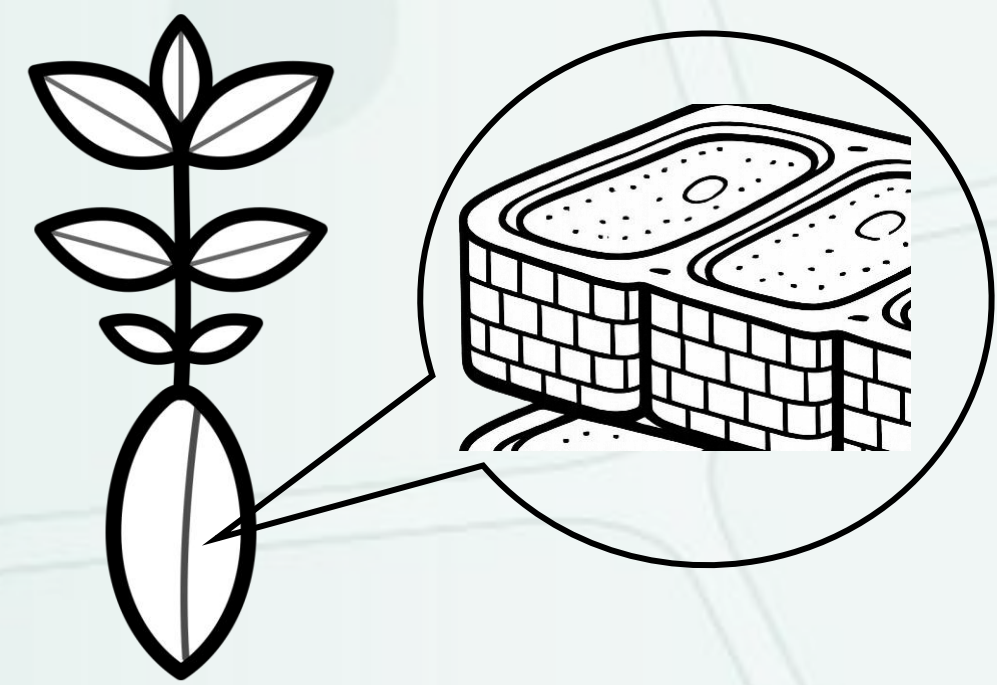


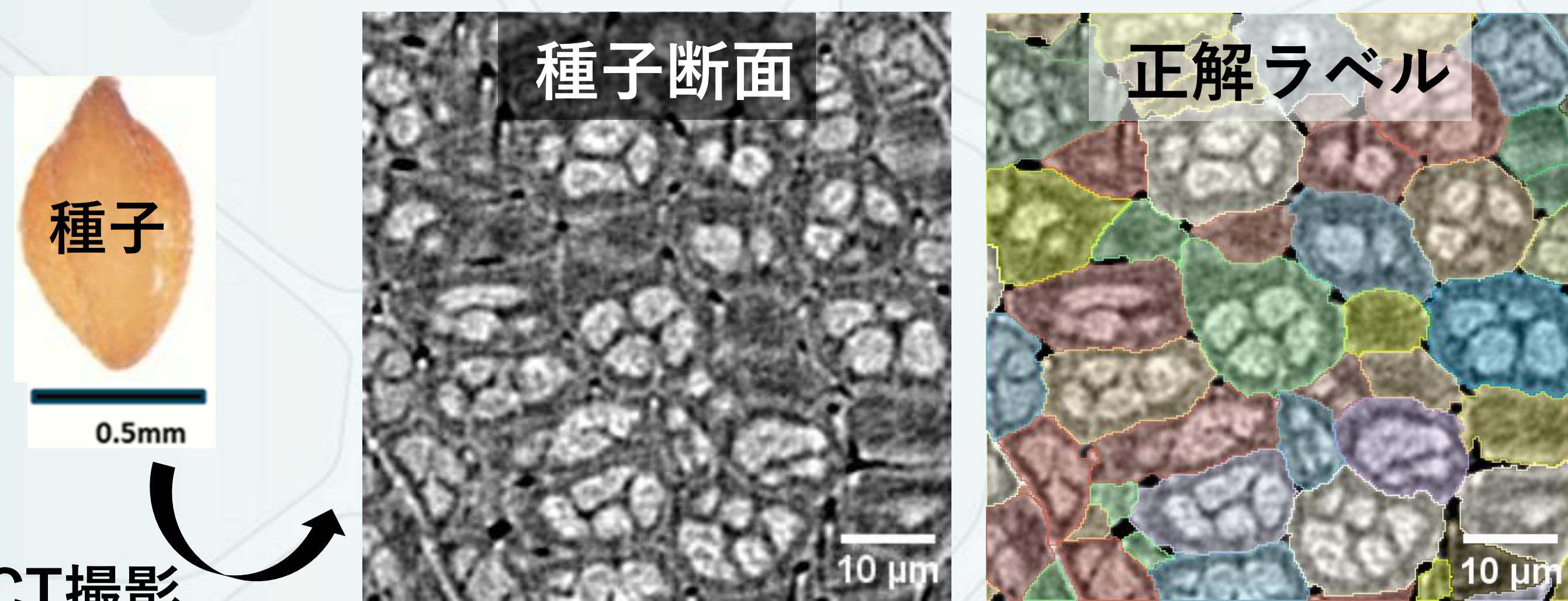
研究背景

■植物の細胞解析



植物体は**細胞**から形作られる
▶ 形態発生を理解には
細胞形態・配置の定量が重要

■μCTにおける細胞インスタンス分割の難しさ

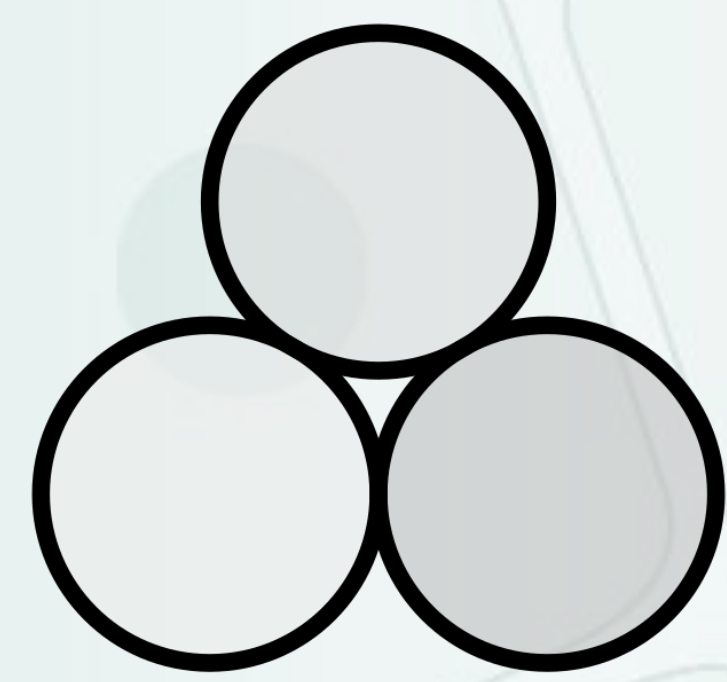


低コントラスト + 細胞が密で境界を捉えにくい
