

# ICT活用課題解決支援事業の実証実験

テーマ：  
自動車装飾部品などの耐食性評価をデジタルで支援し  
公設試験研究機関の評価技術を適切に伝承したい！

## 実証実験報告書

実証事業者：

 東朋テクノロジー株式会社



経済産業局  
産業技術センター



## ● 1. 実証実験の概要

- 背景・目的
- 対象となる業務の全体像
- 目標・KPI

## ● 2. 実証実験の結果

- KPIに関連する結果
- 工夫したポイント
- 実証実験で得られた発見

## ● 3. 課題と今後の展開

- サービス/システムにおける課題
- 導入に向けての課題と解決策

## ● 4. 参考資料

- 成果物(制作物)紹介
- サービス/システムの紹介

### 《課題》

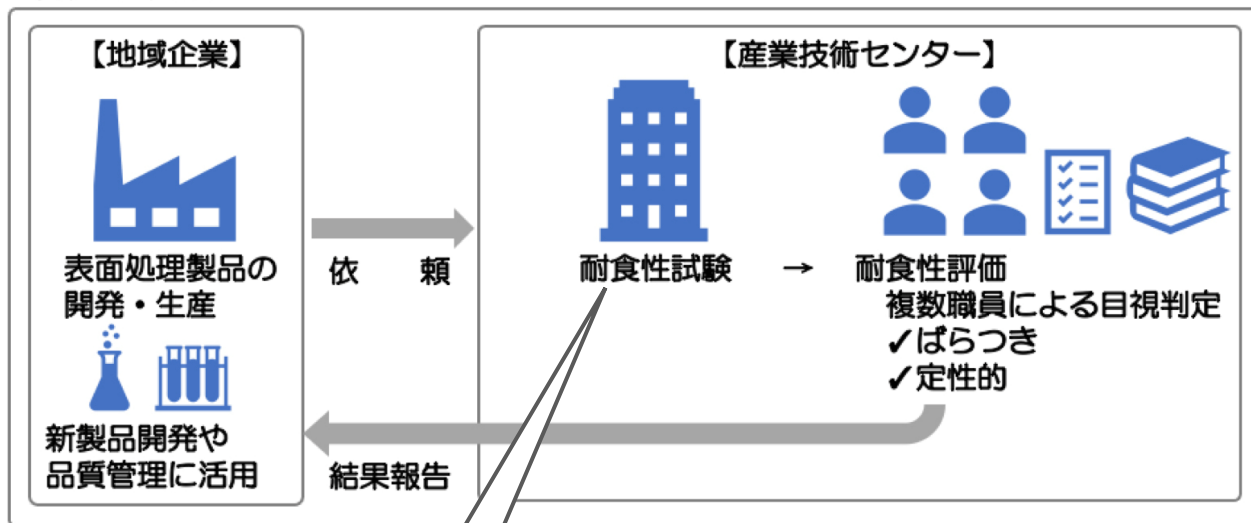
**耐食性試験の評価に画像解析技術を導入し、評価手法をデジタル化することで、  
評価技術のノウハウを伝承する。**

- ✓ 複数人で時間をかけている、めっき耐食性評価を効率的・効果的に進めたい。
- ✓ 光沢メッキサンプルを適切に撮像したい。
- ✓ 目視判定結果の人的なばらつきを防ぎたい。（誰がやっても同じように検査できる）
- ✓ 検査のしきい値を人のノウハウによらずデジタル化したい。

