

大強度パルスパワー発生装置を用いた通電加熱型Warm Dense Matter 生成実験のための放射・熱伝導数値解析による放射スペクトルの検討

Study on emission spectrum by numerical analysis for radiation and heat conduction toward warm dense matter generation experiment with discharge heating by intense pulsed power generator

鵜山博也¹, 宮本泰成¹, 菊池崇志¹, 佐々木徹¹, 高橋一匡¹, 田村文裕², 樫根健史³
 UYAMA Hiroya¹, MIYAMOTO Taisei¹, KIKUCHI Takashi¹, SASAKI Toru¹,
 TAKAHASHI Kazumasa¹, TAMURA Fumihiko², KASHINE Kenji³

¹長岡技術科学大学, ²長岡工業高等専門学校, ³鹿児島工業高等専門学校

¹Nagaoka University of Technology, ²National Institute of Technology, Nagaoka College,
³National Institute of Technology, Kagoshima College

慣性核融合の燃料標的構造材は、爆縮過程で Warm Dense Matter (WDM) と呼ばれる固体密度程度かつ比較的低温の領域を通過する[1]。WDM の物性は燃料ペレットの爆縮を制御するうえで重要な情報となるが、明らかになっていない。大強度パルスパワー発生装置 ETIGO-II を用いた通電加熱による発泡金属の WDM 生成・計測実験を行っている[2]が、生成した WDM の内部温度を放射スペクトルから正確に推定できていない可能性が示唆されている[3]。本研究では、通電加熱実験の条件を基に、放射輸送を含む非定常熱拡散方程式を数値解析することで、WDM からの放射スペクトルを検討した。

ETIGO-II を用いた通電加熱による発泡金属の WDM 生成・計測実験では、試料に対して Fig.1 に示すエネルギーが投入された。試料は、直径 5 mm, 長さ 8 mm, 密度が固体密度の 10 分の 1 程度の発泡銅である。定積加熱を行うために、試料は内径が 5 mm で外径が 8 mm の PMMA 製キャピラリーで囲まれている。

本研究では、通電加熱実験の条件を用いて放射輸送を含む非定常一次元熱拡散方程式を数値計算した。オパシティの計算には、More のモデル[4]を用いた。また、発泡金属は一樣に加熱されるとして表皮効果を考慮せず、キャピラリーに囲まれた試料は定積加熱され、流体力学的な運動は無視できる仮定のもとで計算を行った[5]。Fig.2 に発泡銅内部温度の時間変化、Fig.3(a) に試料中心、(b) にキャピラリー外壁での放射エネルギー分布の時間変化を示す。計算結果から、発泡銅はエネルギーを投入した 2 μ s 後に約 7000 K に達していることが分かった。また、試料中心とキャピラリー外壁での放射エネルギー密度を比較すると、放射エネルギー密度の最大値が長波長側に遷移していることが分かった。

[1] 米田仁紀, J. Plasma Fusion Res. 81 Suppl. (2005) 172.

[2] 樋口弘宜, 他, 第 36 回プラズマ・核融合学会年会(中部大, 2019) 30P-79.

[3] 本庄勇介, 他, 第 35 回プラズマ・核融合学会年会(大阪大, 2018) 6P60.

[4] A. Mancic, et al., High Energy Density Phys. 6 (2010) 21.

[5] T. Kikuchi, et al., NIFS -PROC 94 (2013) 80.

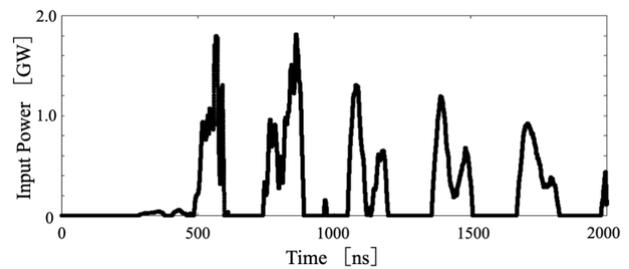


Fig.1 エネルギー投入履歴

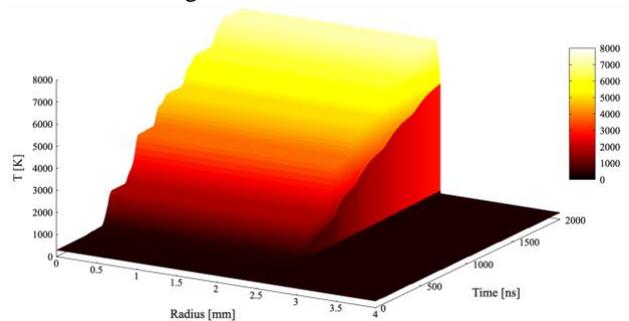


Fig.2 発泡銅内部温度の時間変化

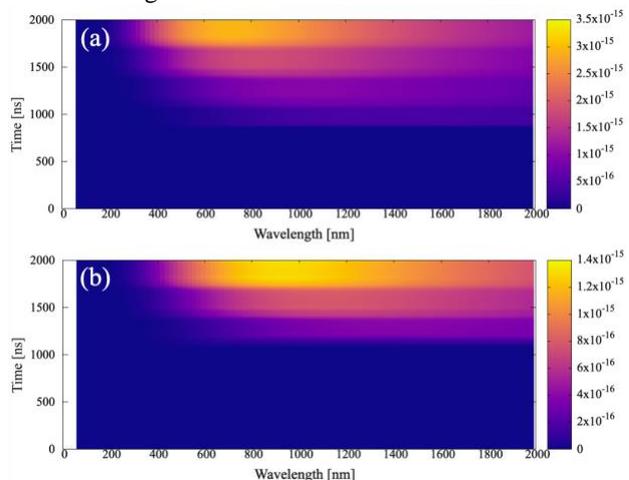


Fig.3 発泡銅の放射エネルギー分布の時間変化
 (a)試料中心, (b)キャピラリー外壁