大阪大学
THE UNIVERSITY OF OSAKA

Press Release

取り組み

2026年9月9日

接合科学研究所は、「試行錯誤型」から「AI 予測型」金属 3D プリンティング開発へ

― 材料・装置・造形条件から性能を予測する「統合 DPAS」の中核 AI 技術を開発 ―

❖ 概要

大阪大学接合科学研究所の柴原正和教授、加藤拓也特任助教、生島一樹准教授、桐原聡秀教授らの研究グループは、日本溶接協会との連携のもと、金属積層造形（AM）※1 の開発を、実験を繰り返して条件を決める「試行錯誤型」から、AI による予測を活用する「AI 予測型」へ転換するための AM 設計支援技術を開発しました。材料・装置・造形条件から材料特性を予測し、不確かさも同時に評価する中核 AI 技術を構築しました。

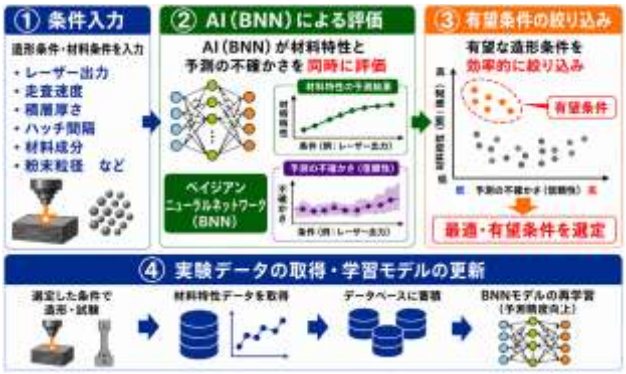


図1 AI を用いた金属 3D プリンティングの「AI 予測型」開発の流れ

材料・装置・造形条件から材料特性と予測の不確かさを同時に評価し、有望な造形条件を絞り込みます。必要な条件だけを追加試験し、その結果を AI に学習させることで、効率的な条件探索につなげます。

金属 AM では、同じ材料であっても、AM 装置、レーザー出力、走査速度、積層厚さ等の条件によって得られる材料特性が変化します。このため、航空・宇宙、エネルギー、輸送機器などで新たな AM 材料や部品を開発する際には、多数の条件でクーポン試験片を造形・評価し、適切な条件を探索する必要があります。特に、高い信頼性が求められる部品への適用では、材料特性を把握するための試験負担が AM 導入の大きな課題の一つとなっています。

今回、研究グループは、材料、装置、造形条件等を入力すると、欠陥率、硬さ、耐力、引張強さ等の材料特性を予測する AI モデルを構築しました。さらに、ベイジアンニューラルネットワーク（BNN）※2 を用いることで、AI による予測値だけでなく、「その予測をどこまで信頼できるか」を表す不確かさを同時に評価できるようにしました。開発技術を各産業分野に展開することにより、データが十分な領域では AI の予測を活用し、データが不足する領域では追加試験を優先するという、予測と実験を循環させる効率的な AM 開発につなげることが期待されます。

本技術は、NEDO K-Program で大阪大学と日本溶接協会が開発を進める「統合データプラットフォームアクセスシステム※3（DPAS、AM 設計支援システム）」の中核 AI 技術として活用することを目指しています。統合 DPAS では、材料・装置・造形条件・材料特性等のデータを集約し、AI やシミュレーションと組み合わせることで、航空・宇宙、エネルギー、輸送機器などの分野における AM 開発における条件選定と性能予測を一体的に支援します。

【柴原正和教授のコメント】

金属 3D プリンティングでは、材料が同じでも、装置や造形条件によって得られる材料特性が変化するため、多くの試験を繰り返す必要があります。今回の技術では、AI が材料特性を予測するだけでなく、「その予測をどこまで信頼できるか」も評価できます。 今後、統合 DPAS を通じて、金属 AM 開発を「試行錯誤型」から「AI 予測型」へ転換し、高性能部品の開発期間の短縮・コストの削減につなげたいと考えています。

❖ 本取り組みの背景

従来の鋼材では、材料を指定すれば、応力－ひずみ関係や疲労強度など設計に必要な材料特性を既存のデータベースや規格等から得ることができます。一方、金属積層 AM では、同じ材料でもレーザー出力、走査速度、積層厚さ、粉末条件、造形位置等によって材料特性が変化するため、条件ごとに造形・試験を繰り返す必要があります。この「クーポン試験を繰り返しながら条件を絞り込む」開発プロセスは、AM の実用化・産業利用を進める上で時間とコストの大きな負担となります。本研究では、この開発プロセスを「造って、試して、決める」から「AI で予測して、必要なものだけを造って試す」へ転換することを目指しています。

