

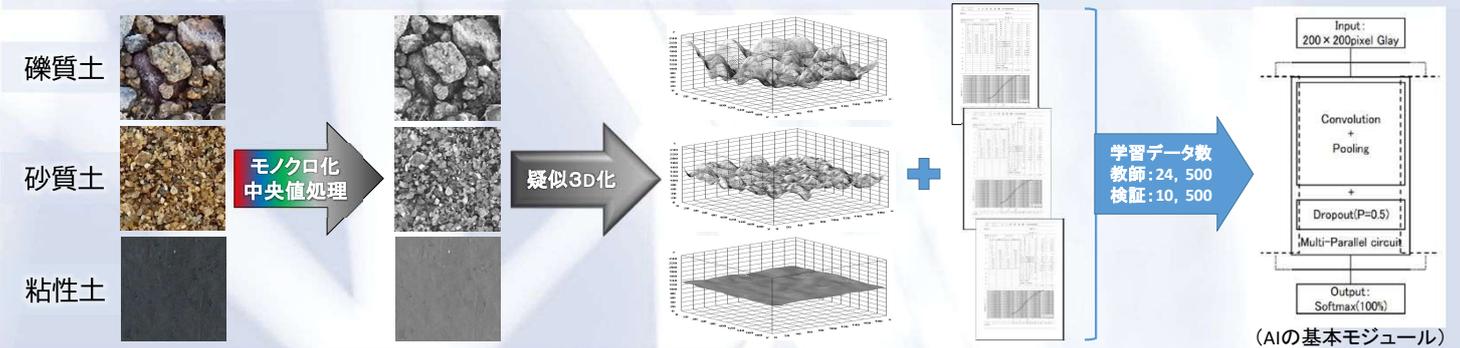
人工知能(AI)の開発・活用の取り組み

地盤に強いコンサルタントならではのAIの開発

弊社では、室内土質試験に供された試料のうち用いられずに産業廃棄物として処理される土砂を再利用して、画像からその粒度構成を推論するAI(電腦粒度)を作成いたしました。収集した画像データは約45,000、それに紐づく粒度試験結果は約2,000と粘性土から礫質土まで広く網羅しており、粒径0.075mmから20mmまでの様々な粒径加積曲線をわずかな誤差で求めることが可能となっています。

土粒子を数えるのではなくその手触り感をNeural Networkで再現

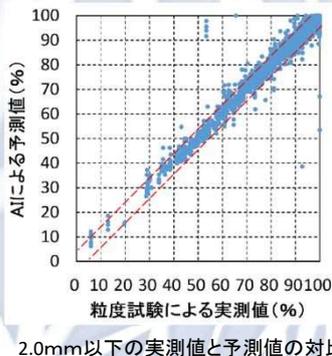
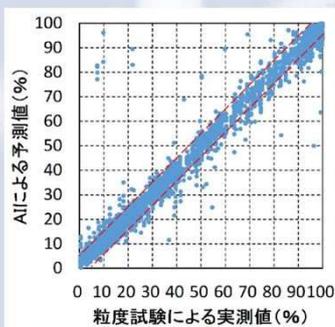
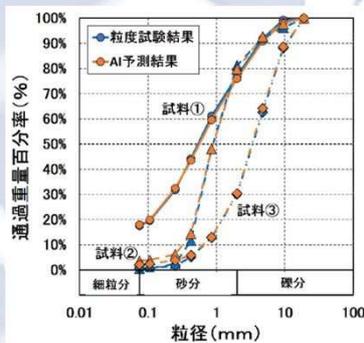
AI推論に用いる画像サイズは20mm×20mmで40,000ピクセルとなり、0.1mm/ピクセルの精度を有します。これは、フルイ分析の下限值0.075mmに近い値となります。この画像を中央値化処理を行い、Z軸を輝度(コントラスト)で表現すると、それぞれの疑似的な起伏が表現されます。AIは、この形状と紐づけられる粒度試験データを用いて作成されています。



