Osaka University Knowledge Archive

Title	液体ベンゼン類のフェムト秒紫外レーザーアブレーション機構
Author(s)	畑中, 耕治
Citation	大阪大学, 1999, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.11501/3155362
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

Osaka University

氏　　名	畑　中　耕　治（はた　なか　こう　じ）
博士の専攻分野の名称	博　士（工　学）
学　位　記　番　号	第　14608　号
学位授与年月日	平成11年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科応用物理学専攻
学　位　論　文　名	**液体ベンゼン類のフェムト秒紫外レーザーアブレーション機構**
論文審査委員	（主査） 教　授　増原　　宏 （副査） 教　授　志水　隆一　　教　授　石井　博昭　　教　授　岩崎　　裕 助教授　大中幸三郎

論文内容の要旨

本論文は，高強度レーザーパルスと物質の相互作用の結果誘起されるレーザーアブレーションの実験的機構解明を目的として，ナノ秒時間分解シャドーグラフ撮影法およびピコ秒時間分解表面光散乱画像撮影法により形態変化現象を観測し，ピコ秒時間分解吸収分光測定法により物質を構成する分子のエネルギー緩和過程を直接的に明らかにした結果についてまとめたものである。本論文は以下に示す6章から構成される。

第1章では，本研究の背景，目的，意義を述べている。

第2章では，励起光源として新たに製作した高強度フェムト秒 Ti^{3+}：Al_2O_3／KrF レーザーシステムについてまとめている。

第3章では，励起光照射により液体試料に誘起される，ピコ秒から数10ミリ秒の時間領域にわたる一連の形態変化現象を明らかにしている。試料表面上方における衝撃波および噴出物の発生および伝搬を測定し解析するとともに，試料表面に誘起される過渡凹凸を表面ラフネスとして捉え，時間に依存した凹凸分布の定量的評価を試みている。

第4章では，ピコ秒時間分解吸収分光法により液体構成分子の電子的励起状態の緩和過程を直接的に明らかにし，アブレーション条件下における分子の動的挙動に関する考察を行っている。液体塩化ベンジルでは，高密度高速反応の結果発生する塩素ガスや塩化水素ガスによる瞬間的な体積膨張により，また液体トルエンでは，高密度に生成した電子励起状態間の相互作用に起因する瞬間的な温度上昇によって，レーザーアブレーションが誘起されると結論している。

第5章では，ナノ秒レーザーパルス照射による各種ベンゼン類の希釈溶液のレーザーアブレーション機構についてまとめている。溶質濃度の減少に伴い，体積膨張から温度上昇へとアブレーション機構が変化することを明らかにするとともに，その分子機構について考察している。

第6章では，以上の内容を総括して述べ，本論文の結論としている。

論文審査の結果の要旨

高強度レーザーパルスと物質の相互作用の結果，固体，液体を問わず共通して誘起される現象のひとつとしてレー

ザーアブレーションを挙げることができる。その機構解明は高強度レーザー誘起ダイナミックスの研究における新たな課題として極めて重要である。本論文は，代表的な芳香族化合物液体であるベンゼン類を試料として取り上げ，時間分解シャドーグラフ撮影並びに表面光散乱画像撮影を行うことによりナノ秒から100ミリ秒にわたる液面の形態変化を明らかにするとともに，時間分解吸収分光測定を行うことにより過渡種の同定及びその動的挙動を明らかにしたものである。主な成果を以下にまとめる。

(1) 新しい高強度レーザーシステムを開発し，レーザー照射によって誘起される形態変化現象の動的測定解析を行っている。液面の盛り上がり，衝撃波や噴出物の発生及び伝搬，液面の激しい揺れなどが100ミリ秒までの広い時間範囲にわたって誘起されることを明らかにしている。また液面の盛り上がりに先立って微小な凹凸構造が液面に誘起されることを実験的に証明し，さらにその凹凸を過渡表面ラフネスとして捉えることにより，凹凸分布を定量的に求めることを試みている。その結果，数10ナノメートルの高さ分布を有する凹凸が約2ナノ秒で誘起され，その後20ナノ秒までに数100ナノメートルに成長することを明らかにしている。

(2) こうした形態変化に至る液体の構成分子の動的挙動を分光学的測定により直接的に明らかにしている。高強度レーザーパルス照射によって生成する過渡種の同定を行うとともに，そのピコ秒からナノ秒にわたる緩和過程を明らかにしている。実験結果の詳細な考察の結果，塩化ベンジルではレーザーパルス照射直後からベンジルラジカルが生成し，それに伴って高密度に生成する塩素化合物ガスに起因する瞬間的な体積膨張によって形態変化が誘起されることを明らかにしている。一方トルエンでは，ベンジルラジカルの生成は認められず，瞬間的な温度上昇によって形態変化に至るという結論を得ている。

以上のように，本論文では，高強度レーザーパルス照射によって誘起されるピコ秒からナノ秒時間領域における分子の動的挙動を直接的に明らかにするとともに，ナノ秒から100ミリ秒にわたる形態変化現象の時間発展を明らかにすることにより，レーザーアブレーション機構の解明を行っている。本論文で得られた知見は，応用物理学，特に有機液体のレーザー科学に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。