

タブレット端末へのマルチ二次元コード読み取り機能の実装検討（デジタルものづくり支援担当）

〔背景・目的〕

物流倉庫や棚卸し業務の現場では、大量の物品を迅速かつ正確に管理することが求められている。

本研究では、タブレット端末の広角カメラと大画面を活かし、複数の二次元コードを一度に認識できるマルチスキャン機能を実装した。さらにコードの種類や読み取り距離による認識個数の差異を調査することを目的とした。

〔方法〕

Google が提供する統合開発環境「Android Studio」と機械学習ライブラリ「ML Kit(Barcode Scanning API)」を用いて、Android タブレット端末にマルチスキャン機能を実装した。

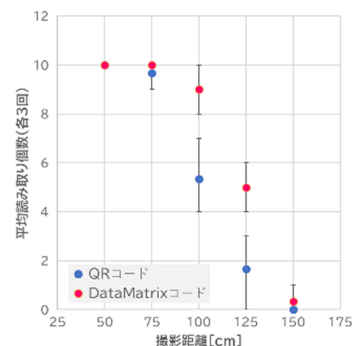
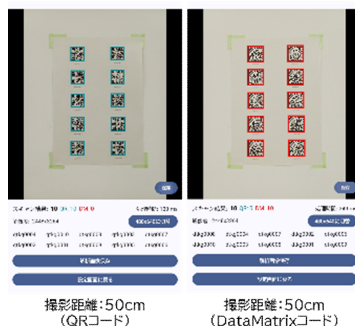
性能評価では、A3 サイズ用紙に同一条件（各 10 個、60mm 角、情報は英数字 8 文字）の QR コード※(余白 4 セル)および DataMatrix コード(余白 1 セル)を配置した。撮影距離 50~150cm の範囲で、一度の読み取りで認識可能なコード数を 3 回計測し、その平均値を比較した。

〔結果・考察〕

撮影距離 100~125cm において、DataMatrix コードの読み取り個数が QR コードを上回る結果となった。この検証により、距離やコード規格に応じた認識性能の違いを明らかにした。

〔活用例〕

データベースと連携した在庫管理システムなどへの応用が期待される。



※ QR コードは株式会社デンソーウェブの登録商標です。

摩擦攪拌点接合における品質評価技術の開発（加工技術研究部）

〔背景・目的〕 自動車産業等において摩擦攪拌点接合 (FSSW) はアルミニウム合金の接合技術として広く実用化され、特に車体の軽量化を促進するために必要とされている。一方、近年では急速に発達してきたデジタル技術を活用して生産現場の省力化・高速化・高度化が推進されてきている。

このような背景を踏まえ、本研究では圧力制御の摩擦攪拌点接合における品質評価の高速化や省力化を目的として、接合時の挙動データを用いて接合強度を予測した。また、予測した接合強度と実際の接合強度を比較し、予測精度を評価した。

〔方法〕 接合装置や治具等に熱センサーなどの各種センサーを取り付け、それらセンサーを用いて接合する際に発生する温度変化や振動などの挙動データを読み取る。続いて各挙動データの最大値や累積値などを分析し、1 回の接合実験から複数の分析データ（最高温度、累積振動値など）を作成する。そして、接合条件を変えて何度も実験を繰り返し、分析データを増やしていく。最後に、それら分析データを統計的な手法を用いることによって、接合強度を予測する技術を開発している。

〔結果・考察〕

図 1 に接合実験より得られた挙動データを示す。

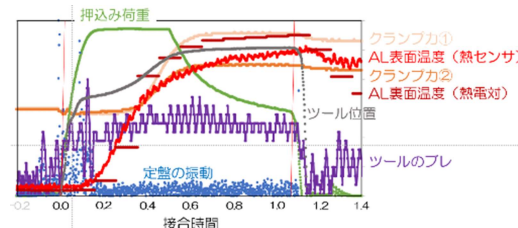


図 1 接合中の挙動データ

この挙動データから最高温度などの因子（説明変数）を作成し、接合強度と相関の高い因子を 3 つ選び、それら因子を用いて予測した接合強度と実際の接合強度とを比較したグラフを図 2 に示す。