▶ 少量注釈での高精度分割を目指す

パラダイム比較

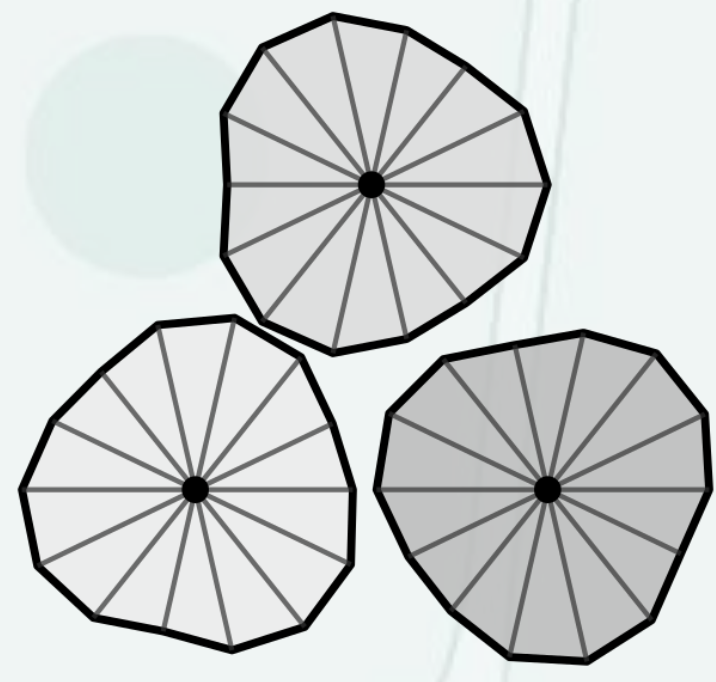
■細胞インスタンス分割における3種のパラダイム

境界検出系



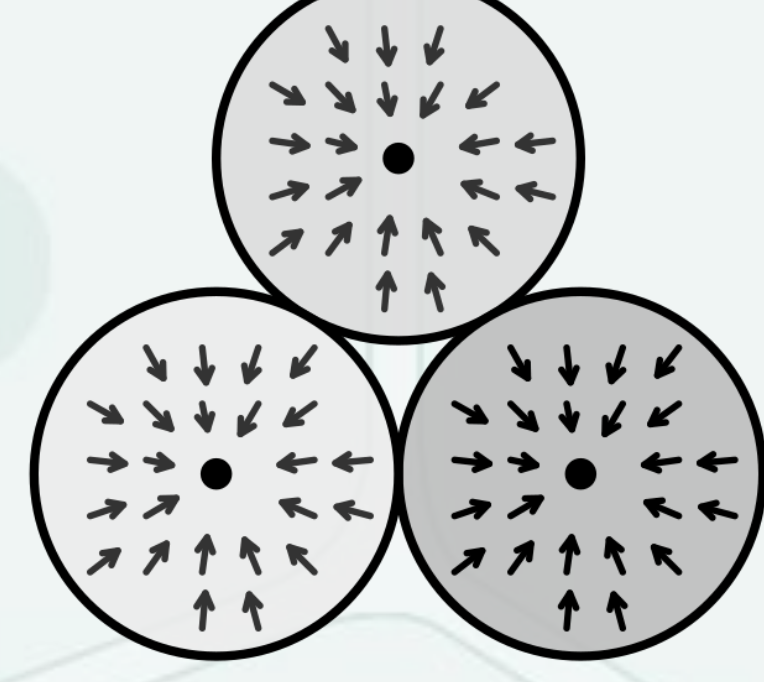
境界を直接予測
(U-Net, PlantSeg)

形状検出系



中心からの
放射で表現
(StarDist)

Flow系



各画素で流れ場を
予測し分離
(cpsam)

