

反応性プラズマとナノ粒子の相互作用ゆらぎの時空間構造解析
Spatiotemporal structure analysis of fluctuation of interactions
between reactive plasmas and nanoparticles

九州大学¹ 森 研人¹, 添島 雅大¹, 山下 大輔¹, 徐 鉉雄¹,
 板垣 奈穂¹, °古閑 一憲¹, 白谷 正治¹

Kyushu Univ.¹, Kento Mori¹, Masahiro Soejima¹, Daisuke Yamashita¹, Seo Hyunwoong¹,
 Naho Itagaki¹, °Kazunori Koga¹, and Masaharu Shiratani¹

E-mail: koga@ed.kyushu-u.ac.jp

IoT などによる情報量激増に対応するハードウェア性能の指数関数的成長は、“3D power scaling”で実現されるため、この新 scaling に対応するプラズマプロセスの新展開が求められる。筆者らは、新たな視点で反応性プラズマを解析・制御することを目指している[1]。現在までに、プラズマ乱流解析を適用して、反応性プラズマとナノ粒子の相互作用ゆらぎを抽出することに成功した。ここでは、放電領域内での相互作用ゆらぎの発生・伝搬を調べた結果を報告する。

実験には容量結合型プラズマ CVD 装置を用い、Ar と DM-DMOS($\text{Si}(\text{CH}_3)_2(\text{OCH}_3)_2$)を装置内に導入し、プラズマを生成した[2]。プラズマゆらぎがナノ粒子成長に与える影響を調べるために、放電電力に変調周波数 100Hz、変調度 30%の正弦波で振幅変調を与え、プラズマ密度に意図的に摂動を与えた。気相中ナノ粒子量の時空間変化を、レーザー散乱光法で計測した。図 1(a)に今回の解析範囲を示す。図 1(b)に $z = 5 \text{ mm}$ における相互作用ゆらぎ(ナノ粒子量の 100Hz 振幅エンベロープのゆらぎ)の時空間変化を示す。1)電極周縁部では $t=1.5\text{-}6 \text{ s}$ に相互作用ゆらぎが発生している。2) $r=\pm 15 \text{ mm}$ 付近で $t=1.5 \text{ s}$ に発生したゆらぎが電極周縁方向に伝搬している。3)このゆらぎが周縁部に到達した $t=3 \text{ s}$ 頃に $|r|\leq 5 \text{ mm}$ で強いゆらぎが発生していることが分かる。これらは、放電領域全体に亘る時空間的な相互作用ゆらぎの伝搬を初めて捉えた結果である。この新しい視点での解析法を適用することで、プラズマとナノ界面の相互作用ゆらぎの放電領域全体に亘る発生・伝搬過程を明らかにし、その知見を生かすことでプラズマプロセスの飛躍的な高精度制御に貢献することが期待される。

謝辞：本研究の一部は科研費 No. 26246036 の援助で行われた。

[1] M. Shiratani, et al., Jpn. J. Appl. Phys., **53** (2014) 010201.

[2] M. Shiratani, et al., JPS Conf. Ser., **1** (2014) 508.

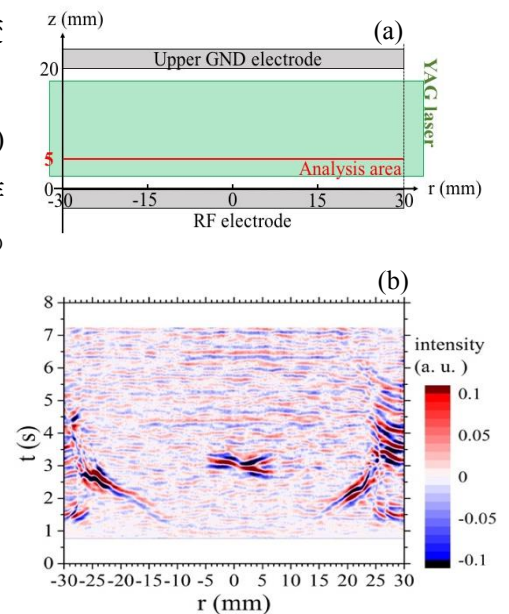


Fig. 1. (a) Electrode configuration and (b) spatiotemporal development of interaction fluctuation at $z = 5 \text{ mm}$.