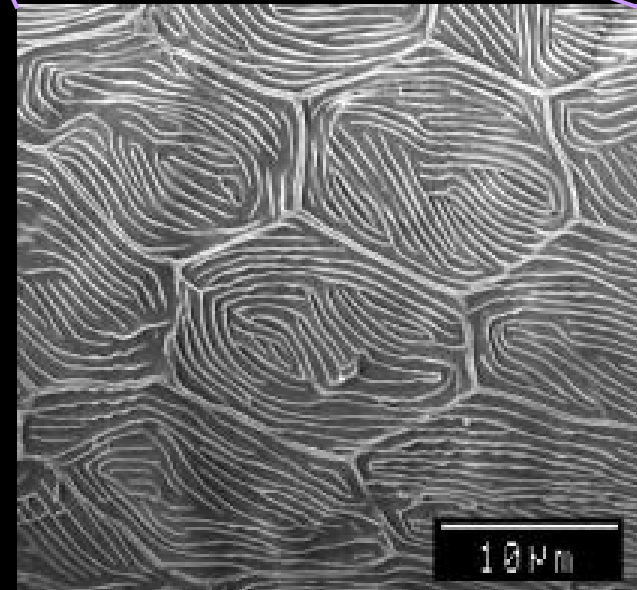
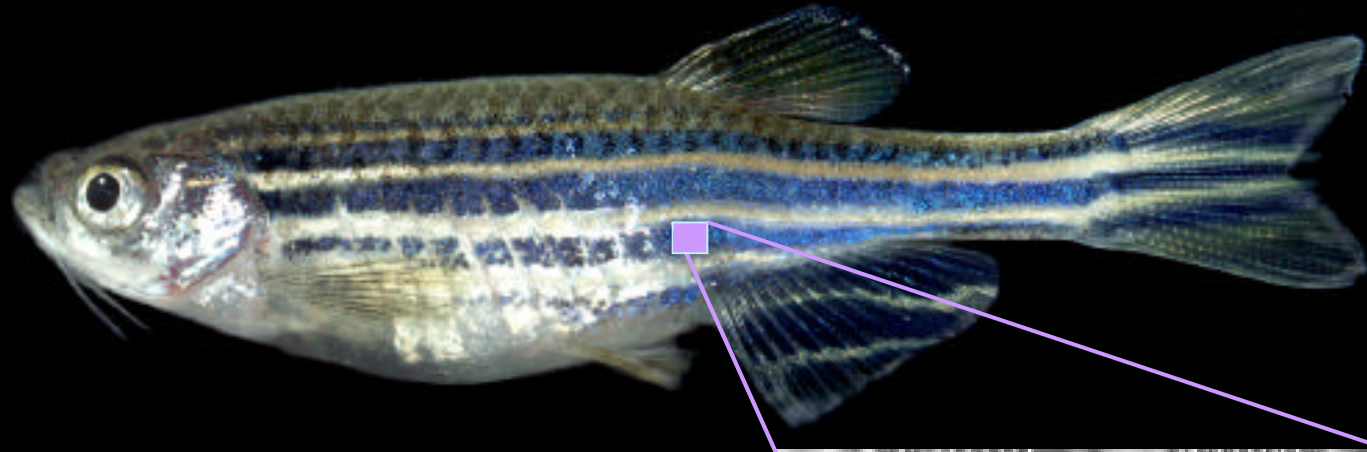


第15回 九州電子顕微鏡技術研究会

ゼブラフィッシュの体表模様について



九大病院中央形態分析室
金丸孝昭
九大医学部形態機能形成学
中村桂一郎

目的

硬骨魚類の皮膚に発現される色彩および模様を理解し、それらの形成機構を明らかにする目的で、その構成要素である色素細胞と、その存在様式について解析を行った。実験には硬骨魚類の代表的モデル動物種であり、全遺伝子塩基配列の決定も間近であるゼブラフィッシュを用いて、皮膚の色素細胞に関する電顕を中心とした観察を試みた。今回、特に青緑色領域の構造に注目し、比較のために鮮やかな青色をもつカーディナルテトラの皮膚の色素細胞についても併せて観察・検討を行った。

