

微小粒子の種類を自動で分類して 摘出するロボット

産業技術総合研究所

地質調査総合センター

研究グループ長 板木 拓也

2024年2月1日

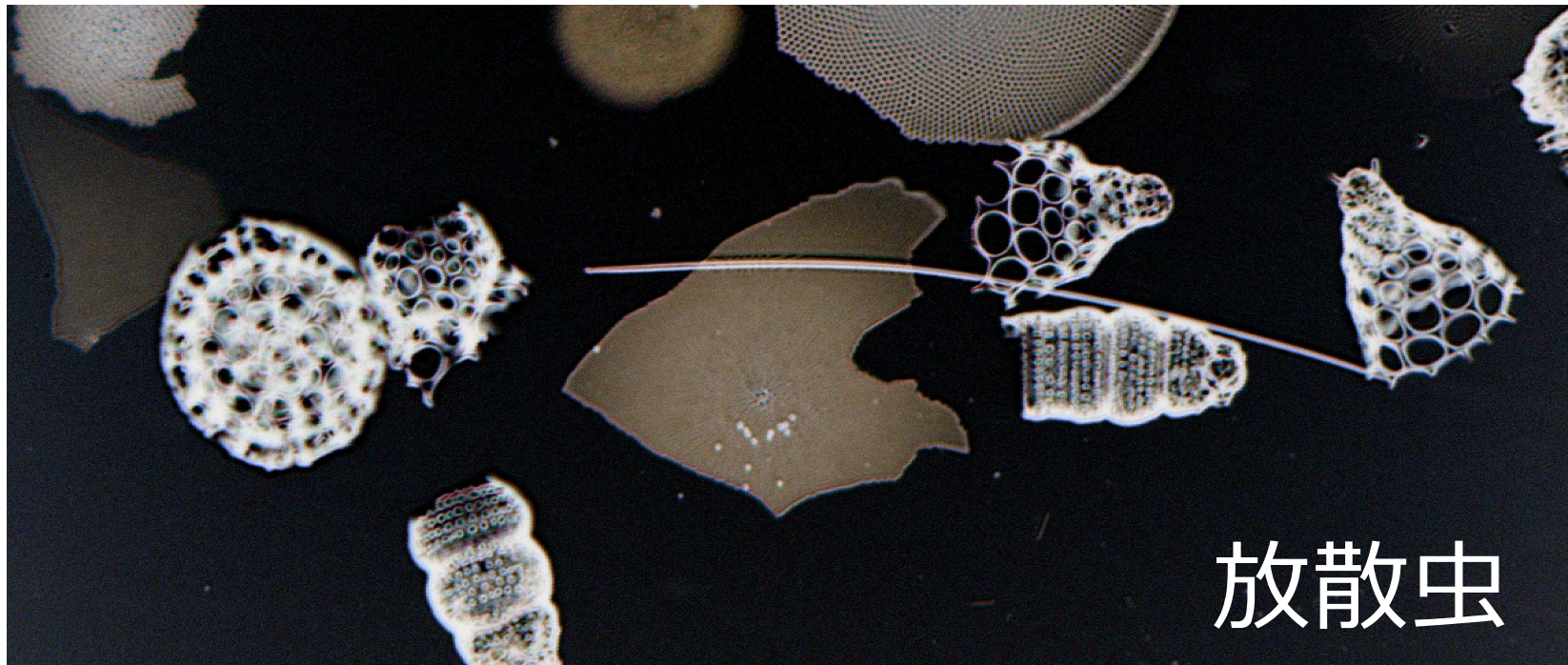
雑多な粒子の中から特定の種類の粒子を探し出して摘出する作業を自動化

世の中に数多くある様々な種類の粒子の中から多様で複雑な形態の「微化石」を対象としてシステムの構築を目指す。

「微化石」を正確に分類して摘出することが出来れば、他の様々な粒子に対しても適用が可能なはず。

微化石とは？

プランクトンや海底に棲息する
微小な生物など



放射虫

示準化石
示相化石

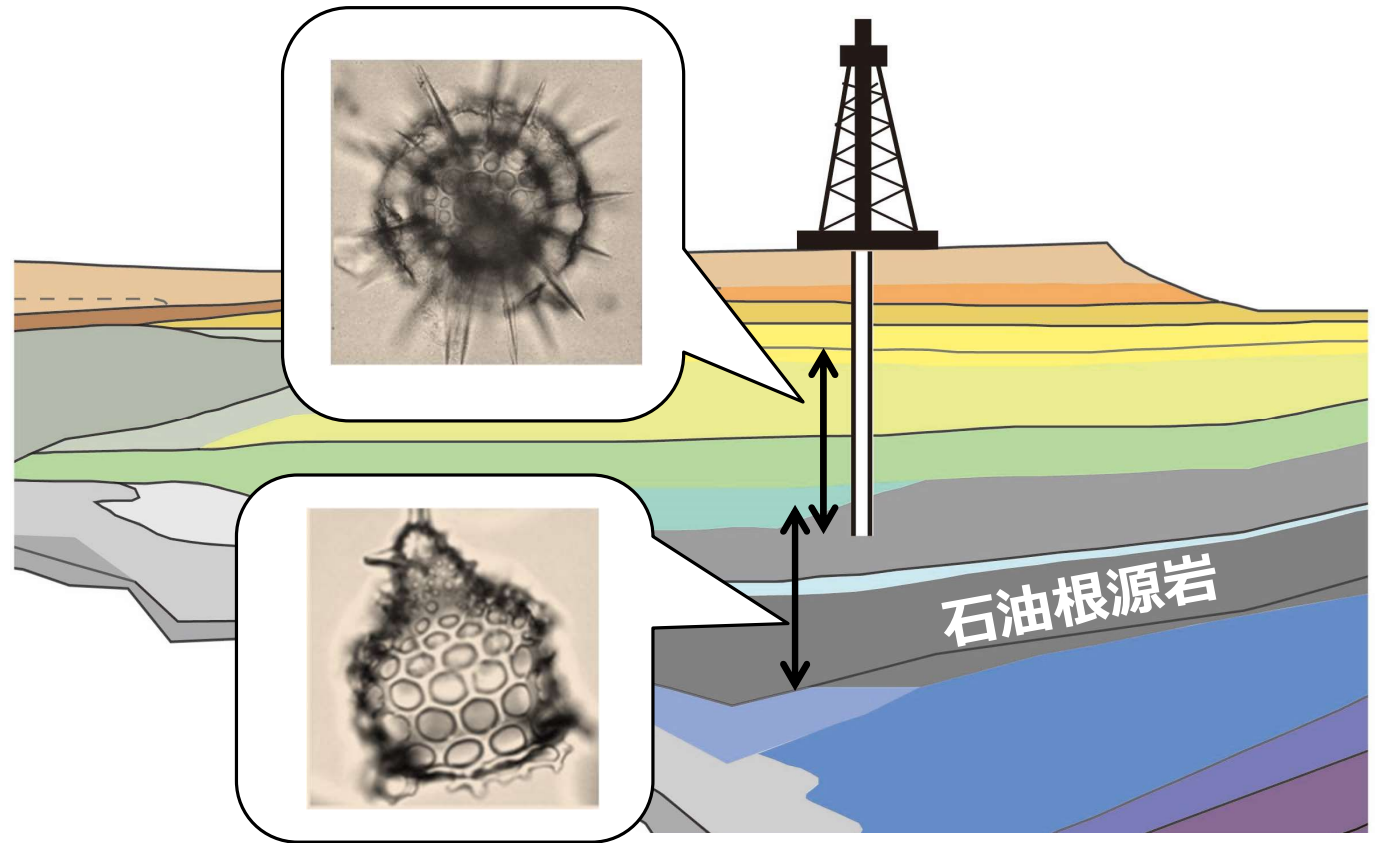
地質年代やその当時の環境を示す指標として用いられ、地質学の発展に大きく貢献

