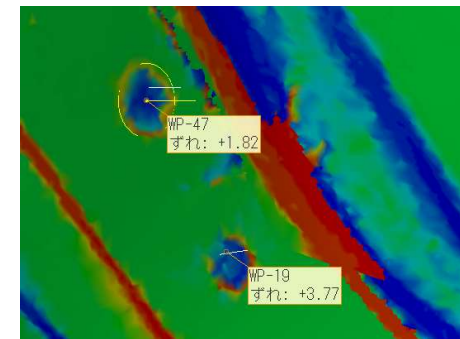
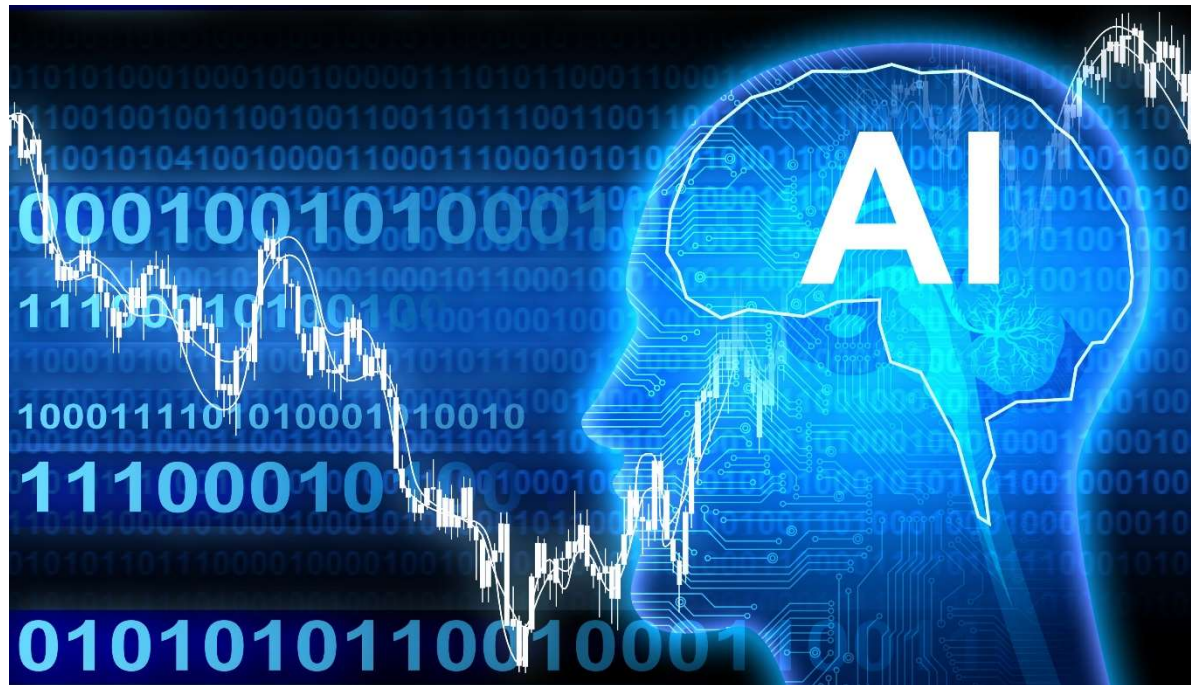


# スポット溶接位置検査に画像AI判定技術を適用した事例の紹介

## 「spGauge SW検査AI判定機能」のご紹介



2023年6月23日10:00~プレス③講演107

株式会社アルモニコス AXION事業部 山根雅則

**カーボンニュートラル**を目指す自動車業界において、電気自動車など、**完成車が脱炭素化を目指す動き**と、**生産工程によって効率化を図り、使用エネルギー削減を目指す動き**の両面が必要とされています。

紹介する技術は、後者の狙いを持っており、部品のモノづくりにおいて生産性向上、低コスト化につながる技術開発の革新を目標としています。

**DX（デジタルトランスフォーメーション）**化が進められている製造業界に、**AI（人工知能）**技術を適用することにより、人の判断にゆだねられている検査工程に対し、コンピュータによる自動判断を可能にし、検査の自動化の実現を目指しています。

本稿では、非接触測定機を金型製作業務だけでなく、生産設備業務にも活用する技術として、弊社の非接触検査ソフト「spGauge（エスピーゲージ）」のスポット溶接（spot welding：以下SW）位置検査機能に**AI画像判定技術**を適用した事例を紹介します。

