

画像から土の精度を推定する技術の開発

基礎地盤コンサルタンツ株式会社、学校法人立命館

研究目的

✓研究の背景

- 画像から土の粒度分布を予測するAIモデルがあり、
サンプリング無しでの粒度データ収集が可能となりうる

✓宇宙利用における利用場面

- 探査ローバー搭載のカメラで撮影された画像から探査位置
の土の粒度分布を把握する

✓解決すべき課題

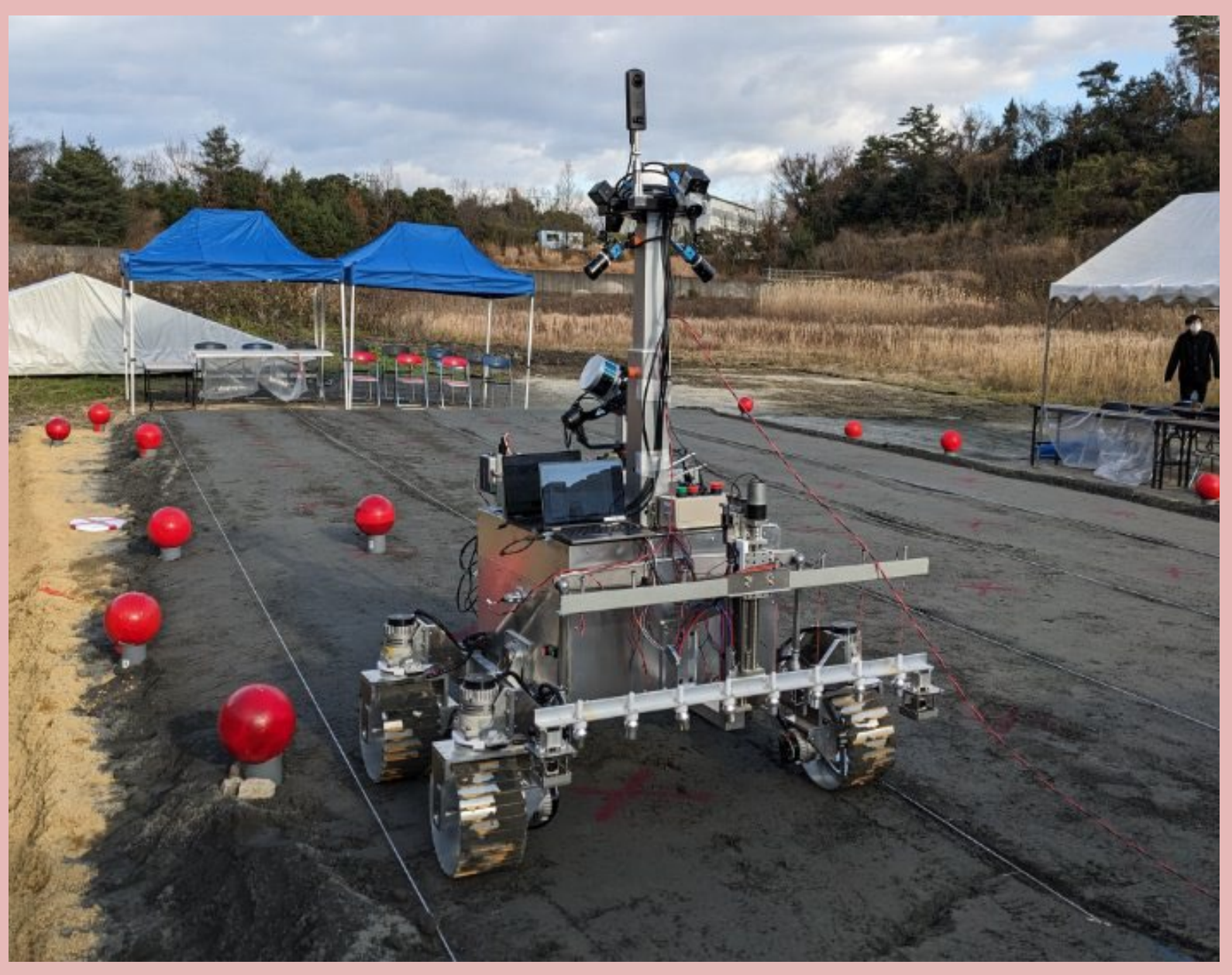
- 開発済みのAIの粒度測定レンジを拡大させる必要がある
(現状：0.075～10mm)