微化石を用いた石油探査

もう少しで目標の地層
に到達かも・・・



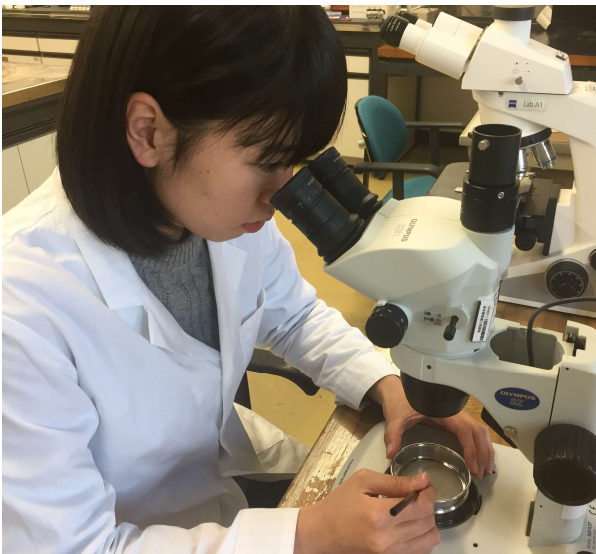
現場での迅速な
地層解析が重要



年代の異なる地層で微化石の種類が
変わるため、石油根源岩などの探索に有用

従来技術とその問題点

- 微化石の知識と経験が豊富な専門技術者による鑑定が必須
- 大量の微化石の鑑定作業に時間的制約
- 微化石の分取・集積に膨大な労力と時間



こうした地道な作業は、
微化石による地層解析が
始まってから50年以上が経つ
今も変わっていない。

微化石の集積作業：細い筆で1つずつ拾い出す

本研究開発の目標

- ①微化石の分取・集積に特化させた技術
- ②AI（人工知能）を用いた鑑定技術
- ①と②を組み合わせた、一連の作業の自動化・高速度化に対応した総合的なシステムを開発

