

氷の真空紫外光による水素の生成

(京都大院工¹・地球環境学堂²) 川中 昇¹、神田 大地¹、薮下 彰啓²、川崎 昌博^{1,2}

【序】

水の氷は微粒子として地球大気高層や宇宙にも存在しており、その光分解反応は大気環境化学や宇宙化学との密接な関係がある。氷は 160 nm 以上の波長の光は吸収しないとされてきたが、我々は 193 nm の波長を用いて、氷最表面での光分解過程ダイナミクスを報告した。¹⁾ 今回は、氷バルク中で光吸収がおこる 157 nm を照射したときの H 原子生成ダイナミクスを研究した。

【実験】

実験は 5×10^{-8} Torr に保たれた超高真空チャンバー内で行った。チャンバー内に備えられた多結晶金基板を液体窒素で 100K に冷却し、その基板の上に水を蒸着させ、エキシマーレーザーの 157 nm 分解光を氷に照射した。真空中に飛び出してくる H 原子を色素レーザーを用いてイオン化し検出した。飛行時間スペクトルから、H 原子の並進エネルギーを算出した。

【結果と考察】

図 1 に 157 nm 分解光を用いたアモルファス氷の光分解において得た H 原子の TOF スペクトルを示す。このスペクトルはマクスウェル-ボルツマン分布を用いて解析すると A、B、C の 3 成分からなる。

速い成分 A は氷の最表面から真空側へ飛び出してきた H 原子であり、並進温度が基板の温度と一致している成分 B は、氷の表面から飛び出した H 原子がアモルファス氷表面上で衝突緩和した H 原子である。

また、遅い成分 C はバルク中で生成した H 原子がアモルファス氷の細孔など通り、真空側へ抜け出てくる H 原子である。

アモルファス氷光分解において得られた TOF スペクトルを、193 nm の分解光を用いた TOF スペクトルと比較すると、193 nm の光分解を用いた場合は、成分 A、B のみであることが特徴である。

これらをまとめて Fig.2 に H 原子の脱離の様子を示す。

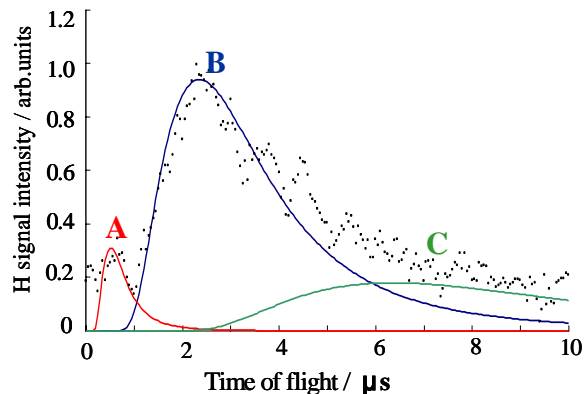


Fig.1 TOF spectra of H atoms from photodissociation of amorphous H₂O ice at 157 nm.

図3にアモルファス H₂O 氷上に、D₂O を 250 ML 被覆させた時の H 原子スペクトルを示す。図4にアモルファス氷上に、D₂O を 50ML ずつ被覆させた時の成分 B と成分 C の面積比を示す。D₂O を被覆すると、H 原子強度は減少し、特にスペクトルの遅い成分 C の寄与が減った。

これらの結果より、氷のバルク中にまで光吸収のある 157 nm の分解光を用いて氷の光分解を行った場合には、氷表面から飛び出す H 原子(成分 A、B)のみではなく、氷のバルク中で生成した H 原子がアモルファス D₂O 氷細孔などをとおって真空側へ抜け出てくる事を支持しており²⁾ これは、宇宙における H₂ の生成機構として、また、UV 照射した氷内部では H 原子同士が再結合することで H₂ 分子が生成するとした報告³⁾についても、この解釈を我々の実験は支持している。

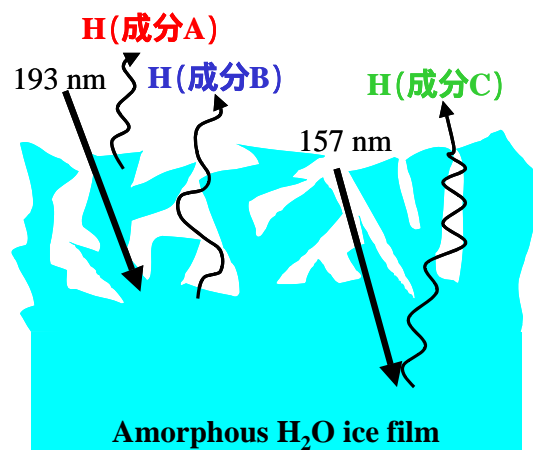


Fig.2 Components A , B and C from an amorphous H₂O ice film.

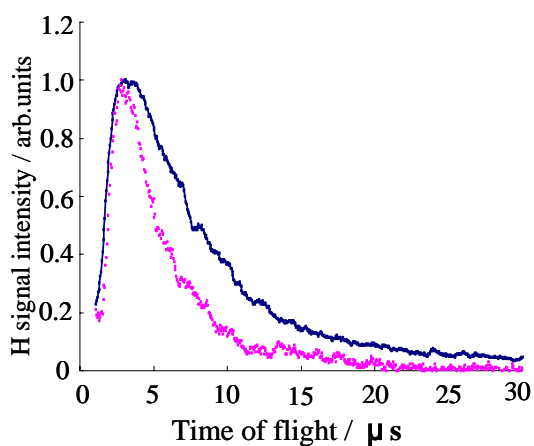


Fig.3. TOF spectra of H atoms from the photodissociation of amorphous H₂O ice at 157 nm without the overlayer of D₂O (dotted curve) and with the overlayer of D₂O (250 ML)(solid curve).

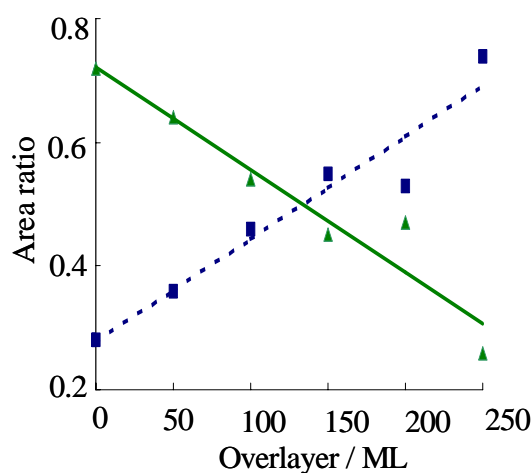


Fig.4 Intensity ratios of component B(dotted line) with component C (solid line) during depositing D₂O on the amorphous H₂O ice film.

【参考文献】

- 1) Yabushita. et al., *J. Chem. Phys.*, **120**, 5463 (2004)
- 2) Stefan. et al., *Chem. Phys. Lett.*, **408**, 415 (2005)
- 3) Watanabe. et al., *Astrophys. J.*, **543**, 772 (2000)