μCTでの細胞分割パラダイムの比較は未検討

▶ どの表現が細胞分割に適するか？

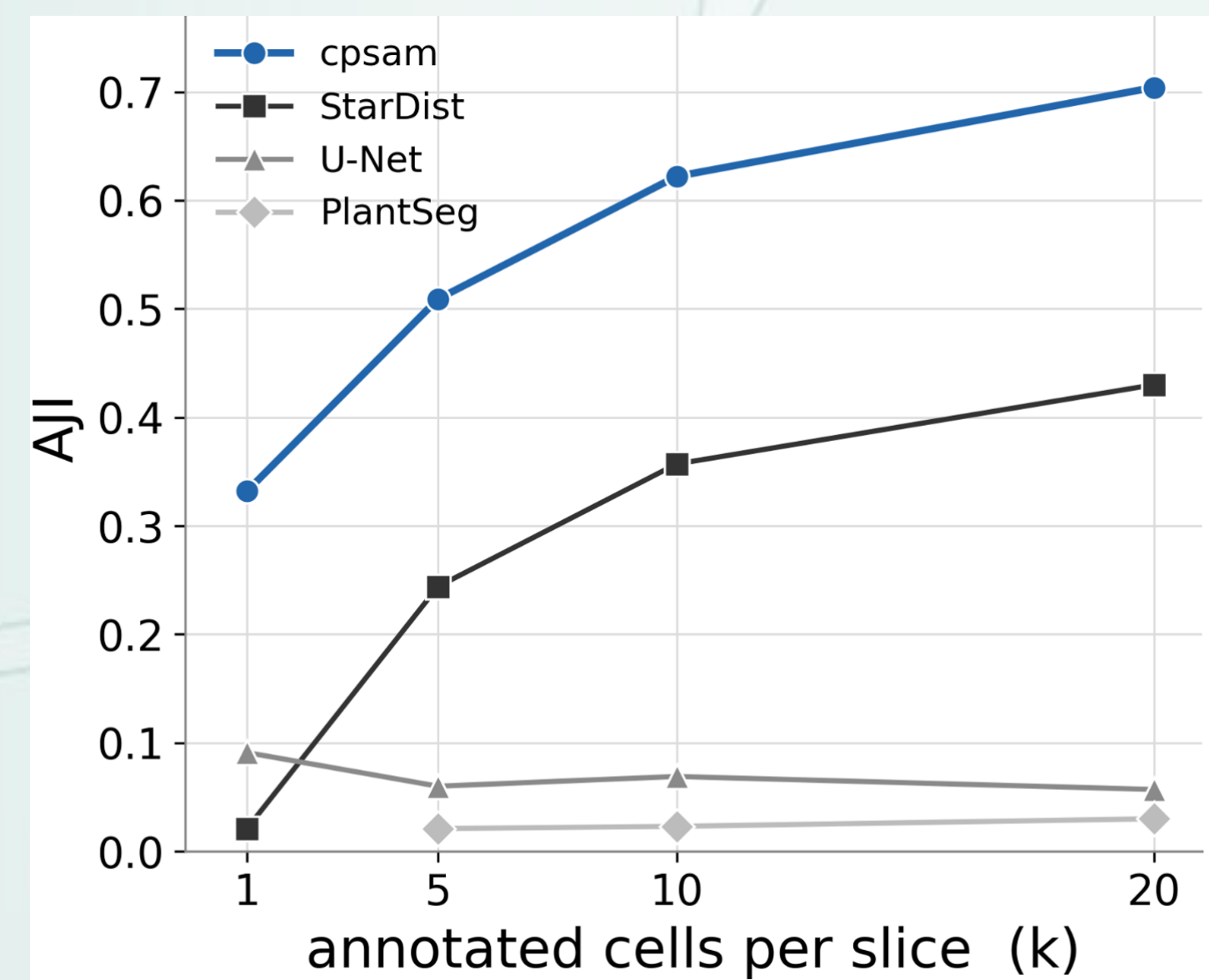
■評価指標：AJI

$$= \frac{\sum_{i=1}^N |G_i \cap P_{m(i)}|}{\sum_{i=1}^N |G_i \cup P_{m(i)}| + \sum_{k \in U} |P_k|}$$

対応づけた細胞の
重なりで測る一致度

G_i : 正解, P_m : G_i に最も重なる予測
 P_k : 未マッチ細胞の画素

■比較実験



Flow系 (cpsam) が最良

▶ **境界に依存しない**
パラダイムほど高精度
しかし、境界が併合傾向

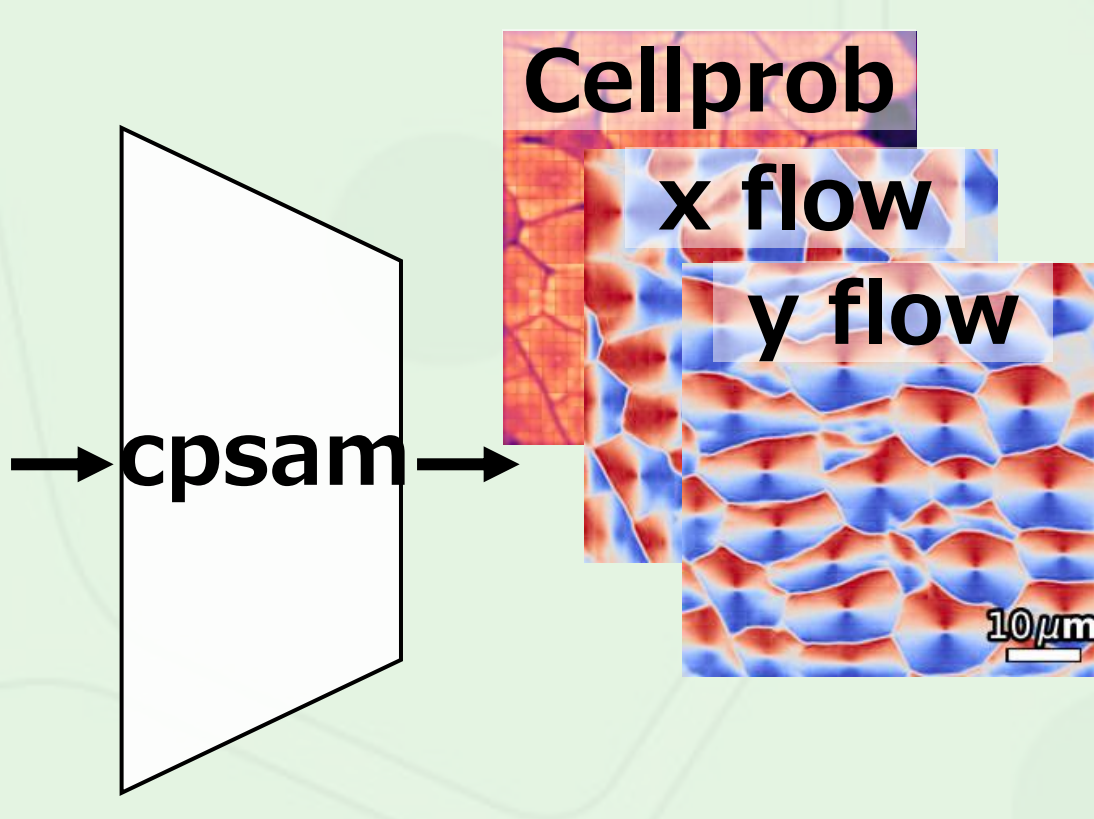
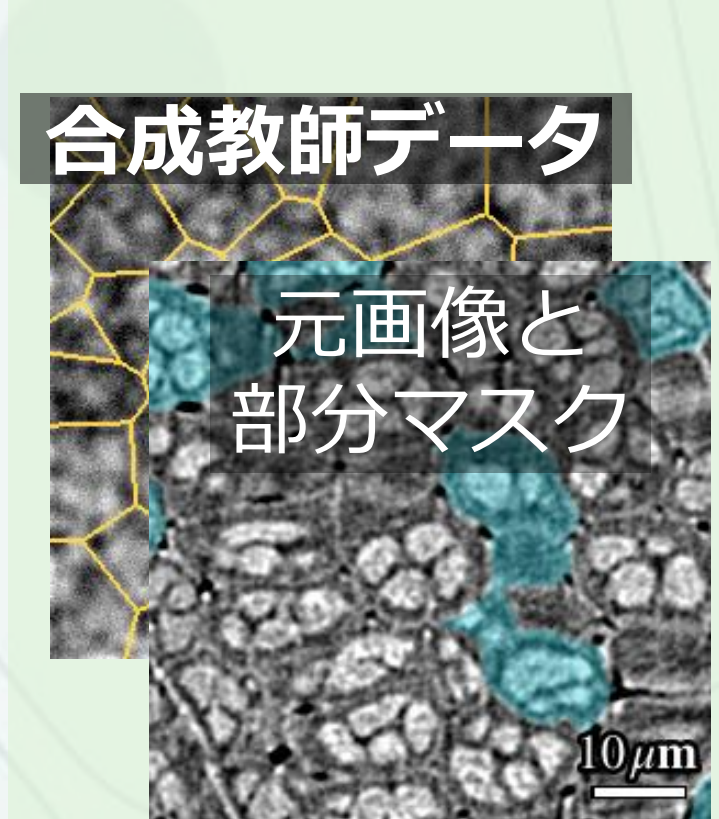
提案手法