方 法

ゼブラフィッシュ、カーディナルテトラの皮膚に分布する色素細胞を、光学顕微鏡（明視野・偏光）および電子顕微鏡（SEM・TEM）を用いて観察した。

麻酔薬：魚類用 AF100

固 定：グルタル・パラホルム・アクロレイン

包 埋：エポン / テクノビット7100

S E M：JEOL 840A

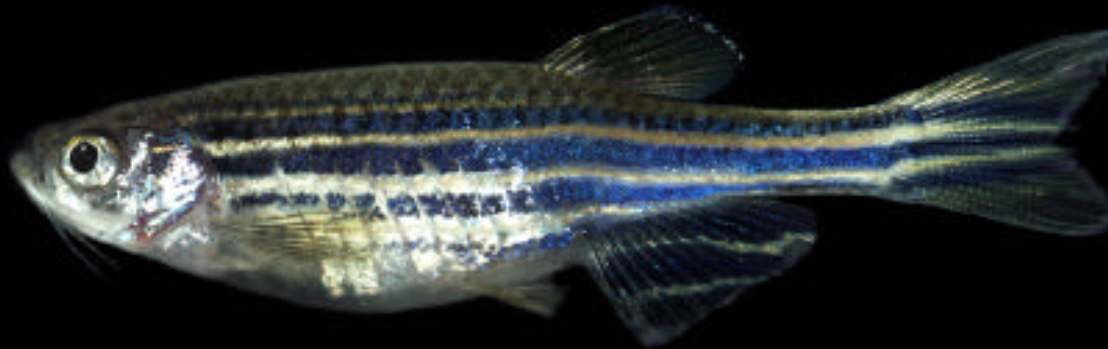
T E M：JEOL 100CX / 2000EX

光 顕：Leica DM-RXA

実体光顕：Leica M420・Nikon SMZ1500

ゼブラフィッシュ

体長28mm

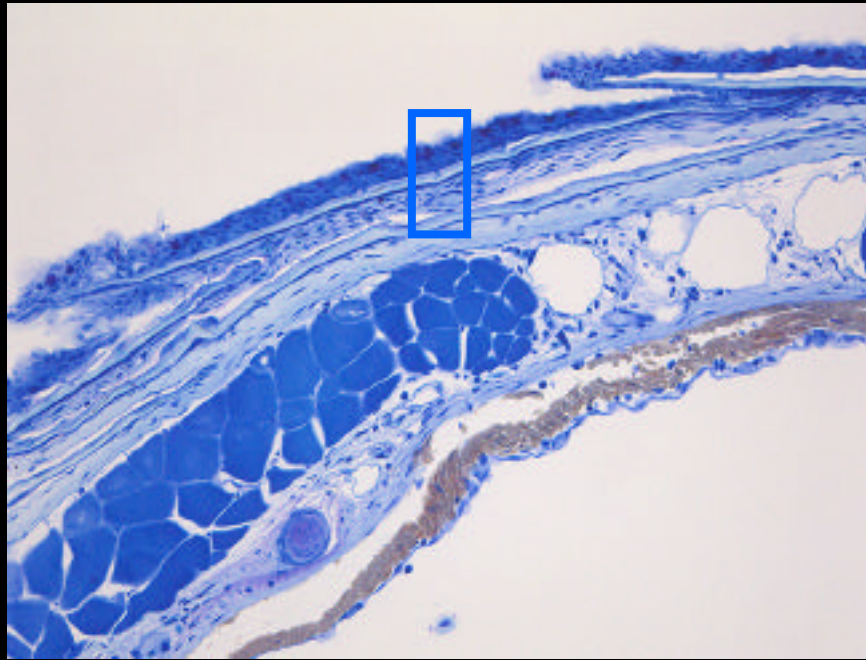


カーディナル・テトラ

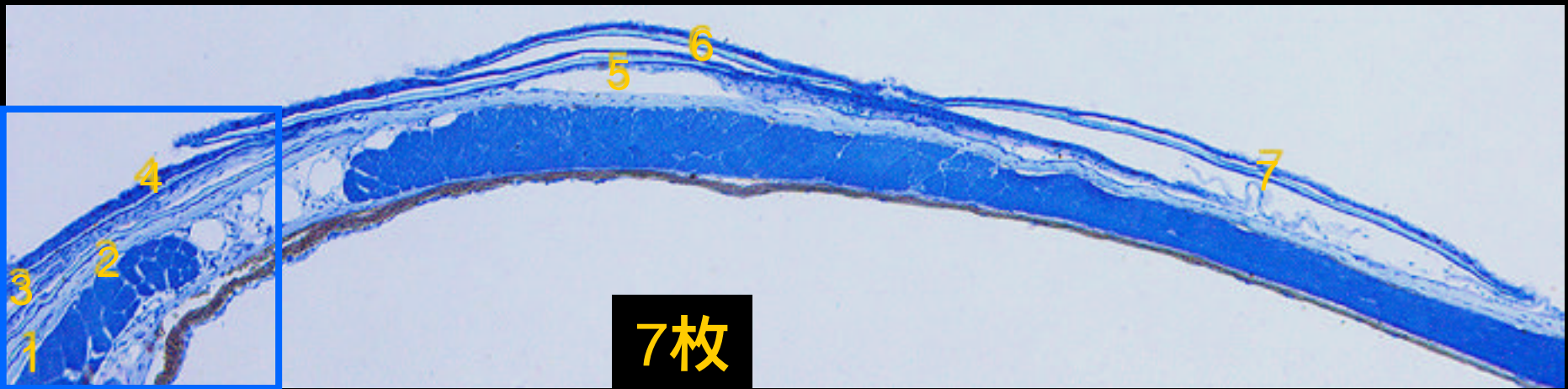
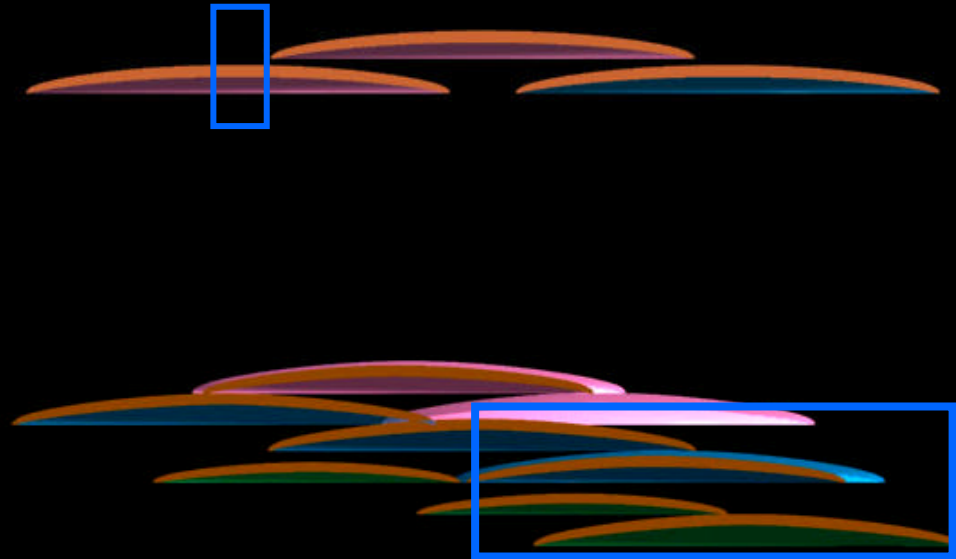


魚体表面の色

- 1 : *melanophore*
(黒色素胞)
- 2 : *xanthophore*
(黄色素胞)
- 3 : *iridophore*
(銀白・青緑色-構造色)
- 4 : *erythrophore*
(赤色素胞)
- 5 : *leucophore*
(白色素胞-メダカの眼)

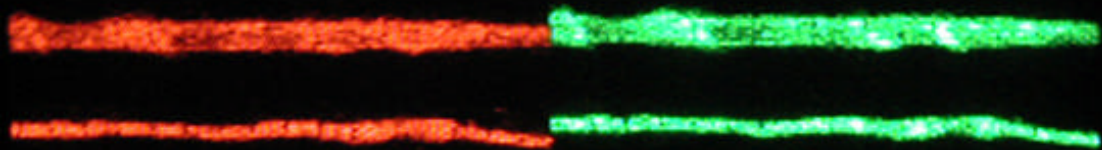


ウロコの重なり

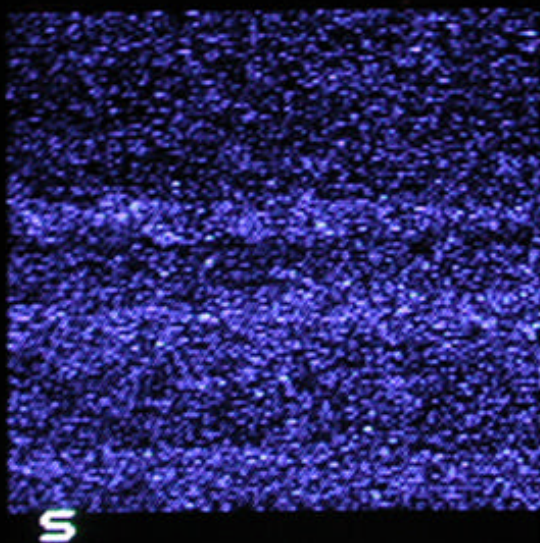
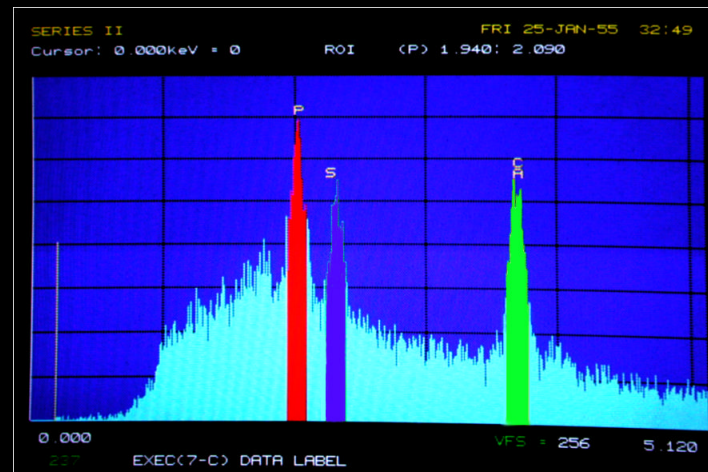


