

課題番号	LS139
------	-------

**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 23 年度)**

本様式の内容は一般に公表されます

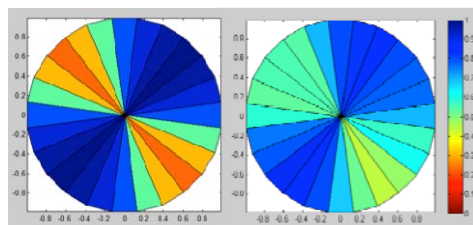
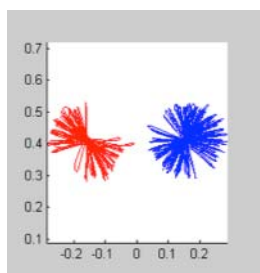
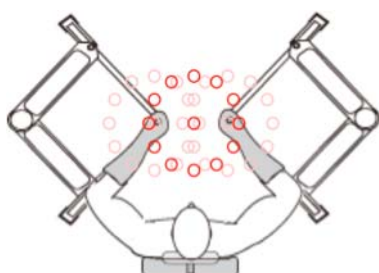
研究課題名	計算神経リハビリテーションの創出による脳可塑性解明とテーラードリハビリの提案
研究機関・ 部局・職名	株式会社国際電気通信基礎技術研究所・脳情報通信総合研究所・室長
氏名	大須 理英子

1. 当該年度の研究目的

脳卒中による障害は片麻痺が多く、健常側の上肢を使って日常生活をおくってしまうことで、麻痺側の上肢の回復が阻害されることがしばしばおこる。麻痺側の上肢をいかに積極的に使用するように仕向けるかということがリハビリテーションにおける重要なポイントとなる。左右どちらの手でも課題を実行することができる場合、脳がどのような基準によってどちらの手を使うかの選択を行っているかを明らかにするため、健常被験者を対象にした実験を実施する。脳卒中患者例を対象とし、MRI 構造画像、拡散テンソル画像、fMRI 画像を計測するための環境を整備し、データを取得する。fMRI による脳活動をリアルタイムにフィードバックすることで可塑性が誘導できる可能性があるため、そのための実験システムを構築する。

2. 研究の実施状況

＜健常例を対象とした実験研究＞ 左右の腕のどちらを使っても到達できる場所にターゲットを設定し、健常被験者がどのような基準で左右の腕を選択するかを実験的に調べた。その結果、単純に、ターゲットが右にあるから右腕、左にあるから左腕を選択しているのではなく、「正確にターゲットに到達できるかどうか」という基準と「楽に到達できるかどうか」という基準をもと選択していることが明らかになった。この二つを仮定したシミュレーションにより、実際の被験者の選択を再現することができた。



実験設定(左)と手先軌道の例。実際のターゲットはうすピンクで示されているように左右の腕がぶつからないように配置されているが、テーブル上では赤で示されるように左右が一致するように表示されている。右図で赤は左手、青は右手の手先軌道を示す。

青が濃いほど右手が、赤が濃いほど左手が、高い確率で選ばれる運動方向であることを示す。左はシミュレーション結果、右は実験結果(14名の平均)を示す。

さらに、この実験環境で、片腕の機能が低下した状況を作り出すため、右腕にのみ、ターゲットへの到達が困難になる視覚運動変換を加え、腕選択が、変換を学習するに伴ってどのように変化するかを観察した。予備実験の結果、変換を加えた直後は、「健常」な左腕を主に使用すること、右腕の学習に伴って右腕の選択確率が上昇することが示唆された。これは、前述のモデルで説明可能である。しかし、一方で、被験者によっては、右腕の動きを十分に学習したにも関わらず、あまり右腕を選ばない「不使用」が観察された。これは、脳卒中片麻痺患者での「学習された不使用」をよく再現する。現在、被験者数を増やすとともに、モデル化を進めている。