■z方向統合による境界復元 (ZBR: ②~④)

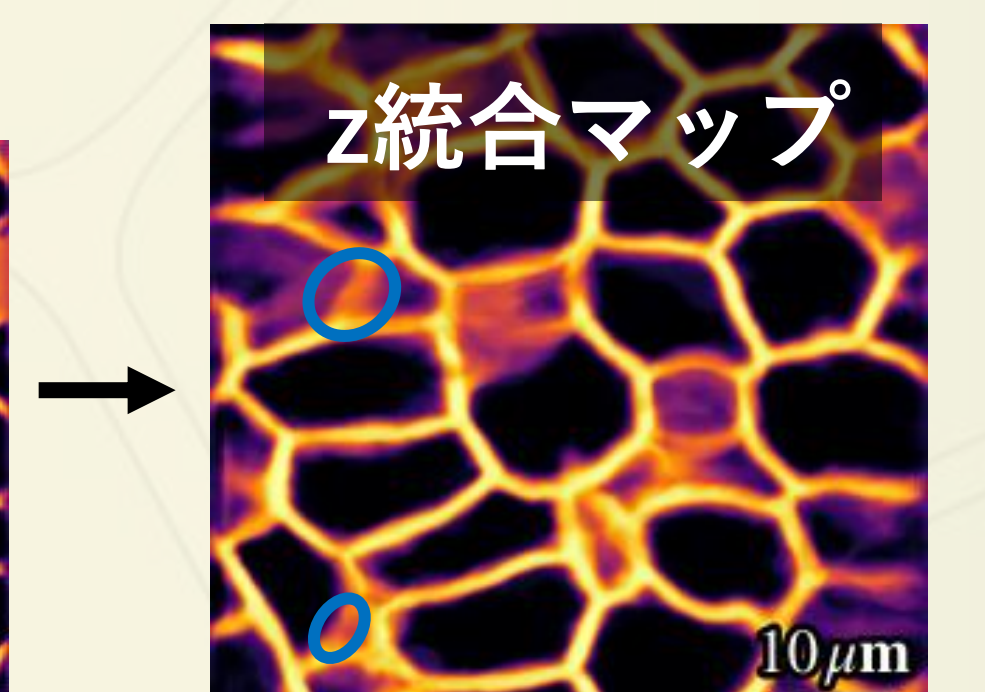
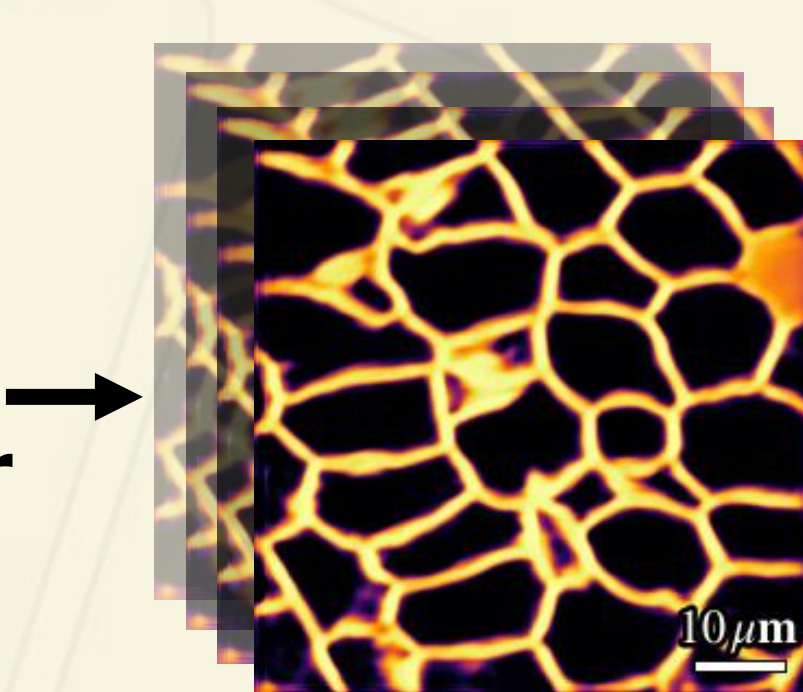
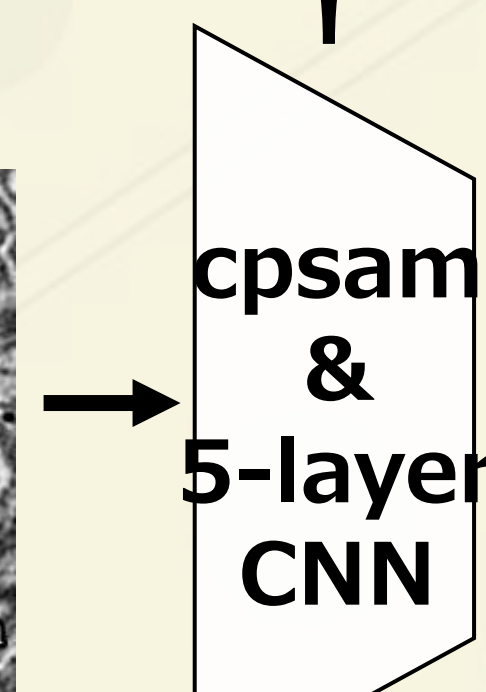