SW時の圧着で発生する凹み（打痕）



現状のSW位置の検査は、①目視、②手測定、③有接触測定機で実施

- ①目視：×（位置検査はできない）
- ②手測定：△（位置はわからない）
- ③有接触測定機：○（できるが、手間がかかる）



図1 目視検査：打痕の有無を目視で確認

図2 手測定：位置をモノサシ（直尺定規）で測定

図3 有接触測定機で測定

## SW「位置検査」の工数短縮が課題となっている

検査方法を変革！

非接触測定機を活用！

検査ソフト spGaugeを適用

適用効果

- ①測定時間の大幅短縮
- ②測定時の作業者によるばらつきが少ない
- ③測定もれが無い
- ④溶接忘れの箇所でも、測定もれが無い
- ⑤検査ソフトによる自動判定
- ⑥SW検査結果の再確認が容易にできる
- ⑦SW検査のトレーサビリティ保証

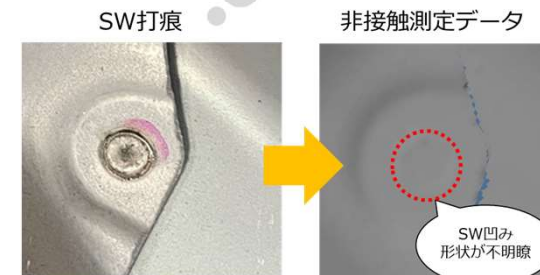
spGaugeユーザーから抽出率の向上への要望が多く、新しいSW形状検出方法の開発が必要になっていた。

しかし、現状のspGaugeの「SW位置検査機能」では、

- ・溶接時の状況によりSW打痕凹み形状が少ない（浅い）場合
- ・使用している3Dスキャナーの形状再現精度が低い場合

↓

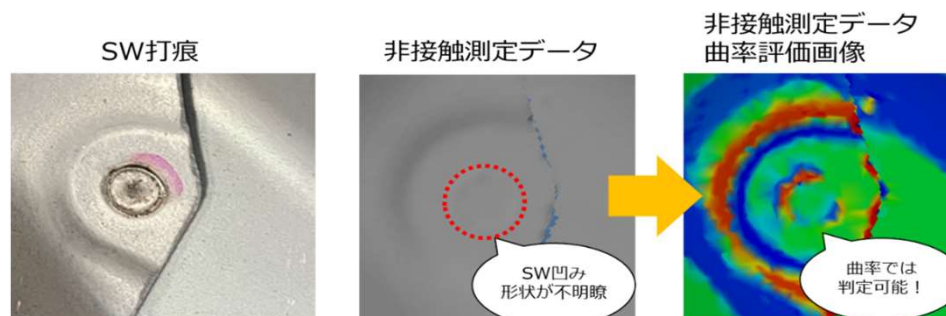
**SW打痕凹み形状が非接触測定データで再現できていないため、自動検出率が低下する課題があった**



