

# 核融合の低炭素サイクルへの貢献と水素エネルギー Contribution of Fusion in the Low Carbon Cycle and Hydrogen Energy System

小西哲之<sup>1</sup>、武田秀太郎<sup>1,2</sup>、長尾昂<sup>1</sup>

Satoshi Konishi<sup>1</sup>, Shutaro Takeda<sup>1,3</sup>, Kiyoshi Seko<sup>1</sup>, Taka Nagao<sup>1</sup>

<sup>1</sup>京都フュージョニアリング株式会社、<sup>2</sup>九州大学

<sup>1</sup>Kyoto Fusioneering Ltd., <sup>2</sup>Kyushu University

## 1. はじめに

核融合炉は発電だけではなく水素製造やプロセスヒートのエネルギー源として使用することもできる。そのこと自体は演者以外にも世界で何例か報告事例があり、原理的に可能であることは明らかであるものの、プラズマ核融合分野の研究者に広く認知されているとはいいがたい。しかし現在のエネルギー問題が、単に二酸化炭素を出さないということだけでなく、人類活動の低炭素化による、気候変動問題の抜本的解決というコンテキストで論じられるようになった現在、核融合がそのために何がなしうるか、どういう技術的特徴と可能性、そして課題を持つかを再考することは大きな意義を持つであろう。本講演では、具体的な核融合エネルギーの水素や低炭素技術への変換の技術を概説するとともに、新しいパラダイムのもとでの核融合開発の現代的意義と目標について論じる。

## 2. 核融合と水素製造

核融合エネルギーは、発電にしろ他のエネルギー変換技術にしろ、ブランケットを介して初めて取り出しと利用が可能となる。しかし核融合は核分裂炉と違い、炉心プラズマ設計とブランケット設計の間の関連は少なく、取り出し熱媒体には自由度がある。ことに、300°C付近しか取り出せない水冷却原子力と異なり、500°C以上、1000°C程度までが見通せることから、核融合エネルギーの水素への展開は技術的には見通しやすいことになる。例えば、高温ガス炉で想定される水の熱化学分解 IS プロセスやバイオマスの吸熱ガス化などが水素製造技術として提案されていて、これらは

通常の熱機関による発電と水電解の組み合わせよりはるかに高いエネルギー変換効率が原理的に可能となる。電解でも、高温による高効率の発電と高温水蒸気電解を組み合わせることで軽水炉よりも高い変換効率が期待できる。水素は貯蔵と輸送に電力よりは制約が少ないことから、グリッド接続と需要への即応が必要な電力よりも核融合のエネルギー利用として自由度は高い。低炭素化への貢献可能性も発電より大きくなると考えられる。

## 3. 技術課題と展望

現実には高温ブランケット概念の研究開発はまだ初期的段階にあるし、そもそも ITER や原型炉の開発計画では水素製造を核融合の目標に組み入れるにはまだ多くの研究開発段階が必要である。一方では、民間を中心とした世界の新たな核融合開発計画がほぼすべて高温液体増殖ブランケットを志向していることは注目に値する。これらの、より早期のエネルギー利用を目指す開発はいずれもエネルギーの低炭素化が源流にあり、今後の核融合開発が非電力の利用法開発とともに進むことが期待される。またエネルギー製品が水素であるということは、トリチウムの混入の抑制が厳しい技術的制約となりうることを意味する。熱利用システム上不可欠な中間熱交換器におけるトリチウム透過の抑制はその典型的な技術課題である。

さらに、水素市場への適合性が、コストとともに、核融合炉の目標設定において、より重要な問題になることが指摘される。

