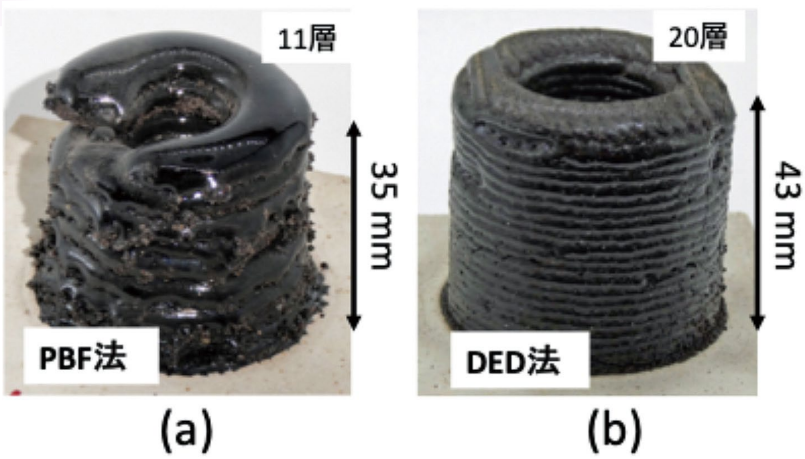
2026
No.429
LASER CROSS
ISSN 0914-9805

CONTENTS

レーザー加熱による
レゴリス建設資材作製の課題
令和8年 電気学会 基礎·材料·共通部門大会
参加報告
レーザー総研オープンセミナー
「レーザー加工からインフラ診断まで」
～ILT2026 令和7年度研究成果報告会開催案内(横浜)～



【表紙図】PBF法とDED法による円筒形状の造形物の比較

レーザー加熱による レゴリス建設資材作製の課題

レーザープロセス研究チーム　藤田雅之

◆2種類のレーザー加熱3Dプリンター

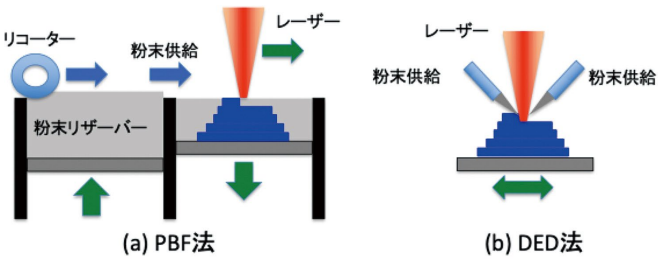
月面基地建設のための資材を現地で作製することを目的とし、月の表土(実験では模擬砂を使用)だけを材料として、(水や結合材等を加えずに)レーザー加熱3Dプリンターによるブロック等の作製を試みている。レーザー加熱3Dプリンターには、図1に示す2種類の手法、(a)粉末床溶融結合法(PBF：Powder Bed Fusion)と(b)指向性エネルギー堆積法(DED：Directed Energy Deposition)があり、2020年から積層実験を実施し、造形物の比較・評価を行ってきた(レーザークロス No.400、No.410、No.414、No.422)。

両手法にはそれぞれ一長一短がある。市販の3Dプリンターを用いた実験では設定パラメーター(レーザー照射径、レーザーパワー、掃引速度等)が限られており、未だに甲乙付けがたしといったところである。最近は、無人で安定した自動造形を実現するためには何が課題となるかという点に着目して研究を進めている。

◆ PBF法の場合

材料となる砂の供給という点ではPBF法が有利であると言える。月面表土をショベルカーですくって敷き均す(ならす)だけでパウダーベッド(粉末床)ができ、そこにレーザーを集光照射すれば砂が溶融して積層造形ができる(はずである)。これまで市販のPBF法3Dプリンターを使っていたが、集光径が0.2 mm程度と造形分解能が小さく、精細なフィギュアを作るには良いが建材といったブロックを作製するにはオーバースペックかつ時間がかかりすぎて先の見通しが立たなかった。

