

ブレイン・マシン・インターフェースで運動障害を治療する

里宇 明元 慶應義塾大学大学院医学研究科 リハビリテーション医学教室

1. イントロダクション INTRODUCTION



脳卒中が起こる原因



Nucleus Communications, 2010. <http://www.nucleusinc.com>

脳卒中は、がん、心臓病と並ぶ三大疾病の一つです。脳卒中によって傷ついた脳組織は元通りに再生することができないので、様々な脳機能が長期間にわたって障害されたままになってしまうことがあります。脳機能障害が残ると、日常生活や経済活動を自律的に行うことが難しくなる場合が多く、患者さん本人はもとより、介護者や社会全体にとっても大きな問題です。それにも関わらず、医療技術が高度に発達した現代においてもなお、重度な運動障害に対する効果的な治療法は確立されていません。

"Inserts improve gait, velocity in stroke patients". Lower Extremity Review Magazine, June 2013.

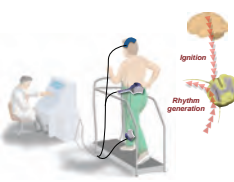
2. この研究の意義

上肢のBMIリハビリテーションシステム



高橋製作所 提供

下肢のBMIリハビリテーションシステム

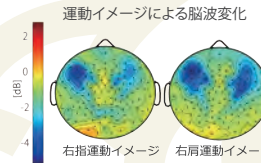


University of Arizona Medical Center ウェブサイト、一部改変

この研究では、機能不全に陥った脳の状態をブレイン・マシン・インターフェース (BMI) によって読み取り (デコーディング)、運動をしようとしているときの脳の活性度をリアルタイムに診断する技術を開発しています。脳活性度に応じてロボットデバイスが運動助動をすることで、わずかに残った神経経路を効率よく活性化させたり、傷のついた神経経路の傍を通るバイパス経路 (迂回路) を活性化させたりできるのではないかと考えています。

4. これまでにわかったこと RESULTS

慶應大と東京工業大は、脳液に含まれる特定の成分が、身体運動の生成に必要な一次運動皮質の活性度を表していることを明らかにしました。



慶應大 里宇明元教授・牛嶋隆一准教授、東京工業大 小池康博教授 提供

「脚ロボット」の安全性チェック

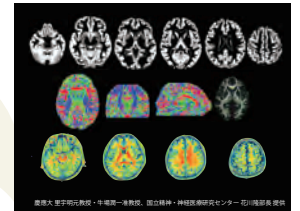


ATR 脳情報研究所 森本洋史 提供

ATRは、ロボットの安全制御技術として、脳波計測が不安定になっても動作が自動補正されるアルゴリズムを開発しました。

慶應大と国立精神・神経医療研究センターは、病院内にある脳機能イメージング装置の撮像パラメータを最適化して、BMIリハビリテーション前後の灰白質体積、白質線維走行、脳内の機能結合ネットワークが評価できる標準化プロトコルを策定しました。

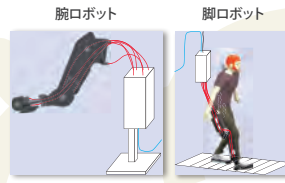
脳構造可塑性研究



慶應大 里宇明元教授・牛嶋隆一准教授、国立精神・神経医療研究センター 尾川博昭 提供

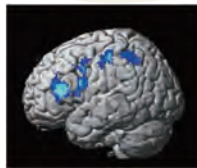
3. 研究方法 METHODS

「物を握る」、「腕を伸ばす」、「歩く」などの運動企図を、脳波から簡便かつリアルタイムに検出する手法を、東京工業大と開発しています。脳活動パターンに応じて動作する「腕ロボット」や「脚ロボット」は、臨床からの要求仕様を基にATRが開発しています。



ATR 脳情報研究所 森本洋史 提供

脳機能可塑性研究



国立精神・神経医療研究センター 尾川博昭 提供

BMIによって脳構造や脳機能が再構成されていく仕組みを、脳イメージングを用いて国立精神・神経医療研究センターとともに研究しています。メカニズムの理解は、治療法の安全安心な運用につながることも、より効果的な手法の発見や、適用疾患の拡大にもつながります。

5. 今後の展望 FUTURE

脳波のデコーディング技術をロボットデバイスに統合し、脳波変化に応じて麻痺肢の運動をアシストするBMIリハビリテーションシステムの構築を進めます。安全性の検証が済み次第、脳卒中片麻痺患者さんの協力の下、初の実証試験を行います。実施に際しては、脳プロ生命倫理のコンサルテーションの下で策定したプロトコルで院内倫理委員会の承認を受け、万全の体制を敷いています。



慶應大 里宇明元教授・牛嶋隆一准教授 提供