本結果より、相関は $R^2=0.885$ と高いスコアを導くことができた。〔活用例〕 今後、本技術を装置化（インプロセス評価装置を開発）していく予定である。

また、FSSW だけでなく抵抗スポット溶接やプレス加工等の溶接以外の分野においてもインプロセス品質評価の向上を図っていく予定である。

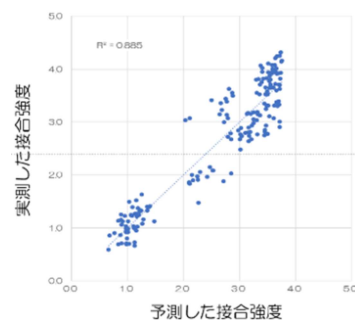


図 2 予測値と実測値の関係

摩擦攪拌プロセスによる鋳物欠陥補修の検討（加工技術研究部）

〔背景・目的〕

鋳物を切削加工していると遭遇する欠陥の一つに鋳巣がある。鋳巣の補修技術として溶接を用いる場合、アルミ合金や銅合金は鋼に比べて溶接が困難であり、補修後に変色が生じることがある。切削加工の現場では鋳巣が発生すると加工を中断し、ワークを加工機から取り外して補修を行った後、再び取り付けて再加工するといった多くの手間を要している。このことから、加工機上で同時に補修も出来れば、一連の工数を大きく削減できると考えられる。そこで、摩擦攪拌プロセスを用いた切削加工機上における鋳巣補修の可能性について調査した。

〔方法〕

摩擦攪拌プロセスにより欠陥を補修できる程度の材料流動が可能かどうかの調査を目的として、アルミ合金 A5052 に対し、疑似的な欠陥としてドリルを用いて貫通穴を作製した。回転させたツールを疑似欠陥の上から挿入し、補修を行った。摩擦攪拌プロセスを用いた補修方法の模式図を図 1 に示す。

〔結果・考察〕

疑似欠陥を補修した後の外観写真と断面写真を図

2 に示す。材料流動により、表面から見て板厚の半分程度欠陥が消失している様子が確認できる。

〔活用例〕

見栄えの悪い鋳巣欠陥の改善により、商品価値の向上や歩留まりの改善などへの貢献が期待できる。

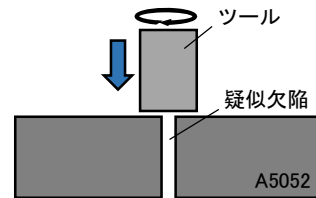


図 1 摩擦攪拌プロセスの模式図

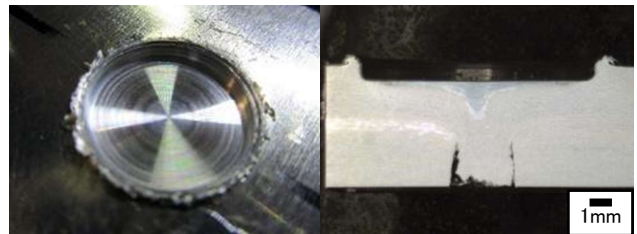


図 2 補修後の外観写真(左)、断面写真(右)

FSW における攪拌部温度計測手法の習得（加工技術研究部）

〔背景・目的〕

摩擦攪拌接合 (FSW) で健全な継手を得るための重要なパラメータの一つが、接合温度である。接合温度が適正範囲を外れると、未接合部や内部欠陥の発生など、接合品質が著しく低下する可能性が高まるため、可能であればリアルタイムでの監視が望ましい。本研究では接合ツールの温度や接合材裏面の温度を測定し、その測定値と接合部における欠陥の有無との相関について調査した。

