuba, Japan.

17) Surface segregation and oxidation Ti in V-Ti alloy

R. Hayakawa, Y. Hatano and K. Watanabe

10th International Conference on Fusion Reactor Materials (ICFRM-10), October 14-19, 2001, Barden-Barden, Germany.

18) Studies on retention of tritium implanted into tungsten by  $\beta$ -ray induced X-ray spectrometry

M. Matsuyama, T. Murai, K. Yoshida, K. Watanabe, H. Iwakiri and N. Yoshida

10th International Conference on Fusion Reactor Materials (ICFRM-10), October 14-19, 2001, Barden-Barden, Germany.

【平成14年】

19) Surface segregation of oxygen in niobium and impact on deuterium recombination

R. Hayakawa, Y. Hatano, K. Watanabe, A. Busnyuk and A. Livshits

International Workshop on Hydrogen Isotopes in Fusion Reactor Materials, May 22-24, 2002, Tokyo Japan.

20) Barrier effect against hydrogen ingress into V-Ti alloy by surface segregation of Ti

Y. Hatano, R. Hayakawa and K. Watanabe

International Workshop on Hydrogen Isotopes in Fusion Reactor Materials, May 22-24, 2002, Tokyo Japan.

21) Nondestructive Tritium Measurements of Mk IIA Divertor Tile by BIXS

M. Matsuyama, N. Bekris, M. Glugla, N. Noda, V. Philipps and K. Watanabe 15th International Conference on Plasma Surface Interactions in Controlled Fusion Devices (PSI-15), May 27-31, 2002, Gifu, Japan.

22) Nondestructive Measuring Technique of Tritium Retained on/in Plasma-Facing Materials

M. Matsuyama, K. Yoshida and K. Watanabe

7th Japan/China Symposium on Materials for Advanced Energy Systems and Fission and Fusion Engineering, July 29-31, 2002, Lanzhou, China

23) Assay of Tritium Distribution by BIXS -CFC Tiles of the Mk-IIA Divertor in JET-

M. Matsuyama, N. Bekris, M. Glugla, N. Noda, V. Philipps and K. Watanabe

Japan-US Workshop on High Heat Flux Components and Plasma Surface Interactions in Next Fusion Devices, December 9-12, 2002, Nagoya Univ., Japan

【平成15年】

24) Distribution of tritium and metallic species on/in Mk-IIA divertor tiles in JET

M. Matsuyama, N. Bekris, M. Glugla, N. Noda, V. Philipps and K. Watanabe

IEA Workshop on in-vessel Tritium Inventory, March 19-21, 2003, EFDA-JET, Culham Science Centre, Abingdon, U.K.

- 25) Kinetics of dissociative absorption and recombinative release of hydrogen through Nb surfaces covered by oxygen  
Y. Hatano, A. Livshits, A. Busnyuk, K. Hashizume, Y. Nakamura, N. Ohyabu and K. Watanabe  
7th International Conference on Atomically Controlled Surfaces, Interfaces and Nanostructures (ACSIN-7), November 16 - 20, 2003, Nara, Japan.
- 26) Retardation of hydrogen ingress into vanadium alloys by surface segregation of titanium  
R. Hayakawa, Y. Hatano, K. Fukumoto, H. Matsui and K. Watanabe  
11th International Conference on Fusion Reactor Materials (ICFRM-11), December 7-12, 2003, Kyoto, Japan.
- 27) Tritium uptake by SS-316 and its decontamination  
Y. Torikai, R.-D. Penzhorn, M. Matsuyama, and K. Watanabe  
11th International Conference on Fusion Reactor Materials (ICFRM-11), December 7-12, 2003, Kyoto, Japan.
- 28) Study on implanted hydrogen isotope retention and its chemical behavior in Boron thin film for wall conditioning  
Y. Oya, H. Kodama, M. Oyaidzu, Y. Morimoto, M. Matsuyama, A. Sagara, N. Noda and K. Okuno  
11th International Conference on Fusion Reactor Materials (ICFRM-11), December 7-12, 2003, Kyoto, Japan.
- 29) Studies on structural and chemical characterization for Boron coating films deposited by PCVD  
H. Kodama, M. Oyaidzu, M. Sasaki, H. Kimura, Y. Morimoto, Y. Oya, M. Matsuyama, A. Sagara, N. Noda, and K. Okuno  
11th International Conference on Fusion Reactor Materials (ICFRM-11), December 7-12, 2003, Kyoto, Japan.
- 30) Behavior of tritium release from thin Boron films deposited on SS316  
S. Nakagawa, M. Matsuyama, H. Kodama, Y. Oya, K. Okuno, A. Sagara, N. Noda, and K. Watanabe  
11th International Conference on Fusion Reactor Materials (ICFRM-11), December 7-12, 2003, Kyoto, Japan.
- 31) Effect of ion irradiation on the reemission of hydrogen from metals at elevated temperatures  
A. Livshits, M. Notkin, Y. Nakamura, N. Ohyabu, Y. Hatano and K. Watanabe  
11th International Conference on Fusion Reactor Materials (ICFRM-11), December 7-12, 2003, Kyoto, Japan.
- 32) Correlation between microstructure of tungsten and rate of solid state reaction with carbon

Y. Hatano, M. Takamori and K. Watanabe

11th International Conference on Fusion Reactor Materials (ICFRM-11), December 7-12, 2003, Kyoto, Japan.

- 33) Effects of heat treatment on trap and release of tritium for He pre-irradiated tungsten  
M. Matsuyama, S. Nakagawa, M. Enyama, K. Watanabe, H. Iwakiri and N. Yoshida  
11th International Conference on Fusion Reactor Materials (ICFRM-11), December 7-12, 2003, Kyoto, Japan.

【平成16年】

- 34) Influence of microstructure of tungsten on solid state reaction rate with amorphous carbon film

Y. Hatano, M. Takamori, K. Nogita, K. Matsuda, S. Ikeno and K. Watanabe  
16th International Conference on Plasma Surface Interactions in Controlled Fusion Devices (PSI-16), May 24-28, 2004, Portland Maine, U.S.A.

- 35) Tritium distribution in JET MK2A type divertor tile analysed by BIXS

Y. Torikai, M. Matsuyama, N. Bekris, M. Glugla, P. Coad, W. Naegele, A. Erbe, N. Noda, V. Philipps and K. Watanabe  
16th International Conference on Plasma Surface Interactions in Controlled Fusion Devices (PSI-16), May 24-28, 2004, Portland Maine, U.S.A.

- 36) Hydrogen absorption capability of a niobium panel for pumping neutral atoms in divertor region

Y. Nakamura, A.I. Livshits, Y. Nakahara, Y. Hatano, A. Busnyuk and N. Ohyabu  
16th International Conference on Plasma Surface Interactions in Controlled Fusion Devices (PSI-16), May 24-28, 2004, Portland Maine, U.S.A.

- 37) Novel techniques of Pd coating for hydrogen storage materials and permeation membranes

Y. Hatano, M. Hara, K. Ishiyama, T. Abe and K. Watanabe  
15th World Hydrogen Energy Conference, June 27 - July 2, 2004, Yokohama, Japan.

- 38) Effect of metal purity on hydrogen absorption kinetics: Absorption by Nb at various oxygen concentrations

Y. Hatano, A. I. Livshits, A. Busnyuk, V. Alimov and K. Watanabe  
International Symposium on Metal-Hydrogen Systems, Fundamentals and Applications, September 5-10, 2004 (MH2004), Cracow, Poland.

- 39) Retardation of reaction between Nb permeation membrane and Pd coating film by Nb carbide layer

Y. Hatano, K. Ishiyama and K. Watanabe  
International Symposium on Metal-Hydrogen Systems, Fundamentals and Applications (MH2004), September 5-10, 2004, Cracow, Poland.

- 40) Short way separation of D/T and He by superpermeable membranes: Physicochemical and technological aspects  
A. I. Livshits, M. E. Notkin, Y. Hatano, K. Watanabe, A. A. Yuchimchuk,  
R. K. Musyaev, Y. Nakamura, N. Ohyabu, T. Loarer and M. Bacal  
7th International Conference on Tritium Science and Technology, September 12-17,  
2004, Baden-Baden, Germany.
- 41) A new kind of column materials for gaschromatographic hydrogen isotope separation  
M. Hara, H. Shima, S. Akamaru, T. Abe, M. Matsuyama and K. Watanabe  
7th International Conference on Tritium Science and Technology, September 12-17,  
2004, Baden-Baden, Germany.
- 42) A study on a tritium separation process using self-developing gas chromatography with Pd-Pt alloy  
S. Kojima, M. Yokosawa, M. Matsuyama, M. Numata, T. Kato and K. Watanabe  
7th International Conference on Tritium Science and Technology, September 12-17,  
2004, Baden-Baden, Germany.
- 43) Chronic release of tritium from SS316 at ambient temperature: Correlation between depth profile and tritium liberation  
Y. Torikai, R.-D. Penzhorn, M. Matsuyama and K. Watanabe  
7th International Conference on Tritium Science and Technology, September 12-17,  
2004, Baden-Baden, Germany.
- 44) In-situ measurements of high level tritiated water by BIXS  
M. Matsuyama, Y. Torikai and K. Watanabe  
7th International Conference on Tritium Science and Technology, September 12-17,  
2004, Baden-Baden, Germany.
- 45) Development of a low-level tritium air monitor  
Y. Sakuma, T. Iida, T. Koganezawa, Y. Ogata, T. Aoyama, Y. Torikai, K. Katahira and H. Iwahara  
7th International Conference on Tritium Science and Technology, September 12-17,  
2004, Baden-Baden, Germany.
- 46) Tritium permeation barrier for vanadium alloys by surface segregation of Ti  
Y. Hatano, R. Hayakawa and K. Watanabe  
7th International Conference on Tritium Science and Technology, September 12-17,  
2004, Baden-Baden, Germany.

【平成17年】

- 47) Recovery of D/T from exhaust gas by superpermeable membranes: Durability of Nb and V membranes in exhaust gas containing impurities  
Y. Hatano, A. Livshits, Y. Nakamura, V. Alimov, N. Ohyabu and K. Watanabe

- 7th International Symposium on Fusion Nuclear Technology (ISFNT-7), May 22 - 27, 2005, Tokyo, Japan.
- 48) An update on the JUPITER-II molten salt flibe tritium, Chemistry and safety experimental program  
D. A. Petti, G.R. Smolik, M. F. Simpson, J. P. Sharpe, R. A. Anderl, Y. Hatano, M. Hara, Y. Oya, T. Terai, D.-K. Szed and S. Tanaka  
7th International Symposium on Fusion Nuclear Technology (ISFNT-7), May 22 - 27, 2005, Tokyo, Japan.
- 49) Quantitative measurement of beryllium-controlled redox of hydrogen fluoride in molten FLiBe  
M. Simpson, G. Smolik, J. Sharpe, R. Anderl, D. Petti and Y. Hatano  
7th International Symposium on Fusion Nuclear Technology (ISFNT-7), May 22 - 27, 2005, Tokyo, Japan.
- 50) Interactions between molten flibe and metallic Be  
M. Hara, Y. Hatano, M. Simpson, G. Smolik, J. Sharpe and Y. Oya  
7th International Symposium on Fusion Nuclear Technology (ISFNT-7), May 22 - 27, 2005, Tokyo, Japan.
- 51) Monitoring of tritium in diluted gases by detecting bremsstrahlung X-rays  
W. Shu, M. Matsuyama, T. Suzuki and M. Nishi  
7th International Symposium on Fusion Nuclear Technology (ISFNT-7), May 22 - 27, 2005, Tokyo, Japan.
- 52) Development of a tritium separation process using SDGC  
Y. Morimoto, S. Kojima, T. Sasaki, M. Matsuyama, M. Hara, S. Akamaru, M. Yokosawa, M. Numata, T. Kato and K. Watanabe  
7th International Symposium on Fusion Nuclear Technology (ISFNT-7), May 22 - 27, 2005, Tokyo, Japan.
- 53) Applicability of BIXS to in-situ measurements of tritium retention in plasma-facing materials of ITER  
M. Matsuyama, Y. Torikai, N. Bekris, M. Glugla, A. Erbe, W. Nagele, N. Noda, V. Philipps, P. Coad and K. Watanabe  
7th International Symposium on Fusion Nuclear Technology (ISFNT-7), May 22 - 27, 2005, Tokyo, Japan.
- 54) Preparation of electrocatalyst for PEFCs using the barrel sputtering system and its electrochemical properties  
M. Inoue, S. Akamaru, K. Watanabe and T. Abe  
4th International Fuel Cell Workshop 2005, September 23-24, 2005, Yamanashi, Japan.
- 55) Diffusional behavior of tritium in V-4Ti-4Cr alloy  
K. Hashizume, J. Masuda, T. Otsuka, T. Tanabe, Y. Hatano, Y. Nakamura,

T. Nagasaka and T. Muroga,  
12th International Conference on Fusion Reactor Materials(ICFRM-12), December  
4-9, 2005, Santa Barbara, U.S.A.

56) Dissolution of hydrogen isotopes into V-4Cr-4Ti alloy

Y. Hatano, R. Hayakawa, L. Wan, M. Matsuyama, T. Nagasaka, T. Muroga,  
Y. Nakamura and K. Watanabe  
12th International Conference on Fusion Reactor Materials(ICFRM-12), December  
4-9, 2005, Santa Barbara, U.S.A.

57) An overview of recent progress in studying redox control in FLiBe using dissolved  
beryllium

M. Simpson, S. Fukada, G. Smolik, D. Petti, J.P. Sharpe, R. Anderl, Y. Oya, T. Terai,  
D.-K. Sze, K. Okuno, Y. Hatano and A. Sagara  
12th International Conference on Fusion Reactor Materials(ICFRM-12), December  
4-9, 2005, Santa Barbara, U.S.A.

58) Recent results on beryllium and beryllides in Japan

Y. Mishima, N. Yoshida, H. Kawamura, K. Ishida, Y. Hatano, T. Shibayama,  
K. Munakata, Y. Sato, M. Uchida, K. Tsuchiya and S. Tanaka  
12th International Conference on Fusion Reactor Materials(ICFRM-12), December  
4-9, 2005, Santa Barbara, U.S.A.

59) Reaction rate of Be with fluorine ion for Flibe redox control

S. Fukada, G. R. Smolik, M. Simpson, R. A. Anderl, P. Sharpe, Y. Oya, T. Terai,  
K. Okuno, D.-K. Sze, D. Petti, Y. Hatano and A. Sagara  
12th International Conference on Fusion Reactor Materials(ICFRM-12), December  
4-9, 2005, Santa Barbara, U.S.A.

60) Applicability of Pd-Cu alloy to self-developing gas chromatography

M. Matsuyama, H. Sugiyama, M. Hara and K. Watanabe  
12th International Conference on Fusion Reactor Materials(ICFRM-12), December  
4-9, 2005, Santa Barbara, U.S.A.

(2) ワークショップ等開催事業

**International Workshop on Tritium-Material Interactions  
- Contamination and Decontamination –**

**November 18-19, 2001, Toyama, Japan**

**Organized by Hydrogen Isotope Research Center, Toyama University**

*November 18*

**Session 1            15:25-17:00 (Chair: M. Matsuyama)**

**15:25-15:30        Opening**

**15:30-16:00        A. C. Bell (EURATOM/UKAEA Fusion Association, UK)  
“Tritium Issues at JET”**

**16:00-16:30        M. Glugla (Forschungszentrum Karlsruhe, Germany)  
“Tritium Depth Profiles and Accelerator Mass Spectroscopy for JET  
Tiles”**

**16:30-17:00        S. Willms (Los Alamos National Laboratory, USA)  
“Deploying New Tritium D&D Technologies in the US - Recent  
Experience and Plans”**

**17:00-17:15        Coffee Break**

**Session 2            17:15-18:15 (Chair: T. Abe)**

**17:15-17:45        A. Aiello (ENEA Fusion Division, Italy)  
“Hydrogen Isotopes Permeability through Structural Materials”**

**17:45-18:15        A. I. Livshits (Bonch-Bruyebich University, Russia)  
“Effects of Surface Impurity Dynamics on Hydrogen Permeation,  
Retention and Reemission”**

**18:30-20:30        Welcome Party (Asahi room at 3rd floor)**

*November 19*

**Session 3            9:15-10:45 (Chair: Y. Hatano)**

**9:15-9:45            W. Shu (Japan Atomic Energy Research Institute, Japan)  
“Codeposit Removal by UV Laser Irradiation”**

**9:45-10:15         K. Tatenuma (Kaken Co., Japan)  
“Gaseous Decontamination”**

**10:15-10:45       T. Tanabe (Nagoya University, Japan)  
“Tritium Retention in Graphite”**

**10:45-11:00       Coffee Break**

**Session 4            9:15-10:45 (Chair: A. I. Livshits)**

**11:00-11:30       I. Takagi (Kyoto University, Japan)  
“Experiments on Hydrogen Trapping in Metals with Ion Beam  
Analysis”**

**11:30-12:00       M. Matsuyama (Toyama University, Japan)  
“Tritium Tracking by BIXS in Contamination and Decontamination  
Processes”**

**12:00-12:05       Closing Remarks**

**THE THIRD INTERNATIONAL WORKSHOP ON  
TRITIUM-MATERIAL INTERACTIONS**

**May 20-21, 2005, Toyama, Japan  
(Kurobe Room, Wel Sunpia Tateyama)**

*May 20*

**9:30-11:30**      **Technical tour of Hydrogen Isotope Research Center, Toyama University**

**Session 1**      **15:25-17:00 (Chair: M. Matsuyama)**

**15:25-15:30**      **Opening**

**15:30-16:00**      **Professor M. Rubel  
Royal Institute of Technology, Sweden  
Fuel Inventory in JET Divertors**

**16:00-16:30**      **Professor Y. Hirohata  
Hokkaido University, Japan  
Deuterium and Hydrogen Retention Property of the JT-60 and JT-60U  
Divertor Tiles**

**16:30-17:00**      **Professor C. Wu  
Aachen University, Germany  
Tritium Retention in Plasma Facing Materials**

**17:00-17:15**      **Coffee Break**

**Session 2**      **17:15-18:15 (Chair: T. Abe)**

**17:15-17:45**      **Dr. W. Shu  
Japan Atomic Energy Institute, Japan  
Blistering and Retention in the Near-Surface Region of Tungsten  
Exposed to High Flux Deuterium Plasmas of Tens of eV**

**9:45-10:15**      **Professor K. Watanabe**  
**Toyama University, Japan**  
**Absorption of Hydrogen Isotopes by Pd-based Alloys**

**18:30-20:30**      **Welcome Party**

*May 21*

**Session 3**      **9:15-10:15 (Chair: Y. Hatano)**

**9:15-9:45**      **Dr. I. Cristescu**  
**Forschungszentrum Karlsruhe, Germany**  
**Life Time of an SPM Electrolyser in a Water Detritiation System**

**9:45-10:15**      **Professor K. Okuno**  
**Shizuoka University**  
**Correlation between Tritium Release and Thermal Annihilation of  
Irradiation Damages in Neutron-irradiated Ceramics Breeders**

**10:15-12:35**      **Discussion and Closing Remark**

(3) 研究報告

1999年 第19巻

論文

100Ciトリチウム実験装置の性能試験(2) —水素同位体分離部—	原 正 憲 松 山 政 夫 蘆 田 完 波多野 雄 治 籠 宗 和 渡 辺 国 昭	..... 1
Pd-4at%Pt 合金による水素吸収の動力学的研究	万 菊 林 原 正 憲 金 瑩 渡 辺 国 昭	..... 9
アモルファス MgNi 電極の充放電特性とそれ に及ぼす Ar 中での加熱処理の影響	波多野 雄 治 立 川 智 之 穆 道 斌 阿 部 孝 之 渡 辺 国 昭 諸 住 正 太 郎	..... 21
$\beta$ 線誘起 X線計測法による Zr 中のトリチウム深さ 分布の評価	松 山 政 夫 上 田 哲 志 渡 辺 国 昭	..... 33
メタン及びエチレンプラズマによる炭素膜の調製と水素 含有量の評価	藤 野 健 太 郎 蘆 田 完 渡 辺 国 昭 岡 部 俊 夫	..... 47
バナジウム中の水素透過に及ぼす表面酸化膜の影響	早 川 亮 波多野 雄 治 渡 辺 国 昭	..... 57
トリチウム増殖材データベース(4) ( $\text{Li}_2\text{O}$ , $\text{Li}_2\text{TiO}_3$ , $\text{Li}_2\text{ZrO}_3$ and $\text{Li}_4\text{SiO}_4$ 固体増殖材)	二 村 嘉 明 河 村 弘 土 谷 邦 彦	..... 65

