

Title	MATHEMATICAL AND PHYSIOLOGICAL STUDY ON THE CONTRACTILE MECHANISM OF MUSCLE AND THE NEUROMUSCULAR CONTROL SYSTEM
Author(s)	赤澤, 堅造
Citation	
Issue Date	
Text Version	ETD
URL	<a href="http://hdl.handle.net/11094/1094">http://hdl.handle.net/11094/1094</a>
DOI	
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

【 8 】

氏名・(本籍)	あか 赤 ざわ 澤 けん 堅 ぞう 造
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	第 3 2 4 0 号
学位授与の日付	昭和 49 年 12 月 25 日
学位授与の要件	工学研究科 電気工学専攻 学位規則第 5 条第 1 項該当
学位論文題目	<b>骨格筋の収縮機構と運動制御機構に関する数学的及び生理学的研究</b>
論文審査委員	(主査) 教授 藤井 克彦 (副査) 教授 西村 正太郎 教授 犬石 嘉雄 教授 山中千代衛 教授 川辺 和夫 教授 鈴木 胖

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は第 1 編 7 章，第 2 編 7 章から構成されている。第 1 編は骨格筋の収縮機構に関する研究をまとめたものであり，カエルの半腱様筋を用いた生理実験と，数学モデルを用いたシミュレーション実験により，筋の力学的特性および筋収縮のメカニズムを明らかにしている。

第 2 編は骨格筋の運動制御機構に関する研究をまとめたものであり，数学モデルを用いたシミュレーション実験により脊髄レベルにおける運動制御のメカニズムを明らかにしている。

第 1 編第 1 章では，筋収縮機構の解明が人工筋開発のためにきわめて重要かつ急務であることを示し，本研究の目的と工学的意義を明らかにした。

第 2 章では，筋の構造と収縮機構の概略を示し，本研究で用いた実験装置および実験資料について述べた。

第 3 章では，種々の生理実験を行ない，静止筋の粘弾性，収縮筋の負荷—速度関係，粘性力，弾性係数などの力学特性を明らかにした。

第 4 章では，活動状態（筋内部で発生する収縮力）を推定する新しい解析的方法を提案し，さらに推定結果を実験結果と比較検討し，解析的方法の妥当性を示した。

第 5 章では，第 3 章，第 4 章で述べた結果をもとに弾性要素，粘性要素および収縮要素からなる筋の力学モデルを提案した。さらにこのモデルを用いたシミュレーション実験結果と筋の力学的動特性を対比させ，モデルの妥当性を確かめた。

第 6 章では，収縮要素内の化学反応，滑走機構に着目したミクロなレベルの数学モデルを提案した。このモデルについて，筋の力発生，短縮，エネルギー遊離などの諸現象のシミュレーションを行ない，

生理実験結果と対比してモデルの妥当性を確かめた。

第7章では、以上の各章の結論を総括して述べた。

第2編第1章は緒論で、骨格筋運動制御系に関する研究が電子義肢の開発にとって不可欠であることを指摘し、本論文の意義と目的を明らかにした。

第2章では、骨格筋運動制御系の概略を述べた。

第3章では、非線形動特性を導入した筋紡錘の数学モデルを生理データを参考にし、作成した。

第4章では、伸張反射（筋紡錘， $\alpha$ 運動細胞，筋で構成される脊髄反射）の数学モデルを作成し、ネコのヒラメ筋の伸張反射を説明すると共に $\gamma$ 運動神経系の役割を明らかにした。

第5章では、第3章，第4章の結果をもとに、拮抗筋を考慮した骨格筋運動制御系の数学モデルを作成し、姿勢制御，速度制御，張力制御のメカニズムを説明した。

第6章では、人間の上肢運動系の数学モデルを作成し，随意運動および外部的電気刺激による上肢の屈曲，伸展運動を説明した。

第7章では，第2編の研究の結果を総括して述べた。

## 論文の審査結果の要旨

本論文は，骨格筋の収縮特性を種々の条件のもとで実験し，その結果にもとづいて筋収縮のメカニズムを明らかにする数学モデルを提案している。さらに上記モデルを用いて，生物の運動制御の機構を解明している。

まず，カエルの半腱様筋を用いて種々の条件のもとに生理実験を行ない筋の力学的特性を明らかにしている。次に筋肉の粘弾性に着目したモデルを提案し，広範に変化する条件下でも適用できる，統一的なモデルの作成に成功している。

さらに，脊髄，感覚細胞，運動細胞，筋，骨格，関節より成る生体運動制御系のモデルを作成し，その系の制御特性，各器官の協調作用， $\gamma$ 系の機能等を検討し，従来個々に知られていた各機能の総合的な動特性を明らかにした。

以上のように本論文は，ロボット工学，生体工学等に必要な多くの知見を与えるものであり，関連する学問分野に貢献するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。