共同開発の実施体制

Micro Support

精密なマイクロ・マニ
ピュレーション技術

繊細な微化石を
壊さずに迅速に分取

NEC

長年にわたり開発して
きた豊富なAI技術

複雑な形態の微化石を
正確に鑑定

産総研

地質コレクションと
地層解析技術

粒子画像の初期解析
連携プログラム

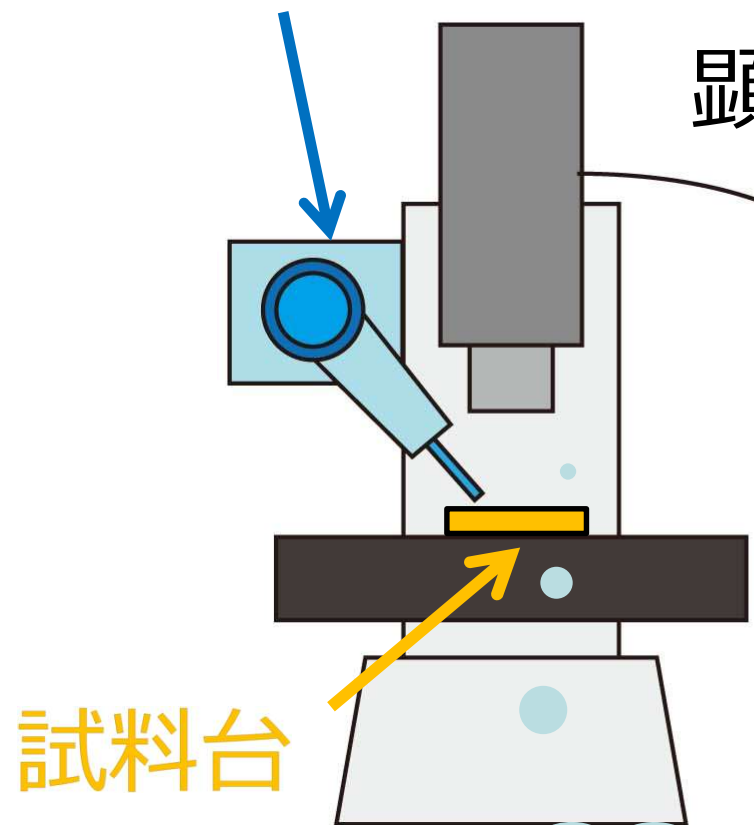
MITANI CORPORATION

顕微鏡画像の精密な
イメージング技術

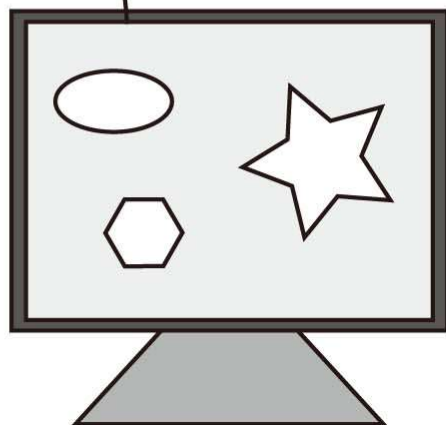
システムの概要

マイクロ・
マニピュレーター

顕微鏡ユニット



微化石の
分取・集積

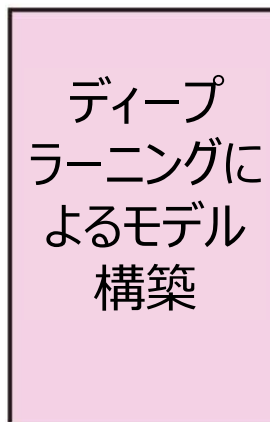


画像取得



鑑定

AI



AIの学習方法として ディープラーニング（深層学習）を採用

従来の機械学習

例) 動物分類

お手本データ



目的に合わせて分析専門家が特徴量検討

どういう特徴を使えば、動物判別できるか?
耳や目の位置、大きさ、形、色 etc.



分析専門家

特徴抽出

学習
(判断基準)

学習
モデル

ネコ

これは何?