✓解決するための方法

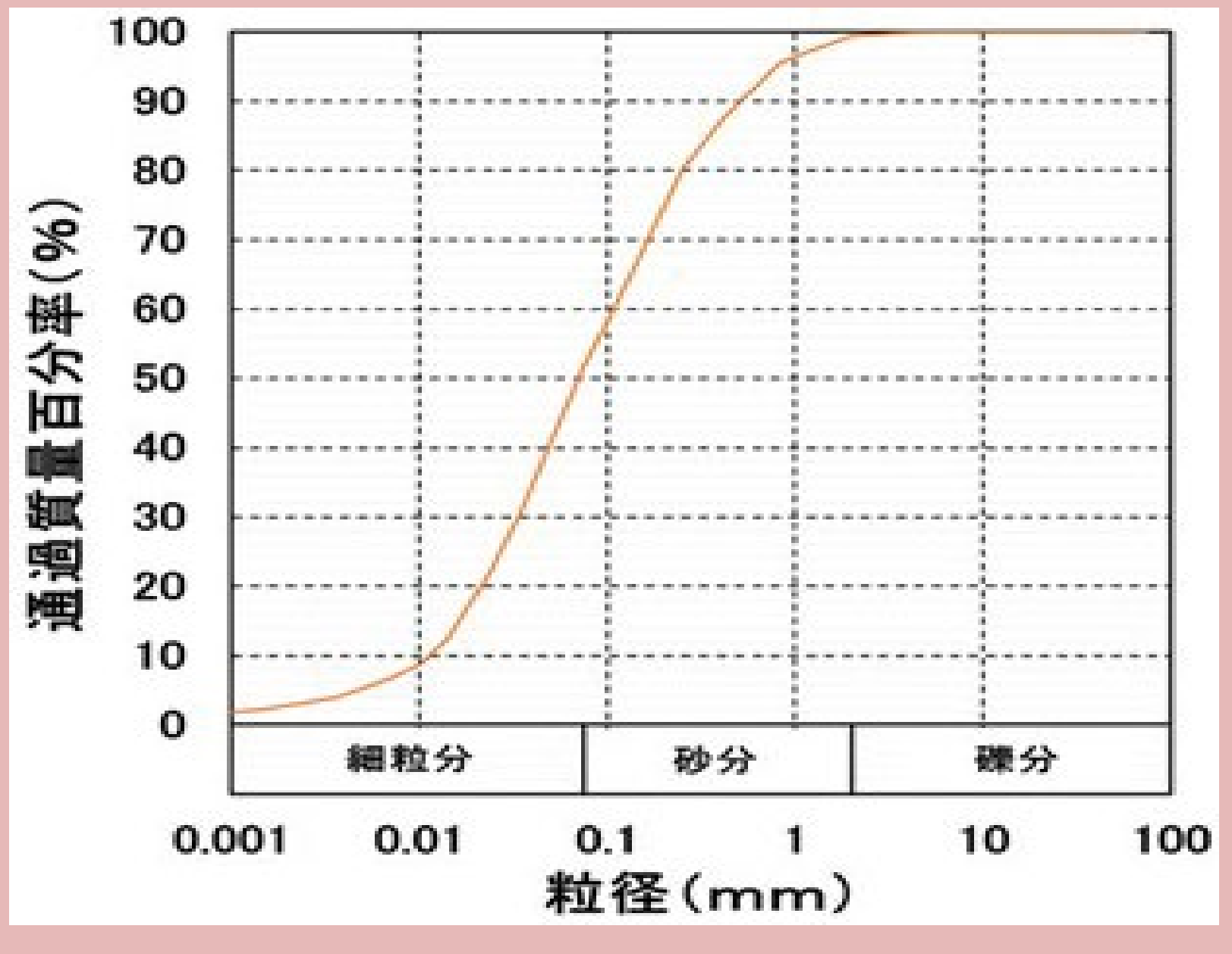
- ① 様々な土への開発済みAIモデルの検証
- ② 既存AIアルゴリズムの改良や撮影距離補正技術の確立
- ③ レゴリス・シミュラントやアポロデータから、
月・惑星レゴリスへの適用性を確認

