



地方独立行政法人
大阪産業技術研究所

公益財団法人JKA 令和3年度機械振興補助事業
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

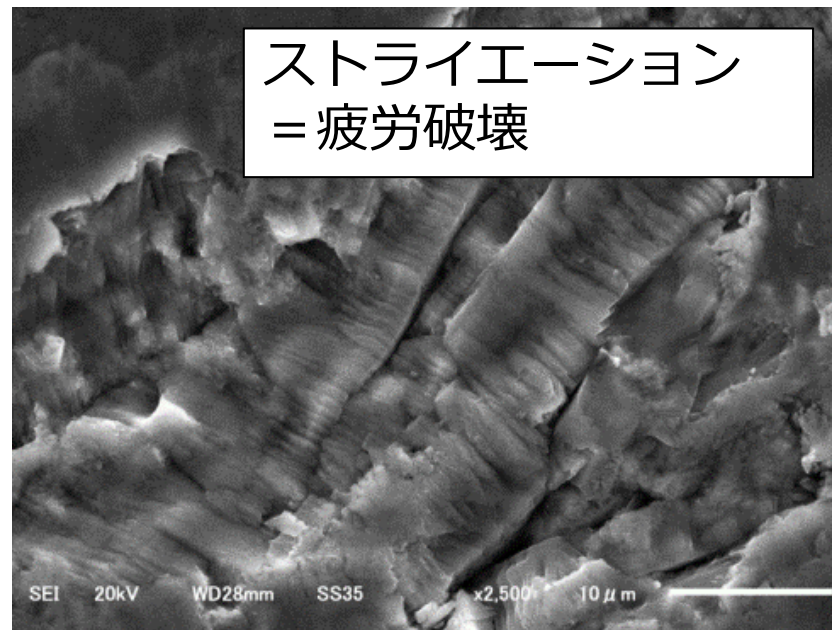
電子顕微鏡と機械学習を活用した 金属ミクロ組織解析に関する研究



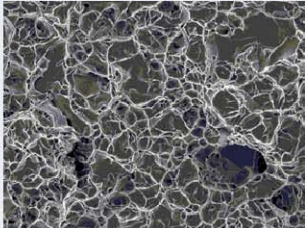
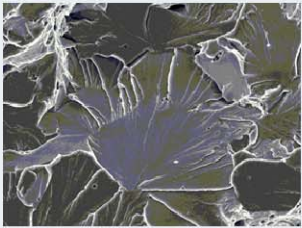
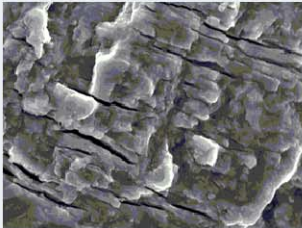
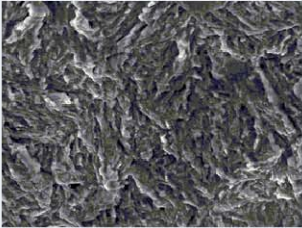
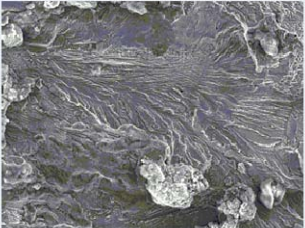
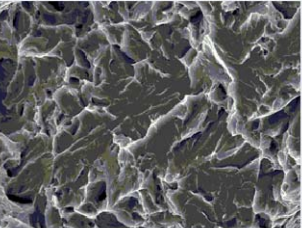
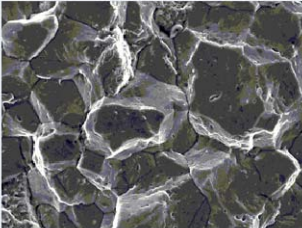
電子顕微鏡で撮影した画像による解析例

