

先端研究助成基金助成金(最先端・次世代研究開発支援プログラム) 実施状況報告書(平成 24 年度)

本様式の内容は一般に公表されます

研究課題名	計算神経リハビリテーションの創出による脳可塑性解明とテーラーメイドリハビリの提案
研究機関・ 部局・職名	株式会社国際電気通信基礎技術研究所・脳情報通信総合研究所・室長
氏名	大須 理英子

1. 当該年度の研究目的

麻痺側の上肢をいかに積極的に使用するように促すかということが脳卒中片麻痺のリハビリテーションにおける重要なポイントとなる。本年度は、片側の腕に意図した運動を邪魔するような障害を模した環境を一過的に形成し、麻痺側の不使用(使えるのに使わない)の出現要因を探る。また、リハビリテーションにおいては、訓練に対するモチベーションを向上させること、そのためにどのような難易度の課題を設定し、報酬を提供するかが重要であるが、これらの要素に対する感受性は個人差が大きい。これらの要素が各個人の脳構造とどのように関連するのかを知るため、本年度は、健常例において基礎データを得る実験を実施する。さらに、実際に脳卒中疾患例において、訓練期間の前後の脳構造、ネットワークおよび活動パターンを高精度で計測し、複数の機能評価指標、性格傾向を計測する質問紙などとともにデータベース化することで、機能回復を予測し、適切な訓練を提供できる可能性がある。本年度は、データベースを整備し、運用を開始する。一方、新しいリハビリ手法として、脳活動から、左右の手の選択(意思決定)に関わる信号を、実際に手を動かす前に検出することで、麻痺手の使用を促進する訓練システムを開発できる可能性がある。本年度は、健常者を対象に、脳波による運動判別のための基礎実験を実施する。

2. 研究の実施状況

<麻痺手の不使用の解明>

麻痺手の不使用を改善することが重要であるにもかかわらず、不使用を定量的に評価する手段はこれまでなかった。そこで、到達運動で左右を自由に選択させ、強制されると麻痺手で到達できる場所と、自発的に麻痺手を選択する場所の差分から、「不使用」すなわち、使えるけれど自発的には使わないワークスペースを算出する方法を提案し、妥当性を検証した(図1)。

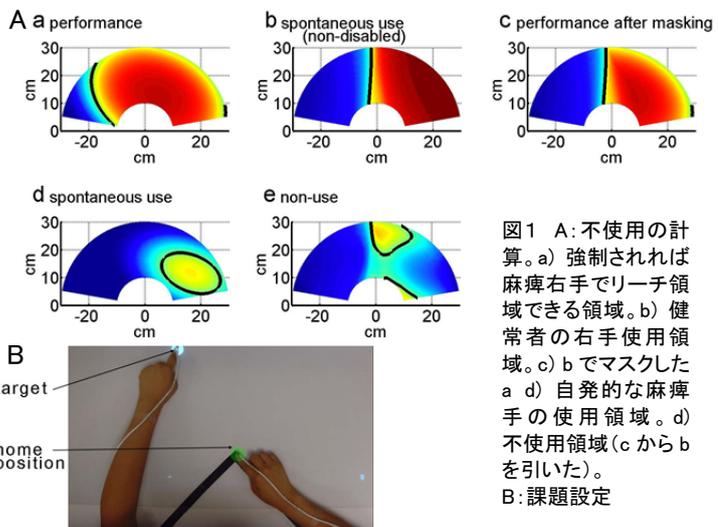


図1 A: 不使用の計算。a) 強制されれば麻痺右手でリーチ領域できる領域。b) 健常者の右手使用領域。c) b) でマスクしたa) d) 自発的な麻痺手の使用領域。d) 不使用領域(c) からb) を引いた)。B: 課題設定

さらに、同様の状況を健常者でも作り出して、不使用出現の要因を探るため、右手だけに回転変換を加

えた状態で、左右自由選択の到達運動を行う実験を実施した。回転変換の右手を強制的に練習するブロックと自由選択のブロックを交互に繰り返した(図2 A)。その結果、半数の被験者で、機能は回復(回転変換を学習した)しているのに、使わない、すなわち不使用のワークスペースが発生した(図2B)。我々の昨年度の研究では、健常状態での腕の選択は、「正確にターゲットに到達できるかどうか」と「楽に到達できるかどうか」という二つの基準に基づいていることを明らかにしたが、変換という障害が加わると、それ以外の要素が選択に寄与すること、また、それには個人差があることが明らかになった。