## 2000年 第20巻

### 解 説

トリチウムの環境動態 .....	百 島 則 之	..... 1
------------------	---------	---------

### 論 文

Zr <sub>2</sub> Ni の水素誘起不均化の動力学 —温度依存性— .....	原 正 憲 金 子 義 信 渡 辺 国 昭	..... 11
--------------------------------------------------	-----------------------------	----------

Pd-Pt 合金による水素吸収曲線の解析 .....	金 瑩 原 正 憲 渡 辺 国 昭	..... 21
----------------------------	-------------------------	----------

タングステンとアモルファス炭素膜との固相反応 .....	波多野 雄 治 渡 辺 国 昭 高 森 美 幸 松 田 健 二 池 野 進	..... 31
------------------------------	---------------------------------------------------	----------

含水素炭素膜と金属基板(Be,Mo,W)との反応動力学の 解析 .....	蘆 田 完 波多野 雄 治 渡 辺 国 昭	..... 43
------------------------------------------	-----------------------------	----------

β線誘起X線計測法による硼素コーティング黒鉛材料のトリ チウム保持に関する検討 .....	松 山 政 夫 村 井 忠 幸 渡 辺 国 昭 都 築 和 泰 野 田 信 明	..... 53
--------------------------------------------------	-----------------------------------------------------	----------

### デー タ

トリチウム増殖材データベース(5) (TiO <sub>2</sub> 添加 Li <sub>2</sub> TiO <sub>3</sub> 固体増殖材) .....	二 村 嘉 明 河 村 弘 土 谷 邦 彦	..... 63
-----------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------	----------

故蘆田完助教授論文リスト .....		69
--------------------	--	----

## 2001年 第21巻

### 論文

$Zr_2M$ ( $M=Co, Ni$ )系合金の水素誘起不均化生成物の結晶子への温度及び水素圧力の影響 .....	原 正 憲 渡 辺 国 昭 常 田 貴 志 川 畑 常 真 松 田 健 二 池 野 進	..... 1
表面制御透過実験装置の製作と性能試験 .....	波多野 雄 治 能 村 衛 渡 辺 国 昭 中 村 幸 男 大 藪 修 義	..... 13
$He$ 予照射タングステンにイオン注入したトリチウムの熱的挙動 .....	松 山 政 夫 吉 田 勝 彦 渡 辺 国 昭 岩 切 宏 友 吉 田 直 亮	..... 27
メカニカルグラインディング(MG)処理した $NiO$ の特性評価 .....	井 上 佐 知 男 阿 部 孝 之 渡 辺 国 昭	..... 39
コバルト酸リチウム( $LiCoO_2$ )の構造研究 .....	山 崎 和 也 岡 部 俊 夫	..... 45
$Ti-Zr-Ni$ 系準結晶の水素吸収と構造 .....	大 石 祐 一 原 正 憲 岡 部 俊 夫	..... 53
$SS-316$ ステンレス鋼からのトリチウム除染(I) .....	A. Perevezentsev 渡 辺 国 昭 松 山 政 夫 鳥 養 祐 二	..... 61
$SS-316$ ステンレス鋼のトリチウム除染(II) —除染に与える水の影響— .....	鳥 養 祐 二 A. Perevezentsev 松 山 政 夫 渡 辺 国 昭	..... 73

2002年 第22巻

論文

Pd,Pd-4at%Pt 及び Pd-8at%Pt による水素吸収の動力学的同位体効果 .....	金 瑩 原 正 憲 渡 辺 国 昭	..... 1
Pd-Rh 合金の水素化物の分解・生成の熱力学 .....	原 正 憲 川 野 滋 久 渡 辺 国 昭	..... 11
周波数応答法による水素吸蔵合金への水素ガスの吸蔵挙動 .....	安 田 祐 介 古 城 将 彦 千 葉 晋 平	..... 21
Effects of Pd Addition on the Electrochemical Properties of MgNi .....	馬 鉄 軍 波 多 野 雄 治 阿 部 孝 之 渡 辺 国 昭	..... 35
アモルファス炭素膜との固相反応速度に及ぼすタングステンの微細組織の影響 .....	高 森 美 幸 波 多 野 雄 治 渡 辺 国 昭	..... 47
厚いアクリル樹脂製のトリチウム線源で観測された X 線スペクトルの解析及びシミュレーション .....	松 山 政 夫 鳥 養 祐 二 渡 辺 国 昭	..... 55
PIN-diode による JET ダイバータタイルのトリチウム分析 .....	鳥 養 祐 二 松 山 政 夫 渡 辺 国 昭 野 田 信 明	..... 61
	N . B e k r i s M . G l u g l a V . P h i l i p p s P . C o d e	

2003年 第23卷

論文

BIXS 法によるトリチウム分圧の測定(I) — 水素同位体の全圧依存性—	松山政夫 洲 亘 鈴木卓美 西 正孝	..... 1
水素同位体分離カラム充填材用の Pd 被覆を施した Mo 粉末の評価	島 寛之 上田哲志 赤丸悟士 原 正憲 阿部孝之 松山政夫 渡辺国昭	..... 9
Nb 表面に偏析した酸素の水素イオンによるスパッタリング	波多野雄治 A. Busnyuk A. Livshits 中村幸男 大藪修義 渡辺国昭	..... 17
Study of Hydrogen Adsorption by V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -Ti alloy and V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> through ab initio Calculations	王 利 早川 亮 波多野雄治 渡辺国昭	..... 29
Addition of Some Transition Elements and their Effects on the Electrochemical Properties of MgNi	馬 鉄軍 波多野雄治 阿部孝之 渡辺国昭	..... 43
電池反応を利用したエッチング廃液からの銅回収	山本浩也 赤丸悟士 阿部孝之 渡辺国昭 城石昭弘	..... 53

## 2004年 第24巻

### 論文

ホウ素薄膜からのトリチウム脱離挙動に対するヘリウムの予照射効果 .....	松山政夫 塚田真理 奥野健二 大矢恭久 相良明男 野田信明 渡辺国昭	..... 1
バナジウムの水素吸収速度に及ぼす酸素および硫黄の影響 .....	早川 亮 西野 雅奈子 波多野 雄治 V. Alimov A. I. Livshits 池野 進 中村 幸男 大藪 修義 渡辺国昭	..... 9
BIXS法のトリチウム汚染材計測への応用 .....	鳥養祐二 村田大樹 A. Perevezentsev 渡辺国昭 松山政夫	..... 29
バレルスパッタリング法による複雑な形状をもつ製品体への表面コーティング .....	北見知士 田口 明 赤丸悟士 阿部孝之	..... 41

### 技術報告

線量算定評価システムの構築とその運用 .....	原 正憲 赤丸悟士 波多野 雄治 松山政夫 柴尾幸伸 渡辺国昭	..... 47
100Ciトリチウム実験装置への元素状トリチウム(100Ci)の充填 .....	赤丸悟士 原 正憲 松山政夫 渡辺国昭	..... 55

## 2005年 第25巻

### 総説

富山大学におけるトリチウム取扱い技術の研究・開発	……	渡辺国昭	…… 1
--------------------------	----	------	------

### 論文

清浄 Nb 表面への水素の吸着と偏析	……	波多野 雄 治 V. Alimov A. Livshits 中村 幸 男 大 藪 修 義 松 山 政 夫	…… 25
--------------------	----	---------------------------------------------------------------------	-------

SS316 ステンレス鋼のトリチウムの除染(III) —エッチングによる表面除染後のトリチウムの挙動—	……	村田大樹 鳥養祐二 R.-D. Penzhorn 赤石憲也 渡辺国昭 松山政夫	…… 41
--------------------------------------------------------	----	--------------------------------------------------------	-------

SS316 ステンレス鋼のトリチウムの除染(IV) —エッチング表面における水素捕獲と放出のモデリング—	……	赤石憲也 村田大樹 R.-D. Penzhorn 鳥養祐二 渡辺国昭 松山政夫	…… 51
---------------------------------------------------------	----	--------------------------------------------------------	-------

In-situ measurements of tritium desorption from a vanadium alloy by $\beta$ -ray-induced X-ray spectrometry (BIXS)	……	Xiang Liu 本間啓史 波多野雄治 松山政夫	…… 63
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----	------------------------------------	-------

高感度熱量計によるトリチウム量の絶対測定(I) —熱量測定システムの設計・製作及び性能試験—	……	松山政夫	…… 71
---------------------------------------------------	----	------	-------

### 技術報告

液体シンチレーションカウンターの計数特性と クエンチング校正	……	原 正 憲 中澤良太 岡部俊夫 松山政夫	…… 85
-----------------------------------	----	-------------------------------	-------

#### (4) 特許の出願状況

出願日	発明の名称
平成 10 年 4 月 14 日	トリチウムの測定方法及び装置 (特許第 3781893 号、登録日: 平成 18 年 3 月 17 日)
平成 12 年 11 月 27 日	放射性汚染物質の乾式除染方法及び装置
平成 13 年 9 月 4 日	水素同位体分離用材料、その製造方法及び水素同位体分離装置
平成 15 年 3 月 11 日	多角バレルスパッタ装置、多角バレルスパッタ方法及びそれにより形成された被覆微粒子、マイクロカプセル及びその製造方法 (特許第 3620842 号、登録日: 平成 16 年 11 月 26 日)
平成 16 年 3 月 12 日	貯蔵ベッドから放出されるトリチウムの純度のその場測定方法
平成 16 年 3 月 22 日	微粒子
平成 16 年 3 月 30 日	水素透過膜およびその製造方法
平成 16 年 5 月 17 日	廃液に含有される有用金属の回収方法
平成 16 年 5 月 24 日	微粒子
平成 16 年 6 月 11 日	燃料電池用燃料供給装置
平成 16 年 6 月 25 日	担持微粒子及びその製造方法
平成 16 年 6 月 25 日	マイクロカプセル及びその製造方法
平成 16 年 7 月 1 日	被覆微粒子、CVD 装置及び CVD 成膜方法、マイクロカプセル及びその製造方法
平成 16 年 7 月 7 日	被覆微粒子

## [2] 学内外研究機関との共同研究の現状

### (1) 学内との共同研究（共同利用）

#### 平成 11 年度 水素同位体科学研究センター利用状況

所属	主研究者	研究責任者	共同研究者	研究題目	使用 予定 期間	R. I 1 日 最大使用量 (予定)	新規 継続 の別
水素同位体 科学研究 センター	渡辺国昭	渡辺国昭	松山政夫 蘆田 完 波多野雄治 田中るみ 原 正憲 籠 宗和 諸住正太郎 穆 道斌 (院) 早川 亮 (院) 立川智之 (院) 村井忠幸	1. 高濃度トリチウム循環装置の開発 2. 水素同位体と材料との相互作用 3. 固体内のトリチウムインベントリー計測技術 の開発 4. 室温作動型水素同位体分離技術の開発 5. トリチウム汚染物の乾式除去法の開発 6. 水素吸蔵合金の特性改善 7. 水素吸蔵合金の新機能開発	11. 4. 1 ～ 12. 3. 31	トリチウム $1.3 \times 10^{12}$ Bq	新規
教育学部	市瀬和義	市瀬和義	清水建次 (学) 木下恵視子	1. $Zr(Mn_{1-x}Co_x)_2$ 水素化物の磁性	11. 4. 1 ～ 12. 3. 31		新規
理学部	佐竹 洋	佐竹 洋		1. 陸水中のトリチウムの分布と挙動の研究	11. 4. 1 ～ 12. 3. 31	トリチウム $1.85 \times 10^5$ Bq	新規
理学部	岡部俊夫	岡部俊夫	(院) 大石祐一 木下達也 藤野健太郎	1. 固相反応による準結晶化・アモルファス化の 機構	11. 4. 1 ～ 12. 3. 31		新規
理学部	水島俊雄	櫻井醇児	石川義和 (院) 赤丸悟士 (院) 酒井 寛 (学) 原田賢一 (学) 赤羽根雅 (学) 岡本真明 (学) 島 啓介 (学) 谷吉竜一 (学) 小川 賢 (学) 松田 昇	1. 希土類金属間化合物の磁性	11. 4. 1 ～ 12. 3. 31		新規
理学部	田口 茂	田口 茂	(院) 高橋憲司	1. 環境水中の微量成分の濃縮と定量に関する研究	11. 4. 1 ～ 12. 3. 31		新規
理学部	安田祐介	安田祐介	(学) 木下 悟	1. 周波数応答法による水素の収脱着速度の測定	11. 4. 1 ～ 12. 3. 31		新規
理学部	桑井智彦	桑井智彦	(院) 福田修一 (院) 近藤浩樹 (学) 林下 守 (学) 田中雅也 (学) 土合ゆかり (学) 吉味香織 (学) 丸山 理 (学) 物江正彦	1. 希土類金属化合物の磁性	11. 4. 1 ～ 12. 3. 31		新規
工学部	森 克徳	森 克徳	(院) 酒井秀彰	1. $Er_{1-x}Nd_xRh_4B_4$ 系の $T_c$ と $T_N$ の相関	11. 4. 1 ～ 12. 3. 31		新規
工学部	山崎登志成	山崎登志成	(院) 高田久利	1. 酸化物半導体薄膜を用いた水素ガス検出素子 の研究	11. 4. 1 ～ 12. 3. 31		新規

平成 11 年度 水素同位体科学研究センター利用状況(続き)

所属	主研究者	研究責任者	共同研究者	研究題目	使用 予定 期間	R. I 1日 最大使用量 (予定)	新規 継続 の別
工学部	池野 進	池野 進	品川不二雄 松田健二 蘆田 完 渡辺国昭 (学) 天野麻美	1. Pd被膜によるZr-水素吸蔵合金の表面改質	11.4.1 ～ 12.3.31		新規
工学部	西村克彦	西村克彦		1. 希土類金属間化合物の磁性	11.4.1 ～ 12.3.31		新規
工学部	長谷川淳	長谷川淳	榊原貴樹 (院) 本間 晃	1. パラジウム錯体触媒を用いるスターバースト型 アゾベンゼン誘導体の合成と光異性化特性	11.7.1 ～ 12.3.31		新規
計	13人	13人		19件(学内19件、学外0件)			継 0 新19 計19

平成12年度 水素同位体科学研究センター利用状況

所属	主研究者	研究責任者	共同研究者	研究題目	使用 予定 期間	R. I 1日 最大使用量 (予定)	新規 継続 の別
水素同位体 科学研究 センター	渡辺国昭	渡辺国昭	松山政夫 蘆田 完 阿部孝之 波多野雄治 鳥養祐二 田中るみ 原 正憲 籠 宗和 諸住正太郎 穆 道斌 金 イン (院) 早川 亮 (院) 立川智之 (院) 村井忠幸 (院) 吉田勝彦 (学) 奥村大樹 (学) 金子義信 (学) 川野慈久	1. 高濃度トリチウム循環装置の開発 2. 水素同位体と材料との相互作用 3. 固体内のトリチウムインベント リー計測技術の開発 4. 室温作動型水素同位体分離技術の 開発 5. トリチウム汚染物の乾式除去法の 開発 6. 水素吸蔵合金の特性改善 7. 水素吸蔵合金の新機能開発	12. 4. 1 ～ 13. 3. 31	トリチウム 1.3×10 <sup>12</sup> Bq	継続
教育学部	市瀬和義	市瀬和義	清水建次 (学) 岡崎加代子	1. 希土類・遷移金属間化合物の水素 吸蔵特性	12. 4. 1 ～ 13. 3. 31		継続
理学部	佐竹 洋	佐竹 洋		1. 陸水中のトリチウムの分布と挙動 の研究	12. 4. 1 ～ 13. 3. 31	トリチウム 1.85×10 <sup>6</sup> Bq	継続
理学部	岡部俊夫	岡部俊夫	(院) 大石祐一 (院) 山崎和也 (学) 井上佐知男 (学) 能村 衛 (学) 石田廣治 (学) 守谷真治	1. 準結晶の水素吸蔵性と構造変化	12. 4. 1 ～ 13. 3. 31		継続
理学部	水島俊雄	水島俊雄	石川義和 (院) 赤丸悟士 (院) 酒井 寛 (院) 孫 培傑 (学) 松田 昇 (学) 岩崎 明 (学) 岡本真明 (学) 中沼裕司 (学) 土屋智史 (学) 谷内嘉達 (学) 加藤大輔 (学) 池生 剛 (学) 日馬拓真	1. 希土類化合物の構造解析	12. 4. 1 ～ 13. 3. 31		継続
理学部	安田祐介	安田祐介	リー・ワンティ (院) 岩木洋人 (学) 古城将彦	1. 固体触媒による水素の反応機構	12. 4. 1 ～ 13. 3. 31		継続
理学部	桑井智彦	桑井智彦	(院) 福田修一 (院) 平松純人 (学) 林 大介 (学) 沼田泰明 (学) 久保田亮平 (学) 湯沢亮文	1. 希土類化合物の構造解析	12. 4. 1 ～ 13. 3. 31		継続
工学部	池野 進	池野 進	(学) 高森美幸	1. 金属・炭素材界面の固相反応と水 素同位体挙動	12. 4. 1 ～ 13. 3. 31		継続
計	8人	8人		14件(学内14件、学外0件)			継14 新0 計14

平成 13 年度 水素同位体科学研究センター利用状況

所属	主研究者	研究責任者	共同研究者	研究題目	使用 予定 期間	R. I 1日 最大使用量 (予定)	新規 継続 の別
水素同位体 科学研究 センター	渡辺国昭	渡辺国昭	松山政夫 阿部孝之 波多野雄治 鳥養祐二 田中るみ 原 正憲 諸住正太郎 ムガベ`ン ジ`ン`ン 上田哲志 (D) 早川 亮 (M) 吉田勝彦 (M) 川野慈久 (M) 井上佐知男 (M) 能村 衛 (M) 高森美幸 (学) 島 寛之 (学) 石崎順一 (学) 中川祥絵 (学) 岡本一信 (学) 内藤利光	1. 高濃度トリチウム循環装置の開発 2. 水素同位体と材料との相互作用 3. 固体内のトリチウムインベントリ ー計測技術の開発 4. 室温作動型水素同位体分離技術の 開発 5. トリチウム汚染物の乾式除去法の 開発 6. 水素吸蔵合金の特性改善 7. 水素吸蔵合金の新機能開発	13. 4. 1 ～ 14. 3. 31	トリチウム $1.3 \times 10^{12}$ Bq	継続
教育学部	市瀬和義	市瀬和義	清水建次	1. 希土類・遷移金属間化合物の水素 吸蔵特性	13. 4. 1 ～ 14. 3. 31		継続
理学部	佐竹 洋	佐竹 洋		1. 陸水中のトリチウムの分布と挙動 の研究	13. 4. 1 ～ 14. 3. 31	トリチウム $1.85 \times 10^5$ Bq	継続
理学部	岡部俊夫	岡部俊夫	(M) 大石祐一 (M) 山崎和也 (学) 堀田昌孝 (学) 吉川岳司	1. 準結晶の水素吸蔵性と構造変化 2. Li 電池素材の充放電における構造 変化	13. 4. 1 ～ 14. 3. 31		継続
理学部	光田暁弘	櫻井醇児	(院) 池生 剛 (院) 加藤大輔 (学) 小林健太郎 (学) 家高宣幸 (学) 今井一幸	1. 希土類金属間化合物の諸物性	13. 4. 9 ～ 14. 3. 31		継続
理学部	桑井智彦	櫻井醇児	桑井智彦 (学) 宮坂 綾 (学) 寺林真美	1. 希土類金属間化合物の諸物性	13. 4. 1 ～ 14. 3. 31		継続
理学部	水島俊雄	櫻井醇児	水島俊雄 石川義和 (院) 赤丸悟士 (院) 土屋智史 (院) 孫 培傑 (院) 平松純人 (院) 福田修一 (院) 中沼裕司 (院) 岩崎 明 (学) 菱田裕史 (学) 竹内道雄 (学) 志村敬介 (学) 二本松浩文	1. 希土類金属間化合物の磁性と伝導	13. 4. 1 ～ 14. 3. 31		継続

