

レーザー照射条件を温度分布から推定する AI の開発

Development of AI for Estimating Irradiation Conditions from Temperature Distribution

東京工科大学大学院 工学研究科 サステイナブル工学専攻 光・エネルギー（大久保）研究室

中尾根 美樹¹⁾

指導教員 大久保 友雅¹⁾, 研究協力者 後藤 健²⁾, 香川 豊³⁾

1) 東京工科大学 工学研究科 サステイナブル工学専攻

2) 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所 3) 東京工科大学片柳研究所

キーワード：ディープラーニング，全結合ニューラルネットワーク，加熱試験，ファイバーレーザー

1. はじめに

軽量かつ高耐熱という特徴を持つ SiC/SiC CMC は、次世代の航空機エンジンの材料として期待されている。しかし、高温下での物理的特性が明らかになっていない。そこで、ファイバーレーザーとガルバノスキャナを用いた加速加熱試験が実施されている^[1]。ガルバノスキャナによってレーザーの照射スポットを走査し、加熱対象を任意の温度分布に加熱することが可能である。しかし、理想的な温度分布となるような最適なパラメータを決定するのは困難である。例えば、正方形の領域を均一に加熱する場合、図 1 に示すようにレーザーの走査パスは複数のパターンが考えられる。さらに、理想的な温度分布となるようにレーザーのパワーや照射座標、照射速度といった照射条件を人が試行錯誤しながら調整を行っている。

本研究では、温度分布と照射条件の関係について学習させ、温度分布からその温度分布を実現するような照射条件を推定する AI の開発を行った。

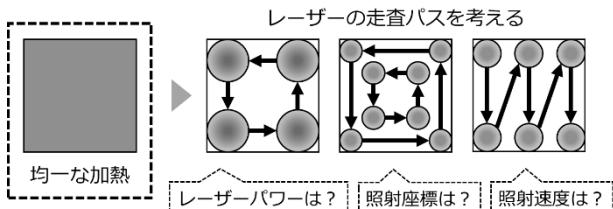


図 1 様々な照射条件の例

2. 学習および評価に用いるデータセット

40 mm × 8 mm × 2 mm (厚さ) の試験片にレーザーを 1 点に照射したときの温度分布をレーザー加熱の数値計算により作成した。照射条件はレーザーパワーと照射座標を変えた 153 通りである。データの 8 割は学習に用いる訓練データとし、残りの 2 割は検証に用いるテストデータとした。

3. 開発したニューラルネットワークについて

図 2 に示す 3 種類のニューラルネットワークと訓練データを用いて、温度分布と照射条件であるレーザーパワーの関係について学習を行った。図 2 で使用しているブロックは、図 3 に示すように使用している層や活性化関数、上流および下流のノードの数を表している。3 種類のニューラルネットワークは層の数とノードの数が異なっている。しかし、いずれのニューラルネットワークも、層は全結合層、活性化関数は ReLU 関数と恒等関数、損失関数は Mean Square Error、オプティマイザは Root Mean Square Propagation とした。