ディープラーニング

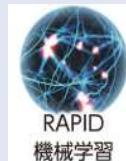
特徴も自動で抽出しながら学習するため、
誰でも簡単にモデル生成可能

学習
(特徴抽出
+判断基準)

学習
モデル

ネコ

これは何?



RAPID
機械学習



特徴の抽出が
任意のため
作業量と精度に
疑問

複雑な微化石
の形態でも
認識が容易

開発したシステムの作業行程

学習フェーズ

①産総研の地質コレクションを用いた学習画像(教師データ)の取得

②AIによる学習とモデル構築

運用フェーズ

①微化石を含む粒子の画像と位置情報を自動取得

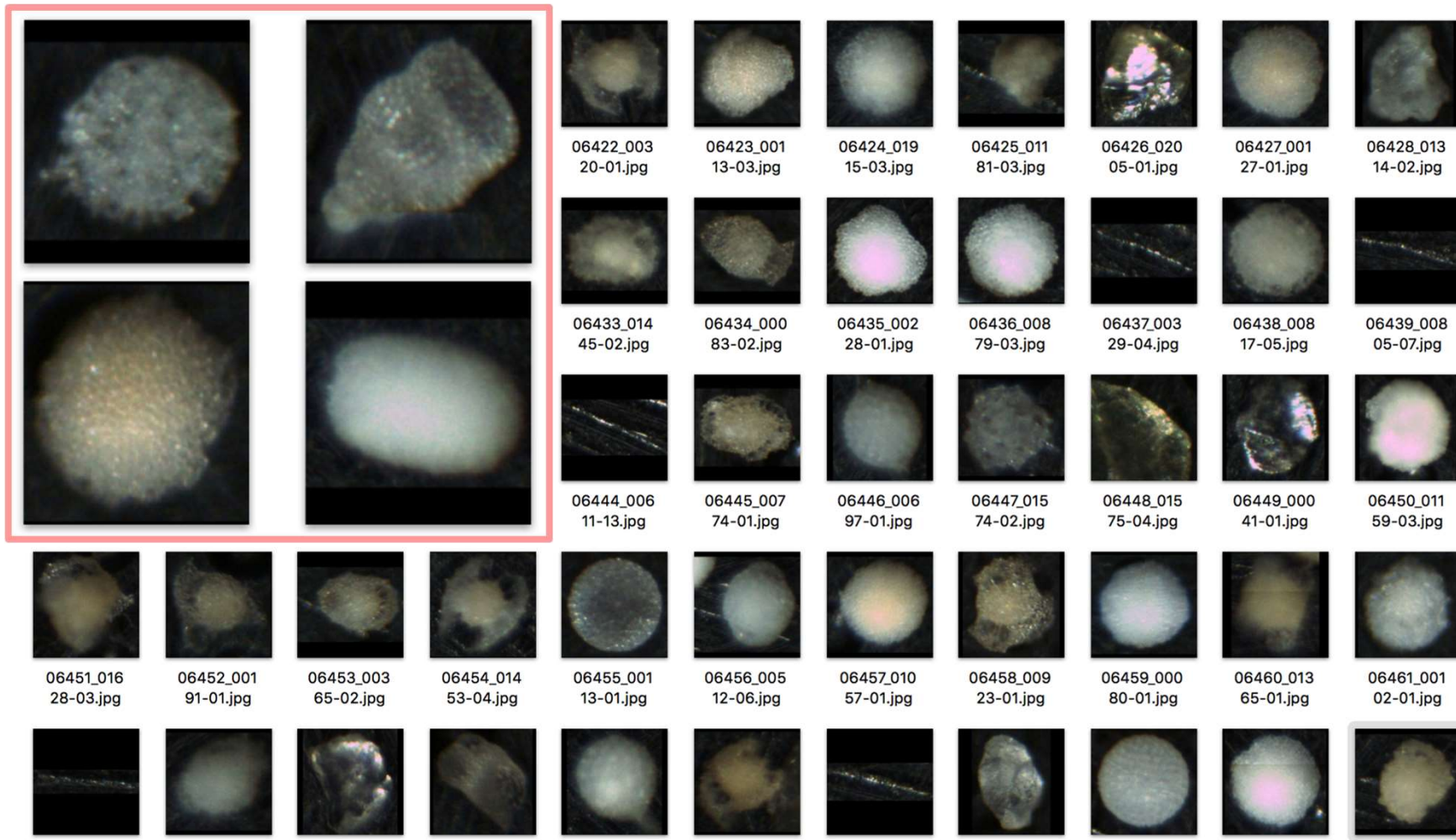
②学習フェーズで作成したモデルによる微化石の鑑定

③マイクロ・マニピュレーターで対象となる微化石の分取と集積

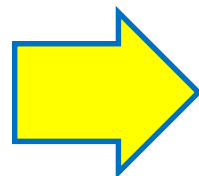
システムの構築

微量元素・同位体組成
の分析等

学習フェーズ：自動取得された粒子画像



10万枚にも
及ぶ粒子の画像



教師データの基礎

学習フェーズ： AIモデルの構築と鑑定精度

教師データ (約3万画像)

