

セラミックス複合材の熱疲労試験のための レーザー照射条件を提案する AI の開発

Development of AI for Suggesting Laser Irradiation Parameters for Heating Test of Ceramics Matrix Composites

東京工科大¹, 宇宙研², °大久保友雅¹, 中尾根美樹¹, 松永栄一¹, 上野祐樹¹, 後藤健², 香川豊¹

Tokyo Univ. of Tech.¹, ISAS², °Tomomasa Ohkubo¹, Miki Nakaone¹, Ei-ichi Matsunaga, Yuki Ueno¹,
Ken Goto², Yutaka Kagawa¹

E-mail: ookubotmms@stf.teu.ac.jp

本講演では、本研究室で独自に開発している、Selective Laser Thermoregulation (SLT) 法^[1]のために開発しているレーザー照射条件を提案する AI^[2]の現状を紹介する。

次世代の航空機エンジンのための材料として、軽量、高耐熱で損傷許容性のある SiC/SiC CMCs (Ceramics Matrix Composites) が期待されている。SiC/SiC CMCs は複合材料であるため、従来材料のように、過加熱や過負荷をかけるような単純な方法では長期的な性能を予測することが困難である。そこで、試験片の試験をするべき場所を試験すべき温度に短時間で加熱する方法として、レーザーで加熱する試験方法が開発されてきた。SLT 法が従来手法と大きく異なる点は、冷却された部分の加熱を動的に補償するために、ガルバノスキャナで照射点を高速で走査することにある。

SLT 法では加熱する試験片の形状や温度分布の自由度が高い一方で、その温度分布を実現するために決定すべきパラメータが多く、試行錯誤による決定は困難である。そこで、本研究では、レーザーを照射して加熱された試験片の温度分布と、その時のレーザー照射条件との関係を学習し、未学習の温度分布を実現するためのレーザー照射条件を提案する AI の開発を行っている。

AI による機械学習には大量の学習用データが必要となるが、温度分布のデータを実験で大量に準備するのは労力と手間がかかり、本末転倒である。そこで本研究では、学習及び検証のための温度分布のデータを数値計算により生成した。まずは簡単のため、レーザーは定点照射で、長さ方向に 2 mm 間隔で、-16 mm から 16 mm までの 17 パターンとし、レーザーの照射パワーは 450 W 刻みで 400 W から 4000 W の 9 パターンとした。すなわち、 $17 \times 9 = 153$ パターンの二次元空間における数値計算を実行した。

数値計算によって得られた結果は、厚み方向を平均化し、9 行 41 列の 2 次元のデータとして得られるが、それを 1 行 369 列のベクトルデータとして変換し、その後何層かの全結合ニューラルネットワークを経て、レーザー照射条件の内のレーザーパワーを学習する構成とした。全結合ニューラルネットワークの層の数を 2 層, 3 層, 4 層とした場合に AI が提案した値と正解値との関係を図 1 に示す。 R^2 で評価したところ、それぞれ 1.64, 0.98, 0.99 となり、層数を増やすほど正解に近い提案をする AI の開発に成功した。

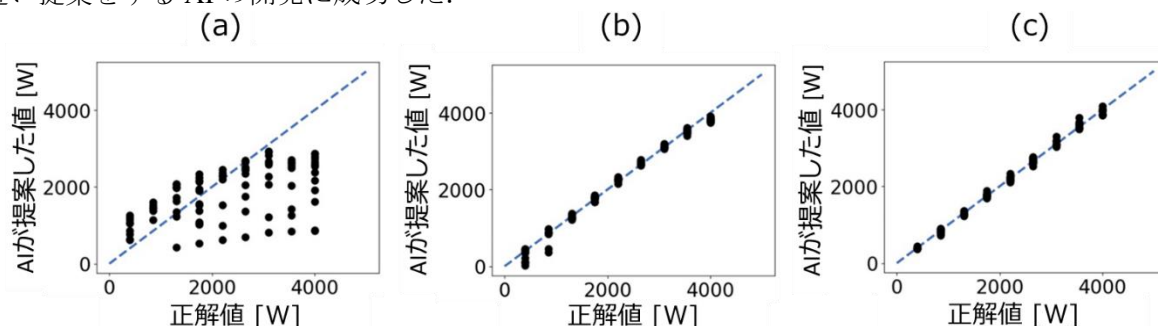


図 1 各ニューラルネットワークでの AI が提案した値と正解値との関係(a)2 層, (b)3 層, (c)4 層

謝辞 本研究の一部は、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) の支援を受けて行った。

参考文献 [1] H. Koshiji, et al., JLMN, (2020), [2] M. Nakaone, et al., JLMN, (2021)