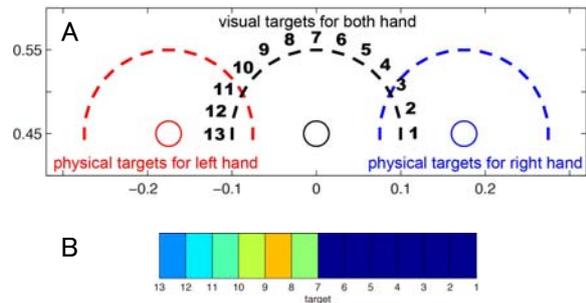


図2 A: 始点とターゲット。右手と左手のターゲットは物理的には離れているが視空間状は重なっている。
B: 不使用が顕著な被験者群の平均不使用エリア。

< 麻痺手使用を促進するリハビリの開発 >

麻痺手の選択を促進する新しいリハビリ手法のための基礎データとして、健常例において、上記と同様のセッティングで左右の手を自由選択した際の脳波を計測し、運動開始前の脳波から選択が判別することを試みた(図3)。ターゲットを提示後、運動開始の指示が出るまでの遅延期間の脳波から、70~80%程度の確率で、その後どちらの手を選ぶかが判別できる場合があることが判明した。

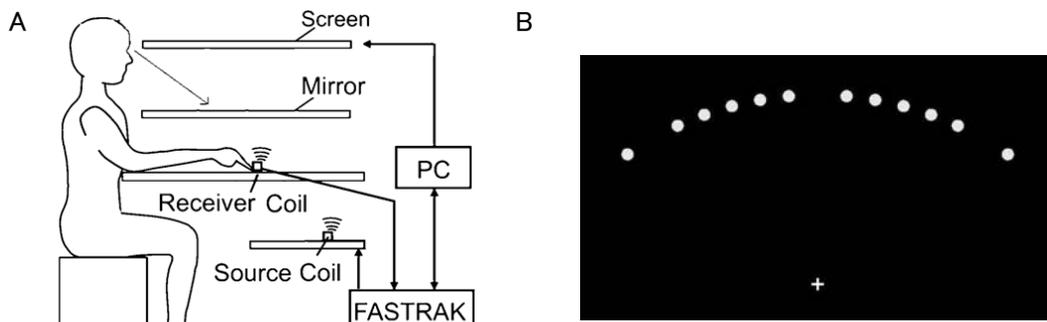


図3 A: 実験設定。

B: ターゲットの設定。

< 学習やリハビリによる脳構造の変化 >

リハビリ成功の重要な要素である学習の継続が、脳構造およびネットワークとどのように関連するのかを知るため、健常者において、指系列運動学習前後の脳構造の変化を調べた。その結果、学習後は前に比べて、運動関連領域が有意に発達していた。一方、脳卒中片麻痺患者例について、入院時と退院時の脳構造を比較したところ、退院時には、損傷半球の運動関連領域が減少する傾向にあり、麻痺手の不使用を反映していることが示唆された。