研究開発テーマ

## 「溶接位置検査における画像AI（人工知能）判定ソフトウェアの開発」

非接触測定データの**曲率色**で表現された画像からAIにて打痕位置判定をする新手法の検査技術を開発し、SW位置検査の自動検出率を向上を目指した！

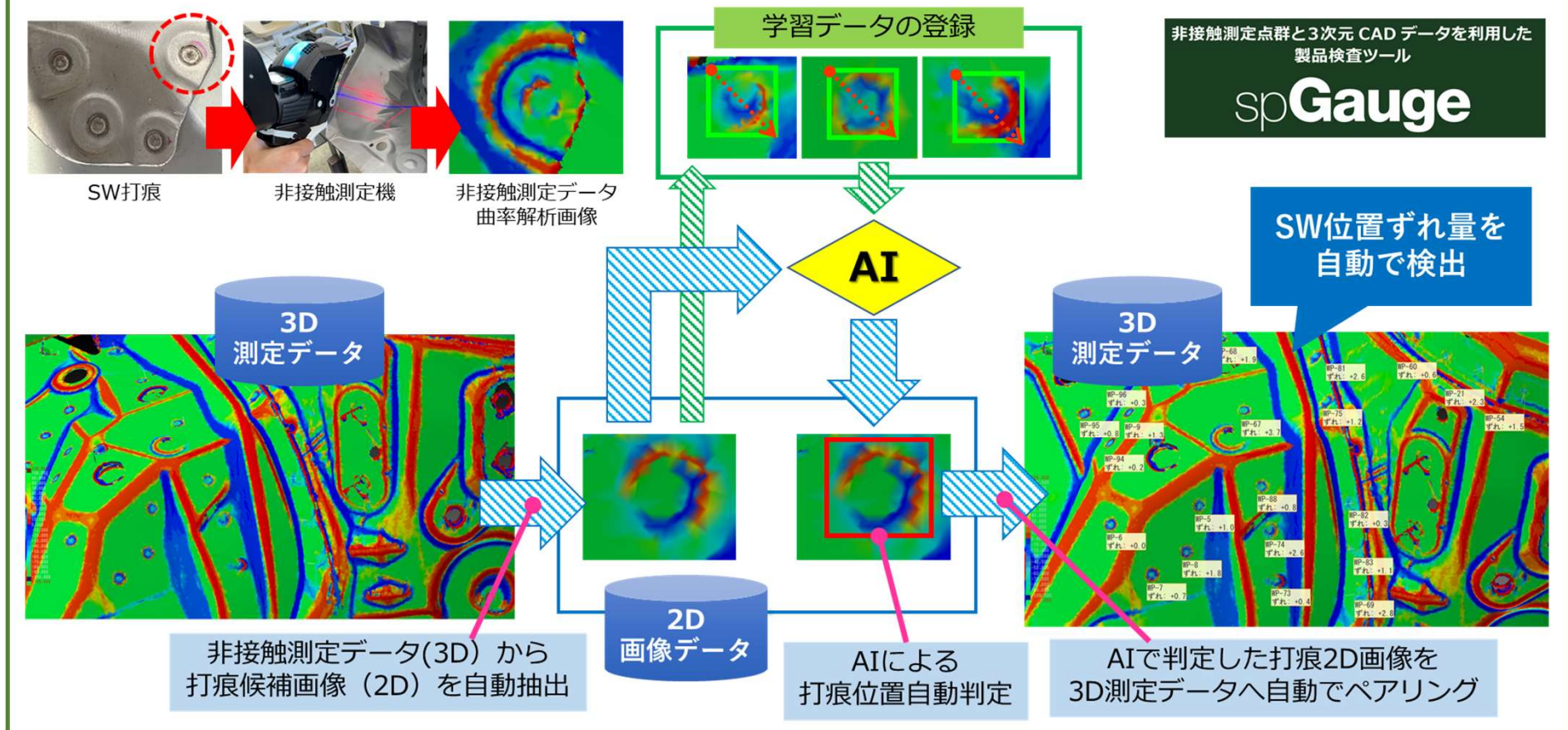


### 画像AI適用により検査方法を変革！



## スポット溶接 (SW) 位置検査に画像AI (人工知能) 判定技術を適用!

静岡県産業振興財団 令和4年度新成長産業戦略的育成事業 (中小企業研究開発助成事業) 成果物  
「溶接位置検査における画像AI (人工知能) 判定ソフトウェアの開発」

