The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	機能性流体を用いた上肢・下肢リハビリテーションシステムに関する基礎研究
Author(s)	小澤, 拓也
Citation	大阪大学, 2010, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/828
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

【90】

氏　　名	小　澤　拓　也（おざわ たくや）
博士の専攻分野の名称	博　士（工　学）
学　位　記　番　号	第　２３８０８　号
学位授与年月日	平成22年３月23日
学位授与の要件	学位規則第４条第１項該当 工学研究科機械工学専攻
学　位　論　文　名	**機能性流体を用いた上肢・下肢リハビリテーションシステムに関する基礎研究**
論文審査委員	（主査） 教　授　古荘　純次 （副査） 教　授　大須賀公一　　教　授　田中　敏嗣

論文内容の要旨

本論文は機能性流体を用いた脳卒中の上肢・下肢のリハビリテーション支援システムに関する基礎研究についての報告である．

第1章では，本研究の研究背景および研究目的について述べた．

第2章では，本研究の基礎知識として，本研究で使用する装置と工学的に類似点の多い研究ならびに，古荘研究室における研究成果と本研究にて開発したPLEMO-P3の前機種であるPLEMO-P1の基本機構について紹介した．また，障害の分類と各障害に対するリハビリテーションの概要，脳卒中リハビリテーションの特徴を述べた後に，本研究で用いる脳卒中リハビリテーションの評価法について述べた．

第3章では，脳卒中患者の異常運動である共同運動の症候を客観的なデータとして検出するために開発したPLEMO-P3の機構と評価プログラムについて述べた．そして脳卒中患者と健常者による臨床評価の結果，PLEMO-P3にて共同運動を客観的に捉えることが可能であることについて述べた．

第4章では，PLEMO-P3の脳卒中評価機構の有効性を検証するための詳細な臨床評価，つまり，PLEMO-P3の評価結果と従来のリハビリテーションの評価結果についての相関性を統計学的に検討し，PLEMO-P3の評価機としての有用性について述べた．

第5章では，脳卒中の運動麻痺の症候に基づき開発を行った訓練ソフトの紹介，ならびにPLEMO-P3に搭載したこれらの訓練プログラムの効果検証の実験によって，これらの訓練プログラムが従来の訓練に比して有効であることを証明した．

第6章では，PLEMO-P3の訓練効果の有効性について対象者を増やした再検証の結果，ならびにPLEMO-P3自体の評価項目間の相関性を検討し，実用化機（PLEMO-P4）開発のための機構の簡略化について述べた．

第7章では，相対角度に対してはたらく最小個数の冗長ブレーキを搭載した，2自由度上肢リハビリテーション支援システムRedundant-PLEMO-Prototypeの開発，および力覚提示実験による本システムの有効性について述べた

第8章では，MR流体アクチュエータによる免荷機構と重心移動機構を有する，新規に開発を行った体重免荷装置を用いたトレッドミル（Body Weight Supported Treadmill Training : BWSTT）システムの開発について，その機構と筋電図による実験結果について述べた．

第9章では，本研究の結論と今後の展望を示した．

論文審査の結果の要旨

本論文は，機能性流体を用いた上肢・下肢リハビリテーションシステムに関する基礎的研究を行うものである．その主な成果を以下に示す．

（1）ER 流体ブレーキを用いたパッシブ型上肢リハビリテーション支援システム「PLEMO」に，脳卒中患者の異常運動である共同運動の症候を客観的なデータとして検出するための新規のセンサグリップデバイスと評価用ソフトウェアを搭載した PLEMO-P3 の研究開発を行っている．最初に「PLEMO-P3」の開発指針について述べ，次に対象者である脳卒中片麻痺患者の運動機能特性等を考慮した脳卒中の症候である共同運動の検出システムについて述べている．また，脳卒中患者と健常者による臨床評価の結果より，PLEMO-P3 にて共同運動を客観的に捉えることが可能であることを明らかにしている．

（2）「PLEMO-P3」の脳卒中評価機構の有効性を検証するための臨床実験を行なっている．リハビリテーション支援システムは患者の身体機能の向上を支援するものであるが，同時に患者の身体機能の状態を客観的かつ、臨床的に捉えられることも重要な機能である．この実験にて，PLEMO-P3 による患者評価結果と従来のリハビリテーション医学で用いられている評価結果についての相関性を統計学的に検討し，PLEMO-P3 の評価機としての有効性を明らかにしている．さらに，共同運動を客観的に捉えるためには，運動時の手関節可動域と上肢のテーブルへの押付力が重要であることを明らかにしている．

（3）「PLEMO-P3」に搭載する脳卒中の運動麻痺の症候に基づいた訓練ソフトの開発および，その有効性に関する検証実験を行なっている．脳卒中の運動麻痺は空間配置，時間配列，力の調整が困難であることが，大きな特徴であるため，これらの症候に対応した訓練ソフトを開発している．臨床実験では，この「PLEMO-P3」の訓練を行うことによって脳卒中患者の上肢運動機能が有意に改善しており，PLEMO-P3 のリハビリテーション支援システムとしての有効性を明らかにしている．

（4）「PLEMO-P3」の評価・訓練の効果の有効性について対象者を増やした追実験を行い，「PLEMO-P3」の有効性を再検証している．また，「PLEMO-P3」の実用化機である「PLEMO-P4」の開発のために，「PLEMO-P3」の評価項目間の相関関係を検討し，手関節可動域と上肢のテーブルへの押付力の相関関係から，共同運動を検出するための機構として、手関節可動域のみで共同運動の検出が可能であることを明らかにしている．

（5）パッシブ型力覚提示システムに最小の冗長個数のブレーキを導入することで，力覚提示性能の改善を行える「Redundant-PLEMO-Prototype」の研究開発を行っている．この研究はブレーキのみを用いた高性能の上肢リハビリテーション支援システムを 2 つの ER ブレーキと 1 つの ER クラッチのみを用いることにて，より低コストかつ，簡易な機構にて開発するための基礎となる．操作部より遠位面にて運動方向に対して正確な抵抗を提示することを可能にしている．また，Redundant-PLEMO-Prototype を用いて，2 自由度力覚提示システムの新たな評価方法，そして本システムの力覚提示実験を行い，要求する抵抗力の大きさと向きを表現できることを確認し，その有効性を示している．

（6）下肢リハビリテーションシステムとして，MR 流体アクチュエータによる免荷機構と重心移動機構を有する，体重免荷装置を用いたトレッドミル（BWSTT）システムの開発を行っている．本システムは MR 流体アクチュエータによる免荷機構と，重心移動機構を有する MR 流体アクチュエータを用いた免荷量の制御により，安定した免荷状態を実現している．また，重心移動機構によって歩行時の下肢筋活動量を制御できる可能性を示している．

以上のように、本論文では，ER 流体を用いた上肢リハビリテーション支援システムに関する基礎的事項を検討し，「PLEMO-P3」および「Redundant-PLEMO-Prototype」の研究開発を行っている．また，MR 流体アクチュエータを用いた下肢リハビリテーション支援システムに関する基礎的事項を検討し，身体重心制御機構を搭載した体重免荷型トレッドミルの開発を行っており，脳卒中のリハビリテーション支援システムの分野の発展に大きく寄与する．

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める．