3. 研究発表等

<p>雑誌論文 計 7 件</p>	<p>(掲載済み一査読有り) 計 6 件</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Osu R, Otaka Y, Ushiba J, Sakata S, Yamaguchi T, Fujiwara T, Kondo K, Liu M, A pilot study of contralateral homonymous muscle activity simulated electrical stimulation in chronic hemiplegia. <i>Brain Injury</i>, 26 (9), 1105-12, 2012. 2. 神谷修平, 武田湖太郎, 山田亨, 梅山伸二, 近藤国嗣, 大高洋平, 大須理英子, 近赤外分光法における計測プローブの角度変化によるアーチファクト. <i>脳科学とリハビリテーション</i>, 12, 13-18, 2012. 3. Takahashi M, Takeda K, Otaka Y, Osu R, Hanakawa T, Gouko M, Ito K, Event related desynchronization-modulated functional electrical stimulation system for stroke rehabilitation: A feasibility study. <i>Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation</i>, 9 (1), 56, 2012. 4. Yamaguchi T, Fujiwara T, Saito K, Tanabe S, Muraoka Y, Otaka Y, Osu R, Tsuji T, Hase K, Liu M: The effect of active pedaling combined with electrical stimulation on spinal reciprocal inhibition. <i>Journal of Electromyography and kinesiology</i>, 23(1), 190-194, 2013. 5. 数田俊成, 武田湖太郎, 田中悟志, 小田柿誠二, 大須理英子, 大高洋平, 近藤国嗣, 里宇明元, 経頭蓋直流電気刺激による聴覚言語性短期記憶の増強作用. <i>臨床神経生理学</i>, 41(1), 18-22, 2012. 6. Han CE, Kim S, Chen S, PT, Lai YH, Lee JY, Lee J, Osu R, Winstein CJ, Schweighofer N, Quantifying Arm Non-use in Individuals Post-stroke. <i>Neurorehabilitation and Neural Repair</i>, 27(5), 439-447, 2013. <p>(掲載済み一査読無し) 計 1 件</p> <ol style="list-style-type: none"> 7. 武田湖太郎, 佐藤貴紀, 南部功, 山田亨, 梅山伸二, 大高洋平, 井上芳浩, 大須理英子, 和田安弘, 加藤宏之, 脳卒中片麻痺のリハビリテーションとNear-infrared spectroscopy. <i>認知神経科学会</i>, 14(3), 157-161, 2012. <p>(未掲載) 計 0 件</p>
<p>会議発表 計 16 件</p>	<p>専門家向け 計 15 件</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 大高洋平, 北佳保里, 武田湖太郎, 牛場潤一, 坂田祥子, 大須理英子, 里宇明元, 圧覚を皮膚電気刺激に変換してフィードバックし重度感覚障害者の握り・つまみ動作を改善させる試み. 2012/5/31-6/2, 福岡国際会議場(福岡県), 第 49 回日本リハビリテーション医学会学術集会 2. Osu R, Stroke rehabilitation inspired by motor learning, motor learning theory inspired by rehabilitation. 2012/6/20, Institute of Movement Neuroscience, UCL, London, UK, IMN Seminar. 3. 北佳保里, 大高洋平, 坂田祥子, 大須理英子, 重度感覚障害者の握り・つまみ動作の改善を目的とした表面電気刺激を用いた感覚フィードバック装置の開. 2012/6/21-23, 自然科学研究機構 岡崎カンファレンスセンター(愛知県), 生理学研究所研究会 第 6 回 Motor Control 研究会. 4. 雨宮薫, 山嵜達也, 染谷芳明, 大須理英子, 小嶋祥三, 運動イメージ訓練後と実際運動訓練後の転移関連領域の相違について. 2012/6/21-23, 自然科学研究機構 岡崎カンファレンスセンター(愛知県), 生理学研究所研究会 第 6 回 Motor Control 研究会. 5. Osu R, Stroke rehabilitation inspired by computational neuroscience. 2012/6/24, Rome, Italy, workshop "Robotics for neuro-rehabilitation: challenges for improving impact on clinical practice", IEEE International Conference on Biomedical Robotics and Biomechatronics (BIOROB 2012). 6. 北佳保里, 大高洋平, 坂田祥子, 大須理英子, 重度感覚障害者を対象とした感覚フィードバック装置の開発と臨床実用性に関する予備的検討, 2012/7/28-29, 札幌医科大学記念ホール(札幌), Japan Society for motor control & Neuro-rehabilitation. 7. Osu R, Yoshioka T, Schweighofer N, Behavioral simulation of hand use after stroke using virtual hemi-motor impairments. 2012/9/18-21, 名古屋国際会議場(愛知県), 第 35 回日本神経科学大会. 8. Takeda K, Kamiya S, Yamada T, Umeyama S, Inoue Y, Otaka Y, Osu R, Influence of skin blood flow by trunk tilting on near-infrared spectroscopy signals. 2012/9/18-21, 名古屋国際会議場(愛知県), 第 35 回日本神経科学大会. 9. 佐藤貴紀, 武田湖太郎, 大須理英子, 南部功, 和田安弘, fNIRS 信号における短距離プローブを用いた頭皮血流アーティファクト除去手法のシミュレーションによる検討. 2012/9/19-21, 北海道大学(札幌), 生体生理工学シンポジウム 10. 北佳保里, 井澤淳, 花川隆, 大須理英子, 筋力分配問題における神経構造パラメータの影響. 2012/9/27, 信州大学(長野県), 電子情報通信学会 ME とバイオサイバネティクス研究会/電子情報通信学会技術研究報告

