

学会および社会活動

○現在の専門分野 レーザー化学

課題「高強度レーザーによる希土類イオンの価数変化」

○所属学会と活動（2009年度以降）

日本化学会、光化学協会、レーザー学会、強光子場科学研究懇談会

レーザー学会 評議員、光化学協会 理事、監事、強光子場科学研究懇談会 幹事

Journal of Photochemistry and Photobiology C: Editorial Board

レーザー学会 プログラム委員 レーザー物理化学主査

○非常勤講師（2009年度以降）

関西大学 工学部 非常勤講師 「分光」

大阪大学基礎工学部 非常勤講師 「化学概論」

大阪市立高校(枚方)の市大理数講座講師

大阪市立大学理学部 特任教授

○共同研究、評価委員（2009年度以降）

(財) レーザー技術総合研究所(レーザー総研) 特別研究員、 総務企画委員

JST振興機構さきがけ領域アドバイザー

原子力研究所 博士研究員業績評価委員会委員

平成21年度大学評価委員会分科会委員

科学研究費委員会専門委員

先端研究拠点事業「超高速強光子場科学」日本側メンバー

特定非営利活動法人モレキュラーアンフォマティクス機構理事

○受賞など

日本化学会進歩賞（1981）；レーザー学会進歩賞（1984）；光化学協会賞（1993）；

光化学協会特別講演賞（2008）；英國王立研究所客員研究員（1981, 1983, Prof. D.

Phillips）

○研究費履歴（2000年以降）

「高強度フェムト秒レーザーによるランタニドイオンの多光子還元反応と同位体濃縮」

基盤研究B 2007-2009年 合計1,963万円

「ガラスのフェムト秒レーザー加工に関する研究」(株)三星ダイヤモンド工業

(2007-2009) 776万

「サブテンフェムト秒レーザーパルスによるイオン化法の開発と選択的分子イオン生成」など 大阪大学 レーザーエネルギー学研究センター (2003-2008) 115万

「フェムト秒パルスの自己収束効果が誘起する蛋白質の結晶核の生成」萌芽研究
(2006-2007) 370 万円

「光強子場による有機分子のイオン化・クーロン爆発」特定領域研究 (2002-2005) 16,760 万円

「レーザーを利用したダイオキシン類の迅速測定装置の開発研究」、(財) レーザー総研との共同研究、補助金 (2002-2003) 2,100 万円

「高強度フェムト秒レーザーによるダイオキシン類の高感度計測」萌芽研究
(2001-2002) 210 万円

「フェムト秒超高強度レーザーによるダイオキシン類の光イオン化と微量分析」(財) 関西エネルギー・リサイクル科学研究振興財団 (2000) 237 万円

「レーザープラズマX線による時間分解X線構造解析の可能性と装置設計」萌芽研究
(1999-2000) 210 万円

ピコ秒の閃光分光法、高強度レーザー化学の開拓

中島信昭

I. ピコ秒の閃光分光法を開拓

Porter は 1967 年に化学に時間の概念を明確に持ち込み、マイクロ秒閃光分光法の開拓でノーベル賞を受けた。その後からレーザーの化学応用が本格的となり、ナノ秒閃光分光法は 1960 年代末に可能となった。1971 年 Alfano & Shapiro がピコ秒閃光分光法に向け、画期的提案を行った。ピコ秒のパルス幅を持つ白色光 (White-light Laser) をスペクトル光として使える、というものである。(図 1) これによりピコ秒閃光分光法が現実の目標となった。世界的競争の中で、著者は国内では最初 (1974 年ゴードン会議で又賀先生が発表 (図 1)) にこれを実現した。ビアントリルへの応用例を図 2 に示した。この方向は femtochemistry に発展し、1999 年 Zewail はノーベル賞を受賞した。

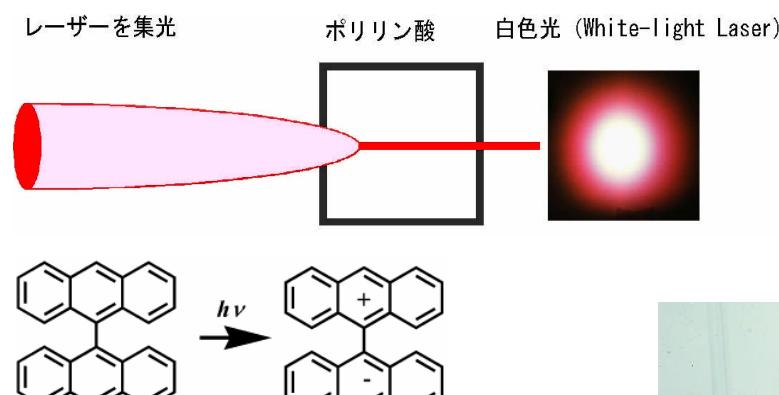


図 2. ビアントリルが光励起で分子内荷移動状態を生成することをピコ秒閃光分光法で実証した。このような現象は後に TICT (Twisted Intramolecular Charge Transfer) と呼ばれるようになった。

II. ピコ秒YAGレーザー、可視一紫外パラメトリック ピコ秒波長可変レーザーの構築

当時の最新技術を導入（モードロック色素は日本感光色素に合成依頼、など）し、安定動作に成功。その後の可視一紫外パラメトリックピコ秒波長可変レーザーの構築につなげた。(図 3, 1976-1985)

有機結晶（アントラセンなど）に吸着させた色素分子（ローダミン B）間の電子移動反応のダイナミックスを測定した。共同研究でスチルベンの異性化反応を調べた。

図 1. Alfano らはガラスから白色光を得たが、著者らはポリリン酸から良好な白色光が得られることを発見し、ピコ秒閃光分光法を実現した。

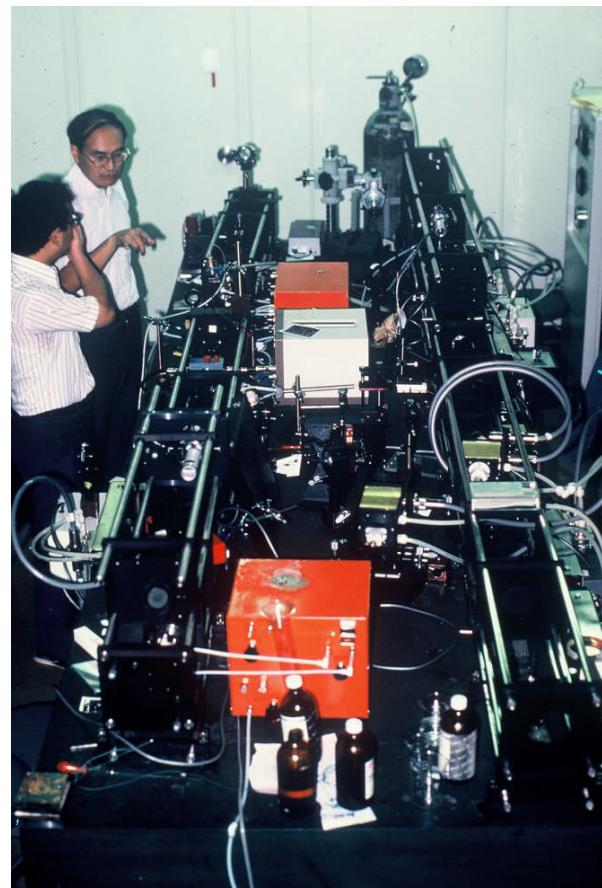


図 3. 世界最大級のピコ秒YAG レーザーを 2 台構築。
(分子科学研究所、吉原グループにて) これは 1 号機。

III. ベンゼンの光物理・化学過程の解明、ホット分子の生成と反応

当時ベンゼンは光化学の視点から三つの問題が未解決であった。それらについて解決、または大きく解釈を前進させた。(1980-)

① 4番目の $\pi - \pi^*$ 電子励起状態は長い間不明で、“つかまえどころがない” $1E_{2g}$ と呼ばれた。ナノ秒閃光分光法により4,5番目の励起状態 1^1E_{2g} , 2^1E_{2g} の同定に成功した。(図4)

② ベンゼンでは蛍光、三重項生成のほかに不明の過程があり、第3チャンネルと呼ばれていた。その正体はベンゼンの振動励起状態(ホットベンゼン, S_0^{**})であることを見出した。ホットベンゼンの振動温度は3400Kに達することを示した。(図4,5)

③ 異性化反応、その一部、ヘキサジエンイン、フルベンへの過程を明らかにした。(図4)

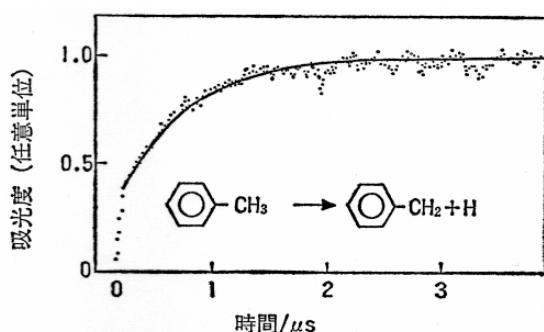
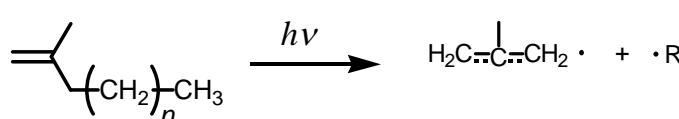


図6. ベンジルラジカルの生成

ベンゼンの結果は多数の分子に適用できた。トルエンではホットトルエンを経て500 nsかかるべンジルラジカルへと解離する様子を観測できた。(図6)

オレフィン誘導体もホット分子を経る解離反応を示し、その速度は大きい分子ほど遅くなった。これは熱反応で使われているRRKM理論で再現できた。(図7)



ベンゼン、トルエンなどのホット分子は励起一重項、三重項と同様、多光子反応の中間体となることを示した。

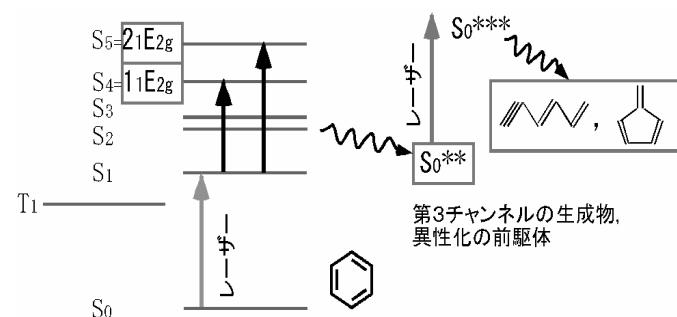


図4. ベンゼンで明らかにした①②③を□で示した。4, 5番目の $\pi - \pi^*$ 1^1E_{2g} , 2^1E_{2g} ; ベンゼンの第3チャンネルの生成物(S_0^{**}); 光異性化の一部。