7枚

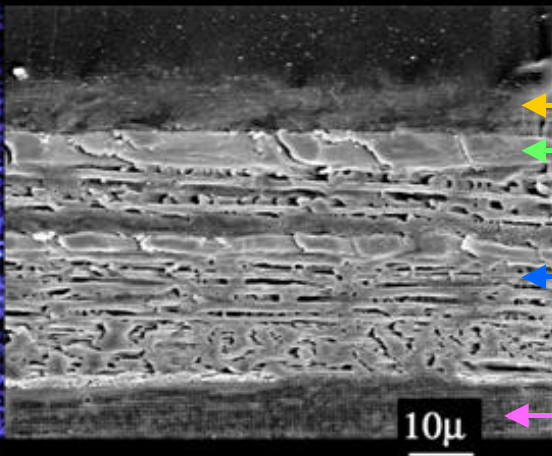
VIP 6-3 XRAY IC CHIP
P CA



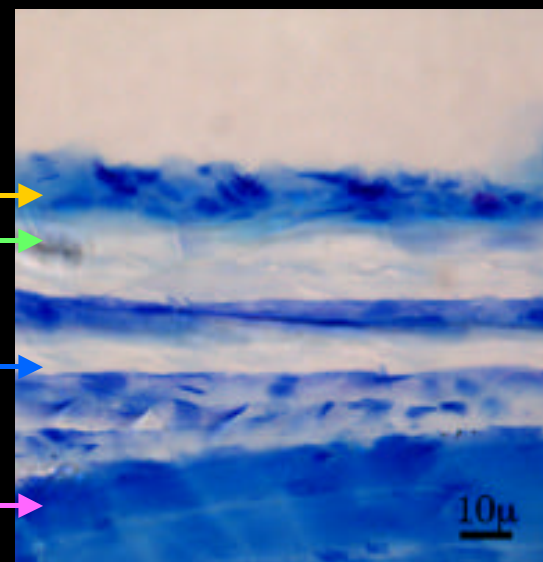
X線スペクトル



SEI

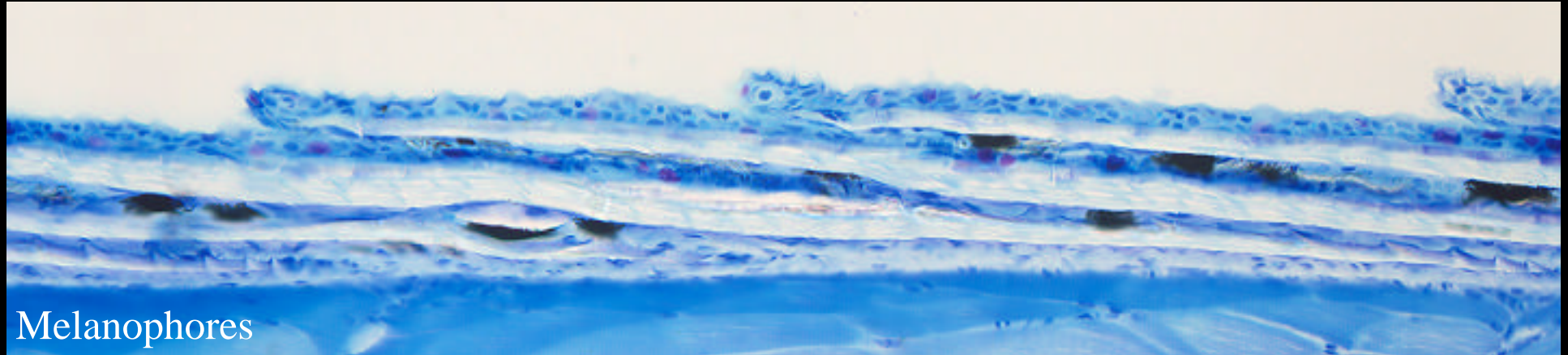


← 上皮 →
← 骨質 →
← コラーゲン →
← 筋層 →



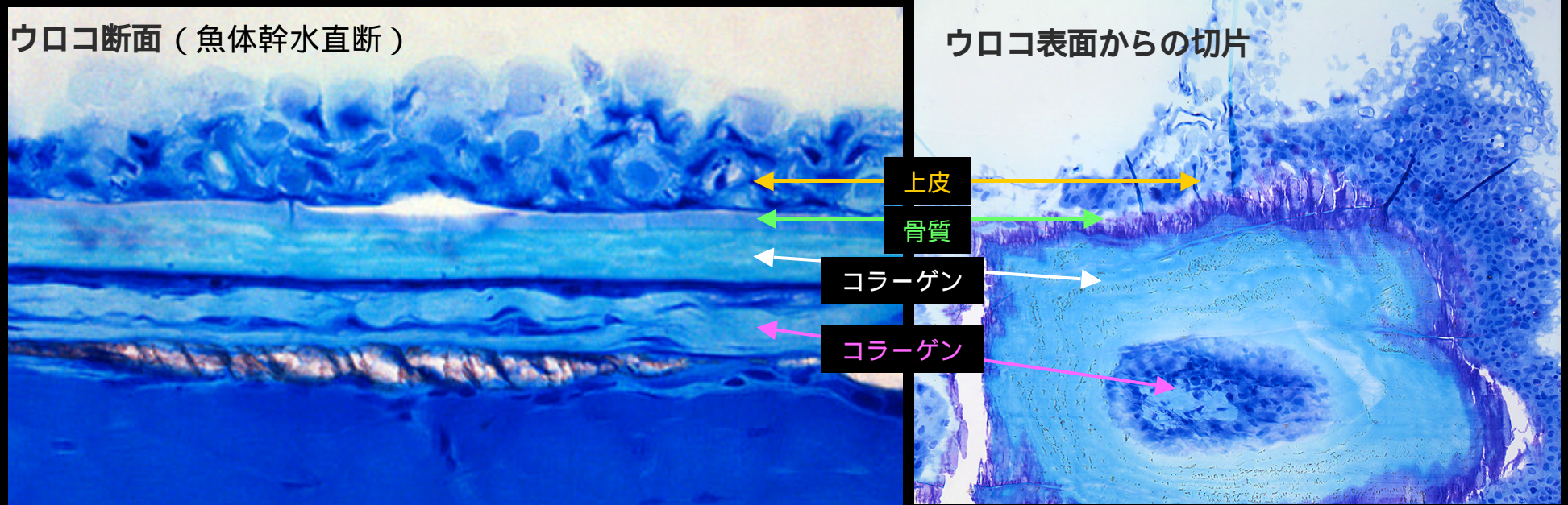
正立型光学顕微鏡

ウロコ背からの切片（魚体幹水平断）