平成 13 年度 水素同位体科学研究センター利用状況(続き)

所属	主研究者	研究責任者	共同研究者	研究題目	使用 予定 期間	R.I 1日 最大使用量 (予定)	新規 継続 の別
理学部	安田祐介	安田祐介	(院) 古城将彦	1. 周波数応答法による水素吸蔵合金中の水素の 収着速度定数の測定	13. 4. 1 ～ 14. 3. 31		継続
工学部	池野 進	池野 進	(学) 常田貴志	1. 金属・炭素材界面の固相反応と水素同位体挙動	13. 4. 1 ～ 14. 3. 31		継続
核融合科学 研究所	佐久間洋一	佐久間洋一	朝倉大和 河野孝央 宇田達彦 渡辺国昭 松山政夫 阿部孝之 波多野雄治 鳥養祐二 原 正憲	1. 大型ヘリカル装置(LHD)におけるトリチウム 安全管理に関する研究	13. 5. 1 ～ 14. 3. 31		新規
計	10人	8人		17件(学内16件、学外1件)			継16 新 1 計17

平成 14 年度 水素同位体科学研究センター利用状況

所属	主研究者	研究責任者	共同研究者	研究題目	使用 予定 期間	R. I 1 日 最大使用量 (予定)	新規 継続 の別
水素同位体 科学研究 センター	渡辺国昭	渡辺国昭	松山政夫 阿部孝之 波多野雄治 鳥養祐二 田中るみ 原 正憲 赤丸悟士 諸住正太郎 馬 鉄軍 上田哲志 (院) 早川 亮 (院) 川野慈久 (院) 井上佐知男 (院) 能村 衛 (院) 高森美幸 (院) 島 寛之 (院) 中川祥絵 (院) 圓山充一 (学) 船津瑞尚 (学) 山本浩也 (学) 杉山博則 (学) 石山敬太	1. 高濃度トリチウム循環装置の開発 2. 水素同位体と材料との相互作用 3. 固体内のトリチウムインベントリー計測技術の開発 4. 室温作動型水素同位体分離技術の開発 5. トリチウム汚染物の乾式除去法の開発 6. 水素吸蔵合金の特性改善 7. 水素吸蔵合金の新機能開発	14. 4. 1 ～ 15. 3. 31	トリチウム $1.3 \times 10^{12}$ Bq	継続
教育学部	市瀬和義	市瀬和義	清水建次 (学) 守山卓也	1. 希土類-遷移金属間化合物の水素吸蔵特性	14. 4. 1 ～ 15. 3. 31		継続
理学部	岡部俊夫	岡部俊夫	(院) 松原正知 (院) 鈴木 亘	1. Li電池素材の充放電における構造変化 準結晶の水素吸蔵性と構造変化	14. 4. 1 ～ 15. 3. 31		継続
理学部	佐竹 洋	佐竹 洋	張 勁 (院) 八田真理子 (院) 鈴木麻衣	1. 環境水中のトリチウムの分布と挙動の研究	14. 4. 1 ～ 15. 3. 31	トリチウム $2.0 \times 10^5$ Bq	継続
理学部	光田暁弘	石川義和	(院) 福田修一 (院) 加藤大輔 (院) 池生 剛 (院) 岩崎 明 (院) 中沼裕司 (院) 家高宣幸 (学) 亀田京介 (学) 望月聡子 (学) 山崎修一 (学) 斉藤拓哉	1. 希土類化合物が示す4f電子の不安定性の研究	14. 4. 1 ～ 15. 3. 31		継続
理学部	水島俊雄	水島俊雄	石川義和 桑井智彦 (院) 孫 培傑 (院) 竹内道雄 (院) 小林健太郎 (院) 土屋智史 (院) 二本松浩文 (学) 志村敬介 (学) 山内清典 (学) 鈴木大介 (学) 高田慎一	1. 希土類金属間化合物の構造解析	14. 4. 1 ～ 15. 3. 31		継続

平成 14 年度 水素同位体科学研究センター利用状況(続き)

所属	主研究者	研究責任者	共同研究者	研究題目	使用 予定 期間	R. I 1日 最大使用量 (予定)	新規 継続 の別
理学部	安田祐介	安田祐介	(学) 千葉晋平	1. 水素吸蔵合金の吸脱着特性の研究	14. 4. 1 ～ 15. 3. 31		継続
理学部	石岡 努	石岡 努	(学) 桐谷 篤	1. 亜鉛石けんの結晶構造	14. 4. 1 ～ 15. 3. 31		新規
核融合科学 研究所	佐久間洋一	佐久間洋一	朝倉大和 河野孝央 宇田達彦 渡辺国昭 松山政夫 阿部孝之 波多野雄治 鳥養祐二 原 正憲	1. 大型ヘリカル装置(LHD)におけるトリチウム 安全管理に関する研究	14. 4. 1 ～ 15. 3. 31		継続
名古屋大学 医学部	緒方良至	佐久間洋一	渡辺国昭 松山政夫 阿部孝之 波多野雄治 鳥養祐二 原 正憲	1. 水素同位体の電気分解による分離の研究	14. 4. 1 ～ 15. 3. 31		新規
水素同位体 科学研究 センター	R-D. Penzhorn	渡辺国昭	渡辺国昭 松山政夫 波多野雄治 鳥養祐二	1. トリチウムの除染法の研究	14. 9. 24 ～ 14. 12. 24	トリチウム $1.3 \times 10^{12}$ Bq	新規
計	11人	9人		17件(学内15件、学外2件)			継14 新 3 計17

平成15年度 水素同位体科学研究センター利用状況

所属	主研究者	研究責任者	共同研究者	研究題目	使用 予定 期間	R.I 1日 最大使用量 (予定)	新規 継続 の別
水素同位体 科学研究 センター	渡辺国昭	渡辺国昭	松山政夫 阿部孝之 波多野雄治 鳥養祐二 田中るみ 原 正憲 赤丸悟士 諸住正太郎 馬 鉄軍 (研) 早川 亮 (院) 井上光浩 (院) 島 寛之 (院) 中川祥絵 (院) 圓山充一 (院) 山本浩也 (院) 杉山博則 (院) 石山敬太 (院) 千葉晋平 (学) 東出真吾 (学) 林 雪子 (学) 福田智子	1. 水素同位体と材料との相互作用 2. 固体内のトリチウムインベントリー計測技術の開発 3. 室温作動型水素同位体分離技術の開発 4. トリチウム汚染物の除染とトリチウム回収法 5. 水素吸蔵合金の特性改善 6. 水素吸蔵合金の新機能開発 7. 超透過膜の物性と応用技術の開発	15.4.1 ～ 16.3.31	トリチウム 1.3×10 <sup>12</sup> Bq	継続
教育学部	市瀬和義	市瀬和義	清水建次	1. 希土類-遷移金属間化合物の水素吸蔵特性	15.4.1 ～ 16.3.31		継続
理学部	張 勁	佐竹 洋	(院) 八田真理子 (院) 鈴木麻衣 (院) 小山裕樹 (学) 萩原崇史	1. 環境水中におけるトリチウムの分布と挙動の研究	15.4.1 ～ 16.3.31	トリチウム 2.0×10 <sup>5</sup> Bq	継続
理学部	光田暁弘	石川義和	(院) 竹内道雄 (院) 家高宣幸 (院) 小林健太郎 (院) 二本松浩文 (院) 山内清典 (院) 斉藤拓哉 (院) 高田慎一 (学) 渡辺一尋 (学) 木下 晋 (学) 日面裕輔 (学) 上田健人	1. 希土類金属間化合物のX線構造解析	15.4.1 ～ 16.3.31		継続
理学部	水島俊雄	水島俊雄	アムルガム タミサヘル (院) 孫 培傑 (院) 土屋智史 (院) 福田修一 (院) 池生 剛 (学) 梶原利昌 (学) 正木 了 (学) 高橋佑樹 (学) 塩谷芳正 (学) 南部剛之 (学) 亀田京介 (学) 森本大介	1. 希土類金属間化合物の構造解析	15.4.1 ～ 16.3.31		継続

平成 15 年度 水素同位体科学研究センター利用状況(続き)

所属	主研究者	研究責任者	共同研究者	研究題目	使用 予定 期間	R. I 1日 最大使用量 (予定)	新規 継続 の別
核融合科学 研究所	佐久間洋一	佐久間洋一	朝倉大和 河野孝央 宇田達彦 渡辺国昭 松山政夫 阿部孝之 波多野雄治 鳥養祐二 原 正憲	1. 大型ヘリカル装置(LHD)におけるトリチウム 安全管理に関する研究	15. 4. 1 ～ 16. 3. 31		継続
名古屋大学 医学部	緒方良至	佐久間洋一	渡辺国昭 松山政夫 阿部孝之 波多野雄治 鳥養祐二 原 正憲	1. 水素同位体の電気分解による分離の研究	15. 4. 1 ～ 16. 3. 31		継続
理学部	岡部俊夫	岡部俊夫	(院) 松原正知 (院) 鈴木 亘	1. Li電池素材の充放電における構造変化 準結晶の水素吸蔵性と構造変化	15. 4. 28 ～ 16. 3. 31		継続
富山工業高校 専門学校	高田英治	高田英治	波多野雄治 山田大介	1. 多点測定が可能な新型光ファイバーシンチ レータの開発	15. 7. 1 ～ 16. 3. 31		新規
計	9人	8人		15件(学内12件、学外3件)			継14 新 1 計15

平成16年度 水素同位体科学研究センター利用状況

所属	主研究者	研究責任者	共同研究者	研究題目	使用 予定 期間	R. I 1日 最大使用量 (予定)	新規 継続 の別
水素同位体 科学研究 センター	渡辺国昭	渡辺国昭	松山政夫 阿部孝之 波多野雄治 鳥養祐二 田中るみ 原 正憲 赤丸悟士 諸住正太郎 早川 亮 (院) 井上光浩 (院) 山本浩也 (院) 杉山博則 (院) 石山敬太 (院) 千葉晋平 (院) 東出真吾 (学) 塚田真理 (学) 西 健志 (学) 広見千賀子	1. 水素同位体と材料との相互作用 2. 固体内のトリチウムインベントリー計測技術の開発 3. 室温作動型水素同位体分離技術の開発 4. トリチウム汚染物の除染とトリチウム回収法 5. 水素吸蔵合金の特性改善 6. 水素吸蔵合金の新機能開発 7. 超透過膜の物性と応用技術の開発	16.4.1 ～ 17.3.31	トリチウム $7.992 \times 10^{12}$ Bq	継続
工学部	池野 進	池野 進	(学) 西野雅奈子 (学) 浜谷広美	1. 核融合炉材料および光機能性材料の開発	16.4.1 ～ 17.3.31		新規
教育学部	市瀬和義	市瀬和義	清水建次	1. 希土類-遷移金属間化合物の水素吸蔵特性	16.4.1 ～ 17.3.31		継続
教育学部	片岡 弘	片岡 弘	市瀬和義	1. 逆ミセルによる超微粒子の調製と構造特性	16.4.1 ～ 17.3.31		新規
理学部	光田暁弘	光田暁弘	(院) 孫 培傑 (院) 竹内道雄 (院) 山内清典 (院) 南部剛之 (学) 植田恭代 (学) 島倉梨恵 (学) 野嶋建宏 (学) 幡野功次 (学) 町野智史 (学) 森本大介	1. 希土類金属間化合物のX線構造解析	16.4.1 ～ 17.3.31		継続
理学部	水島俊雄	水島俊雄	石川義和 (院) 池生 剛 (院) 斉藤拓哉 (院) 高田慎一 (院) 梶原利昌 (学) 高橋佑樹 (学) 日面裕輔 (学) 池田陽一 (学) 石野 昇 (学) 木下哲郎 (学) 鈴木宏尚 (学) 瀧川晋司	1. 希土類金属間化合物の構造解析	16.4.1 ～ 17.3.31		継続

平成 16 年度 水素同位体科学研究センター利用状況(続き)

所属	主研究者	研究責任者	共同研究者	研究題目	使用 予定 期間	R.I 1日 最大使用量 (予定)	新規 継続 の別
理学部	岡部俊夫	岡部俊夫	(院) 鈴木 亘 (院) 牧 賢美 (学) 伊藤真吾 (学) 宮垣津久志	1. Li電池素材の充放電における構造変化 準結晶の水素吸蔵性と構造変化	16. 4. 12 ～ 17. 3. 31		継続
核融合科学 研究所	佐久間洋一	佐久間洋一	朝倉大和 河野孝央 宇田達彦 渡辺国昭 松山政夫 阿部孝之 波多野雄治 鳥養祐二 原 正憲	1. 大型ヘリカル装置(LHD)におけるトリチウム 安全管理に関する研究	16. 4. 1 ～ 17. 3. 31		継続
名古屋大学 医学部	緒方良至	佐久間洋一	渡辺国昭 松山政夫 阿部孝之 波多野雄治 鳥養祐二 原 正憲	1. 水素同位体の電気分解による分離の研究	16. 4. 1 ～ 17. 3. 31		継続
日本ピラー 工業(株)	田口 明	田口 明	渡辺国昭 阿部孝之	1. バレルスパッタリング法を用いたPEFC用 カソード触媒の開発	16. 7. 20 ～ 17. 3. 31		新規
日本ピラー 工業(株)	田口 明	田口 明	渡辺国昭 阿部孝之	1. バレルスパッタリング法を用いた新規粉体 材料の調整に関する研究	16. 12. 1 ～ 17. 3. 3		新規
水素同位体 科学研究 センター	R-D. Penzhorn	渡辺国昭	渡辺国昭 松山政夫 波多野雄治 鳥養祐二	1. トリチウムの除染法の研究	17. 1. 11 ～ 17. 3. 31	トリチウム $7.992 \times 10^{12}$ Bq	継続
計	11人	9人		18件(学内14件、学外4件)			継14 新 4 計18

平成 17 年度 水素同位体科学研究センター利用状況

所属	主研究者	研究責任者	共同研究者	研究題目	使用 予定 期間	R. I 1日 最大使用量 (予定)	新規 継続 の別
水素同位体 科学研究 センター	松山政夫	松山政夫	阿部孝之 波多野雄治 鳥養祐二 田口 明 原 正憲 田中るみ 赤丸悟士 本間啓史 R-D. Penzhorn C. H. Wu X. Liu Busnyuk. A 森本泰臣 北見知士 (院) 井上光浩 (院) 山本浩也 (院) 東出真吾 (院) 広見千賀子 (学) 西村俊治 (学) 野崎天生 (学) 村田大樹	1. 水素同位体と材料との相互作用 2. トリチウム計測技術の開発 3. 室温作動型水素同位体分離技術の開発 4. トリチウム汚染物の除染とトリチウム回収法 5. 水素吸蔵合金の特性改善 6. 水素吸蔵合金の新機能開発 7. 超透過膜の物性と応用技術の開発 8. 新規粉体材料の調整に関する研究	17. 4. 1 ～ 18. 3. 31	トリチウム 7. 992×10 <sup>12</sup> Bq	継続
教育学部	市瀬和義	市瀬和義		1. 希土類-遷移金属間化合物の水素吸蔵特性	17. 4. 1 ～ 18. 3. 31		継続
教育学部	片岡 弘	片岡 弘	市瀬和義	1. 逆ミセルによる超微粒子の調製と構造特性	17. 4. 1 ～ 18. 3. 31		継続
理学部	岡部俊夫	岡部俊夫	(院) 牧 賢美 (院) 伊藤真吾 (院) 上嶋大樹	1. 準結晶の水素吸蔵性と構造変化	17. 4. 1 ～ 18. 3. 31		継続
理学部	岡部俊夫	岡部俊夫	松山政夫 原 正憲 (学) 中澤良太 (学) 橋詰紀代美	1. Pd基合金の水素化特性 2. 熱量計測法によるトリチウム水測定技術の開発	17. 4. 1 ～ 18. 3. 31		新規
理学部	石川義和	光田曉弘	水島俊雄 (院) 池生 剛 (院) 竹内道雄 (院) 梶原利昌 (院) 南部剛之 (院) 池田陽一 (院) 石野 昇 (院) 木下哲郎 (院) 島倉梨恵 (院) 鈴木宏尚 (学) 鶴島早希 (学) 沖田 翔 (学) 三田俊晴 (学) 菖蒲晃也 (学) 田端洋一 (学) 松本裕司 (学) 吉岡 剛 (学) 分部 諭 (学) 渡辺将平	1. 希土類金属間化合物のX線構造解析	17. 4. 1 ～ 18. 3. 31		継続

平成 17 年度 水素同位体科学研究センター利用状況(続き)

所属	主研究者	研究責任者	共同研究者	研究題目	使用 予定 期間	R. I 1日 最大使用量 (予定)	新規 継続 の別
工学部	森 克徳	森 克徳	西村克彦 松山政夫 原 正憲 (院) 桜井淳一	1. 水素化物生成に伴う磁気的特性変化の評価	17. 4. 1 ～ 18. 3. 31		新規
核融合科学 研究所	佐久間洋一	佐久間洋一	朝倉大和 宇田達彦 河野孝央 松山政夫 阿部孝之 波多野雄治 鳥養祐二 原 正憲	1. 大型ヘリカル装置(LHD)におけるトリチウム 安全管理に関する研究	17. 4. 1 ～ 18. 3. 31		継続
東京大学 アイソトープ 総合センター	大矢恭久	巻出義紘	波多野雄治	1. ステンレス鋼表面におけるトリチウム挙動	17. 4. 1 ～ 18. 3. 31	300MBq	新規
計	8人	8人		17件 (学内15件、学外2件)			継13 新 4 計17

## (2) 学外との共同研究(国内)

### (i) 大学および公的機関との共同研究

#### (a) 核融合科学研究所

年度	区分	申請課題	氏名	代表 分担の別	金額 (千円)
平成 13年	LHD計画共同 研究	ボロンコーティング膜におけるトリチウムを含む水素同位体動的挙動	松山政夫	分担	8,730
	LHD計画共同 研究	高Zプラズマ対向壁材料の開発と総合的評価	波多野雄治	分担	試料提供
平成 14年	LHD計画共同 研究	ボロンコーティング膜におけるトリチウムを含む水素同位体動的挙動	松山政夫	分担	1,000
	一般共同研究	スパッタリング環境下での Nb メンブレンポンプの排気能維持機構	波多野雄治	代表	350
	LHD計画共同 研究	高Zプラズマ対向壁材料の開発と総合的評価	波多野雄治	分担	試料提供
平成 15年	LHD計画共同 研究	ボロンコーティング膜におけるトリチウムを含む水素同位体動的挙動	松山政夫	分担	510
	一般共同研究	スパッタリング環境下での Nb メンブレンポンプの排気能維持機構	波多野雄治	代表	260
	LHD計画共同 研究	高Zプラズマ対向壁材料の開発と総合的評価	波多野雄治	分担	試料提供
平成 16年	LHD計画共同 研究	プラズマ第1壁用5族金属材料の表面およびバルクにおける水素同位体の動的挙動	波多野雄治	代表	18,828
平成 17年	LHD計画共同 研究	プラズマ第1壁用5族金属材料の表面およびバルクにおける水素同位体の動的挙動	波多野雄治	代表	7,400
	一般共同研究	水素プラズマに曝露したバナジウム合金中の水素リテンション	波多野雄治	代表	0
	一般共同研究 (研究会)	LHD での D-D 実験に伴うトリチウムの動的挙動および安全管理	松山政夫	代表	(旅費のみ)