＜患者例を対象とした研究＞ テーラーメイドリハビリのため、脳卒中片麻痺患者例について、機能評価と脳活動データを蓄積するデータベースの枠組みを構築し、倫理委員会の承認や、病院との協力体制などの環境整備を行った。具体的には、入院時、退院時、退院後3ヶ月後、6ヶ月後の4時点で、機能評価、心理指標、MRI(構造画像、拡散テンソル画像、安静時機能画像)を計測する設定である。fMRIでのリアルタイムフィードバックについては、患者例での計測が可能な国立精神・神経センター脳病態統合イメージングセンターでの準備を進めている。平行して、より簡便に計測が可能な脳波によるリアルタイムフィードバックについて、脳卒中片麻痺患者例に試験的に実施し、実行可能であることを確認した。

3. 研究発表等

<p>雑誌論文 計 6 件</p>	<p>(掲載済み一査読有り) 計 4 件</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Aramaki Y, Haruno M, Osu R, Sadato N, Movement initiation-locked activity of the anterior putamen predicts future movement instability in periodic bimanual movement. <i>Journal of Neuroscience</i>, 31 (27), 9819-9823, 2011. <a href="http://www.jneurosci.org/content/31/27/9819.long">http://www.jneurosci.org/content/31/27/9819.long</a></li> <li>2. Osu R, Ota K, Fujiwara T, Otaka Y, Kawato M, Liu M, Quantifying the quality of hand movement in stroke patients through three-dimensional curvature. <i>Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation</i>, 8, 62, Web Open Access, 2011. <a href="http://www.jneuroengrehab.com/content/8/1/62">http://www.jneuroengrehab.com/content/8/1/62</a></li> <li>3. Ikegami T, Hirashima M, Osu R, Nozaki D, Intermittent visual feedback can boost motor learning of rhythmic movements: evidence for error feedback beyond cycles. <i>Journal of Neuroscience</i>, 32 (2), 653-657, 2012.</li> <li>4. Aihara T, Takeda Y, Takeda K, Yasuda W, Sato T, Otaka Y, Hanakawa T, Honda M, Liu M, Kawato M, Sato M, Osu R, Cortical current source estimation from electroencephalography in combination with near-infrared spectroscopy as a hierarchical prior. <i>NeuroImage</i>, 59 (4), 4006-4021, 2012.</li> </ol> <p>(掲載済み一査読無し) 計 0 件 (未掲載) 計 2 件</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>5. 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>, in press.</li> <li>6. 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>, in press.</li> </ol>
<p>会議発表 計 19 件</p>	<p>専門家向け 計 18 件</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Osu R, Watching brain activity during rehabilitation. 2011/12/2, Seoul, Korea, Workshop on Rehabilitation Engineering at Korea Institute of Science and Technology (KIST).</li> <li>2. Aihara T, Takeda Y, Takeda K, Yasuda W, Sato T, Otaka Y, Hanakawa T, Honda M, Liu M, Kawato M, Sato M, Osu R, Cortical current estimation from EEG by incorporating NIRS activity as a hierarchical prior. 2011/11/12-16, Washington DC, USA, Society for Neuroscience 41th Annual Meeting.</li> <li>3. 大須理英子, 運動制御、学習のモデルはリハビリテーションに役立つのか?. 2011/11/10-12, グランシップ(静岡県), 第41回日本臨床神経生理学学会学術大会.</li> <li>4. 立本将士, 山口智史, 田中悟志, 大高洋平, 大須理英子, 近藤国嗣, 定藤規弘, 電極の貼付位置の違いが経頭蓋直流電気刺激による下肢運動皮質興奮性に及ぼす影響.</li> </ol>