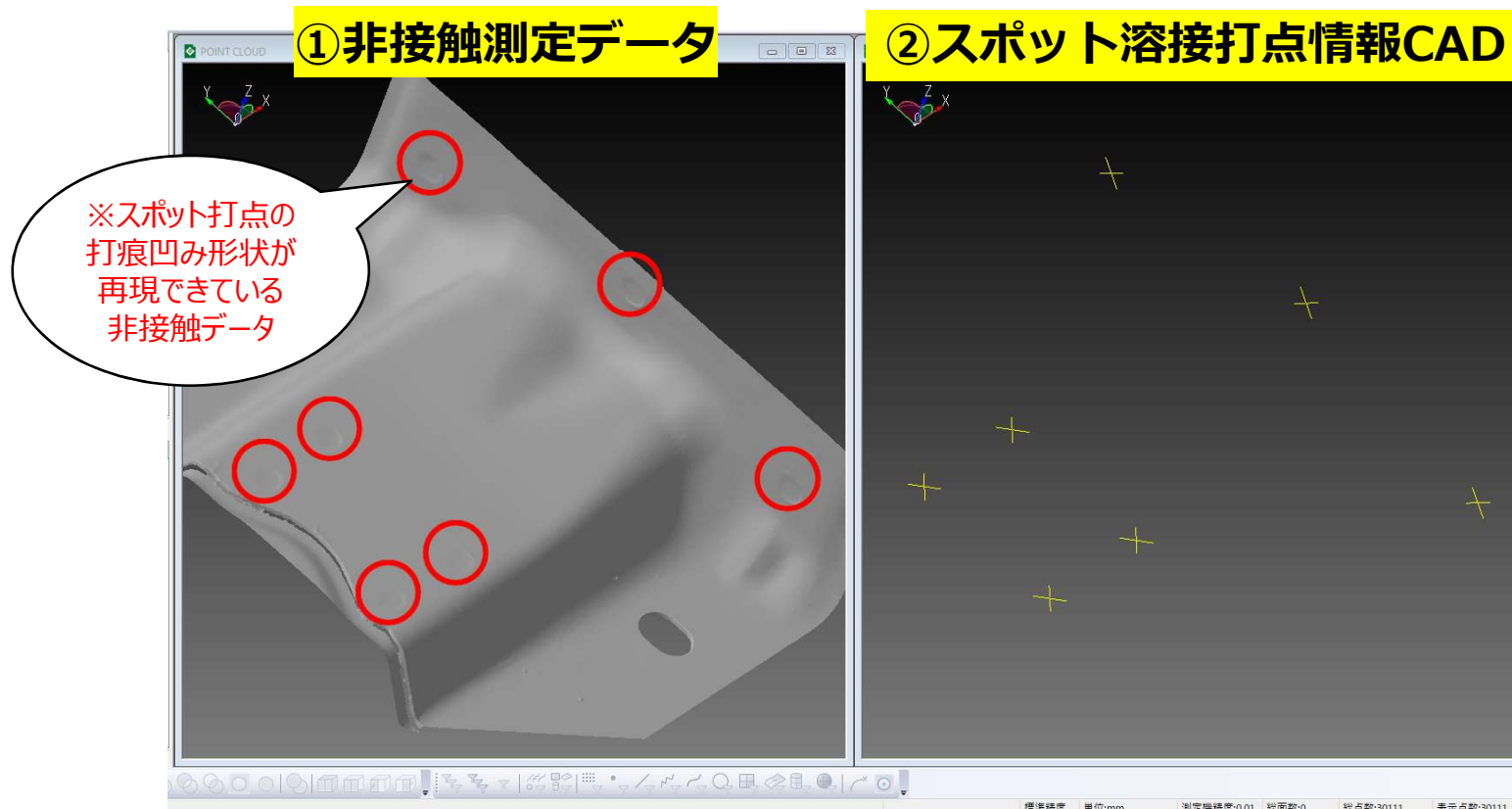


①非接触測定データ SWをしたAssyパネル表面を非接触測定したデータ (STL)

②スポット溶接打点情報を示すCAD (IGES、STEP)