✓地上技術としての利用（デュアルユース）

- 土構造物の施工時における日々の品質管理等



このロボットは、国土交通省・経済産業省
「月面等での建設活動に資する無人建設革
新技術開発推進プロジェクト」（代表：学
校法人立命館）の委託を受けて開発したも
の です。



研究内容

✓具体的課題解決手法

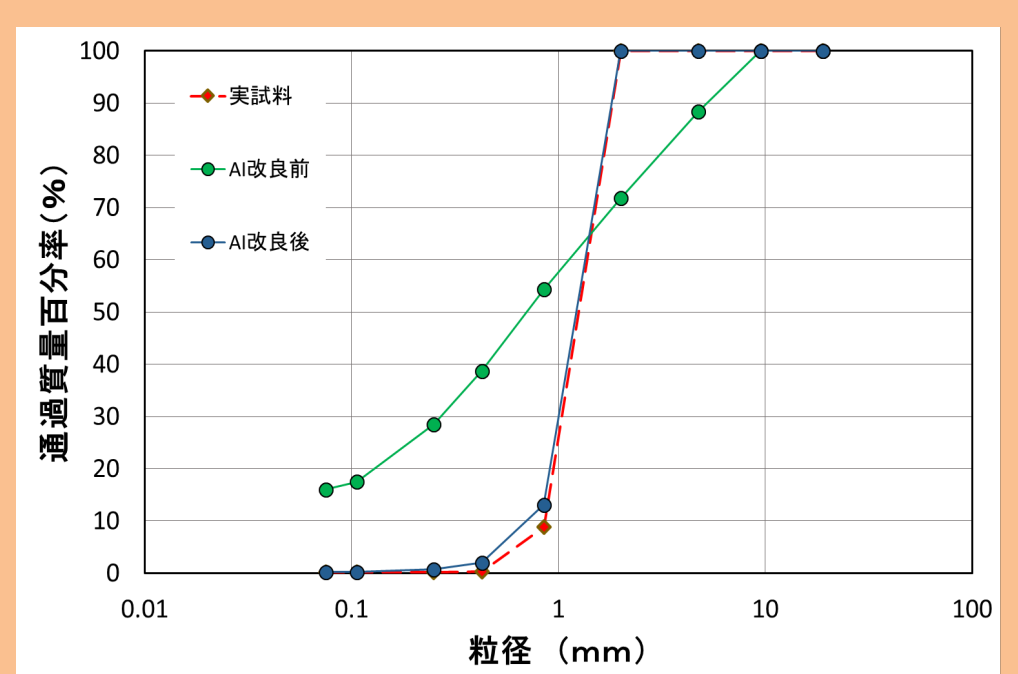
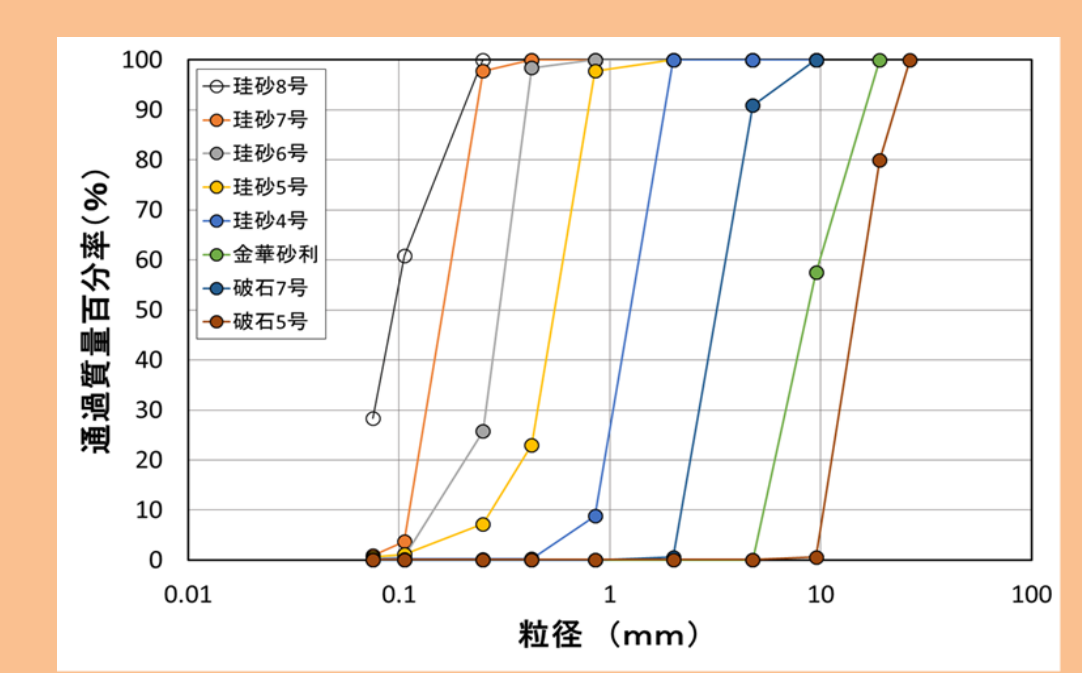
- ① 種々の調整土を用いたAIの精度確認を行い、必要に応じて再現性の高いAIとなるよう再学習する
- ② 既存AIの改良およびデータの外挿予測、FFTの導入等の手法を用いた適用範囲の拡大・精度向上の検討
撮影高さを変えた実験を行い、スケール補正方法を見出す
- ③ アポロ計画により蓄積された月面画像と粒度分布のデータを用い、強化されたAIの検証を行う既存技術
・粒度分布予測装置、機械学習装置、粒度分布予測方法、及び、機械学習方法（特許願:FGC220601）

