

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	水素分子の光解離により生成するH(2p)原子ペア状態
Title(English)	The production of pairs of H(2p) atoms in the photodissociation of H ₂
著者(和文)	仲西祐子
Author(English)	Yuko Nakanishi
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9715号, 授与年月日:2015年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:河内 宣之,木口 学,大島 康裕,北島 昌史,河合 明雄
Citation(English)	Degree:., Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9715号, Conferred date:2015/3/26, 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	仲西祐子	
論文審査 審査員		氏名	職名	氏名	職名
	主査	河内 宣之	教授	河合明雄	准教授
	審査員	木口学	教授		
		大島康裕	教授		
北島昌史		准教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は、”水素分子の光解離により生成する $H(2p)$ 原子ペア”と題し、全5章から構成されている。

第1章は序論であり、本研究の背景および目的を述べている。まず、本研究のキーワードである量子もつれ状態について説明している。量子もつれ状態とは、各々の部分系の状態が定まらない全系の状態のことであり、我々の直感では理解しがたい状態であると述べている。次に、著者の所属する研究室により見出された $2p$ 原子ペア生成にいたる水素分子の光解離過程とそれに関連する理論研究を紹介している。その理論研究によれば、水素分子の光解離により生成する $H(2p)$ 原子ペアは各々の水素原子の磁気量子数が定まらない量子もつれ状態にあると予測されており、原子ペアにより放出される $Lyman-\alpha$ 光子ペアの角度相関測定により、量子もつれが診断できると述べている。また、著者の所属する研究室がこれまでに行ってきた $Lyman-\alpha$ 光子ペアの角度相関測定の経緯について概説している。これまでの測定では、2個の光子検出器を独立に回転することができないという制限があり、2個の検出器は向かい合う配置(対向配置)に固定されていたと述べている。著者の研究の目的は $Lyman-\alpha$ 光子ペアの角度相関関数を測定し、理論予測との比較により解離生成する $H(2p)$ 原子ペアの状態を解明することであると述べている。そのためには、対向配置における測定だけでは不十分であることを指摘している。そこで著者は2個の光子検出器の向きを独立に変えることのできる装置を製作し、この装置を用いて対向配置だけでなく非対向配置における角度相関関数を測定したと述べている。

第2章は実験であり、 $Lyman-\alpha$ 光子ペアの角度相関関数の測定方法について述べている。まず、2個の光子検出器を独立に回転できる装置の開発について説明している。ガスセルの気密性を保持したまま2個の光子検出器をできる限り接近させることが重要であるため、3層構造の円筒形のガスセルを設計したと述べている。また、測定により得られた同時計数時間スペクトルから角度相関関数を得るための方法を述べている。測定された $Lyman-\alpha$ 光子ペアの角度相関関数には、主量子数 $n \geq 3$ の準位からのカスケードの影響と解離 $H(2p)$ 原子と H_2 分子の反応の影響が含まれていないと述べている。また、装置のアライメントを診断し、それをモニターしながら測定を行い、さらに測定中の装置のドリフトの影響を相殺するためリファレンス測定を行い、理論予測との比較に耐えうるゆがみの少ない角度相関関数を得たと述べている。

第3章では、偽の同時計数の起源について述べている。偽の同時計数とは、入射光にも水素ガスにも由来しない同時計数であり、著者の所属する研究室の向後により発見されたと述べている。著者は、向後が行った偽の同

時計数の時間構造と角度分布の測定について紹介している。著者は実験データ点を増やした上で偽の同時計数の起源が宇宙線ミュオンであるという向後の結論をほぼ確実なものとしたと述べている。また、実際の角度相関関数測定では、Lyman- α 光子に対する感度を上げるにより全同時計数(真の同時計数 + 偽の同時計数)に対する偽の同時計数の寄与を 1% 未満に抑えたと述べている。

第 4 章では、測定された Lyman- α 光子ペアの角度相関関数について述べている。著者は入射光子エネルギー 33.66 eV、水素ガス圧力 ~ 0.1 Pa および ~ 1 Pa における角度相関関数を報告している。2 個の光子検出器の配置は、対向配置と 2 種類の非対向配置であり、非対向配置においては初めて角度相関関数を測定したことを強調している。測定された角度相関関数を 3 つの理論予測と比較したと述べている。それらの理論予測とは、(1) 量子もつれ H(2p) 原子ペアが生成した場合、(2) 解離の間に H(2p) 原子ペアの量子もつれが破れた場合、および(3) 解離の間に一部の H(2p) 原子ペアの量子もつれが破れた場合の予測であると述べている。(3)の予測はフィッティングパラメーターを含むが(1)と(2)の予測はそのようなパラメーターを含まないと述べている。まず、測定結果と(1) 量子もつれ H(2p)原子ペアに対する理論予測を比較したところ、定量的には隔たりがあるものの定性的には一致したことを示し、量子もつれ H(2p)原子ペアの生成を示唆する結果であると述べている。一方、(2) 解離の間に量子もつれが破れた場合の予測と比較したところ、定性的にすら一致しないことから、この可能性を否定している。また、(3) 解離の間に一部の H(2p) 原子ペアの量子もつれが破れた場合の予測と比較したところ、フィッティングパラメーターをどのように選んでも、実験結果を再現できず、この可能性も否定している。3 つの理論予測との比較の結果、H₂ の光解離による量子もつれ H(2p)原子ペア生成が示唆されると述べている。

第 5 章は結論であり、本研究において得られた成果をまとめている。本研究において、著者は H₂ の光解離に由来する Lyman- α 光子ペアの角度相関関数を対向配置だけでなく非対向配置において初めて測定し、水素分子の光解離により量子もつれ H(2p) 原子ペアが生成することを示唆した。この成果は、分子ダイナミクス研究に新たな観点をうち立てたものであり、理学的に貢献するところ大である。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。