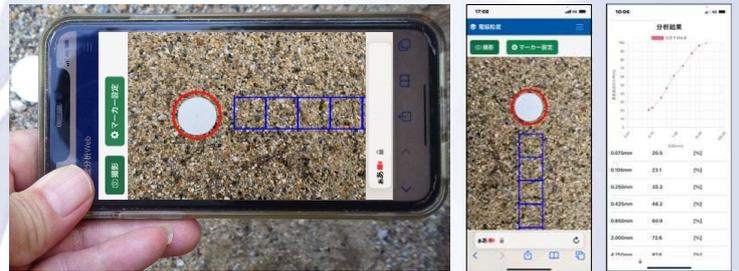
完成したAIの精度は±5%を達成

このAIから求められた粒径加積曲線は、室内土質試験により求められたものと比べると殆ど差が生じていないことが認められます。また、数値を比較しても、その誤差は±5%程度でした。

	細粒分	砂分	礫分
試料①	17.3%	59.6%	23.1%
試料②	0.5%	80.7%	18.8%
試料③	0.6%	29.4%	70.0%



電腦粒度:このAIをWebアプリ化しました



粒度を求めたい材料を平坦にならし、円形のマーカーを添えて撮影するだけで、その材料の0.075mmから20mm(推奨径10mm)までの粒度に関する情報を得ることができます。

特別な器材を必要としないので、準備から5分程度と短時間で作業が完了するため、他作業に干渉せずに密な品質管理を行うなど、多岐にわたるフィールドで活躍が期待されます。



撮影用資材一式

原位置での撮影準備

特許名称: 粒度分布予測装置、機械学習装置、粒度分布予測方法、及び、機械学習方法
出願番号: 特願 2022-126161
特許番号: 第7496858号

NETIS新技術登録
新技術名称: 画像分析AIを用いた簡易的な土の粒度分析システム
NETIS番号: TH-240027-A

*発表論文リスト

○峯 啓一郎, 柳浦 良行, 満山 勇, 成瀬 文宏, 小林 陵平, 水谷 一馬: 画像分析AIを用いた簡易的な粒度分析技術, 令和4年度土木学会全国大会 第77回年次学術講演会, VI-976

簡易粒度判定の方法と機能

方法と技術の概要

簡易粒度判定は、

1. 試料の調整とマーカの設置
2. 写真撮影
3. AIによる分析

の手順で実施します。

① 試料の調整とマーカの設置

分析する土質材料をバットや平板に取り出し、コテ等で表面をならし、所定のマーカを置きます。マーカは、写真画像からサイズを決定し、撮影角度を一定とするために使用します。マーカを特殊な資材を用いる必要はなく、白色で汚れを簡単に落とすことができる材料で用いければよく、例えば、直径35mmのプラスチック製の薄い円盤や白い紙を切ったものを用います。また、ピンポン球や500円硬貨で代用することもできます。図-1(a)は試料の調整状況を示す写真であり、図-1(b)は調整した試料の拡大写真です。



図-1(a) 試料の調整状況



図-1(b) 試料の拡大

② 写真撮影

写真撮影は、試料に対して正面となるように行います。本判定装置アプリケーションをインストールしたスマートフォンを用いて写真撮影を行う場合、マーカとアプリケーションが示すマークが一致するような状態で写真撮影を行います(図-2)。スマートフォンで撮影された画像は、自動的にサーバーに転送され、AIによる分析が実行されます。



図-2 試料の写真撮影

③ AIによる分析

図-2に示した青い枠で区切った5箇所(5箇所)の画像について、AIによって簡易粒度判定を行います。判定は、画像の白黒化と明るさ調整、畳み込みネットワークによる分析、結果の表示の順に自動的に行われます。また、判定結果は、図-2に示した5箇所の平均となります。判定結果はサーバーからスマートフォンに転送され、スマートフォン上に判定結果が表示されます。判定に要する時間は、約5分*で、直ちに判定結果を得ることができます。図-3は判定結果の一例で、加積粒度曲線、粒度特性などがその場で表示されます。*スマートフォンの能力、インターネットの通信速度、サーバーの混雑状況により時間は変動します。