集光レーザーを焦点からずらして(デフォーカス状態で)照射すれば造形分解能を10 mm程度に大きくし

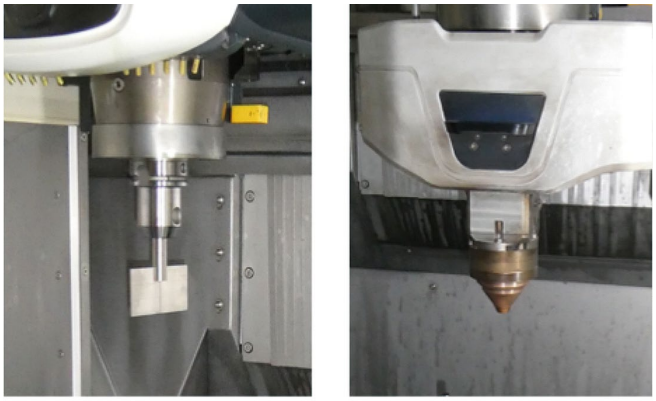


【図1】2種類のレーザー加熱3Dプリンター

次ページへつづく▶



【図2】ホッパー(粉体貯留部)付きパウダーベッド



(a)　(b)

【図3】マシニングセンター内で(a)リコーターと(b)集光ヘッドが主軸に取り付けられている様子

て造形速度を上げることができるが、我々のためにデモ装置の光学系を改造してもらうことも頼みづらい。そこで、マシニングセンターと呼ばれる工作機械内部に図2に示すようなホッパー(粉体貯留部)付きパウダーベッドを設置して自動造形を試みた。ホッパー内に模擬砂を貯留することができるために、砂の敷き均しとレーザー照射を連続的に行えるようにした。

◆マシニングセンターを用いたPBF法

マシニングセンターは自動工具交換装置(ATC)を備え、切削や穴あけなど様々な加工に対応できる数値制御された汎用性の高い工作機械である。マシニングセンターの主軸にPBF法で砂を敷き均す治具(リコーターまたはヘラ)とDED法の集光ヘッドを工具とみなして自動で交換・取り付けることが可能である。図3にマシニングセンター内で (a)リコーターと (b)集光ヘッドが主軸に取り付けられている様子を示す。リコーターと集光ヘッドは自動で交換され、決められた位置に移動するようにプログラムされている。

図4に、(a)砂が敷かれたパウダーベッドに、(b)レーザーを照射し、(c)砂が溶融して1層分の造形ができ、(d)リコーターを動作させ、(e)砂を敷き均して、(a')パウダーベッドが準備される一連の様子を示す。レーザーパワー1000 W、集光径18 mm、掃引速度170 mm/min.、照射フルーエンス20 J/mm^2、敷き砂厚2.5 mmで、150 mm角のセラミックス板を基板として円筒形状の積層実験を行った。

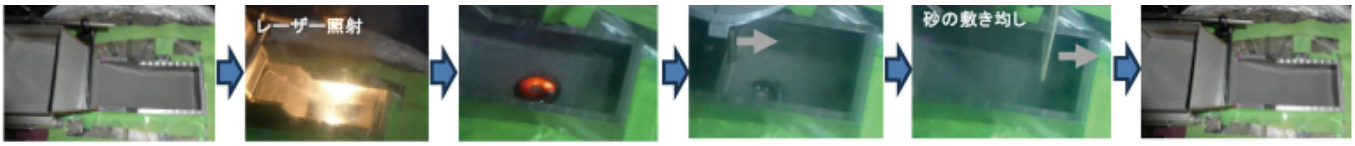
◆大型のPBF法自動造形

表紙図にPBF法とDED法による円筒形状の造形物の比較を示す。(a)はPBF法で11層、(b)はDED法で20層まで積層した。レーザー照射径がPBF法では18 mm、DED法では4 mmと大きく異なるために単純な比較はできないが、DED法では単層の積み重ねが繰り返されて大型の安定した造形が実現している。PBF法では、9層目までは円環形状が保たれていたが、10層目で造形時にメルトプールへの過剰な砂の吸い込みが発生し、円掃引の終了部で砂が不足して円環が途切れてしまった。さらに11層目へと進めても、円環の途切れた部分では造形物がつながらずに積層が進んでしまった。層数を重ねて行くにつれて造形物が砂に埋もれていき、熱的なバランスが変化し、単層の積み重ねとは異なった条件で積層が進んだものと推測される。