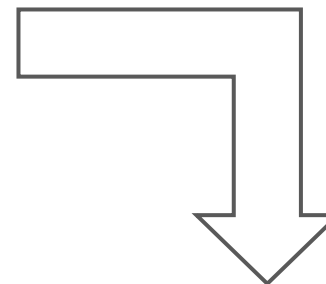


# 実証実験の概要 (2/3) 対象となる業務の全体像

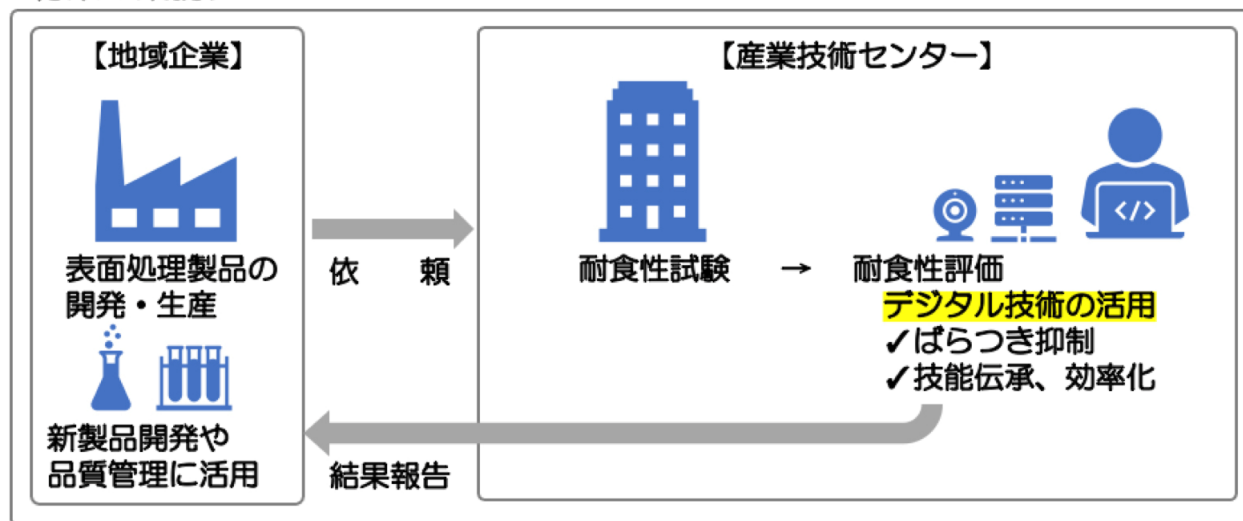
## 現在の業務フロー



目視による定性評価から  
画像(カメラ)を使った定量評価へ



## 将来の業務フロー



## 耐食性試験後のサンプル例



### 《目標》

- ✓ 目視判定によるレーティング同等に、画像判定の精度を揃えること
  - ✓ 対象サンプルを適切に撮像できること（サビが目視同等に撮像できること）
  - ✓ 目視判定と画像判定のレーティングに相関性があること

### 《KPI》

- ✓ 目視判定によるレーティング済の各サンプルを画像判定し、同等のレーティングが出せるか

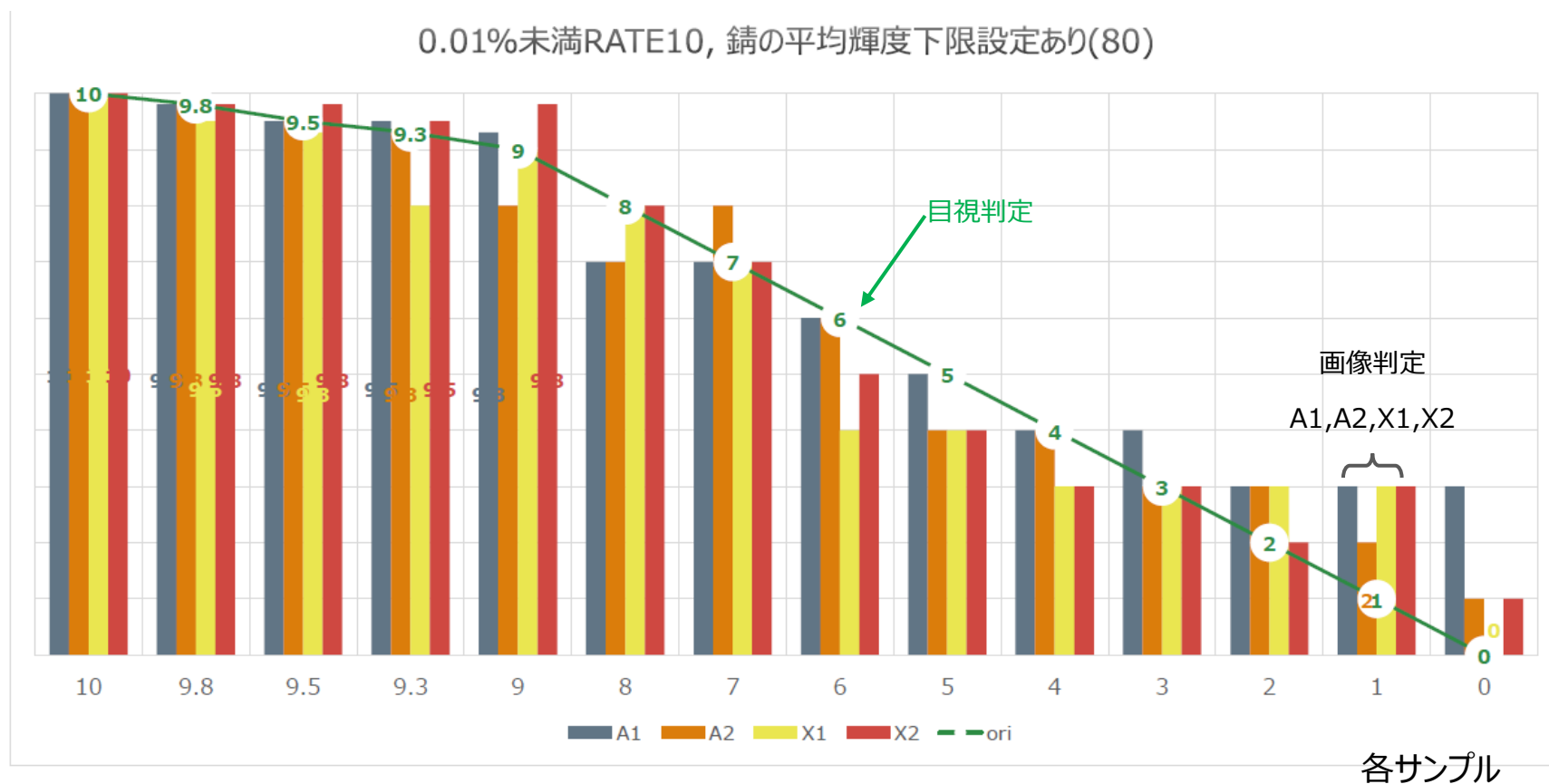
※目視判定によるレーティングはバラツキ・個人差があると予想されるため、上記のKPIだけでなく実際にPoC機を利用してもらい、画像判定と目視判定の再現性も評価頂く