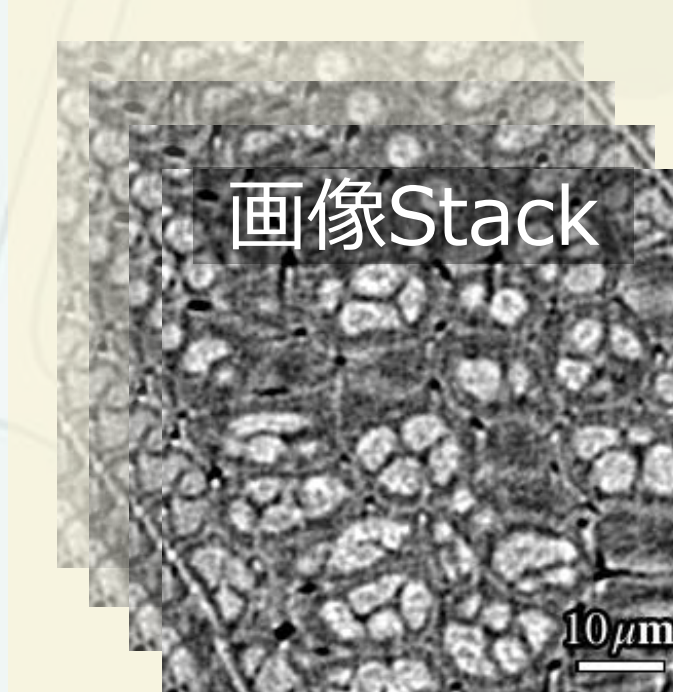
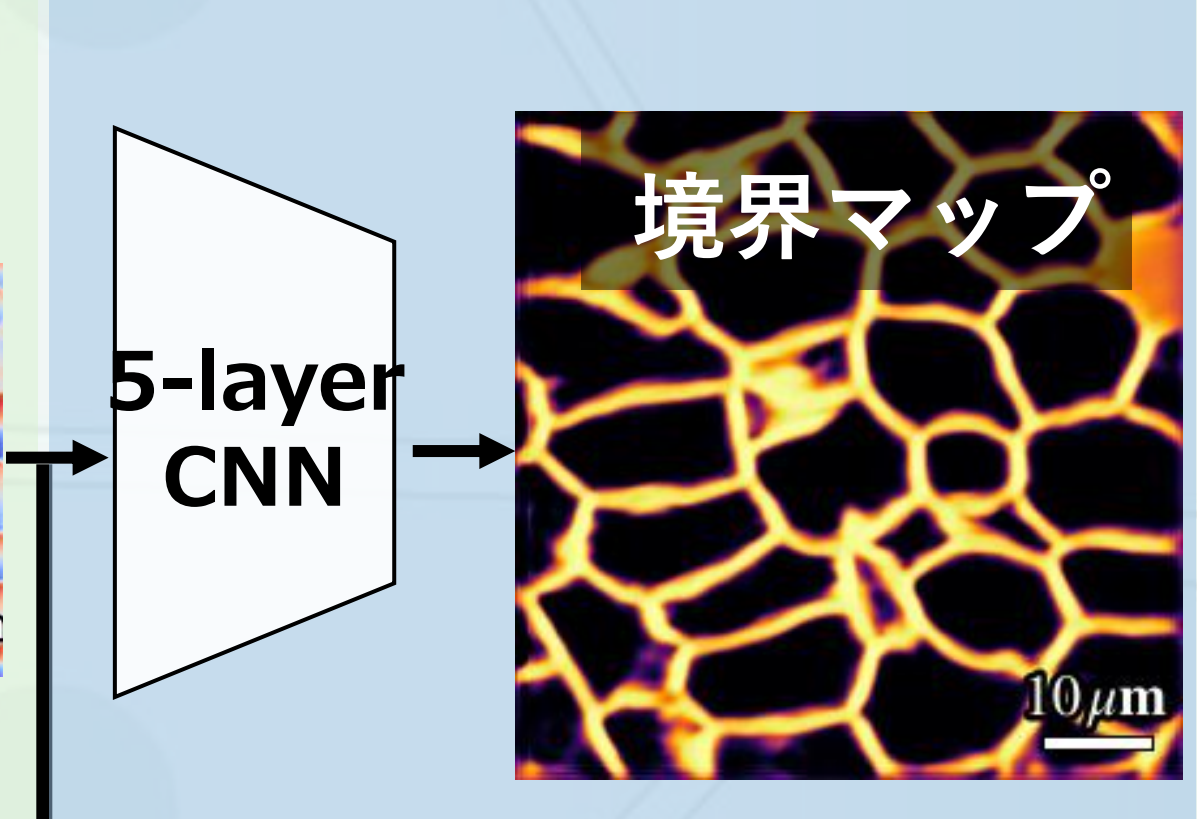
ノイズが細胞壁に重なると境界がより不明瞭になり
flowが隣接細胞に流出し、併合

