

単細胞生物の家づくり

有殻アメーバの被殻構造と被殻構築中の仮足の三次元微細構造解析

14
(2部)

野村真末
山形大学 理学部

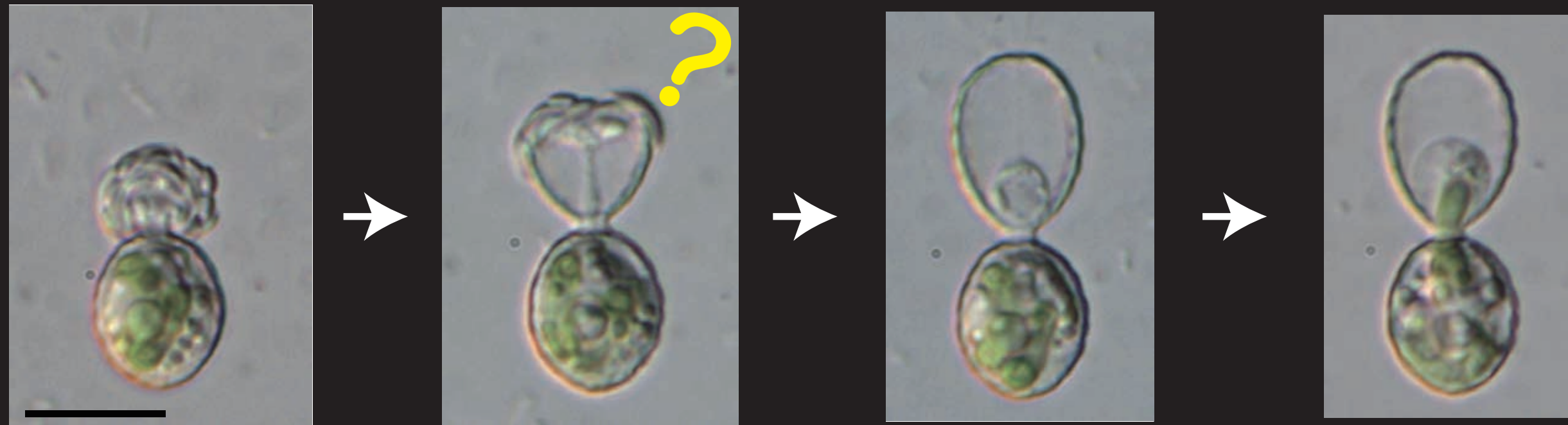
Introduction

有殻アメーバ *Paulinella micropora*

- ✓ 独立栄養性
- ✓ 淡水の湖沼に生息
- ✓ クローン培養が可能 (NIES-4060)
- ✓ ゲノム解読済
- ✓ ガラスの被殻をもつ

ユニークな被殻構築プロセス！

- ✓ 太い仮足によって細胞外の鱗片を操作して被殻を構築する
- ✓ 鋳型となる構造がない、細胞外で被殻構築は行われる
- ✓ 被殻構築はたった 20-30 分で完了する
- ✓ 被殻構築行動は単細胞生物とは思えない行動！