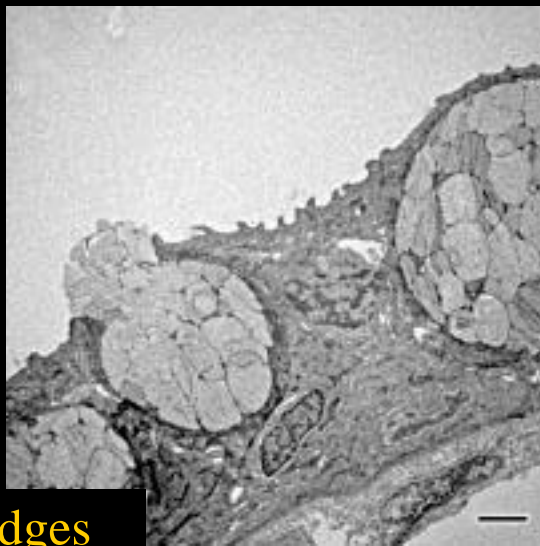


ウロコ断面（魚体幹水直断）

ウロコ表面からの切片

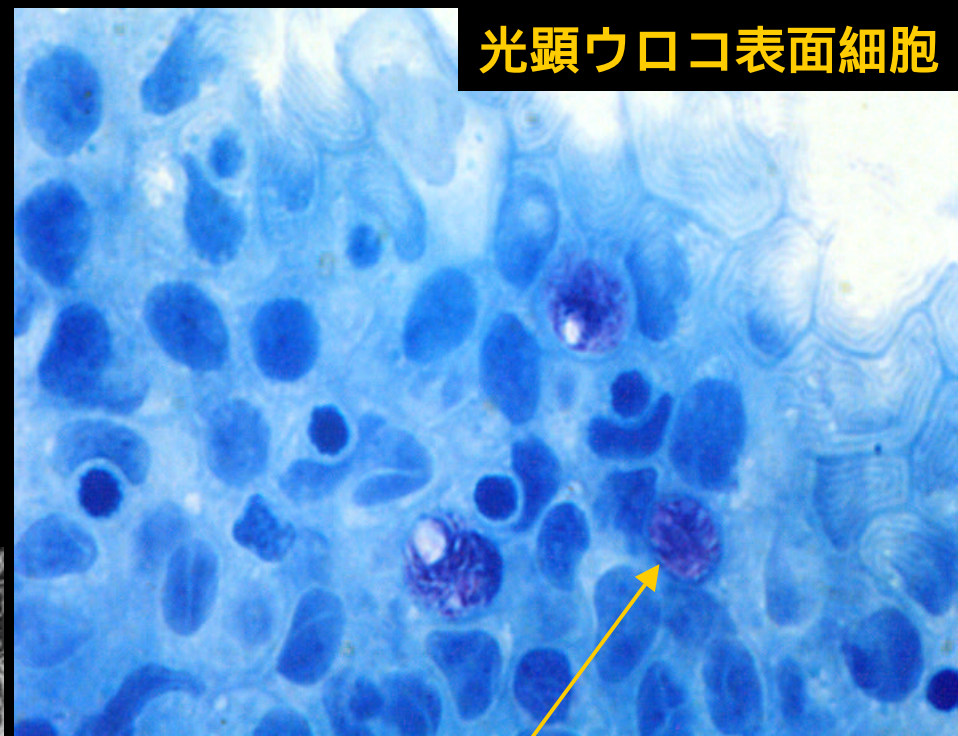


TEM



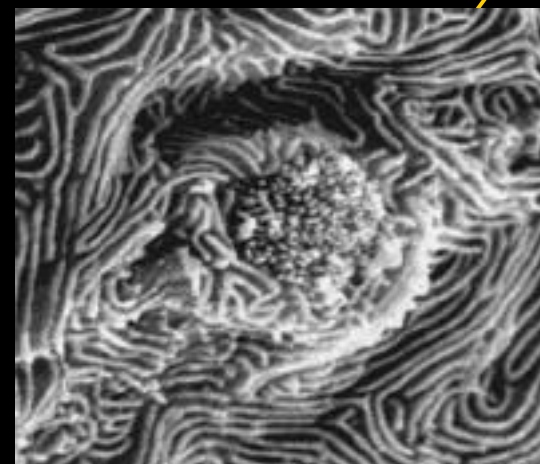
microridges

光顕ウロコ表面細胞



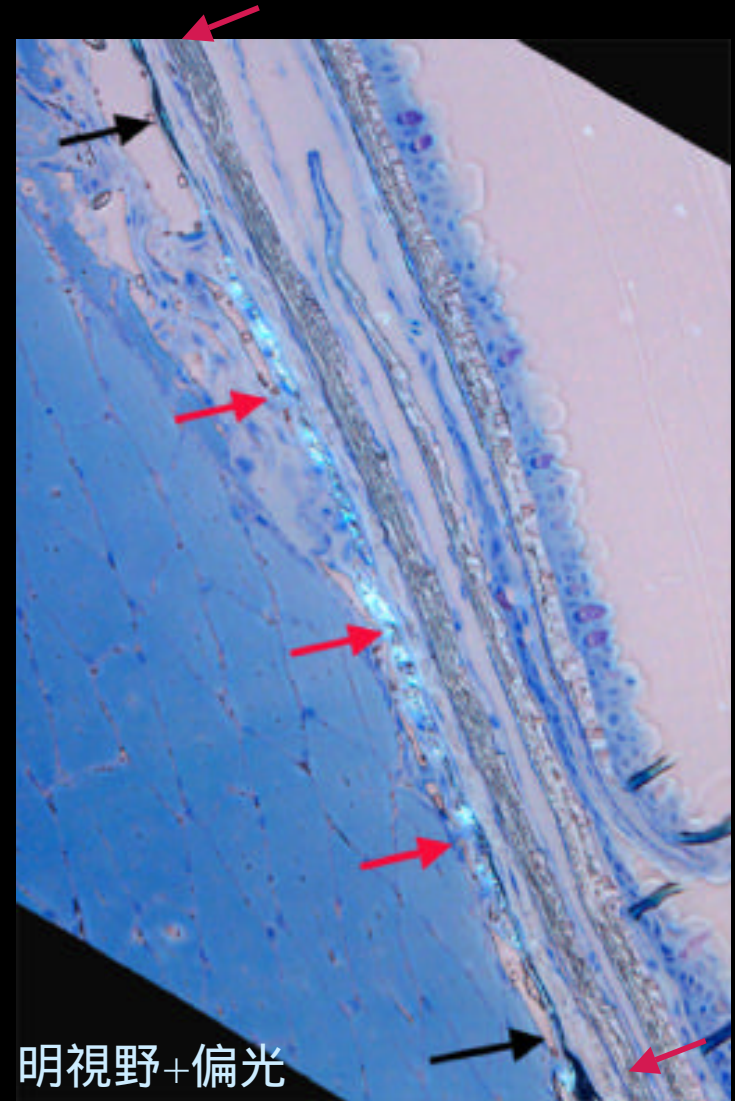
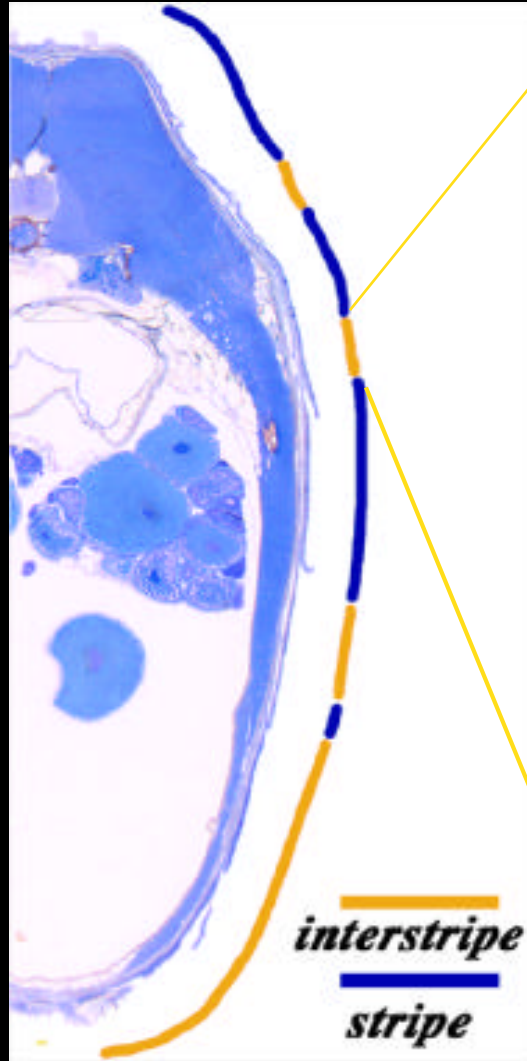
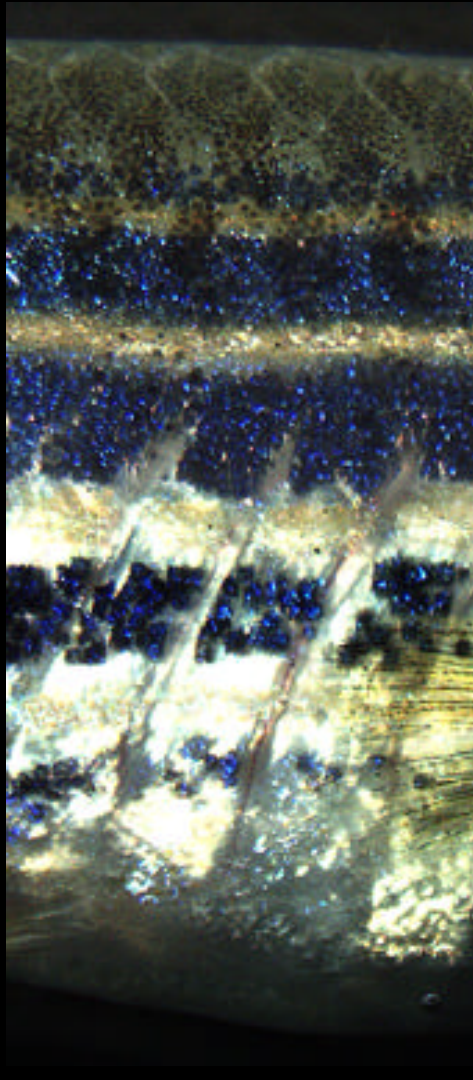
SEM

