

平成 28 年度 委託研究

## 課題 187

脳機能補完による高齢者・障がい者の  
機能回復支援技術の研究開発

研究計画書



## 1. 研究開発課題

『脳機能補完による高齢者・障がい者の機能回復支援技術の研究開発』

## 2. 研究開発の目的

確実に少子高齢化社会が進行している我が国において、総務省による情報通信白書（平成24年度版）では、2060年には、総人口が8,674万人に減少し、生産年齢人口は50.9%、高齢化率が39.9%となることが見込まれている。このような状況において、高齢者・障がい者等が健康的な生活を継続できる社会を構築するために、高齢者・障がい者の低下した能力を維持・回復することは、喫緊の課題である。

厚生労働省による「高齢者の地域における新たなリハビリテーションの在り方検討会」報告書（平成27年3月）では、高齢者・障がい者が健康的な生活を継続するため、医療・介護・予防・住まい・生活支援が一体的に提供される「地域包括ケアシステムの構築」に向けた体制づくりが急務であり、また、要支援者のニーズが多様化していると報告されている。このような状況において、いわゆるICTを利用した遠隔からの運動能力・認知能力を維持、向上させる技術の開発は、多様なニーズにあわせた体制づくりに有効である。運動能力の維持、向上には、遠隔地から利用者のデータを集中的に収集し、医師が多様なニーズに応じて集中的に対応するリハビリテーション支援システム開発が有効である。収集するデータには、外骨格ロボットを用いた運動データや、簡易型脳波計を用いた脳波データが挙げられる。近年、外骨格ロボットの開発が進み作業支援を目的とした実用化開発が進展しており、それにICTを組み合わせることで、遠隔でのデータ収集が可能になりつつある。さらに脳活動データも同時に収集し、それらのデータに基づいて患者の身体を操作する技術を組み合わせることで、運動機能の回復が効率よく行えることが期待される。一方、認知能力の維持、向上には、認知機能障害の原因となっている脳結合を明らかにし、それをニューロフィードバック技術により変化させる技術の開発が有効である。脳情報通信技術の研究開発により、認知機能を司る脳機能の解析・解明が進み、脳機能の向上など脳活動の変化を促すニューロフィードバック技術が様々な場面で活用できることがわかってきており、その成果を臨床応用に用いるステージにある。認知機能の障害は当然脳活動の変化が原因となっており、その原因となる脳活動を突き止めニューロフィードバックで健常な状態に戻すことは有効なアプローチであると考えられる。

このような状況から、本研究開発課題では、受託者は情報通信研究機構（以下、「機構」という。）及び医療機関と一体となって、まず、機構の有する自主研究における脳機能ネットワーク解析技術やニューロフィードバック技術を、運動・認知機能の回復を目的としたリハビリテーションに活用可能な技術に応用発展させ、さらに認知・運動機能低下の原因の診断に有効な情報を与える基盤技術、機能回復に有効となるニューロフィードバック技術の確立を目指す。また、研究開発した基盤技術を医療機関の有する（あるいは提案する）リハビリテーションシステムへ組み込むことや、医療システムへの統合を進めることで、高齢者・障がい者のQOLの向上のためのサ

ービス提供を目指し、将来的にはビジネス展開も見込む。

なお、この研究開発の成果物のうち、分析結果をデータベース化したものについては、広く利活用可能な特質を持つことから、受託者が占有するのではなく、機構の帰属とし、機構を通して広く活用の道を開き、日本国民の利益に資することを目指す。データベース化に際しては、あらかじめ、プライバシー情報などが将来の利活用の妨げにならないような対策を立てることとする。本研究開発課題では外骨格ロボットの運用を通じて、利用者の運動・脳活動データに対応する医師の遠隔操作データを大量に収集する事を目的のひとつとしている。そのデータが十分に集まった暁には、外骨格ロボットが自律的に利用者をサポートできるようになるため、外骨格ロボットの運用によるリハビリテーション支援システムは、安価かつ簡便に広く波及できると思われる。また一方で、認知機能をターゲットとしたニューロフィードバックを行うが、同様の手法は精神疾患、慢性疼痛等にも応用が可能であり、本技術開発が成功した場合の波及効果は非常に大きいと考えられる。

### 3. 採択件数、研究開発期間及び予算

採択件数 : 1 件

研究開発期間 : 契約締結日から平成 32 年度までの 5 年間。

研究継続条件 : 平成 30 年度に実施する中間評価にて、平成 31 年度以降の研究開発計画の再提出を求め、契約延長の可否を判定する。中間評価までに第一次実証実験を実施し、その成果及び提案技術が最終実証フェーズに移行可能かを評価し、契約延長の可否を判定する。契約延長が認められた場合については、平成 32 年度まで契約を延長する。契約が終了することが適当と判断された場合、3 年目の平成 30 年度で終了する。

研究開発予算 : 各年度、総額 200 百万円 (税込) を上限とする。

(提案の予算額の調整を行った上で採択する提案を決定する場合がある。)

研究開発体制 : 単独の提案も可能であるが、産学官連携等、複数の研究開発機関による研究グループ体制を推奨する。

### 4. 提案に当たっての留意点

延長期間を含めた平成 32 年度末までの研究開発計画を示すこと。採択評価は、延長期間を含めた提案を対象に実施する。

医療機関と一体となって連携することで、身体・認知機能の回復のために有効な技術開発を行うこと。

また、機構の自主研究においても、脳活動に基づく能力開発に向けた研究開発を進めており、医療システムへの統合を目指した本課題と相補的な関係にあるため、協力して研究を進めること。特に、脳内ネットワークの解析によるバ