	<p>2011/11/10-12, グランシップ(静岡県), 第41回日本臨床神経生理学会学術大会.</p> <p>5. 數田俊成, 武田湖太郎, 田中悟志, 大須理英子, 大高洋平, 新城吾郎, 近藤国嗣, 忽那岳志, 松浦大輔, 上垣内梨恵, 川上路華, 倉片治郎, 里宇明元, 経頭蓋直流電気刺激が聴覚言語性短期記憶に及ぼす影響. 2011/11/10-12, グランシップ(静岡県), 第41回日本臨床神経生理学会学術大会.</p> <p>6. 高田洋平, 武田湖太郎, 大須理英子, 大高洋平, 近藤敏之, 伊藤宏司, 脳波と機能的電気刺激を用いた下肢運動リハビリテーションシステムの提案. 2011/9/20-22, 立命館大学びわこ・くさつキャンパス(滋賀県), 第26回生体・生理工学シンポジウム.</p> <p>7. Aihara T, Takeda Y, Takeda K, Yasuda W, Takanori Sato T, Otaka Y, Hanakawa T, Honda M, Liu M, Kawato M, Sato M, Osu R, EEG current source estimation with NIRS as a hierarchical prior. 2011/9/14-17, パシフィコ横浜 (神奈川県), 第34回日本神経科学大会</p> <p>8. Ikegami T, Ganesh G, Gibo T, Yoshioka T, Kawato M, Osu R, Multiple motor plans for the same environment modulated by history of endpoint error. 2011/9/14-17, パシフィコ横浜 (神奈川県), 第34回日本神経科学大会.</p> <p>9. Ganesh G, Osu R, Yoshioka T, Kawato M, Burdet E, Symbiosis of motor interaction. 2011/9/14-17, パシフィコ横浜 (神奈川県), 第34回日本神経科学大会.</p> <p>10. Sato T, Takeda K, Yamashita O, Inoue Y, Otaka Y, Wada Y, Kawato M, Sato M, Osu R, Reduction of the skin blood flow artifact from near-infrared spectroscopy signals. 2011/9/14-17, パシフィコ横浜 (神奈川県), 第34回日本神経科学大会.</p> <p>11. 鎌田浩志, 武田湖太郎, 末長宏康, 倉山太一, 橋爪善光, 近藤国嗣, 西井淳, 大須理英子, 大高洋平, 接触センサとフットスイッチによる踵接地タイミングの比較. 2011/9/3-4, 朱鷺メッセ新潟コンベンションセンター(新潟県), 第30回関東甲信越ブロック理学療法士学会.</p> <p>12. Osu R, Estimating brain activity during rehabilitation. 2011/6/27-7/1, Zurich, Switzerland, Rehab Week Zurich / International Conference on Rehabilitation Robotics (ICORR2011).</p> <p>13. Kita K, Takeda K, Sakata S, Ushiba J, Osu R, Otaka Y, A sensory feedback system utilizing cutaneous electrical stimulation for stroke patients with sensory loss. 2011/6/27-7/1, Zurich, Switzerland, Rehab Week Zurich / International Conference on Rehabilitation Robotics (ICORR2011).</p> <p>14. Tanaka S, Kotaro Takeda K, Otaka Y, Kita K, Osu R, Honda M, Sadato N, Hanakawa T, Watanabe K. Non-invasive cortical stimulation enhances lower limb function in chronic stroke patients. 2011/6/21-25, Rome, Italy, 14th European Congress on Clinical Neurophysiology (ECCN2011).</p> <p>15. 池上剛, Ganesh G, Gibo T, 吉岡利福, 川人光男, 大須理英子, Effect of endpoint error on trajectory adaptation during force field learning: model. 2011/6/16-18, 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5回 Motor Control 研究会.</p> <p>16. Ganesh G, Ikegami T, Gibo T, Yoshioka T, Kawato M, Osu R, Effect of endpoint error on trajectory adaptation during force field learning: experiment. 2011/6/16-18, 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5回 Motor Control 研究会.</p> <p>17. 竹中健治, 武田湖太郎, 山口智史, 近藤国嗣, 大高洋平, 大須理英子, Cortical silent period の客観的検出法の検討. 2011/5/27-29, シーガイアコンベンションセンター(宮城県), 第46日本理学療法学術大会.</p> <p>18. 神谷修平, 武田湖太郎, 山田亨, 梅山伸二, 井上芳浩, 近藤国嗣, 大高洋平, 大須理英子, 近赤外分光法(NIRS)の計測プローブの角度変化による擬陽的・擬陰的アーチファクト. 2011/4/29, タワーホール船堀(東京都), 第18回脳機能とリハビリテーション研究会学術集会.</p> <p>一般向け 計1件</p> <p>19. 北佳保里, 磯谷悠子, 大須理英子, 大高洋平, 表面電気刺激を用いた感覚フィードバック装置の開発. 2011/11/11-12, ATR(京都府), ATRオープンハウス 2011.</p>
<p>図書</p> <p>計0件</p>	