# 実証実験の結果 (1/2) KPIに関する結果①・サンプルを用いた結果

産業技術センター様に各レーティング(10~0)のサンプル※を作成頂き、画像判定のレーティングと比較

※各レーティングごとに“A”・“X”を2つずつ作成

目視・画像判定のレーティング



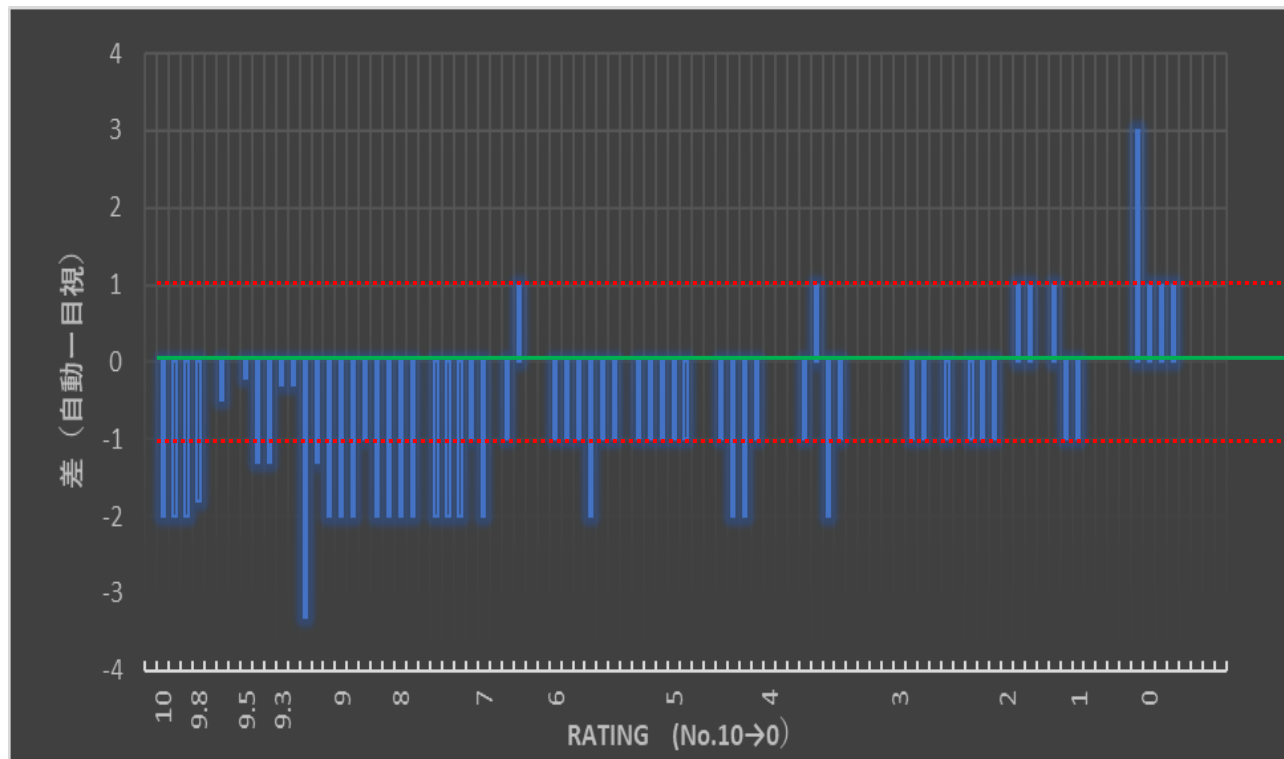
✓ 目視判定と画像判定のレーティングに相関性ができていることを確認

# 実証実験の結果 (1/2) KPIに関する結果②・現地PoCの結果

産業技術センサー様にシステムを持ち込み、耐食性試験後の検体※を目視と画像で判定

※開発サンプルで使用した“A”・“X”に加え、“M”も実施

目視と画像判定の差



目視より錆部分の検出が少ない

目視と画像の判定が合致している

目視より多くの錆部分を検出している

各サンプル

## 「KPI結果」

判定差 0 ⇒33.3% (33ヶ/91ヶ)

判定差±1以内 ⇒73.6% (67ヶ/91ヶ)

判定差±2以内 ⇒97.8% (89ヶ/91ヶ)