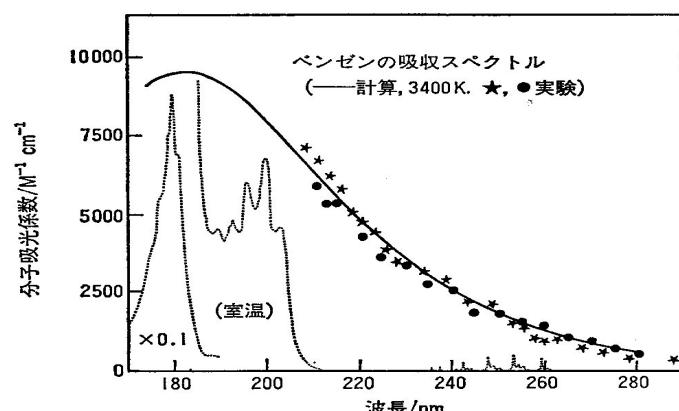


図5. 193 nm レーザー励起で生成したホットベンゼン(S_0^{**})の吸収スペクトル。★, ●はレーザー励起直後、実線は3400Kを仮定した吸収スペクトル。点線は室温の吸収スペクトル。

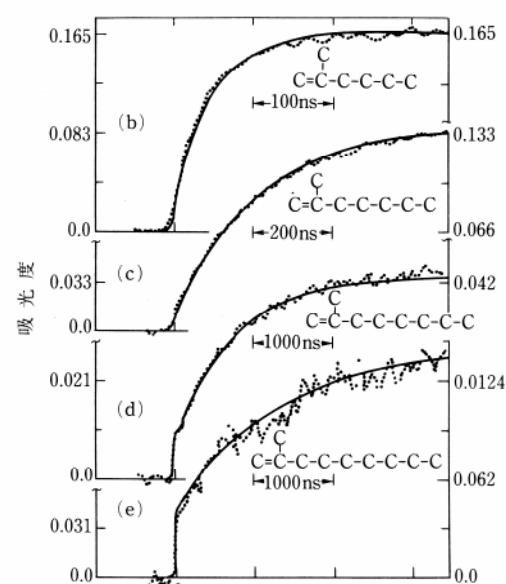


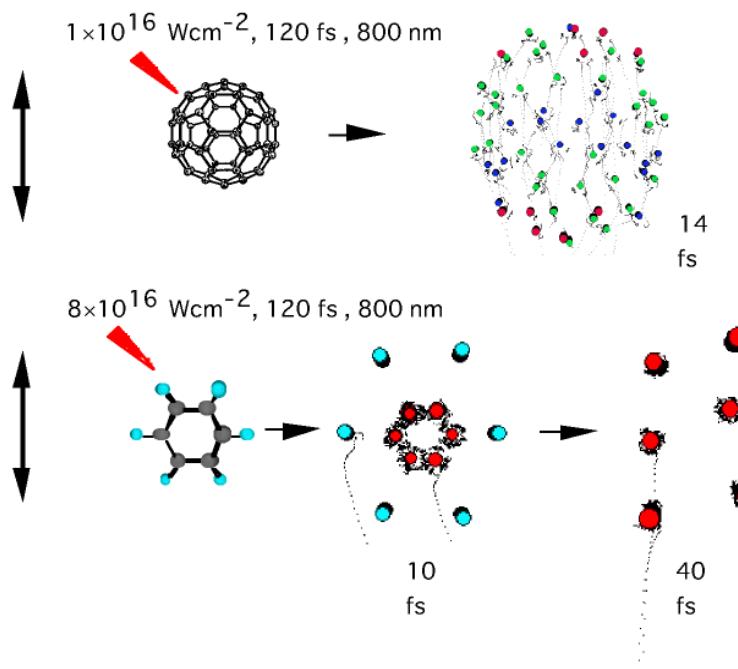
図7. 2-メチルオレフィンのメチルアリルラジカルへの光解離速度の測定。

VI. 高強度レーザー化学

クーロン爆発とトンネルイオン化の有機分子への展開を行った。

4-1. C_{60} , ベンゼンのクーロン爆発, $(C_{60})_n^+$, (アントラセン) $_n^+$ ($n=1,2,3$)の生成

クーロン爆発とは高強度レーザー照射により一瞬にして多数の電子がはぎとられ、残ったプラスに帶電した原子集団がクーロン力で反発し飛び散る現象である。これは反応中間体の構造決定に使えると考え、対称性の高い分子を用いその可能性を追求した。結果を図 8 に示す。



固体表面の C_{60} , アントラセンのクーロン爆発では、 C_{60} , アントラセンそれぞれのダイマー, トリマーイオンの生成を観測した。

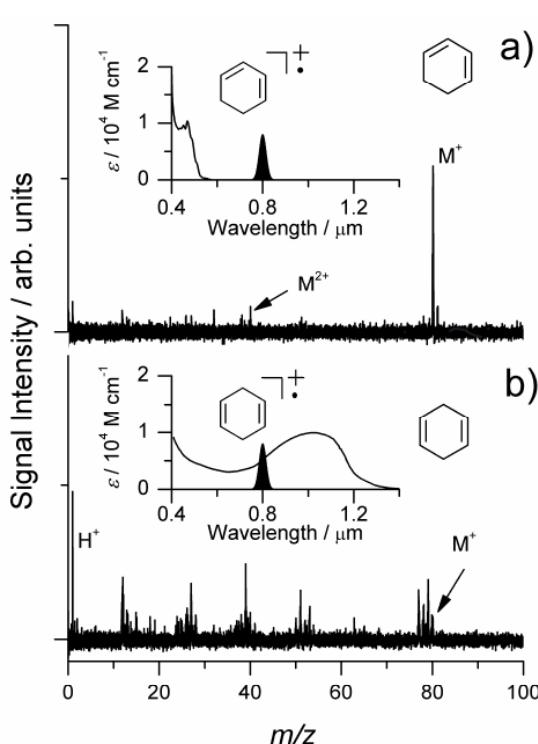
図 8. 気相の C_{60} とベンゼンのクーロン爆発のシミュレーション。縦向きの矢印はレーザーの偏光方向を示す。実験結果はこれを再現した。 C_{60} は球ではなくフットボール型に、ベンゼンは六角形ではなく、梯子上に爆発することが分かった。

4-2. 高強度フェムト秒レーザーによる有機分子のイオン化

2002 年、新しい分析手法 MALDI 法の発見により田中耕一氏はノーベル賞を受賞された。そこでは分子イオンの生成が重要な要素であった。フェムト秒レーザーによるイオン化でも分解を抑え、分子イオンを生成できることが分かってきた。フェムト秒レーザーを分析に応用すればマトリックス不要となり、より簡便になると期待された。しかしながら、分子によっては激しく分解する場合があり、「どのような条件で分解が抑えられ、分子イオン生成に至るのか」を調べることが重要となった。著者らは「レーザー波長が分子イオンの吸収に共鳴しないこと」をまず見出し(図 9)，その後「レーザーパルス幅はできるだけ短い(<10 fs)こと、電子再衝突によるフラグメント化は少ない。」という結論を得た。

これに対する例外は今のところ見つかっていない。環境ホルモンであるダイオキシン、ノニルフェノールをフェムト秒パルスでイオン化できることを確かめ、これらの分析に応用できる可能性を示した。

図 9. a) 1,3-シクロヘキサジエンでは励起光はイオンの吸収と非共鳴で 1 倍のイオンが主となり、b) 1,4-シクロヘキサジエンでは、励起光はイオンの吸収と共鳴し、分子はバラバラになった。



V. 希土類元素イオンの高強度レーザー化学

希土類イオンの光酸化還元反応を調べた。著者らは、多光子、および、レーザービームの白色レーザーへの変換を伴う反応を初めて見出した。これまで Eu, Sm を取り扱った。

5-1. f 電子間遷移を利用した多光子反応.

図 10 にはエキシマーレーザーによる $\text{Eu}^{3+} \rightarrow \text{Eu}^{2+}$ の光還元反応を示した。金属イオンの価数を変化できれば、その金属イオンの分離が容易になる。原子力発電所の核廃棄物の処理にレーザーを利用できる可能性がある。

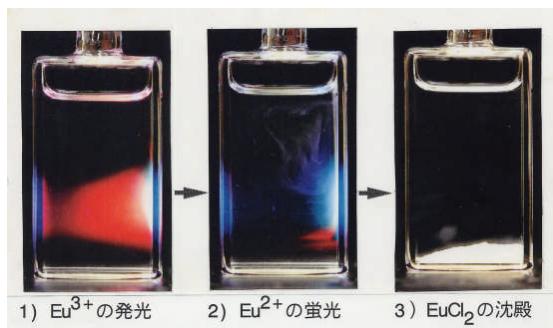


図 10. 塩化物のエタノール溶液に 308 nm XeCl レーザー(15 Hz, 40 mJ/パルス)を照射。最初は Eu^{3+} による赤い発光が見え、30 秒後には Eu^{3+} による青い蛍光(450-550 nm)に変わる。 $\text{Eu}^{3+} \rightarrow \text{Eu}^{2+}$ を示している。沈殿は EuCl_2 と見なしている。なお、この反応(電荷移動吸収帶励起)は 1.0 に近い反応収量を示す場合があった。

Eu^{3+} イオンは狭い吸収帶 ($f' \leftarrow f$ 遷移) を示す。1 光子励起では反応は起きないが、レーザーを集光照射することにより酸化還元反応を誘起できた。チタンサファイヤレーザーの短パルス励起が有効で、その効率は 30% のオーダーであった。これを図 11 に示した。3 光子吸収 1 光子逆反応の見かけ上の 2 光子反応として解析した。

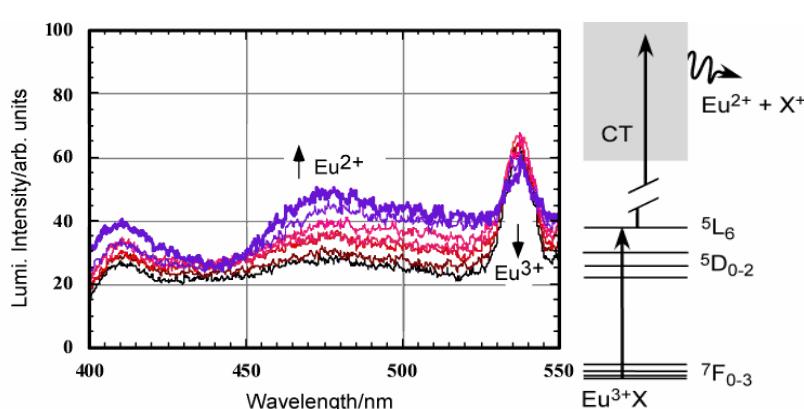


図 11. 多光子励起による $\text{Eu}^{3+} \rightarrow \text{Eu}^{2+}$ の反応。励起レーザーは 394.3 nm, 2 ps, 0.83 mJ/パルス, 10 Hz. この波長は $^5\text{L}_6 \leftarrow ^7\text{F}_0$ 遷移に対応。450-550 nm 付近の発光の増大は Eu^{2+} の生成を示す。レーザーショット数は下から (475 nm 附近) 0, 100, 500, 1000, 2000, 5000, 10000.

