

**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22年度)**

本様式の内容は一般に公表されます

研究課題名	身体運動適応性の原理解に基いた運動スキル・調節能の評価法と訓練方略の開発
研究機関・ 部局・職名	東京大学・大学院教育学研究科・教授
氏名	野崎大地

1. 当該年度の研究目的

「身体運動適応原理の包括的理解」「適応の観点からみた運動機能の評価と訓練方略の開発」という2つの研究目的を踏まえて、平成22年度の研究目標を以下の通り定める。

(a) **運動計画—内部モデル—エラーの対応づけ**：脳がどのようにして複数の身体部位のエラー情報を内部モデルに関連づけることができるのか（またはできないのか）を明らかにする。

(b) **他の身体部位からの干渉を補償するメカニズム**：他の身体部位が動くことによって生じる直接的、あるいは物を介した制御系が擾乱を脳が補償する機序を明らかにする。

(c) **内部モデルの冗長性**：我々が開発した視覚運動変換課題を用いると、被験者が異なった方向に腕を伸ばそうとしても、実行される運動が同一になる状況を作り出せる。課題中の脳活動をモニタリングし、内部モデルが冗長な神経ネットワークによって実装されていることを明らかにする。

(d) **脳内過程の解明**：脳のどこにどのように表象されているか、fMRI や経頭蓋磁気刺激(TMS)と運動学習実験と組み合わせることで明らかにする。

(e) **直立姿勢制御**：直立姿勢時の身体の動的特性を変化させる世界初のシステムを開発することで、直立姿勢制御におけるフィードフォワード的制御の重要性を明らかにする。

(f) **歩行制御**：半自動的な運動である歩行運動時の脚の動きがフィードフォワード的に制御されているかどうかを調べるために、ダブルベルト型のトレッドミルを用いて歩様を強制的に変更させるシステムを構築し、歩行運動が持つ柔軟な適応性、安定性の起源を明らかにする。

(g) **運動学習過程の数学的モデル化**：運動学習課題における変換を入力、運動成績を出力とみなし、運動学習過程の状態空間モデル化を試みる。モデルによって最大の運動学習効果をもたらす入力変数を理論的に導出し、実際の運動学習実験から理論の妥当性を検討する。

(h) **脳の冗長性とリハビリテーション**：片麻痺患者を対象に、視覚運動変換、両腕運動などの運動課題を課し、本来出来ないはずの麻痺側の到達運動が可能になるかどうかを検討する

2. 研究の実施状況

「1. 当該年度の研究目的」に記載の目標毎に状況を記載する。

(a) **運動計画—内部モデル—エラーの対応づけ**：右腕（左腕）運動の視覚情報が誤って左腕（右腕）運動の制御系に割り当てられてしまう両腕運動固有の「クロストーク」の存在を明らかにした。

(b) **他の身体部位からの干渉を補償するメカニズム**：各腕の運動の制御プロセスが、自らの運動情報だけでなく、反対側の腕運動の情報を取り入れた学習機構を持つことを明らかにした。このメカニズムが存在することで、反対側の運動によって生じる力学的な干渉に自在に対応する運動指令を学習でき、結果的に柔軟な両腕協調運動が可能になると考えられた。

(c) **内部モデルの冗長性**：被験者が異なった方向に腕を伸ばしていると信じているのにも関わらず、実行されている運動は物理的に同じ、という奇妙な状況を実現する視覚運動変換課題を開発した。さらに、異なった運動計画に基づいて実行されるこの同一の運動が、異なる脳内過程によって実行されていることを示唆する実験結果を得た。

(d) **脳内過程の解明**：経頭蓋磁気刺激 (TMS) や fMRI を用いて、運動学習に関わる脳内過程を調べるため、手首運動を対象とした運動学習実験系を構築した。この実験系を用いて、片腕運動—両腕運動時の運動学習に関わる脳内過程の違いの解明 (fMRI)、運動学習過程の動員・切り替えの時間的タイミング (TMS)、について実験研究を進めている。