◆造形法の特徴を活かして

PBF法積層造形は粉体の連続供給が比較的容易である一方で、積層を重ねるにつれて造形物がパウダーベッド内に埋もれていくため、造形時の温度管理が重要となる。発泡スチロールに例えられるような断熱性をもつレゴリス表層をレーザーで1200℃以上に加熱して溶融、凝固を繰り返して造形が進んでいく。PBF法では造形物が砂に埋まることによる蓄熱状態を考慮してレーザーの照射条件を調整していく必要性がある。

一方で、DED法では単層の積み重ねが繰り返されて大型の安定した造形が実現しているものの、真空中での粉体供給方法という課題がある。 両手法は用途によって使い分け、あるいは、組み合わせて使われていくものと考えている。



(a)　(b)　(c)　(d)　(e)　(a`)

【図4】(a)砂が敷かれたパウダーベッドに、(b)レーザーを照射し、(c)砂が溶融して1層分の造形ができ、(d)リコーターを動作させ、(e)砂を敷き均して、(a')パウダーベッドが準備される一連の様子

令和8年 電気学会 基礎・材料・共通部門大会 参加報告

レーザー計測研究チーム　倉橋慎理

「令和8年 電気学会 基礎・材料・共通部門大会」が新潟県朱鷺メッセにおいて令和8年9月2～5日の会期で開催された。電気学会では部門制が採用されており、部門ごとに異なる会場で開催される部門大会が秋ごろに、5つの部門すべてが集まる全国大会が3月に開催される。基礎・材料・共通部門では磁気、誘電・絶縁材料、放電、電磁界、プラズマ、計測などの分野における基礎から応用にわたる成果が主に議論されており、今大会ではシンポジウムやセミナーからなる企画セッション、口頭発表を扱う一般セッションと若手研究者主体のポスターセッションが設置された。報告者は、シアリング干渉計による気体可視化に関する成果（レーザークロスNo.428）の報告を一般セッションにて行った。本稿では、報告者が参加したセッションで行われた講演の概要をいくつか報告する。

■ファイバーブラッググレーティング（FBG）のブラッグ波長を推定する機械学習手法

日本大学の山口助教より、機械学習を用いたFBGスペクトルのピーク波長推定に関する報告がなされた。FBGは光ファイバーのコア内に短い周期で形成された屈折率変調による回折格子を指し、入射光のうち格子の間隔に応じた特定の波長のみを反射し、残りを透過させるといった特長を有する。熱や圧力、ひずみを受けることでこの格子が変形すると反射される波長が変化するため、反射波長の変化量から上記を検出するセンサーとして用いることが可能である。

近年、単一の光ファイバー上に多数のセンサー部を設けた多重計測がインフラ構造物のひび割れ検知や、航空機の主翼のひずみモニタリングなど多岐の分野に渡って検討されているが、同一波長のFBGを用いた場合、各FBGのブラッグ波長を個別に推定することが困難であるとされている。山口助教らの研究グループは、実測FBGスペクトルを再現する数値モデルから学習データを生成し、4つのFBGが多重化された重畳スペクトルから各FBGのブラッグ波長を推定する機械学習手法の開発を行った。ブラッグ波長が同一で、半値幅がそれぞれ異なる4つのFBGに、異なるひずみを印加すると、反射スペクトルは複雑に重畳し多様なスペクトル形状を示す。この重畳スペクトルを畳み込みニューラルネットワークに入力し、各FBGのピーク波長の推定を行うのだが、山口助教らは学習データに用いるFBG反射スペクトルの数値モデルとして、①Gaussian関数モデルと②Sinc2関数とGaussian関数を組み合わせたモデルの2通りを生成し、両モデルによる推定精度の比較を行った。両モデルとも推定ひずみ感度はFBGの既知のひずみ感度と良好な一致をみせ、モデルの予測精度を示す決定係数は②のモデルが高くなる結果を示したことから、学習データに用いる数値モデルをより適切に生成することで、重畳する各FBGのブラッグ波長の推定精度向上が可能であることを示した。