5-2. フェムト秒レーザーによる白色光、これに伴う $\text{Eu}^{3+} + \text{e}^- \rightarrow \text{Eu}^{2+}$

媒体にフェムト秒パルスを入射すると、レーザーは白色レーザーに変換される。(図 1 と同じ) 白色光への変換に際し、高濃度の電子、イオンが発生し、オプティカルファイバーのようになり、フィラメントという。これは放射線化学における高エネルギー粒子の作用に似ている。実際、フェムト秒白色光生成に伴う $\text{Eu}^{3+} + \text{e}^- \rightarrow \text{Eu}^{2+}$ の実験に成功した。これを図 12 に示す。

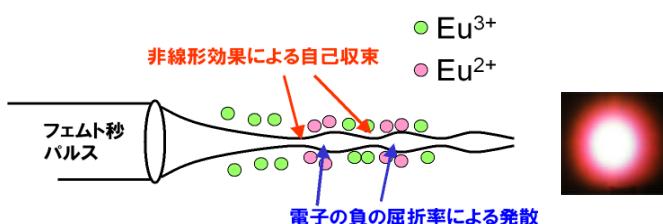


図 12. 白色レーザーへの変換を伴う $\text{Eu}^{3+} + \text{e}^- \rightarrow \text{Eu}^{2+}$ 反応の機構

論文リスト 中島信昭

1. 原著論文(172), 2. 著書(分担執筆, 一部監修; 11), 3. 総説(50), 調査報告, 特許(4)

1. 原著論文(172)

172. "Reduction of Sm³⁺ to Sm²⁺ by an Intense Femtosecond Laser Pulse in Solution",
D. Nishida, E. Yamada, M. Kusaba, T. Yatsuhashi, N. Nakashima,
J. Phys. Chem. A, **114**, 5648–5654(2009).
171. "Ionization and fragmentation of alkylphenols by 0.8-1.5 μm femtosecond laser pulses
M. Tanaka, M. Kawaji, T. Yatsuhashi, N. Nakashima,
J. Phys. Chem. A **113** (44), 12056-12062 (2009).
170. "Ionization of Anthracene Followed by Fusion in the Solid Phase under Intense Nonresonant Femtosecond Laser Fields",
T. Yatsuhashi, N. Nakashima,
J. Phys. Chem. C **113** (27), 11458-11463(2009).
169. "High-Order Multiphoton Fluorescence of Organic Molecules by Intense Femtosecond Laser Pulses",
T. Yatsuhashi, S. Ichikawa, Y. Shigematsu, N. Nakashima,
J. Am. Chem. Soc. (Communication), **130** (46), 15264-15265 (2008).
- 168." Reduction of Eu³⁺ to Eu²⁺ by an Intense Femtosecond Laser Pulse in Solution",
D. Nishida, M. Kusaba, T. Yatsuhashi, N. Nakashima,
Chem. Phys. Lett. **465** (4-6), 238-240(2008).
167. "Explosive Desorption and Fragmentation of Molecular Ion from Solid Fullerene by Intense Nonresonant Femtosecond Laser Pulses",
T. Yatsuhashi, N. Nakashima,
J. Phys. Chem. A **112** (26), 5781-5785(2008).
- 166." Atomic-like Ionization and Fragmentation of a series of CH₃-X (X: H, F, Cl, Br, I, and CN) by an Intense Femtosecond Laser",
M. Tanaka, M. Murakami, T. Yatsuhashi, N. Nakashima,
J. Chem. Phys. **127**(10), 104314(6 pages)(2007).
165. "Anisotropic Bullet-like Emission of Terminal Ethynyl Fragment Ions: Ionization of Ethynylbenzene-d under Intense Femtosecond Laser Fields",
T. Yatsuhashi, M. Murakami, N. Nakashima,
J. Chem. Phys. **126**(19), 194316 (10 pages)(2007).

164. "Enhancement of Anthracene Fragmentation by Circularly Polarized Intense Femtosecond Laser Pulse",
M. Murakami, M. Tanaka, T. Yatsuhashi, N. Nakashima,
J. Chem. Phys. **126**(10), 104304 (6 pages)(2007).
Selected as an article in Virtual Journal Ultrafast Science.
163. "Intact Molecular Ion Formation of Some Organic Molecules by Femtosecond Laesrs",
N. Nakashima. T. Yatsuhashi,
in "*Progress in Ultrafast Intense Laser Science II*", Series: Springer Series in Chemical Physics
vol. **85**, Edited by Yamanouchi, K. S. L. Chin, P. Agostini, G. Ferrante, Springer 2007, pp. 25-41.
162. "Ionization and Fragmentation of Some Organic Molecules with Intense Femtosecond Laser Pulses",
N. Nakashima, T. Yatsuhashi, M. Murakami, R. Mizoguchi, Y. Shimada, in "*Advances in Multiphoton Processes and Spectroscopy vol. 17*", pp. 179-219, Edited by S. H. Lin, A. A. Villaeys, Y. Fujimura, World Scientific Pub. Co Inc, Singapore, 2006.
161. "Intact Molecular Ion Formation of Cyclohexane and 2,3-Dimethyl-1, 3-butadene by Excitation with a Short, Intense Femtosecond Laser Pulse",
M. Tanaka, S. Panja, M. Murakami, T. Yatsuhashi, N. Nakashima,
Chem. Phys. Lett. **427**(4-6), 255-258(2006).
160. "Femtosecond Laser Ionization of Organic Amines with Very Low Ionization Potentials: Relatively Small Suppressed Ionization Features",
T. Yatsuhashi, T. Obayashi, M. Tanaka, M. Murakami, N. Nakashima,
J. Phys. Chem. A **110**(25), 7763-7771(2006).
159. "Effects of Polarization of 1.4 μm Femtosecond Laser Pulses on the Formation and Fragmentation of Naphthelene Moelcular Ions Compared at the Same Effective Ionization Intensity",
T. Yatsuhashi, N. Nakashima,
J. Phys. Chem. A **109**(42), 9414-9418(2005).
158. "One- and Two-photon-induced Ring-cleavage Reactions of Strained Benzocycloalkenes via Hot Molecules",
T. Yatsuhashi, S. Touma, N. Nakashima,
J. Phys. Chem. A, **109**(31), 6847-6851(2005).
157. "Formation of 1,3-Hexadiene-5-yne by Two-Photon Chemistry of Benzene via Hot Molecule",
Y. Honjyo, T. Kinoshita, T. Yatsuhashi, N. Nakashima,
J. Photochem. Photobiol. A **171**(3), 223-229(2005).

156. "Coulomb Explosion of Hexa-fluorobenzene Induced by an Intense Laser Field",
S. Shimizu, V. Zhakhovskii, M. Murakami, M. Tanaka, T. Yatsuhashi, S. Okihara, K. Nishihara, S.
Sakabe, Y. Izawa, N. Nakashima,
Chem. Phys. Lett. **404**(4-6), 379-383(2005).
155. "Ionization and Fragmentation of Anthracene with an Intense Femtosecond Laser Pulse at 1.4
μm",
M. Murakami, R. Mizoguchi, Y. Shimada, T. Yatsuhashi, N. Nakashima,
Chem. Phys. Lett. **403**(4-6), 238-241(2005).
154. "Ionization of Dioxins by Femtosecond Laser Pulses ",
Y. Shimada, R. Mizoguchi, H. Shinohara, T. Yatsuhashi, N. Nakashima,
Bunseki, **54**(2), 127-134(2005), *in Japanese*.
153. "Pulse Duration Dependence of Femtosecond Ionization and Fragmentation of an Organic
Molecule",
R. Mizoguchi, Y. Shimada, H. Shinohara, T. Yatsuhashi, N. Nakashima,
Rev. Laser Eng. **32**(11), 717-721(2004), *in Japanese*.
152. "Single-, Two- and Three VUV Photon Reactions of a Series of Alkylarenes in the Gas Phase",
T. Yatsuhashi, N. Nakashima,
J. Photochem. Photobiol. A **162**(2-3), 481-487(2004).
151. "Crystal Growth of Luminescent EuO Nanocrystals using Pulsed Laser",
K. Tomoharu, H. Yasuchika, S. Thongchant, W. Yuji, N. Nakashima, Y. Shozo
Kidorui, **42**, 150-151(2003).
150. "Ionization and Fragmentation of Some Chlorinated Compounds and Dibenzo-*p*-dioxin with an
Intense Femtosecond Laser Pulse at 800 nm",
H. Harada, M. Tanaka, M. Murakami, S. Shimizu, T. Yatsuhashi, N. Nakashima, S. Sakabe, Y.
Izawa, S. Tojo, T. Majima,
J. Phys. Chem. A **107**(34), 6580-6586(2003).
149. "EuO Nanocrystal Formation under ArF Laser Irradiation",
Y. Hasegawa, S. Thongchant, T. Kataoka, Y. Wada, T. Yatsuhashi, N. Nakashima, S. Yanagida,
Chem. Lett. **32**(8), 708-709(2003).
148. "Coulomb Explosion of Benzene Induced by an Intense Laser Field",
S. Shimizu, V. Zhakhovskii, F. Sato, S. Okihara, S. Sakabe, K. Nishihara, Y. Izawa, T. Yatsuhashi,
N. Nakashima,
J. Chem. Phys. **117**(7), 3180-3189(2002).

