

ユニットテーマ提案書

1. ユニットテーマ

水素基軸エネルギー循環制御工学の創成

2. 提案者（氏名・所属）

平野直樹（NIFS）、興野文人（京大）、岡村哲至（東工大）、谷貝剛（上智大）、川越明史（鹿児島大）

3. テーマと研究内容の概要

核融合技術の最大の応用先である核融合発電について、再生可能エネルギーの電力系統への連系量増大により、その立ち位置が大きく変わる可能性がある。既存の火力発電や将来の核融合発電などの大規模発電は、再生可能エネルギーによる発電と共存共栄を図ることが、今後顕在化してくると考えられる。その方策として、水素を媒介とした持続可能なエネルギー循環とそれを実現する制御工学の融合をイメージしている。水素は液化することで長期に大容量のエネルギーを貯蔵することができる。また、核融合反応による熱を発電だけでなく水素製造に利用すれば、時空を超えたエネルギーの需給制御システムを構築できる可能性がある。加えて、液体水素の冷熱を利用すれば超伝導機器の運用ができることから、直流送電や再生可能エネルギーの発電変動を短周期で補償することが得意な超伝導電力貯蔵システム（SMES）の社会実装も可能となる。

研究課題候補としては、以下が考えられる。

- ・高温や磁場を利用した高効率水素製造に関する研究
- ・静止型磁気冷凍技術による水素ボイルオフガスの高効率再液化
- ・再生可能エネルギーの発電変動を液体水素により吸収する制御手法の研究
- ・液体水素を用いた超伝導コイル間接冷却に関する研究
- ・液体水素冷却大容量高温超伝導コイルに関する研究
- ・液体水素と電力の同時輸送に関する研究
- ・水素液化機の保守高度化に関する研究

4. 位置づけ

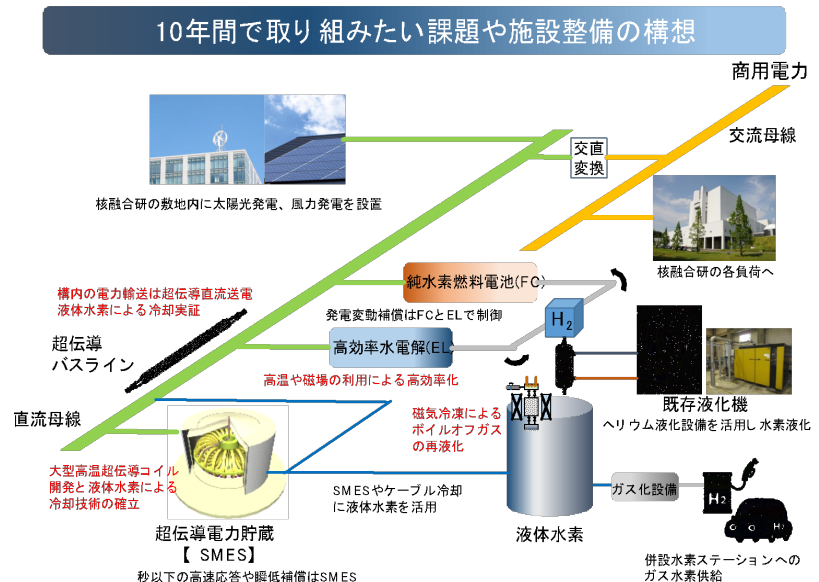
カーボンニュートラルで持続可能社会の実現を目指し、水素をエネルギー源として用いる研究開発が国内外で進められている。核融合技術は、発電だけではなく高温や磁場を利用した水電解により水素を効率よく大量に製造する技術としても利用できる可能性がある。現在、社会を支えているエネルギー源である液化天然ガス（LNG）と同様に、液体水素を大量に製造、貯蔵、利用する技術を確立し、水素の仲介により太陽光や風力発電との共存を図ることで持続可能な社会の実現を目指す基礎から応用研究を網羅したユニットである。水素関連研究としては後発であるが故に、独自色

2 ページ以内で記述し、10.5pt・行間1行を使用してください。青字の注意書きは削除してください。

の強いテーマ（例えば、静止型磁気冷凍システムによる大容量液体水素タンクからのボイルオフガスの高効率再凝縮技術の確立、印刷技術の応用による低交流損失な高温超伝導コイルの製作技術の創成など）にも挑戦する。持続可能性を重視し、再生可能エネルギー由来の電力を一切無駄にしない、水素基盤クローズド・サイクルシステム構築を目指した学術研究拠点として整備することで、先進的な大学共同利用機関のポジションを維持する。

5. 研究の方法

超伝導マグネット研究棟にある既設設備（極低温設備や直流電源、小型冷凍機群、クライオスタットや電流供給部材等、温度や圧力等のデータを収集する計測機器群など）を最大限活用するとともに、新たに液体水素を取り扱うために必要となる熱交換器や貯槽、安全対策設備類を導入する。併せて、カーボンニュートラル達成に貢献する大学等コアリクシオン活動との連携により、敷地内に再生可能エネルギー（太陽光発電、風力発電設備）を導入し、液体水素を核とした発電や蓄エネルギーと、液体水素の冷熱を利用した高温超伝導コイルを用いた電力安定制御に関する実証研究を行う。また、基礎・基盤研究として、Oroshhi-2 などを活用した高温や磁場を利用した高効率水素製造に関わる研究も展開する。



6. 自己評価

1) 未来志向であること

水素関連を研究開発は多方面で実施されているが、液体水素をメインとしてその冷熱まで積極的に取り込んだ実証的研究は見られない。他の研究とも連携して水素による持続可能社会実現を目指す。

2) 目標を具体的に示していること

水素に特化しており、後発研究でもあることから、ターゲットや研究内容、目標を明確に提示することができる。開発研究に近い要素もあるが、課題解決のための基礎研究から取る組むことを想定している。

3) 10年後に学術界に輝くテーマに育つこと

核融合研の有する知見や設備を活かし、水素製造に関して高温や磁場の利用による高効率化に学術的に取り組み、その成果が得られれば、社会を変えるポテンシャルがある。

4) 多様な「個人のテーマ」を包摂できること

超伝導応用研究や、熱利用の研究、制御手法の研究など多様な研究を包含しており、水素に特化しているとは言え、研究課題の範囲は広い。液体水素を利用した超伝導機器の試験等が可能な学術研究環境を整備できれば、大学共同利用機関として多くの研究の受け皿となることで、企業研究では取り組みにくい基礎・基盤研究を行う拠点の一つになり得るとして期待される。