## 「考察」

✓ 合致の精度は高くなかったが、±1以内ではある程度の精度を確認

✓ 全体的に目視より画像の方が多くの錆部分を検出しており、

目視による定性評価にフィードバックも可能か

⇒実証実験で使用した鏡面めっきサンプルにおいて、画像解析技術を用いた耐食性試験の適切な評価が可能

## 【参考】実際の検出画像

RATING No 9.3



RATING No 4



赤部分が画像判定で錆と検出した箇所



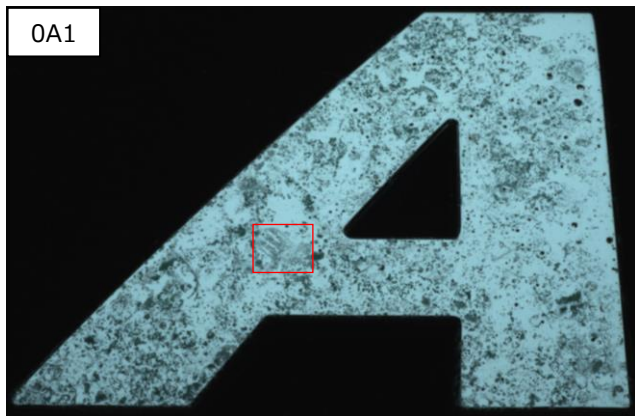
# 実証実験の結果 (2/2) 工夫したポイント・実証実験で得られた発見①

## レイティングNoの違いによる見え方

サビが少ないサンプル



サビが多いサンプル



サビとそうでないところの明るさの  
違いが明確でないところは  
検出しないようにする



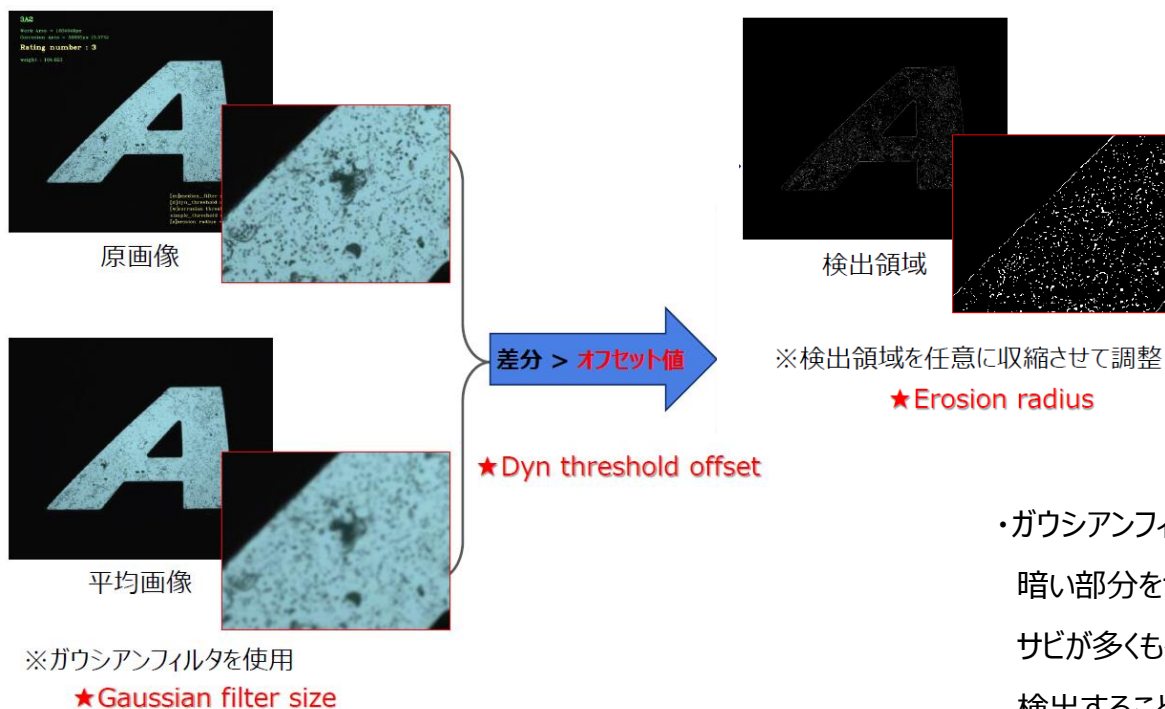
サビが多いと正常なところが  
暗く撮像される

# 実証実験の結果 (2/2) 工夫したポイント・実証実験で得られた発見②

## 画像処理

### ・動的しきい値法

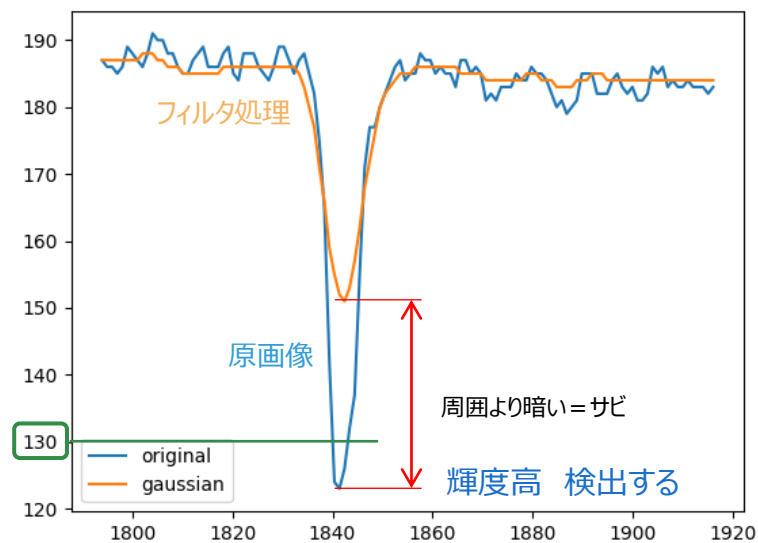
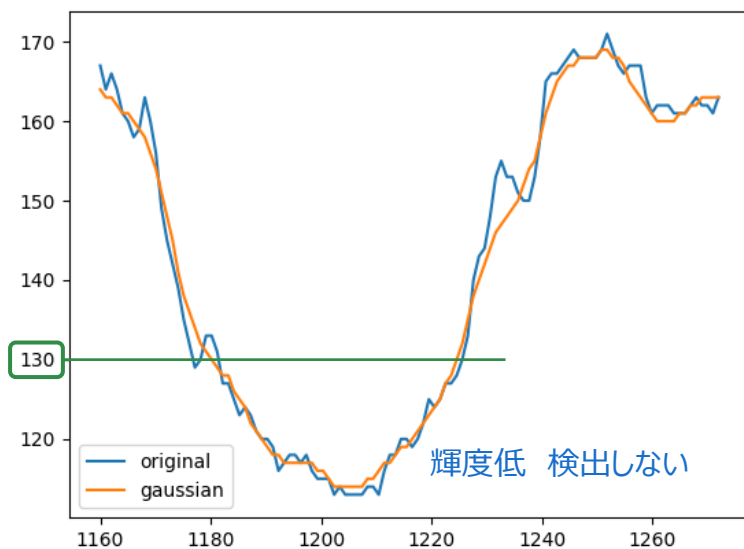
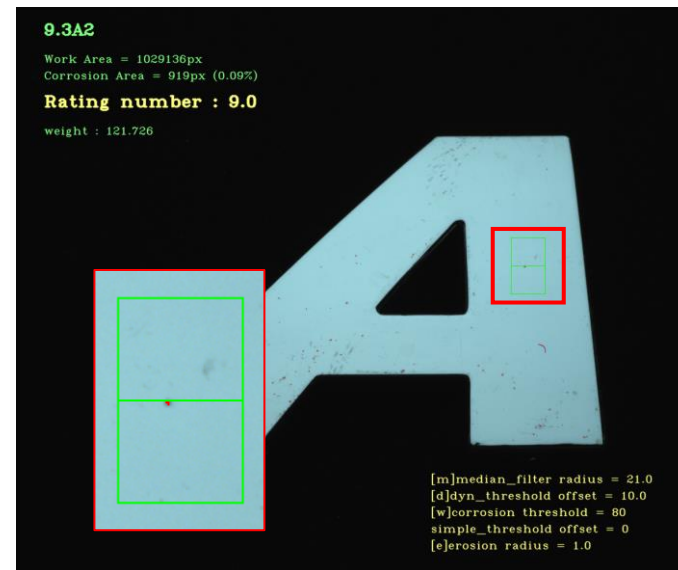
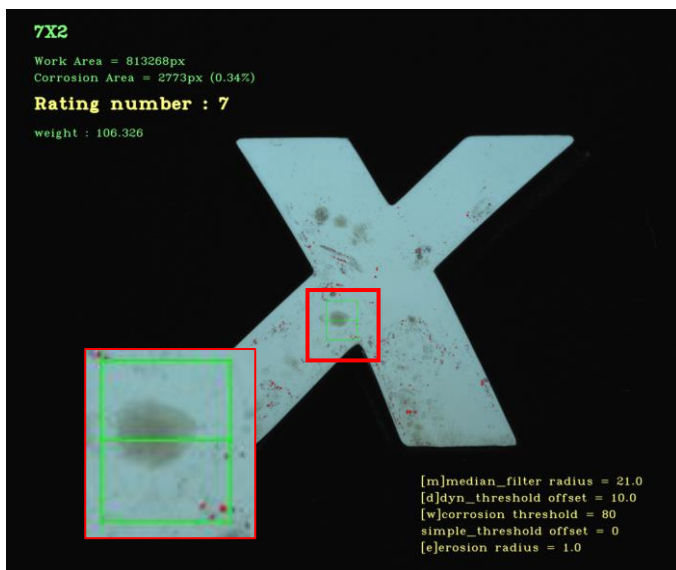