147. "Xylylene Formation from vibrationally Hot Cyclophanes: Specific Dissociation Rate Constants of Strained Molecules",
Y. Hosoi, T. Yatsuhashi, N. Nakashima, Y. Sakata,
J. Phys. Chem. A **106**(10), 2014-2019(2002).
146. "Hot Molecule as an Intermediate in Multiphoton Reaction: First Photoinduced Reaction of Biphenylene",
T. Yatsuhashi, T. Akiho, N. Nakashima,
J. Am. Chem. Soc. **123**(41), 10137-10138(2001).
145. "A Key Factor in Parent and Fragment Ion Formation on Irradiation with an Intense Femtosecond Laser Pulse",
H. Harada, S. Shimizu, T. Yatsuhashi, S. Sakabe, Y. Izawa, N. Nakashima,
Chem. Phys. Lett. **342**(5-6), 563-570(2001).
144. "VUV laser Chemistry-Formation of Hot Molecules and their Reactions",
T. Yatsuhashi, N. Nakashima,
Bull. Chem. Soc. Jpn. **74** (4), 579-593(2001).
143. "The Interaction of Ultra-short High-intensity Laser Pulses with Large Molecules and Clusters: Experimental and Computational Studies",
S. Sakabe, K. Nishihara, N. Nakashima, J. Kou, S. Shimizu, V. Zhakhovskii, H. Amitani, F. Sato,
Phys. Plasmas, **8**(5), 2517-2524(2001).
142. "Large Molecules in High-intensity Laser Fields",
N. Nakashima, S. Shimizu, T. Yatsuhashi, S. Sakabe, Y. Izawa,
J. Photochem. Photobiol. C, **1**(2), 131-143(2000).
141. "Vacuum-UV Three-photon Chemical Reaction via vibrationally Hot Molecules: Decomposition of Triphenylmethane",
T. Yatsuhashi, N. Nakashima,
J. Phys. Chem. A **104** (46), 10645-10647(2000).
140. "Photosensitized Luminescence of Nd(III) Coordinated with 8-Quinolinolates in DMSO-*d*₆",
M. Iwamuro, T. Adachi, Y. Wada, T. Kitamura, N. Nakashima, S. Yanagida,
Bull. Chem. Soc. Jpn. **73**(6), 1359-1363(2000).
139. "Anisotropic Coulomb Explosion of C₆₀ Irradiated with a High-intensity Femtosecond Laser Pulse",
J. Kou, V. Zhakhovskii, S. Sakabe, K. Nishihara, S. Shimizu, S. Kawato, M. Hashida, K. Shimuzu,
S. Bulanov, Y. Izawa, Y. Kato, N. Nakashima,
J. Chem. Phys. **112**, 5012-5020(2000).

138. "Photosensitized Luminescence of Novel β -Diketonato Nd(III) Complexes in Solution",
M. Iwamuro, Y. Wada, T. Kitamura, N. Nakashima, S. Yanagida,
Phys. Chem. Chem. Phys. **2** (10) 2291-2296(2000).
137. "Hot Molecule as an Intermediate in Multiphoton Reaction Two-photon Decarbonylation of Coumarin",
T. Yatsuhashi, N. Nakashima,
J. Phys. Chem. A **104**(6), 1095-1099(2000).
136. "Coulomb Explosion of Benzene Irradiated by an Intense Femtosecond Laser Pulse",
S. Shimizu, J. Kou, S. Kawato, K. Shimizu, S. Sakabe, N. Nakashima,
Chem. Phys. Lett. **317**, 609-614(2000).
135. "Decomposition of Gaseous Phthalic Anhydride from a vibrationally Hot Molecule Formed by ArF Laser Excitation",
T. Yatsuhashi, N. Nakashima,
J. Phys. Chem. A **104**(2), 203-208(2000).
134. "Luminescence of Novel Neodymium Sulfonylamine Complexes in Organic Media",
Y. Hasegawa, T. Ohkubo, K. Sogabe, Y. Kawamura, Y. Wada, N. Nakashima, S. Yanagida,
Angewandte Chemie Int ed. **39**(2), 357-360(2000).
133. "Photoreduction of Sm³⁺ to Sm²⁺ in Alcholic Solution",
M. Kusaba, Y. Tsunawaki, N. Nakashima,
Materials Science Forum, **315-317**, 211-215(1999).
132. "Multiphoton Reduction of Eu³⁺ to Eu²⁺ in Methanol using Intense, Short Pulses from a Ti:sapphire Laser",
N. Nakashima, S. Nakamura, S. Sakabe, H. Schillinger, Y. Hamanaka, C. Yamanaka, M. Kusaba,
N. Ishihara, Y. Izawa, *J. Phys. Chem.* **103**, 3910-3916 (1999).
131. "Laser Ablative Shaping of Plastic Optical Components for Phase Control",
T. Jitsuno, K. Tokumura, N. Nakashima, M. Nakatsuka,
Appl. Opt., **38**(15), 3338-3342(1999).
130. "Aerobic Oxidation of a Disulfide to its Sulfonate Leading to Supramolecular Pyridine-2-sulfonato Cu(II) and Zn(II) Complexes",
K. Kimura, T. Kimura, I. Kinoshita, N. Nakashima, K. Kitano, T. Nishioka, K. Isobe,
Chem. Commun. **1999**, 497-498(1999).
129. "Enhanced Liminescence of Lanthanide Complexes in Polymer Matrices",

Y. Hasegawa, K. Sogabe, Y. Yada, T. Kitamura, N. Nakashima, S. Yanagida,
Chem. Lett. **1999**, 35-36(1999).

128. "Enhanced Emission of Nd³⁺ in Liquid Systems: Formation of Symmetrical Rigid Shells of Tightly Solvated DMSO Molecules and Weakly Coordinated Low-vibrational β-Diketonate Ligands",
Y. Hasegawa, M. Iwamuro, K. Murakoshi, Y. Yada, R. Arakawa, T. Yamanaka, N. Nakashima, S. Yanagida,
Bull. Chem. Soc. Jpn. **71**(11) 2573-2581(1998).
127. "Liminescence of Nd³⁺ Complexes with Some Asymetric Ligands in Organic Solutions",
M. Iwamuro, Y. Hasegawa, Y. Yada, K. Murakoshi, T. Kitamura, N. Nakashima, T. Yamanaka, S. Yanagida,
J. Luminescence, **79**(11), 29-38(1998).
126. "Strategies for Enhancing Photoluminescence of Nd³⁺ in Liquid Media",
S. Yanagida, Y. Hasegawa, K. Murakoshi, Y. Yada, N. Nakashima, T. Yamanaka,
Coordination Chem. Rev., **171**, 461-480(1998).
125. "Emission Properties of Nd³⁺ and Yb³⁺ Complexes for a Liquid Laser", (in Japanese)
J. -H. Kim, N. Nakashima, Y. Hasegawa, Y. Yada, S. Yanagida, T. Yamanaka,
Rev. Laser Eng. **26**(9), 691-695(1998).
124. "Influence of Laser Pulse Duration on N₂⁺, N⁺, and N²⁺ Formation Processes in the Nitrogen Molecule",
A. F. Iskanderov, T. U. Arslanbekov, J. Kou, S. Sakabe, N. Nakashima, Y. Kato, C. Yamanaka, "
Rev. Laser Eng. **26**(7), 565-567(1998).
123. "C₆₀^{q+} (q=1,2,3,4) Formation by Intense Femtosecond Laser Irradiation",
J. Kou, N. Nakashima, S. Sakabe, S. Kawato, H. Ueyama, T. Urano, T. Kuge, Y. Izawa, Y. Kato,
Chem. Phys. Lett. **289**, 334-337(1998).
122. "Two-photon Dissociation of Paracyclophane and Formation of *p*-Quinodimethane by 193 nm Laser Photolysis",
S. Shimizu, N. Nakashima, Y. Sakata,
Chem. Phys. Lett., **284**, 396-400(1998).
121. "First Observation of Photosensitized Luminescence of Nd³⁺ in Organic Solution",
M. Iwamuro, Y. Hasegawa, Y. Kimura, K. Murakoshi, Y. Yada, T. Kitamura, N. Nakashima, T. Yamanaka, S. Yanagida,
Chem. Lett. **1997**, 1067-1068(1997).

120. "One-photon Reduction of Sm³⁺ to Sm²⁺",
M. Kusaba, Y. Tsunawaki, N. Nakashima,
J. Photochem. Photobiol. A: Chem. **104**, 35-37(1997).
119. "Femtosecond-Picosecond Fluorescence Studies on the Excited State Dynamics of Photoactive Yellow Protein from Ectothiorhodospira Halophila",
H. Chosrowjan, N. Mataga, N. Nakashima, Y. Iwamoto, F. Tokunaga,
Chem. Phys. Lett. **270**, 267-272 (1997).
118. "Visible Light Induced Photo-oxidation of Water. Formation of Intermediary Hydroxyl Radicals Through the Photoexcited Triplet State of Perfluorophenazine",
T. Kitamura, H. Fudemoto, Y. Wada, K. Murakoshi, M. Kusaba, N. Nakashima, T. Majima, S. Yanagida,
J. Chem. Soc. Faraday Trans. **93**, 221-229(1997).
117. "Mechanistic Studies of the One-electron Oxidation of Water to Hydroxyl Radicals Photosensitized by Perfluorinated *p*-Terphenyl",
T. Kitamura, Y. Wada, K. Murakoshi, M. Kusaba, N. Nakashima, A. Ishida, T. Majima, S. Takamuku, T. Akano, S. Yanagida,
J. Chem. Soc-Faraday Trans. **92**, 3491-3495(1996).
116. "Synthesis of 2,2':5',2"-Terpyridine and 2,2':5',2":5",2""-Quaterpyridine and their Photocatalysis of the Reduction of Water",
S. Yanagida, T. Ogata, Y. Kuwana, Y. Wada, K. Murakoshi, A. Ishida, S. Takamuku, M. Kusaba, N. Nakashima,
J. Chem. Soc-Perkin Trans. 2, **92**, 1963-1969(1996).
115. "Reaction Dynamics of Hot Naphthalene Molecules in the Gas Phase with ArF Laser Excitation",
T. Suzuki, T. Ichimura, M. Kusaba, N. Nakashima,
Chem. Phys. Lett. **263**, 197-202(1996).
114. "Characteristic Emission of β -Diketonato Nd³⁺ Complexes Dressed with Perfluoroalkyl Groups in DMSO-d₆",
Y. Hasegawa, K. Murakoshi, Y. Yada, J. -H. Kim, N. Nakashima T. Yamanaka, S. Yanagida,
Chem. Phys. Lett. **260**, 173-177(1996).
113. "Enhanced Emission of Deuterated Tris(hexafluoroacetylacetoneato) neodymium(III) Complex in Solution by Suppression of Radiationless Transition via Vibrational Excitation",
Y. Hasegawa, Y. Kimura, K. Murakoshi, Y. Yada, J. -H. Kim, N. Nakashima, T. Yamanaka, S. Yanagida,
J. Phys. Chem. **100**, 10201-10205(1996).

