

界面分子科学研究部門（流動研究部門）

水 野 彰（教授）＊）

A-1) 専門領域：静電気応用工学

A-2) 研究課題：

- a) DNA 一分子操作
- b) 低温プラズマ化学反応
- c) プラズマと触媒との相互作用

A-3) 研究活動の概略と主な成果

- a) DNA一分子を対象とした微細操作技術の開発を行った。DNA溶液を凍結させることに伴う固液界面の移動によってDNAを基板上に伸張固定することが可能であることを示した。また、先端を曲率半径10 μm 以下に加工した金属マグネシウムから電気分解によってマグネシウムイオンを溶出させることにより、伸張固定したDNA分子近傍の局所的なマグネシウムイオン濃度を高め、制限酵素反応を活性化させ、位置特異的にDNAを切断することが可能であることを明らかにした。
- b) ナノ秒パルス放電による低温プラズマを用いて燃焼排ガス中の窒素酸化物、硫黄酸化物を除去する反応において、炭化水素が重要な因子であることを確かめ、その反応に対する特性を調べた。
- c) 直径数mmの触媒を担持した誘電体粒子を放電空間に充填させ、交流電圧を用いることで低温放電プラズマと触媒との組み合わせを実現し、ガス状汚染物質の分解反応などの効率が大きく向上できることを示した。

B-1) 学術論文

J. KOMATSU, M. NAKANO, H. KURITA, K. TAKASHIMA, S. KATSURA and A. MIZUNO, “Ice-Water Interface Migration by Temperature Controlling for Stretching of DNA Molecules,” *J. Biomol. Struct. Dyn.* **22**, 331–338 (2004).

S. KATSURA, N. HARADA, Y. MAEDA, J. KOMATSU, S. MATSUURA, K. TAKASHIMA and A. MIZUNO, “Activation of Restriction Enzyme by Electrochemically Released Magnesium Ion,” *J. Biosci. Bioeng.* **98**, 293–297 (2004).

G. LI, K. TAKASHIMA, S. KATSURA and A. MIZUNO, “Electrostatic Assisted Formation of Porous Ceramic Film,” *J. Mater. Sci.* **39**, 4067–4068 (2004).

G. LI, K. TAKASHIMA, S. KATSURA and A. MIZUNO, “Electrostatic Assembly of Particle Chains from Fine Particles Suspended in Gas Phase,” *静電気学会誌* **28**, 133–137 (2004).

G. LI, K. TAKASHIMA, S. KATSURA and A. MIZUNO, “Controlled Formation and Deposition of Chain Aggregates from Fine Al_2O_3 Particles,” *Jpn. J. Appl. Phys.* **43**, 722–725 (2004).

Z. Z. SU, J. SAWADA, K. TAKASHIMA, S. KATSURA and A. MIZUNO, “Basic Study for Gas Cleaning Using Discharge and Electrophoresis,” *Catal. Today* **89**, 103–107 (2004).

松井良彦、稲葉光人、高島和則、桂進司、水野彰、「放電と白金触媒の併用によるディーゼル排ガス低温処理」, *静電気学会誌* **28**, 35–40 (2004).

TUN LWIN, 成奉祚、高島和則、桂進司、水野彰,「加圧直流コロナ放電によるポリプロピレンフィルタのエレクトレット化に関する研究」, 静電気学会誌 28, 41–46 (2004).

B-2) 国際会議のプロシーディングス

J. KOMATSU, K. TAKASHIMA, S. KATSURA and A. MIZUNO, “Recovery of yeast chromosomal DNA molecules from agarose gel using electrophoresis and electrolysis,” *Proceedings of IES-ESA Joint Symposium on Electrostatics (International Symposium on Electrostatics and Atmospheric Pressure Plasma Applications)*, 97–102 (2004).

K. TAKASHIMA, J. KOMATSU, S. KATSURA and A. MIZUNO, “On Generation of DNA Molecular Beam and Plasma,” *Proceedings of IES-ESA Joint Symposium on Electrostatics (International Symposium on Electrostatics and Atmospheric Pressure Plasma Applications)*, 435–444 (2004).

J. SAWADA, Y. MATSUI, K. HENSEL, I. KOYAMOTO, K. TAKASHIMA, S. KATSURA and A. MIZUNO, “Micro-discharge in Porous Ceramics for Exhaust Gas Cleaning,” *Proceedings of the 5th International Conference on Applied Electrostatics*, 128–131 (2004).