1. 原画像と平均化した画像の輝度を比較
2. 輝度差がオフセット値を超えて低い (= より暗い) 場合にサビ領域と判定
3. 収縮処理で検出したサビ領域の調整 & ノイズ除去



・ガウシアンフィルタの値と、画像を比較し、暗い部分をサビとみる。  
サビが多くも少なくても動的にサビを検出することができる。

# 実証実験の結果 (2/2) 工夫したポイント・実証実験で得られた発見③

## 画像処理後

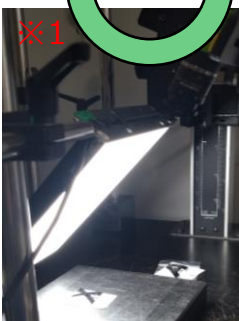
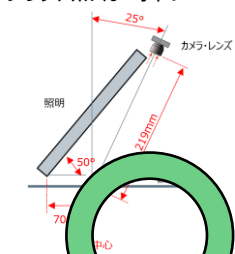


# 実証実験の結果 (2/2) 工夫したポイント・実証実験で得られた発見④

## 各照明の撮像結果

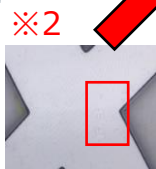
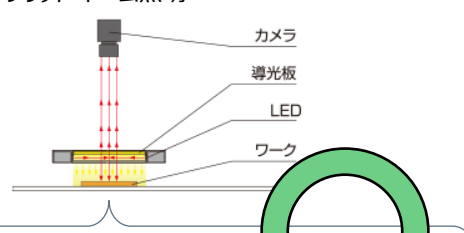
照明の種類	結果			
フラット照明 + カメラ斜め	○	画角寸法補正が必要	画像補正ソフト追加	※1
フラット・ドーム照明	×	角100mm モアレが発生	—	※2
	×	角200mm モアレが発生	—	※2
	○	角300mm モアレが発生なし	大きくなる = 高価	※3
同軸照明 + ドーム照明	×	2つの照明で色の違いが出る	色を合わせる = 高価	※4
フラット・ドーム照明 + ドーム照明	×	2つの照明で色の違いが出る	色を合わせる = 高価	—