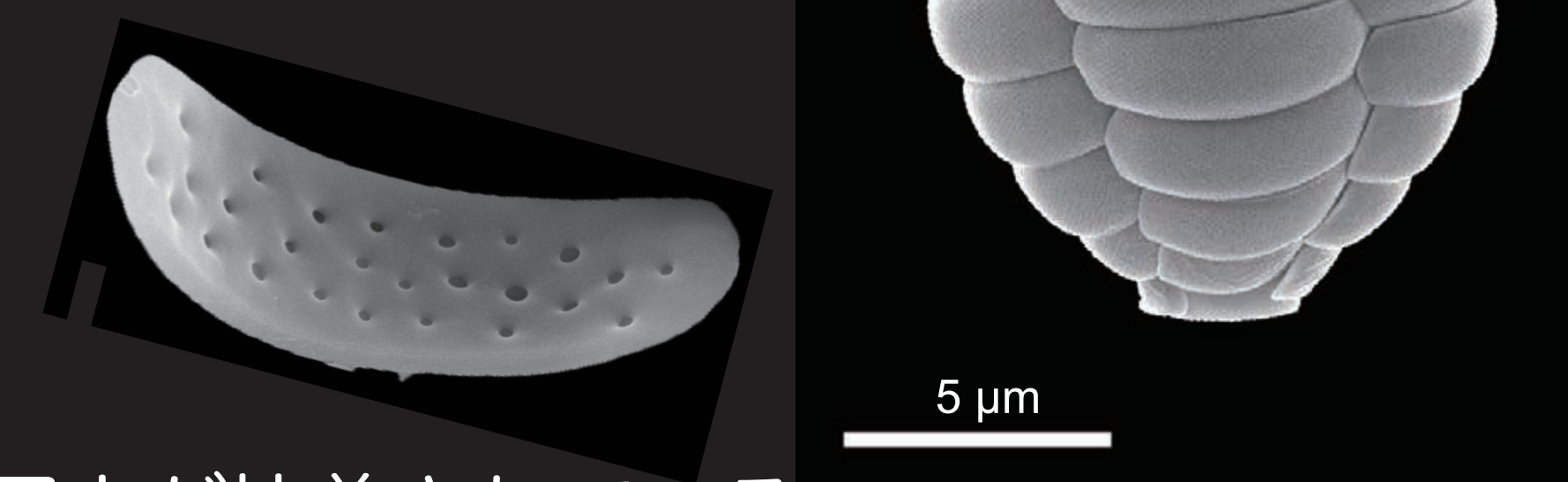
Nomura et al.2014

被殻の特徴

- ✓ 卵型の被殻
- ✓ 約 50 枚の珪酸質の被殻から構築されている
- ✓ 形の異なる 10 枚の鱗片が縦に配置されている
- ✓ 10 枚の鱗片列が 5 セット螺旋状に配置されている