112. "F₂ Laser (158 nm) Photolysis of CO₂ Hydrofluorocarbon Systems",
M. Kojima, Y. Ojima, N. Nakashima, Y. Izawa, C. Yamanaka, Y. Akano,
J. Photochem. Photobiol. A: Chem. **95**, 197-202(1996).
111. "Enhancement of Luminescence of Nd³⁺ Complex with Deuterated Hexafluoroacetylacetoneato Ligands in Organic Solvent",
Y. Hasegawa, K. Murakoshi, Y. Yada, S. Yanagida, J. -H. Kim, N. Nakashima, T. Yamanaka,
Chem. Phys. Lett. **248**, 8-12(1996).
110. "Phenazine-Photosensitized Reduction of CO₂ Mediated by a Cobalt-Cyclam Complex through Electron and Hydrogen Transfer",
T. Ogata, Y. Yamamoto, Y. Wada, K. Murakoshi, M. Kusaba, N. Nakashima, A. Ishida, S. Takamuku, S. Yanagida,
J. Phys. Chem. **99**, 11916-11922(1995).
109. "VUV Laser Photolysis of CO₂ Systems",
N. Nakashima, Y. Ojima, M. Kojima, Y. Izawa, C. Yamanaka, T. Akano,
Energy Conv. Manag. **36**, 673-676(1995).
108. "A Novel CO₂ Photoreduction System Consisting of Phenazine as a Photosensitizer and Cobalt Cyclam as a CO₂ Scavenger",
S. Yanagida, T. Ogata, Y. Yamamoto, Y. Wada, K. Murakoshi, M. Kusaba, N. Nakashima, A. Ishida, S. Takamuku,
Energy Conv. Manag. **36**, 601-604(1995).
107. "Laser Photochemistry of Lanthanide Ions",
N. Nakashima, M. Kusaba, Y. Izawa, C. Yamanaka, W. Kawamura,
JAERI-CONF, 95-005, **2**, 891-897(1995).
106. "Two-Photon Reduction of Eu³⁺ to Eu²⁺ via the f'↔f Transitions in Methanol",
M. Kusaba, N. Nakashima, Y. Izawa, C. Yamanaka, W. Kawamura,
Chem. Phys. Lett. **221**, 408-411(1994).
105. "Determination of Anions in Aqueous Solution by Measuring the Absorption of Radicals and Hydrated Electrons using a UV Laser",
A. Iwata, N. Nakashima, Y. Izawa, C. Yamanaka,
Anal. Sci. **9**, 807-810(1993).
104. "One-photon Ionization of Liquid Water upon 193nm Laser Irradiation",
A. Iwata, N. Nakashima, Y. Izawa, C. Yamanaka,
Chem. Lett. **1993**, 1939-1940(1993).
103. "Possible Applications of FEL in UV Photochemistry and Nuclear Waste Reprocessing",

N. Nakashima, T. Shimada, Y. Izawa, C. Yamanaka,
*Nuclear Instru. Methods A***331**, 250-253(1993).

102. "Laser Photolysis of Benzene at 158 nm",
T. Shimada, N. Nakashima, Y. Ojima, Y. Izawa, C. Yamanaka,
J. Chem. Phys. **98**, 9218-9219(1993).
101. "Quantum Yields of Hydrated Electrons by UV Laser Irradiation",
A. Iwata, N. Nakashima, M. Kusaba, Y. Izawa, C. Yamanaka,
Chem. Phys. Lett. **207**, 137-142(1993).
100. "On-line Real-time Detection Method for Trace Cl⁻ in Aqueous Solution",
A. Iwata, C. Yamanaka, N. Nakashima, Y. Izawa,
Anal. Chim. Acta **227**, 25-30(1993).
99. "High Photoreduction Yield of Eu³⁺ to Eu²⁺ in Alcoholic Solutions and its Wavelength Dependence",
M. Kusaba, N. Nakashima, W. Kawamura, Y. Izawa, C. Yamanaka,
J. Alloys Comp. **192**, 284-286(1993).
98. "Efficient and Selective Electron Mediation of Cobalt Complexes with Cyclam and Related Macrocycles in the *p*-Terphenyl-catalyzed Photoreduction of CO₂",
S. Matsuoka, K. Yamanoto, M. Kusaba, N. Nakashima, E. Fujita, S. Yanagida,
J. Am. Chem. Soc. **115**, 601-609(1993).
97. "Higher Yield of Photoreduction of Eu³⁺ to Eu²⁺ with Shorter Wavelength Irradiation",
M. Kusaba, N. Nakashima, Y. Izawa, W. Kawamura, C. Yamanaka,
Chem. Phys. Lett. **197**, 136-140(1992).
96. "Photolysis of CO₂ with a 158-nm (F₂) Laser. Reactivity of O(¹D) with CH₄, CF₃H, and CF₃CH₃",
M. Kojima, Y. Ojima, N. Nakashima, Y. Izawa, Y. Akano, C. Yamanaka,
Chem. Lett. **1992**, 1309-1312(1992).
95. "Dissociation Rate Constants of Alkylbenzenes from Hot Molecules Formed by 158-nm (F₂ Laser) Irradiation",
T. Shimada, Y. Ojima, N. Nakashima, Y. Ojima, Y. Izawa, C. Yamanaka,
J. Phys. Chem. **96**, 6298-6302(1992).
94. "Photocatalysis of Oligo(*p*-phenylenes). Photochemical Reduction of Carbon Dioxide with Triethylamine",
S. Matsuoka, T. Kohzuki, C. Pac, A. Ishida, S. Takamuku, M. Kusaba, N. Nakashima, S. Yanagida,

93. "Photocatalysis of Oligo(*p*-pheylenes). Photoreductive Production of Hydrogen and Ethanol in Aqueous Triethylamine",
S. Matsuoka, H. Fujii, T. Yamada, C. Pac, A. Ishida, S. Takamuku, M. Kusaba, N. Nakashima, S. Yanagida, K. Hashimoto, T. Sakata,
J. Phys. Chem. **95**, 5802-5808(1991).
92. "Differences in the Photobleaching Process between 7-*cis*-and 11-*cis*-Rhodopsins: A Unique Interaction Change between the Chromophore and the Protein during the Lumi-meta I Transition",
Y. Shichida, H. Kandori, T. Okada, T. Yoshizawa, N. Nakashima, K. Yoshihara,
Biochemistry **30**, 5918-5926(1991).
91. "Electron Transfer between Adsorbed Dye Molecules and Organic Crystals: Model Character of the Adsorption System for Certain Aspects in Photosynthesis",
K. Kemnitz, N. Nakashima, K. Yoshihara,
Studies in Surface Science and Catalysis, **47**, 145-162(1989).
90. "All Solid State Copper Vapor Laser",
H. Deguchi, T. Hatakeyama, E. Fujiwara, S. Sugawara, E. Murata, H. Itoh, O. Sugimoto, Ch. Yamanaka, N. Nakashima, Y. Izawa, C. Yamanaka,
Rev. Laser Eng. **17**, 714-720(1989, *in Japanese*).
89. "Role of Hot Molecules Formed by Internal Conversion in UV Single-Photon and Multiphoton Chemistry",
N. Nakashima, K. Yoshihara,
J. Phys. Chem. **93**, 7763-7771(1989).
88. "Temperature-induced Changes in the Coenzyme Environment of D-amino Acid Oxidase Revealed by the Multiple Decays of FAD Fluorescence",
F. Tanaka, N. Tamai, I. Yamazaki, N. Nakashima, K. Yoshihara,
Biophys. J. **56**, 901-909(1989).
87. "Temperature Dependence of Fluorescence Decays of Isolated Rhodamine B Molecules Adsorbed on Semiconductor Single Crystals",
K. Kemnitz, N. Nakashima, K. Yoshihara, H. Matsunami,
J. Phys. Chem. **93**, 6704-6710 (1989).
86. "Laser-ignited Explosive Decomposition of Organometallic Compounds",
N. Shimo, N. Nakashima, K. Yoshihara,
Chem. Phys. Lett. **156**, 31-34(1989).

85. "Laser-induced Electron Liberation from Carbazole-containing Bilayer Membranes in Aqueous Systems",
H. Nakamura, H. Fujii, H. Sakaguchi, T. Matsuo, N. Nakashima, K. Yoshihara, T. Ikeda, S. Tazuke,
J. Phys. Chem. **92**, 6151-6156(1988).
84. "Hot Toluene as an Intermediate of UV Multiphoton Dissociation",
N. Nakashima, N. Ikeda, K. Yoshihara,
J. Phys. Chem. **92**, 4389-4396(1988).
83. "Electron Transfer by Isolated Rhodamine B Molecules Adsorbed on Organic Single Crystals. A Solvent-free Model System",
K. Kemnitz, N. Nakashima, K. Yoshihara,
J. Phys. Chem. **92**, 3915-3925(1988).
82. "Hot Molecule Mechanism in the Photochemistries of Benzene, Alkylbenzenes, and Olefins",
N. Nakashima, K. Yoshihara,
Phys. Org. Chem. **31**, 523-528(1987).
81. "Picosecond Transient Absorption Spectral and Kinetic Study on Benzophenone Microcrystals by Diffuse Reflectance Laser Photolysis Method",
N. Ikeda, K. Imagi, H. Masuhara, N. Nakashima, K. Yoshihara,
Chem. Phys. Lett. **140**, 281-285(1987).
80. "ArF Laser Photolysis of Phenol and Anisole",
Y. Kajii, K. Obi, N. Nakashima, K. Yoshihara,
J. Chem. Phys. **87**, 5059-5063(1987).
79. "Direct Measurements of Formation Rate Constants of Allylic Radical from Hot Olefins Formed by Internal Conversion. I",
N. Nakashima, N. Ikeda, N. Shimo, K. Yoshihara,
J. Chem. Phys. **87**, 3471-3481(1987).
78. "Photophysics and Photochemistry of Sulphonated Derivatives of 9, 10-Anthraquinone 'Strong' versus 'Weak' Sensitizers",
J. N. Moore, D. Phillips, N. Nakashima, K. Yoshihara,
JCS, Trans. Faraday Soc. II, **83**, 1487-1508(1987).
77. "Oscillator Strengths of the Ultraviolet Bands of Hot and Relaxed Methallyl, Allyl, and Methyl Radicals",
N. Nakashima, K. Yoshihara,
Laser Chem. **7**, 177-196(1987).

