

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第	号
------	-------	---

氏 名 本多 正計

論 文 題 目 運動錯覚現象の誘発と制御を可能にする振動刺激条件の確立

論文審査担当者

主 査 名古屋大学教授 大岡 昌博

名古屋大学教授 畔上 秀幸

名古屋大学教授 渡邊 崇

論文審査の結果の要旨

本多正計氏提出の論文では、脳卒中を罹患し麻痺等の運動障害を発症した患者に対して、簡易、安全、安価なリハビリテーション・システムの提供を目指している。そのための前段階として、運動を司る脳領域の神経路を自らが動かした時と同じように興奮させることを可能とする運動錯覚に着目し、一連の心理物理実験によりその知覚特性を調査し、同現象の自在な誘発と制御を可能にする振動刺激条件に関する一連の研究をまとめている。論文は、以下の 6 章から構成されている。

第 1 章では、脳卒中片麻痺患者に対するリハビリテーション分野についての文献調査の結果をまとめ、運動錯覚の応用により効果的なリハビリテーション・システムを実現する可能性があることを示している。また、同現象を応用するための技術的課題を明らかにするとともに、研究目的と最終目標を明確にして研究計画を策定している。

第 2 章では、本研究で扱う運動錯覚現象について概観し、同じ振動刺激によって引き起こされる緊張性振動反射との違いについて述べている。また、これまでに運動錯覚現象を多く扱ってきた感覚情報処理研究分野の先行事例では、同現象を誘発させるための刺激条件が明確にされていないことを示し、運動錯覚現象の自在な誘発と制御を可能にする、振動刺激条件の確立と体系化の必要性や意義を述べている。

第 3 章では、運動錯覚現象の知覚特性を調べる上で必要となる、振動刺激量の制御とモニタリングが可能な卓上型運動錯覚誘発・評価装置の開発を行い、その基本性能ならびに知覚特性評価装置としての有効性を確認している。その結果、本開発装置では、腱への押し込み力が 1.5 N 以下であれば、50 Hz から 300 Hz までの周波数範囲で最大 100 m/s² の振動刺激を腱に提示でき、この周波数範囲内であれば、腱にかかる実加速度を振動提示デバイス内部の加速度センサでモニタリングが可能となることが示されている。また、実際に 5 名の実験参加者の右手橈側手根屈筋腱を刺激し、手関節伸展方向の運動錯覚を誘発させる実験を行っている。その結果、全ての実験参加者に運動錯覚が誘発されたことから、本開発装置の有効性を確認している。

第 4 章では、運動錯覚現象の誘発を制御するために必要な、同現象を誘発させるための必要最低限の振動刺激値、いわゆる錯覚誘発刺激閾値の推定を試みている。その結果、運動錯覚の刺激閾値は、接触子の押し込み力が 1.5 N 以下であれば押し込み力の影響を受けにくく、刺激の振幅を加速度次元で評価した場合、50 Hz から 90 Hz の振動刺激範囲内では 40 m/s² から 50 m/s² 付近に閾値が存在していることが示されている。

第 5 章では、誘発される運動錯覚の質や量を制御するために必要な、振動刺激条件を変化させた場合の錯覚知覚時の感覚尺度（静的および動的錯覚量）特性を求めている。その結果、静的錯覚量については、押し込み力 0.3 N 時の 50 Hz と 70 Hz の振動刺激が、運動錯覚を鮮明に誘発させられ、その刺激条件であれば、加速度を増加することで静的錯覚量を最大 2 ポイント程度まで増加し得ることが明らかにされている。

別紙 1-2

論文審査の結果の要旨

また、動的錯覚量（伸展方向の最大運動角度）についても、押し込み力 0.3 N 時の 70 Hz の振動刺激条件であれば、加速度を増加することで動的錯覚量を約 10° 程度増加し得ることも明らかにしている。

第 6 章では、本研究で得られた知見を総括し、今後の展望や取り組みについて述べている。

以上のように、本多正計氏の学位申請論文では、簡易、安全、安価なリハビリテーション・システムの実現を最終目標として、その実現に運動錯覚が有効である点に着眼して運動錯覚の発生条件について調査し、運動錯覚の発生とその強さを自在に変化させるための振動刺激の条件を示している。今後、バーチャルリアリティのような情報科学の手段をリハビリテーションに適用するための道筋を示している点で、情報科学の進展に寄与するものである。よって、審査委員会は、本論文提出者の本多正計氏が、博士（工学）の学位を受けるに十分な資格があるものと判定した。