(b) その他大学

平成 15年	東北大学 金属 材料研究所	低放射化バナジウム合金中の水素同位体挙 動	波多野雄治	代表
平成 15年	東京大学 アイ ソトープ総合セ ンター	ステンレス鋼表面でのトリチウム挙動 (トリチウムガスの提供)	松山政夫	
平成 17年	東京大学 アイ ソトープ総合セ ンター	ステンレス鋼表面でのトリチウム挙動 (トリチウムガスの提供)	波多野雄治	

(c) 日本原子力研究所

平成 12 年	β線誘起 X 線計測法による元素状高濃度トリチウムの非破壊計測システムの構築に対する基 礎的研究
平成 14 年	β線誘起 X 線計測法による固体表面トリチウムの非破壊計測システムの構築に対する基礎的 研究
平成 15 年	β線誘起 X 線計測法による固体材料に保持されたトリチウムの測定
平成 17 年	β線誘起 X 線計測法による固体材料に保持されたトリチウムの測定

## (ii) 民間との共同研究

年度	相手方	研究課題	共同研究費 (千円)
平成 11 年	原子力安全システム 研究所(株)	トリチウムオートラジオグラフ法によるステンレス鋼及びニッケル基合金中の水素同位体の可視化	500
平成 12 年	原子力安全システム 研究所(株)	トリチウムオートラジオグラフ法によるステンレス鋼及びニッケル基合金中の水素同位体の可視化	1,000
	(株)化研	水素同位体の形態変換・分離精製及び除染技術に関する研究	420
平成 13 年	日揮(株)	ガスクロマトグラフィによるトリチウムプロセスの研究	420
	原子力安全システム 研究所(株)	ステンレス鋼及びニッケル基合金中の水素同位体の可視化	1,000
	(株)化研	水素同位体の形態変換・分離精製及び除染技術に関する研究	420
平成 14 年	原子力安全システム 研究所(株)	ステンレス鋼及びニッケル基合金中の水素同位体の可視化	1,000
	日揮(株)	ガスクロマトグラフィによるトリチウム分離プロセスの研究	420
	(株)化研	水素同位体の形態変換・分離精製及び除染技術に関する研究	420
平成 15 年	日揮(株)	ガスクロマトグラフィによるトリチウム分離プロセスの研究	420
平成 16 年	日本ピラー工業(株)	バレルスパッタリング法を用いた新規粉体材料の調製に関する研究	420
	日揮(株)	ガスクロマトグラフィによるトリチウム分離プロセスの研究	420
	日本ピラー工業(株)	固体高分子型燃料電池用電極触媒の新規調製法に関する研究	2,420
平成 17 年	日本ピラー工業(株)	固体高分子型燃料電池用電極触媒の新規調製法に関する研究	840
	日揮(株)	ガスクロマトグラフィによるトリチウム分離プロセスの研究	420

(iii) 海外との共同研究

(a) 学術交流協定の締結

平成 14 年	12 月	ロシア連邦 サンクトペテルブルグ・ボンシェブルイエビッチ通信大学との学術交流に関する協定、及び、共同研究に関する実施協定の締結
平成 17 年	1 月	ドイツ カールスルーエ研究センター・トリチウム研究施設との学術交流に関する協定、及び、共同研究に関する実施協定の締結
	9 月	ロシア連邦 サンクトペテルブルグ・ボンシェブルイエビッチ通信大学との共同研究に関する実施協定の延長

(b) 外国人研究員の招聘

年度	イギリス(人)	ロシア(人)	ドイツ(人)	合計(人)
平成 11 年	1	0	0	1
平成 12 年	1	1	0	2
平成 13 年	0	3	0	3
平成 14 年	0	2	1	3
平成 15 年	0	3	1	4
平成 16 年	0	3	1	4
平成 17 年	0	2	2	4
合計(人)	2	14	5	21

(c) その他

(イ) 日中拠点大学交流事業

中国西南物理研究員 Xiang Liu 教授(受入)

平成 17 年 6 月 1 日～平成 17 年 7 月 20 日

(ロ) 日米科学技術協力事業核融合分野事業 JUPITER-II 計画

アイダホ国立工業環境研究所(派遣)

平成 13 年 5 月 20 日～平成 13 年 8 月 18 日 波多野雄治

平成 16 年 1 月 6 日～平成 16 年 3 月 31 日 原 正憲

平成 16 年 4 月 26 日～平成 16 年 6 月 20 日 波多野雄治

(ハ) TEXTOR (Torus Experiment on Technology Oriented Research) 共同研究

主たる派遣先:カールスルーエ研究所トリチウム研究施設(ドイツ)

平成 13 年 10 月 13 日～平成 13 年 10 月 28 日:松山政夫

平成 14 年 3 月 10 日～平成 14 年 3 月 21 日:松山政夫

平成 14 年 11 月 10 日～平成 14 年 11 月 21 日:松山政夫・鳥養祐二

平成 15 年 3 月 9 日～平成 15 年 3 月 23 日:松山政夫・鳥養祐二

平成 15 年 6 月 16 日～平成 15 年 6 月 29 日:鳥養祐二

平成 15 年 9 月 28 日～平成 15 年 10 月 12 日:松山政夫

平成 16 年 3 月 22 日～平成 16 年 3 月 27 日:松山政夫

平成 16 年 9 月 12 日～平成 16 年 9 月 19 日:松山政夫

(3) 受託研究

年度	相手方	研究内容	受託研究費 (千円)
平成 11 年	日本原子力研究所	燃料システムにおける固体中トリチウム分布の 非破壊分析システムに関する研究	1,000
平成 16 年	萩尾高压容器	バレルスパッタリングによる LP ガス脱硫剤等調製の研究	500
	イギリス原子力公社	トリチウムに汚染された金属及び合金の除染技術の研 究開発	8,591
平成 17 年	太陽テクノサービス (株)	太陽メタレックスの不純物除去機構研究	999
	(財)四国産業・技術 振興センター	燃料電池原燃料の LPG に特化した脱硫触媒の新規 開発	525
	イギリス原子力公社	トリチウムに汚染された金属及び合金の除染技術の 研 究開発	1,002

### [3] 研究資金の獲得状況

#### (1) 科学研究費補助金

年度	研究種目	申請課題	氏名	代表 分担の 別	金額 (千円) 〔 間接経費 を含む〕
平成 11 年	特定領域研究 (A)(1)	超微細一多孔質構造高密度プロチ ウム材料	渡辺国昭	分担	13,000
	基盤研究 (B)(2)	Pd-系合金による水素同位体の吸 収 - 放出の動力学的研究	渡辺国昭	代表	1,200
平成 12 年	特定領域研究 (A)(1)	超微細一多孔質構造高密度プロチ ウム材料	渡辺国昭	分担	4,000
	基盤研究 (B)(2)	Pd-系合金による水素同位体の吸 収 - 放出の動力学的研究	渡辺国昭	代表	1,400
	基盤研究 (C)(2)	高機能合金ゲッターによる混合 ガス系からのトリチウムの直接除 去に関する研究	芦田 完	代表	2,900
	奨励研究 (A)	水素吸蔵合金電極を用いたトリチ ウム水のトリチウム回収法の開発	鳥養祐二	代表	1,700
平成 13 年	特定領域研究 (A)(1)	超微細一多孔質構造高密度プロチ ウム材料	渡辺国昭	分担	2,200
	基盤研究 (B)(2)	高原子番号材料に捕獲されたトリ チウムの BIXS 法による追跡	松山政夫	代表	11,100
	基盤研究 (C)(2)	高機能合金ゲッターによる混合 ガス系からのトリチウムの直接除 去に関する研究	波多野雄治	代表	700
	奨励研究 (A)	水素吸蔵合金電極を用いたトリチ ウム水のトリチウム回収法の開発	鳥養祐二	代表	500
平成 14 年	基盤研究 (B)(2)	高原子番号材料に捕獲されたトリ チウムの BIXS 法による追跡	松山政夫	代表	3,200
	基盤研究 (B)(2)	V - 系低放射化材料における水素 同位体の吸収 - 放出過程	渡辺国昭	代表	3,700
	若手研究 (A)	核融合炉ダイバータにおける水素 排気用超透過膜の開拓	波多野雄治	代表	8,190

年度	研究種目	申請課題	氏名	代表 分担の 別	金額 (千円) 〔 間接経費 を含む〕
平成 15 年	基盤研究 (A)(2)	トリチウム絶対測定用基準システムの構築	松山政夫	代表	22,490
	基盤研究 (B)(2)	V - 系低放射化材料における水素同位体の吸収 - 放出過程	渡辺国昭	代表	2,500
	若手研究 (A)	核融合炉ダイバータにおける水素排気用超透過膜の開拓	波多野雄治	代表	1,560
平成 16 年	基盤研究 (A)(2)	トリチウム絶対測定用基準システムの構築	松山政夫	代表	15,000
	基盤研究 (B)(2)	V - 系低放射化材料における水素同位体の吸収 - 放出過程	渡辺国昭	代表	1,800
	基盤研究 (B)(2)	新しい微粒子表面均一修飾法(バレルスパッタリング法)の開発とその応用	阿部孝之	代表	9,500
	若手研究 (A)	核融合炉ダイバータにおける水素排気用超透過膜の開拓	波多野雄治	代表	1,300
平成 17 年	基盤研究 (A)(2)	トリチウム絶対測定用基準システムの構築	松山政夫	代表	3,510
	基盤研究 (B)(2)	新しい微粒子表面均一修飾法(バレルスパッタリング法)の開発とその応用	阿部孝之	代表	2,000
	基盤研究 (C)(2)	4 族・5 族金属炭化物の水素機能性材料としての可能性の探索	波多野雄治	代表	1,700
	若手研究 (B)	乾式法向けトリチウム化合物分解用の合金に関する研究	原 正憲	代表	2,500

## (2) 奨学寄附金

年度	相手方	助成内容	奨学寄附金 (千円)
平成 12 年	日本ガイシ(株)	松山政夫教授に対する研究助成	500
平成 16 年	双葉電子記念財団	バレルスパッタリング法を用いた導電性微粒子の新規調製法に関する研究	5,000

### Ⅲ. 教育活動

- [1] 教養教育、学部及び大学院における教育
  - (1) 教養教育
  - (2) 学部教育
  - (3) 大学院教育
  - (4) その他
- [2] 卒論、修論及び博士論文の指導
- [3] 学会等への発表指導
- [4] 放射線障害防止法に基づく安全教育活動
- [5] 共同利用者に対する教育活動
- [6] 教育活動を取り巻く今後の課題

### III 教育活動

水素同位体科学研究センターでは大学院教育の中で「水素エネルギー及び核融合炉燃料としての水素同位体の機能性に関する研究」及び「水素の同位体効果とトリチウムの壊変効果に関する研究」を柱とした教育活動を推進している。

富山大学では、平成10年度、富山大学大学院理工学研究科が設置された。水素同位体科学研究センターの教官は、理工学研究科博士前期課程化学専攻の枠内で修士学生を受け入れることが出来るようになった。また、富山大学大学院理工学研究科博士後期課程エネルギー科学専攻に所属し、博士課程の学生を受け入れることが出来るようになった。

平成11年4月1日、富山大学水素同位体機能研究センターを廃止し、富山大学水素同位体科学研究センターが設置された。これに伴い、教官定員が増加され(教授2名、助教授2名、助手1名から、教授3名、助教授3名、助手1名)、教育・研究体制の充実を図ると共に、客員教授(定員3名、うち外国人研究員1名)を招聘し、教育・研究のグローバル化を目指した。

平成16年4月に国立大学の独立法人化により、富山大学も独立法人化された。しかしながら教員組織に変更はなく、従来通りの体制で教育に取り組んだ。

平成17年10月1日、富山大学では旧富山大学、富山医科薬科大学、高岡短期大学と再編統合を行った。これを機会に、大学院教育のいっそうの拡充を目指し、大学院組織の改組が行われた。水素同位体科学研究センターの教員は、大学院理工学教育部修士課程化学専攻の枠内で修士学生を受け入れるようになった。また、大学院理工学教育部博士課程新エネルギー科学専攻に所属し、博士課程の学生を指導するようになった。

#### [1] 教養教育、学部及び大学院における教育

##### (1) 教養教育

教養教育は大学教育の大きな柱の一つであり、富山大学の全教官の責任において分担されるべきものであるという認識のもと、学部の枠を超えた関連教官との協力体制のもとで、教養教育カリキュラムに参加してきた。即ち、本センターの教官は富山大学・教養教育の自然科学系部会、総合科目部会、あるいは情報処理教育部会のいずれかに所属し、教養教育活動にも積極的に参加すると共に、理工系の学生のみならず人文社会系の学生に対しても水素エネルギーおよび核融合の啓蒙活動を行っている。

##### (2) 学部教育

本センターは学内共同教育用施設であり、学部における講義や実習などを行う義務はない。しかしながら、大学院教育との関連や学部教育を幅広い教養の修得と基礎教育の場と位置づければ、学部教育も重要である。従って、理学部において「化学熱力学」、「化学平衡学」、「電気化学」、「材料科学」および「放射線基礎学」を開講し本センターの専門分野に関する教育を行ってきた。また、工学部物質生命システム工学科応用化学コースにおいて

「工学倫理」の講義を担当しており、学部教育に大きく寄与している。

### (3) 大学院教育

本センター教官は、修士課程の学生に対し、平成11年度まで「核化学」、「固体物理化学」、「機能性材料学」および「同位体科学」の講義を開講し、講義を行ってきた。平成12年度より、教官定員の増加に伴い講義数を増加すると共に、講義の名称変更をおこない、「固体物理化学」、「放射線化学特論」、「機能性材料学」、「エネルギー変換特論」、「同位体化学」および「リサイクル化学特論」を開講している。また、各教官が行っている研究内容を紹介する「最先端化学特論」や、普段自分の研究分野では使わない装置類を用いて実験を行う「化学特別実験」、「ゼミナール」を分担し、大学院修士課程の教育に寄与している。

本センター教官は、博士課程において、「放射線計測学特論」、「水素エネルギー材料学特論」および「核融合材料学特論」を開講している。また、平成17年度より大学共同利用機関法人自然科学研究機構核融合科学研究所との連携により2名の客員教授を招聘し、「核融合放射線安全学」および「核融合プラズマ理工学」の講義を開講している。このように、本センター教官は大学院博士課程の教育に積極的に参加している。

### (4) その他

平成11年度から平成13年度には、富山工業高等専門学校との4年生を対象に、「無機材料工学」の講義を開講し、核融合炉材料や水素エネルギー関連の材料に関する講義を行った。このように、核融合・水素エネルギーに関する教育を、富山大学内のみならず幅広く行うように積極的に参加している。

## [2] 卒論、修論及び博士論文の指導

表III-1、III-2及びIII-3は、平成11年度から平成17年度までの7年間に水素同位体科学研究センターを卒業または修了した学生の卒業論文タイトルを示す。この間に33名の学部生と16名の修士、2名の博士を研究者として世に送り出した。表を見てわかるように水素同位体科学研究センターを卒業・修了する学生の研究テーマは、水素同位体科学研究センターの設置目的である「基礎物性」、「応用物性・バックエンド」および、「素材循環」に沿ったものとなっており、新水素エネルギーシステムの実現に向けた人材育成に大きく貢献している。しかしながら、これらの人数は教官定員に対して決して多いとはいえ、今後、学生の確保によりいっそう力を入れる必要がある。

本センターでは人材育成と言う観点から、所属する大学院学生に加え、本センターにほぼ常駐して研究活動を行っている学部あるいは大学院学生を対象にしてセミナーを毎週開催し、最新の学術情報や重要論文を基に活発な討論を行う場を設けている。また、このセミナーと平行して、学生による研究活動の検討の場として定期的な研究内容の報告会を設け、以下の項目についての議論や討論を行っている。

- (1) 研究成果の評価方法
- (2) 研究成果に関する問題点の抽出方法
- (3)     "     解決方法
- (4) 研究成果のまとめ方
- (5) 研究成果の表現(発表)方法
- (6) その他

上述のセミナーや研究報告会を通して、学生は卒業論文あるいは修士論文に関する表現方法、論理的な捉え方や考え方、問題点の抽出と解決方法、あるいはまとめ方等を身につけるものと期待される。

また、本センターに来訪した客員教授によるセミナーや、外国人研究者による英語の講義やセミナーを行うことにより、英語になれると共にグローバルな視線を養うように心がけている。

表Ⅲ-1 卒業論文リスト

卒業年度	論文タイトル
平成 11 年	炭素膜とタンゲステンの固相反応 —プラズマ対向材料の混合と物性に関する研究—
	Pd により表面改質された ZrNi の酸素に対する耐久性に関する研究
平成 12 年	電気化学スーパーキャパシタの開発
	水素吸蔵合金によるトリチウム水中のトリチウム回収に関する研究
	Zr <sub>2</sub> M (M=Co, Ni) 合金の水素誘起不均化反応
	自動車車載用固体高分子型燃料電池 (PEMFC)
	水素吸蔵合金中への水素吸蔵現象の周波数応答法による速度論的研究
	タンゲステンと炭素の固相反応
	微粒子水素吸蔵合金の作成と水素吸蔵放出特性および結晶構造評価
アモルファス MgNi の充放電特性に対する複合化の効果	

表Ⅲ-1 卒業論文リスト(続き)

卒業年度	論文タイトル
平成 13 年	低放射化 V - Ti 合金における水素同位体の吸収・透過
	電池反応を利用したエッチング廃液からの資源回収
	Pd 修飾した ZrNi の活性化挙動 —活性化温度の低減化—
	Zr 水素吸蔵合金の水素誘起不均化 —生成物の結晶子に及ぼす不均化条件の影響—
	トリチウムの捕獲・脱離挙動に対するホウ素コーティングの影響
	固体高分子型燃料電池の基礎的研究
平成 14 年	水素同位体分離用ガスクロマトグラフのペレット型充填材に関する基礎的研究
	表面改質した ZrNi の耐不純物ガス特性
	電池反応を利用した塩酸系エッチング廃液の再利用
	固体高分子型燃料電池内の水の挙動
平成 15 年	Zr <sub>2</sub> Cu 合金の水素誘起不均化反応
	バレルスパッタリング法を用いた微粒子表面への TiO <sub>2</sub> (酸化物)修飾
	バナジウム合金表面へのコーティング膜の作成
平成 16 年	Pd-4at%Cu 合金の水素吸収過程の動力学
	バナジウム水素透過膜の高温特性改善に関する研究
	ホウ素薄膜にイオン注入されたトリチウムの捕獲・脱離挙動に対するヘリウム予照射の影響
	低放射化バナジウム合金表面における水素同位体挙動
	バレルスパッタリング法を用いた光機能性粉体材料の研究
平成 17 年	燃料電池アノード電極触媒の担持形態とその電気化学特性に関する研究
	複合水素透過膜材料としてのチタン炭化物および窒化物の適性評価
	トリチウム汚染ステンレス鋼(SS316)の除染 —表面除染後のトリチウム挙動とその解析—
	熱量計によるトリチウム水の放射能測定
	Pd-Ag 合金の水素化物生成と分解の熱力学的特性

表Ⅲ-2 修士論文リスト

修了年度	論文タイトル
平成 11 年	バナジウムの水素透過挙動に関する研究
	環境水中の陰イオン界面活性剤の膜捕集/蛍光 X 線定量法に関する研究
平成 12 年	材料表面にイオン注入されたトリチウム量の非破壊測定法に関する研究
	ニッケル水素電池電極用 Mg-Ni 系合金に関する研究
平成 13 年	$\beta$ 線誘起 X 線計測法(BIXS)による Ni 基合金中のトリチウム分布に関する研究
平成 14 年	電気化学的スーパーキャパシタの開発
	ニオブ中の水素透過に及ぼす表面偏析酸素の影響
	Pd-Rh 合金による水素同位体の吸収・放出の熱力学
	タンゲステンとアモルファス炭素膜の固相反応
	VA-族系核融合炉材料表面における水素同位体の動的挙動に及ぼす酸素の影響
平成 15 年	ホウ素薄膜にイオン注入されたトリチウムの捕獲-脱離挙動に関する研究
	モリブデン中でのトリチウムの拡散挙動に関する研究
	水素同位体分離用カラム材の開発
平成 16 年	Pd 被覆による V 族系水素透過膜の特性改善に関する研究
	Pd-M(M=Co、Cu、Au)合金による水素同位体吸収・放出の同位体効果に関する研究
	金属膜における光誘起水素透過現象に関する研究
	電気化学的手法を用いた塩素系エッチング廃液の再利用に関する研究
平成 17 年	BS 法による酸化物修飾微粒子の光機能性に関する研究