イオマーカの検出技術やニューロフィードバックなど機構の研究成果については、受託者の有する技術と融合し活用すること。

## 5. 研究開発の到達目標

### 1) ロボットを利用した身体機能回復支援システムの研究開発

脳卒中などに起因する麻痺を持った方などを主な対象として、ICT とロボット制御技術を統合したリハビリテーションのため、遠隔インタラクションを可能とする身体機能回復支援システムを構築し、身体機能回復支援システムを医療機関におけるリハビリテーションに統合した試行サービスを実施し、医師による迅速な対応と効率的なデータの取得を実現するシステム構築を行う。

具体的には、外骨格ロボット端末を用いる遠隔身体機能回復支援技術を開発し、脳活動及び遠隔インタラクションのデータを活用した効果的な身体機能回復支援システムの開発を行う。まずは医師が利用者の脳活動や動作をモニターし、それにもとづいて外骨格ロボット端末を遠隔操作するシステムを構築する。そのシステムの運用を通して、脳活動に対する遠隔操作のデータを収集する。そして将来的には、そのデータを用いる事で、外骨格ロボット端末が自律的にリハビリテーションサービスを提供できるようにする。

- 遠隔から脳活動を含むサービス利用者の状態をモニターするシステムの構築
- モニターした脳活動にもとづいて、医師が外骨格ロボットを遠隔操作するインターフェースの構築
- 遠隔からの操作に応じて外骨格ロボット端末の動作生成を行うシステムの構築
- 医師による遠隔操作を容易とするインターフェースの構築。5年間に於いて100例程度の実験を行い、医師・サービス利用者の意見をもとにインターフェースのさらなる改善を行う
- 医師とサービス利用者の遠隔インタラクションログデータ収集。5年間に於いて100組規模のインタラクションログを集積
- 機械学習による機能回復支援のための外骨格ロボット端末の動作生成システムの構築。30名以上のサービス利用者に対し、システムの有効性を検証
- 統合的な身体機能回復支援システムの開発

### 2) 認知・感覚機能の維持・回復を目的とする機能回復支援システムの研究開発

高齢者が毎日の生活を充実して楽しむため、こころとからだの健康状態を把握し、認知・感覚機能の低下防止とリハビリテーションを支援し、それらを習慣化させるシステムを開発する。

具体的には、ICT 技術（室内におけるサービス利用者の行動を把握する技術）と脳内ネットワーク解析技術により、機能を低下させている要因を推定するシステム開発を行う。次に、機能低下の要因となる脳内ネットワークを fMRI など大型装置によるニューロフィードバックにより改変するシステムの開発を目指す。また、脳波など簡易型脳活動計測装置と ICT 技術を組み合わせ、高齢者から脳活動や行動データを転送するシステムを開発、転送されたデータを元に、個人に適したトレーニングやリハビリテーション法を把握でき、さらに個人特性に基づいた習慣化を促すシステムの開発を目指す。実社会での応用を考えた際には簡易型装置の利用が必須となるが、その性能（例えば空間解像度）は大型装置と大きく異なるため、大型装置でうまくいく方法がそのまま適用出来ない可能性がある。この問題への検討、対策も十分に行うこととする。

- 高齢者における認知・感覚機能障害の要因となる脳内ネットワーク要因を推定するシステムの構築、100～150名程度のネットワークの分析結果をデータベース化し、他の研究者も利用できるようなシステムを構築する（分析結果をデータベース化したものは、機構の帰属とする）
- 大型装置ニューロフィードバックによる高齢者の認知・運動機能障害の治療、軽度認知障害の被験者30名以上に対して治療を行い、平均20%程度の機能向上を実現する
- 簡易型脳活動計測装置を用いた ICT 診断に基づいた認知トレーニング・運動リハビリテーション法の提案・習慣化システムの構築。スポーツクラブ等5ヶ所以上にシステムを設置して、100例以上に適用し、システム商品化の道筋をつける

## 6. 研究開発の運営管理及び評価について

- 研究開発に当たっては、機構の自主研究との連携を図ること。また、連携を図るため、受託者は連絡調整会議を定期的（少なくとも1回/2ヶ月）に開催すること。
- 機構は、平成30年度に中間評価（延長判定）、平成32年度に終了評価を実施する。また、研究開発終了後に追跡評価（成果展開等状況調査を含む）を行う場合がある。
- 機構は、上記以外にも研究開発の進捗状況等を把握するために、ヒアリングを実施することがある。

## 7. 参考

平成25年度より行っている機構の委託研究課題173「脳活動推定技術高度化のための測定結果推定システムに向けたモデリング手法の研究開発」において研究開発を行っている技術は、被験者に依存しない脳活動としてシミュレートすること

で情報抽出・推定装置開発のためのテストベッドとなる技術であり、本委託における機能回復支援技術とは異なる。

平成27年度より行っている機構の委託研究課題182「大容量体内-体外無線通信技術及び大規模脳情報処理技術の研究開発とBMIへの応用」は、皮質脳波BMIシステムの開発であり、デバイス開発からシステムまでの研究開発を行っており、リハビリテーションにおける機能回復支援技術とは異なる。