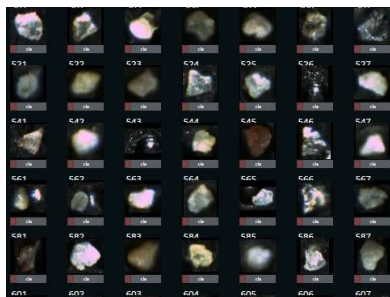
Cycladophora davisiana



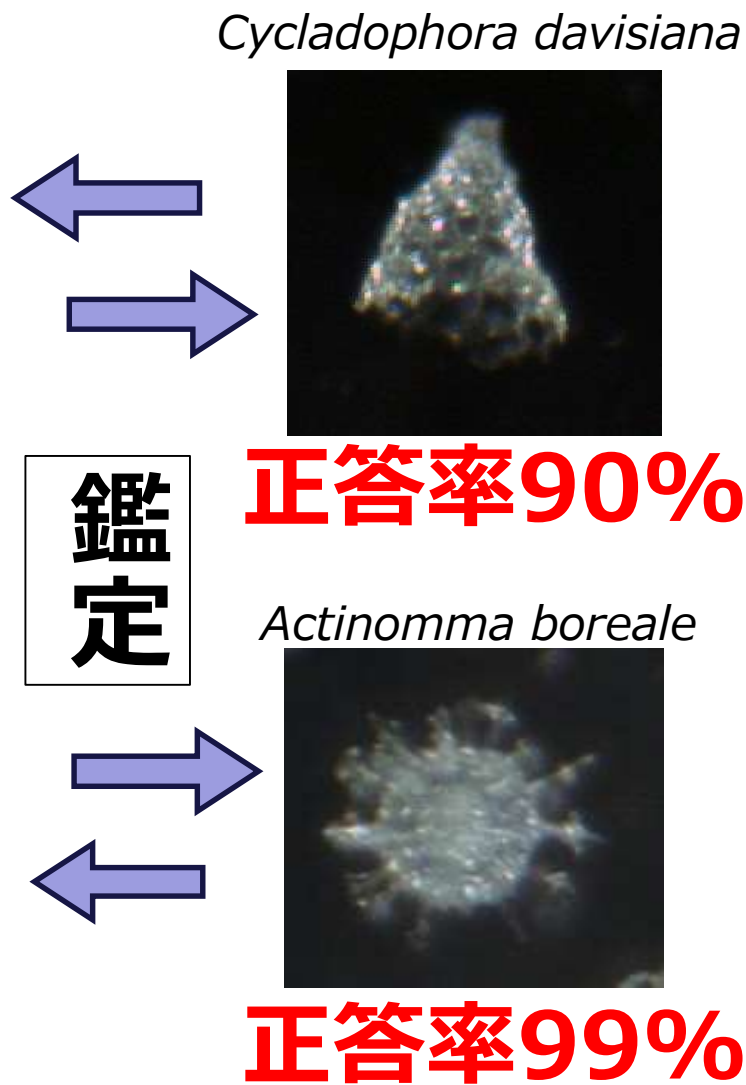
Actinomma boreale



碎屑粒子

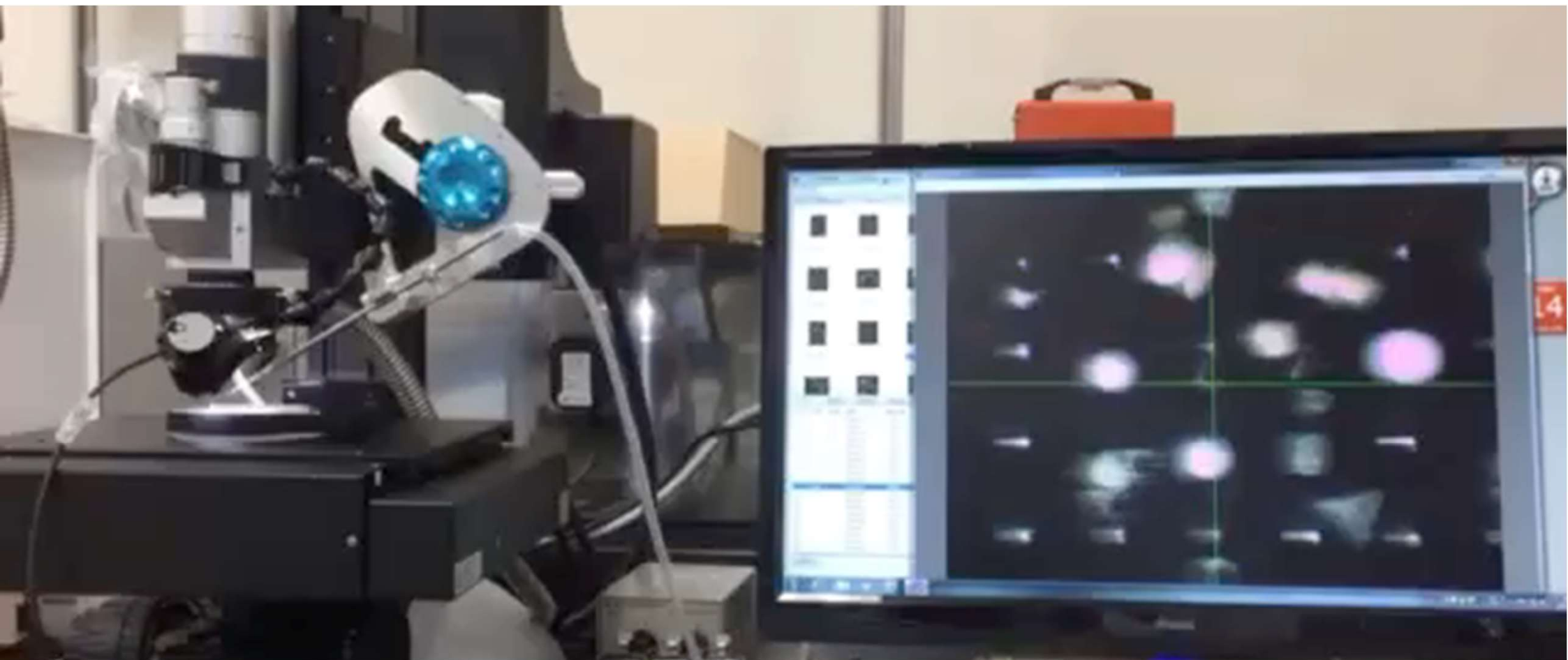


学習



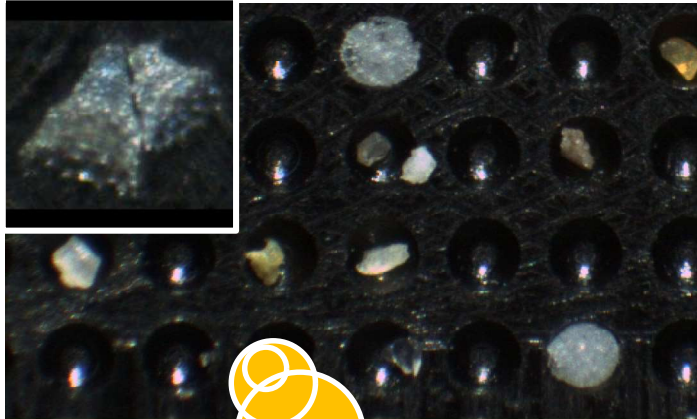
産総研の地質コレクション

運用フェーズ 微化石分取作業の様子（動画）

