

氷の自己組織化構造を用いたプラズマ支援凍結テンプレート法による 複合薄膜作製プロセスの開発

Development of composite film synthesis method

via plasma-assisted freeze templating with self-organized structure on ice

東大院新領域¹, 学振特別研究員² °岩瀬 謙吾¹, 榊原 教貴^{1,2}, 伊藤 剛仁¹, 寺嶋 和夫¹

The Univ. of Tokyo¹, JSPS Research Fellow², °Kengo Iwase¹, Noritaka Sakakibara^{1,2}, Tsuyohito Ito¹,
Kazuo Terashima¹

E-mail: iwase@plasma.k.u-tokyo.ac.jp

【背景・目的】気液界面などの異相界面は機能性薄膜の作製等の材料プロセスに広く用いられており、近年ではプラズマ-液相界面を利用したプラズマプロセスが精力的に開発されている[1]。我々は異相界面におけるプラズマプロセスの新展開として、低温環境において普遍的な凝縮相である氷の表面にプラズマ由来の反応活性種を導入したプラズマ-氷界面を提案し[2]、凍結現象を積極的に利用したプラズマ支援凍結テンプレート法(Plasma-assisted Freeze Templating; PFT)を開発してきた[3]。PFT法ではプラズマ誘起化学反応を、凍結溶液表面に下方からの一方向凍結によって形成されるナノ、マイクロメートルの液体層で進行させるが、液体層の厚さは凍結温度や凍結溶液の初期濃度といった熱力学パラメーターにより制御することができる。一方で、微粒子を含有させた懸濁液を一方向凍結すると、ナノ、マイクロスケールでの自己組織化構造を形成することが知られており、それを鋳型とした材料合成であるfreeze casting[4]が注目を集めている。以上のような背景の元、本研究では、懸濁液の一方向凍結によって形成される自己組織化構造を鋳型とした、PFT法 (Fig. 1) による新規複合薄膜作製プロセスの開発を目的とする。

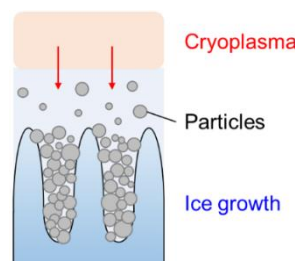


Fig. 1 Schematic illustration of this research

【実験方法】酸化チタン微粒子1 vol%を含む20 mMのテトラクロロ金酸(Ⅲ)溶液(懸濁液) 30 μ Lを用いた金-酸化チタン複合薄膜の作製に取り

組んだ。ペルチェ素子により懸濁液を下方から一方向凍結させることで、凍結溶液の氷表面上に金イオンと酸化チタン微粒子が濃縮された液体層を形成した。凍結溶液表面にガス温を約-2°Cに維持したヘリウムクライオプラズマジェットを0.1 mm/sで走査しながら照射することで、複合薄膜を作製した。

【結果】金ナノ粒子および酸化チタン微粒子から成る自立膜が作製され、EDSスペクトルおよびラマンスペクトルより複合薄膜への酸化チタン微粒子の取り込みが確認された。複合薄膜の表面粗さを共焦点顕微鏡により測定した結果、プラズマ照射面に比べて氷成長面の表面粗さが大きくなっていたことから、懸濁液の一方向凍結により形成された自己組織化構造の一部を鋳型とした金-酸化チタン複合薄膜の作製に成功したと考えられる。また、作製した複合薄膜を加えたメチレンブルー溶液(10 ppm, 2 mL)への可視光照射によるメチレンブルーの分解により、複合薄膜の光触媒性能を確認した。以上のように、氷の自己組織化構造を用いたPFT法による新規複合薄膜作製プロセスを開発した。

References [1] P. J. Bruggeman *et al.*, Plasma Sources Sci. Technol. **25** (2016) 053002. [2] N. Sakakibara and K. Terashima, J. Phys. D: Appl. Phys. **50** (2017) 22LT01. [3] N. Sakakibara *et al.*, Langmuir **35** (2019) 3013. [4] Q. Cheng *et al.*, Adv. Mater. **29** (2017) 1703155.