M. NAKANO, N. NAKAI, M. INOUE, K. TAKASHIMA, S. KATSURA and A. MIZUNO, “Electrostatic droplet-formation in water/oil flow in a microchannel system,” *Proceedings of the 39th IEEE/IAS Annual Meeting*, 61p6 (2004).

Y. KINOSHITA, H. IKEDA, K. TAKASHIMA, S. KATSURA and A. MIZUNO, “NO₃- Reduction for Flue Gas Cleaning Using Wet-type Plasma Reactor,” *Proceedings of the 39th IEEE/IAS Annual Meeting*, 07p2 (2004).

Y. MATSUI, S. KAWAKAMI, K. NISHINAKAMURA, K. TAKASHIMA, S. KATSURA and A. MIZUNO, “Liquid phase fuel reforming at room temperature using nonthermal plasma,” *Proceedings of the 277th ACS National Meeting*, FUEL 75 (2004).

Y. KINOSHITA, N. OKUMURA, K. TAKASHIMA, S. KATSURA and A. MIZUNO, “Influence of iron on ammonium ion generation from nitrate ion in liquid phase using discharge plasma,” *Proceedings of the 277th ACS National Meeting*, FUEL 203 (2004).

Y. MATSUI, J. SAWADA, K. TAKASHIMA, S. KATSURA and A. MIZUNO, “After treatment of NO_x using Combination of Non-thermal Plasma and Catalyst,” *Proceedings of the 4th International Symposium on Non-thermal Plasma Technology for Pollution Control and Sustainable Energy Technology*, 47–51 (2004).

Y. KINOSHITA, N. OKUMURA, K. TAKASHIMA, S. KATSURA and A. MIZUNO, “Combination of Three Different Pulsed Discharges for Water Treatment,” *Proceedings of the 4th International Symposium on Non-thermal Plasma Technology for Pollution Control and Sustainable Energy Technology*, 178–182 (2004).

M. NAKANO, N. NAKAI, K. TAKASHIMA, S. KATSURA and A. MIZUNO, “Injection of Water Droplets into Oil at T-Junction of Microchannel by D.C. High Electric Field,” *Proceedings of 17th International Symposium on Microscale Separations and Capillary Electrophoresis*, 192 (2004).

O. YOGI, T. KAWAKAMI and A. MIZUNO, “Properties of Droplets Formation made by a Cone Jet using a Novel Capillary with and External Electrode,” *Proceedings of the 5th international EHD Workshop*, 114–118 (2004).

M. SUZUKI, S. IMAI, H. MATSUHASHI and A. MIZUNO, “Detection of low energy scattered X-rays using charged spheres,” *Proceedings of the 4th SFE Meeting (SFE2004)*, O 3-3 (2004).

T. LWIN, K. TAKASHIMA, S. KATSURA and A. MIZUNO, “Recovery of Electret Filter Performance by Corona Charging,” *Proceedings of the 4th SFE Meeting (SFE2004)*, P13 (2004).

J. KOMATSU, K. TAKASHIMA, S. KATSURA and A. MIZUNO, “On generation of DNA molecular plasma,” *Proceedings of the 4th SFE Meeting (SFE2004)*, P30 (2004).

B-4) 招待講演

A. MIZUNO, “Environmental application of non-thermal discharge plasma,” 7th Asian Pacific Conference on Plasma Science and Technology, Fukuoka, June 2004.

水野 彰, 「非平衡放電プラズマの環境応用」, 電気学会東海支部, 静岡大学, 2004年1月.

A. MIZUNO, “Atmospheric discharge plasma in combination with catalyst for gas cleaning,” International Workshop on Cold Atmospheric Pressure Plasmas: Sources and Applications, ベルギー, 2004年1月.

B-5) 特許出願

特開2004-293417, 「内燃機関の排気ガス浄化方法及びその装置」, 河西純一、宮永逸男、藤田哲也、水野 彰、内藤健太、大八木茂樹、千林 暁 (いすゞ自動車(株)、水野 彰、日新電機(株))、2003年.

特開2004-247223, 「気体励起用の電極」, 水野 彰、稲葉一弘、飯田暁光、瑠樹伸彦(日鉄鉱業(株))、2003年.

特開2004-290612, 「高電圧放電を用いたまな板殺菌装置と殺菌方法」, 鈴木周一、水野 彰(アドバンスフードテック(株))、2003年.

特開2004-293416, 「内燃機関の排気ガス浄化方法及びその装置」, 河西純一、宮永逸男、藤田哲也、水野 彰、内藤健太、大八木茂樹、千林 暁 (いすゞ自動車(株)、水野 彰、日新電機(株))、2003年.