▶ **z方向の複数スライスの境界情報を統合し補強すべし**

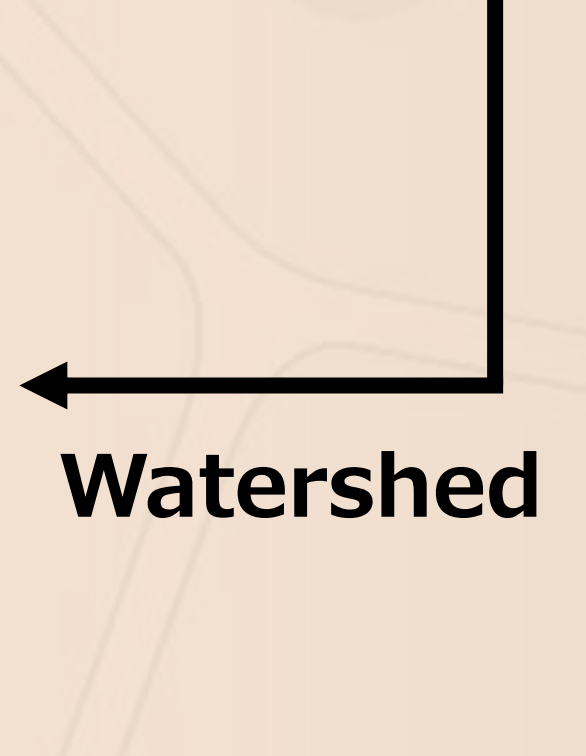
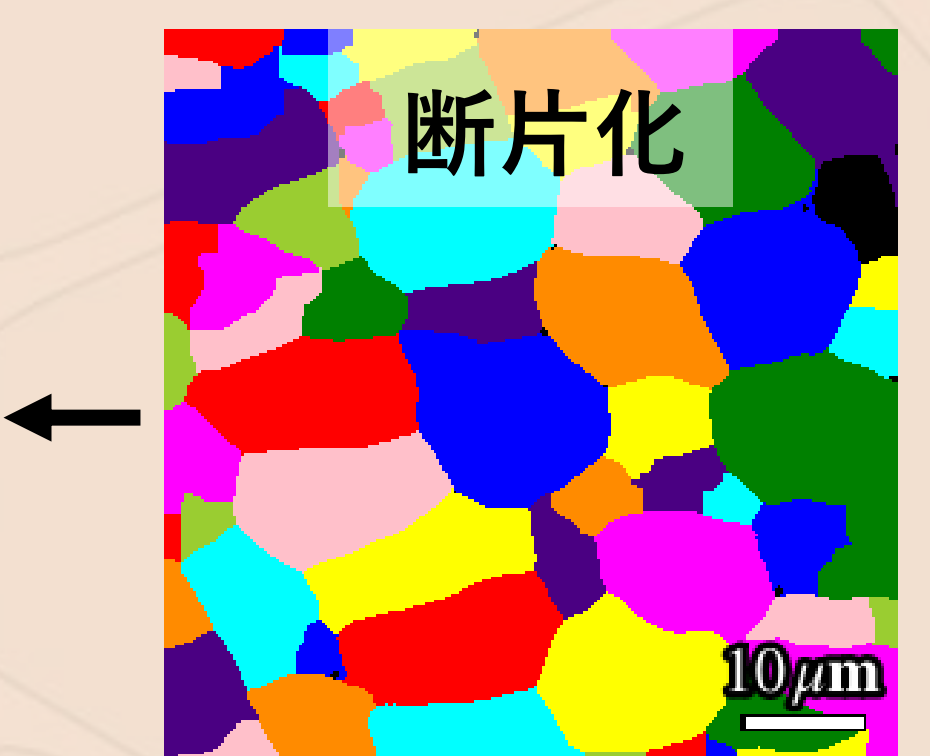
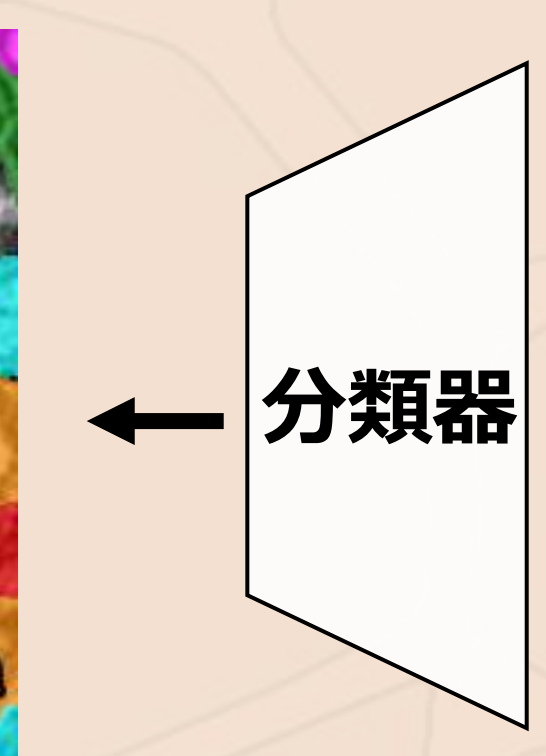
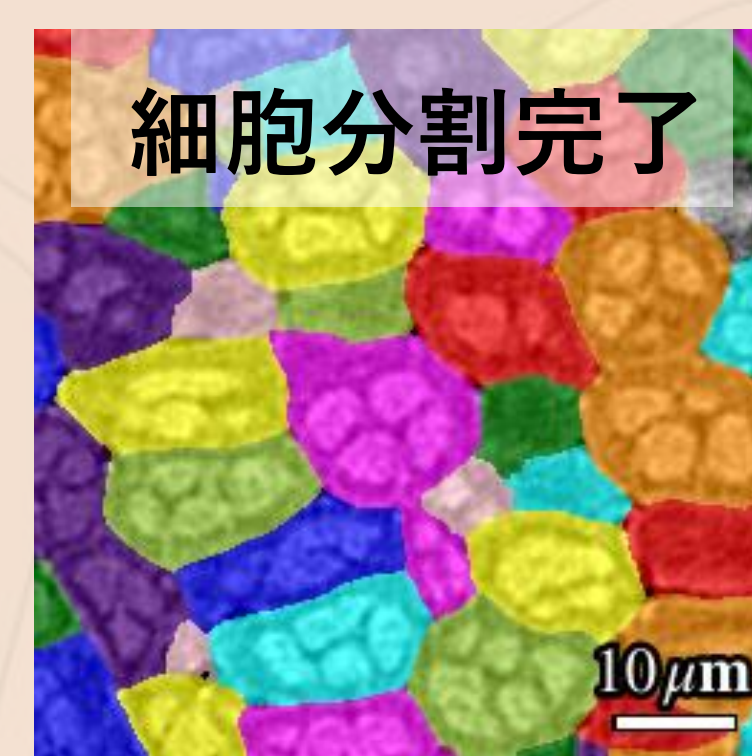
①cpsamによる予測



