

Water vapor decomposition using RF plasma and
the effect of carbon deposition on vessel wall

大宅諒、孫昊男、片山一成

OYA Makoto, SUN Haonan, KATAYAMA Kazunari

九大 総理工

Kyushu Univ.

1. 研究背景と目的

核融合炉の燃料循環システムにおいて、未反応のトリチウムは、プラズマ排ガスとして真空容器から排気される。プラズマ排ガスには、トリチウム化水素化合物ガス（炭化水素や水蒸気など）が含まれている。トリチウムの効率的な利用のため、これらのガスを分解し、トリチウムを抽出する必要がある。

本研究グループでは、高周波プラズマを用いて水素化合物ガスを分解する手法を提案している。先行研究[1]において、プラズマを用いてメタンを分解し水素の抽出を実証した。しかし、分解後に炭素が容器内壁に堆積し、水素を吸蔵してしまうことが問題となった。

本研究では、水蒸気のプロズマ分解実験を実施するとともに、容器内壁に堆積した炭素が水蒸気の分解効率に与える影響を調べた。

2. 実験方法

実験では、水蒸気を高周波プラズマに流入させ、プラズマ通過前後のガス組成を分析し、水蒸気と分解生成物の変化を解析した。

水蒸気の発生には、水素ガスと酸化銅の酸化還元反応 ($\text{H}_2 + \text{CuO} \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{Cu}$) を用いた。これにより水蒸気の流量制御が可能となった。

円筒状のステンレス製真空容器内で棒状電極に高周波電圧を印加し、プラズマを発生させた。高周波出力を30~150Wに変化して、水蒸気分解実験を行った。プラズマパラメータは、電子温度11~14 eV、電子密度 $4 \sim 5 \times 10^{16} \text{ m}^{-3}$ である。

プラズマ通過後のガスの組成を、真空容器端に設置した四重極質量分析器を用いて測定した。

また、水蒸気分解実験に先立って、メタンのプラズマ分解実験を実施して、分解生成物の炭素を容器内壁に堆積させた。

3. 結果

図1に、炭素堆積の有無による水蒸気分解率の変化を示す。

炭素堆積がない場合、分解率は30%程度であり、高周波出力を増加しても分解率は大きくは変化しなかった。これは、分解反応と共に、その逆反応である再結合反応がプラズマ内で生じているためと考えられる。

一方、ステンレス容器内壁に炭素が堆積すると、水蒸気分解率は上昇し、高周波出力を増加することによって、最大で70%を超えた。このとき、分解生成物である酸素が大きく減少し、容器内壁に堆積した炭素との結合で生成したと考えられる一酸化炭素が顕著に観測された。これによって、酸素と水素原子の結合が阻害され、再結合反応が抑制された結果、分解率が上昇したと考えられる。

参考文献

[1] K. Katayama et al., Fusion Eng. Des. 85 (2010) 1381.

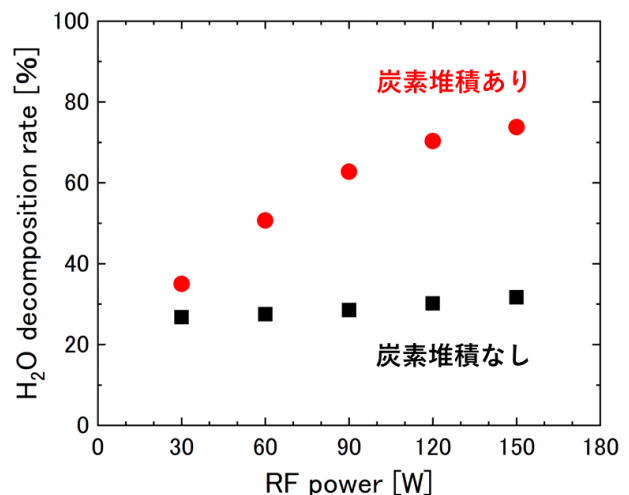


図1 炭素堆積の有無による水蒸気分解率の変化