

# 局所熱平衡が成立する Ar 熱プラズマの分光計測に 適切な波長の選択に関する実験的研究

赤塚 洋、鈴木 龍二郎、根津 篤

東工大

<http://www.lane.iir.titech.ac.jp/~hakatsuk>

局所熱平衡の成立するプラズマの場合、励起状態分布は Boltzmann 分布するので、適当な波長を選んで Boltzmann プロットを作成すれば、その傾きから電子温度が測定できることになっている。準位  $p$  のエネルギー  $E_p$  がなるべく広い範囲にあると、横軸を広くとることができて、測定精度の向上が期待される。ただし、測定の波長範囲が広がると、計測系の波長感度校正を施したとしても、条件によっては色収差が問題を引き起こす可能性も考えられる。

一例として、最近我々が取り組んだ「水中 Ar アークジェットブルーム」の計測時の問題を紹介する [1]。福島第 1 原子炉の解体応用を念頭に、水中アークプラズマの電子温度密度の測定を行うべく、Ar I ラインの発光分光計測を行った。大気圧の非移行型アーク放電プラズマを、水中に配置したアークトーチの陽極ノズルから下流の水中へと噴出するプラズマである (図 1)。これに対して、680–710 nm の波長範囲にある 5 本の Ar I の発光線を感度校正を施した分光器で計測し、Boltzmann プロットを作成すると、図 2 の青丸プロットのように相関関数  $R^2 = 0.99$  程度の直線上に乗ることが判明した。

しかるに、同条件・同一 CCD ショットの 730–760 nm の波長範囲からも更に 5 本の発光線を選出して同一図に橙三角で追加プロットすると、これら 730–760 nm のみでの直線性は  $R^2 = 0.919$  程度と悪くはないものの、680–760 nm の全体を通しての直線性は、図 2 からも明らかのように劣ったものとなってしまい、 $R^2 = 0.823$  となる。

結論として、水中アークのように、気泡と水のように屈折率の異なる媒体中に測定対象プラズマが存在して、屈折に伴う色収差の懸念が拭えない様な体系を測定対象とせざるを得ない場合には、できる限り測定波長範囲が狭くなる様な発光線グループを選んで、発光分光計測を行うべきことが結論される。いまのところ Boltzmann プロットの直線からのこうしたズレは、色収差による可能性が高いと考えている。

[1] R. Suzuki, Y. Matsuoka, D. Hirovani, A. Nezu, S. Mori and H. Akatsuka, *IEEEJ Trans.* **16**, [3], accepted for publication (2021).

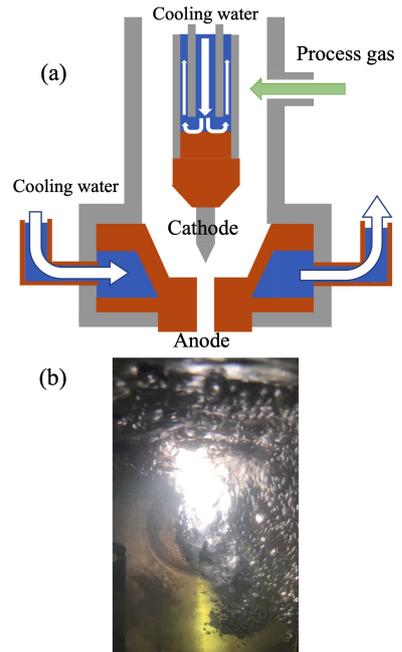


図 1 アークトーチ概略図 (a) と水中 Ar アーク外観 (b)。

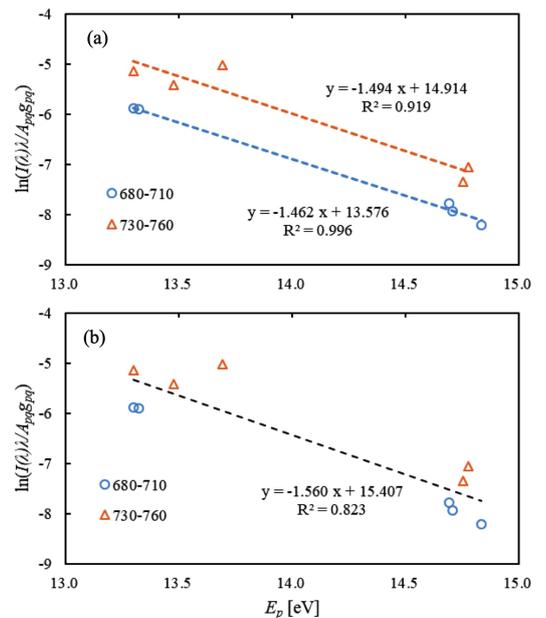


図 2 水中アークの Boltzmann プロット。(a) は 680–710 nm および 730–760 nm を別にフィット、(b) は全てまとめてフィット。