②境界マップ作製



③z方向複数スライスを整列・平均し、境界を復元



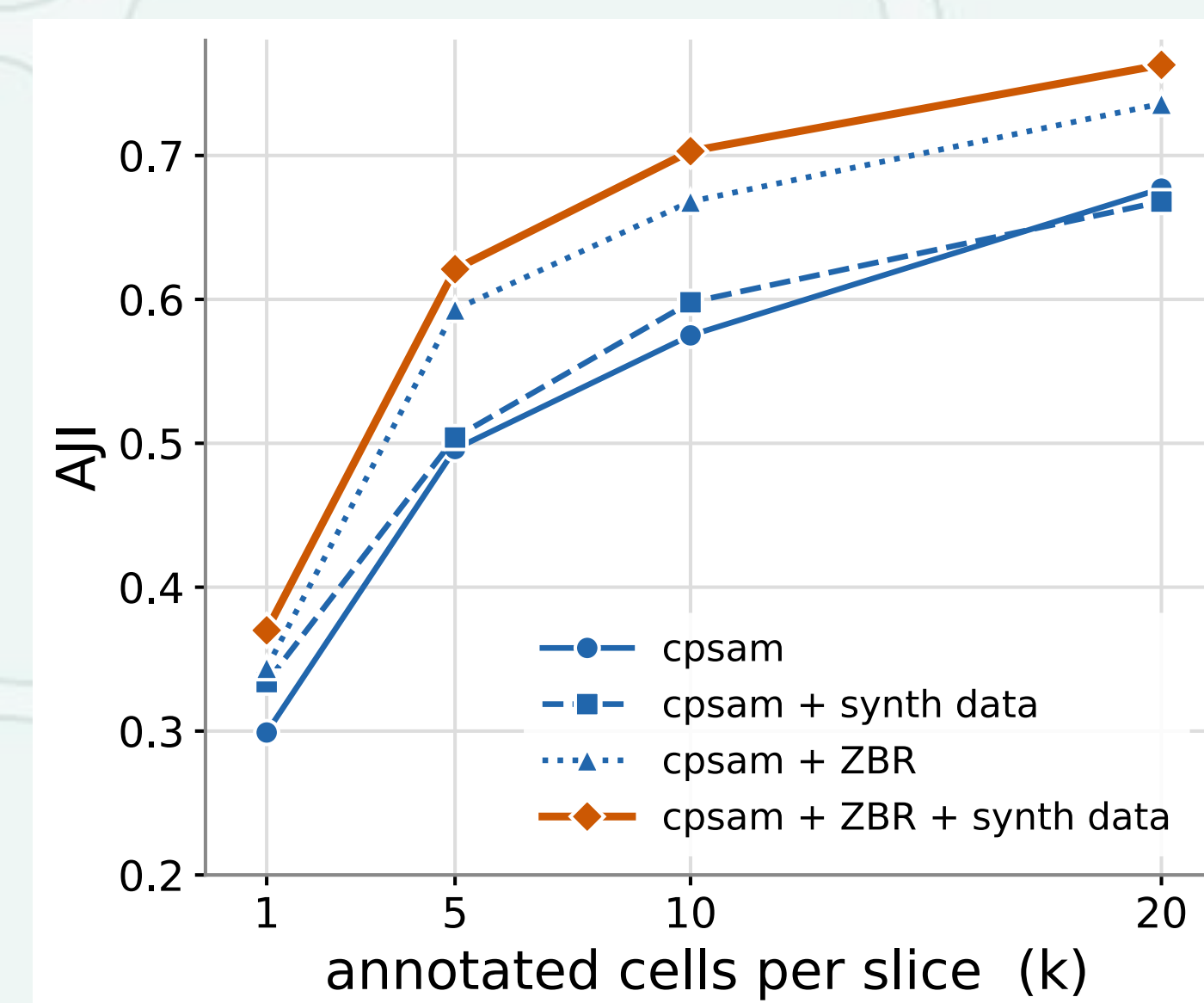
④断片を学習した分類器で同一細胞ごとに併合

「直接境界を引く」は難しい

▶ **断片をくっつける判定問題へ転換**

結果

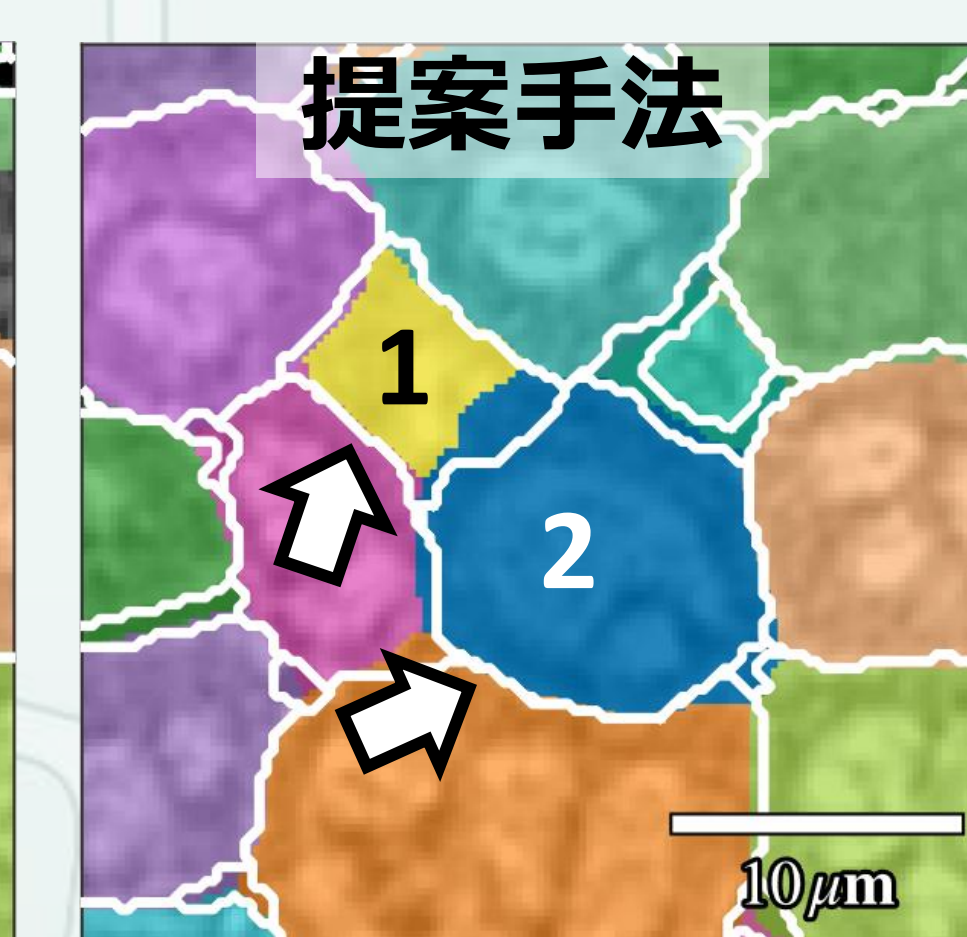
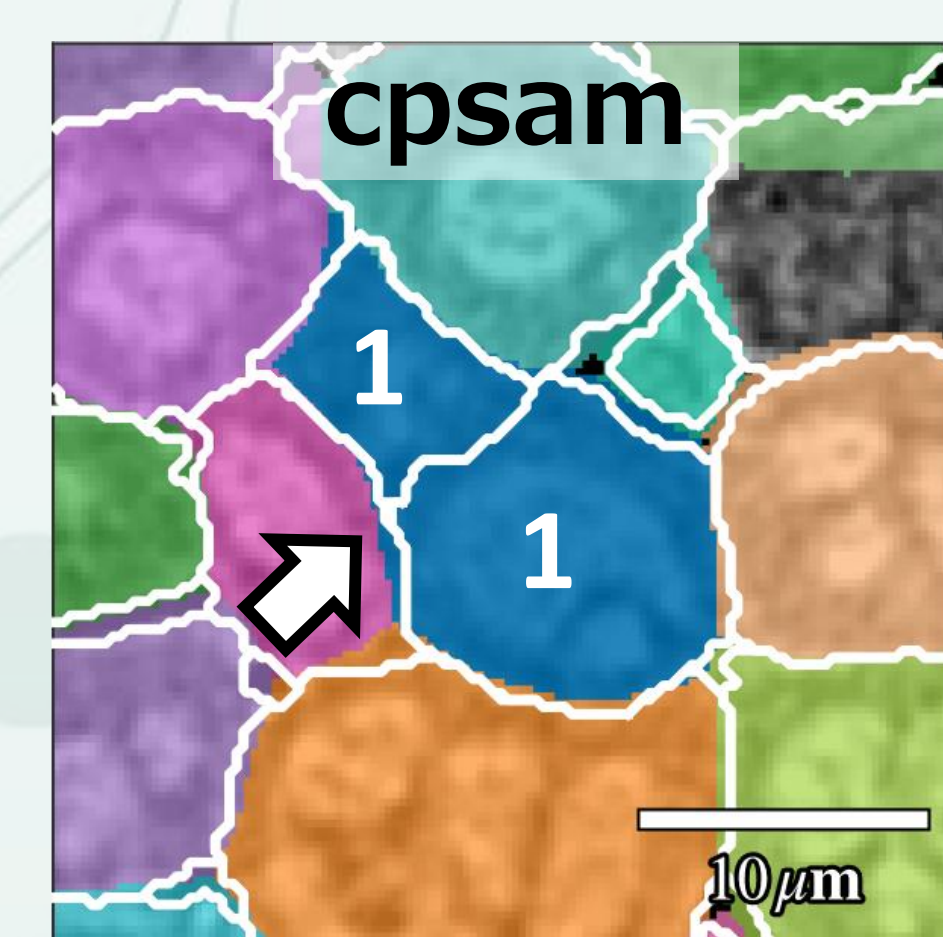
■cpsamにZBRと合成教師データを単独・併用で追加



併用で最大+0.12(k=5)改善

▶ **ZBRは境界検出を改善,**
合成教師は実ラベルを補強

両者は相補的に作用する



境界の検出向上
▶ 併合を改善した

白線: 正解境界,
カラー: 予測細胞

今後は2D予測を用い3D化への接続へ取り組む

■謝辞

放射光実験はJASRIの承認のもと(課題番号: 2014A1265), SPring-8のBL20XUにて実施された。また、本研究は次世代AI人材育成プログラムの支援を受けた。