フラット照明+斜め

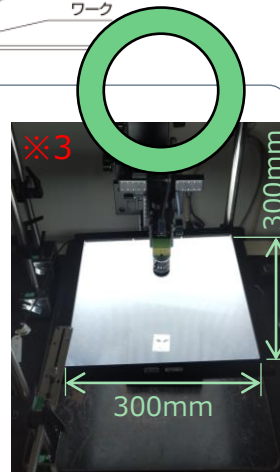


※1  
カメラのピント合わせ、  
被写界深度を大きく

フラット・ドーム照明

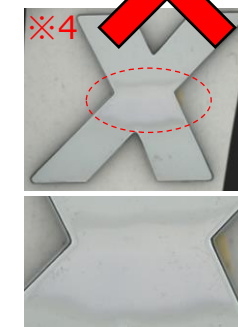
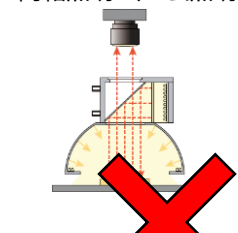


※2  
モアレが発生  
(照明の構造が要因)



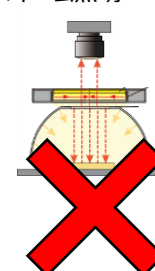
※3  
300mm  
300mm

同軸照明+ドーム照明



※4  
2種類の照明の境目で  
色味の違いが発生する。

フラット・ドーム照明  
+ドーム照明



## 課題と今後の展開：サービス/システムにおける課題と対策①

### 様々な形状のサンプルに対応するにはさらなる検討が必要

#### 《課題》

撮像できる対象・範囲が限定される

今回開発した撮像装置/システムの仕様（PoCとしてサンプル条件を限定した為）

- ✓ 撮像範囲50mm×30mm
- ✓ カメラの高さ調整ができない
- ✓ フラットなサンプルしか撮像できない



実際の耐食性試験では様々なサイズ・形状がある

#### 《対策案》

- ✓ 撮像装置の大型化・カメラの解像度アップ
- ✓ カメラ調整機構の追加



撮像装置側を改造すれば、ある程度のサイズまでは対応が可能（画像判定ソフトは同様に応用可）  
但し、曲面の多いサンプルは要検討

### 様々な形状のサンプルに対応するにはさらなる検討が必要

#### 「課題」

目視判定と画像判定の擦り合わせ

- ✓ 目視判定によるレイティングはバラツキ・個人差がある為、画像判定との合致を完璧にするのは不可能

#### 「対策」

画像処理技術の改善

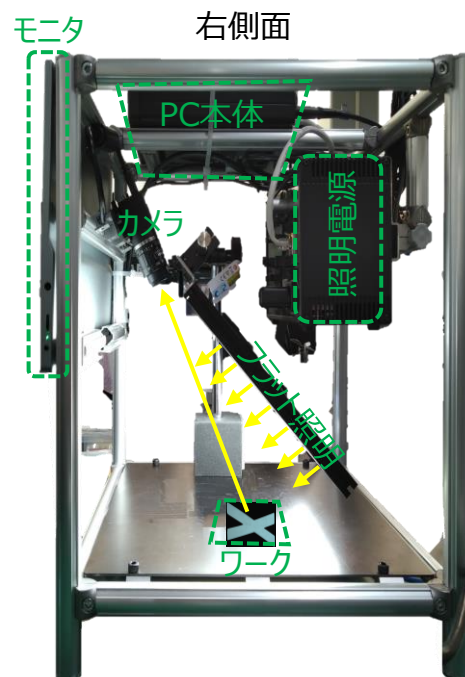
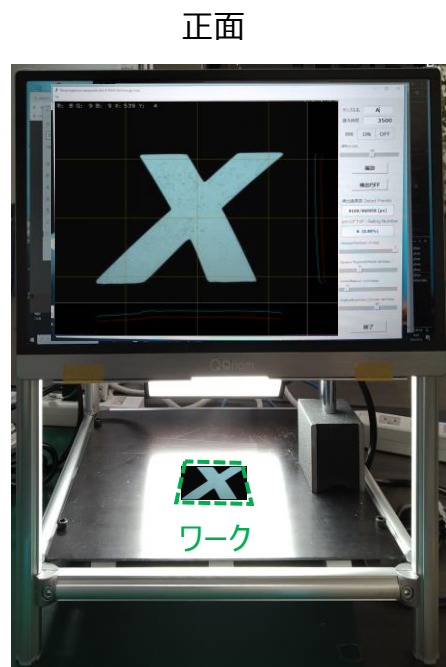
- ✓ 処理パラメーターの擦り合わせ（より多くのサンプルで比較を行い、微調整を繰り返す）
- ✓ バリ・傷などの処理

#### 「所感（産業技術センター様）」

現行システムはさびの判定におけるしきい値を任意に変えることが可能であり、評価装置が人の判断とかけ離れた値となってもチューニングすることで、様々なサンプルへの応用が期待できる。また、1つのサンプルの腐食割合を数値化することに対しても、人の判断基準と比べて大きな差はなかったため、有用性があると考えている。