表Ⅲ-3 博士論文リスト

修了年度	論文タイトル
平成 14 年	VA-族系核融合炉材料表面における水素同位体の動的挙動に及ぼす酸素の影響
平成 15 年	Zr 系水素吸蔵合金の水素誘起不均化反応に関する研究

### [3] 卒業・修了後の就職状況について

表III-4は、平成11年度から平成17年度までの7年間に本センターを卒業または修了した学生の就職状況を示す。この間に卒業または修了した学生の内33%の学生が進学し、研究者としてより高度な知識の習得を目指している。しかしながら、就職した学生の内、技術系に就職できた学生は27%しかおらず、就職状況は非常に厳しい。特にITER建設サイトの決定が延びる中、核融合関連研究分野に就職できた学生は非常に少ない。このような就職状況では、核融合及び水素エネルギー研究を志す学生にとって水素研で研究を行う夢を与えることができず、学生の募集が非常に厳しい。また、せっかくトリチウムの使用経験のある学生を育てても、関連する職業への就職が行われておらず、水素研の使命を十分に達成していないのが現状である。しかしながら2005年6月にITER建設地が決定され、今後は核融合関係の研究も進み、就職も良くなることが期待される。この機会に積極的に就職先を開拓し、研究者を目指す学生にとって水素研が魅力的な研究拠点となる必要がある。

表 III-4 卒業・修了後の進路

卒業年度	進学	公務員	技術系	非技術系	その他	計
平成 11 年	1(1)	0	1	1	1	4
平成 12 年	4	3	2(2)	0	1	10
平成 13 年	3	0	1(1)	2	2	8
平成 14 年	5	1(1)	3(3)	0	1(1)	10
平成 15 年	1	0	3(3)	0	1	5
平成 16 年	1(1)	2(1)	3(2)	1	2	9
平成 17 年	2	0	1(1)	0	2	5
合 計	17(2)	6(2)	14(12)	4	10(1)	51(21)

( )内の数値は修士または博士課程修了生

### [4] 学会等への発表指導

表III-5は、平成11年度から平成17年度までの7年間に本センターで教育・研究指導を行った学生の、国内学会および国際学会での発表件数を示している。国内学会では、表に示すとおり、学生数の増加と共に発表件数が増える傾向にある。しかしながら全発表件数に占める学生の発表件数は、決して多いとはいえない。また、国際会議等における発表は非常に少ない。今後、学生が国内学会および国際会議等に発表できる体制を整える必要がある。

表Ⅲ-5 国内学会及び国際会議等における学生の発表件数

年 度	国内学会	国際会議等
平成 11 年	3 (6)	0 (3)
平成 12 年	4 (13)	0 (3)
平成 13 年	6 (18)	1 (9)
平成 14 年	4 (11)	1 (3)
平成 15 年	9 (18)	2 (7)
平成 16 年	9 (16)	0 (9)
平成 17 年	6 (14)	1 (6)

( )内は本センターにおける全発表件数を示している。

#### [5] 放射線障害防止法に基づく安全教育活動

本センターではトリチウムと<sup>14</sup>Cの使用の許可を受けた施設であり、特に大量トリチウムを水素や重水素と同等に扱える国内唯一の大学研究機関である。その中で、トリチウムの安全取扱い及びその応用に関する研究を行ってきており、学内の共同利用施設として多数の教職員及び学生を受け入れている。また、国内の大学研究者や企業研究者等との共同研究により、学外の研究者を共同利用者として受け入れている。本センターの主要な設備及び機器等は「放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律」(以下「障害防止法」と記す)に基づく管理区域内に設置されているため、共同利用者を対象とした放射性同位元素及び放射線の安全取扱いに関する教育が必要である。即ち、障害防止法では放射性同位元素等を取扱い、あるいは、放射線施設内に業務として立ち入るもの(以下「業務従事者」と記す)に対して、放射線障害の防止に必要な教育及び訓練(以下「教育訓練」と記す)を、1年を越えない期間ごとに行うよう規定されており、この規定に基づき、業務従事者に対して事前に放射性同位元素及び放射線の安全取扱いに関する教育訓練を行っている。

「水素同位体科学研究センター放射線障害予防規則」には、障害防止法に基づき、次に示す各項目に関する教育訓練を業務従事者に対して行うよう規定されている。

- |                            |         |
|----------------------------|---------|
| (i)放射線の人体に与える影響            | :30分間以上 |
| (ii)放射性同位元素等の安全取扱い         | :4時間以上  |
| (iii)同位元素による放射線障害の防止に関する法令 | :1時間以上  |
| (iv)センターの放射線障害予防規則         | :30分間以上 |

この教育訓練は、年度当初に教職員及び学生が本センターの業務従事者として登録された後に、本センターの専任職員がビデオ教材や配布された資料等を用いて(i)～(iv)の各項目に関する教育訓練を、必要な時間あるいはそれ以上、分担して実施している。なお、平

成17年度末現在、本センターに所属する5名の教職員が国家資格である「第1種放射線取扱主任者」の有資格者である。さらに、上記教育訓練の一環として毎年2回程度、他大学等から外来講師を招き、放射線による障害の防止のみならず、関連するトリチウム理工学分野の研究の現状についての講演会を開催している。

表Ⅲ-6は、過去7年間における教育訓練受講者数及び外来講師による講演会参加者数を示したものである。教育訓練の平均の受講者数が30数名となっているのは、本センターが受け入れることのできる共同利用者数が、ほぼ人員的及び施設的に受け入れ限度に近づいているためである。また表Ⅲ-7は、過去7年間に行われた講演会のタイトルと講演者を示している。講演者には環境中のトリチウム計測から核融合におけるトリチウムの利用まで非常に幅広いテーマについて紹介していただき、トリチウムに関する幅広い知識の習得を目指している

表Ⅲ-6 教育訓練受講者数及び講演会参加者数

年 度	教育訓練 (人)	講演会*2 (人)
平成11年	47*1	-
平成12年	43	34
平成13年	37	58
平成14年	44	79
平成15年	35	69
平成16年	34	81
平成17年	32	62

\*1 2回の教育訓練の参加者の和

\*2 2回の講演会参加者の和

表III-7 教育訓練講演会

実施年度	講演会タイトル	講演者
平成 12 年	トリチウムオートラジオグラフィによる金属中の水素分布の可視化	九州大学大学院総合理工学研究院 教授:杉崎昌和
	トリチウム環境動態	熊本大学理学部 教授:百島則幸
平成 13 年	核融合炉におけるダイバータの役割とペブルダイバータ新概念の展開	大阪大学大学院工学研究科・工学部 教授:西川雅弘
	粒子線照射による構造材料の損傷とその応用	北海道大学大学院工学研究科・工学部 教授:大貫惣明
平成 14 年	核融合と水素	北海道大学大学院工学研究科・工学部 教授:日野友明
	高エネルギー陽子加速器施設におけるトリチウムの生成とその動態	高エネルギー加速器研究機構 助教授:三浦太一
平成 15 年	核融合研究の進展と放射線計測	核融合科学研究所 炉工学研究センター長:野田信明
	核融合炉におけるトリチウムの取扱い	日本原子力研究所那珂研究所 トリチウム工学研究室長:西 正孝
平成 16 年	レーザー核融合研究とトリチウム	大阪大学 レーザーエネルギー学研究センター長:井澤靖和
	核融合炉で使われる材料と粒子相互作用	大阪大学大学院工学研究科電子情報エネルギー工学専攻 助教授:上田良夫
平成 17 年	核融合炉におけるトリチウムの取扱いと閉じ込め方法	日本原子力研究開発機構・核融合研究開発部門 核融合エネルギー工学研究開発ユニット トリチウム工学研究グループリーダー:山西敏彦
	トリチウムの生物影響について	茨城大学理学部 教授:一政祐輔

#### [6] 共同利用者に対する教育活動

表III-8は、平成11年度から平成17年度までの7年間の共同利用者としての学生の受け入れ状況を示す。表に示すように、新水素エネルギーシステムの実現に向けた研究を志す学内の学生が、年30名以上が共同利用者として利用し、大学内での共同利用施設として十分に役割を果たしていることがうかがえる。

本センターに登録された学生は、上述した教育訓練に加えて、年間の研究活動を通して、随時、本センターの教職員による放射性同位元素及び放射線の取扱いに関する指導

及び安全教育と日常の実験両方について、管理区域のみならず非管理区域においても受けることになる。このようにして、学生は研究活動と同時に放射性同位元素及び放射線の安全取扱いの体験を通して理解するとともに社会的責任などに対する知識あるいは見識を身につけることができる。

このような教育目的を達成するために、本センターの教職員と学生のマンツーマン指導体制がほぼ実現されており、富山大学内でもユニークな教育研究施設として位置づけられる。さらに、放射線障害の防止に関する教育は本センターにおける教職員及び学生の研究活動を支える基本的かつ重要なものであり、今後も本センターにおける教育の活動内容の充実と向上を引き続き推進して行くためには、共同利用者の増加に鑑み、施設及び教育支援要員などの更なる整備が望まれる所である。

他方、安全教育の充実と向上という観点に立てば、本センター専任教職員のみならず共同利用者である他学部教職員との連携など学部の枠を越えた協力体制が必要である。例えば、施設の性格は異なるものの、本学の放射性同位元素総合実験室や、生命科学先端研究センター放射線生物解析分野との放射線障害の防止に関する安全教育での連携・協力などは、その内容も含めて現在摸索されている所であるが、今後は実現に向けて検討すべき課題である。

表Ⅲ-8 過去7年間の学生利用者数

年 度	理学部 (人)	工学部 (人)	人間発達科 学部* (人)	合計 (人)
平成11年	25(8)	4(3)	1(0)	30(11)
平成12年	33(12)	1(0)	1(0)	35(12)
平成13年	34(18)	1(0)	0(0)	35(18)
平成14年	37(22)	0(0)	1(0)	38(22)
平成15年	39(12)	0(0)	0(0)	39(23)
平成16年	35(10)	2(0)	0(0)	37(10)
平成17年	21(12)	1(1)	0(0)	22(13)

( )内は大学院の学生数を示している。

\* 旧教育学部

## [7] 教育活動を取り巻く今後の課題

教育活動を取り巻く今後の課題として、核融合炉開発研究に関して言えば、2005年6月に国際熱核融合実験炉 (ITER) がフランスのカダラッシュに建設されることが決定され、トリチウムを取扱える技術者の育成が急務となっている。前述の通り、富山大学水素同位体科学研究センターは、大量トリチウムを水素や重水素と同等に扱える国内唯一の大学研究機関である。また、世界的に見ても化学形を限定せずトリチウム実験をできる施設はめずらし

い。このような特徴を生かして、核融合炉材料中のトリチウム挙動を研究する「基礎物性研究分野」、トリチウム汚染の処理・処分・管理技術の確立を目指す「バックエンド研究分野」を中心に、ITERの為の人材育成を行うと共に、今後訪れるであろう大量トリチウム消費社会に向けた人材育成を1つの柱として教育を行う必要がある。

また、水素エネルギーに関しても、水素エネルギー変換の高効率化を目指す「素材循環研究分野」、水素製造や水素脆化防止技術の研究を行う「応用物性研究分野」を中心に、今後標榜される大量の水素を消費する水素エネルギー社会の実現に向けて、研究者・技術者の養成を行う必要がある。

このように本センターの研究指針とそれに伴う人材の育成は、新水素エネルギーシステムの実現に向けて非常に重要となっている。しかしながら、18才人口が減少しつつある現在、これら研究者を目指す学生の確保が問題となっている。その一方で、大学での学習を望む人の層や学生の年齢分布は今後広がるものと考えられ、社会人、留学生など学生の多様化がさらに進むものと予想される。このような大学の多様化を踏まえて、今後の教育及び研究の在り方を見直して行くことが必要であろう。

人材育成の観点から、今後、博士課程の学生の獲得に力を入れる必要がある。同様に、国際的にもこのような学生の流動性を高める必要がある。留学生の受け入れは、教育を通して国際的な人材育成に寄与すると同時に、本センターの学生を国際化・活性化する効果も期待される。

## IV. 社会との連携協力

[1] 民間との共同研究の現状

[2] 社会への協力参加の現状

(1) 技術相談の現状

(2) 連携事業などへの協力参加の現状

## IV. 社会との連携協力

### [1] 民間との共同研究の現状

本センターでは水素同位体の持つ機能性を基礎および応用の面から「基礎物性研究分野」、「応用物性・バックエンド研究分野」、および「素材循環研究分野」の三分野で研究している。このため、民間との共同研究の分野も、トリチウム取り扱いに関する基礎技術から水素同位体の分離・精製や燃料電池電極触媒などの水素機能性材料の開発に関する応用技術まで、幅広い範囲に及んでいる。

本センターにおける民間との共同研究の状況を表 IV-1 に示した。毎年 1～3 件程度の共同研究を遂行しているが、いずれの共同研究課題も本センターの研究内容と合致したものであると同時に、複数年にわたる研究課題が増えている。これは、本センターの研究内容およびその成果が民間企業あるいは社会のニーズに直結する内容にあるためと推考される。今後とも共同研究が定期的に行われるようにするには、研究課題の設定や施設などの充実を初めとして、民間からの要求に十分応えられるような体制の一層の整備が望まれる。

表 IV-1 民間との共同研究の現状

年度	相手方	研究題目	研究区分
11 年	原子力安全システム研究所(株)	トリチウムオートラジオグラフ法によるステンレス鋼及びニッケル基合金中の水素同位体の可視化	基礎物性
12 年	原子力安全システム研究所(株)	トリチウムオートラジオグラフ法によるステンレス鋼及びニッケル基合金中の水素同位体の可視化	基礎物性
	(株)化研	水素同位体の形態変換・分離精製及び除染技術に関する研究	応用物性・バックエンド
13 年	日揮(株)	ガスクロマトグラフィによるトリチウムプロセスの研究	基礎物性
	原子力安全システム研究所(株)	ステンレス鋼及びニッケル基合金中の水素同位体の可視化	基礎物性
	(株)化研	水素同位体の形態変換・分離精製及び除染技術に関する研究	応用物性・バックエンド
14 年	原子力安全システム研究所(株)	ステンレス鋼及びニッケル基合金中の水素同位体の可視化	基礎物性
	日揮(株)	ガスクロマトグラフィによるトリチウム分離プロセスの研究	基礎物性
	(株)化研	水素同位体の形態変換・分離精製及び除染技術に関する研究	応用物性・バックエンド
15 年	日揮(株)	ガスクロマトグラフィによるトリチウム分離プロセスの研究	基礎物性

16年	日本ピラー工業(株)	バレルスパッタリング法を用いた新規粉体材料の調製に関する研究	素材循環
	日揮(株)	ガスクロマトグラフィによるトリチウム分離プロセスの研究	基礎物性
	日本ピラー工業(株)	固体高分子型燃料電池用電極触媒の新規調製法に関する研究	素材循環
17年	日本ピラー工業(株)	固体高分子型燃料電池用電極触媒の新規調製法に関する研究	基礎物性
	日揮(株)	ガスクロマトグラフィによるトリチウム分離プロセスの研究	素材循環

## [2] 社会への協力参加の現状

大学における教員の専門的知識、技術および学識経験を直接活かし、社会へ還元する活動には、技術相談や産学官間の交流事業への参画、あるいは国の各省庁、地方公共団体、学校および特殊法人などからの依頼による講演会や研修会での講演活動がある。これらはそれぞれの団体などにおける活動を通して社会への貢献になると同時に、本センターならびに大学の活性化や人的交流にもつながるものであることから、積極的に対応している。

### (1) 技術相談の現状

社会との連携の中で最も日常的な活動として、本センター以外の研究機関および民間などからの技術相談がある。表 IV-2 は本センターが受けた技術相談の概要を示したものである。いずれの相談内容も本センターで開発、あるいは進行中の研究課題と密接に関連されたものである。特に近年では、本センターで開発された乾式粉体表面修飾技術に関する案件が多く、水素機能性という観点以外からも注視されている現状が伺える。

表 IV-2 技術相談の実施状況

実施年月	相談内容
平成 16 年 2 月	水素透過膜材料の特性
平成 16 年 8 月	粉体表面修飾法に関する技術
平成 16 年 8 月	粉体表面修飾法に関する技術
平成 16 年 11 月	光機能性粉体の調製技術
平成 17 年 1 月	粉体表面修飾法に関する技術
平成 17 年 3 月	粉体表面修飾法に関する技術
平成 17 年 10 月	化学反応装置における水素制御
平成 18 年 1 月	燃料電池電極触媒の調製技術
平成 18 年 2 月	燃料電池電極触媒の調製技術

## (2) 連携事業などへの協力参加の現状

学会などへの協力は、教育研究上の成果を社会に積極的に還元するシステムとして重要な役割を担う。表 IV-3 に本センター教員の学会などにおける活動や、学会大会、公開講座などへの参画状況を示した。各種委員としての学会活動の推進や、政府機関の委員としても貢献している。これらの社会貢献は、本センターの社会的な存在価値を高揚しうるものであり、今後とも継続的な協力、貢献が必要であると考え。一方、近年、国立大学の法人化に伴い、産学官間における人的・技術的な交流の重要性がますます大きくなり、連携事業の一層の推進がはかられている。表 IV-4 は本センター教員が参画した交流事業などの概要を示したものである。富山大学においても産学官交流事業として「富山大学リエゾンフェスティバル」、「とやま産学官交流会」などを催す中、本センター職員もこれら交流事業に参画している。このような交流事業は本センターが蓄積した知的資源の社会還元を効果的に推進することが可能であり、大学およびセンターの社会的使命、あるいは広報活動として、活発かつ積極的に行うべきであろう。

地域連携活動として富山大学理学部と連携の下、文部科学省「科学技術・理科大好きプラン」のSPP(サイエンス・パートナーシップ・プログラム)やSSH(スーパー・サイエンス・ハイスクール)の講師などとしても活動している。表 IV-5 に地域連携の教育活動を示した。表に示した以外にも、本センターは富山大学体験入学講座(夢大学)やオープンキャンパスに例年参加している。このように、特に若年層を対象とする教育活動は今後その重要性が増すものと予測される。このような多様な教育活動は、大学教員の日常的な教育・研究活動に更なる負担を課すものであろうが、推進機構を介した協力を惜しむものではない。

表 IV-3 学会などへの協力状況

実施年月	学会名	活動内容
平成 12～13 年度	日本原子力研究所	第6回トリウム国際会議組織委員会 専門委員
平成 12～17 年度	日本原子力研究所	核融合炉研究委員会専門委員
平成 13 年度	経済産業省原子力安全・保安院	「高燃焼度燃料安全試験」評価委員
平成 14 年 8 月	日本原子力学会	材料部会夏季セミナー 講師
平成 15 年度	核融合科学研究所	運営協議員会共同研究委員会委員
平成 15～17 年度	日本原子力研究所	第7回核融合炉工学国際シンポジウム組織委員会専門委員
平成 15 年 8 月	日本化学会近畿支部	日本化学会創立 125 周年記念事業 「ミニ化学展・富山」、「ワクワク、ドキドキふしぎ体験、一ぼくもわたしも化学者！！」
平成 15 年 12 月	11th International Conference on Fusion Reactor Materials	編集委員