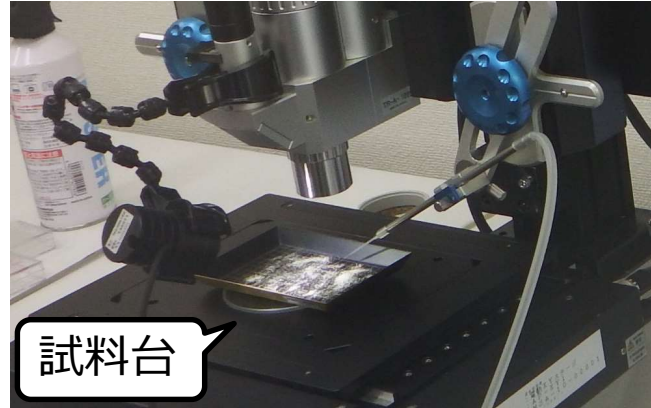


運用フェーズ：微化石分取作業の様子

- 粒子の重なりを軽減する試料台



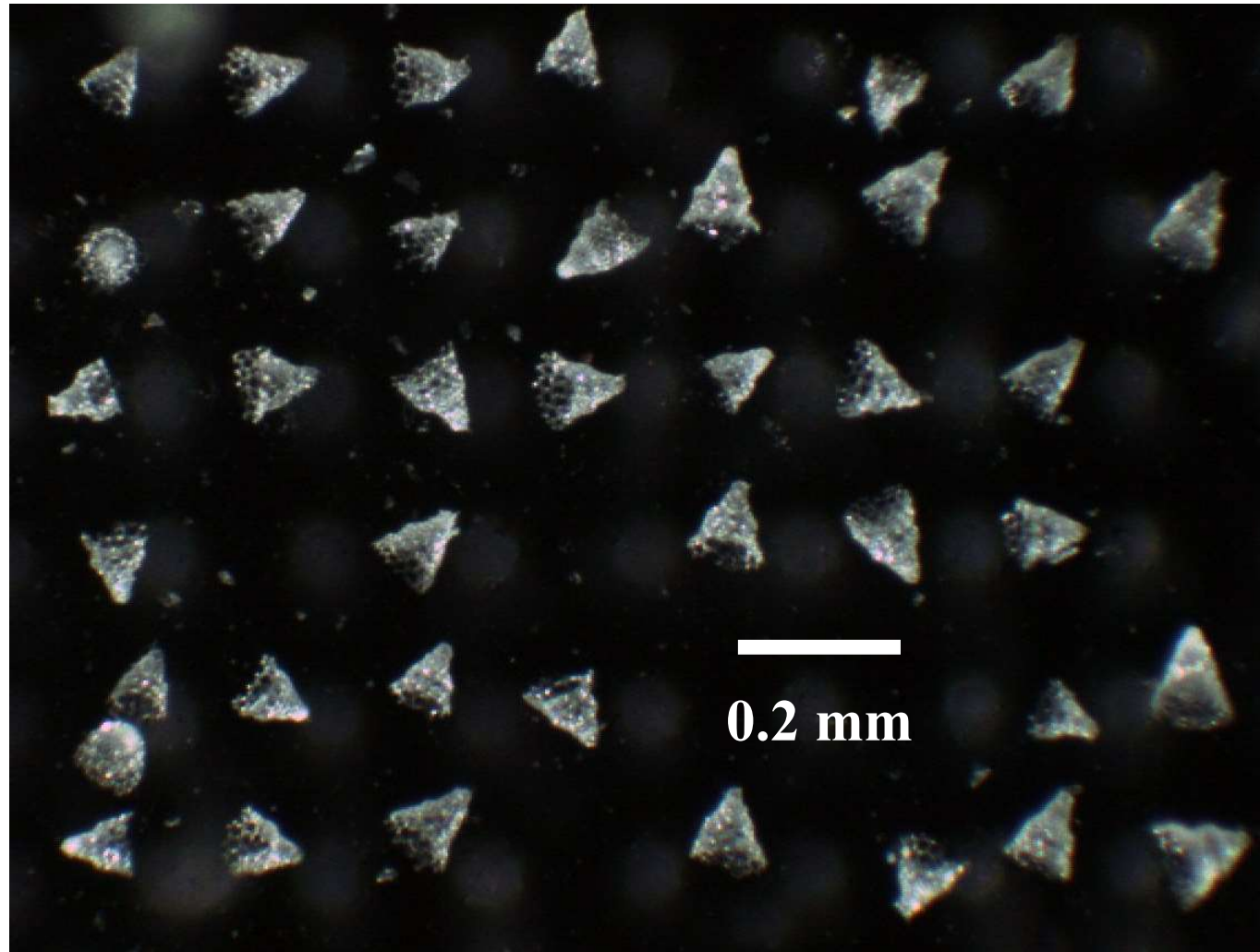
- 試料台からマイクロ・マニピュレーターで微化石を分取



ディンプル構造



たこ焼きプレート
がモデル



作業効率の比較

	作業項目	従来手法	新システム
学習 フェーズ	教師画像の取得	数か月	1日
	鑑定技術の習得	数年	数か月
運用 フェーズ (1000粒子)	鑑定	1時間程度	20分程度
	分取	数日	3時間程度

※作業時間は、条件によって差があります。上記は、あくまで個人の経験による参考値です。

新技術の特徴・従来技術との比較

- ✓ 学習画像の自動取得・整備により、膨大なデータを効率よく構築
- ✓ AIを用いた自動鑑定により、迅速で高精度な地層判定が可能
- ✓ 微化石の分取・集積の自動化により、人の手による作業量が短縮（約1/3の時短）
- ✓ 人の手では難しかった100 μ mに満たない微化石の分取・集積が可能