様式19 別紙1

<p>産業財産権 出願・取得状 況  計 0 件</p>	<p>(取得済み) 計 0 件 (出願中) 計 0 件</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ました。 計算神経リハビリテーションプロジェクト  <a href="http://www.cns.atr.jp/next/">http://www.cns.atr.jp/next/</a></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, 2011/11/11-12, ATR(京都府) 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 オープンハウス全体の来訪者は2日間で 1800 名 内容: 「表面電気刺激を用いた感覚フィードバック装置の開発」についての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>新聞・一般雑 誌等掲載 計 9 件</p>	<p>業績 3 についての報道発表(情報通信研究機構(研究協力者池上剛氏)、東京大学との共同研究) 朝日新聞夕刊, 2012/1/25, 8 面, 「手元見ないと腕上達 ドリブル・千切り・ピアノ… 情報通信研が実験」. 京都新聞, 2012/1/25, 27 面, 「精華町の情報通信研など分析 バスケットのドリブルなど習得の動作確認 「詰 めすぎず間隔空けて」 視覚情報増 ミス出やすく」. 電波タイムズ, 2012/1/25, 1 面, 「NICT/東大/ATR 周期運動の脳内処理メカニズムを解明 特異な運動 誤差情報究明 繰り返し運動の上達には“時々”目を使うのがコツ」 山陰新聞, 2012/2/21, 15 面, 「見過ぎない方が上達早く ピアノなど反復運動の手元 情報通信研究機構な ど 2 種類の実験で裏付け」 大分合同新聞夕刊, 2011/2/27, 「手元を見る回数減らすと上達 視覚情報多いと脳混乱 情報通信研究機 構と東大チームが証明」 業績 4 についての報道発表(慶應義塾大学(研究協力者大高洋平氏他)他との共同研究) 日経産業新聞, 2011/11/25, 10 面, 「リハビリ中の脳活動小型装置で正確測定」 日経プレスリリース, 2011/11/24, 「ATR、慶応大学と脳ダイナミクス推定技術の開発に成功」 <a href="http://release.nikkei.co.jp/detail.cfm?relID=297524&amp;lindID=5">http://release.nikkei.co.jp/detail.cfm?relID=297524&amp;lindID=5</a> マイナビ, 2011/11/25, 「ATRと慶応大、リハビリに応用可能な脳ダイナミクス推定技術を開発」 <a href="http://news.mynavi.jp/news/2011/11/25/007/index.html">http://news.mynavi.jp/news/2011/11/25/007/index.html</a> 日刊工業新聞, 2011/11/28, 「ATR・慶大など、脳活動を可視化できるシステム開発ーリハビリ効果確認しや すく」 <a href="http://www.nikkan.co.jp/news/nkx0720111128eaam.html">http://www.nikkan.co.jp/news/nkx0720111128eaam.html</a></p>
<p>その他</p>	<p>特になし</p>

4. その他特記事項

特になし

## 実施状況報告書(平成23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	0	72,010,000	0
間接経費	34,800,000	13,197,000	0	21,603,000	0
合計	150,800,000	57,187,000	0	93,613,000	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	43,958,746	0	0	43,958,746	26,937,259	17,021,487	0
間接経費	13,187,624	0	0	13,187,624	8,081,178	5,106,446	0
合計	57,146,370	0	0	57,146,370	35,018,437	22,127,933	0

## 3. 当該年度の執行額内訳

(単位:円)

	金額	備考
物品費	12,544,468	Avotec視刺激呈システム、MacPro、他
旅費	2,223,699	REHAB Week Zurich2011にて成果発表、他
謝金・人件費等	4,508,575	博士研究員人件費、講演謝金、実験被験者謝金
その他	7,660,517	学会参加費、文献ダウンロード、MRI装置利用料
直接経費計	26,937,259	
間接経費計	8,081,178	
合計	35,018,437	

## 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
Mac Pro	Z0LG.2.4GHz	1	503,527	503,527	2011/5/2	株式会社 国際 電気通信基礎 技術研究所
Avotec視刺激呈シ ステム	SV-6011	1	7,560,000	7,560,000	2011/9/29	株式会社 国際 電気通信基礎 技術研究所
トリガー同期装置	MRT-02	1	708,700	708,700	2011/9/29	株式会社 国際 電気通信基礎 技術研究所