✓研究達成目標

- ① 粒度調整された種々の材料土の粒度予測誤差±5%とする
- ② 粒度予測範囲を現状（0.075～10mm）以上に拡大させる手法を考案する
- ③ 質量含有率の誤差を0.075mm粒径で±5%、0.01mm粒径で±10%程度とする

① 既存AIの再学習

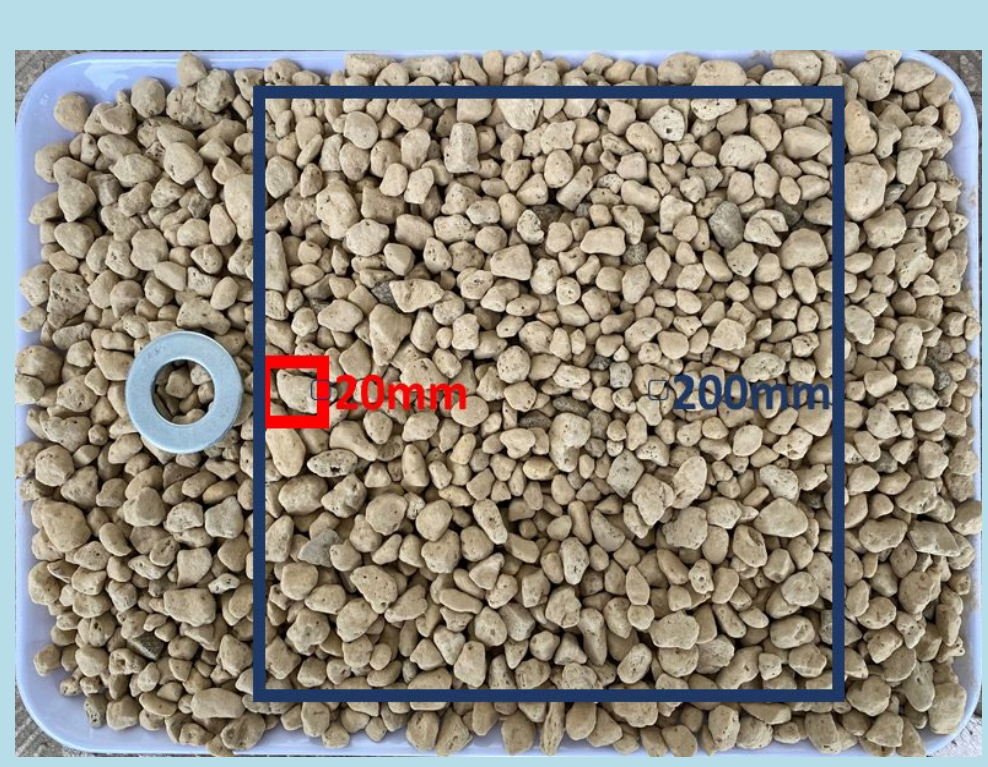
既存AIの弱点であった均質な材料の粒度分布再現性を改善するため、様々な粒度調整土データを用いてカスタマイズを行った



