

大阪科学・大学記者クラブ 御中
(同時提供先：文部科学記者会、科学記者会)

2024年3月19日
大阪公立大学

不良品を見逃さない！ AI を用いた水道管などの品質検査システムを開発

<ポイント>

- ◇人の目に頼っていた水道管などのダクタイル鋳鉄管の品質管理負担を劇的に改善。
- ◇AI を活用し、鋳肌画像から不良品を自動識別する検査システムを開発。
- ◇不良品が発生した際の製造条件データを蓄積することで、高度な製品管理も実現可能。

<概要>

上下水道管やガス管には、ダクタイル鋳鉄管という管材が使用されています。ダクタイル鋳鉄管は、溶かした鉄と炭素の混合物を管円筒状の鋳型に流し込んで製造され、製造過程でできる小さな穴（ピンホール）の大きさや数によって品質の良否判定が行われます。これまで、不良品（本研究における等級5）の判別には、経験を積んだ検査員の主観的な判断で行われており、検査員ごとの判断基準の標準性や定量性、目視検査による負担などの課題がありました。

大阪公立大学大学院 情報学研究科の上杉 徳照准教授、中島 智晴教授らと、株式会社栗本鐵工所の共同研究グループは、栗本鐵工所で製造された約400本のダクタイル鋳鉄管を撮影した鋳肌画像3,481枚と、それらの画像に対する検査員の5段階分類結果をAIに学習させることで、不良品を自動で識別可能な検査システム開発しました。また、不良品が発生する際の製造条件データを同時に記録することで、さらなる品質向上へも活用することができます。今後は本システムの実装に向け、栗本鐵工所の鋳物工場へのテスト導入等を進めます。

本研究成果は、日本材料学会「材料」の2月号に掲載されました。



図1 栗本鐵工所で製造しているダクタイル鋳鉄管



図2 等級1（左）と等級5（右）の鋳肌画像
これまでは経験を積んだ職人の目で分類を行っていた。

この研究は、ダクタイル鋳鉄管の品質検査にAIを活用し、デジタルトランスフォーメーション（DX）を推進しました。品質基準の一貫性が大きな課題でしたが、共同研究による詳細なデータ収集と整合性のあるラベル付けが、この問題を解決しました。この技術が社会インフラの安定供給と向上に貢献することを願っています。



上杉 徳照准教授

<研究の背景>

私たちが普段使う水道管などに使われるダクタイル鋳鉄管の品質は、経験を積んだ職人の目でチェックをしていましたが、疲れてくると見落としやミスが発生する可能性があります。また、合格品か不良品かの2通りの判断のみしか行っておらず、不良品が発生する場合の製造条件等の記録は行われていませんでした。そこで、AIを活用してより正確に、かつ細かい点数でダクタイル鋳鉄管の品質をチェックする方法を検討しました。

<研究の内容>

本研究では、CNN（畳み込みニューラルネットワーク^{*1}）を使い、ダクタイル鋳鉄管の鋳肌画像から品質を評価する、AI技術を活用した新手法を開発しました。本研究の重要な進歩は、AIを使って、単に良品か不良品かを分類するだけでなく、品質の程度を数値で評価する「回帰^{*2}」ができるようになった点です。特に、未知のテストデータに対しても不良品分類の再現率^{*3}は100%であり、すべての不良品を見逃すことなく判別することが可能です。

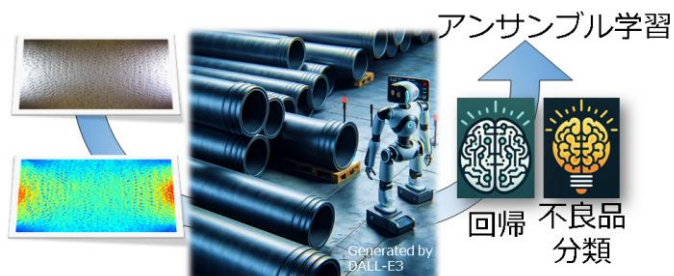


図 開発された AI システムの概念図。
鋳肌画像を AI が判断しやすくするために擬似カラー化し、その後、異なる AI 技術を組み合わせたアンサンブル学習を用いて回帰と不良品分類を行い、最終的な判断を下す。

<期待される効果・今後の展開>

本研究による AI 技術の導入は、ダクタイル鋳鉄管における品質検査の効率化と精度向上を実現し、製品の信頼性と安全性を高めることが期待されます。業界全体での採用が進めば、生産コストの削減にも繋がります。一般社会にとっては、より高品質で安全なインフラが供給されることになり、安全・安心な社会の実現に貢献するでしょう。今後の課題としては、さらなる精度向上や、他の鋳造製品への応用展開が挙げられます。

<特許情報>

特許出願中：特開 2023-043863「定量評価装置、定量評価プログラム、および学習モデル生成プログラム」

<用語解説>

- ※1 畳み込みニューラルネットワーク…画像処理に特化した深層学習モデルで、画像から特徴を抽出し、分類などのタスクに使用される。
- ※2 回帰…統計学で変数間の関係を予測する分析方法で、AI や機械学習では連続値の予測に応用される。
- ※3 再現率…真陽性を真陽性と偽陰性の合計で割ることで計算され、高い再現率は正の事例（本研究では不良品に当たる事例）を見逃さない能力が高いことを示す。

<掲載誌情報>

【発表雑誌】材料

【論文名】深層学習による回帰と不良品分類を両立するダクタイル鋳鉄管の鋳肌検査

【著者】上杉 徳照、大倉 直也、中島 智晴、小川 耕平、堤 親平、澤田 健二、中本 光二

【掲載 URL】<https://doi.org/10.2472/jsms.73.157>

【研究内容に関する問い合わせ先】

大阪公立大学大学院 情報学研究科
准教授 上杉 徳照（うえすぎ とくてる）
TEL：072-254-9483
E-mail：uesugi@omu.ac.jp

【報道に関する問い合わせ先】

大阪公立大学 広報課
担当：竹内
TEL：06-6605-3411
E-mail：koho-list@ml.omu.ac.jp