想定される用途

産業

人材不足解消、作業効率化、物質材料精製、新たな産業創出

農林水産

種子や魚卵の選別、食品などに含まれる異物や混入物除去

生命科学・医療

異常な細胞や胚、血小板、薬などの選別

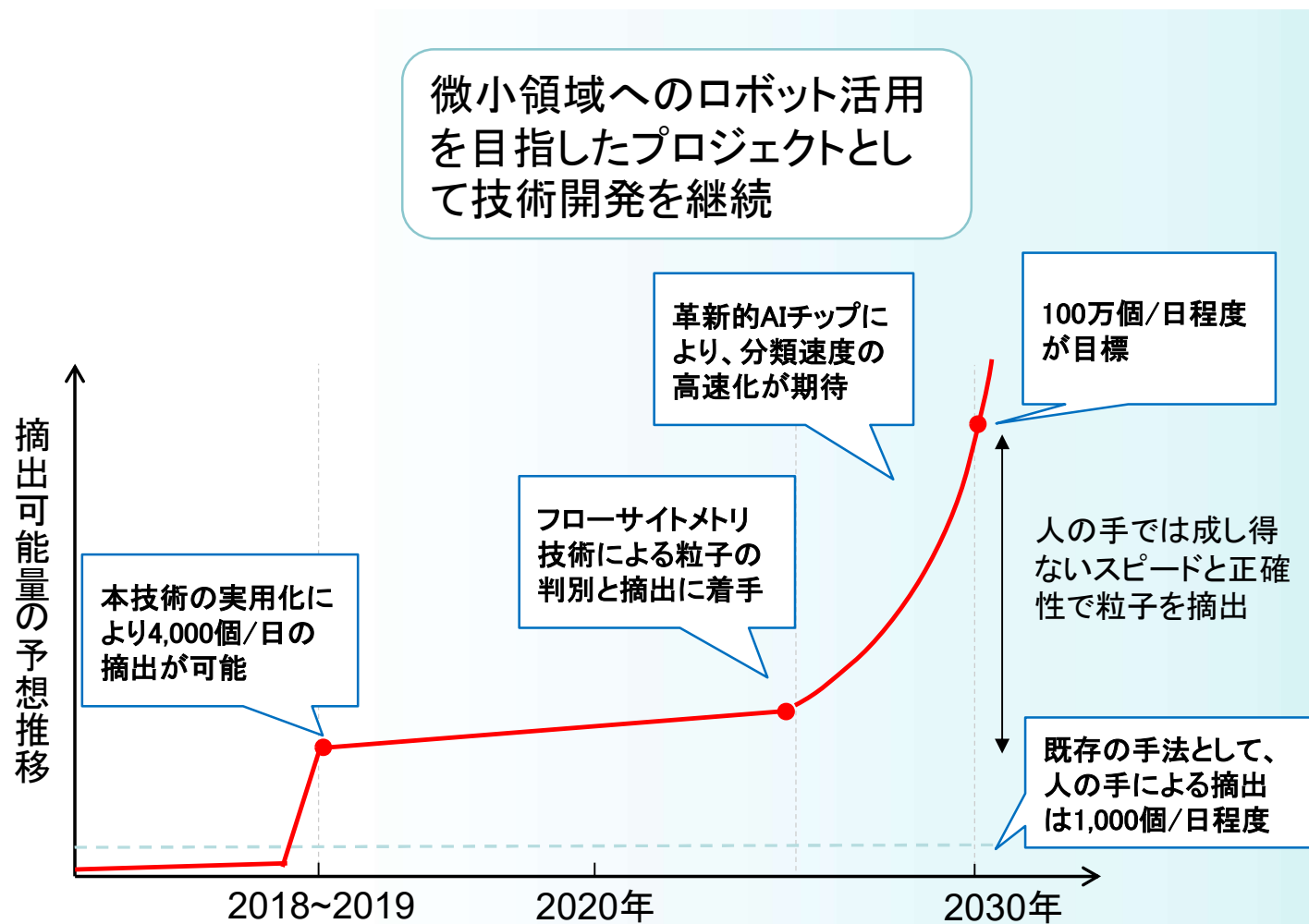
新たな研究領域

極限微量の試料を用いた化学成分、遺伝子分析の試料調整

実用化に向けた課題

- 実用化に向けて、分類と抽出の精度を100%まで向上できるように技術を確立する必要もあり。
- 粒子の抽出の更なるスピードアップによりニーズの開拓にも期待。

今後の目標



企業への期待

- 微小領域分野への展開を考えている企業には、本技術の導入が有効と思われる。
- フローサイトメトリの技術を持つ、企業との共同研究を希望。

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称：分類装置、分類方法およびプログラム
- 出願番号：特願2020-540055
- 登録番号：特許第7132553
- 出願人：日本電気株式会社、産業技術総合研究所
- 発明者：鋤守直樹、平 陽介、板木拓也、前林利典、
竹島 哲、戸谷健二

お問い合わせ先

株式会社AIST Solutions 渉外部

e-mail

aisol-syougai-all-ml@aist-solutions.co.jp