平成 16～17 年度	日本原子力学会	日本原子力学会材料部会運営委員 (広報小委員長)
平成 16～19 年度	核融合科学研究所	運営会議共同研究委員会委員
平成 17 年度	経済産業省ナノテクノロジー・材料戦略室	ナノテクノロジー政策研究会 基本政策ワーキンググループ 委員
平成 17～18 年度	日本金属学会	日本金属学会「まてりあ」編集委員
平成 17～18 年度	核融合科学研究所	運営会議共同研究委員会 LHD 計画共同研究委員会委員
平成 17～18 年度	核融合科学研究所	運営会議共同研究委員会双方型共同研究委員会委員
平成 17 年 6 月	プラズマ・核融合学会	第六回エネルギー連合講演会組織委員会、実行委員会、プログラム委員会、財務委員会、現地実行委員会

表 IV-4 産学官交流事業などへの参加状況

実施年月	主催	講演(イベント)内容	開催場所
平成 14 年 3 月	北陸原子力懇談会	第 24 回放射線取扱技術研修会 講師	金沢市
平成 16 年 10 月	ナノプレーティング研究会	第 11 回例会 講師	東京都
平成 16 年 12 月	横浜市工業技術支援センター	産業技術講演会・神奈川表面技術研究会 講師	横浜市
平成 17 年 6 月	内閣府、総務省、文部科学省、経済産業省、日本経済団体連合会、日本学術会議	第 4 回産学官連携推進会議	京都市
平成 17 年 7 月	富山大学地域共同研究センター	第 2 回富山大学リエゾンフェスティバル	富山市
平成 17 年 10 月	技術交流テクノフェア実行委員会(福井商工会議所)	北陸技術交流テクノフェア 2005	福井市
平成 17 年 11 月	とやま産学官交流会実行委員会	第 4 回とやま産学官交流会	富山市

表 IV-5 地域連携活動の状況

実施年月	対象者	活動内容
平成 15 年 1 月	企業技術者	先端技術研修会 講師

実施年月	対象者	活動内容
平成 15 年 8 月	富山県高等学校理科教員、及び 富山県総合教育センター所員	サイエンス・パートナーシップ・プ ログラム 講師
平成 15 年 8 月	富山県立富山東高等学校	サイエンス・パートナーシップ・プ ログラム教育連携講座 講師
平成 16 年 7 月	富山県立富山高等学校	スーパー・サイエンス・ハイスクー ル 講師
平成 16 年 7 月	富山県立富山高等学校	スーパー・サイエンス・ハイスクー ル 講師
平成 17 年 7 月	富山県立富山高等学校	スーパー・サイエンス・ハイスクー ル 講師
平成 17 年 9 月	富山県立富山東高等学校	サイエンス・パートナーシップ・プ ログラム教育連携講座 講師
平成 17 年 7 月	小杉町立中太閤山小学校 (富山県小杉町、現 射水市)	3 年親子活動 講師 (燃料電池の実験、メッキ加工の 実験)

### [ 3 ] 施設への見学者

本センターは高濃度トリチウムを取扱い可能な、国内でも有数の同位元素取扱い施設であることから、施設見学者が多い。表 IV-6 には本センター管理区域の見学者の推移を示した。国内の研究機関はもとより、海外研究機関からの見学者も少なくない。

また、表 IV-6 には含まれない非管理区域の見学も随時行っている。例えば、富山大学体験入学講座やオープンキャンパスなどの催しの際には、主として中高生を対象として、水素吸蔵合金や燃料電池模型の実演や参加者への非管理区域の見学ツアー等を実施し、水素エネルギーや科学への興味関心を引き出す指導助言を行っている。

表 IV-6 センター見学者数の推移

年度	国内大学等 研究機関	海外大学等 研究機関	官公庁及び 関連機関	民間企業・ その他	計
平成 11	18	1	9	5	33
平成 12	9	0	2	1	12
平成 13	15	8	3	0	26
平成 14	4	2	12	0	18
平成 15	15	3	2	0	20
平成 16	18	0	3	6	27
平成 17	6	5	1	3	15

## V. 管理運営体制・財政

### [1] 管理運営体制

- (1) 組織
- (2) 運営委員会及び専門委員会の活動状況
- (3) 放射性同位元素使用施設の安全管理体制
- (4) 管理体制の現状

### [2] 管理運営費・研究費の現状

- (1) 外部資金の獲得の状況
- (2) 管理運営費の状況
- (3) 研究費の状況

## V. 管理運営体制・財政

### [1] 管理運営体制

#### (1) 組織

本センターは、水素同位体機能研究センターを発展的に解消し、平成11年度に設置された。センターの組織を図V-1に示す。

センター長のもとに各学部等から選任された委員で構成される運営委員会及び運営委員会の要請に応じて設置される専門委員会がある。また、本センターは放射性物質であるトリチウムの取扱い施設であるため、通常の組織と異なり、放射性物質の使用に際しての安全管理をする目的で、「放射性同位元素等による放射線障害防止に関する法律」(以下「障害防止法」と略す)に基づき放射線取扱主任者が組織中に位置づけられている。以下にこれらの各組織の運営状況と果たす役割について述べる。

運営委員会は学部における教授会に相当する委員会である。審議内容は

1. 管理運営の基本方針に関すること
2. センター長及び教員の人事に関すること
3. その他センターに関すること

である。通常行われる運営委員会での審議事項は各年度の予算・決算及び各種予算要求をはじめとし、施設の共同利用申請、将来計画などが主たる審議事項である。

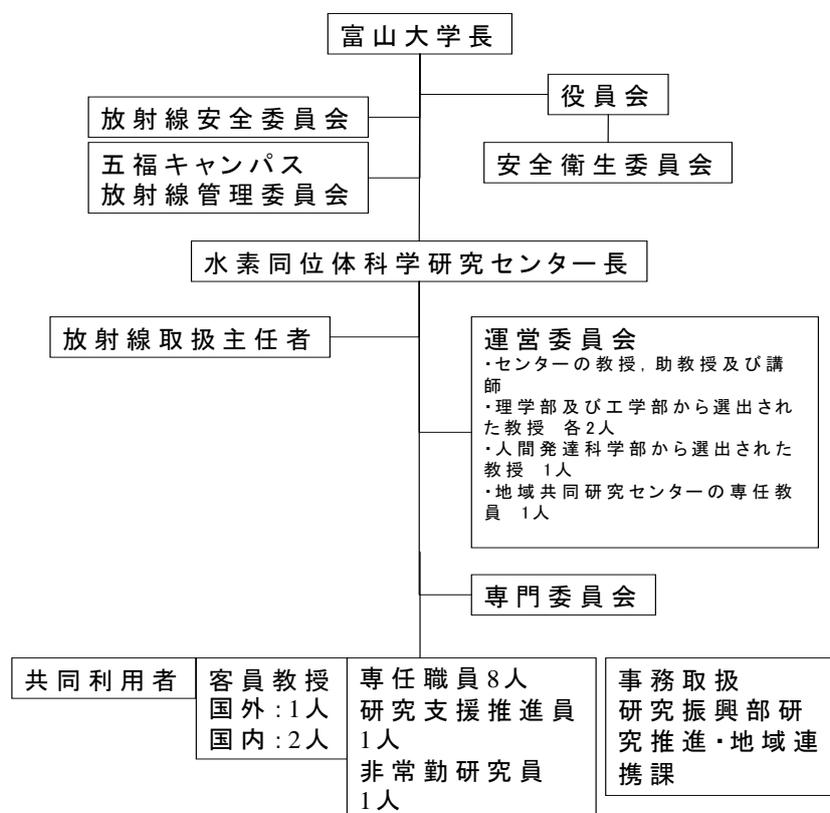


図 V-1 組織図

委員会の委員はセンターの教員と各学部から選任された教員が務めている。委員の内訳は

- ・ センターの教授、助教授及び講師
- ・ 理学部及び工学部から選出された教授 各2人
- ・ 人間発達科学部から選出された教授 1人
- ・ 地域共同研究センターの専任教員 1人

である。各学部から委員が選任されているのは、全学部の理工系教員の意見がセンターの運営に反映されるようにするためである。なお、各委員の任期は2年である。

専門委員会は運営に関わる専門的事項を担当するため、必要に応じて運営委員会の議を経て設置される。専門委員会は、本センターの職員以外にも各学部等に委嘱した数名の委員より構成される。この際の委嘱は放射性同位元素使用施設(以下「同位元素使用施設」とする)である本センターの特殊性を考慮し、共同利用者である教員を中心として行われている。毎年度開かれる専門委員会の主な議題は、共同利用申請された研究課題の審議、センターで発行している研究報告に投稿された原稿の編集である。なお、専門委員会での審議内容を実りあるものとするために、必要に応じてセンター内にワーキンググループを設け、審議事項に必要な資料の収集・作成及び予備的な検討が行われている。

本センターは同位元素使用施設であることから、第1種放射線取扱主任者免状を持つ者から学長により任命された者が、放射線取扱主任者(以下「主任者」とする)として選任され、文部科学省に届け出されている。現在、届け出されている本センターの主任者は4名である。これは、施設の利用時間中に主任者が常時センターに滞在する体制を作るためである。主任者の職務は放射線障害を防止することにある。このため、放射線障害防止のための対策が必要ならセンター長に直接意見できる立場にある。また、センター長はその意見を尊重しなければならない。

センターの庶務は研究振興部研究推進・地域連携課において処理されている。

## (2) 運営委員会及び専門委員会の活動状況

表V-1に過去7年間の運営委員会、専門委員会の開催状況を示す。教員等の人事のあった年は運営委員会の開催回数が増えている。年に2回は予算計画と決算を審議するために開かれている。一方、専門委員会は年々その回数が増加しており、専門性の高い問題が年を追う毎に増加していることがわかる。

表 V-1 運営委員会及び専門委員会の開催回数

	平成 11 年	平成 12 年	平成 13 年	平成 14 年	平成 15 年	平成 16 年	平成 17 年
運営委員会	8	7	5	2	2	15	7
専門委員会	2	2	2	3	4	5	2

## (3) 放射性同位元素使用施設の安全管理体制

本センターは同位元素使用施設であるため、障害防止法を遵守し運営をしている。また、

平成16年度に国立大学法人となり、労働安全衛生法及び電離放射線障害防止規則の適用を受けることとなり、これら法律も併せて遵守している。

本学には、放射性同位元素を使用して教育・研究の推進を図り、併せて放射線障害を防止するために、各学部等から選出された教員、放射線取扱主任者及び共同利用施設長らによって構成される全学的な安全管理機構である放射線安全委員会がある。この委員会では

1. 放射線障害の防止に係る基本方針に関する事項
2. 異常時及び事故時等に対する措置に関する事項
3. 放射線障害の防止に係る学長への勧告に関する事項
4. 放射線障害の防止に係る健康管理に関する重要事項
5. その他放射線障害の防止、保安及び安全確保等の措置に関する重要事項

が審議される。即ち、放射性同位元素の使用などについては全学的な審議の下でなされており、大学全体の放射性同位元素の安全取り扱い方針に沿って本センターの研究活動が行われている。さらに、五福キャンパス放射線管理委員会によりキャンパスの実情にあわせた放射性同位元素及び放射線の安全取扱いに対する種々の議論がされている。また、労働災害の防止と安全衛生の向上を審議する安全衛生委員会の方針に従い、研究環境の整備に努めている。現在、第1種衛生管理者の取得を職員に奨励しており、本センターの職員の1名がこの資格を取得している。

これらを踏まえ、図V-1に示した本センターの運営組織で法令を遵守し、研究活動を効果的に進めるようそれぞれの職務を果たしている。本センターの同位元素使用施設の安全管理では、4名の選任された主任者の合議のもと安全管理の方針を立てている。なお、5名の職員が施設の主任者となり得る第1種放射線取扱主任者免状を取得している。現在、選任された主任者のメンバーにはセンター長と実務を行う技官も含まれており、管理者と実務担当者の意見が直接交換される。さらに、他の2名の主任者も含まれることにより多様な意見も取り入れられる組織である。また、国立大学の独立行政法人化に伴い労働安全衛生法が適用されたことにより、同位元素使用施設の作業環境測定業務も義務づけられた。このため作業環境測定業務に必要な資格の取得を進め、3名の職員が第1種作業環境測定士(放射性物質)の登録を受けている。

一方、本センターの同位元素使用施設に立ち入る利用者の放射線障害防止及び放射性同位元素の安全管理を目的に、センターの施設、設備及び放射性同位元素の使用を希望する学内の教員・学生並びに学外の研究機関に所属する利用者(以下「従事者」とする)は、センター長に予め使用申込書を提出して許可を受ける必要がある。その他、上記目的を全うするために、従事者に対して放射性同位元素の保管・使用・廃棄、教育訓練及び健康診断等の多くの遵守事項が「水素同位体科学研究センター放射線障害予防規定」及び「水素同位体科学研究センター放射線障害予防内規」に定められている。

#### (4) 管理体制の現状

従事者の放射線障害を防止するため、日常業務としてセンターでは

1. 放射性同位元素の受入、保管、使用、廃棄にいたる管理
2. 被ばく線量の算定と管理
3. 施設運転中の排気、排水中の放射能濃度の測定
4. 施設の保守と点検

を行っている。これら業務を行う専任の職員は技術職員1名のみである。このため、これら業務を効率的に行うため、被ばく線量の算定と管理の自動化等を基盤設備充実費等を獲得することにより行ってきた。しかし、従事者の他の教育・研究機関を利用した研究活動が広がってきており、センター内の自動化のみでは大幅な効率化が望めない状況である。また、国立大学法人となり労働安全衛生法が適用されたことにより、作業場所の安全衛生に関わる改善策の検討、作業環境測定等の業務が増加し、日々の管理業務は国立大学法人化前と比べ増大している。さらに、設置後25年以上経過した安全設備は老朽化しており、表V-2に示すように保守・点検・修繕の業務件数は平成11年度では11件であったものが平成17年度には18件と1.7倍になっている。保守・点検・修繕を行う業者との作業前打ち合わせ、作業立ち会い、作業確認等の業務が増加している。このように種々の業務は効率化以上のペースで増大している。

また、平成11年度に「特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律」が施行され、管理すべき薬品の種類の増加のみならず化学物質の事業所外への排出、移動量の把握が求められている。このため、薬品管理の方法が大きく替わり、現在の保有量を把握する従来の管理方法から、使用後の処理の形態を含めた管理方法に移行した。このため、薬品管理業務の負担も増加している。

安全管理の業務は、老朽化に伴う保守・点検・修繕の増加のみならず管理をおこなうべきものも増大している。このため専任の技術職員一人への仕事量が急激に増加し負担が過大となっている。組織の拡充と整備が急務である。

## [2] 管理運営費・研究費の現状

センターへの予算配分項目は、校費、職員旅費、超過勤務手当であり、これらから共通経費、節約相当額が控除され配分される。

校費の過去7年間の配分額を表V-3に示す。平成11年度から13年度まで特殊装置維持費が年間で約1350万円措置されていたが、14年度以降は措置されていない。一方、14年度以降は1200万円程度の教育研究設備維持運営費が措置されている。全校費配分額は約4000万円程度で推移している。

平成11年度から平成17年度までの追加配分額等をまとめて表V-4に示す。平成11年度は約2240万円であるが、次年度では257万円と最も多かった年と少なかった年では約10倍の開きがある。このように年度毎に変動が大きいのは、大型の施設設備の更新の有無による。

校費と追加配分額をあわせた総予算を表V-5に示す。校費配分額は年度で一定しているが、追加配分額は年度により大きく異なっている。これら予算の決算状況についてはこの後に述べる。

表 V-2 保守・点検・修繕の件数

年度	件数	内容
平成 11 年度	11	<ul style="list-style-type: none"> <li>・保守点検：①空調設備、②排水設備、③トリチウムモニター設備、④トリチウム除去設備、⑤可燃性ガス検知器、⑥自家発電設備、⑦100Ci トリチウム取扱システム</li> <li>・排水設備の排水モニター更新</li> <li>・空調設備の空調自動制御器補修</li> <li>・トリチウム除去設備の圧力計交換</li> <li>・トリチウム除去設備の MS 塔制御器補修</li> </ul>
平成 12 年度	10	<ul style="list-style-type: none"> <li>・保守点検：①空調設備、②排水設備、③トリチウムモニター設備、④トリチウム除去設備、⑤可燃性ガス検知器、⑥自家発電設備、⑦100Ci トリチウム取扱システム</li> <li>・空調設備のバタフライ弁交換</li> <li>・空調設備のチラー修理</li> <li>・排水設備の排水管腐食防止措置</li> </ul>
平成 13 年度	12	<ul style="list-style-type: none"> <li>・保守点検：①空調設備、②排水設備、③トリチウムモニター設備、④トリチウム除去設備、⑤可燃性ガス検知器、⑥自家発電設備、⑦100Ci トリチウム取扱システム</li> <li>・管理区域内流しの排水金具取替工事</li> <li>・空調設備の制御機器修繕</li> <li>・空調設備のコンプレッサー修理</li> <li>・排水設備のドレン弁交換</li> <li>・排水設備の排水モニター修理</li> </ul>
平成 14 年度	15	<ul style="list-style-type: none"> <li>・保守点検：①空調設備、②排水設備、③トリチウムモニター設備、④トリチウム除去設備、⑤可燃性ガス検知器、⑥自家発電設備、⑦100Ci トリチウム取扱システム、⑧ガスヒートポンプ</li> <li>・排水設備修繕</li> <li>・液体シンチレーションカウンターの冷却ユニット交換</li> <li>・トリチウム除去設備のグローブボックス用モニター修理</li> <li>・トリチウム除去設備の予熱器ヒータ</li> <li>・トリチウム除去設備のプロア交換</li> <li>・トリチウム除去設備のフレキシブル配管交換</li> <li>・トリチウムモニター設備のモニターポンプ交換</li> </ul>
平成 15 年度	14	<ul style="list-style-type: none"> <li>・保守点検：①空調設備、②排水設備、③トリチウムモニター設備、④トリチウム除去設備、⑤可燃性ガス検知器、⑥自家発電設備、⑦100Ci トリチウム取扱システム、⑧ガスヒートポンプ</li> <li>・空調設備の自動制御器改修</li> <li>・100Ci トリチウム取扱システムのレコーダー修理</li> <li>・トリチウム除去設備の配管の一部更新と圧縮機整備等</li> <li>・排水設備のゲート弁交換</li> <li>・トリチウムモニター設備のハードディスク交換</li> <li>・トリチウムモニター設備のアラーム発信回路追加</li> </ul>
平成 16 年度	17	<ul style="list-style-type: none"> <li>・保守点検：①空調設備、②排水設備、③トリチウムモニター設備、④トリチウム除去設備、⑤可燃性ガス検知器、⑥自家発電設備、⑦100Ci トリチウム取扱システム、⑧ガスヒートポンプ</li> <li>・空調設備のチラー用ファン交換</li> <li>・空調設備のチラー電圧低下による電気設備改修</li> <li>・排水設備の制御盤修理</li> <li>・排水設備の処理配管交換</li> <li>・排水設備の加圧シスターン交換</li> <li>・100Ci トリチウム取扱システムの監視システム更新</li> <li>・トリチウム除去設備の配管改修</li> <li>・管理区域内の廃棄物処理</li> <li>・トリチウムモニター設備のポンプ交換</li> </ul>
平成 17 年度	18	<ul style="list-style-type: none"> <li>・保守点検：①空調設備、②排水設備、③トリチウムモニター設備、④トリチウム除去設備、⑤可燃性ガス検知器、⑥自家発電設備、⑦100Ci トリチウム取扱システム、⑧ガスヒートポンプ</li> <li>・空調設備の排風機軸およびベアリング交換</li> <li>・空調設備の排風機モーター交換</li> <li>・空調設備のチラー修理</li> <li>・空調設備の排風機ベアリング交換</li> <li>・排水設備のバルブ交換</li> <li>・排水設備のビットポンプ交換</li> <li>・トリチウムモニター設備の警報回路修理</li> <li>・トリチウムモニター設備の警報回路追加</li> <li>・100Ci トリチウム取扱システムのイオンポンプコントローラ交換</li> <li>・トリチウム除去設備の電磁弁、フロースイッチ交換</li> </ul>