Mucous cell



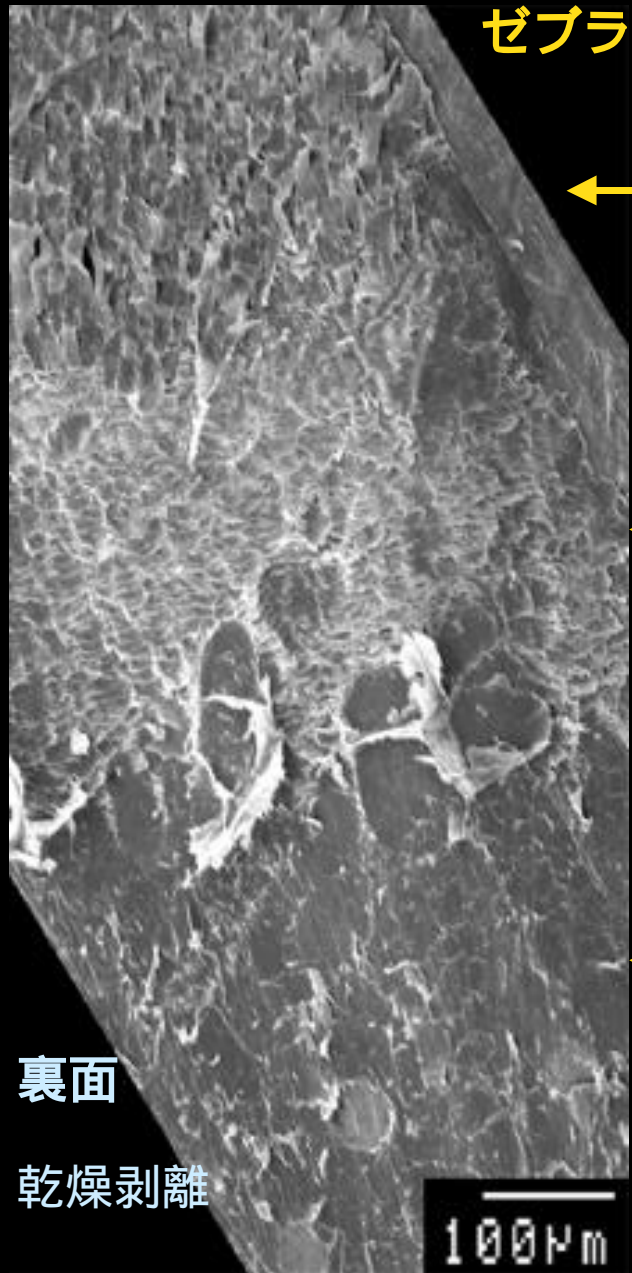
模様の分布断面

iridophore



明視野+偏光

ゼブラフィッシュ



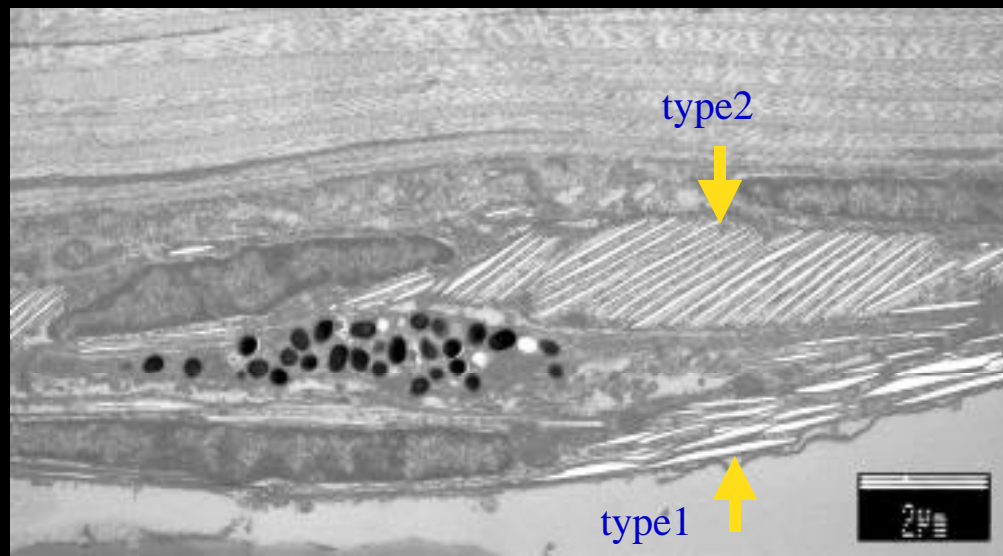
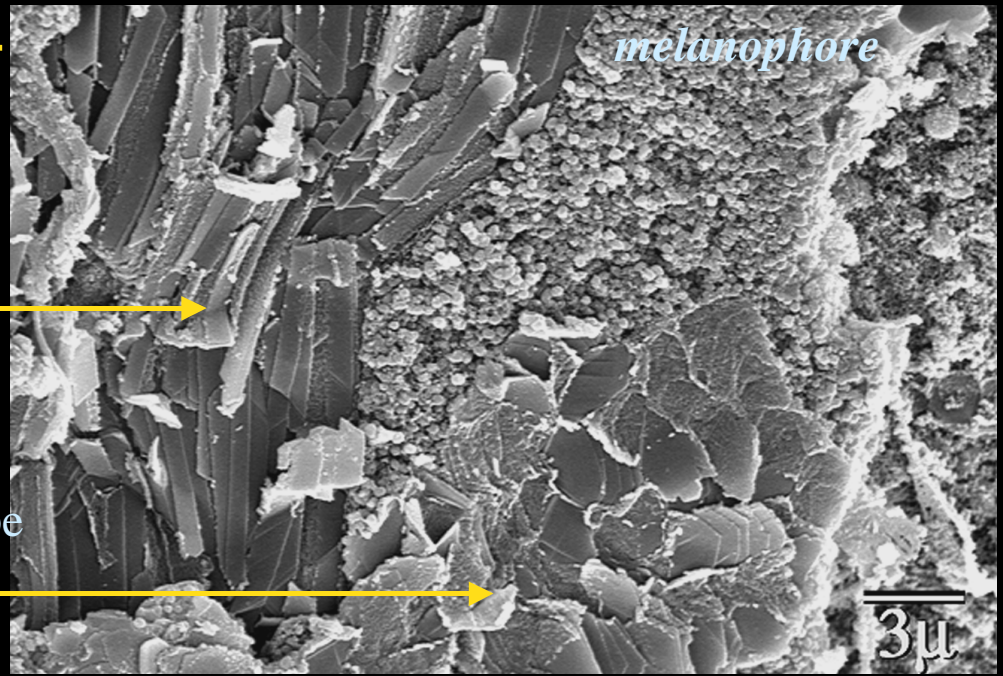
← stripe

