

非平衡プラズマ研究の過去・現在・未来 ～プラズマ科学と物理学・化学・生物学・〇〇学～

Past / Present / Future of Non-equilibrium Plasma Research
～ Plasma Science and Physics / Chemistry / Biology / 〇〇 Studies ～

東北大院工 〇金子 俊郎

Grad. Sch. of Eng., Tohoku Univ. 〇Toshiro Kaneko

E-mail: kaneko@tohoku.ac.jp

非平衡プラズマを用いたプロセスは、新物質創製等の材料科学分野において必要不可欠な技術となっており、また医学・植物学等の生命科学分野においても、大気圧及び気液界面非平衡プラズマと生体組織・細胞との相互作用の研究が、この 10 年で急激に進展してきている。本講演では、プラズマエレクトロニクス分科会が 30 周年を迎えるにあたり、非平衡プラズマを用いた研究の過去・現在・未来、すなわち、これまでの 10 年の成果とこれからの 10 年の展望について、著者の研究内容を踏まえて紹介したい。

著者のこれまでの 10 年を振り返ると、新機能材料としてナノカーボンならびに金属ナノ粒子の潜在性に注目し、プラズマとナノ・バイオが融合する新しい材料・生命関連科学研究を展開してきた。具体的には、第一に、気相・液相・気液界面のプラズマ「物理学」を原点とする革新的なプロセス技術[1]により、種々の原子を内包するフラーレン[2]、カーボンナノチューブとナノ粒子の複合物質[3]等を創製し、量子コンピューティングデバイス素子や高効率太陽電池等の省エネルギー・創エネルギーのグリーンデバイス創成を目指した研究を進めてきた。第二には、気液界面プラズマの非平衡性の制御に立脚して、生体高分子であるDNAを内包するカーボンナノチューブの創製[4]、局所的な「化学」反応を駆使した位置制御ナノ粒子の合成[5]、DNAと金ナノ粒子の複合物質の創製[6]に成功しており、遺伝子・薬剤デリバリーシステムや高感度バイオセンサー等のバイオテクノロジー分野への応用とともに、非平衡プラズマ中で生成される励起活性粒子による細胞機能制御[7]を活用した、低侵襲・高効率遺伝子導入システム[8]の開発も手掛けており、プラズマ科学と「生物学」との異分野融合研究を推進してきた。

このように、これまではプラズマ科学と物理学、化学、生物学との融合領域の研究を進めてきているが、これからの 10 年を考えると、「地学」すなわち「地球(環境)科学」との融合研究が重要になると考えている。地球温暖化に関わる地球規模リスク、窒素による土壌・環境汚染、パンデミック等の課題を解決することを目的として、非平衡プラズマを活用したカーボンニュートラル(CO_2 固定)、窒素ニュートラル(窒素固定)[9]、新型ウイルス・菌制御[10]が、今そして未来に重要な役割を果たすものと考えている。

非平衡プラズマを用いた新機能性ナノ・バイオ複合物質創製や生体・細胞機能制御は、これまで“NATURE(自然)”が制御していた遺伝子・細胞等の生命体や光合成等のシステムを人工的に創り上げることを可能にするものであった。これからは、未来の持続可能な社会の構築(SDGs の実現)を目指して、やはり“NATURE”が行っていた地球環境保全を、これまでの非平衡プラズマの知見を最大限に活用して、“プラズマ SDGs サイエンス”として実現することが重要であると考えている。講演では、上述した著者らの非平衡プラズマに関連した研究成果と将来展望について詳しく述べさせていただく予定である。

- [1] T. Kaneko and R. Hatakeyama: Jpn. J. Appl. Phys. **57** (2018) 0102A6.
- [2] S. C. Cho, T. Kaneko, H. Ishida, and R. Hatakeyama: Appl. Phys. Express **5** (2012) 026202.
- [3] K. Baba, T. Kaneko, R. Hatakeyama, K. Motomiya, and K. Tohji: Chem. Commun. **46** (2010) 255.
- [4] T. Okada, T. Kaneko, R. Hatakeyama, and K. Tohji: Chem. Phys. Lett. **417** (2006) 288.
- [5] T. Kaneko, S. Takahashi, and R. Hatakeyama: Plasma Phys. Control. Fusion **54** (2012) 124027.
- [6] Q. Chen, T. Kaneko, and R. Hatakeyama: Chem. Phys. Lett. **521** (2012) 113.
- [7] S. Sasaki, M. Kanzaki, and T. Kaneko: Sci. Rep. **6** (2016) 25728.
- [8] T. Kaneko, S. Sasaki, K. Takashima, and M. Kanzaki: J. Clin. Biochem. Nutr. **60** (2017) 3.
- [9] Y. Kunishima, K. Takashima, and T. Kaneko: Jpn. J. Appl. Phys. **58** (2019) 060908.
- [10] K. Takashima, Y. Hu, T. Goto, S. Sasaki, and T. Kaneko: J. Phys. D: Appl. Phys. **53** (2020) 354004.