

## 低電子温度再結合水素プラズマによる二酸化炭素の分解 II

### Decomposition of carbon dioxide by recombining hydrogen plasma with a low electron temperature (II)

北大工 ○山崎 方弘, 西山 修輔, 佐々木 浩一

Hokkaido Univ. ○M. Yamazaki, S. Nishiyama, and K. Sasaki

E-mail: myamazaki@athena.qe.eng.hokudai.ac.jp

#### [はじめに]

振動励起状態を経た二酸化炭素の分解プロセスが注目されている。振動励起断面積は電子エネルギー0.2eVの辺りで極大値を持つが、典型的な電離進行プラズマの電子温度は4eVであり、振動励起状態を経た分解だけでなく電子衝突解離も生じる。本実験では電子温度が0.5eV未満の再結合水素プラズマを用いて振動励起状態を経た二酸化炭素分解の効率を明確にすることを目的とする。

#### [実験方法]

本実験で使用したヘリコン波放電装置は軸方向の一様磁場を持ち、13.56MHzの高周波入力をヘリカルアンテナに印加すると、直径16mmのプラズマ柱が生成される。上流部には常に電離進行プラズマが生成されるが、水素圧力および高周波入力を調節することで、下流部に再結合プラズマを生成できる。直径16mmの穴をあけた隔壁により両プラズマを空間的に分離した。二酸化炭素は下流部の再結合プラズマに導入したが、上流部の電離進行プラズマへの逆流は隔壁及び排気系により防いだ。質量分析計を下流側真空容器に設置し、二酸化炭素の分圧測定および分解による生成物の同定を行った。電子密度と電子温度は、発光分光測定で得られた再結合プラズマの占有密度分布を、サハ・ボルツマン分布とフィッティングすることで求めた。Heを分圧比率13%で添加し、準安定状態 $2^3S$ から $2^3P$ へのレーザー吸収スペクトルを測定した。ガス温度はドップラー幅から計算した。

#### [結果および考察]

水素分圧60mTorr、二酸化炭素分圧1mTorrまたは0.3mTorr、高周波入力2.5kW以上のとき、再結合プラズマを観測した。電子温度

は0.1eVから0.5eVであり、電子密度は $10^{12}\text{cm}^{-3}$ のオーダーであった。図1は、 $\text{CO}_2 + e \rightarrow \text{products}$ であらわされる総括反応の速度係数を実験結果に基づいて評価し、それを電子温度の関数としてプロットした結果を示す。電子温度が低い場合電子衝突解離は振動励起状態を経た分解に比べて無視できる。反応速度係数は振動励起断面積が極大値となる電子温度0.2eV付近でピークを持ち、振動励起状態を経た分解効率が電子温度に強く影響されることが分かる。ガス温度は全ての条件で約1200Kであったため、ガス温度の変化に起因した反応速度係数の変化は無視できると考えられる。また、質量スペクトルから分解による生成物は主に一酸化炭素であり、少量のエタンも生成されることを示唆するデータが得られた。

[1] K. Sibagaki and K. Sasaki, J.Phys. D: Appl. Phys. 41, 196204 (2008)

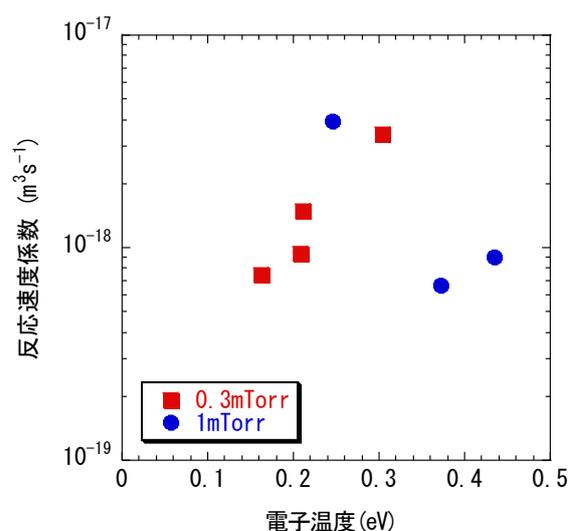


図1 二酸化炭素分解反応の反応速度係数の電子温度依存性