

最先端・次世代研究開発支援プログラム  
事後評価書

研究課題名	低侵襲な知覚・運動支援により脳神経系の再構築を促す心身覚醒 RT
研究機関・部局・職名	早稲田大学・理工学術院・准教授
氏名	岩田 浩康

## 【研究目的】

本研究では、片麻痺者に対し、麻痺側の身体感覚情報（関節覚や足底圧覚等）を非麻痺側肢体に触覚バイオフィードバック（BF）し、麻痺側への注意・気づきを喚起することで、リハビリ効率を飛躍的に向上させる新しいリハビリ支援装置の設計論を導出することを目的とする。麻痺足が着床した瞬間に接地面圧が患者自身の非麻痺側肢体に情報帰還される触覚 BF 技術により、これまで窺い知れなかった麻痺側の状態を理解した上で、患者自身が探索しながら能動的に筋出力を調節できるようになる。加えて、知覚支援効果により脳の可塑性を促し得るこの新たな装置（以降、知覚支援 RT (Robotics Technology) と呼ぶ）が、麻痺肢への注意を向上させ、麻痺肢の運動機能の改善に寄与し得ることを理学療法学および脳神経生理学的な観点から実証することをもう一つの目的とする。

本研究課題は三つに大別される：a) BF効果を活用して高齢者や障害者の減弱した知覚能力を強化・支援することで、脳卒中に起因する麻痺等のリハビリへの意欲を増進する知覚支援型RT装置；b) 目標とする身体動作に特有な身体感覚（自己受容感覚、触覚等）の構築を補助する運動支援型RT装置；c) 脳機能検査法による治療効果の脳科学的検証ならびに、脳機能画像所見に基づくRT装置のシステムパラメータ調整法に係るスキームの確立。適応対象は主に片麻痺者とする。

## 【総合評価】

	特に優れた成果が得られている
○	優れた成果が得られている
	一定の成果が得られている
	十分な成果が得られていない

## 【所見】

## ① 総合所見

本研究課題は、片麻痺患者を対象として、知覚支援によりリハビリ意欲を向上させ

る方法（視覚に頼らない体幹姿勢維持、麻痺側への荷重残存余力の提示）、運動に必要な感覚の賦活の支援方法（運動知覚誤差の提示、知覚モデルと運動モデルの独立学習、健常側の能動動作でサポートする麻痺側の運動モデル学習）、治療効果の検証（fMRI による賦活過程のモニタリング、外的刺激法と提案法を併用するための方法と調整法）の3つを研究する計画である。つまり、不足する感覚や誤差を患者に自ら気づかせ、それをリハビリに活用しようとするいくつかの方法論を研究しようとするものである。

これらについて、視覚以外の刺激を使用する訓練、麻痺側への残存余力の提示実験、誤差知覚の振動刺激によるフィードバック、賦活状態の定量計測、独立学習の実験を行い、麻痺側の運動モデル学習による角度知覚誤差の低減実験、患者の感覚提示装置の開発、を行い、有用な成果を上げた。また、筋肉が弛緩して患側を動かさない急性期リハビリにおいて、マスタ・スレーブ方式の運動補助 RT を用いて両側同期運動を行えば、自ら能動的に患側を動作させる場合と同様のリハビリ効果が見込まれることを示した。結論として、所期の目的を十分達成し、有用な知見を得ている。

## ② 目的の達成状況

・所期の目的が

( 全て達成された ・  一部達成された ・  達成されなかった)

全般的には順調に進捗して折り、全ての研究目的に対し十分な成果が上げられている。今後、バイパス刺激により病巣脳が腑活化され得るという仮説立証に向けての研究推進を進めて欲しい。学術的に非常にチャレンジング（脳神経系の再構築）で、仮説が覆ったとしてもそのプロセスが更なる飛躍を生む可能性がある。当初の重要課題の一つである、最も侵襲性の低い外的刺激療法である経頭蓋磁気刺激療法（TMS）との併用に関する方法論の案出も残されているが、今後、当該課題に取り組み有用な成果を上げる努力が望まれる。

## ③ 研究の成果

・これまでの研究成果により判明した事実や開発した技術等に先進性・優位性が  
( ある ・  ない)

・ブレークスルーと呼べるような特筆すべき研究成果が  
( 創出された ・  創出されなかった)

・当初の目的の他に得られた成果が ( ある ・  ない)

ロボット技術（RT）の応用に関しては、先行研究では主にパワーアシスト、すなわち運動面に関する研究成果が中心で、認知面に関する研究成果はあまり出されていない。本研究課題の成果は、認知面に関わるいくつかの知見を導き出しており先進性がある。また、障害者を含め有意な改善効果を確認し、その有効性を主張している。また、脳賦活機序も検証しており、優位性がある。

ただし、その実験データの統計的有意性については、報告書からは明らかでない。現段階は、方法論の案出の段階にとどまっており、定量的な評価が統計的に有意なレ

ベルまで行われていないと見受けられる。したがって、現時点ではリハビリにブレークスルーをもたらせる可能性は十分にあるとの表現にとどめたい。

#### ④ 研究成果の効果

・研究成果は、関連する研究分野への波及効果が  
( 見込まれる ・ 見込まれない )

・社会的・経済的な課題の解決への波及効果が  
( 見込まれる ・ 見込まれない )

今後の患者数増加や医療費高騰の観点からも、リハビリの現場で患者および医療従事者の考え方を大きく変える必要が出てくる。その中で、「患者自ら感じて治す」と言った意識改革はその課題解決に大きく貢献するものと見込まれる。そのためには、新たな手法の開発や確かなエビデンスの蓄積が不可欠であるが、本研究課題ではそれに向けて一定の努力がなされており、実現可能性があるため、関連分野への波及効果、社会的貢献度が見込まれる。

#### ⑤ 研究実施マネジメントの状況

・適切なマネジメントが ( 行われた ・ 行われなかった )

研究のマネジメントは適正に行われたと思われる。研究発表のうち、雑誌論文では、32件、専門家向け会議報告71件と十分であろう。特許も多数、取得・申請されている。

多様なチャンネルで情報発信をしており、国民との対話を効果的に行っている。研究課題自体が、我が国の高齢社会が直面する医療問題を解決するためのものであり、必然的に国民の関心も高く、同時に期待が大きい。