→ iridophore
type1

← inter stripe

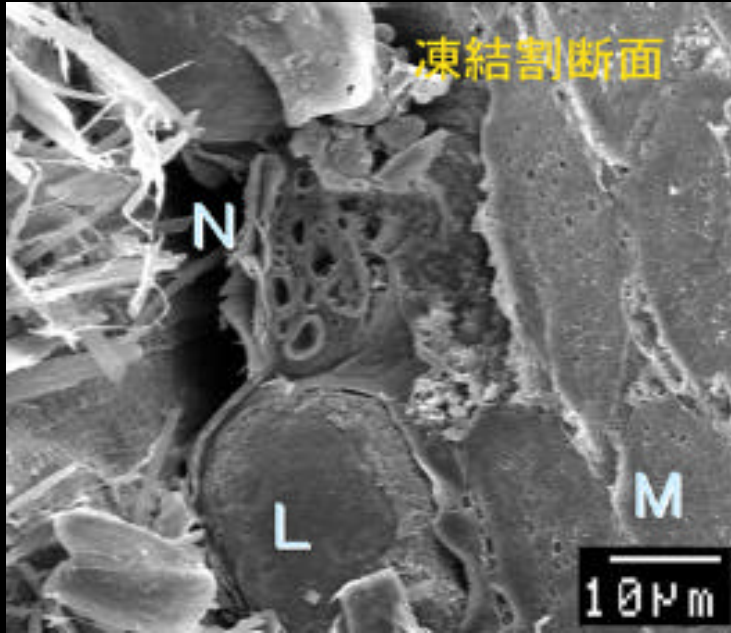
→ iridophore
type2

← stripe

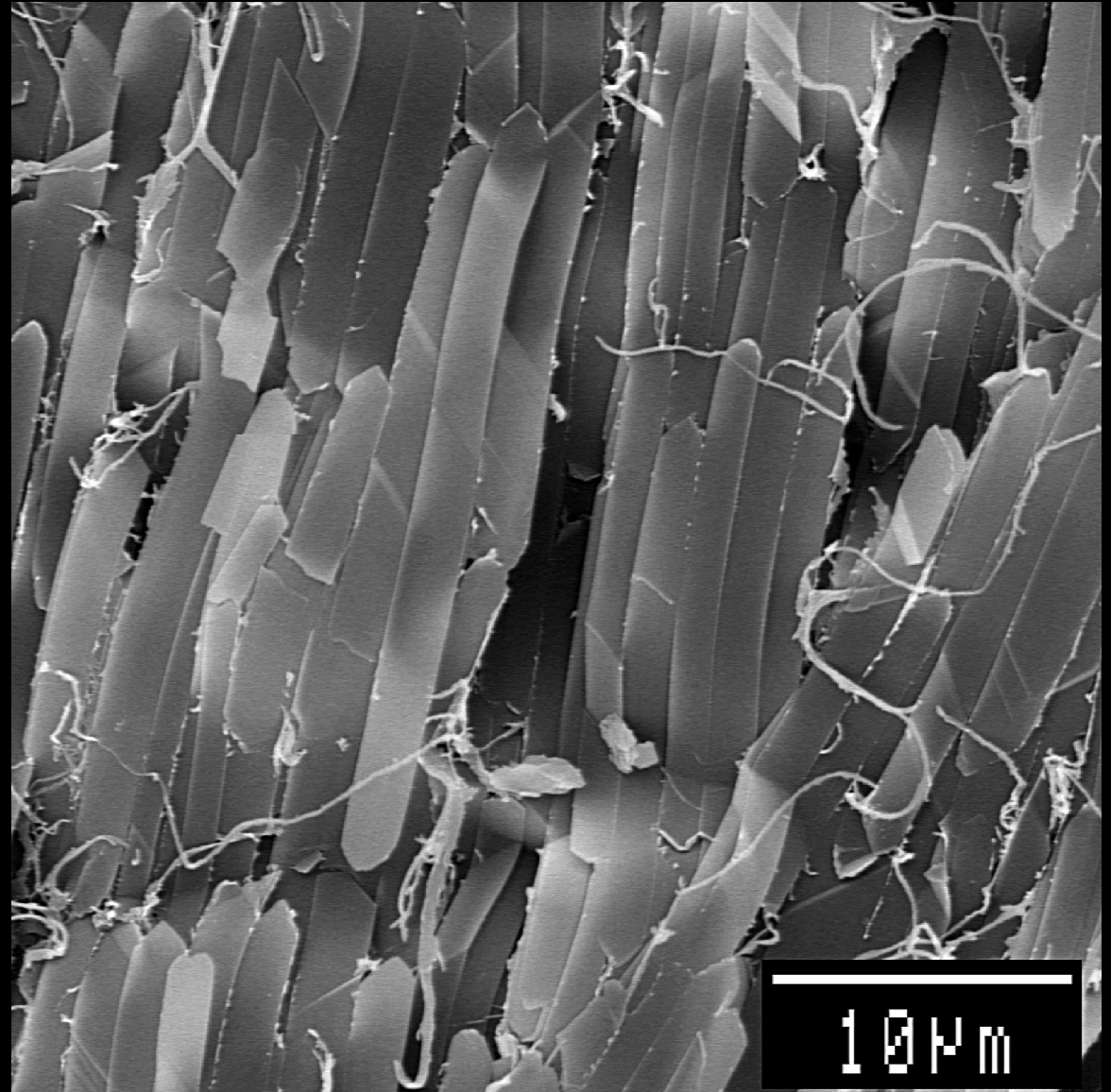
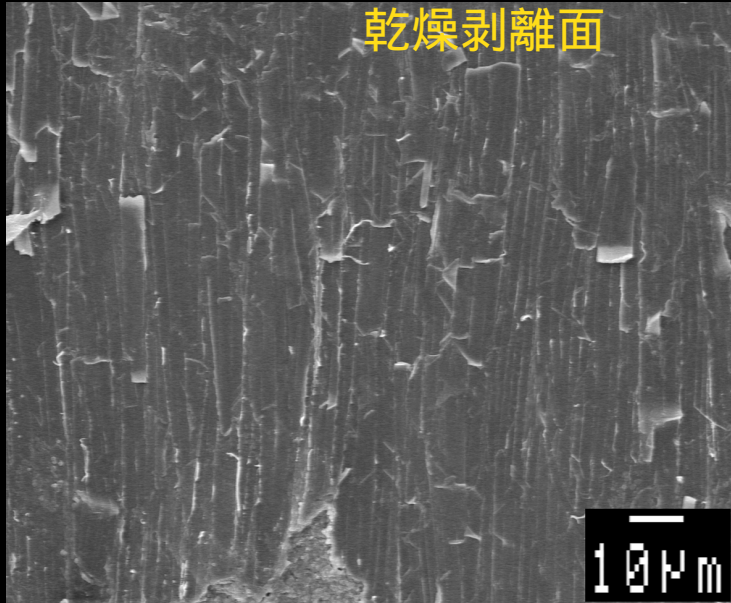