表 V-3 当初予算校費配分額

単位：千円

年度	平成 11 年	平成 12 年	平成 13 年	平成 14 年	平成 15 年	平成 16 年	平成 17 年
普通庁費	187	187	187	187	187	187	189
初度調弁費	57	0	0	0	0	0	0
燃料費	207	230	284	248	293	376	376
教員当積算校費	12,618	12,618	13,777	13,777	13,777	12,619	12,543
教育研究特別経費	391	0	0	0	0	0	218
TA・RA 経費	0	0	323	317	274	278	278
高度化推進特別経費	0	324	0	0	0	0	0
業務委託及び保守等経費	1,750	1,928	2,092	2,611	2,477	3,605	3,576
外国人教師等経費	0	0	184	0	88	509	509
アイントープ施設等経費	0	0	527	0	0	0	0
研究基盤支援推進経費	0	0	0	0	0	176	176
附属施設経費	9,673	9,673	9,548	11,540	11,503	12,432	12,432
教育研究設備維持運営費	0	0	0	13,319	12,108	11,487	11,153
特殊装置維持費	14,336	13,261	13,433	0	0	0	0
污水廃液処理施設運営費	2,183	2,183	2,177	2,167	2,158	2,158	2,158
職員旅費	0	0	0	0	0	677	673
共通経費差引額	△2,308	△2,230	△2,511	△2,469	△2,430	△3,905	△4,336
差引合計費	39,094	38,174	40,021	41,697	40,435	40,599	39,945

表 V-4 追加配分額等

単位：千円

年度	平成 11 年	平成 12 年	平成 13 年	平成 14 年	平成 15 年	平成 16 年	平成 17 年
X 線回折装置使用料	44	66	99	48	0	4	26
研究科博士課程前期後期課程分	1,156	1,663	1,824	2,201	1,940	1,108	2,048
外国人研究員経費	138	138	322	506	396	0	0
夢大学経費	47	0	0	0	0	0	0
設備費	6,000	0	0	0	0	0	0
原子力安全管理設備費	15,000	0	0	0	0	0	0
研究協力推進経費	0	39	0	0	0	0	0
研究支援推進経費補助	0	665	0	0	0	0	0
研究協力・インセンティブ経費	0	0	41	0	0	0	0
教育特別設備費	0	0	17,200	0	0	0	0
基盤設備充実費	0	0	0	14,200	0	0	0
学長裁量経費	10	0	0	3,500	0	3,500	4,400
安全管理経費	0	0	0	0	2,955	0	0
共通経費	0	0	0	0	33	0	0
全学管理経費	0	0	0	0	36	0	0
学部長等支援経費	0	0	0	0	0	640	0
年度計画に係る必要経費	0	0	0	0	0	1,230	0
燃料費調整分	0	0	0	0	0	255	107
合計	22,395	2,571	19,486	20,455	5,360	6,737	6,581

表 V-5 総予算

単位：千円

年度	平成 11 年	平成 12 年	平成 13 年	平成 14 年	平成 15 年	平成 16 年	平成 17 年
当初予算校費配分額	39,094	38,174	40,021	41,697	40,435	40,599	39,945
追加配分額	22,395	2,571	19,486	20,455	5,360	6,737	6,581
合計	61,489	40,745	59,507	62,152	45,795	47,336	46,526

## (1) 外部資金の獲得の状況

本センターで獲得してきた外部からの研究費及び補助金を表V-6に示す。科学研究費補助金は年度によりその金額に大きな変動があり、平成11年度では120万円であるが、平成16年度には2760万円を獲得している。採択一件あたりの金額に大小はあるが、毎年度獲得している。

奨学寄付金、受託研究費は獲得していない年度もあるが、特に平成16年度にはイギリス

原子力公社の受託研究を得て、約850万円の海外からの研究費を獲得している。なお、この受託研究は現在も継続している。

一方、民間等との共同研究は毎年度行われ、研究費を得ている。

以上のように、積極的に外部資金の調達に努めている。特に、受託研究及び共同研究は国内のみにとどまらず国外とも行い、研究費を獲得している。

表 V-6 科学研究費補助金等

単位：千円

年度	平成 11 年	平成 12 年	平成 13 年	平成 14 年	平成 15 年	平成 16 年	平成 17 年
科学研究費補助金	1,200	6,000	12,300	15,090	26,550	27,600	9,710
奨学寄付金	1,000	500	0	0	0	5,000	0
受託研究費	1,000	0	0	0	0	9,091	2,526
民間等との共同研究費	500	1,420	1,840	1,840	420	3,260	1,260
合計	3,700	7,920	14,140	16,930	26,970	44,951	13,496

## (2) 管理運営費の状況

管理運営費と指定使用できる校費は4000万円程度で推移している。詳細な本センターの運営決算書を表V-7に示す。管理運営費の現状の概略を理解するために①研究費として使用した備品費及び消耗品費等、②施設の維持管理に使用した保守等経費、役務費等、③その他の3つのカテゴリに分ける。そのグループ分けを表V-7に示す。グループ①に対応する研究費は赤色、グループ②に対応する維持管理費は青色、グループ③に対応するその他を緑色で示す。図V-2に決算をグループ分けした縦棒グラフを示す。

図V-2の青色で示した維持管理費は平成15年度以降に急激に増加している。これは役務費(費目番号9)が平成15年度以降、急激に増加し、平成17年度には約1000万円に達した為である。これは年間予算の25%に対応する。主な役務は施設の老朽化に伴う補修工事であり、今後更なる増大が見込まれる。また、維持管理費に含めた放射線施設の設備の保守点検費用である保守等経費(費目番号3)は平成11年度は357万円であるが平成17年度は431万円である。効率的な保守点検を図るべく、点検業者との連絡を密にし点検を進めているが、施設の老朽化に伴う不具合箇所が増加と物価上昇に伴い、費用はこの7年で20%増加した。これらの維持管理費は平成17年度で約2050万円であり、予算の半分が維持管理費に費やされたことを示している。

次に、追加配分額等について説明する。表V-5に示すように平成11、13、及び14年度に大きな予算措置がされている。その内容は、表V-4に示すように平成11年度は設備費と原子力安全管理設備費、平成13年度は教育特別設備費、平成14年度は基盤設備充実費である。これら予算で措置されたいずれの設備も基本的に放射線施設の安全管理に必要な施設・設備の更新がされたものである。詳細は以下の通りである。

平成11年度に措置された設備費と原子力安全管理設備費を用いて、空気中で不安定な化学物質を扱うグローブボックス等の設置と放射線施設から排水される水中の放射能濃度

表 V-7 水素同位体科学研究センター運営決算書

単位：円

年度	平成 11 年	平成 12 年	平成 13 年	平成 14 年	平成 15 年	平成 16 年	平成 17 年
校費							
1.備品費	5,472,551	3,318,824	5,473,586	5,359,461	2,183,670	1,653,330	888,055
2.消耗品費	2,254,317	2,723,478	2,086,884	3,783,399	2,403,662	3,601,829	4,437,864
3.保守等経費	3,570,173	3,644,846	3,935,302	4,016,341	3,843,161	4,307,181	4,309,855
4.印刷費	1,027,200	299,250	1,082,025	1,277,850	185,325	806,400	1,487,200
5.燃料費	543,158	708,476	547,381	711,920	614,558	715,000	1,038,247
6.光熱水費	4,350,660	5,294,447	5,838,389	4,907,699	5,467,199	5,533,426	5,877,152
7.人件費	2,726,423	3,366,286	3,954,213	4,047,989	2,523,840	1,914,837	275,600
8.図書費	1,681,247	1,799,345	1,267,003	1,997,752	2,145,624	1,743,406	1,527,437
9.役務費	2,941,128	4,655,808	4,916,876	2,287,973	9,565,034	9,011,129	9,993,184
10.工事費	1,744,260	0	0	0	0	0	0
11.通信費	455,661	371,337	305,051	380,260	257,638	250,846	334,807
12.健康診断費	88,000	91,200	110,800	108,820	110,440	215,240	217,440
13.予算振替	653,000	649,000	720,000	859,000	891,000	771,280	923,760
14.客員研究費	658,536	683,116	1,156,241	1,399,728	1,400,000	1,364,458	1,298,672
15.廃液施設経費	2,375,059	2,307,833	2,003,998	2,187,946	1,385,622	1,600,200	1,545,720
16.特殊装置維持	8,604,575	8,257,156	7,314,730	8,031,063	6,163,227	6,408,824	4,688,170
17.職員旅費	0	0	0	0	0	663,510	971,360
X 線回折装置使用料	44,000	66,000	99,000	44,940	0	4,000	26,000
研究科博士課程前期後期課程分	1,156,000	1,663,000	1,824,000	2,191,781	1,940,000	1,108,000	2,048,000
外国人研究員経費	142,768	141,058	320,678	551,436	396,000	0	0
夢大学経費	46,656	0	0	0	0	0	0
設備費	5,940,221	0	0	0	0	0	0
原子力安全管理設備費	15,003,407	0	0	0	0	0	0
研究協力推進経費	0	39,540	0	0	0	0	0
研究支援推進経費補助	0	665,000	0	0	0	0	0
研究協力・インセンティブ経費	0	0	39,593	0	0	0	0
教育特別設備費	0	0	16,511,250	0	0	0	0
基盤設備充実費	0	0	0	14,206,642	0	0	0
学長裁量経費	10,000	0	0	3,800,000	0	3,538,104	4,530,477
安全管理経費	0	0	0	0	4,250,000	0	0
共通経費	0	0	0	0	33,000	0	0
全学管理経費	0	0	0	0	36,000	0	0
学部長等支援経費	0	0	0	0	0	640,000	0
年度計画に係る必要経費	0	0	0	0	0	1,230,000	0
燃料費調整分	0	0	0	0	0	255,000	107,000
合計	61,489,000	40,745,000	59,507,000	62,152,000	45,795,000	47,336,000	46,526,000

を測定する「排水モニター(1090万円)」が更新された。

平成13年度に措置された教育特別設備費によりトリチウムの管理に必要不可欠な「液体シンチレーションカウンター(1590万円)」が更新された。この装置は極低濃度のトリチウムを測定することが可能であり、環境科学に関する研究にも使用されている。

平成14年度に措置された基盤整備充実費により放射線作業従事者の管理区域内への出入りを管理する「入退管理システム(970万円)」と「サーベイメーター(237万円)」が更新と設置された。この装置は従事者の管理区域内への出入りを記録・管理するのみならず、従

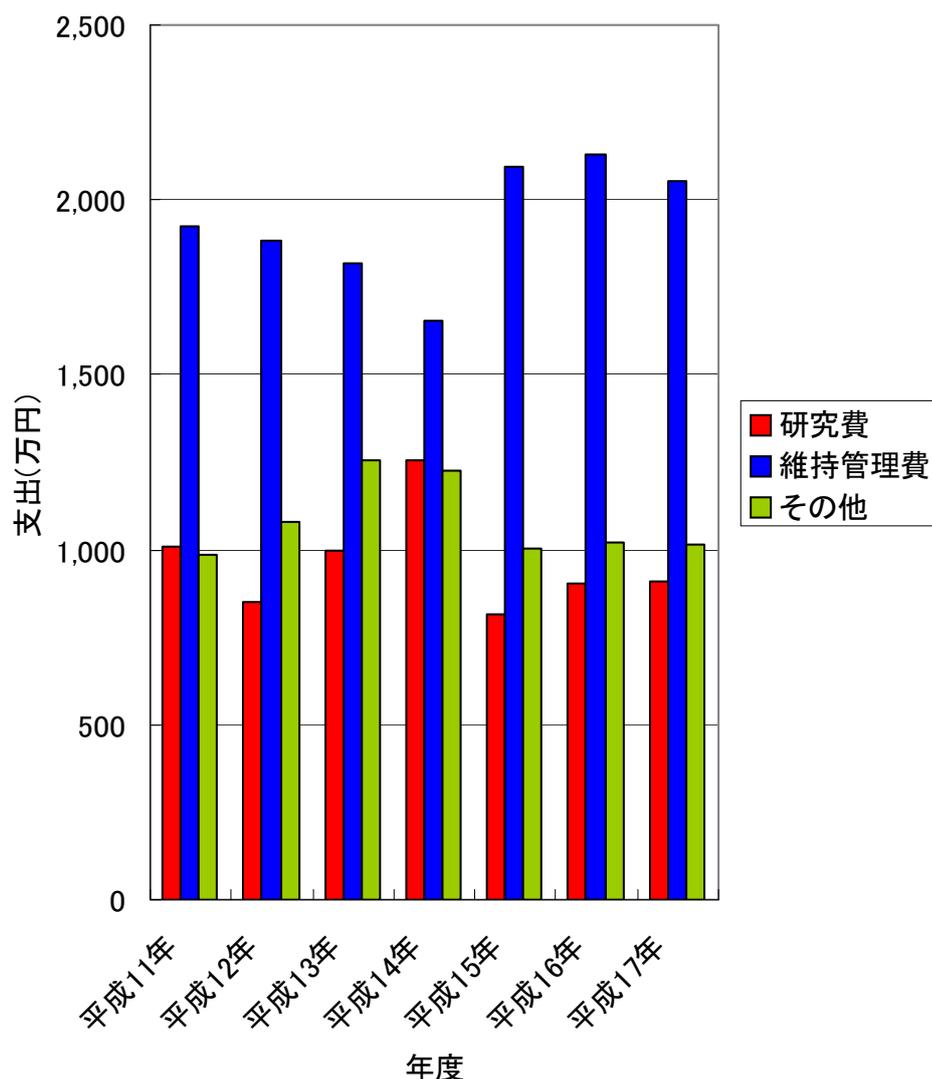


図 V-2 校費の支出費目

事者の被ばく線量算定も行い、管理業務の効率化に貢献している。

ここでは、安全にトリチウムを取り扱うために現在使用している安全設備の保守・修繕状況を決算から評価する。トリチウムの安全取扱いに必要な設備は

1. 管理区域内を換気するための「空調設備」
2. 管理区域内のトリチウム濃度を測定する「トリチウムモニター設備」
3. 排水を安全に貯留し放流する「排水設備」
4. トリチウム漏洩等の非常時に稼働する「トリチウム除去設備」
5. 可燃性ガスの漏洩を検知する「可燃性ガス検知器」
6. 停電時に安全設備に電力を供給する「自家発電設備」

である。これらはトリチウム科学センターが昭和55年度に設置されてから主要機器の更新が行われておらず、25年間以上使用され続けている。このため、現在では各部が老朽化し、当初の性能が発揮できなくなりつつあるのみならず、性能維持のための補修部品も生産中止

になっている。老朽化に伴う役務費と保守点検等経費が年々増加し、図V-2に示すように維持管理費が増大している。この中でも保守等経費(費目番号3)及び役務費(費目番号9)の決算額に占める割合が大きくなっている。このため、前年度の保守点検の結果を評価し、不具合箇所等を事前に洗い出した後、保守点検あるいは修繕を行う業者と密に連絡を取り、効率的な経費の支出を心がけているが、しかし、設備の信頼性と性能の維持のためには、これ以上の役務費、保守点検等経費の削減は事実上困難な状況にある。今後、施設の老朽化の進展に伴い益々これら経費の増加が見込まれる。即ち、校費は施設維持に費やされていくことが予想される。

現状の放射線施設の施設・設備の使用では更なる施設の老朽化に伴い、役務費と保守点検等経費の増加は避けがたい。研究に対しより効率的な予算執行を行うためには、これら大型の施設設備の更新が必要不可欠である。

### (3) 研究費の状況

前述したように外部からの研究費の獲得に努めているが、校費からの支出される研究費は挑戦的な課題に取り組むための費用として最重要である。この点から研究費の状況の評価する。前にも述べたが校費の予算額は4000万円程度で推移している。実際の予算の執行状況を示す決算書を表V-7に示す。また、年度毎の校費により支出された研究費を図V-2に示す。

研究費に使用された校費は年度により変動があるが、減少傾向が認められる。なお、平成17年度は912万円であった。特に、備品費(費目番号1)の減少は大きく、表V-7に示すように平成17年度には89万円と100万円を下回る金額となっている。

当初予算と実際に支出された研究費について検討する。表V-3に示すように教員当積算校費は1300万円程度で推移している。教育研究特別経費は平成11年、17年の2回配分されている。表V-4に示す研究科博士課程前期後期課程分に示すように110万円から220万円の間で推移している。これは、所属する学生数に依存するためである。しかしながら、当初予算の研究費は変動するが最低でも1400万円程度が当初予算に計上されている。一方、支出された研究費は900万円程度であり、当初予算の65%程度の支出になっている。これは、図V-2からも明らかなように、施設維持費が決算の半分を占めることによる。このため、校費による新規の挑戦的研究課題の遂行が困難になると考えられる。

このような状況を少しでも改善するように、外部資金の挑戦と獲得に努めるだけでなく、学内の競争的資金の獲得にも努めている。その結果、表V-7に示すように近年では400万円程度の学長裁量経費を獲得している。

## VI. 施設・設備

### [1] 施設の現状

- (1) 管理区域
- (2) 非管理区域

### [2] 設備の現状

- (1) 安全管理設備
  - (i) 設備の概要
  - (ii) 保守・点検状況
- (2) 研究用設備

## VI. 施設・設備

### [1] 施設の現状

水素同位体科学研究センター施設の平面図を図 VI-1 に示す。建物は 4 階建ての部分(非管理区域)及び 2 階建ての部分(管理区域)よりなっており、昭和 41 年に旧和漢薬研究所設置の際に建築され(一部は昭和 48 年に増築)、現在まで 40 年が経過している。加えて、昭和 55 年に排水処理施設(管理区域)が建設されている。以下に管理区域及び非管理区域施設についてそれぞれ述べる。

#### (1) 管理区域

トリチウムは放射性同位元素であるため、RI 使用許可を受けた施設内での使用が前提となる。本センターでの RI の使用許可を受けた区域、いわゆる管理区域、では、非密封線源としてトリチウム(1 日最大使用数量 7.992 TBq)の他に  $^{14}\text{C}$ (3.7 MBq)、また密封線源として  $^{57}\text{Co}$ (370 MBq)の使用許可を得ている。その許可使用数量はトリチウムが圧倒的に多く、したがって本センターの施設・設備も主としてトリチウムの利用を想定したものになっている。管理区域施設はトリチウム科学センター設置時(昭和 55 年)に大規模改修を行い整備された。以降大規模な改修は行われていない。一方、昨今の研究の進展に伴い、管理区域内でのトリチウム使用は多様化・増加し、それに伴い管理区域内でのトリチウムの許可使用数量を増加してきた。最近では平成 14 年度に 1 日最大使用数量 7.4 TBq(高レベル実験室)、貯蔵能力 185 TBq への変更許可を受けており、国内大学では最大級のトリチウム量を使用した各種実験が行える施設となっている。そのため、学内のみならず学外との共同研究も増加しており、結果として実験装置の設置場所が不足する傾向にある。今後、大量のトリチウムを安全に利用できる施設として、多様な共同研究を進展させていくためには、施設の増改築により実験空間の拡充を図る必要がある。

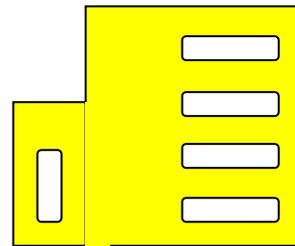
排水処理施設に関しても、屋根の劣化による雨漏りにより、設備の配電盤が故障する事象が発生している。現在は屋根の一部修繕及び配電盤の修理・点検により、施設の健全性は保たれているが、建物自体は建築後 26 年が経過しているため、何らかの機会を見つけて防水・塗装等の改修を行うことが望ましい。

#### (2) 非管理区域

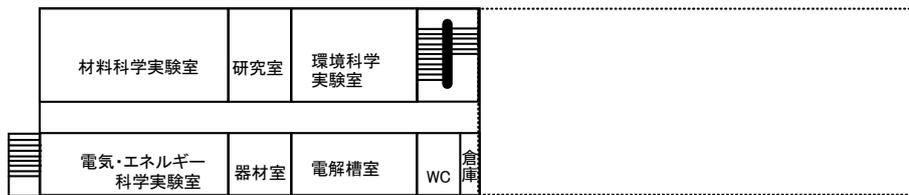
センター教員の増加及び学内共同研究の進展に伴い、研究室及び実験室が手狭になってきたことから、平成 11 年度に 3 階、平成 12 年に 4 階の改修工事を行い、実験室 4 部屋、研究室 5 部屋が整備された。これにより、現状では研究室及び実験室ともに適当な空間が確保されている。