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				

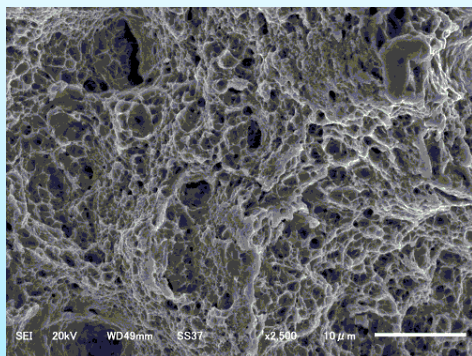
複数ある破面形態の判別には豊富な経験が必要

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

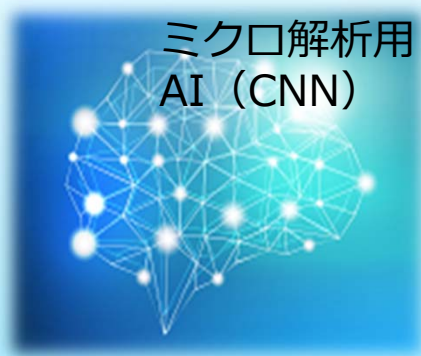
解析の流れ

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

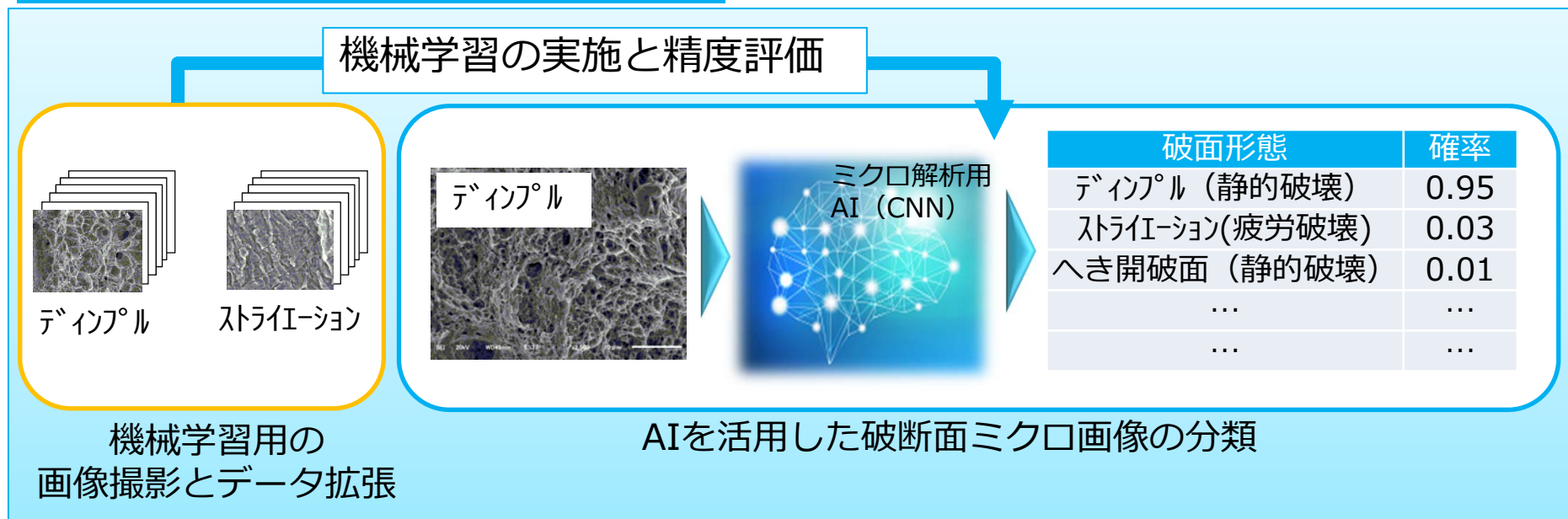


電子顕微鏡による撮影
破面形態の分類
破面形態の分類クラス数の決定



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 scanning electron microscope (SEM) image of a metal 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 results, stating '7クラスの分類結果を確率で出力' (Output classification results for 7 classes with probability). An 'OK' button is located at the bottom of the results window.

Classification 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.