「×」や「○」、「点」形状で定義されたCAD情報

スポット形状が「点」で登録されている場合は、CAD面情報のファイルも必要



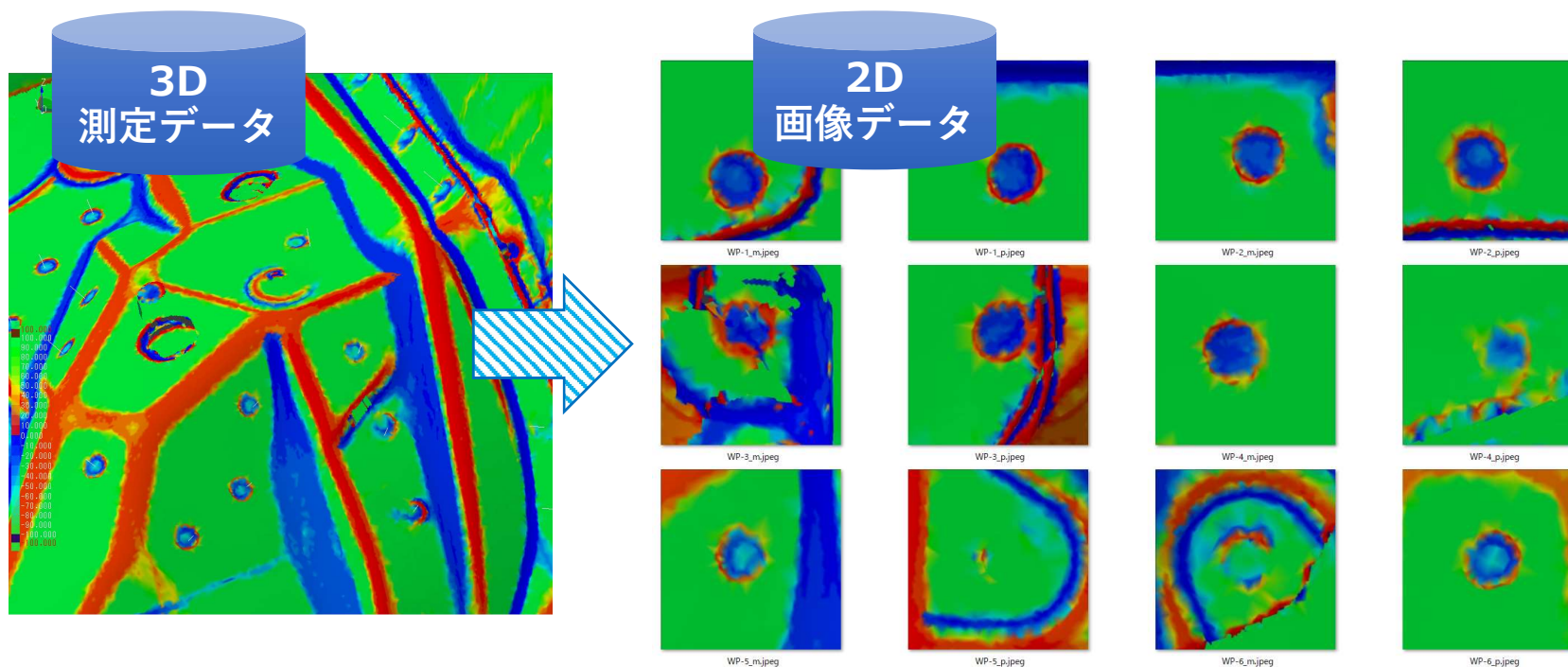
# AI判定に必要な2D画像データを自動取得

## 非接触測定データから打痕候補画像を自動抽出する機能を開発

設計CADに登録されているSW位置（○、×、△、点等で登録）情報を元に、非接触測定データ（3D）からの曲率表示の画像(2D)を**自動抽出する**。

この画像はAIでSW位置を判定するために使用するが、AI学習をするための画像としても使用する。

従来はオペレータが手動でSWの候補画像を採取する必要があったが、抽出の自動化で**大幅な時間短縮が可能になった**。



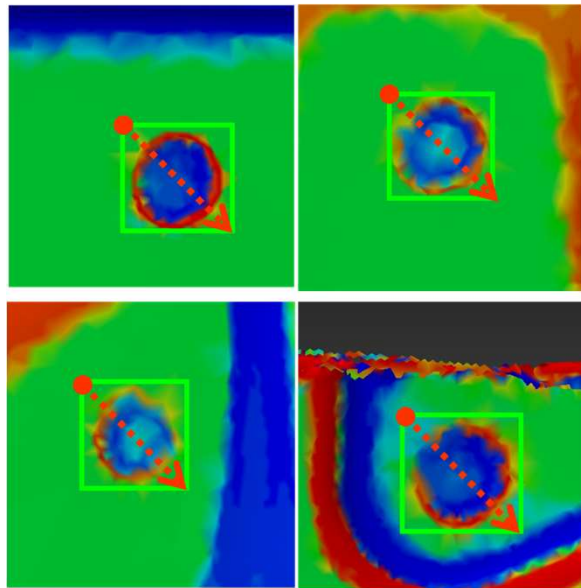
## 非接触測定データから打痕候補画像を自動抽出する機能を開発

自動抽出した画像に対し、**曲率表示状態をオペレータが確認し、SW位置として抽出したい範囲を矩形で登録する。**

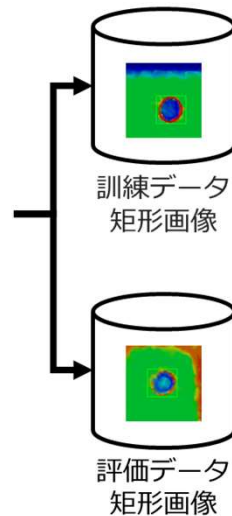
打痕の状態によって曲率表示状態が異なるため、この矩形登録は、**人の判断基準をAIに教える意味を持つ。**

