



地方独立行政法人  
大阪産業技術研究所

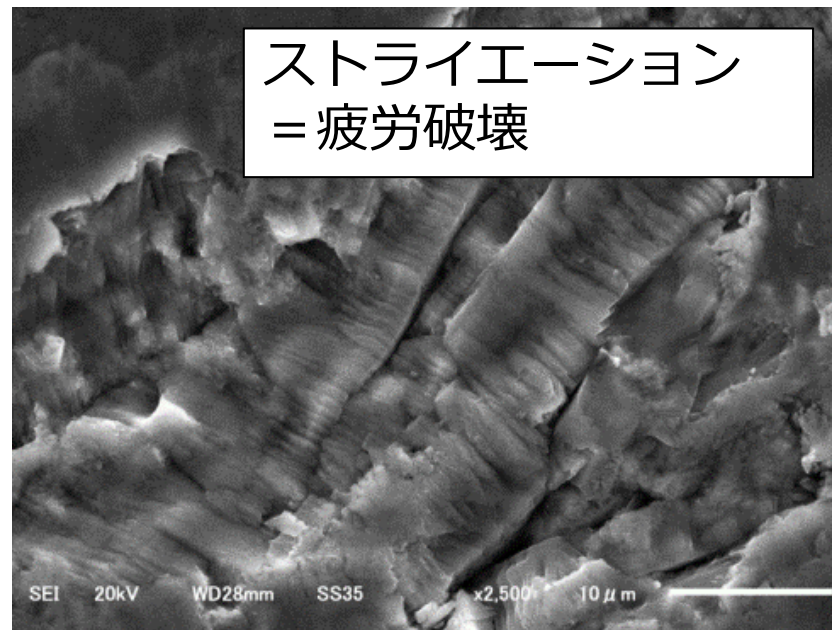
令和3年度 公設工業試験研究所が主体的に取り組む共同研究補助事業

# 電子顕微鏡と機械学習を活用した 金属ミクロ組織解析に関する研究

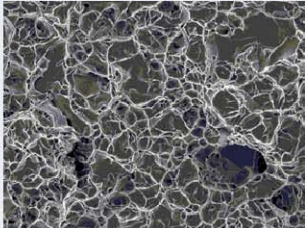
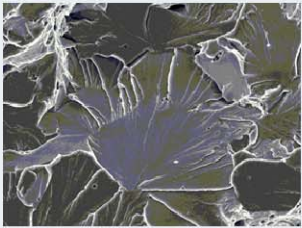
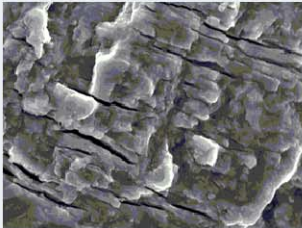
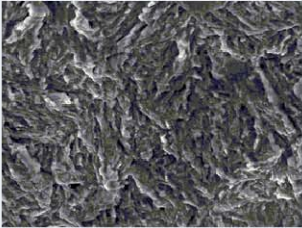
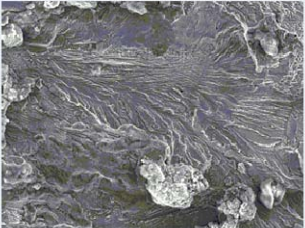
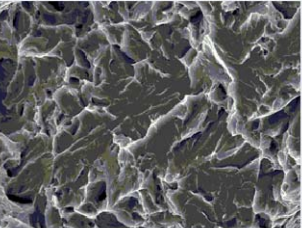
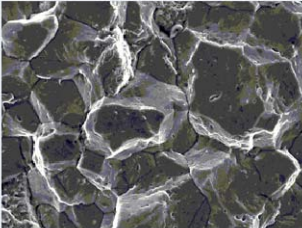
# 電子顕微鏡で撮影した画像による解析例

## 破断面ミクロ解析

走査型電子顕微鏡（SEM）で撮影した破断面の破面形態から破壊様式を判定



# 破断面ミクロ解析への人工知能（AI）の活用

|       |  |   |  |   |
|-------|--|---|--|---|
| 破面形態  | 1. デンプル  | 2. へき開破面  | 3. スライション  | 4. 脆性疲労破面   |
| 破壊様式  | 静的破壊（延性）   | 静的破壊（脆性）  | 疲労破壊   | 疲労破壊  |
| 撮影画像例 |   |   |   |  |
| 破面形態  | 5. 羽毛状模様   | 6. 擬へき開破面   | 7. 粒界破面  |   |
| 破壊様式  | 応力腐食割れ   | 遅れ破壊等、水素が関与する破壊   | 複数の破壊様式あり  |   |
| 撮影画像例 |  |  |  |   |

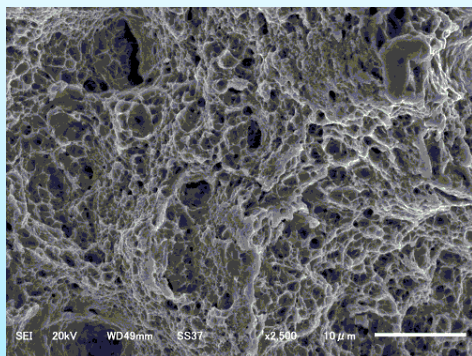
複数ある破面形態の判別には豊富な経験が必要

破面形態の判別にAIの活用を検討

# AIによる破面形態の判別

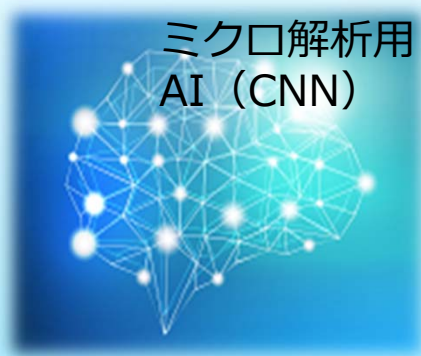
## 解析の流れ

出力される確率で  
破面形態を判別



ディンプルが撮影された  
マイクロ画像

入力



出力

| 破面形態           | 確率   |
|----------------|------|
| ディンプル (静的破壊)   | 0.95 |
| ストライーション(疲労破壊) | 0.03 |
| へき開破面 (静的破壊)   | 0.01 |
| ...            | ...  |
| ...            | ...  |



