

分解・劣化・安定化の精密材料科学
2022 年度採択研究代表者

2022 年度
年次報告書

松本 卓也

岡山大学 学術研究院医歯薬学域
教授

階層性自己組織化複合材料デザイン

主たる共同研究者:

安達 泰治 (京都大学 医生物学研究所 教授)

岡嶋 孝治 (北海道大学 大学院情報科学研究院 教授)

研究成果の概要

重要な進捗として効果的な成果創出とリソース集中のための硬組織形成基礎データ収集が挙げられる。具体的には、胎児期～生後 10 日に至るマウス大腿骨、象牙質など生体硬組織の発生過程について高い時間空間分解能でのマイクロ X 線 CT、組織染色画像、反射電子を用いた走査電子顕微鏡画像を取得し、グループ内で共有できるようにした。

上記に加え、松本 G は発生/成長時期における無機質や有機質の分布、サイズ、配向性、微細構造といった各要素の変化を調べた。その結果、象牙質石灰化初期において、細胞牽引にともなう細胞膜断裂の結果、コラーゲン基質上へのリン脂質局在が生じ、初期石灰化が誘導されることなど、新たな知見獲得につながった。さらに、骨端部海綿骨における初期石灰化小球形成と石灰化小球融合を *in vitro* にて再現することに成功した。

安達 G は、骨の形態モデリング・骨代謝シミュレーション実験基盤において、骨分解・安定化によって生じる不均質な骨基質の物性分布やそれらの時間発展を表現できる数理モデルへの拡張を進めた。骨基質の損傷・修復過程における基質の物性の時間・空間的变化を表現できるよう数理モデルを改良した。また、骨の形態形成における多細胞ダイナミクスやシグナル分子の反応・拡散場を導入するため、連続体力学と離散系ダイナミクスを同時に考慮可能な新しい数理シミュレーション手法を構築した。

岡嶋 G は高速原子間力顕微鏡 AFM による骨組織表面観察・測定の結果、脱灰により骨組織表面の吸着が増大し、骨組織の弾性率が有意に減少することを見出した。また、試作パルスフォース AFM 法による高い空間分解能で生体組織メカニクス計測が可能であることを確認し、マイクロスケールの力学的な空間不均一性が存在することを見出した。本パルスフォース AFM 法は組織切片の計測に利用可能であり、発生胚組織のような極めて柔らかい生体サンプルにも利用できることを示した。

【代表的な原著論文情報】

1) Kadoya K, Hara ES, Okada M, Jiao YY, Nakano T, Sasaki A, Matsumoto T “Fabrication of initial trabecular bone inspired three-dimensional structure with cell membrane nanofragments”, *Regenerative Biomaterials*, 10, rbac088, 2022

DOI : 10.1093/rb/rbac088

2) Anada R, Hara ES, Nagaoka N, Okada M, Kamioka H. Matsumoto T “Important roles of odontoblast membrane phospholipids in early dentin mineralization”, *Journal of Materials Chemistry B*, 11, 657-666, 2022

DOI : 10.1039/d2tb02351b