

## 審査の結果の要旨

氏 名 森本 雄矢

本論文は「骨格筋アクチュエータの立体的構築」と題し、5章から構成される。

生体外で骨格筋線維束を作製する方法はこれまで数多く提案されているが、単一骨格筋線維束のみの構築に限られており、拮抗筋構造の構築は難しかった。本論文の目的は、任意の位置に配置可能な収縮性を有する骨格筋線維束の構築法を用いて拮抗筋構造を有する骨格筋アクチュエータを実現し、応用可能性を示すことである。

第1章「序論」では、本研究の目的と意義、背景、従来研究について述べている。本論文の任意の位置に配置可能な収縮性を有する骨格筋線維束の構築法として、筋芽細胞を含有したゲルシートの積層を用いることの妥当性について議論している。加えて、拮抗筋構造を実現することにより、従来の単一骨格筋線維束とは異なり、継続的な収縮運動が可能であることについて議論している。

第2章「骨格筋線維束の設計」では、骨格筋線維束の収縮力モデルと、骨格筋線維束の詳細な作製方法について述べている。まず、骨格筋線維束の収縮力モデルから、骨格筋線維の成熟度と配向性が収縮力に影響することを示している。つぎに、収縮力モデルに基づき、骨格筋線維束収縮力の測定条件について議論している。また、骨格筋線維束の作製方法として、筋芽細胞を含有したゲルシートを多数の柱を有する固定部材に積層させた状態で培養する方法について議論している。

第3章「骨格筋線維束の構築と特性評価」では、作製した骨格筋線維束において、ゲル構造の寸法を調整することによる成熟度と配向性、収縮力の変化を議論している。まず、収縮力の変化が培養筋芽細胞や初代筋芽細胞といった細胞の種類に依らずに、2章で提案した収縮力モデルに従っていることが示されている。また、寸法を調整した筋芽細胞含有ゲルシートを積層させて骨格筋線維束を構築することで、寸法調整を行う前よりも約4倍程度収縮力が増加することが認められた。シート積層法はシートを持ち運ぶことで任意の位置に骨格筋線維束を構築できるため、柔軟電極基板上にも骨格筋線維束が配置可能であると主張されている。電気刺激によって骨格筋線維束の収縮運動を促す

ことで、骨格筋線維束の収縮力による基板の屈曲駆動を実現している。

第4章「骨格筋線維束の応用検討」では、単一骨格筋線維束を用いた応用検討と、拮抗筋構造の構築とその駆動特性について議論している。単一骨格筋線維束を用いた応用検討では、神経幹細胞との共培養により神経刺激により駆動可能な骨格筋線維束を実現している。また、コラーゲンに骨格筋線維束を包埋することにより、空気中においても骨格筋線維束の活性が維持され、電気刺激により収縮運動が可能であることが示されている。これらの結果に基づき、薬物動態試験や骨格筋アクチュエータへの応用可能性を議論している。また、拮抗筋構造はシート積層法によりデバイスの種類に依らずに構築可能であることを示している。骨格筋線維束の端部にパリレンシートを付けることにより、リンク機構を有する拮抗筋アクチュエータの駆動が可能となり、約20%の骨格筋線維束の収縮率を達成している。さらに、単一骨格筋線維束での収縮運動とは異なり、拮抗筋構造での収縮運動は継続的に実施可能であることが示されている。

第5章「結論」では、本研究によって得られた結果を基に結論を述べ、また今後の展望について述べている。

以上を要するに、本論文では、任意の位置に配置可能な収縮性を有する骨格筋線維束を構築するための新手法として筋芽細胞含有ゲルシートの積層を提案し、この骨格筋線維束の収縮力特性を明らかにするとともに、本方法を用いて拮抗筋構造を構築し継続的な収縮運動が可能であることを示した。これらの結果は、微細加工学と細胞組織工学を融合させた3次元細胞組織の構築に関する設計論につながるものであり、知能機械情報学の発展に貢献するところが少なくない。よって本論文は博士（情報理工学）の学位請求論文として合格と認められる。