76. "Deuterium Isotope Effects on Photodecomposition of Alkylbenzenes",
Y. Kajii, K. Obi, I. Tanaka, N. Ikeda, N. Nakashima, K. Yoshihara,
J. Chem. Phys. **86**, 6115-6118(1987).
75. "Site-dependent Fluorescence Lifetimes of Isolated Molecules Adsorbed on Organic Single Crystals and Other Substrates",
K. Kemnitz, N. Tamai, I. Yamazaki, N. Nakashima, K. Yoshihara,
J. Phys. Chem. **91**, 1423-1430(1987).
74. "Fluorescence Decays and Spectral Properties of Rhodamine B in Submono-, Mono-, and Multilayer Systems",
K. Kemnitz, N. Tamai, I. Yamazaki, N. Nakashima, K. Yoshihara,
J. Phys. Chem. **90**, 5094-5101(1986).
73. "Photochemistry of Acetylene at 193 nm: Two Pathways for Diacetylene Formation",
K. Seki, N. Nakashima, N. Nishi, M. Kinoshita,
J. Chem. Phys. **85**, 274-279(1986).
72. "Laser Flash Photolysis of 1-Alkenes at 193 nm in the Gas Phase: Effect of Molecular Size on the Formation Yield of Allyl Radical",
N. Shimo, N. Nakashima, Ikeda, K. Yoshihara,
J. Photochem. **33**, 279-289(1986).
71. "Photochemistry of 9, 10-Anthraquinone-2, 6-disulphonate",
J. N. Moore, D. Phillips, N. Nakashima, K. Yoshihara,
JCS, Trans. Faraday Soc. II, **82**, 745-761(1986).
70. "The UV Absorption Spectrum of Trimethylsilyl Radical in the Gas Phase",
N. Shimo, N. Nakashima, K. Yoshihara,
Chem. Phys. Lett. **125**, 303-306(1986).
69. "Photochemical *trans* to *cis* Isomerization of 1, 2-Bis(heteroaryl)ethylenes: 1, 2-Bis(pyrazinyl)ethylene",
P. -H. Bong, H. J. Kim, K. H. Chae, S. C. Shim, N. Nakashima, K. Yoshihara,
J. Am. Chem. Soc. **108**, 1006-1014(1986).
68. "Nanosecond Laser Flash Photolysis Study of 1,2-Bispyrazylethylene",
P. -H. Bong, S. C. Shim, K. H. Chae, N. Nakashima, K. Yoshihara,
J. Photochem. **31**, 223-232(1985).
67. "Fluorescence Properties of Ergosterol",

- N. Nakashima, S. R. Meech, A. R. Auty, A. C. Jones, D. Phillips,
J. Photochem. **30**, 207-214(1985).
66. "ArF Laser Flash Photolysis of Hexafluorobenzene Vapor: Formation of Hot Molecules and their Collisional Relaxation",
T. Ichimura, Y. Mori, N. Nakashima, K. Yoshihara,
J. Chem. Phys. **83**, 117-123(1985).
65. "Photochemistry of Toluene Vapor at 193 nm. Direct Measurements of Formation of Hot Toluene and the Dissociation Rate to Benzyl Radical",
N. Ikeda, N. Nakashima, K. Yoshihara,
J. Chem. Phys. **82**, 5285-5286(1985).
64. "Observation of the Ultraviolet Absorption Spectrum of Phenyl Radical in the Gas Phase",
N. Ikeda, N. Nakashima, K. Yoshihara,
J. Am. Chem. Soc. **107**, 3381-3382(1985).
63. "Efficient Generation of Picosecond Coherent Tunable Radiation Between 190 and 212 nm by Sum-Frequency Mixing from Raman and Optical Parametric Radiations",
Y. Takagi, M. Sumitani, N. Nakashima, K. Yoshihara,
IEEE J. Quantum Electron. **QE-21**, 193-195(1985).
62. "Channel-three Decay in Benzene: A Picosecond Fluorescence Investigation",
M. Sumitani, D. V. O'Connor, Y. Takagi, N. Nakashima, K. Kamogawa, Y. Udagawa, K. Yoshihara,
Chem. Phys. **93**, 359-371(1985).
61. "Channel-three Decay in C₆D₆",
D. V. O'Connor, M. Sumitani, Y. Takagi, N. Nakashima, K. Kamogawa, Y. Udagawa K. Yoshihara,
Chem. Phys. **93**, 373-380(1985).
60. "Micellized Sites of Dyes in Sodium Dodecyl Sulfate Micelles as Revealed by Time-resolved Energy-transfer Studies",
K. Kasatani, M. Kawasaki, H. Sato, N. Nakashima,
J. Phys. Chem. **89**, 542-545(1985).
59. "Formation and Relaxation of Hot Benzyl Radicals in the Gas Phase",
N. Ikeda, N. Nakashima, K. Yoshihara,
J. Phys. Chem. **88**, 5803-5806(1984).
58. "Direct Measurements of Formation Rates of Allylic Radicals from vibrationally Excited Ethylene Derivatives",

N. Nakashima, N. Shimo, N. Ikeda, K. Yoshihara,
J. Chem. Phys. **81**, 3738-3739(1984).

57. "Theory of Time-resolved Photon Absorption by Molecules after Radiationless Transition. Application to Benzene after $S_2 \rightarrow S_0$ ",
Y. Fujimura, M. Arai, N. Nakashima, K. Yoshihara,
Bull. Chem. Soc. Jpn. **57**, 2947-2953(1984).
56. "Absorption Spectrum of the Triplet State and the Dynamics of Intramolecular Motion of Polystyrene",
S. Tagawa, N. Nakashima, K. Yoshihara,
Macromolecules, **17**, 1167-1169(1984).
55. "Time-resolved Absorption Spectroscopic Studies on the Reaction of Conformationally Fixed *o*-(9-Fluorenyl)phenylnitrenes",
S. Murata, T. Sugawara, N. Nakashima, K. Yoshihara, H. Iwamura,
Tetrahedron Lett. **25**, 1933-1936(1984).
54. "Formation of Hot Hexafluorobenzene in the 193 nm Photolysis",
T. Ichimura, Y. Mori, N. Nakashima, K. Yoshihara,
Chem. Phys. Lett. **104**, 533-537(1984).
53. "The Photoionization Mechanism of *N,N,N',N'*-Tetramethyl-penylendiamine in Acetonitrile",
S. Nakamura, N. Kanamaru, S. Nohara, H. Nakamura, Y. Saito, J. Tanaka, M. Sumitani, N. Nakashima,
Bull. Chem. Soc. Jpn. **57**, 145-150(1984).
52. "Interaction of Cationic Dye and Anionic Detergent above and below the Critical Micelle Concentration as Revealed by Fluorescence Characteristics",
H. Sato, M. Kawasaki, K. Kasatani, N. Nakashima, K. Yoshihara,
Bull. Chem. Soc. Jpn. **56**, 3588-3594(1983).
51. "Fluorescence Spectra from Highly Excited Vibrational Levels in Benzene",
D. V. O'Connor, N. Sumitani, Y. Takagi, N. Nakashima, K. Kamogawa, Y. Udagawa, K. Yoshihara,
J. Phys. Chem. **87**, 4848-4854(1983).
50. "Picosecond Fluorescence Measurement of Submono- and Mono-layer of Adsorbed Rhodamine B on a Single Crystal of Naphthalene and on Glass",
K. Kemnitz, T. Murao, I. Yamazaki, N. Nakashima, K. Yoshihara,
Chem. Phys. Lett. **101**, 337-340(1983).
49. "Transient Absorption Spectra of the Excited States of Triptycene and 3-Acetyltriptycene",

- T. Sugawara, H. Iwamura, N. Nakashima, K. Yoshihara, H. Hayashi,
Chem. Phys. Lett. **101**, 303-306(1983).
48. "Assignment of the E Absorption Transitions in C₆D₆ by Means of Isolated-Molecule Fluorescence Spectra",
Y. Takagi, M. Sumitani, D. V. O'Connor, N. Nakashima, K. Kamogawa, Y. Udagawa, K. Yoshihara,
Chem. Phys. Lett. **99**, 445-449(1983).
47. "Laser Flash Photolysis of Benzene. VIII. Formation of Hot Benzene from the S₂ State and its Collisional Deactivation",
N. Nakashima, K. Yoshihara,
J. Chem. Phys. **79**, 2727-2735(1983).
46. "Fluorescence Quantum Yields of S₁ Benzene in the Channel 3 Region",
M. Sumitani, D. V. O'Connor, Y. Takagi, N. Nakashima, K. Kamogawa, Y. Udagawa, K. Yoshihara,
Chem. Phys. Lett. **97**, 508-512(1983).
45. "Intramolecular Charge-transfer Fluorescence from 9,9'-Bianthryl Adsorbed on Porous Glass",
N. Nakashima, D. Phillips,
Chem. Phys. Lett. **97**, 337-341(1983).
44. "Generation of High-power Picosecond Continuously Tunable Radiation between 215 and 245 nm by Mixing of Raman and Optical Parametric Light",
Y. Takagi, M. Sumitani, N. Nakashima, D. V. O'Connor, K. Yoshihara,
Appl. Phys. Lett. **42**, 489-491(1983).
43. "Picosecond Laser Fluorometry of FAD of D-amino Acid Oxidase-benzoate Complex",
K. Yagi, F. Tanaka, N. Nakashima, K. Yoshihara,
J. Biol. Chem. **258**, 3799-3802(1983).
42. "Picosecond Fluorescence Studies of P700-Enriched Particles of Spinach Chloroplasts",
K. Kamogawa, J. M. Morris, Y. Takagi, N. Nakashima, K. Yoshihara, I. Ikegami,
Photochem. Photobiol. **37**, 207-213(1983).
41. "Laser Flash Photolysis of Benzene VI. Photolysis in Aqueous Solution",
N. Shimo, N. Nakashima, K. Yoshihara,
Bull. Chem. Soc. Jpn. **56**, 389-391(1983).
40. "Low-Temperature and Time-Resolved Absorption Spectral Studies on the *sp*- and *ap*-2-(9-Fluorenyl)phenylnitrenes Generated from 1-Azatriptycene and 2-(9-Fluorenyl)phenyl

Azide",

T. Sugawara, N. Nakashima, K. Yoshihara, H. Iwamura,

J. Am. Chem. Soc. **105**, 858-862 (1983).

39. "Photoreduction of Polyhalogenated Anthraquinones by Direct Electron Transfer from Alcohol",

H. Inoue, K. Ikeda, H. Mihara, M. Hida, N. Nakashima, K. Yoshihara,

Chem. Phys. Lett. **95**, 60-65(1983).

