

液粒が存在する低温プラズマの可能性と現状

Potentials and Updates of Low-temperature Plasma with Liquid Droplets.

小川大輔, Matthew Geoeckner, Lawrence Overzet

Daisuke Ogawa, Matthew Geoeckner, Lawrence Overzet

E-mail: d_ogawa@isc.chubu.ac.jp

液粒を安定的に低温プラズマに存在させ、自在に操ることができたならば、今までとは異なった低温プラズマの応用ができる可能性がある。この技術を使うと、これまでなされてきたような、液体を完全に蒸発させて、デポジションやエッチングなどの利用に限らず、液粒内にナノ粒子などの固体の利用も可能にすることができる。また、ダストプラズマの経験により、液粒は低温プラズマで負に帯電する[1]ため、電磁気力を利用することにより液粒を動かすことができる。このような液粒が存在するプラズマをミスティプラズマ (Misty Plasmas[2]) といい、特に液粒がある低圧プラズマの研究事例は、既存のプラズマとは違った応用の可能性があるものの、現在のところ数例に限られている。

液粒の蒸発量は、液粒の温度に依存するため、プラズマからの熱源を制御することにより蒸発時間を変化させることができる。プラズマ中では正イオンと電子の三体結合が液粒表面上でも起こりうり、荷電粒子の流束量自体は多くないが、イオン化エネルギーが大きいいため、条件が適切に選んだ場合、蒸発を効果的に早めることができる。

Figure 1 は、 $50\ \mu\text{m}$ のエタノール液粒 (10^5 個) がアルゴンプラズマ ($n_e = 10^{10}\text{cm}^{-3}$, $T_e = 1\text{eV}$) 内に存在したときの、液粒に入る熱流束量と液粒から出る熱流束量の大きさの時間変化を計算したもの示している。液粒の蒸発時間を縮

めるためには、液粒に入る熱流束量を増やせば良い。今回の計算条件では、プラズマからの熱流束量が全体の 1 から 2 番目に大きくなり、蒸発までの時間が 5 秒弱であった。

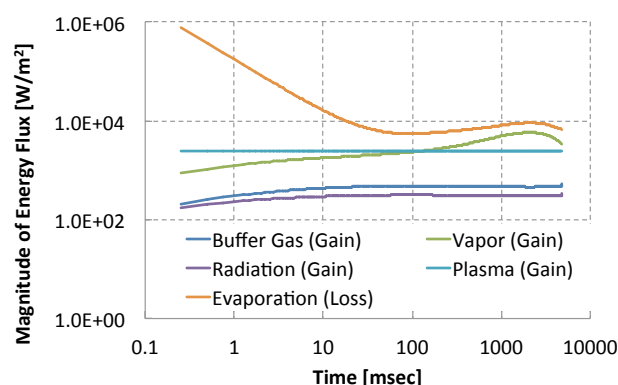


Figure 1: $50\ \mu\text{m}$ のエタノール液粒がアルゴンプラズマ中にあるときの、各熱流束量の時間変化。(計算による結果。)

この計算条件において、蒸気が液粒表面に凝縮するときに与えられるエネルギーも大きいことがわかる。この結果より、プラズマによる伝熱を効果的にするためには、蒸気を制限するなど最適化をする必要がある。

本講演では、液粒が存在するときのプラズマを、これまで行ってきた計算と実験を踏まえて紹介する。

参考文献

- [1] A. Bouchoule, *Dusty plasmas*, Wiley, 1999.
- [2] M. Coppins, *Phys. Rev. Lett.* **104**, 065003, 2010.