

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	酸素分子及び水素分子の超低エネルギー電子衝突の研究
Title(English)	
著者(和文)	奥村拓馬
Author(English)	Takuma Okumura
出典(和文)	学位:博士(理学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第11028号, 授与年月日:2019年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:北島 昌史,河内 宣之,大島 康裕,木口 学,沖本 洋一
Citation(English)	Degree:Doctor (Science), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11028号, Conferred date:2019/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

(博士課程)

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第		号	学位申請者氏名		奥村 拓馬	
論文審査 審査員		氏 名	職 名		氏 名	職 名	
	主査	北島 昌史	准教授	審査員	沖本 洋一	准教授	
	審査員	河内 宣之	教授				
		大島 康裕	教授				
		木口 学	教授				

論文審査の要旨（2000 字程度）

本論文は、「酸素分子及び水素分子の超低エネルギー電子衝突の研究」と題し、6 章から構成されている。

第 1 章「序論」では、電子-原子・分子衝突過程の基礎的な重要性および応用上の重要性をまとめた上で、電子-原子・分子衝突過程の理解において衝突断面積が重要であることを指摘し、本研究の目的を述べている。はじめに、電子-原子・分子衝突過程の基礎となる理論を概説した上で、低エネルギー電子-分子衝突における分子の振動・回転運動の重要性をまとめている。特に、寿命の長い共鳴散乱や極めてエネルギーの低い電子衝突においては、電子と分子の衝突時間が長くなることによって、衝突のさなかの原子核の振動・回転による動的な効果が期待されることを述べている。そして、超低エネルギー電子衝突における酸素分子の共鳴散乱、および水素分子の同位体効果の探索により、この動的な効果を実験的に明らかにすることを本研究の目的とすることが述べられている。

第 2 章「低エネルギー電子-分子衝突に関する理論」では、散乱理論について詳説し、本研究で重要となる理論モデルをいくつかとりあげ、衝突のさなかの原子核の振動・回転による動的な効果との関連を踏まえて、まとめている。

第 3 章「実験」では、本研究で用いた、しきい光電子を用いた高分解能超低エネルギー電子ビーム生成手法、およびこれを用いた高分解能電子衝突実験装置についてまとめている。特に、従来よりも高精度の断面積絶対値を得るための新たに開発した手法について述べられている。

第 4 章「酸素分子の超低エネルギー電子衝突全断面積」では、過去に本研究グループが測定した全断面積上に観測された、形状共鳴による一連のピーク群を compound limit の描像に基づく新たな手法で解析することにより、これまで議論となっていた共鳴幅を決定することに成功したことを述べている。特に、本研究による新解析法が従来の解析法よりも正確である理由を述べるとともに、酸素分子の形状共鳴では compound limit が成立することを明らかにし、このことから、酸素分子の形状共鳴では衝突のさなかの原子核の運動の効果を compound limit により記述できることを明らかにしている。

第 5 章「水素分子の超低エネルギー電子衝突全断面積」では、 H_2 , HD, D_2 について、衝突エネルギー 20 eV から 10 meV を下回るエネルギーにおける電子衝突全断面積の測定にはじめて成功したことを述べ、今回初めて測定した超低エネルギー領域において、 H_2 , HD, D_2 の全断面積には同位体効果が存在することを明らかにしている。さらに、従来成立すると考えられていた散乱理論モデルが破れることが、本研究により明らかになったことを述べている。 H_2 , HD, D_2 の全断面積には同位体効果が現れたことは、超低エネルギー電子-水素分子衝突において、衝突のさなかの原子核の振動・回転による動的な効果が現れたことを意味し、後者の理論モデルの破綻は、超低エネルギーにおいて衝突のさなかに原子核が動くことで、衝突電子が感じるポテンシャルが時々刻々と変化するためであるとの解釈を提案している。これらの結果・考察から、超低エネルギー領域における電子-分子衝突では衝突のさなかの原子核の運動の効果が重要な役割を果たし、これまで良い近似とされてきた断熱近似を超えた取り扱いが必要であることを明らかにしている。

第 6 章「総括」において、本研究で得られた知見を総括し、その結論をまとめている。
以上要するに、本研究は、超低エネルギー領域における電子-分子衝突において衝突のさなかの原子核の運動による動的な効果を見出すとともに、理論的には断熱近似を超えた取り扱いが必要であることを明らかにし、未だ発展途上の多中心少数多体系の散乱理論に関して、きわめて重要な知見を与えたものである。よって、本論文は博士（理学）の学位論文として、十分に価値があるものと認める。

注意：「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。