

2024 年度年次報告書

細胞操作

2024 年度採択研究代表者

安藤 俊哉

京都大学 白眉センター

特定准教授

生体内ナノ結晶構造の進化的起源の構成的理解

主たる共同研究者:

中津 史 (新潟大学 大学院医歯学総合研究科 教授)

林 茂生 (理化学研究所 生命機能科学研究センター チームリーダー)

研究成果の概要

高度に機能化した物性を呈する昆虫の生体体表構造を発想のシーズとして革新的な生体ナノマテリアル構築の技術基盤の確立を目指した研究計画を推進した。研究対象として、機能性クチクラ nano 構造を創出する昆虫の「シャフト細胞」の多様性の進化に着目し、以下の研究計画を推進した。

- ・計画 1: ゾウムシ(安藤 G) 及びショウジョウバエ(林 G) における、シャフト細胞特有の小胞体ネットワークを起点とした細胞膜の微細凹凸形態制御と、それを鋳型とした細胞外基質の微細表面加工を施す機構の解明

- ・計画 2: 計画 1 の知見に基づく新規細胞操作技術の開発(中津 G)

- ・計画 3: 以上の知見と技術を活用した生体表面ナノ結晶の進化原理の解明

計画 1 に関しては、安藤 G は、独自のモデルゾウムシの実験室飼育系と FIB-SEM 法を活用して、フォトニック結晶の結晶核の形成過程を明らかにした。また、single nucleus RNA-seq 解析によりシャフト細胞固有の遺伝子発現情報を取得し、結晶形成制御遺伝子の絞り込みを進めた。さらに、新たに 5 種のゾウムシのドラフトゲノム配列を取得し、フォトニック結晶制御分子の進化原理解明に向けたゲノムリソースの拡充を行った。

林 G はショウジョウバエ嗅覚毛シャフト細胞のナノポア形成に関わる分子メカニズムについて以下の知見を得た。1. ナノポア形成遺伝子 *Gox* が ER に局在してオートファジー因子 *Ref2(P)* を通じて ER の分解を促進する。2. *Gox* は細胞膜変形分子 *Dynamin* と相互作用し、細胞膜の陥入を促進する。3. *Gox* は ER と細胞膜の相互作用を同時に制御することでクチクラ成分の分泌とナノポア形成を制御する。4. ZP ドメイン分子 *Tyn* は嗅覚毛細胞を包み込む弾性的マトリックスを構築し、形成中のクチクラに外部から圧縮力を加える。この効果は細胞膜の変形とナノポア形成を促進する。

計画 2・3 に関しては、中津 G が、昆虫由来の分子と光遺伝学ツールを融合した遺伝学ツールの構築を進めた。

【代表的な原著論文情報】

- 1) Inagaki S, Wada H, Itabashi T, Itakura Y, Nakagawa R, Murata K, Iwane A, Hayashi S. Endoplasmic reticulum patterns insect cuticle nanostructure. bioRxiv DOI: 10.1101/2024.08.20.608717
- 2) Itakura Y, Wada H, Inagaki S, Hayashi S. Mechanical control of the insect extracellular matrix nanostructure. bioRxiv DOI:10.1101/2024.08.20.608778