高精度なAIの開発には電子顕微鏡で撮影した  
大量の破断面画像が必要

# 共同研究における役割分担

## 役割分担

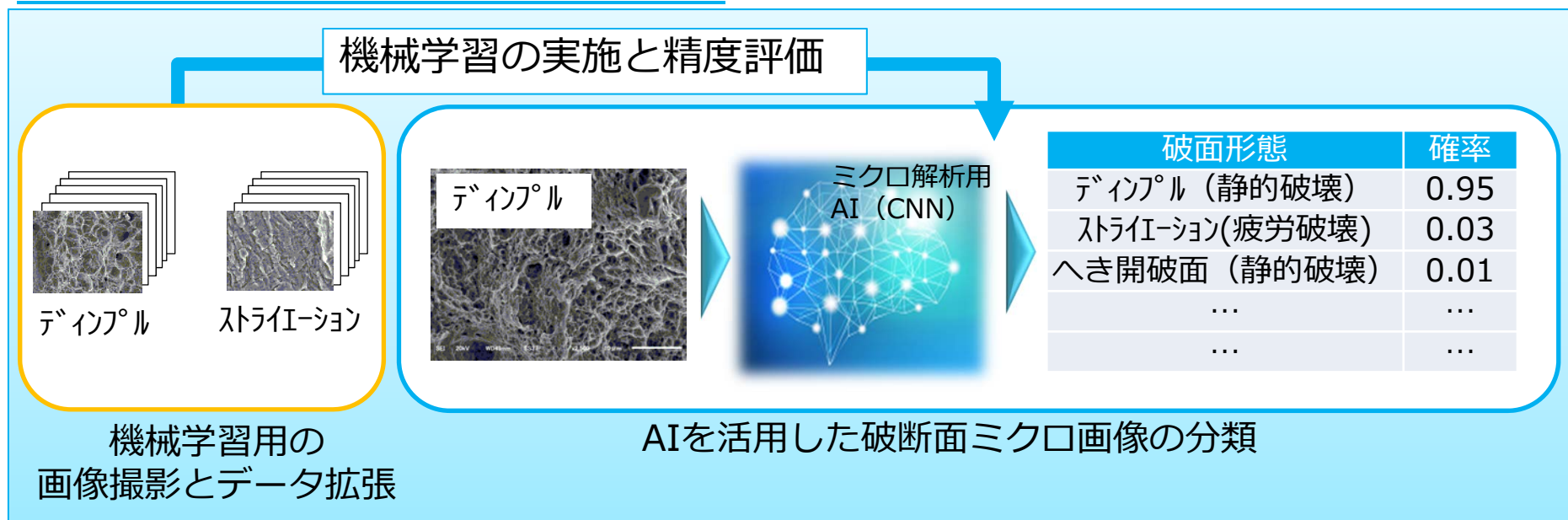


電子顕微鏡による撮影  
破面形態の分類  
破面形態の分類クラス数の決定



電子顕微鏡画像のデータ拡張  
機械学習の実施  
分類精度評価

## 機械学習によるAIの開発





# ソフトウェア（プロトタイプ版）の開発

The screenshot displays two windows from a software application. The left window, titled '24931.bmp', shows a grayscale SEM image of a fracture surface with a '開く' (Open) button below it. The right window, titled 'results\_', displays classification results for seven categories. The 'Intergranular' category is highlighted with a blue box and a callout bubble stating '最も高い確率の破面形態を表示' (Display the fracture morphology with the highest probability). A second callout bubble points to the list of probabilities, stating '7クラスの分類結果を確率で出力' (Output classification results for 7 classes with probabilities). An 'OK' button is located at the bottom of the results window.

| Category        | Probability |
|-----------------|-------------|
| Intergranular   | 0.998       |
| Dimple          | 0.001       |
| Striation       | 0.000       |
| Brittle fatigue | 0.000       |
| Cleavage        | 0.000       |
| Quasicleavage   | 0.000       |
| Feather marking | 0.000       |

AIを実装したソフトウェアの開発に成功

# ■ 主な研究成果

---

共同研究により高精度なミクロ解析用AIの開発に成功

ミクロ解析用AIを実装したソフトウェア（プロトタイプ版）の開発に成功

## 本研究に関する口頭発表

濱田真行，「金属破断面解析への人工知能の活用に向けた取り組み」，ORIST技術交流セミナービジネスマッチングブログ，オンライン，2021年7月.

濱田真行，「金属破断面解析の高度化に向けた取り組み」，堺市産業技術セミナー，オンライン，2021年11月.

濱田真行，「SEM写真を活用した AI技術の開発～破断面解析への応用～」，ORIST技術セミナー J K A 補助事業，オンライン，2021年11月.

上杉徳照，「深層学習による画像解析入門と金属破断面解析への応用」，ORIST技術セミナープロジェクト研究報告会，ORISTホール，2022年3月.