

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	高感度吸収分光による酸素分子の衝突誘起光学遷移に関する研究
Title(English)	Collision-induced optical transitions of oxygen molecule as studied by highly sensitive absorption spectroscopy
著者(和文)	柏原航
Author(English)	Wataru Kashiara
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10932号, 授与年月日:2018年9月20日, 学位の種別:課程博士, 審査員:大島 康裕,河合 明雄,河内 宣之,木口 学,北島 昌史
Citation(English)	Degree:Doctor (Science), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10932号, Conferred date:2018/9/20, 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		柏原 航		
論文審査 審査員		氏 名		職 名			氏 名	職 名
	主査	大島 康裕		教授		審査員	北島 昌史	准教授
	審査員	河内 宣之		教授				
		木口 学		教授				
		河合 明雄		教授				

論文審査の要旨（2000 字程度）

本論文は「Collision-induced optical transitions of oxygen molecule as studied by highly sensitive absorption spectroscopy」(和訳：高感度吸収分光による酸素分子の衝突誘起光学遷移に関する研究)と題し 6 章から構成される。

第 1 章「General introduction」では、本論文が分子間の衝突に起因した光吸収による電子遷移の機構解明を目指すことを述べている。この目的では、分光学的計測が容易な可視領域に吸収帯を示す酸素分子の衝突誘起吸収を、適当な研究対象として選んだことを述べている。また、酸素の衝突誘起吸収が地球大気でも重要な役割を担っていることを指摘し、その光吸収メカニズムを明らかにすることが大気環境科学でも重要であることを述べている。しかし、酸素の衝突誘起吸収は非常に微弱で正確な測定が容易ではないため、詳細な実験や理論計算例が少なく、高感度に酸素の光吸収スペクトルを測定する実験と新たな解析法の開拓が必要であることを指摘している。酸素の衝突誘起吸収は 2 種類に分類できることを述べ、これに対応させて、第 2 章では外部気体による酸素の光吸収増大について、また第 3-5 章では酸素 2 分子同時吸収について、機構解明を目指すことを述べている。

第 2 章「Foreign gas effect on the $b^1\Sigma_g^+ \leftarrow X^3\Sigma_g^-$ optical transition of molecular oxygen under high pressure conditions」では、酸素及び酸素と外部気体との混合気体の吸収スペクトル測定結果より、外部気体の効果で酸素の光吸収量が増大することを述べている。吸収スペクトル測定に関しては、光路長 1 m の耐高圧力セルと CCD 分光器を組み合わせた装置を用いることで、様々な混合気体に対して高圧条件での吸光度測定の性能を向上させたことを述べている。測定結果の解析から、希ガスの原子番号が大きいほど酸素の吸収増大量が大きくなる外部重原子効果を見出し、その原因として酸素と希ガスで形成される電荷移動状態の摂動が重要であると主張している。

第 3 章「Collision-induced absorption of oxygen molecules studied by cavity ring-down spectroscopy」では、モニター光を多重反射させるキャビティ・リングダウン分光計測を、長さ 90 cm の吸収セル内に装備した一対の高反射率ミラーからなる共振器で実現したことを述べている。測定では装置性能の向上に尽力し、有効光路長を 30 km 程度まで向上させたことを述べている。これにより、1 atm の低圧下で 630 nm 付近の酸素 2 分子同時吸収スペクトルの精密測定に成功し、理論計算に資する情報を得ている。

第 4 章「Collision-induced absorption of oxygen molecules studied by photoacoustic spectroscopy」では、光吸収の結果生じる音波を高感度マイクロフォンによって検出する光音響分光法の装置製作を行い、この装置を用いることで、477 nm 付近の酸素 2 分子同時吸収スペクトルを圧力条件 5atm で精密に測定したことを述べている。また、光音響分光法を用いた酸素 2 分子同時吸収の測定は、レイリー散乱による影響を受けないため、短波長領域におけるスペクトル線形をキャビティ・リングダウン分光法よりも正確に計測できると主張している。

第 5 章「Analysis of line shape for collision-induced absorption by two oxygen molecules」では、第 3, 4 章で得られた衝突誘起吸収スペクトルについての線形解析を行った結果について述べている。分子間ポテンシャルと、2 分子が光吸収を起こすことができる最大距離を仮定したモデルにより、実験で得られた衝突誘起吸収の線形を初めて再現できたことを主張している。

第 6 章「Summary and concluding remarks」では、本研究で得た知見を総括し、結論をまとめている。

以上を要するに、本論文は、2 種類の酸素の衝突誘起吸収に関する高感度な光吸収スペクトル測定と解析から、分子間衝突に伴う酸素の光吸収メカニズムを明らかにした。これらの研究成果は理学上貢献するところが大きい。よって、博士（理学）の学位論文として十分に価値のあるものと認める。

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。