次に、矩形登録した複数枚の画像を「訓練用」と「評価用」に適宜分けて使用し、AIに訓練データ画像で学習させて、評価データ画像で学習結果の判定を反復して習熟させる。

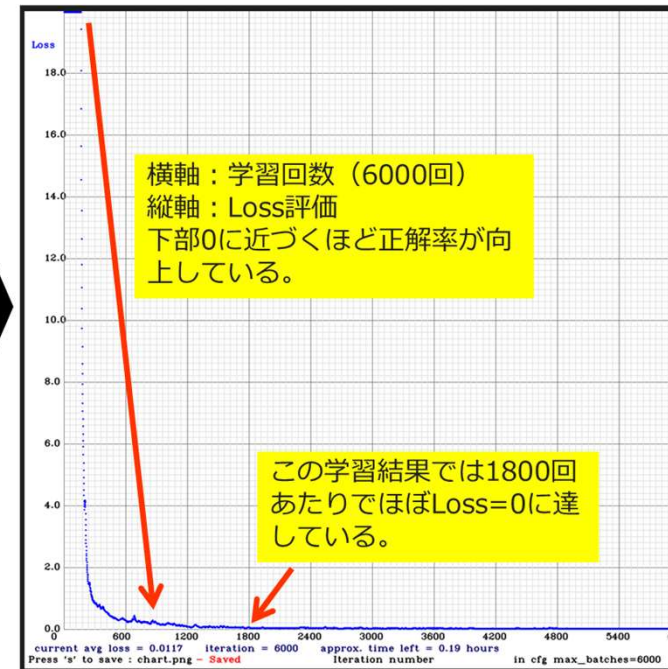
### 【学習用データの作成】



非接触データの曲率を参考にして、SW形状を矩形で囲む



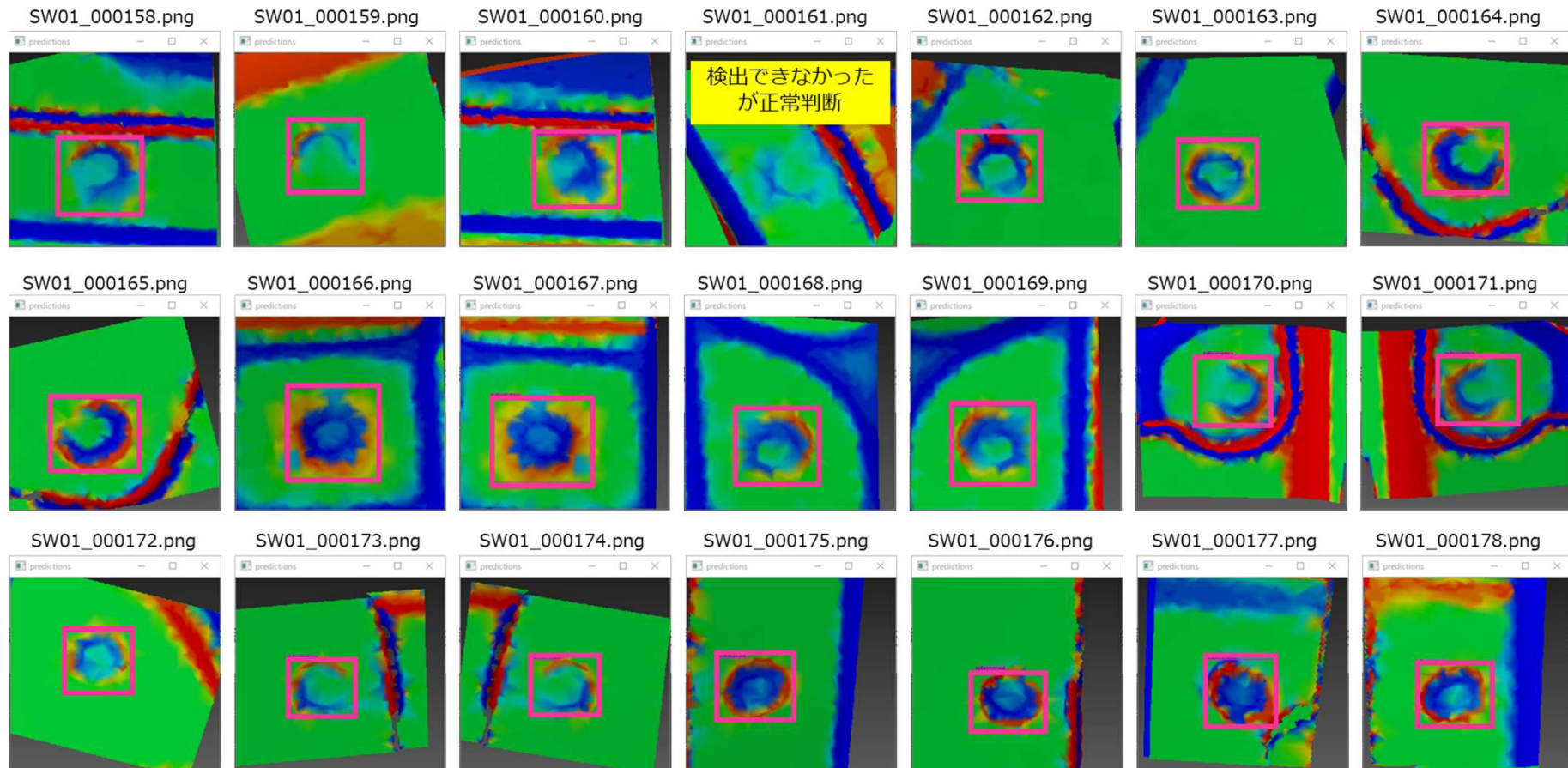