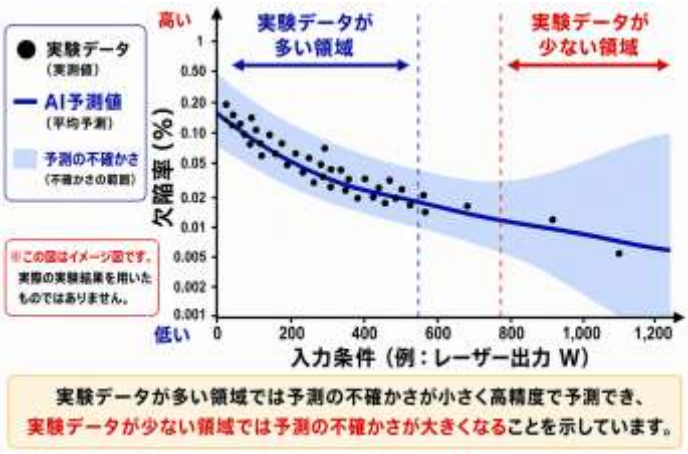


図2 AI による材料特性の予測と「予測の不確かさ」

実験データが十分にある領域では予測の不確かさが小さく、データが少ない領域では不確かさが大きくなります。AI が予測値だけでなく、「その予測をどこまで信頼できるか」も示します。

❖ 取り組みの内容

研究グループでは、材料、AM 装置、レーザー出力、ビーム径、走査速度、積層厚さ、粉末条件、造形位置等を入力（Input）し、密度、硬さ、耐力、引張強さ、破断伸び等の材料特性を出力（Output）する BNN モデルを構築しました。

BNN は通常のニューラルネットワークと異なり、ネットワークの重みを確率分布として扱います。このため、予測値だけでなく予測の分散も得ることができ、AI 自身が「この条件なら自信を持って予測できる」「この領域はデータが不足している」と判断するための情報を示すことができます。

公開 AM データを用いた検討では、レーザー条件から溶け込み深さ・幅を予測し、少数データでも条件依存性を再現できることを確認しました。また、材料データベースを用いて硬さ、耐力、引張強さ、破断伸び等を予測し、学習データが少ない領域ほど予測の不確かさが大きくなることを確認しました。これは、単に材料特性を予測するだけでなく、AI 自身が「予測に十分なデータがある領域」と「追加データが必要な領域」を区別するための情報を与えられることを意味します。

この「不確かさ」を、次にどの条件を実験すべきかを判断する指標として利用します。予測の不確かさが小さい領域では AI の予測を活用し、不確かさが大きく、かつ設計上重要な領域では追加実験を優先します。その実験結果を再学習することで、限られた試験回数で予測可能な領域を拡大し、材料・装置・造形条件の効率的な探索へつなげます。

❖ 本取り組みが社会に与える影響

本技術は、NEDO K-Program で大阪大学と日本溶接協会が開発を進める「統合 DPAS（AM 設計支援システム）」の中核 AI 技術として活用することを目指しています。統合 DPAS では、材料・装置・造形条件等を入力すると、蓄積されたデータ、AI、シミュレーションを組み合わせて材料特性・性能を予測し、有望な条件を絞り込みます。これにより、豊富な試験データや大規模な AM 設備を持たない企業でも、蓄積された知見を活用しながら AM 開発に取り組みやすくなることが期待されます。

将来的には、利用者が材料・装置・要求性能等を入力すると、統合 DPAS が材料特性・性能を予測し、有望な造形条件を提示する設計支援基盤へ発展させます。航空・宇宙、エネルギー、輸送機器など、高い品質と信頼性が求められる分野での AM 適用を支援し、試験回数・開発期間・コストの削減、新材料・新部品の開発加速、さらには国内製造業における金属 AM の利用拡大につなげることを目指します。