■レーザーを用いたオゾンの光解離による樹脂表面の局所親水化

東京都立大学の中川准教授より、レーザーを用いたオゾン（O_3）の光解離による樹脂表面の局所親水化の基礎検討に関する報告がなされた。樹脂材料表面の親水化には、プラズマ処理、UV処理、親水コーティング、表面粗さ制御、材質改善があり、それぞれ特徴が異なる。UV処理は平板や連続処理に向いているとされ、一般的に低圧水銀ランプを用いたUV照射により高分子表面の親水化を起こす。中川准教授らの研究グループは、O_3に紫外光を照射して光解離させると酸素原子が生成されることを利用し、O_3のレーザー光解離による処理対象近傍での局所的O原子生成と、反応場の形状制御を検討している。

処理対象の樹脂をO_3/O_2混合ガスフロー中に配置し、樹脂表面近傍に266 nmのレーザー光を照射すると、樹脂表面でレーザー光路に沿ってO原子が生成される。生成したO原子を用いて4種類の樹脂の親水化処理を行い、親水性をインクの接触角で評価した。すべての樹脂においてレーザー光路上に沿った接触角の低下が見られ、本処理によりレーザー照射領域の局所親水化が実現できることを示した。また、一部の樹脂ではレーザー光軸方向の接触角と光軸に垂直方向の接触角に有意な差が見られ、異方性処理の可能性が示唆された。



【写真】企画セッション会場の様子

レーザー総研オープンセミナー

「レーザー加工からインフラ診断まで」

～ILT2026 令和7年度研究成果報告会開催案内（横浜）～

令和7年度の研究成果報告会 ILT2026は、「Photonics Innovation2026」の併催イベントとして開催いたします。本報告会では、レーザー加工からインフラ診断まで、多岐にわたる研究テーマについて、昨年度の研究成果をわかりやすく報告します。ポスター発表では、研究員との直接対話により技術的なご相談にも対応いたします。ぜひご参加ください。

◆プログラム

13:00～13:15	ご挨拶　レーザー技術総合研究所概要	所長　井澤 靖和
13:15～13:40	月面探査に向けて！基地建設資材はどうする	副所長　藤田 雅之
13:40～14:05	宇宙ゴミをマッピング！高速動作・大口径可変形鏡の開発	主席研究員　谷口 誠治
14:05～14:30	高出力レーザー開発の切り札！コヒーレントビーム結合	副主任研究員　コスロービアン ハイク
14:30～14:45	休憩	
14:45～15:10	離れた場所からガス漏れを見つけよう！光学的手法を用いた漏えい気体可視化技術の開発	研究員　倉橋 慎理
15:10～15:35	レーザーで海中のCO_2濃度がわかる！ラマンライダーによる海洋炭酸系の測定	研究員　磯谷 舟佑
15:35～16:00	有毒ガスの漏洩を検知！ガスのある場所が点滅する新しい可視化手法	主任研究員　染川 智弘
16:00～	閉会	常務理事　梅林　徹
16:05～16:40	ポスター発表	

※なお、プログラム順は変更する可能性がありますので、ご了承ください。

◆開催概要

<日 時> **2026年11月10日（火）13:00～16:40**

<場所> **パシフィコ横浜 会議センター302号室**
神奈川県横浜市西区みなとみらい1-1-1
アクセス：「みなとみらい」駅から
徒歩5分ほか
https://www.pacifico.co.jp/access

<受講料> 無料

<申し込み方法> Photonics Innovation2026より
お申し込みください
https://www.opt-seminar.jp/ilt2026y/

<申し込み締切> 定員（50名）になり次第
締め切らせていただきます

<お問い合わせ> 公益財団法人レーザー技術総合研究所
（E-mail:seika@ilt.or.jp）



発行／公益財団法人レーザー技術総合研究所　編集者代表／倉橋慎理　〒550-0004 大阪市西区靱本町1-8-4　大阪科学技術センタービル4F TEL(06)6443-6311 FAX(06)6443-6313
掲載記事の内容に関するお問い合わせは、編集者代表・倉橋慎理（E-mail:kurahashi-shinri@ilt.or.jp）までお願いいたします。