### 【AI学習】





## 学習させたAIでSW位置を検出した結果

SW74箇所に対し、73箇所の抽出ができ、正解率98.6%を得ることができた。  
抽出できなかったSW打痕は学習をさせると抽出可能になる。

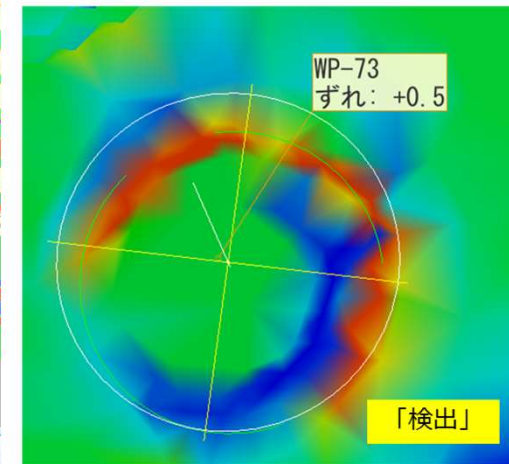
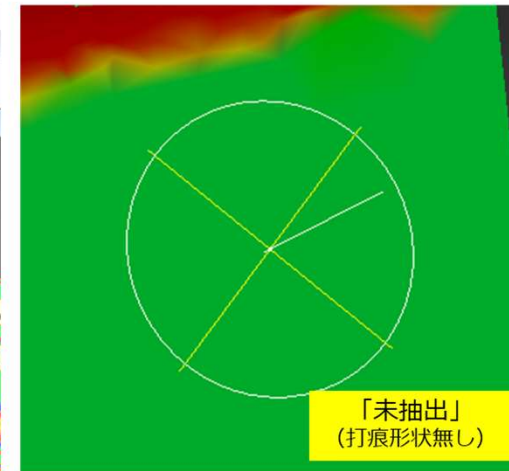
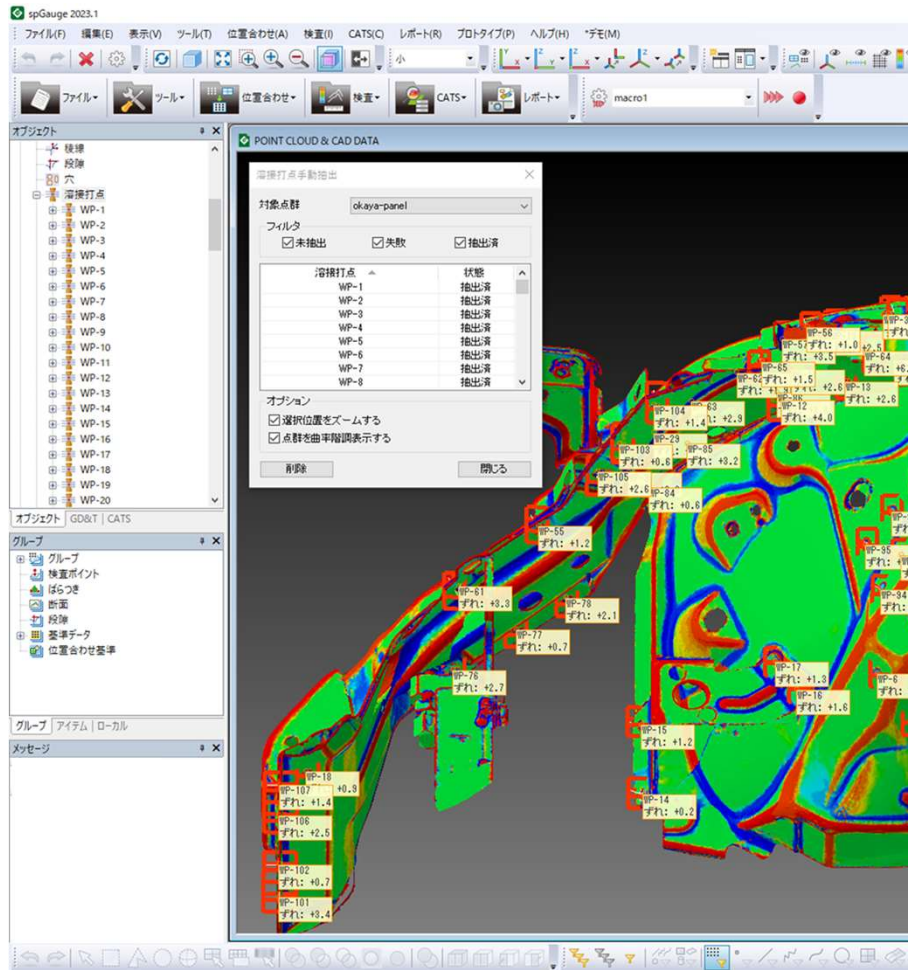