〔方法〕

供試材に A5052 を使い、スターインプレートによる接合実験中の温度を測定した。接合したサンプルの外観と X 線透過写真から、良否判定を行い、接合時の最高温度と比較した。

〔結果・考察〕

図 1 にサンプルの良否判定結果として接合マップを、図 2 に接合プロセス中のツール最高温度を示す。図中では赤色ほど温度が高く、青色ほど温度が低いことを示している。接合マップ中で欠陥が生じた条件 (500rpm、500mm/min) では、全条件の中でツール温度が最も低くなっていることから、当該条件では

接合部周辺の温度が低く、十分な塑性流動が得られないために欠陥が生じたものと考えられる。

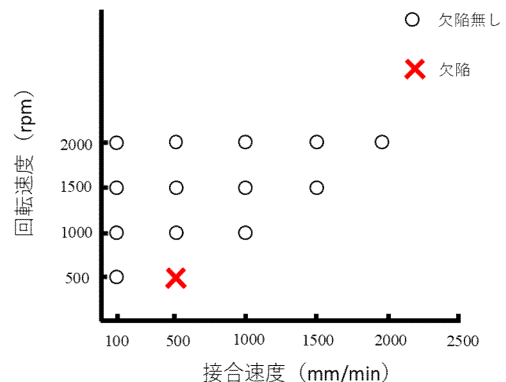


図 1 接合マップ

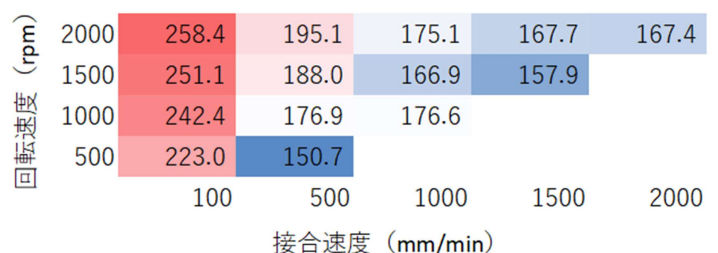


図 2 ツールの最高温度 (°C)

深層学習を用いた欠陥検知 ～YOLOモデルによる欠陥検知事例～（加工技術研究部）

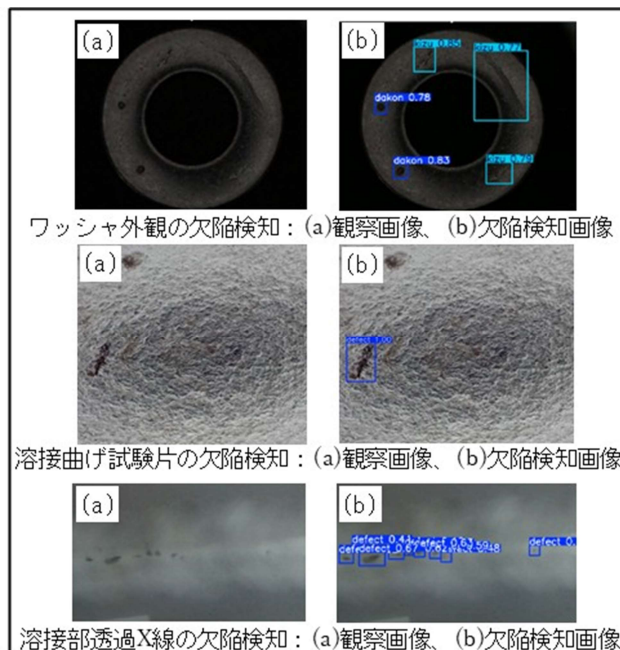
[背景・目的] 機械金属部品の製造においては、製品品質を保証するために外観を検査し、線傷などの欠陥の有無を確認する。これらの外観検査は、従来は人の目視により行われてきた。しかし、目視検査は作業者の疲労や技能差により判定が一定しない課題があり、自動化への要望が強い。

