

# 低電子温度再結合 He プラズマにおける振動励起状態を経た CO<sub>2</sub> の分解

## Decomposition of CO<sub>2</sub> via vibrational excited states in a recombining He plasma

with a low electron temperature

北大工<sup>1</sup>, 〇山崎 方弘<sup>1</sup>, 佐々木 浩一<sup>1</sup>

Hokkaido Univ.<sup>1</sup>, Masahiro Yamazaki<sup>1</sup>, Koichi Sasaki<sup>1</sup>

E-mail: [myamazaki@athena.qe.eng.hokudai.ac.jp](mailto:myamazaki@athena.qe.eng.hokudai.ac.jp)

[はじめに] 近年、プラズマを用いた CO<sub>2</sub> のリフォーミングにおいて、エネルギー効率の改善のため、CO<sub>2</sub> の振動励起状態を経た分解が提案されている。しかし、CO<sub>2</sub> の電子衝突解離を避けながら振動励起状態のみを選択的に生成するには低電子温度(<1eV)プラズマが必要であり、振動励起状態の分解への寄与を実験的に調べることは容易ではない。我々は、前回までに電子温度が 0.15 eV 程度の再結合水素プラズマを用いた CO<sub>2</sub> の分解について報告したが、今回は化学的に不活性な再結合 He プラズマを用いた CO<sub>2</sub> の分解について報告する。

[実験方法] 実験にはヘリコン波放電装置 [1] を使用した。プラズマは、直線磁場 (550 G) によって半径方向に閉じ込められながらヘリカルアンテナから下流側へ流れ、円筒状となる。He 分圧 180 mTorr、高周波電力 3 kW の放電条件では、ヘリカルアンテナ直下で電子温度数 eV の電離進行プラズマが生成され、アンテナから 10 cm 程度の位置(位置 A)で低電子温度の再結合プラズマへと遷移し、アンテナから 25 cm (位置 B)より下流では再結合プラズマのみが存在する。位置 A および位置 B において発光分光測定を行い、He の <sup>3</sup>D 準位の占有密度分布を求めた。また、CO<sub>2</sub> を再結合プラズマのみと相互作用させるため、位置 A と位置 B の間に隔壁を設置した。隔壁の下流側に CO<sub>2</sub> を導入し、その分圧を 5 mTorr (最大) とした。隔壁の下流部のガスをサンプリングし、四重極質量分析器を用いて CO<sub>2</sub> および反応生成物の量を調べた。

[実験結果および考察] 質量分析器の信号から、CO<sub>2</sub> は隔壁より上流へは逆流しておらず、電離進行プラズマによる CO<sub>2</sub> の分解は生じな

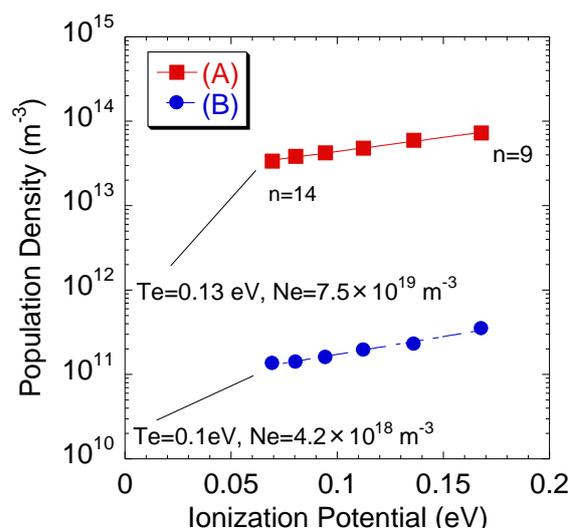


図1 位置 A および位置 B における <sup>3</sup>D 準位( $n>9$ )の占有密度分布とサハ・ボルツマン式によるフィッティング

いことを確認した。発光分光測定の結果から、<sup>3</sup>D 準位の占有密度分布は図 1 のように  $n>9$  でサハ・ボルツマン分布に従い ( $n$  は主量子数)、図に書き入れたように電子温度と電子密度が求められた。位置 A より下流では低電子温度の再結合プラズマが生成されており、電子温度 0.1 eV では CO<sub>2</sub> の振動励起のみが生じる。CO<sub>2</sub> 分圧を変化させた実験を行ったが、いずれの場合も分解率は 96% であり、質量分析器の信号から CO および O<sub>2</sub> の生成が認められた。ガス温度を 1500 K と仮定したとき、電子衝突による振動励起状態の生成を経た分解の総括的速度係数は、電子温度 0.1 eV において  $1.4 \times 10^{-18} \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  と計算された。

[1] K. Shibagaki and K. Sasaki, J. Phys. D: Appl. Phys. 41, 195204 (2008).