

# 論文審査の結果の要旨

氏名 沖野 友哉

本論文は8章からなり、強光子場における炭化水素分子の超高速水素ダイナミクスとアト秒パルス分子分光に関する研究を目的として行なった主として実験研究の成果をまとめたものである。

第1章は序文であり、強光子場中における分子ダイナミクス一般から超高速水素マイグレーションの発見に至るまでの実験報告例についておよび、アト秒パルスの発生および計測手法一般について述べられている。第2章から第5章は、コインシデンス運動量画像法を用いた、強光子場中におけるメタノール分子の超高速水素ダイナミクスに関する実験報告例について述べられている。一方、第6章、7章は、分子を用いたアト秒パルス列のパルス幅の自己相関計測および、アト秒パルス列を用いたフーリエ分子分光に関する実験報告例について述べられている。第8章は、第2章から7章までの内容のまとめが述べられている。

第2章は、水素分子イオン生成の観測に関する実験成果について述べられている。水素原子の三量体イオンが主に、2価イオンから生成することと、運動量画像の異方性から、2価の前駆体イオンが回転寿命と比べて、長寿命であることが明らかにしたはじめての実験結果である。第3章は、2体クーロン爆発過程から、分子内における超高速水素マイグレーションの観測に関する実験結果について述べられている。メチル基側から水酸基側に水素原子(プロトン)が1個および2個移動したのちにC-O結合が解離する過程が存在することが明らかとされた。さらに、重水素置換を行った同位体メタノールを用いた実験結果との比較から、強光子場中においてメタノール分子のすべての水素原子が協同的に動くことをはじめて示した。第4章は、第2章と同様に、水素分子イオンの生成過程に関する実験結果について述べられている。重水素置換メタノールを用いた計測結果から、水素分子イオン生成過程においても、水素・重水素の交換反応が起きていることおよび同位体効果が存在することが明らかとされた。第5章は、3体クーロン爆発過程を観測し、コインシデンス運動量画像から、運動量相関図を構築することにより、強光子場中において水素原子(プロトン)の分布が極めて広がっていることをはじめて明らかとした実験結果が報告されている。第6章は、高強度アト秒パルス列のパルス幅を、窒素分子を非線形媒質として自己相関計測を行った結果が報告されており、アト秒パルス列のパルス幅が300アト秒であることを決定するとともに、分子を自己相関計測の際の非線形媒質として用いることの有効性が示している。また、アト秒パルス列を用いて分子のクーロン爆発過程を観測したはじめての実験結果でもある。第7章は、第6章で報告したアト秒パルス列の自己相関計測の遅延時間の精度を向上させることによって、自己相関計測をフーリエ分子分光に拡張した実験成果について述べられている。二酸化炭素分子について、自己相関関数が解離フラグメントイオンごとに異なることが確認され、フーリエ変換を行うことによって、解離過程によって生

成に關与する高次高調波の分布が異なることが報告されている。この結果、アト秒パルス列を用いて真空紫外から極端紫外領域において2光子吸収スペクトルを計測したことに相当し、これまでに無いアト秒パルス列と分子の非線形相互作用についての実験成果であるといえる。

なお、本論文第2章から5章は、古川 裕介、Peng Liu、市川 太佳之、板倉 隆二、星名 賢之助、山内 薫、中野 秀俊との共同研究であるが、論文提出者が主体となって計測および解析を行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。また、本論文6章は、山内 薫、清水 俊彦、古澤 健太郎、長谷川 宗良、鍋川 康夫、緑川 克美との共同研究であるが、論文提出者が主体となって計測および解析を行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。さらに、本論文7章は、山内 薫、清水 俊彦、Ri Ma、鍋川 康夫、緑川 克美との共同研究であるが、論文提出者が主体となって計測および解析を行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

よって、本論文が博士（理学）を授与するにふさわしい研究であることを審査員は全員一致で認めた。