

LHDペレット溶発雲のEr IIの可視分光スペクトル測定とボルツマンプロット解析

Priti^{1,2}、後藤基志^{1,3}、大石鉄太郎⁴、坂上裕之¹、村上 泉^{1,3}、中村信行⁵、田沼 肇⁶、
田中雅臣⁴、Gaigalas Gediminas⁷、加藤太治^{1,8}

¹核融合研、²Magadh大（インド）、³総研大、⁴東北大、⁵電通大、⁶都立大、
⁷Vilnius大（リトアニア）、⁸九州大

<https://www.aees.kyushu-u.ac.jp/~dkato/index.html>

重元素、特にランタノイド（希土類元素）の原子データが、中性子星合体に伴うキロノバのスペクトルや光度曲線の理解には不可欠である。中でもエルビウム（Er）は、2017年観測されたGW170817のキロノバ放射の不透明度に大きく寄与すると考えられている。

本研究では、低価数のErイオンの可視域の発光線の遷移確率の実験的評価を行った。実験では大型ヘリカル装置（LHD）を用い、Er粉末を内包した炭素ペレットをコアプラズマに入射し、プラズマ粒子によってアブレーションされた低温のペレット溶発雲の発光スペクトル（385～400 nm）を高分解能可視-UV分光器で観測した。溶発雲スペクトルにはEr IIと共にC IIの発光線も観測されたが、C IIのシユタルク幅から電子密度は 10^{22} m^{-3} 程度と推定された。Erの励起準位のポピュレーションに対してボルツマン分布を仮定することで、遷移確率が既知のEr IIの発光線強度のボルツマンプロット（図1）が得られた。このボルツマンプロットから電子温度は約1.4 eVと推定された。また、これまで実験値や理論値が不確実だった393.86 nmのEr II発光線の遷移確率が得られた。今回得られた値は、最近のレーザー誘起ブレークダウン分光法（LIBS）による先行研究とよく一致することが確認された。

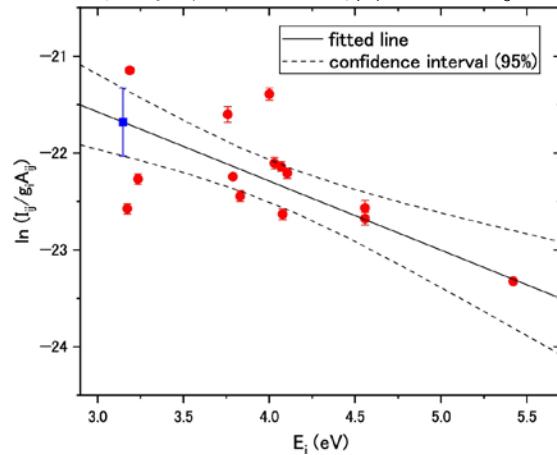


図1 丸印は遷移確率 A が既知の Er II 発光線の強度 I から得られたボルツマンプロット[1]。横軸は発光線の上準位のエネルギー。四角は 393.86 nm の Er II 発光線の値。この値から遷移確率が推定された。

[1] Priti et al., J Fusion Energ 44, 65 (2025).

<https://doi.org/10.1007/s10894-025-00531-1>