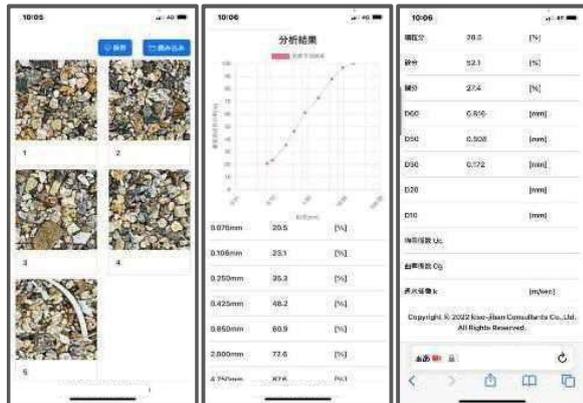


図-3 判定結果の一例(左から判定した画像、加積粒度曲線、粒度特性)

判定結果の精度

表-1と図-4は、約1万試料について、粒度試験(JISA1204)で求めた土質試料の粘性土分、砂質土分、礫質土分とAIによる判定結果を比較したものです。表-1において与条件が粒度試験(JISA1204)結果となります。AIによる簡易判定結果は、粘性土分、砂質土分および礫質土分の区分において、95%以上の判定精度を有していることが示されています。また、図-4からノイズはあるが、幅広い範囲で粒度試験とAIによる判定が一致していることが示されています。

表-1 分析結果例

与条件	AIによる判定結果			判定結果
	粘性土分	砂質土分	礫質土分	
粘性土分	3874	103	17	97.0%
砂質土分	35	5618	18	99.1%
礫質土分	6	31	798	95.6%
検証精度	99.0%	97.7%	95.8%	97.5%

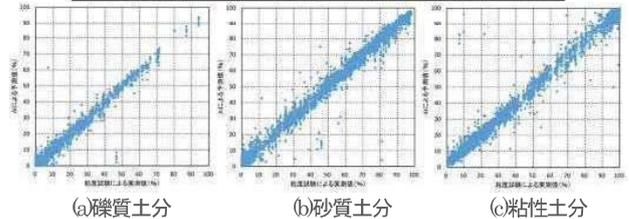


図-4 簡易粒度判定とJIS粒度試験結果との比較

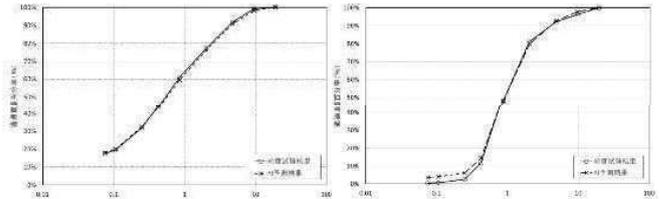


図-5 加積粒度分布曲線の比較

図-5は、JIS粒度試験と本出願における簡易分析における加積粒度分布曲線を比較したものです。両者の曲線は概ね一致しており、実務上問題が生じない精度での判定結果となっています。

今後の展開

令和7年中に、インターネットによる簡易粒度判定サービスを開始する予定です。また、現場ごとにカスタマイズしたAIシステムの構築、サービスの提供を検討しています。現システムの適用範囲は砂質土から礫径の小さい礫質土ですが、土石流堆積物や岩砕など礫径の大きい材料への拡張をはかる予定です。

問い合わせ

基礎地盤コンサルタンツ株式会社
本社 営業本部

〒136-8577 東京都江東区亀戸 1-5-7 錦糸町プライムタワー 12階

TEL: 03-6861-8800

mail: VisGrain@kiso.co.jp