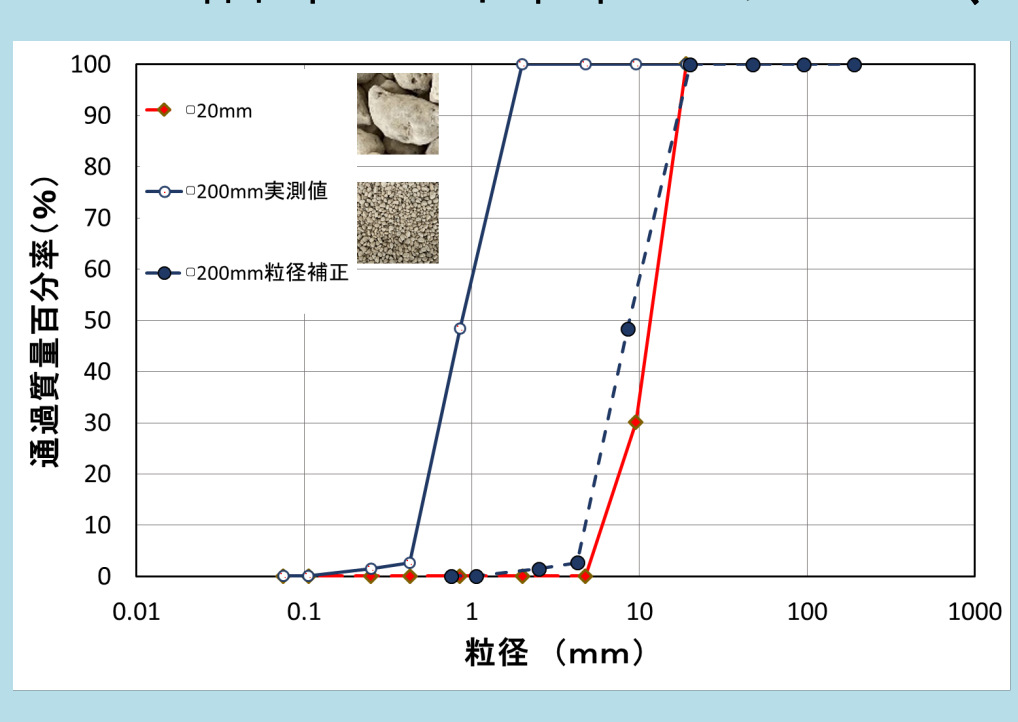
その結果、珪砂 4 号を例に出すが、既存粒度AIに対して大きな改良効果が認められている

②適用範囲の拡大・精度向上

右の写真は、未学習のひゅうが土（Φ5～20mm）である



この試料に対して、通常の□20mmおよび□200mmの範囲について粒度AIで分析した結果が下図であるが、拡大した割合だけ粒度を補正すると両者の曲線はほぼ重なる。なお、撮影距離を変えた場合も同様の結果を得ている



最終的に、細粒分域から粗粒分域の粒度分布は、以下の対数正規分布の μ と σ を推定することにより判定する

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma x} \exp\left(-\frac{(\ln x - \mu)^2}{2\sigma^2}\right)$$

μ と σ は、0.075mm～20mmのデータで新規AIから求めている
以下は、その結果の一例となるが、全体的な傾向をうまく捉えることに成功している