38. "Laser Photolysis of Benzene. V. Formation of Hot Benzene",

N. Nakashima, K. Yoshihara,

J. Chem. Phys. **77**, 6040-6050(1982).

37. "Laser Flash Photolysis of Benzene. VII. Fluorescence Decay in the Channel 3 Region",

Y. Takagi, M. Sumitani, N. Nakashima, D. V. O'Connor, K. Yoshihara,

J. Chem. Phys. **77**, 6337-6338(1982).

36. "Laser Flash Photolysis of Benzene. IV. Physicochemical Properties of Mist Produced by Laser Excitation",

N. Nakashima, K. Yoshihara,

Bull. Chem. Soc. Jpn. **55**, 2783-2787(1982).

35. "Picosecond Fluorescence Lifetimes of Anthraquinone Derivatives. Radiationless Deactivation via Intra- and Intermolecular Hydrogen Bonds",

H. Inoue, M. Hida, N. Nakashima, K. Yoshihara,

J. Phys. Chem. **86**, 3184-3188(1982).

34. "Nanosecond Laser Flash-photolysis of 1-Alininonaphthalene",

H. Nakamura, J. Tanaka, N. Nakashima, K. Yoshihara,

Bull. Chem. Soc. Jpn. **55**, 1795-1797(1982).

33. "Steady-state and Picosecond Studies of Energy Transfer between Dyes with Closely Located S₁-Levels. Rhodamine-6G and 3,3'-Diethylthiacarbocyanine Iodide in Acetone Solution",

Y. Kusumoto, H. Sato, K. Maeno, S. Yashiro, N. Nakashima,

Bull. Chem. Soc. Jpn. **54**, 60-64(1981).

32. "Picosecond Laser Spectroscopy of Intramolecular Heteroexcimer Systems. Time-resolved Fluorescence Studies of p-(CH₃)₂NC₆H₄-(CH₂)_n-(9-Anthryl), p-(CH₃)₂NC₆H₄-(CH₂)_n-(1-Pyrenyl) Systems and 9, 9'-Bianthryl",

M. Migita, T. Okada, N. Mataga, Y. Sakata, S. Misumi, N. Nakashima, K. Yoshihara,

Bull. Chem. Soc. Jpn. **54**, 3304-3311(1981).

31. "Picosecond Transient Behavior of Reaction-center Particles of Photosystem I Isolated from

Spinach Chloroplasts. Energy Transfer and Electron Transfer upon Single and Multiple Photon Excitation",

K. Kamogawa, A. Namiki, N. Nakashima, K. Yoshihara, I. Ikegami,
Photochem. Photobiol. **33**, 511-516(1981).

30. "Laser Flash Photolysis of Benzene. III. $S_n \leftarrow S_1$ Absorption of Gaseous Benzene",

N. Nakashima, H. Inoue, M. Sumitani, K. Yoshihara,
J. Chem. Phys. **73**, 5976-5980(1980).

29. "Biphotonic Ionization of 8-Anilino-1-naphthalenesulfonate in Polar Solvents",

H. Nakamura, J. Tanaka, N. Nakashima, K. Yoshihara,
Chem. Phys. Lett. **77**, 419-421(1981).

28. "Laser Flash Photolysis of Benzene. II. Laser Induced Cluster Formation in the Gas Phase",

N. Nakashima, H. Inoue, M. Sumitani, K. Yoshihara,
J. Chem. Phys. **73**, 4693-4694(1980).

27. "Fluorescence Decay of 3,3'-Diethylthiacarbocyanine Iodide Sodium Lauryl Sulfonate System-Deaggregation of the Dye and Dye-detergent Aggregate Formation above and below the Critical Micelle Concentration",

H. Sato, K. Kawasaki, Y. Kusumoto, N. Nakashima, K. Yoshihara,
Chem. Lett. **1980**, 1529-1532(1980).

26. "Time-resolved Measurements of Electron and Energy Transfer of Rhodamine B Monolayer on the Surface of Organic Crystals",

N. Nakashima, K. Yoshihara, F. Willig,
J. Chem. Phys. **73**, 3553-3559(1980).

25. "Picosecond Time-Resolved Fluorescence Studies of Intramolecular Heteroexcimers",

M. Migita, T. Okada, N. Mataga, N. Nakashima, K. Yoshihara, Y. Sakata, S. Misumi,
Chem. Phys. Lett. **72**, 229-232(1980).

24. "Picosecond Fluorescence Lifetime of the Coenzyme of D-amino Acid Oxidase",

N. Nakashima, K. Yoshihara, F. Tanaka, K. Yagi,
J. Biol. Chem. **255**, 5261-5163(1980).

23. "Picosecond Study of Energy Transfer between Rhodamine 6G and 3, 3'-Diethylthiacarbocyanine Iodide in the Premicellar Region: Förster Mechanism with Increased Local Concentration",

H. Sato, Y. Kusumoto, N. Nakashima, K. Yoshihara,
Chem. Phys. Lett. **71**, 326-329(1980).

22. "Nanosecond Laser Photolysis of Benzene Monomer and Excimer",

- N. Nakashima, M. Sumitani, I. Ohmine, K. Yoshihara,
J. Chem. Phys. **72**, 2226-2230(1980).
21. "Direct Measurement of the Reaction Rate for *cis*→*trans* Photoisomerization of Stilbene",
M. Sumitani, N. Nakashima, K. Yoshihara,
Chem. Phys. Lett. **68**, 255-257(1979).
20. "Picosecond Flash Photolysis of *cis*- and *trans*-Stilbene. Observation of an Intense Intramolecular Charge-Resonance Transition",
K. Yoshihara, A. Namiki, M. Sumitani, N. Nakashima,
J. Chem. Phys. **71**, 2892-2895(1979).
19. "Fluorescence Quenching Due to the Electron Transfer. Indole-chloromethanes in Rigid Ethanol Glass",
A. Namiki, N. Nakashima, K. Yoshihara,
J. Chem. Phys. **71**, 925-930(1979).
18. "Transfer of Solvated Electrons to Some Aliphatic Halides in Ethanol at 77K. The Role of Frank-Condon Factors",
A. Namiki, N. Nakashima, K. Yoshihara, Y. Ito, T. Higashimura,
J. Phys. Chem. **82**, 1901-1907(1978).
17. "Electron Transfer Distances Obtained by Picosecond Study of Fluorescence Dynamic Quenching",
N. Nakashima, A. Namiki, K. Yoshihara,
J. Photochem. **9**, 230-232(1978).
16. "Temperature Dependence of Fluorescence Lifetimes of *trans*-Stilbene",
M. Sumitani, N. Nakashima, K. Yoshihara, S. Nagakura,
Chem. Phys. Lett. **51**, 183-185(1977).
15. "Measurements of Absorption Spectra Pyrene-*N, N*-Dimethylaniline Exciplex in Various Solvents with Picosecond Laser Photolysis Method",
H. Fujiwara, N. Nakashima, N. Mataga,
Chem. Phys. Lett. **47**, 185-187(1977).
14. "Intersystem Crossing in Anthracene-*N, N*-dimethylaniline Exciplex",
T. Nishimura, N. Nakashima, N. Mataga,
Chem. Phys. Lett. **46**, 334-338(1977).
13. "Picosecond Flash Spectroscopy of Solvent-induced Intramolecular Electron Transfer in the Excited 9, 9'-Bianthryl",

N. Nakashima, M. Murakawa, N. Mataga,

Bull. Chem. Soc. Jpn. **49**, 854-858(1976).

12. "Electronic Structure and Dynamical Behavior of Some Intramolecular Exciplexes",

N. Mataga, T. Okada, H. Masuhara, N. Nakashima, Y. Sakata, S. Misumi,

J. Luminescence, **12/13**, 159-168(1976).

11. "Picosecond Flash Photolysis and Transient Spectral Measurements over the Entire Visible, Near Ultraviolet and Near Infrared Regions",

N. Nakashima, N. Mataga,

Chem. Phys. Lett. **35**, 487-492(1975).

10. "Electronic Excitation Transfer between the Same Kind of Excited Molecules in Rigid Solvents under High-density Excitation with Lasers",

N. Nakashima, Y. Kume, N. Mataga,

J. Phys. Chem. **79**, 1788-1793(1975).

9. "Electron Donor-acceptor Interactions in the Excited State as Studied by Laser Techniques", N. Mataga, N. Nakashima,

Spectroscopy Lett. **8**, 275-302(1975).

8."Molecular Interactions of *p*-(*N*, *N*-Dimethylamino)-Benzonitrile. Electrostatic Self-complex and Hetero-complex Formation in the Ground and Excited States",

N. Nakashiman, N. Mataga,

Bull. Chem. Soc. Jpn. **46**, 3016-3020(1973).

7."Time-resolved Fluorescence Studies on the Formation and Decomposition of the Aromatic Hydrocarbon-aliphatic Amine Exciplex in Solution",

N. Nakashima, N. Mataga, C. Yamanaka,

J. Chem. Kinetics **5**, 833-839(1973).

6."Time-resolved Fluorescence Studies on the Dual Fluorescence Process of *p*-(Dimethylamino)benzonitrile",

N. Nakashima, H. Inoue, N. Mataga, C. Yamanaka,

Bull. Chem. Soc. Jpn. **46**, 2288-2290(1973).

5. "Intramolecular Exciplex Laser",

N. Nakashima, N. Mataga, C. Yamanaka, R. Ide, S. Misumi,

Chem. Phys. Lett. **18**, 386-389(1973).

4. "Time-Resolved Fluorescence Studies on Exciplexes",

N. Nakashima, N. Mataga, F. Ushio, C. Yamanaka,

3. "Time-resolved Fluorescence Studies on Charge Transfer Interactions in 1,2,4,5-Tetracyanobenzene-toluene Complex",
K. Egawa, N. Nakashima N. Mataga, C. Yamanaka,
Bull. Chem. Soc. Jpn. **44**, 3287-3292(1971).
2. "Time-resolved Fluorescence Spectra of *s*-Tetracyanobenzene-toluene Complex",
K. Egawa, N. Nakashima, N. Mataga, Ch. Yamanaka,
Chem. Phys. Lett. **8**, 108-110(1971).
1. "Mechanism of Photodissociation of Hydroquinone Derivatives",
H. Yamada, N. Nakashima, H. Tsubomura,
J. Phys. Chem. **74**, 2897-2903(1970).