# 参考資料：開発物の紹介

## 装置外観



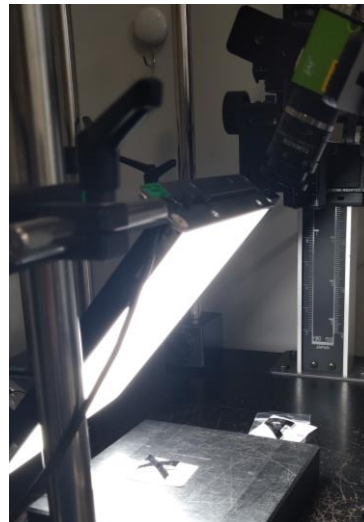
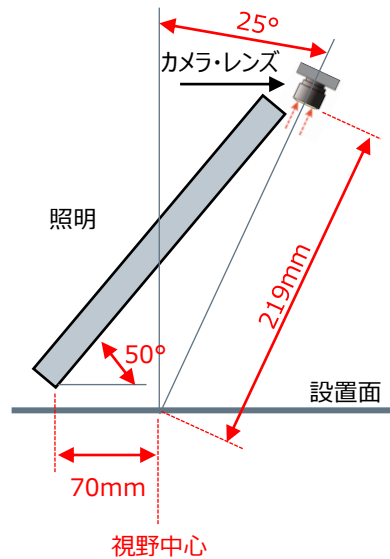
## 使用部材

品名	型式	メーカー
カメラ	STC-MCS500U3V	OMRON Sentech
レンズ	M112FM35	TAMRON
照明	TH2-200X150SW	CCS
照明電源	PD3-10024-8-EI(A)	CCS
PC	Corei5/16GB/SSD256GB	HP
モニタ	13.3in 1920×1080	Yamazen
OS	Windows10	Microsoft
開発言語	Python	-
画像処理	HALCON	MVTec Software
本体	アルミフレーム	MISUMI

# 参考資料：開発物の紹介

## カメラ・照明の配置

①フラット照明 + 斜めカメラ



品名	型式・仕様
カメラ	GO-5101C-PGE 5Mカラー、2/3型
レンズ	M112FM35 (f35mm)
照明	TH2-200×150SW (調光140/255)
レンズ絞り	F11
露光時間	3000μsec
視野	奥51mm×手前48mm (x方向)