Type1 iridophore

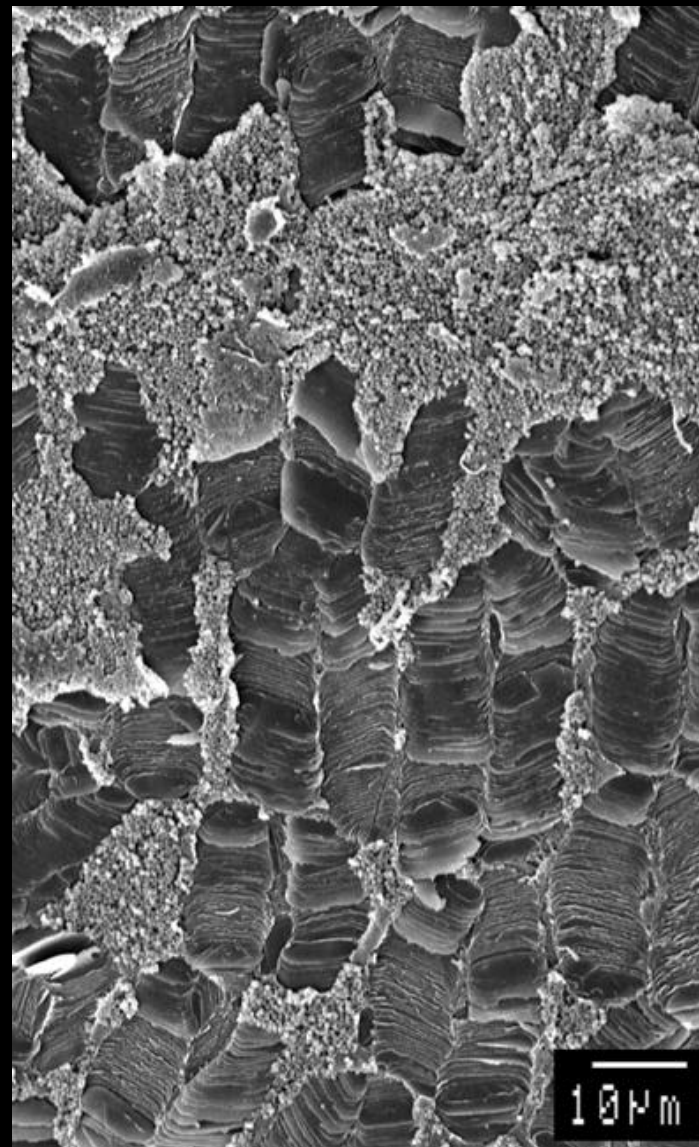
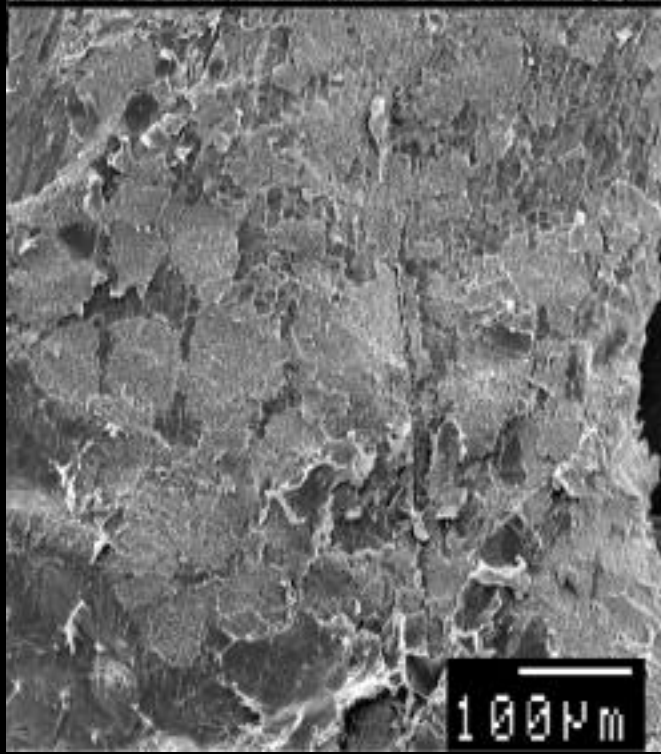
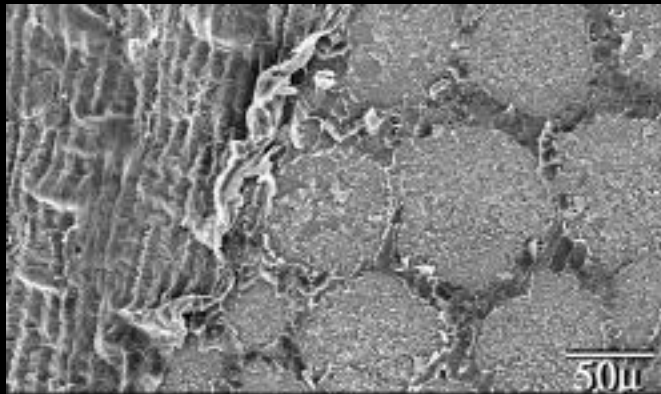
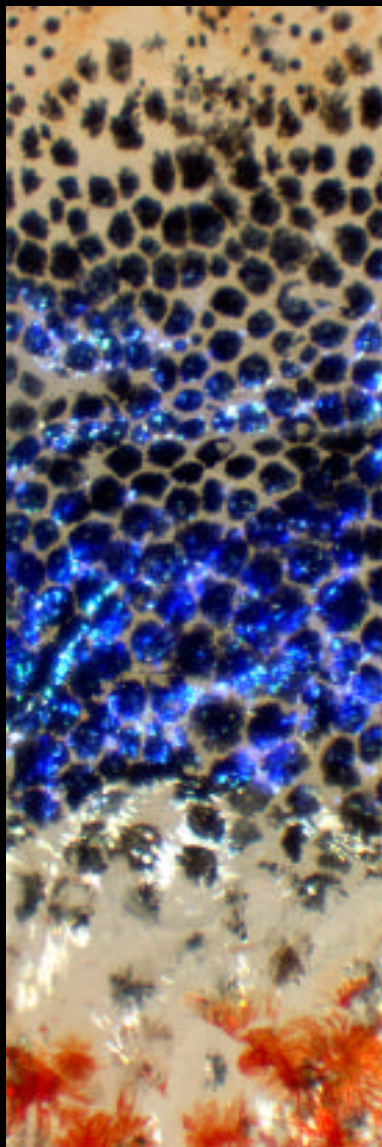
凍結割断面