[方法] そこで、製造現場における外観検査の自動化を目的とし、物体検出モデルであるYOLOv11を用いた欠陥検知手法を用いて、照明条件やデータ数が検査精度に与える影響を検証した。さらに、構築した撮影環境を使用して、学習モデルをファインチューニングして、溶接品の曲げ試験片やX線透過写真での欠陥部検知に適用した。

[結果・考察] ワッシャ表面の欠陥検知に対しては、打痕は適合率0.97、再現率1.00と高い精度で検知可能だったが、線傷は基材との明度差が小さい画像での精度が劣っていた。コントラストや明るさを変化させたデータ拡張を行って教師データを拡充したところ、線傷の平均適合率（mAP50）が0.94まで向上した。構築したモデルはGPU非搭載のパソコン上で遅延なく動作し、リアルタイムでのインライン検査工程へ適用可能であることを確認した。また、溶

接品の曲げ試験片やX線透過写真での欠陥部検知へも適用可能であることを確認した。

[活用例] 静止画や動画での検知が可能であり、学習データを変えることで、他のキズ、汚れ、異物混入などの検知にも応用可能である。



3D デジタイザを用いた測定条件調整の試み（加工技術研究部）

[背景・目的]

東部Cでは3D デジタイザを用いて輪郭形状の計測を行っているが、装置の測定精度や測定条件による誤差は明確に把握されていない。本研究では、L27 直交表を用いた実験計画法により、測定条件が測定精度に与える影響を定量的に評価し、最適な測定条件を明らかにすることを目的とする。

[方法]

ブロックゲージの二面間距離を測定し、基準値との相対誤差で精度を評価した。L27 直交表により7 因子（角度、回転中心距離、照明、露光時間、マーキング、枚数、品質）を各3水準で設定し、27通りの実験を実施した。分散分析により各因子の寄与率を算出した。

[結果・考察]

照明条件のみが測定精度に大きく影響し、照明無しが最良であった（図1）。外部照明がデジタイザのブルーライトと干渉し精度を低下させると考えられる。誤差の寄与率は約65%と大きく（図2）、測定台座の振動やデータ処理が要因と推測される。

[活用例]

照明条件の最適化により、一定条件下の依頼測定業務で、より精度向上が見込まれる。また、直交表実験および分散分析の手法は、他の測定装置の最適化にも応用可能である。

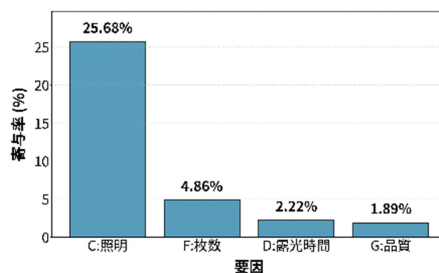


図1 寄与率(正の値の因子のみ)

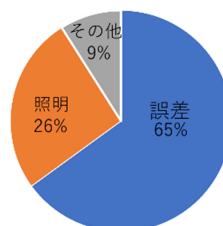


図2 分散分析結果（寄与率）

非鉄金属材料による金属射出成形の基礎技術確立（加工技術研究部）

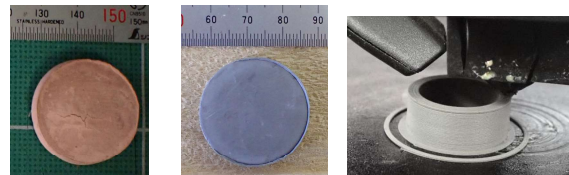
〔背景・目的〕 機械金属部品の軽量化、自動車の電動化や再生可能エネルギーへの需要の高まりによって、アルミニウム合金部品や銅合金部品といった、多くの非鉄金属系部品が使用されている。しかし、これらは伸展材を切削加工して製造されることが多く、小型部品への対応や複雑形状への対応が困難、歩留低下に起因するコスト高という問題がある。そのため、これらの部品を安価に製造できる技術を開発することは、喫緊の課題である。

