

1. 研究領域名：マイクロ・ナノバイオメカニクスの開拓
2. 研究期間：平成15年度～平成18年度
3. 領域代表者：和田 仁（東北大学・大学院工学研究科・教授）

#### 4. 領域代表者からの報告

##### (1) 研究領域の目的及び意義

生命現象の本質的な多様性は、遺伝子のみではなく、細胞をめぐるマイクロあるいはナノスケールの構造と遺伝情報との相互作用によって担われており、その中でも、力学的相互作用の意義は極めて大きい。従って、力学的環境と生命機能の関係を解明することができれば、細胞及び組織の構造と機能をコントロールする手段を見いだせる可能性が高い。そこで、以下の4研究項目を設定した。

研究項目 A01 「生体マイクロ・ナノ構造のメカニクス」の研究

細胞レベルのマクロな視点から細胞や組織の力学現象を明らかにすると共に、生体分子レベルのナノの視点から細胞内構成物や組織構成物の力学現象を明らかにする。

研究項目 A02 「力学刺激に対する生体マイクロ・ナノ構造の応答」の研究

引張・圧縮・せん断等の種々の力学的刺激の下、どのような機構により細胞骨格や接着斑が再構築され、メカノセンサーとしての機能が調節されるかについて、マイクロ・ナノレベルのバイオメカニクスの視点で明らかにする。

研究項目 A03 「生体マイクロ・ナノ構造制御による組織創製」の研究

力学的環境を制御することにより目的とする機能発現をする細胞を誘導し、最終的には血管、腱・靭帯、軟骨、骨、歯、歯根膜などの組織創製を行う技術を開発する。

研究項目 A04 「生体マイクロ・ナノ構造とバイオインフォマティクス」の研究

生体の構成諸単位（低分子、高分子、細胞小器官、細胞など）の複雑な相互作用のシステムを厳密な力学モデルとして再構成し、生命現象を再現する計算バイオメカニクスの構築をはかる。

##### (2) 研究成果の概要

力学を基礎とし、マイクロ領域である細胞レベル及びナノ領域である生体高分子や細胞内小器官レベルの力学現象を解明し、これに基づいて人工材料の新たな設計指針の開発と創製を行うと共に、生命体の機能と構造を創成ないし再構成する技術を開発することを試みた。

研究項目 A01 「生体マイクロ・ナノ構造のメカニクス」では、細胞と細胞内構造、細胞間及び細胞と周囲組織との力学的相互関係を定量的に明らかにした。

研究項目 A02 「力学刺激に対するマイクロ・ナノ構造の応答」では、細胞の機械刺激受容/応答機構におけるMSチャネルの活性化機構、および細胞骨格の役割を明らかにした。

研究項目 A03 「生体マイクロ・ナノ構造制御による組織創製」では、力学的環境を整え、関節軟骨、人工骨・歯根と繊維組織結合部位及び肝臓の組織を再構築し、また、ハイブリッド人工血管を開発した。

研究項目 A04 「生体マイクロ・ナノ構造とバイオインフォマティクス」では、骨のマイクロ構造変化、動脈硬化・癌の発生メカニズム、骨格筋及び細胞の損傷特性を数値計算により明らかにした。

研究項目 A01 「生体マイクロ・ナノ構造のメカニクス」、A02 「力学刺激に対するマイクロ・ナノ構造の応答」、A04 「生体マイクロ・ナノ構造とバイオインフォマティクス」の研究成果の一部は、研究項目 A03 「生体マイクロ・ナノ構造制御による組織創製」の研究へフィードバックされ、力学的因子に着目した組織を再構築することができた。

#### 5. 審査部会における所見

##### A（期待どおり研究が進展した）

本研究領域は、細胞に代表される微視的な生体組織の構造変化を力学的相互作用の観点から明らかにする研究を通じて、マイクロ・ナノスケールのバイオメカニクス分野の開拓を目的としている。個々のグループでは活発な研究が実施され、新しいバイオメカニクスの基礎学理の創成に関する重要な成果が得られており、基盤を確立した意義は大きい。また、成果の公表普及への多様な努力も大いに評価できる。しかしながら、グループ間の連携においては、情報交換による知識の共有に向けた努力は認められるものの、力学を扱う学問領域としての体系化と具体的な融合研究への道筋は必ずしも明確にされていない。今後は、本研究領域で芽生えた基盤技術を育てて工学と医学のみならず、材料科学・化学・生物学分野などの研究者との連携を強める一層の努力と工夫に期待する。