鱗片の特徴

- ✓ 長方形
- ✓ 湾曲した形
- ✓ 裏面に大きなくぼみ
- ✓ 有機質の接着剤により鱗片同士が接着されている



単細胞の有殻アメーバがどのようにして細胞外の鱗片を操作し、配置して被殻を構築するのか？

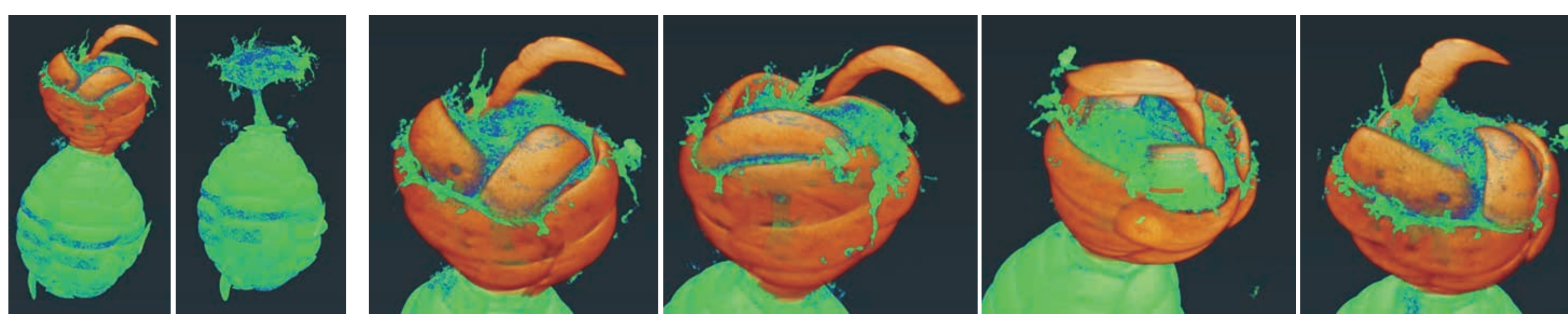
FIB-SEM

- 細胞外鱗片と太い仮足先端部細胞質の位置関係を明らかにする！
- 被殻構造を 3 次元的に明らかにする！
- 母被殻と娘被殻の位置関係を明らかにする！

3D printing

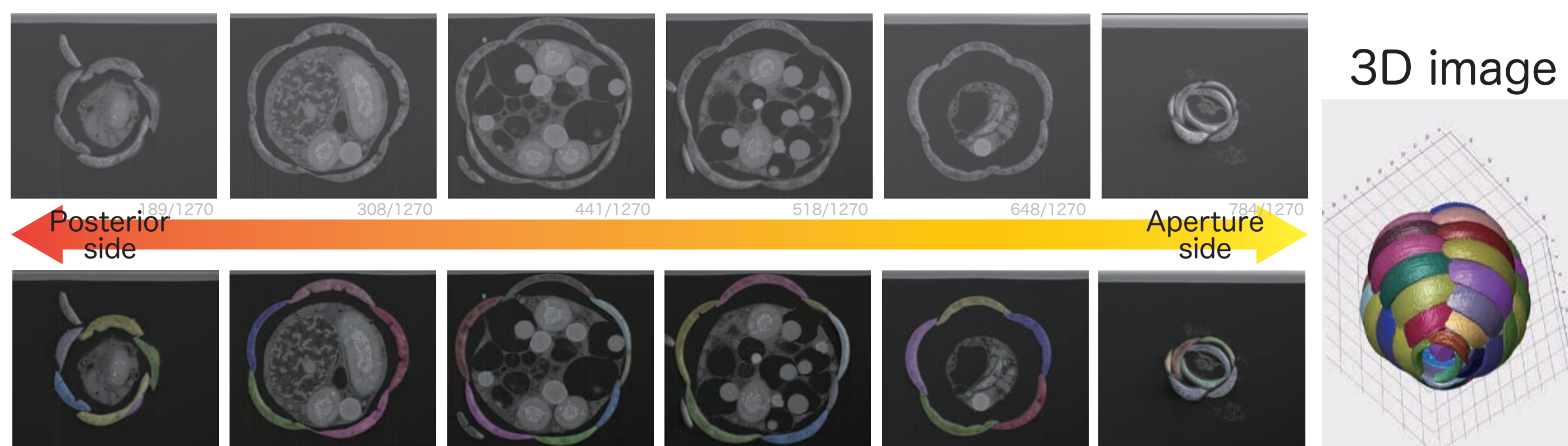
- 被殻のモデルを作ってみる！

細胞外鱗片と太い仮足先端部細胞質との位置関係



オレンジ：新規に合成されている娘被殻側の鱗片、**緑**：母細胞質および母被殻