乾燥剥離面



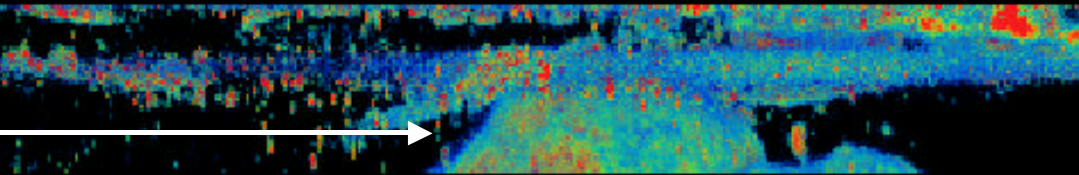
カーディナルテトラ結晶様層板



3D 立体再構築画像

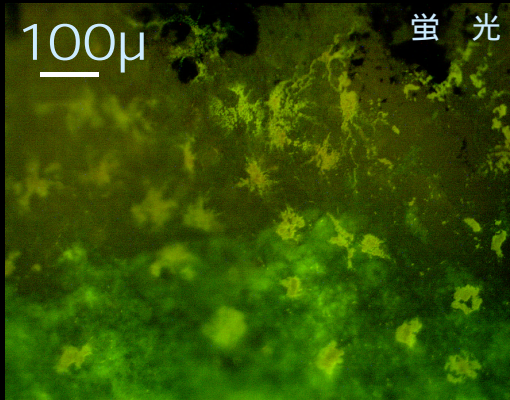
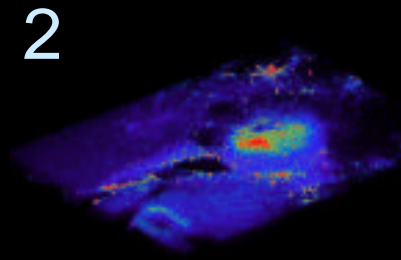
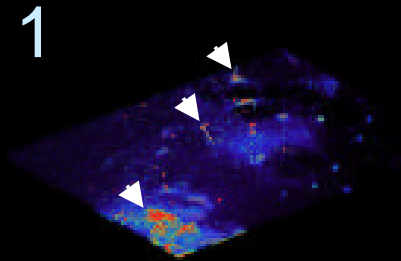
xanthophore

- 1. ウロコ →
- 2. 上皮層 →
- 3. 真皮層 →

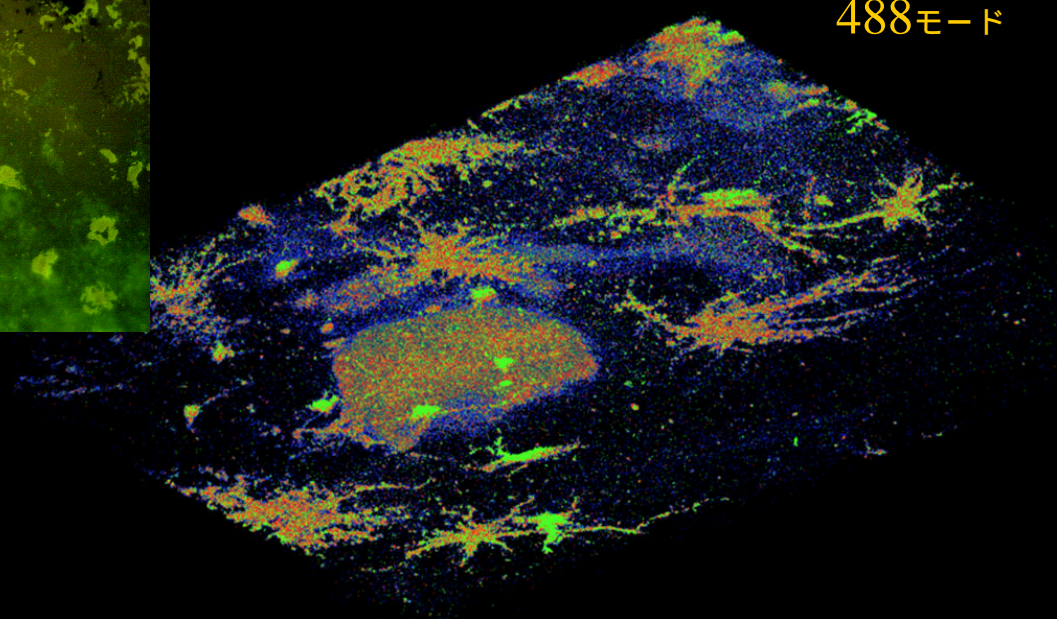


cross section

蛍光像/568モード



488モード



ま と め

今回、我々は、魚の模様形成を、発生分化のモデルとしてとらえ、ゼブラフィッシュの皮膚構造ならびに鱗の構造を様々な形態学的手法を用いて観察した。ゼブラフィッシュ皮膚は、上皮細胞よりなる表皮とそれ以下の真皮より構成される。真皮に観察される交織状の膠原線維束よりなる層は、哺乳動物の角膜の層構造に類似しており、ゼブラフィッシュ皮膚の透明性の理由であると考えられる。皮膚の特定の層において、melanophore、xanthophore、iridophoreと呼ばれる3種の色素細胞が確認された。細胞質に結晶様構造をもち金属様光沢を示すiridophoreと体表の模様に直接貢献する黒色のmelanophoreは、主として最深層の、筋との境界面に分布する。オレンジ色のxanthophoreは比較的浅層にあり、隣同士の細胞は、星状突起の先端で連絡している様子が観察された。

最近、神経堤由来のこれらの色素細胞が、特定の成長因子や接着因子を発現していることが報告され、細胞移動・分化に関与していることが示唆されている。今後、これらの細胞がどのようにして特定の場所に移動・固着し、模様を形成するのか、特にcell cell interactionに注目して、細胞生物学・分子生物学的手法を併せ、その機構の解明にチャレンジしていきたい。