建物自身は、建築より 40 年を経過していることも有り、老朽化による雨漏りや化粧板の割れなどが目立つ。また、耐震基準にしても 40 年前の基準で設計・建築されたままである。電気・水道・ガスなどの基盤施設に関しては、特に電気配線の劣化が目立つ。また、水道配管内の腐食等により発生した異物が冷却水配管を閉塞させることもあった。今後の継続的な研

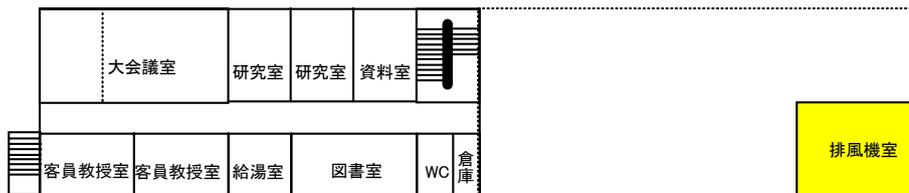
究実施のため、早急に施設及び基盤施設全体の補強・改修工事を実施する必要がある。



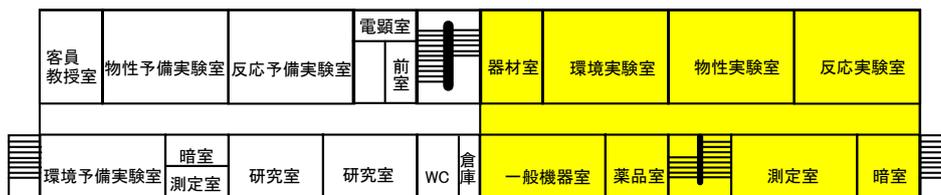
排水処理施設（1階）



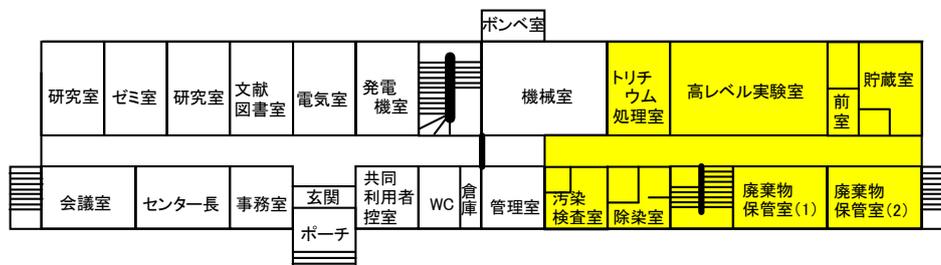
4階平面図



3階平面図



2階平面図



1階平面図

注) 図中の ■ 部分は管理区域

図 VI-1 水素同位体科学研究センター平面図

## [2] 設備の現状

### (1) 安全管理設備

理工学研究には多種多様な危険が内包されており、その安全管理設備は研究設備と同様の重要性を持つ。トリチウムを含む放射性同位元素の取扱には、「放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律」の遵守による安全管理が義務付けられる。加えて、研究を遂行するにあたり水素同位体等の各種ガス類、薬品類が使用され、その安全管理も重要である。更に、平成 16 年 4 月より適用となった「労働安全衛生法」での労働者の安全性確保といった要件も重要になっている。以下に管理区域、非管理区域に設置されている各種安全管理設備の現状及び保守・点検状況を述べる。

#### (i) 設備の概要

管理区域には、作業を行う教職員や学生の放射線障害を防止すると共に、公共の安全を確保するための特殊な安全管理設備が設置されている。以下に安全管理設備一覧を示す。

- ・トリチウムモニタ設備
- ・空気調和設備：送風設備、排風設備及び冷暖房設備
- ・排水処理設備：貯留槽、希釈槽および排水モニター
- ・自家発電設備
- ・トリチウム除去設備  
：グローブボックス用トリチウム除去設備及び実験室系トリチウム除去設備
- ・入退管理システム
- ・可燃性ガス等検出器
- ・貯蔵庫

上記設備の中で、入退管理システム及び可燃性ガス等検出器は、それぞれ平成 16 年度、平成 14 年度に一部更新が行われた。特に入退管理システムは、利用者の入退室情報とトリチウムモニタ及び各種放射線測定機器の測定結果を組み合わせ、利用者の細かな被曝線量管理を可能とする、本センター独自の設備である。

非管理区域では、可燃性ガス検知器が 2 階(平成 15 年度)、4 階(平成 12 年度)の各実験室に設置された。また、一部実験室には、一酸化炭素検出器が設置され、利用者の安全確保に利用されている。また、労働安全衛生法適用に備え、平成 15 年度に第一種及び第二種有機溶媒等を取扱可能なドラフトチャンバー、有害特定化学物質等の使用時に必要となる洗眼・洗身設備、非常時に用いる各種防災用具が設置された。

#### (ii) 保守・点検状況

上記設備のうち、貯蔵庫を除く管理区域の安全管理設備及び非管理区域の可燃性ガス等検知器は、毎年設備の利用を一定期間停止して、保守・点検を製造業者に委託して行っている。年度ごとの保守点検費及び補修・改修費を図 VI-2 に示した。これより、保守・点検費用が年々増加していることに加え、点検内容に基づいて行う各設備の補修・改修にも多

額の支出をしている事が判る。特に、最近3年間では補修・改修費が点検費と同程度までになっている。更には、平成11年度には排水モニター、平成15年度にはトリチウム除去装置の故障により、緊急に500-1000万円の更新・修理費用を捻出しているが、今後、このような突然の故障に対して多額の修復費用が確保できる保証はなく、一部設備の故障により施設全体の利用を停止せざるを得ない事態も想定される。また、設備の中でも、排水処理設備、空気調和設備、トリチウム除去設備、及び自家発電設備は設置後26年を経過し、毎年点検により何らかの補修・改修が必要な箇所が発生するが、その修理・交換部品が入手困難となりつつある。今後、小規模な補修・修理だけでは設備を健全に維持していくことが益々難しくなると考えられることから、早急な安全管理設備の更新或いは大規模な改修を図る必要がある。

## (2) 研究用設備

平成11年度に本センターが設置されて以来、各種研究用設備の更新或いは新設により、近年の利用者の多様な要求に対応してきた。参考に現在センターに設置されている主要装置の一覧を表VI-1に示す。

本センターの主要装置である100Ciトリチウム取扱システムは、毎年1回の保守点検により、システムの健全性を保っている。一方、周辺の計測機器は老朽化が進んでおり、平成16年度にデータ監視システムの更新を行った。システムの継続的な運転のためには、今後の計画的な計測機器の更新が望まれる。

測定装置としては、平成13年度に低バックグラウンド液体シンチレーションカウンターが更新された。本装置は、微量のトリチウムを高精度で測定可能であり、研究のみではなく、施設管理にも有益である。以前の装置と比べて精度が向上しており、更にコンピューターによるデータ管理が行えることから、現在、研究と施設管理の両方に重要な装置となっている。その他には微小熱量が検出可能なマルチナノカロリメーター、高精度質量分析が可能である四重極質量分析計、各種材料の水素透過性能を測定する水素同位体超透過実験システム、電池用電極材料に利用される水素吸蔵合金の電気化学特性を評価する電気化学測定装置等が設置された。その他、紫外可視分光光度計、放射能測定装置等が設置された。

試料調製装置としては、粉体微粒子の表面を各種金属、合金、酸化物等で均一修飾が行える実験用小型バレルスパッタリング装置、微粒子表面修飾にCVD法を応用したバレルプラズマCVD装置が設置された。また、ガス雰囲気制御の中で材料の焼成が行える多孔質材料電極作製装置が設置された。

以上のように、これまで多数の実験装置を導入してきたが、センター内で実施される実験の多様化・高度化に伴い、各種の高精度分析装置の必要性が高まってきている。特に、材料表面の微小領域の分析・評価装置が要望されているが、本センターに設置されているSEM、XPS、SIMSなどの表面分析装置は、いずれも設置後25年以上が経過し、老朽化により利用者の要求する性能に満たない場合がある。大型の高性能分析装置は現在の研究の推進のみならず、学内更には学外との共同研究を推進する原動力ともなりうると思えることから、新設或いは更新を検討していくことが望まれる。

また、富山大学では設備整備の考え方として、「国立大学法人富山大学における学術研究用設備整備に関するマスタープラン」が策定されており、その中に水素同位体科学研究センター等に設置されているインフラストラクチャ設備及び学術研究用基盤設備の計画的整備が謳われている。トリチウム科学センター時代に設置された装置は設置後 20 年程度経過しており、現在では設備補修時に保守交換部品等が入手困難となっている。しかし、トリチウム使用が可能な新規装置の設置或いは既存装置の更新を考えた場合、RI 管理の必要性より詳細な検討及び計画に基づいた設置・改修が必要である。今後研究を進展させていくためにも、マスタープランに基づいた新規設備の設置及び老朽化した既存装置の更新を計画的に行うことが望まれる。

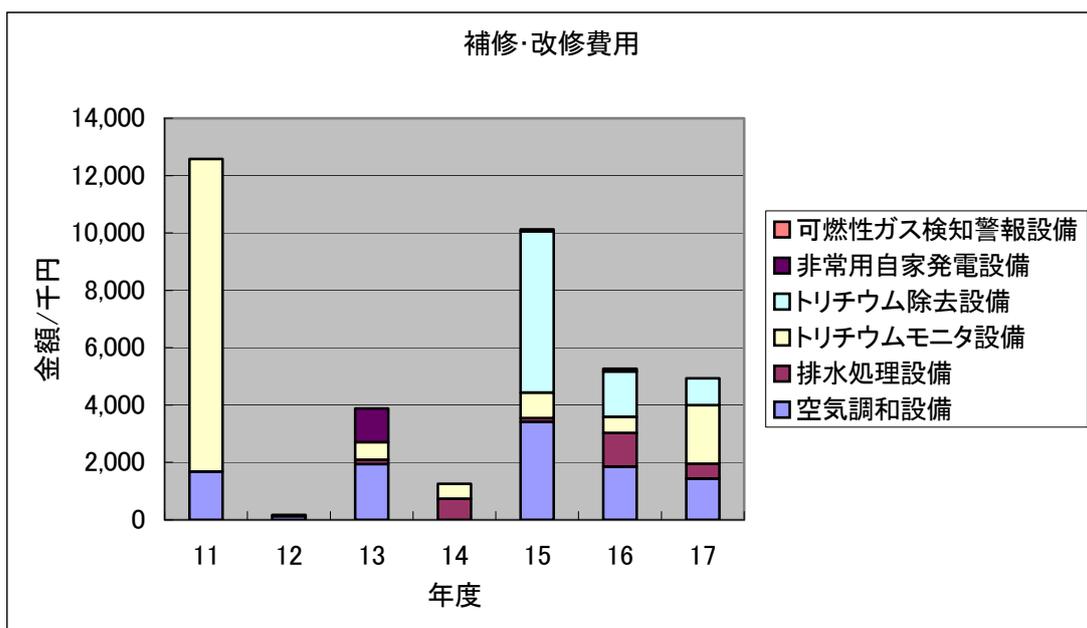
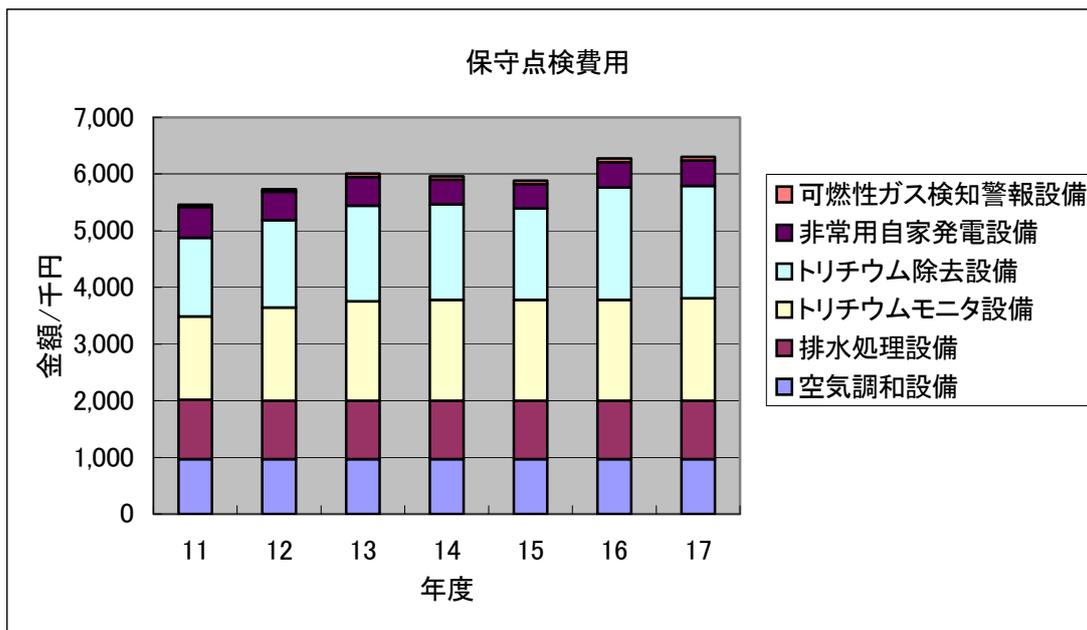


図 VI-2 年度ごとの保守点検費用及び補修・改修費用

表 VI-1 主要研究設備一覧

品名	製造社名・規格	主たる性能・利用分野	取得年月日
表面分析装置 (X線光電子分光装置、2次イオン分析装置、質量分析器)	日本真空 15ホ255 イクストラニュークリア社製	材料の表面組成/状態及び元素分析, XPS:Mg-K $\alpha$ , 400W SIMS:各種イオンプローブ使用可能(0.5~5keV, ~25 $\mu$ A/cm <sup>2</sup> ) 試料温度:室温~1000°C	S56.4.1
電子顕微鏡	堀場製作所	小型走査電子顕微鏡とエネルギー分散型X線アナライザーを組合わせ一体化 分解能:70, X線分析:Z $\geq$ 11, エネルギー分解能:154eV	S57.1.8
水素同位体吸蔵量測定装置 (電離真空計、隔膜型真空計、質量分析計)	日電アネルバ NI-10D 日本MKS SRG2 日本真空 MSQ-150A	水素吸蔵合金の性能評価(PCT特性評価) 10 <sup>-5</sup> ~1000Torr -196~1000°C(超高真空仕様)	S60.10.21
制動放射線測定装置 (電離真空計、隔膜型真空計)	アロカ RIC-R22-341 若井田理学機器 IVG-1A	トリチウムの非破壊, その場測定 10 <sup>-9</sup> ~5Ci	S62.10.7
示差走査型熱分析装置	理学電機 DSC8230B	熱天秤:~1 $\mu$ g, 室温~1500°C(各種ガス雰囲気下で使用可能), 熱分析:室温~700°C	S62.12.24
水素同位体イオン照射装置 (イオン銃、電離真空計、隔膜型真空計、質量分析計)	アルバック・ファイ 04-191 日本MKS 122AA-01000 日本真空 MSQ-150A	材料への水素同位体イオン照射/脱離挙動の測定 0.5~5keV, イオン最大電流~25 $\mu$ A/cm <sup>2</sup> (超高真空仕様)	S63.9.8
全自動X線回折装置	フィリップス	試料の結晶構造, 化合物の同定, 薄膜試料の測定 測定角度(2 $\theta$ ):~110°, 線源:Cu-k $\alpha$ , 40kV, 30mA	H5.2.26
非消費アーク炉 (ターボ分子ポンプ)	日本特殊機械 NAF-361-63T	合金試料の作成 アーク電流:45V $\times$ 600A, 到達圧力:10 <sup>-6</sup> Torr	H8.3.15

PCT 特性測定装置	鈴木商館	水素吸蔵合金の特性評価, 測定圧力:0.01~10kg/cm <sup>2</sup> 安全機構:ガス漏れ検知機, 感震器	H8.3.19
赤外イメージ炉	真空理工 E410P	赤外線を用いて試料の加熱	H8.3.25
蛍光 X 線分析装置	フィリップス	試料中の元素分析, 固体, 粉体, 液体試料に対応可能 対象元素:水素, ヘリウムを除く全元素	H8.3.28
超高分解能質量分析器	川崎重工業 KMA-200	水素同位体を含む, 混合ガスの組成分析 測定質量範囲:2~200am	H8.3.28
アトムプローブ顕微鏡	川崎重工業 K-HV/SPM	試料表面の観察, STM, AFM 測定可能 試料サイズ:25mm φ × 5mm	H8.3.28
超高真空成膜装置 (ターボ分子ポンプ、エアロック室)	日電アネルバ L-300E-TL	薄膜試料の作成 到達圧力:10 <sup>-10</sup> Torr, 2kW3 連電子銃装備	H8.3.28
広帯域 X, γ 線検出システム	キャンベラ GE3018/0055P	電磁波のエネルギー分析, 高純度 Ge 検出器	H8.3.28
100Ci トリチウム取扱システム	川崎重工業	核融合炉条件の高濃度トリチウム雰囲気下での各種材料試験 貯蔵-供給-回収-分離のトリチウム循環運転可能 試料へのトリチウムプラズマの照射可能	H8.3.28
実験用遊星ボールミル	フリッチュ社 P-5/2	材料の調製, 混合	H9.9.29
電池充放電装置	北斗電工 HJ-101SM6	電池用水素吸蔵合金の充放電特性測定	H10.3.23
水素同位体吸収-脱離速度測定システム	ヤナコ分析工業	水素吸蔵合金からの水素同位体の吸収・脱離速度の測定	H10.12.22
電気化学測定装置	セイコーEG&G AC263-A-1	各種電気化学測定 ポテンシオスタット	H11.10.14

多孔質電極材料作成装置	サーモ理工 GFL-6050TU	真空中及び雰囲気制御下での赤外線加熱炉 雰囲気ガス: Ar, H <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub>	H11.10.27
β線誘起 X線測定装置	米国キャンベラ社	固体内部のトリチウムを非破壊で測定	H13.10.25
低バックグラウンド液体シンチレーションシステム	アロカ LSC-LB5	低濃度の <sup>3</sup> H または <sup>14</sup> C を含む溶液を測定可能 バックグラウンド: ~1 ppm	H14.3.26
水素同位体超透過実験システム	化研 RSP-01	各種材料の水素超透過性能の測定	H14.3.26
液体シンチレーションシステム	米国パッカード社 TRI CARB 2100TR	<sup>3</sup> H または <sup>14</sup> C を含む溶液を測定可能 大量の試料を取り扱える	H14.3.26
実験用小型バレルスパッタ装置	ユーテック VC2093-1D	粉体の表面改質或いは各種材料での修飾が可能	H14.11.29
マルチナノカロリメーター	東京理工 MNC-7211	<sup>3</sup> H 崩壊熱の測定より、トリチウムの絶対量を求める	H15.11.28
紫外可視分光光度計	日本分光 V-560	液体の吸光度測定が可能, 粉体の反射率測定装置付属 波長: 200-900 nm	H16.1.29
四重極質量分析計	米国エクストレル CS 社 MAX-60TH	水素同位体を含む混合ガスの分析	H16.9.22
バレルプラズマ CVD 装置	ユーテック 13-431PF-2 型	CVD 法による粉体の表面修飾が可能	H16.12.17
コインシデンス型トリチウム測定装置	応用光研工業 T-422 型	トリチウムの高精度測定	H17.2.1

富山大学水素同位体科学研究センターの  
現状と将来展望（平成18年度版）

平成18年10月発行

発行 富山大学水素同位体科学研究センター

〒930-8555

富山市五福3190

TEL:076(445)6921 FAX:076(445)6931

編集 水素同位体科学研究センター

自己点検評価委員会