今まさに積み上げられようとしている鱗片が太い仮足の先端部によって覆われていた

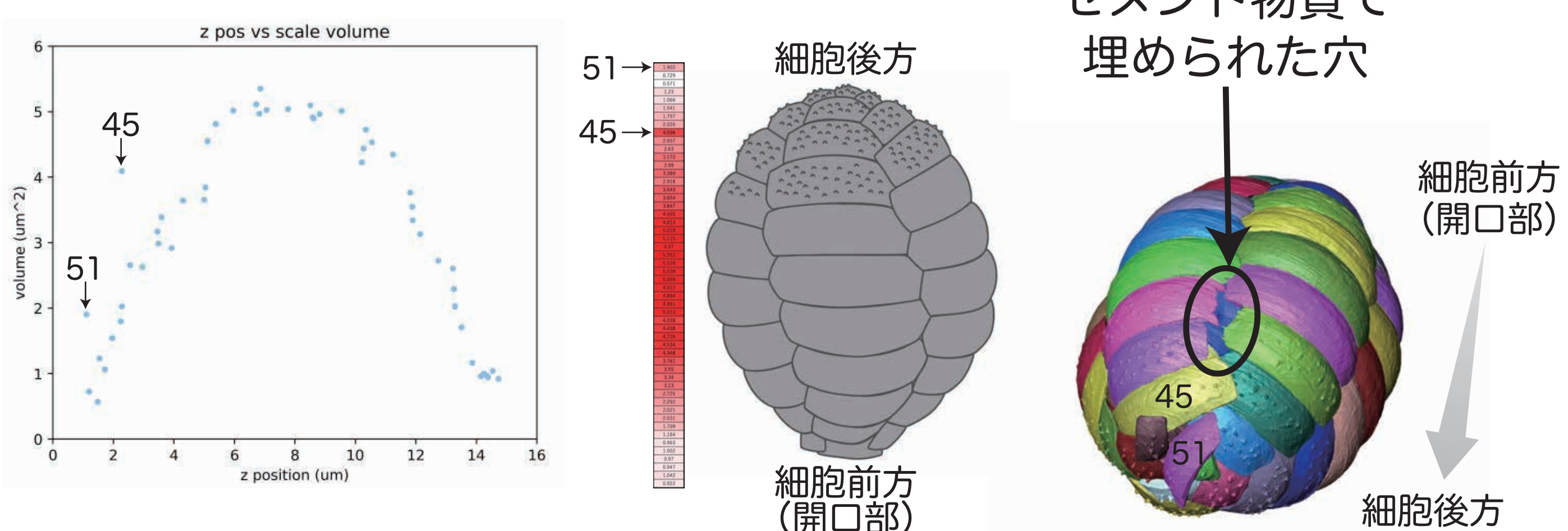
母被殻のセグメンテーション解析



MIB (Microscopy Imaging Browser) を用いて、52 枚すべての鱗片を個別にセグメンテーションし、卵型被殻全体の三次元立体再構築を行った

母被殻の三次元構造 1

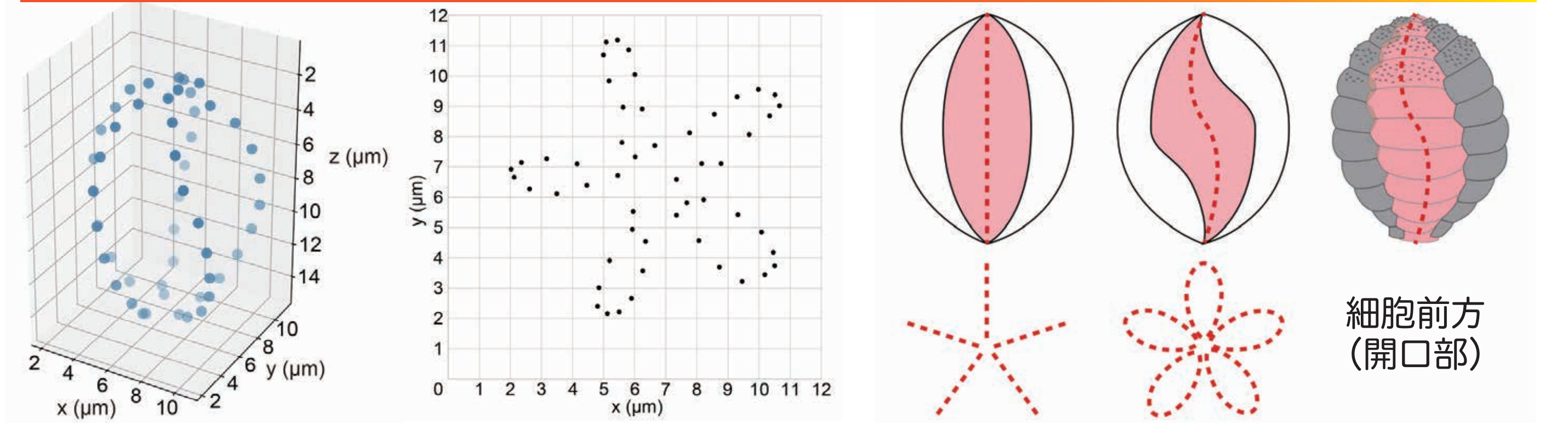
✓ 鱗片の体積解析



- ✓ 鱗片の体積は細胞前方（開口部）から後方にかけて正規分布を示した
- ✓ 45 番と 51 番の鱗片は外れ値を示し、本来配置されるべき位置とは異なる位置に配置されていた
- ✓ セメント物質によって空いた隙が埋められていた
- ✓ セメント物質が供給できる分の鱗片配置の乱れは許容される