金属射出成形（MIM）は、樹脂と金属との混練体を射出成形し、成形体の樹脂を焼失（脱脂）させつつ金属同士を結合（焼結）させることで、金属部材を製造する技術である。しかし、アルミニウム系、銅系などといった非鉄金属材料のMIMでは、脱脂温度と焼結金属の融点とが近く、脱脂において発生するガスなどの影響で製品に膨れなどの欠陥が生じる。〔方法〕 そこで、低温度で焼失する樹脂を開発するとともに、金属との相溶性を確保する添加剤の選択を行い、融点の低い金属材料のMIMに最適な樹脂を開発する。またこの樹脂を用いた金属射出成形技術を確立する。

〔結果・考察〕 ステンレス、純銅、アルミニウム合金粉末を用いて、以下の取り組みを行った。

- ① 樹脂及び添加剤による脱脂状態の確認を行い、相溶化剤の選定及び添加体積比を決定した。
- ② 膨れ欠陥の原因を調査し、脱脂工程での膨れ要因が大きいことを把握した。
- ③ 金属粉と樹脂とを混練したコンパウンドを用いてグリーン体を成形し、脱脂焼結（MIM）が可能であることを確認した。
- ④ 金属粉と樹脂とを混練したコンパウンドを3Dプリンタ用のフィラメントに加工し、FDM造形装置により3D造形可能であることを確認した。

今後は、添加剤、金属粉末やMIM条件等の最適化を行い、相対密度の向上を図る。



Cu粉末を用いたMIM焼結後の写真、Al合金粉末を用いたグリーン体写真、3D造形の試行時写真

共同研究機関：ヤスハラケミカル株式会社、株式会社キャストム

インフレーション成形の押出条件の調査（材料技術研究部）

〔背景・目的〕

当センターのインフレーション成形機は、大学や大企業などノウハウがある利用者によって活用されてきた。近年、中小企業などの利用もあり、当センター内にノウハウを蓄積することで技術支援がより効率的に行えるようにしたい。

〔方法〕

低密度ポリエチレンで温度、圧力、巻き取り速度などを変えた48条件でフィルム成形を行い、成形可能な範囲とフィルム物性を調査する。

〔結果・考察〕

樹脂温度、樹脂圧力に対してフィルム厚さと縦横伸張比をとることで製造可能範囲を可視化した。引張強さの縦横比については、ばらつきがあるものの図に示すように収束する傾向が見られた。図中の赤色の点は68%信頼区間を示している。引張強さと引張伸びの相関は見られなかった。引張伸びは厚さによってコントロールできることがわかった。

〔活用例〕

フィルム成形可能な範囲や物性をまとめることにより今後の技術支援に活用する。

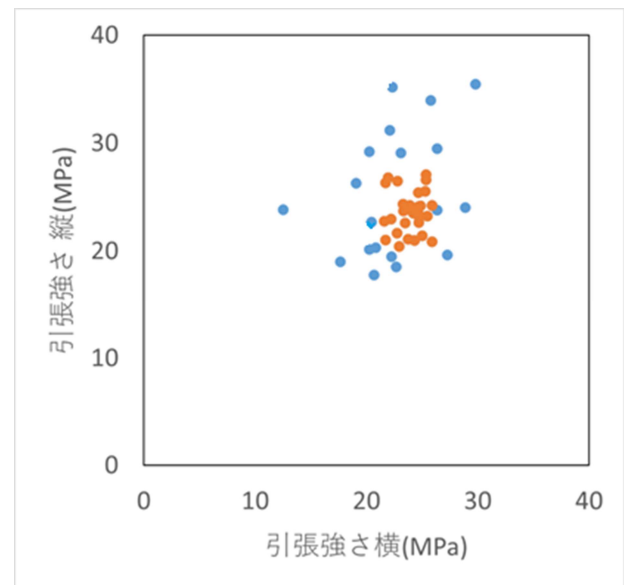


図 フィルムの縦横による引張強さの違い

深層学習を活用した赤外分光スペクトル解析技術の検討（材料技術研究部）

[背景・目的]

