



Title	ER流体を用いた上肢リハビリ支援システムに関する基礎研究
Author(s)	金, 英
Citation	大阪大学, 2009, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/49561
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏 名	金 英 ^{キンエイ}
博士の専攻分野の名称	博 士（工 学）
学 位 記 番 号	第 2 2 9 3 5 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 21 年 3 月 24 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	ER 流体を用いた上肢リハビリ支援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 金 子 真 教 授 田 中 敏 嗣

論 文 内 容 の 要 旨

本研究では、ER 流体を用いた上肢リハビリ支援システムに関する基礎研究を行った。下 記 の 実 験 的 検 証 および解析を行った結果をまとめた。

まず第1章および第2章では、従来研究および本論文を読み進めるために必要な基礎的事項に関してまとめた。第3章では、準3次元上肢運動訓練システム「PLEMO（プレモ）」の概念設計および新規ER 流体ブレーキの研究開発を行った。

- （1） 準3次元上肢運動訓練システム「PLEMO（プレモ）」の開発指針について述べた。
- （2） 対象者である脳卒中片麻痺患者の認知機能特性、運動機能特性等を考慮したシステム設計について述べた。
- （3） 新規のER 流体ブレーキの研究開発について述べた。このブレーキは、多重円盤構造を持つコンパクトなブレーキであり、外気の浸入を防ぐため、出力軸部にはオムニシールを用い、さらに、固体と液体の膨張率の差を吸収する機構を導入した。その結果、実用化システムに要求される長期耐久性を持つ。

第4章では、アクティブ・パッシブ兼用準三次元上肢リハビリ支援システム「Hybrid-PLEMO」の研究開発について述べた。4章で得られた結果を以下にまとめる。

- （1） 3章の概念設計を基礎に、アクティブ・パッシブ兼用準三次元上肢リハビリ支援システム「Hybrid-PLEMO」の研究開発を行った。Hybrid-PLEMOはアクティブーパッシブ切り替えレバーによって、アクティブモードとパッシブモードが簡単に切り替え可能である。
- （2） パッシブモードでは、ER 流体ブレーキを用いることにより安全性を確保した。
- （3） アクティブモードでは、アクチュエータレベルで最大速度を制限可能なER 流体アクチュエータを用いて、安全性を確保した。
- （4） 「方向誘導型リーチング」ソフトによって、アクティブ型方向誘導とパッシブ型方向誘導の比較を行った。力覚提示方式が異なる場合、運動学習における力覚の役割も異なることを示した。

第5章では、パッシブ型力覚提示システムに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図った。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支援システムを開発するための基礎となる。5章で得られた結果を以下にまとめる。

- （1） 抵抗力の発生可能範囲の下限角度と上限角度を定義した。
- （2） 冗長個数のブレーキを有する力覚提示システムの性能を評価する方法を二つ提案した。
- （3） 研究室で開発した冗長個数のブレーキを有する力覚提示システムに、上記（2）で提案した評価方法を適

用し、その有効性を確認した。

- (4) 打球時の衝突感覚の力覚提示実験を行い、冗長ブレーキを有するシステムの有効性および本研究で提案する性能評価方法の有効性を示した。

最後に、第6章では、本論文で得られた成果をまとめた。

論文審査の結果の要旨

本論文は、ER 流体を用いた上肢リハビリ支援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) 準3次元上肢運動訓練システム「PLEMO」の概念設計および新規 ER 流体ブレーキの研究開発を行っている。準3次元システムとは、一つのタスクに対する運動は2次元平面に限定されるが、タスク毎に面の傾斜が変えられるシステムである。最初に準3次元上肢運動訓練システム「PLEMO」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認知機能特性、運動機能特性等を考慮したシステム設計について述べている。また、新規の ER 流体ブレーキの研究開発を行っている。このブレーキは、多重円盤構造を持つコンパクトなブレーキであり、外気の浸入を防ぐため、出力軸部にはオムニシールを用い、さらに、固体と液体の膨張率の差を吸収する機構を導入している。その結果、実用化システムに要求される長期耐久性を持つ。

(2) アクティブ・パッシブ兼用準3次元上肢リハビリ支援システム「Hybrid-PLEMO」の研究開発を行っている。Hybrid-PLEMO はアクティブ・パッシブ切り替えレバーによって、アクティブモードとパッシブモードが簡単に切り替え可能である。このシステムにおいて、パッシブモードでは、ER 流体ブレーキを用いることにより安全性を確保している。アクティブモードでは、アクチュエータレベルで最大速度を制限可能な ER 流体アクチュエータを用いて、安全性を確保している。また、「方向誘導型リーチング」ソフトによって、アクティブ型方向誘導とパッシブ型方向誘導の比較を行っている。力覚提示方式が異なる場合、運動学習における力覚の役割も異なることを示している。

(3) パッシブ型力覚提示システムに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図っている。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支援システムを開発するための基礎となる。最初に抵抗力の発生可能範囲の下限角度と上限角度を定義し、次に冗長個数のブレーキを有する力覚提示システムの性能を評価する方法を二つ提案している。冗長個数のブレーキを有する力覚提示システムに、提案した評価方法を適用し、その有効性を確認している。また、打球時の衝突感覚の力覚提示実験を行い、冗長ブレーキを有するシステムの有効性および本研究で提案する性能評価方法の有効性を示している。

以上のように、本論文では、ER 流体を用いた上肢リハビリ支援システムに関する基礎的事項を検討し、アクティブ・パッシブ兼用準3次元上肢リハビリ支援システム「Hybrid-PLEMO」の研究開発を行っており、当該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。