(e) **直立姿勢制御**：直立姿勢時の身体の動特性を変化させる装置の設計を進めている。

(f) **歩行制御**：ダブルベルト型のトレッドミルを用いて歩様を強制的に変更させるシステムについては装置の購入手続きを進めている。

(g) **運動学習過程の数学的モデル化**：周期的に行う運動時の視覚運動変換課題時の運動学習システムの同定を行ったところ、運動の結果生じたエラー情報が2サイクル後の運動修正に負の影響を及ぼしていることが明らかになった。この負の影響を取り除くために、視覚情報を4サイクルに1回のみというように間引いて呈示したところ、運動学習の成績が実際に良くなるという反直感的な結果が得られた。

(h) **脳の冗長性とリハビリテーション**：片麻痺患者を対象に運動学習実験を行うためのロボットアーム装置の購入手続きを進めている。

3. 研究発表等

雑誌論文 計 1 件	(掲載済み—査読有り) 0 件 (掲載済み—査読無し) 計 0 件 (未掲載) 計 1 件 Kasuga S., Nozaki D. “Crosstalk in implicit assignment of error information during bimanual visuomotor learning”. <i>Journal of Neurophysiology</i> (in press)
会議発表 計 8 件	専門家向け 計 8 件  Hirashima M, Nozaki D. Distinct motor plans enable simultaneous adaptation to conflicting force fields. <i>Inaugural International Academy of Sportology</i> (2011.3.5, Tokyo)  Yokoi A, Hirashima M, Nozaki D. Flexible switching of multiple internal models during bimanual movement. <i>Inaugural International Academy of Sportology</i> , (2011.3.5, Tokyo)

様式19 別紙1

	<p>Nozaki D. Context dependent formation of internal models for reaching movements. Conference on Systems Neuroscience and Rehabilitation 2011 (2011.3.9-10, Tokorozawa)</p> <p>Kadota H, Hirashima M, Nozaki D. Adaptation to a novel dynamical environment modifies the corticospinal excitability. Conference on Systems Neuroscience and Rehabilitation (2011.3.9-10, Tokorozawa)</p> <p>Fujii S, Hirashima M, Nozaki D. Online correction of reaching movement using sound location and pitch information in musicians and nonmusicians. Conference on Systems Neuroscience and Rehabilitation (2011.3.9-10, Tokorozawa)</p> <p>Moriyama S, Nozaki D. Crosstalk in implicit assignment of visual movement error during bimanual motor learning. Conference on Systems Neuroscience and Rehabilitation 2011(2011.3.9-10, Tokorozawa)</p> <p>Honda T, Nozaki D. Adaptation to delay changes error sensitivity. Conference on Systems Neuroscience and Rehabilitation 2011 (2011.3.9-10, Tokorozawa)</p> <p>Yokoi A, Hirashima M, Nozaki D. Bimanual action coordinated by gain-field encoding of both arm' s kinematics in the internal model. Conference on Systems Neuroscience and Rehabilitation 2011 (2011.3.9-10, Tokorozawa)</p> <p>一般向け 計 0 件</p>
図 書 計 0 件	
産業財産 権 出 願・取 得状況 計 0 件	<p>(取得済み) 計 0 件</p> <p>(出願中) 計 0 件</p>
Webペー ジ (URL)	
国民との 科学・技 術対話の 実施状況	
新 聞・一 般雑誌等 掲載 計 0 件	
その他	

4. その他特記事項

## 実施状況報告書(平成22年度) 助成金の執行状況

本様式の内容は一般に公表されます

## 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
直接経費	123,000,000	0	84,640,000	38,360,000
間接経費	36,900,000	0	25,392,000	11,508,000
合計	159,900,000	0	110,032,000	49,868,000

## 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
直接経費	0	84,640,000	0	84,640,000	635,945	84,004,055
間接経費	0	25,392,000	0	25,392,000	0	25,392,000
合計	0	110,032,000	0	110,032,000	635,945	109,396,055

## 3. 当該年度の執行額内訳

(単位:円)

	金額	備考
物品費	212,520	解析用ソフトウェア、書籍、その他消耗品等
旅費	0	
謝金・人件費等	236,247	研究室補佐員人件費、被験者謝金等
その他	187,178	実験機器の点検修理、学会参加費、宅急便等
直接経費計	635,945	
間接経費計	0	
合計	635,945	

## 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
				0		
				0		
				0		