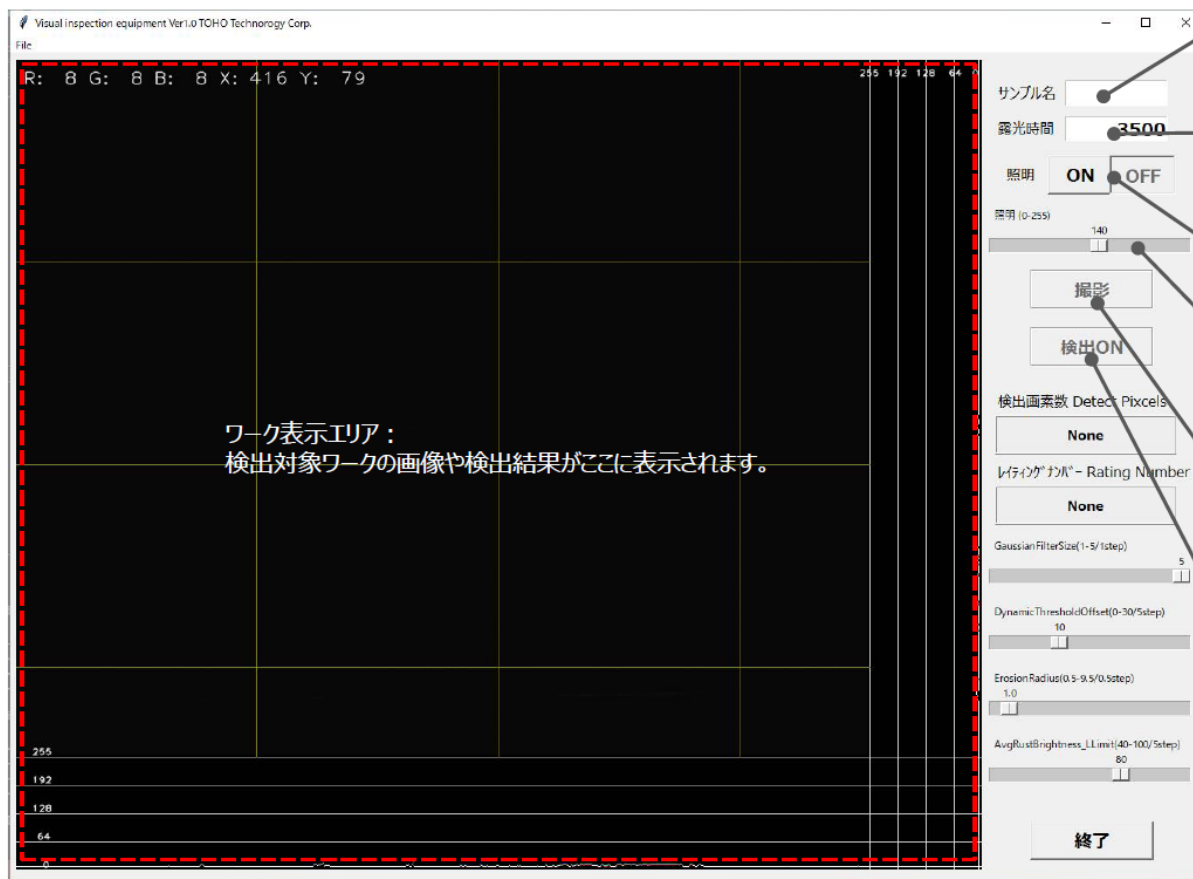


# 参考資料：開発物の紹介

ソフトウェア：カメラ・照明の設定、撮像

## レーティングツール説明

外観：初期状態



サンプル名：  
[撮影]ボタンを押したときにここで設定したファイル名で画像が保存されます。

露光時間：  
カメラの露光時間を任意の値に設定できます。ワークの材質などが変わらない限りは通常変更する必要はありません。

照明(ボタン)：  
照明のON/OFFを切り替えます。

照明(スライドバー)：  
照明の明るさを変更できます。ワークの材質などが変わらない限り通常変更する必要はありません。

撮影：  
実質的には保存ボタンです。ボタンを押したタイミングで[ワーク表示エリア]に表示されている画像を保存します。

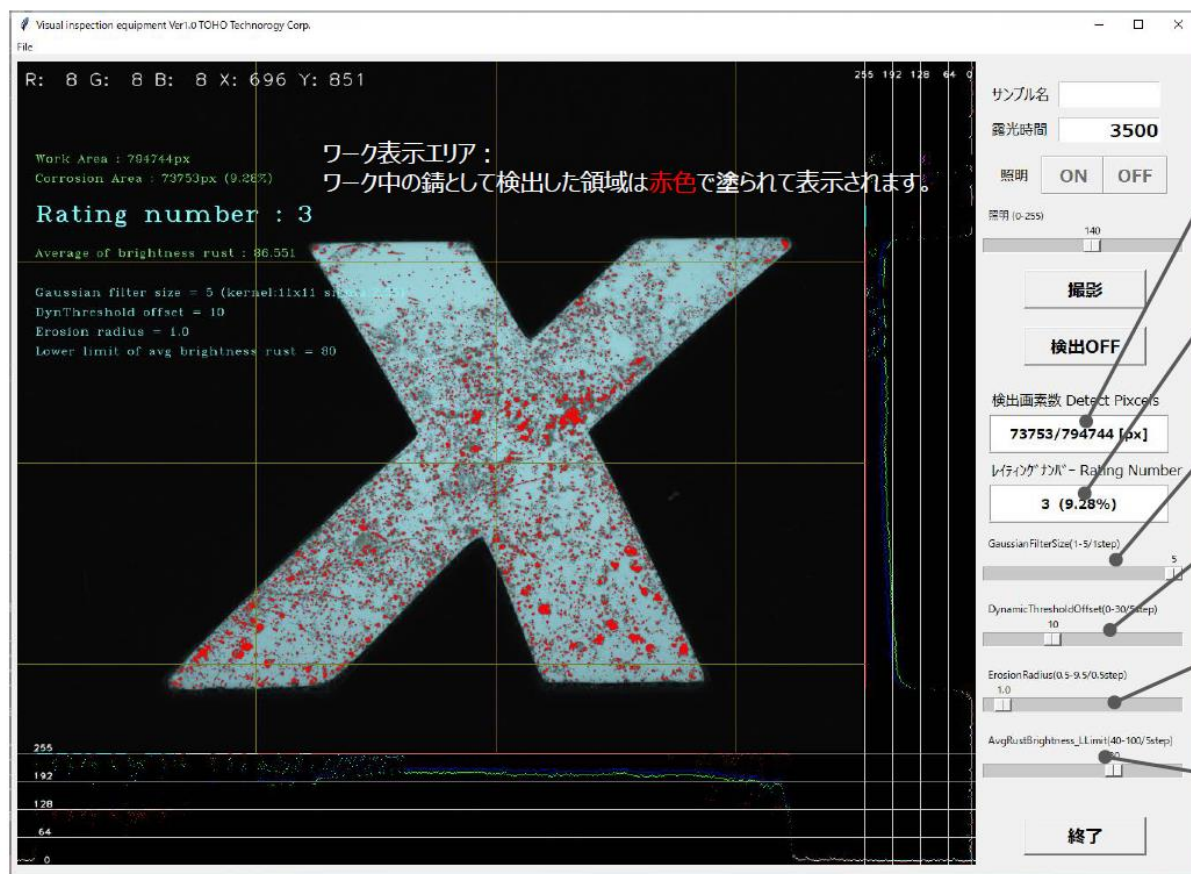
検出：  
錆領域の検出とレーティングを実行します。検出中の画面については次頁以降で説明します。

# 参考資料：開発物の紹介

ソフトウェア：パラメータ設定、検出処理、結果

## レーティングツール説明

外観：検出処理中（[検出ON]ボタン押下後）



**検出画素数：**  
自動で錆として検出したピクセル数とワーク全体のピクセル数が分数表示されます。

**レーティングナンバー：**  
上記検出画素数の錆領域の割合とJIS規格を照合したレーティングナンバーを表示します。

**GaussianFilterSize：**  
ガウシアンフィルタのカーネルサイズを指定することができます。

**DynamicThresholdOffset：**  
動的しきい値のオフセットを指定することができます。

**ErosionRadius：**  
検出した錆領域の調整およびノイズ除去に使用するパラメータを指定することができます。

**AvgRustBrightness\_LLimit：**  
錆領域の平均輝度がこの設定値を超えるように固定しきい値が追加されます。