2. 著書 (分担執筆, 一部編纂, 監修)

11. "環境とグリーンケミストリー",
中島信昭,
分担 (第2章, 地球温暖化の化学), 東京化学同人 (2002),
改訂版では3章 (2009).
10. "光化学事典",
中島信昭, 30項目 (主としてレーザー関係), 分担、
丸善 (2001).
9. "レーザー工学",
中島信昭,
1項目担当, オーム社, 1999.
8. "近畿地区大学放送講座 未来を拓くレーザー科学",
中島信昭,
1項目担当, 一心社, 1997.
7. "レーザーの科学", (編纂, 監修)
中島信昭,
5項目担当, レーザー技術総合研究所, 丸善, 1997.
6. "レーザーによる金属イオンの酸化還元反応と分離",
中島信昭,
原子力と先端技術[III], pp.133-149, 原産・原子力システム
研究懇談会, 1996.
5. "気体レーザー",
中島信昭,
実験化学講座 7, 分光 II, pp.56-74, 丸善, 1992.
4. "辞典項目の一部担当, 紫外線, 真空紫外線, 可視光線等",
中島信昭の他 約800名,
化学大辞典, 東京化学同人, 1989.
3. "高速化学反応",
中島信昭, 吉原經太郎,
レーザーハンドブック, pp.747-753, 755-756, オーム社, 1982.
2. "分子の励起状態からの反応過程",

中島信昭, 吉原經太郎,
化学総説, **24**, 「ナノ・ピコ秒の化学」, pp.83-100 (1976).

1. "ナノ秒時間分割測定",
岡田 正, 中島信昭, 増原 宏, 又賀 犀,
実験化学講座 4, 基礎技術 3, 光[II], pp.604-634, 丸善, 1976.

3. 総説, 解説, 紀要, 調査報告, 特許 (4件, 章末に記載)

50. "光子場下における有機分子のイオン化",
　　八ッ橋知幸, 中島信昭,
　　しょうとつ (原子衝突研究協会 会誌), **5**(2), 5-21(2008) .
49. "強レーザー場による有機分子のイオン化・クーロン爆発",
　　中島信昭,
　　レーザー研究, **35**(11), 685-690(2007).
48. "高強度レーザー化学" " ,
　　中島信昭,
　　レーザー研究, **34** (3), 217(2006).
47. "高強度フェムト秒レーザーと分子の相互作用 : イオン化の基礎過程とその応用 ~イオ
ン化波長効果~",
　　八ッ橋知幸, 中島信昭,
　　光化学, **36**(1) 10-19(2005).
46. "フェムト秒テクノロジー 基礎と応用, 25章 フェムト秒レーザーによる質量分析法",
　　中島信昭.
　　化学同人 2005.
45. "レーザープロセシング応用便覧』第2章1節",
　　中島信昭.
　　2005, N G T コーポレーション.
44. "フェムト秒レーザーを用いたダイオキシン類検出研究",
　　中島信昭,
　　レーザークロス (財) レーザー総研, 月刊パンフレット, 193号 2004.
43. "フェムト秒質量分析法",
　　中島信昭, 八ッ橋知幸, 篠原秀則, 島田義則,
　　応用物理, **73**(12), 215-219(2004).
42. "先端化学シリーズ II 電気化学/光化学/無機固体/環境ケミカルサイエンス"
　　128-134 (2003),
　　中島信昭.
41. "ダイオキシン類および環境関連物質の微量成分分析技術 (第6章)",
　　中島信昭.

(財) レーザー技術総合研究所, (2002.3).

40. "波長可変レーザーによる環境関連物質の消滅処理に関する調査研究",

中島信昭,

(財) レーザー技術総合研究所, (2002.3).

39. "レーザーによるダイオキシン類計測の最先端",

中島信昭,

(財) レーザー技術総合研究所, 年報 2000-2001, (2001.7).

38. "高強度レーザー化学",

中島信昭,

化学工業, **52**, 520-524 (2001) .

37. "波長可変レーザーによる環境関連物質の消滅処理に関する調査研究",

中島信昭,

(財) レーザー技術総合研究所, (2001.3).

36. "ダイオキシン類および環境関連物質の微量成分分析技術に関する研究 (第 6 章)",

中島信昭,

「環境保全委員会報告書」(財) レーザー技術総合研究所, (2001.3).

35. "高強度レーザーによる C₆₀, ベンゼン等のイオン化とクーロン爆発",

中島信昭,

放射線化学, **70**, 36-39(2000).

34. "先端 Watching 光化学",

中島信昭,

春季年会 光化学フォーラム, 気相の光化学, 9(2000).

33. "ダイオキシン類および環境関連物質の微量成分分析技術に関する研究 (第 6 章)",

中島信昭,

「環境保全委員会報告書」(財) レーザー技術総合研究所, (2000.3).

32. "環境計測へのレーザー応用",

藤田雅之, 綱脇恵章, 中島信昭, 橋田昌樹, 梶井克純,

井澤靖和, 山中千代衛,

レーザー学会研究報告, **RTM-98-61**, 25-30 (1999).

31. "液体レーザーの基礎研究・地球環境関連ガスのレーザー計測に関する研究",

中島信昭,

(財) レーザー技術総合研究所, (1999.3).

30. "コヒーレント化学",
中島信昭,
報告書「次世代高密度エネルギー・ビーム利用技術」
(財) 製造科学技術センター (1999).
29. "超高強度レーザーによる光イオン化",
中島信昭,
光化学, **30**, 64-65(1999).
28. "テラワットレーザー化学",
中島信昭,
レーザー研究, **27**, 411-415(1999).
27. "レーザーによる金属イオンの光酸化還元",
中島信昭,
レーザー技術研究会, (1999).
26. "ここまで来たレーザー応用, エネルギー分野",
井澤靖和, 藤原闘夫, 須藤 収, 和田幸男, 中島信昭,
レーザー研究, **26**, 112-119(1998).
25. "マイクロ・ナノ・ピコ秒のホトリシス法",
中島信昭,
光化学, **24**, 6-10(1997).
24. "希土類イオンのレーザー化学",
中島信昭,
レーザー研究, **24**, 787-795(1996).
23. "レーザーによる金属イオンの光酸化還元反応",
草場光博, 中島信昭, 井澤靖和, 綱脇恵章
生産技術誌, **48**, 2,42-46(1996).
22. "分離を目的としたレーザーによる金属イオンの酸化還元",
中島信昭, 井澤靖和
アイソトープ協会誌, **45**, 65-66(1996).
21. "短波長レーザーによる光学素子表面形状創成",
實野孝久, 徳村敬雨, 濑川靖雄, 中島信昭, 中塚正大, 中井貞雄
光・量子デバイス研究会資料, **O Q D-95-4**(1995).

20. "軟X線レーザー",
中島信昭,
電気学会技術報告, **531**, 放射光励起プロセス技術, 53-55(1995).

19. "レーザーによる精製と分離 - ランタニドイオンの光酸化還元-",
中島信昭,
資源処理技術, **42**, 90-95(1995).

17. "軟X線レーザー, レーザープラズマX線源, レーザーX線管とその応用",
中島信昭,
化学, **50**, 196-197(1995).

16. "光技術応用システムのフィージビリティ開発報告書 XII —高感度・高分解能
光計測技術—",
中島信昭,
(財)光産業技術振興協会, pp.318-324(1992).

15. "f電子を含む金属イオンのレーザー化学",
中島信昭, 草場光博, 尾島勇一, 藤原閑夫, 井澤靖和,
山中千代衛
レーザー研究, **18**, 261-266(1990).

14. "Copper Vapor Laser Operated by a Solid State Switch ",
E. Fujiwara, C. Yamanaka, N. Nakashima, H. Deguchi, C. Yamanaka, E. Murata,
T. Hatakeyama,
SPIE, 'High Power Gas Lasers', **1225**, 270-276(1990).

13. "瞬間を見る レーザーによる可視, 紫外吸収, および蛍光の測定",
中島信昭,
化学と教育, **37**, 629-633 (1989).

12. "Density Measurements of the Lower Level of a Copper Vapor Laser",
Y. Izawa, T. Shimotsu, Ch. Yamanaka, N. Nakashima, E. Fujiwara, T. Yamanaka, S.
Nakai, S. Kuruma, T. Takada, Y. Ojima, C. Yamanaka,
SPIE, 'Metal Vapor, Deep Blue, and Ultraviolet Lasers', **1041**, 19-24(1989).

11. "UV光化学の新しい視点 —ホット分子の生成と反応—",
中島信昭,
レーザー研究, **16**, 241-251(1988).

10. "気相炭化水素及びシラン化合物のエキシマーレーザーによる光化学",
中島信昭,

9. "光化学反応のピコ, ナノ秒分光",
住谷 實, 高木芳弘, 中島信昭, 吉原經太郎,
応用物理, **52**, 941-950(1983).
8. "光パラメトリック変換による高出力ピコ秒連続波長可変レーザー (特に紫外域を中心として)",
高木芳弘, 住谷 實, D. V. O'Connor, 中島信昭, 吉原經太郎,
光・量子デバイス研究会資料, O Q D-83-2 (1983).
7. "光パラメトリック発振器による高出力ピコ秒連続波長可変レーザー",
高木芳弘, 住谷 實, 中島信昭, 吉原經太郎,
レーザー研究, **10**, 419-426(1982).
6. "レーザーによる化学反応",
中島信昭, 吉原經太郎,
光・量子デバイス研究会資料, O Q D-82-59 (1982).
5. "ベンゼンのレーザーホトリシス",
中島信昭,
レーザー研究, **9**, 357-364(1981).
4. "ピコ秒レーザーによる時間分割吸収スペクトルの測定",
並木 章, 住谷 實, 中島信昭, 吉原經太郎,
応用物理, **48**, 784-788(1979).
3. "レーザーによる溶液内励起分の研究 [2]",
又賀 昇, 中島信昭,
レーザー研究, **3**, 64-74(1975).
2. "レーザーによる溶液内励起分の研究 [1]",
又賀 昇, 中島信昭,
レーザー研究, **3**, 2-9(1975).
1. "Measurement of Fluorescence Lifetime in Nanosecond Region by Employing UV-N₂ Laser",
N. Nakashima, Y. Mizumoto, M. Tanaka C. Yamanaka,
Technol. Rep. Osaka Univ. **20**, 657-664 (1970).

特許

4. 特開 2007-51992 目的分子の選別可能なレーザーイオン化質量分析法および装置.
3. 特開2003-121416 微量成分の分子濃度測定方法及び装置.
2. 特開2002-148239 ハロゲン化学分子の濃度の測定方法及び測定装置.
1. "Method for the Preparation of Finely Divided Metal Particles",
N. Shimo, K. Yoshihara, N. Nakashima,
US Patent No. 4844736, Jul. 4, 1989.