



「水素－表面反応の基礎」

平成 17～21 年度 特別推進研究（課題番号：17002011）  
 「水素－表面反応基礎過程；スピン効果、反応ダイナミクス、及び星間水素分子の起源」

所属（当時）・氏名：九州工業大学・大学院工学研究院・  
 教授・並木 章  
 （現所属：九州工業大学・名誉教授）

1. 研究期間中の研究成果

・背景 気相水素原子 (H) と表面の反応は基礎的にも応用的にも重要である。H の表面 Si への吸着にスピンの効果があるのか、H による表面 H の引き抜きにより生ずる H<sub>2</sub> の脱離機構はいかなるものか、H<sub>2</sub> の解離吸着と熱脱離の間に時間反転は成り立つのか 等は表面科学の基礎である。その応用として、星の起源となる星間 H<sub>2</sub> が宇宙塵表面での H 引き抜き反応によるという説を実験室レベルで検証でき、又、太陽電池材料のプラズマ CVD 技術の改善につながる。

・ 研究内容及び成果の概要

六重極電磁石により up スピン偏極 H ビームを発生し、それを磁化された Si 表面に照射したとき吸着 H をレーザ倍波発生法 (SHG) で検出する大型実験システムを完成させた。図 1 には Si(111)表面に偏極及び無偏極 H ビームを照射したときの SHG 強度の時間変化を示す。磁場 1.5T、温度 130K では表面磁化が不十分で、スピン効果が顕著に認められない。さらなる高磁場化と低温化が必要である。

図 2 には D/Si(100)表面に H を照射したとき引き抜き反応で脱離する HD の運動エネルギー分布と成分分解を示す。直接引き抜き (ABS) で脱離する分子は高エネルギーで、吸着誘起引き抜き (AID) での分子は低エネルギーの運動エネルギーを持つ事がわかり、引き抜き反応ダイナミクスの機構理解に大事なデータを提供する。

2. 研究期間終了後の効果・効用

・ 研究期間終了後の取組及び現状

Si(100)表面に吸着した水素原子の昇温熱脱離スペクトルを解析して、水素熱脱離メカニズムを理論的に解明した。その結果、解離吸着反応と脱離反応は異なる反応経路を経ることが明らかとなった。20 年もの長い間議論されてきたバリアパズルが完全に解けた。

・波及効果

極端紫外光フォトリソなどの最先端技術に H-表面反応の利用が検討されるようになった。

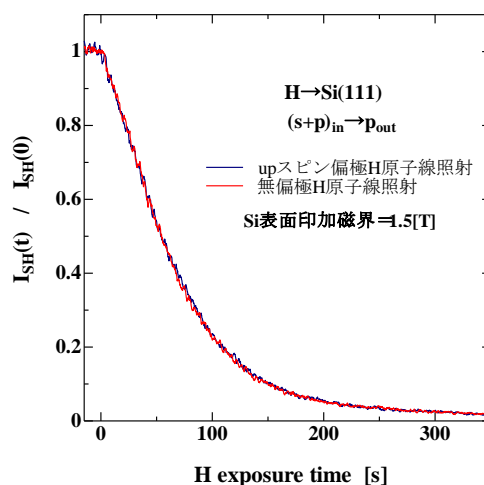


図 1 H 吸着のスピン効果実験結果

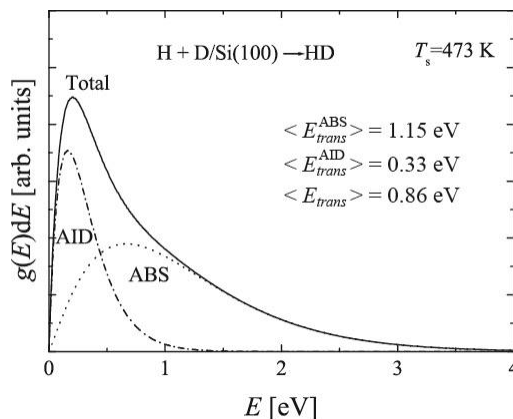


図 2 引き抜き HD のエネルギー分布