赤外分光（IR）スペクトルの解析は、データベースと照合し一致度を基に判断するのが簡便だが、データベースに一致度が高い物質がない場合には、スペクトルの特徴に基づいて、分類、部分構造、化学構造等の推定を行う必要がある。本研究では、このスペクトル解析を深層学習技術で代替し、解析を省力化する技術の確立を目的とした。

[方法]

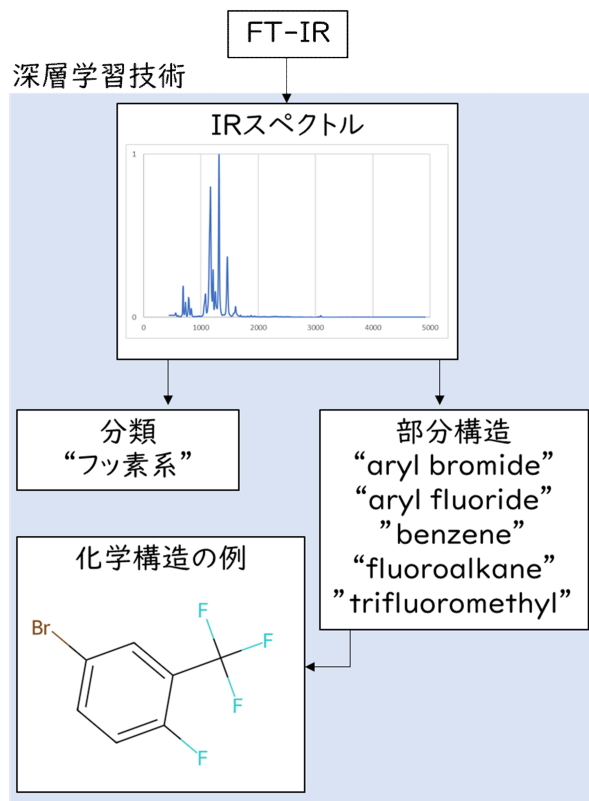
IR スペクトルを入力として、物質の分類および部分構造の有無を出力とする深層学習モデルを構築した。また部分構造の有無から最小限の化学構造を生成する進化計算アルゴリズムを作成した。

[結果・考察]

物質の分類精度は 91.0%、部分構造の有無の判定における F1 スコア（偽陰性、偽陽性の少なさを指標）は 0.915 となった。判定した部分構造から化学構造を例示することも可能となった。

[活用例]

IR 測定後、分析結果の解析に活用できる。



分子シミュレーションと機械学習および周辺技術領域に関する調査研究（材料技術研究部）

[背景・目的]

分子シミュレーション、多変量解析、機械学習、実用的 AI 技術など近年の材料開発分野でのコンピュータ活用技術の進化は目を見張るものがある。これらの技術は相補的な融合研究を行うことで有用な知見が得られると予想されているが、技術の根底の原理も異なり、要素のマッチングも困難である。また用いられる理論や概念が高度で、出力結果の解釈も複雑で、中小企業で活用するにはハードルが高い。将来的な融合研究の立案や、中小企業への展開を視野に入れた調査研究を行うこととした。

[方法]

コンピュータ活用技術の理論と概念を中小企業の技術者にわかる形でまとめた資料、これら各技術の根底技術に着眼した相対的な立ち位置を可視化した資料を作るために、大規模言語モデル AI も活用しつつインターネット上で網羅的な調査を行った。

[結果・考察]

機械学習や AI がビジネス市場として大きな注目を集めていることもあり、ネット上には真偽不明な情報が多く、情報の精査が困難であった。また総務

省や人工知能学会などの関連組織も情報発信をしているが、目的に合わせた部分的な内容のものが多かった。

詳細なマップの作成には至らなかったが、AI、シミュレーション、データサイエンスの概念を整理し簡単なマップにした。

[コンピュータ活用技術のマップ]