学習を終えた AI とテストデータを用いて、AI が未学習のデータであっても温度分布からレーザーパワーを推定することができるか評価を行った。

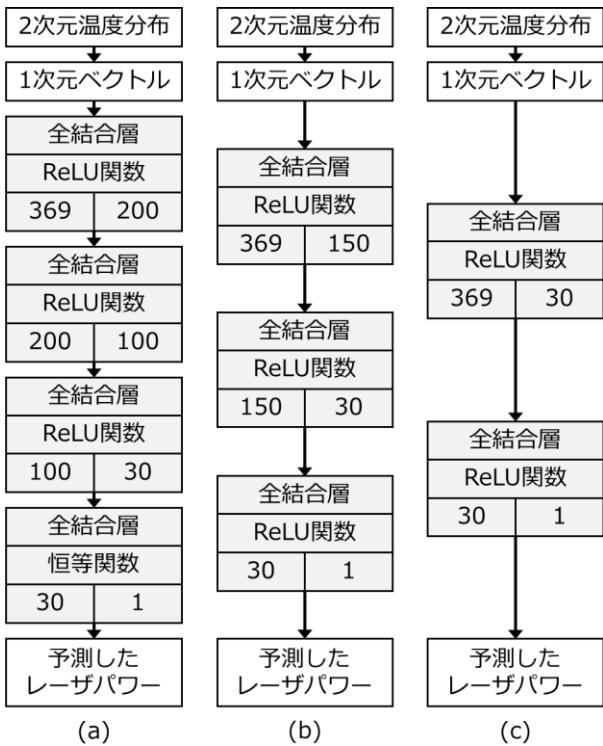


図 2 温度分布からレーザーパワーを推定する
ニューラルネットワークの構成。

(a) 2層, (b) 3層, (c) 4層

層	
活性化関数	
上流の ノードの数	下流の ノードの数

図 3 図 2 で使用したブロックの説明

4. 結果とまとめ

学習後に、未学習のテストデータを用いてレーザーパワーを推定したときの結果を図 4 に示す。図 4 は横軸が数値計算で計算する際に設定した正解のレーザーパワーであり、縦軸が予測したレーザーパワーである。正解と予測値が一致する状態を破線で示した。2 層のニューラルネットワークでは、ほとんどのデータが正解とは違った値を推定していることが分かる。層を増やした 3 層と 4 層のニューラルネットワークでは、ほとんどの点が破線の付近にあるため、精度良く推定することができていることが分かった^[2]。

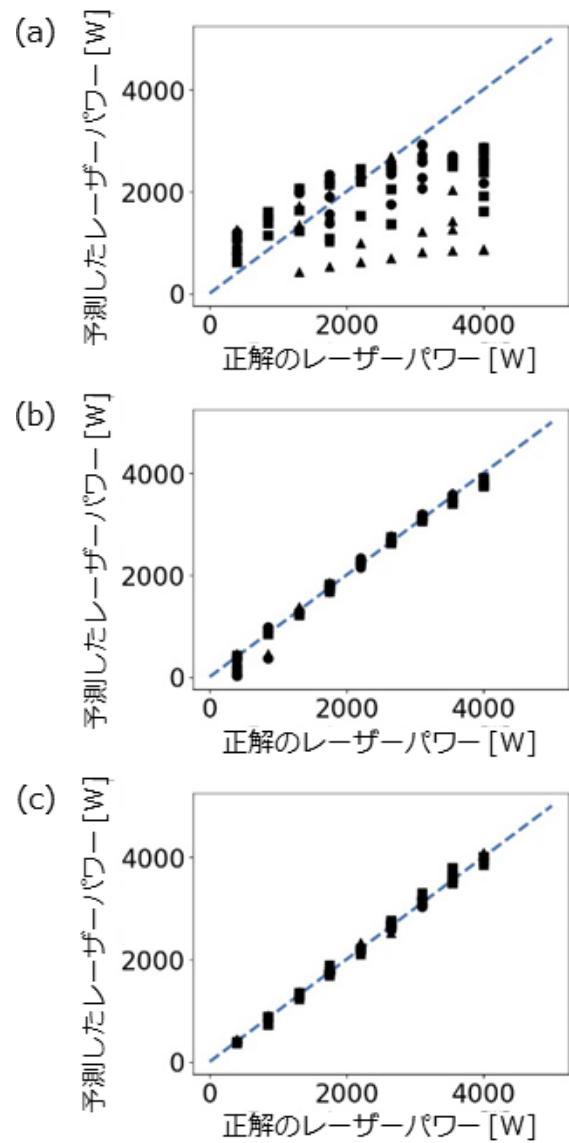


図 4 未学習のデータから予測したレーザーパワーと正解のレーザーパワーの関係。

(a) 2層, (b) 3層, (c) 4層

謝辞

この成果は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の助成事業(JPNP20004)の結果得られたものです。

参考文献

- [1] H. Koshiji, et al.: J. Laser Micro Nanoeng. 15 (2020) pp.174-177.
- [2] M. Nakaone, et al.: J. Laser Micro Nanoeng. 16 (2021).