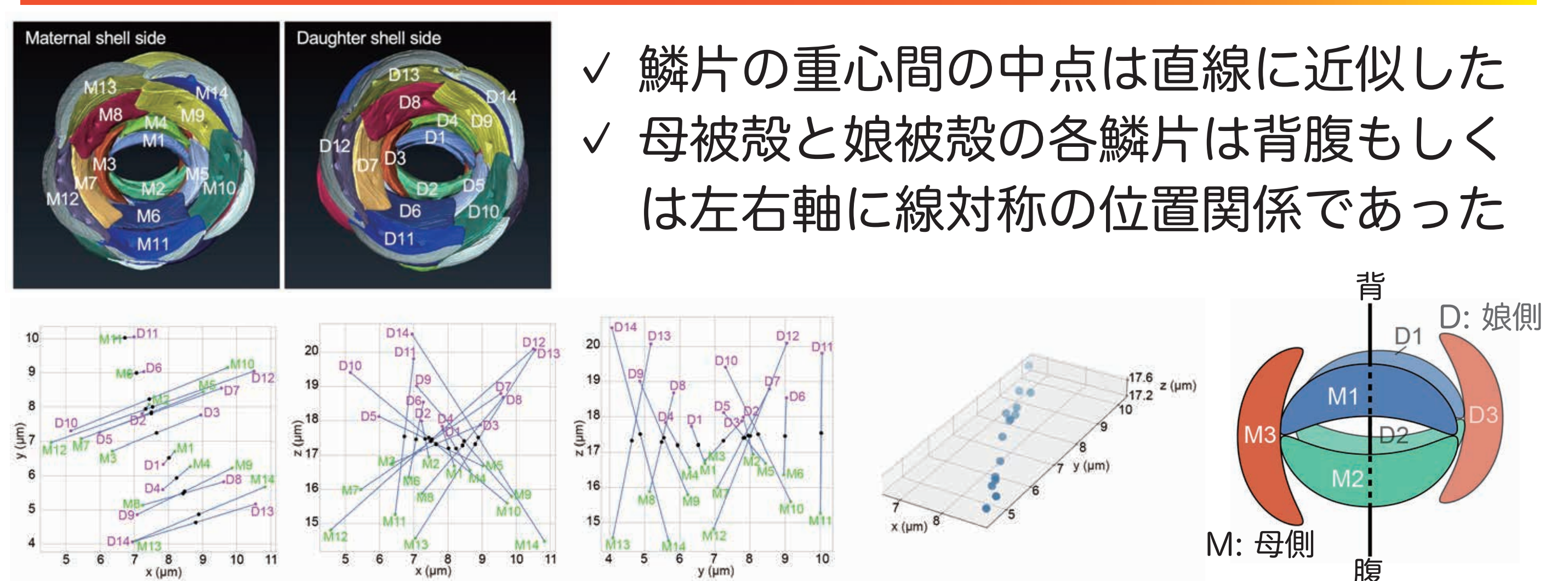
母被殻の三次元構造 2

✓ 重心解析



- ✓ 鱗片は開口部から積み上げられる (Nomura et al. 2014)
- ✓ 細胞長軸方向に並ぶ鱗片の重心は開口部から中間層は時計回りに、中間層から細胞後方は反時計回りに螺旋方向が転換した

母被殻と娘被殻の位置関係



3D printing



卵型被殻が構築される理由の考察

- ✓ 鱗片は表裏だけではなく、上下や左右があり、それぞれ区別できる
- ✓ 見本模型無しに 52 枚の鱗片を使って卵型の被殻を構築するのは非常に難しい（少なくとも私にとっては）
- ✓ 鱗片の形を考慮すると、自己組織化によって被殻が構築される可能性は低いと考えられる

This work was performed under the Cooperative Research Program of “Network Joint Research Center for Materials and Devices (MEXT).
Nomura, M., Ohta, K., Nishigami, Y., Nakayama, T., Nakamura, K. I., Tadakuma, K., & Galipon, J. (2023). Three-dimensional architecture and assembly mechanism of the egg-shaped shell in testate amoeba *Paulinella micropora*. *Frontiers in Cell and Developmental Biology*, 11.