# AI判定結果2D情報を3Dに反映し、SW位置検査を実行

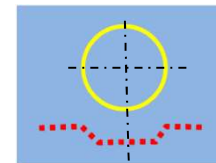
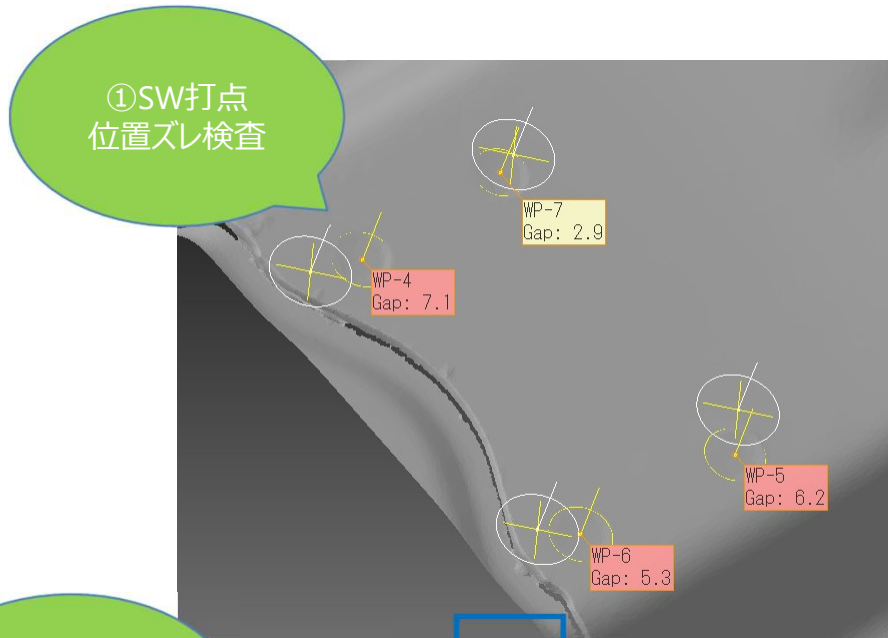
## AI適用SW検査の実証実験結果 spGaugeにて実施

SW検査箇所107箇所の結果：100%

「検出」103箇所、「失敗」無し、「未抽出」4か所（打痕形状が無いため正常判定）



非接触測定データのスポット溶接の打痕凹み形状を抽出し、CAD設計位置との誤差量を評価します。



②SW打点間最短距離チェック



WP-4,WP-7,21.995420  
WP-5,WP-6,23.476848  
2箇所の溶接打点間距離を検出しました。

③SW打点位置ズレ誤差結果CSV出力

連番ID	基準点X	基準点Y	基準点Z	実測点X	実測点Y	実測点Z	DXYZ	判定(0=OK)	中心下しきい値	中心上しきい値	浮き	ずれ	基準半径	実測半径	半径誤差	半径下しきい値	半径上しきい値
WP-1	5458.4	483	667.4	5458.1	482.2	671.9	4.6	0	-5	5	0.3	4.6	5	3.8	-1.2	-5	5
WP-2	5458.4	420	654.6	5458.1	422.7	656.1	3.1	0	-5	5	0.3	3.1	5	3.8	-1.2	-5	5
WP-3	5458.4	545	655.3	5458	545.7	656.3	1.3	0	-5	5	0.4	1.2	5	3.7	-1.3	-5	5
WP-4	5348.3	504.5	650.9	5355.8	502.6	650.3	7.7	1	-5	5	-0.6	7.7	5	3.1	-1.9	-5	5
WP-5	5380.4	462.2	650.9	5376.4	457.3	650.5	6.3	1	-5	5	-0.4	6.3	5	3.1	-1.9	-5	5
WP-6	5348.3	461.7	650.9	5352.9	458.5	650.4	5.7	1	-5	5	-0.5	5.7	5	3.4	-1.6	-5	5
WP-7	5380.4	504.5	650.9	5377.7	503.6	650.4	2.8	0	-5	5	-0.5	2.8	5	3.2	-1.8	-5	5

④SW打点間距離判定結果CSV出力

溶接打点 1	溶接打点 2	距離(基準)	Max	Min	距離(実測)	誤差
WP-1	WP-2	64.3	5.0	-5.0	61.6	-2.7
WP-2	WP-3	125.0	5.0	-5.0	128.0	-2.0
WP-3	WP-4	117.4	5.0	-5.0	111.1	-6.3
WP-4	WP-5	53.1	5.0	-5.0	49.8	-3.3
WP-5	WP-6	32.1	5.0	-5.0	23.5	-8.6
WP-6	WP-7	53.5	5.0	-5.0	51.5	-2.0
WP-7	WP-1	82.6	5.0	-5.0	85.8	3.3

弊社検査ソフト「spGauge」のSW位置検査に画像AI判定技術を適用した事例としてご紹介した。

### 適用課題：

非接触測定機の精度、対象の製品形状や材質、測定方法によってSW打痕形状に差があるため、実際の非接触測定データでのAI学習が必要となる。

「どの画像でどの程度の状態を抽出結果にするか」などの客先の要望を反映したAI学習が不可欠である。

弊社アルモニコスで開発した技術のため、客先の要望を反映した運用サポートも可能である。

### DX化が求められている製造業界にもっとAI技術を適用！

画像によるAI判定技術は本開発のSW打痕位置検査のみならず、他の検査業務にも適用できる可能性がある。引き続きAI適用の可能性にも取り組みたい。

以上をもちまして、弊社からのご説明とさせていただきます。  
ご清聴ありがとうございました。

本講演でご紹介した「溶接位置検査における画像AI（人工知能）判定ソフトウェアの開発」は静岡県産業振興財団 令和4年度新成長産業戦略的育成事業（中小企業研究開発助成事業）で助成いただいた成果物です。