

CO₂ レーザーによる木材の導電性付与技術の確立と

企業連携

鉄道模型製品の製作

田中等幸^{*}、東山保徳[†]

近年、有機物にレーザーを照射することで導電性のグラフェン層を形成し、電子回路等を製作するファブ리케이션研究が注目を浴びている¹⁾²⁾。本研究では、CO₂ レーザーを用いて、レーザー照射部を炭化させることで導電性を付与する形成技術を開発した。当該技術を鉄道模型に適用し、N ゲージ鉄道模型の線路に利用できることを確認した。

1 企業ニーズ

近年、コロナ禍やウクライナ情勢等の影響によって、銅をはじめとする非鉄金属価格が上昇している。このような背景の下、鉄道模型、情景模型等の企画・製作事業を行う YAMA 模型（以下、共同研究企業）では、金属部品を他の材料や材質に代替する取り組みを進めている。本研究では、CO₂ レーザーによる木材への導電性付与技術の開発と鉄道模型への適用可能性を検討する。

2 連携体制

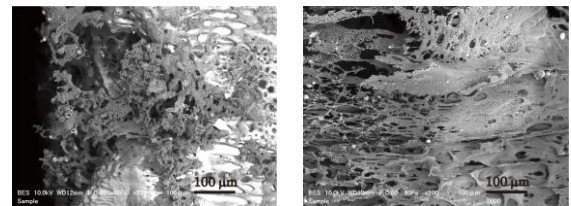
当センターは、木材にレーザーを照射することで導電性を付与する加工技術を有している。本研究では、当該技術を共同研究企業に技術移転し、鉄道模型部品としての適用可能性を検討する。当センターは、炭化層の形態、導電性等の性能評価を担当した。共同研究企業は、炭化層を使用した鉄道模型用の線路や駆動回路の製作を担当した。

3 開発支援の結果

3.1 炭化層の形成および導電性評価

炭化層は、CO₂ レーザー加工機（smartDIYs 製、Etcher Laser Pro）を使用し、出力 7.5 W、走査速度 150 mm/min、デフォーカス量 5 mm のレーザー照射条件で形成した。形成した炭化層の導電性を簡易テスターによって測定した結果、木材の燃焼を抑制するために噴射する窒素ガスの圧力によって導通に違いが認められた。図 1 に炭化層の SEM 画像を示す。窒素ガス圧 0.25MPa で形成された炭化層では、0.1MPa に比べ明瞭な繊維状の形態が観察でき、木材周囲の酸素濃度が炭化層の形態に影響を及ぼし、繊維状の導電経路の形成が導通に関与したと考えられる。

つぎに、ラワン材とブナ材を使用し、炭化層の表面抵抗率を比較した。表面抵抗率は、レーザー照射によって形成した線長 100 mm×線幅 5 mm の炭化層の抵抗値から求めた。ラワン材とブナ材の表面抵抗率は、それぞれ



(a)非導通(0.1MPa) (b)導通(0.25MPa)

図 1 炭化層の SEM 画像

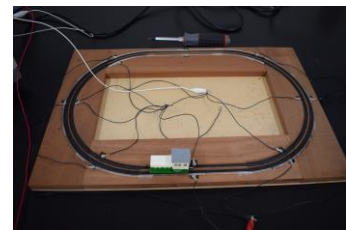


図 2 走行実験

43.6 Ω/□、82.0 Ω/□となり、約 2 倍の差があった。このような差は木材の硬さの違いが一因であると考えられており²⁾、本研究においても同様の結果となった。

3.2 鉄道模型部品への適用可能性の検討

鉄道模型部品への炭化層の適用可能性を検討するため、通常、鉄道模型に使用される銅製の線路を炭化層で代替した線路を試作し走行実験を行った（図 2）。炭化層による線路の形成にはレーザーの走査間隔、走査方向、走査順序等の工夫が必要であったが、N ゲージ鉄道模型動力ユニット（TOMYTEC TM-TR02）の走行に成功した。また、電源電圧を 8 ～ 20V の間で調整することで走行速度が制御できることを確認した。

【謝 辞】

本研究は、令和 5 年度岐阜県技術シーズ移転・実証事業費補助金を受けて実施した。

【参考文献】

- 1) Dreimol ら, Nature Communication 13(1), pp1-12, 2022
- 2) 石井ら, ソフトウェア科学会 WISS 2021 論文集 No. 94, pp 105-112, 2021

* 金属部

† YAMA 模型