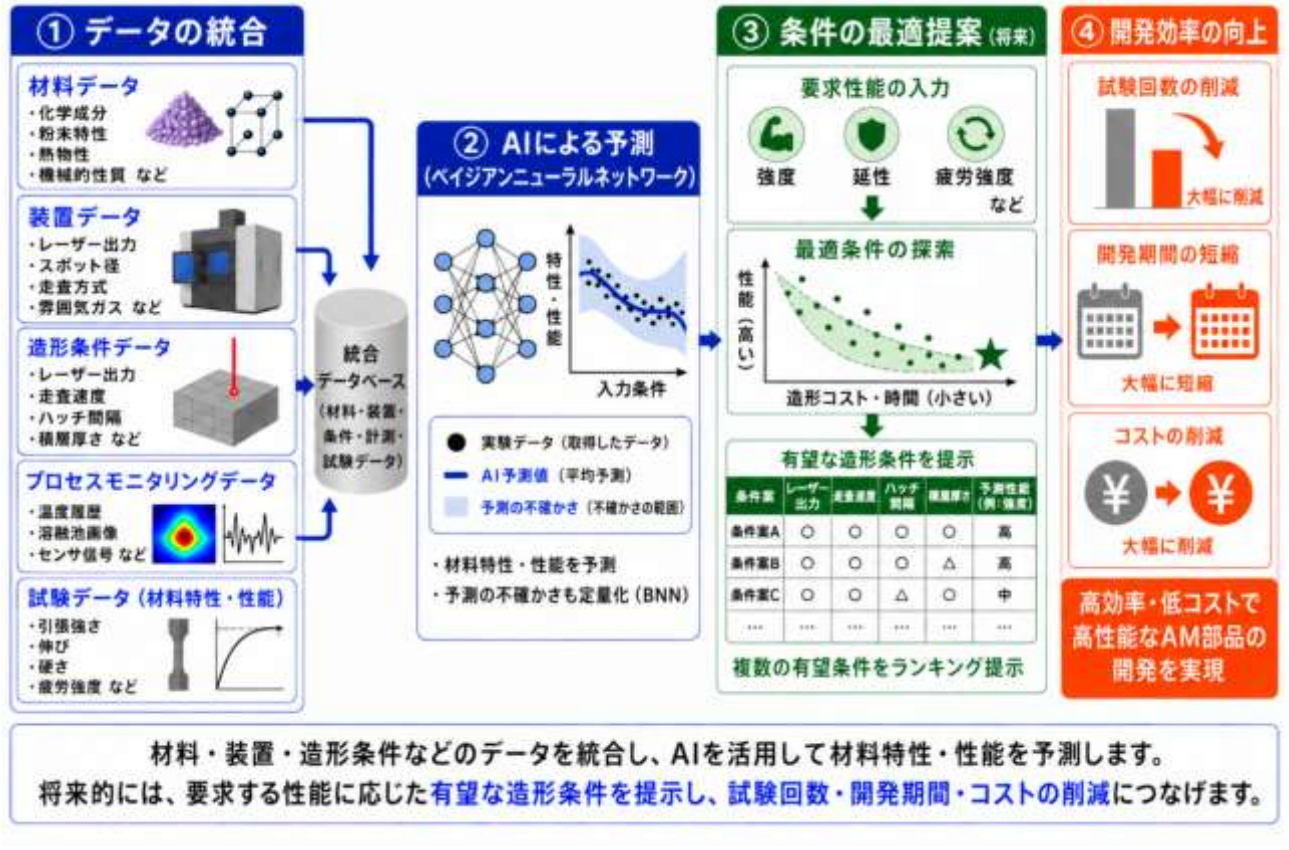


図 3「統合 DPAS」による金属 3D プリンティング開発支援のイメージ

材料・装置・造形条件などのデータを統合し、AI・シミュレーションを活用して材料特性・性能を予測します。将来的には、要求する性能に応じた有望な造形条件を提示し、試験回数・開発期間・コストの削減につなげます。

❖ 特記事項

本研究開発は、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「経済安全保障重要技術育成プログラム（K-Program）／高度な金属積層造形システム技術の開発・実証」における研究開発課題「高付加価値設計・製造を実現する統合型レーザー金属積層造形技術の研究開発」（研究代表者：大阪大学接合科学研究所 塚本雅裕教授）の一環として実施しています。

❖ 用語説明

※1 金属積層造形（AM）

Additive Manufacturing の略。金属粉末やワイヤー等を一層ずつ付加し、三次元形状を造形する製造技術。

※2 ベイジアンニューラルネットワーク（BNN）

Bayesian Neural Network の略。ニューラルネットワークの重みを確率分布として扱い、予測値

とともに予測の不確かさを評価できる機械学習手法。

※3　統合データプラットフォームアクセスシステム

統合 DPAS。AM に関する基礎・先端データを集約し、AI・シミュレーションと組み合わせて材料特性・性能予測や造形条件探索を支援するデータプラットフォームアクセスシステム。本研究開発では大阪大学と日本溶接協会が構築を進めています。

❖ **参考 URL**

柴原正和教授 研究者総覧

URL: https://rd.iai.osaka-u.ac.jp/ja/ad26f62550488a99.html