様式19 別紙1

	<p>11. Hosoda C, Tanaka K, Osu R, Honda M, Hanakawa T, The more/less ability, the more/less brain structure. 2012/10/13-17, New Orleans, USA, Society for Neuroscience 42th Annual Meeting.</p> <p>12. Kita K, Otaka Y, Sakata S, Osu R, Development of a training system that provides sensory feedback by electrical nerve stimulation to improve manipulation capability of stroke patient with severe sensory loss. 2012/10/13-17, New Orleans, USA, Society for Neuroscience 42th Annual Meeting.</p> <p>13. Fujiwara Y, Tomatsu S, Kita K, Hagura N, Ganesh G, Osu R, Kakei S, Izawa J, Decoding coordinate representation of human sensory-motor cortex from fMRI activity patterns. 2012/10/13-17, New Orleans, USA, Society for Neuroscience 42th Annual Meeting.</p> <p>14. Izawa J, Osu R, Yoshioka T, Internal model uncertainty reshapes trial-to-trial variability of motor commands. 2012/10/13-17, New Orleans, USA, Society for Neuroscience 42th Annual Meeting.</p> <p>15. Sato T, Takeda K, Osu R, Nambu I, Wada Y, Simple method to remove skin blood flow artifact in functional near-infrared spectroscopy by multidistance probe measurements. 2012/10/13-17, New Orleans, USA, Society for Neuroscience 42th Annual Meeting.</p> <p>一般向け 計1件</p> <p>16. 大須理英子, 脳とリハビリテーション, 2012/11/8-10, けいはんなプラザ(京都府), けいはんな情報通信フェア 2012</p>
<p>図書</p> <p>計0件</p>	
<p>産業財産権 出願・取得状況</p> <p>計1件</p>	<p>(取得済み) 計0件</p> <p>(出願中) 計1件</p> <p>性向判別装置、タスク実行支援装置. 性向判別コンピュータプログラムおよびタスク実行支援コンピュータプログラム. 特願 2012-268648、出願日:2012.12.7 国内出願</p> <p>発明者: 細田千尋(株)国際電気通信基礎技術研究所(代表)、花川隆 国立精神・神経医療研究センター、大須理英子(株)国際電気通信基礎技術研究所</p> <p>出願者: (株)国際電気通信基礎技術研究所(主)、国立精神・神経医療研究センター(共同出願者)</p> <p>権利者: (株)国際電気通信基礎技術研究所(主)、国立精神・神経医療研究センター</p>
<p>Webページ (URL)</p>	<p>プロジェクトを紹介するページを以下に作成し、随時更新しています。</p> <p>計算神経リハビリテーションプロジェクト</p> <p>http://www.cns.atr.jp/next/</p>
<p>国民との科学・技術対話の実施状況</p>	<p>ATR オープンハウス, 2012/11/8-9, ATR(京都府)</p> <p>対象者: 地域住民, 高校, 高等専門学校等の生徒, 大学生, 大学関連, 企業, 研究関連</p> <p>オープンハウス全体の来訪者は2日間で1300名</p> <p>内容: 「脳機能データベース～脳卒中患者様のニューロリハビリテーションのために～」というタイトルで、一般向け解説ポスターおよび、臨床実験風景の動画を展示し、来訪者に解説を行った。</p> <p>けいはんな情報通信フェア 2012, 2012/11/8-10</p> <p>11/9に、一般に向けて、「脳とリハビリテーション」というタイトルで講演を行った。</p> <p>対象者: 地域住民、その他、講演内容に興味を持った人</p> <p>聴講者は約50名、その中には、患者様ご本人、患者様のご家族、作業療法士など実際にリハビリに関わっている人たちが予想以上に含まれており、講演後にも質問や議論を活発に行うことができた。</p>
<p>新聞・一般雑誌等掲載</p> <p>計0件</p>	
<p>その他</p>	<p>該当なし</p>

4. その他特記事項

該当なし

実施状況報告書(平成24年度) 助成金の執行状況

本様式の内容は一般に公表されず

1. 助成金の受領状況(累計)

(単位:円)

	①交付決定額	②既受領額 (前年度迄の 累計)	③当該年度受 領額	④(=①-②- ③)未受領額	既返還額(前 年度迄の累 計)
直接経費	116,000,000	43,990,000	38,670,000	33,340,000	0
間接経費	34,800,000	13,197,000	11,601,000	10,002,000	0
合計	150,800,000	57,187,000	50,271,000	43,342,000	0

2. 当該年度の収支状況

(単位:円)

	①前年度未執 行額	②当該年度受 領額	③当該年度受 取利息等額 (未収利息を除 く)	④(=①+②+ ③)当該年度 合計収入	⑤当該年度執 行額	⑥(=④-⑤) 当該年度未執 行額	当該年度返還 額
直接経費	17,021,487	38,670,000	0	55,691,487	49,245,196	6,446,291	0
間接経費	5,106,446	11,601,000	0	16,707,446	14,773,559	1,933,887	0
合計	22,127,933	50,271,000	0	72,398,933	64,018,755	8,380,178	0

3. 当該年度の執行額内訳

(単位:円)

	金額	備考
物品費	11,599,751	三次元位置センサFastrak System、デジタル脳波計 Active Two System 64ch、他
旅費	4,175,653	Rehabilitation Engineering Workshopにて成果発 表、他
謝金・人件費等	29,364,988	博士研究員人件費、実験被験者謝金
その他	4,104,804	学会参加費、MRI装置利用料、英論文添削料
直接経費計	49,245,196	
間接経費計	14,773,559	
合計	64,018,755	

4. 当該年度の主な購入物品(1品又は1組若しくは1式の価格が50万円以上のもの)

物品名	仕様・型・性能 等	数量	単価 (単位:円)	金額 (単位:円)	納入 年月日	設置研究機関 名
三次元位置センサ Fastrak System	POLHEMUS	1	987,000	987,000	2012/7/30	株式会社 国際電 気通信基礎技術 研究所
デジタル脳波計 Active Two System 64ch	BIOSEMI	1	7,896,000	7,896,000	2012/9/12	株式会社 国際電 気通信基礎技術 研究所