特開2004-220872, 「無発塵除電除塵システム」, 水野 彰、杉田章夫、鈴木政典、佐藤朋旦、日野利彦、鋒 治幸((株)テクノ菱和、浜松ホトニクス(株)、原田産業(株))、2003年.

特開2004-167315, 「気体の励起装置及び励起方法」, 稲葉一弘、瑠樹伸彦、水野 彰(日鉄鉱業(株))、2002年.

特開2004-068797, 「窒素酸化物除去装置」, 蘇振洲、水野 彰(水野 彰) 2002年.

特開2004-069665, 「DNA分子の片端固定法」, 水野 彰、桂 進司、松浦俊一(桂 進司、水野 彰) 2002年.

特開2004-076701, 「低級炭化水素生成方法及び装置」, 野村重夫、野村由利夫、水野 彰((株)デンソー、水野 彰) 2002年.

特開2004-052609, 「低級炭化水素生成方法及び装置」, 野村重夫、野村由利夫、水野 彰((株)デンソー、水野 彰) 2002年.

B-6) 受賞、表彰

静電気学会 論文賞 (1981).

IEEE/IAS [Industry Applications Society] J. Melcher Prize Paper Award (1991).

静電気学会 論文賞 (1988).

静電気学会 功績賞 (1997).

IEEE/IAS [Industry Applications Society] J. Melcher Prize Paper Award (1998).

International Society of Electrostatic Precipitation M. Johan Holmfeld Award (2001).

IEEE/IAS [Industry Applications Society] J. Melcher Prize Paper Award (2002).

B-7) 学会および社会的活動

学協会役員、委員

静電気学会、電気学会、応用物理学会、化学工学会、エアロゾル学会、日本伝熱学会、IEEE Senior member 会員

静電気学会理事 (1987-).

エアロゾル学会理事 (2000).

IEEE/IAS Electrostatic Processes Committee member.

B-8) 他大学での講義、客員

東京大学大学院工学系研究科電子工学専攻,「バイオ制御工学」,教授(兼任)

B-10) 外部獲得資金

萌芽的研究,「微量液滴形成技術を用いた多色蛍光ビーズ調整技術の開発とゲノム解析への応用」,水野 彰 (2003年-2004年).

基盤研究(B),「染色体DNAの操作プローブ顕微鏡試料の調整および遺伝子マッピングへの応用」,水野 彰 (2000年-2002年).

萌芽的研究,「高電界中のDNA分子の規則的分解の検討」,水野 彰 (2000年-2001年).

萌芽的研究,「高電界によるDNAの分子ビーム化の検討」,水野 彰 (1998年).

民間との共同研究(自動車メーカー・電力会社など),「プラズマ環境応用」,水野 彰 (2004年).

奨学寄附金,「プラズマ環境応用」,水野 彰 (2004年).

奨学寄附金,「プラズマ環境応用」,水野 彰 (2003年).

奨学寄附金,「プラズマ環境応用」,水野 彰 (2002年).

奨学寄附金,「プラズマ環境応用」,水野 彰 (2001年).

奨学寄附金,「プラズマ環境応用」,水野 彰 (2000年).

奨学寄附金,「プラズマ環境応用」,水野 彰 (1999年).

奨学寄附金,「プラズマ環境応用」,水野 彰 (1998年).

C) 研究活動の課題と展望

大気圧プラズマ環境技術・静電気応用の分野 ならびにDNA操作の分野の研究を行っている。前者においては、微粒子の帯電量および運動制御、電気集塵 ならびに非平衡放電プラズマ化学反応を用い燃焼排ガス中の窒素酸化物などの浄化を行なう研究を行っている。ディーゼル排ガス浄化など環境を改善するために有用であると考えており、効率を高め実用化を目指したい。後者の分野においては、静電気力とレーザートラッピングを用いたDNA一分子操作法の開発を行なっている。DNA一分子を、その表面電荷を中和して凝縮させることでせん断応力などによる損傷を防いでレーザー光圧力や静電気力で操作できる。また、凝縮させたDNA一分子を再度、直線状に引き伸ばして固定できること、伸ばしたDNAに制限酵素を結合させ可視化した制限酵素地図を作成できること、伸長固定したDNAを冷凍しつつレーザー局所加熱により制限酵素を活性化して切り出すこと等のDNA一分子を対象とした操作と加工技術の開発を行っている。高電界中にDNA分子を一分子置くことが可能となりつつあるため、DNA分子をビーム化できるかどうかに関心を持っており、実験装置を製作中であり、装置の完成を待ってこの疑問点を追及したいと考えている。

* 2004年4月1日豊橋技術科学大学工学部教授