

Newsletter

Understanding brain plasticity on body representations to promote their adaptive functions

脳内身体表現の変容機構の理解と制御

no. **01**
February 2015



平成 26～30 年度 文部科学省科学研究費補助金 新学術領域研究(研究領域提案型) | 領域番号 4603 | 領域略称名「身体性システム」

身体性システム領域が発足

領域代表挨拶



太田 順(東京大学人工物工学研究センター 教授)

東京大学人工物工学研究センターの太田です。ここでは、新学術領域研究「身体性システム」の歴史的経緯について説明したいと思います。当該領域の基盤となったプロジェクトとして、文部省科研費重点領域研究「創発システム」(1995-1997, 領域代表:神戸大学 北村新三先生)、文科省科研費特定領域研究「移動知」(2005-2009, 領域代表:東京大学 浅間一先生)の2つがありました。「創発システム」では、創発性の概念を“個間・環境間の局所的な相互作用が大域的な秩序を発現し、生じた秩序が個体の振る舞いを拘束するという過程により、新しい機能等が獲得されること”と定義し、創発に関するシステム理論の形成を目指しました[1]。「移動知」においては、生物に着目し、その適応行動が、生物にとって最も基本的で必須な知的機能であるという考え方のもと、このような適応行動の発現メカニズムの解明を目指しました[2]。「創発システム」では、要素と環境からなるシステムにおける相互作用について着目し、そのシステム原理に関する問題設定をしました。「移動知」では生物システムを対象として、環境・身体・社会に適応する要素の適応メカニズムの解明を目指して、Synthetic neuroethology 等、生工連携に関するいくつかの新しい方法論を提案しました。「身体性システム」では、前2プロジェクトによって得られた問題設定、方法論をベースに、生体の「自己なるもの」の脳内での表現ならびにそれが運動・行動・知覚等によりどのように変わるか—比較的ゆるやかに変動するため slow dynamics と呼びます—

の解明を目指します。その知見の、脳科学、リハビリテーション医学、システム工学への適用を目指す予定です。本プロジェクトは、未踏の学際的な研究領域の形成を目指しており、若い発想を有する研究者を広く歓迎します。よろしくお願いいたします。

[1] 北村新三、まえがき (1999)。文部省科学研究費補助金[重点領域研究]「創発的機能形成のシステム理論」研究成果報告書、pp.1-4。

[2] 浅間 一、特定領域研究「移動知」とその成果の概要 (2010)。「身体・脳・環境の相互作用による適応的運動機能の発現—移動知の構成論的理解—」平成 17～21 年度研究成果報告書、pp.1-5。

Available:http://www.race.u-tokyo.ac.jp/~ota/mobiligence/act/doc/2009rep_ja.pdf, Accessed 2014 August 28.

領域概要

本領域の目的

超高齢社会を迎えた我が国では、加齢に伴う運動器の障害や脳卒中・脳変性疾患による運動麻痺等が急増しており、これらの運動機能障害を克服する有効なリハビリテーション法の確立が急務である。その鍵を握るのは、身体機能の変化に対する脳の適応メカニズムの解明である。例えば、加齢による転倒の増加は、運動機能の低下に脳の適応が伴っていないことを示唆する。また逆に、運動器には障害が無い病態でも身体認知に異常が生じ得る。これらの事実は、我々の脳内には身体モデル(脳内身体表現)が構築・保持されており、これに異常が生じると感覚系や運動系に深刻な障害が起きることを意味する。本領域では、脳内身体表現の神経機構とその長期的変容メカニズムを明らかにし、リハビリテーション介入へと応用することを目的とする。このため、システムの振る舞いを数理モデルとして整合的に記述できるシステム工学を仲立ちとして脳科学とリハビリテーション医学を融合することを試みる(図1)。これにより、運動制御と身体認知を統合的に理解し、真に効果的なリハビリテーション法を確立する「身体性システム科学」なる新たな学問領域の創出を目指す。

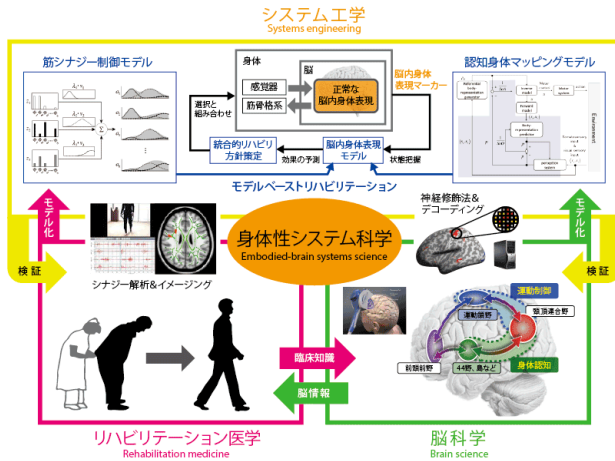


図1: 身体性システム領域

本領域の内容

本領域では上記目的の達成に向け 9 つの研究項目 (A01, A02, A03, B01, B02, B03, C01, C02, C03) を設ける。研究項目 A01・A02 は、それぞれ身体認知(運動主体感や身体保持感)と運動制御(筋シナジー制御、先行性姿勢制御)の観点から介入神経科学的手法を用いた実験をヒトおよびサルで展開し、脳内身体表現の神経機構ならびにその変容過程の解明を試みる。脳情報復号化やウィルスベクター技術を用いることにより脳内身体表現の変容を反映する脳内身体表現マーカーを探索する。研究項目 B01・B02 は、神経生理学的実験データ、リハビリテーション中の臨床データに基づき、脳内身体表現の活動(fast dynamics)と変容(slow dynamics)のダイナミクスを各々時定数の異なる力学系としてモデル化する。研究項目 C01・C02 は、脳内身体表現マーカーを活用することでリハビリテーション効果の定量化に取り組む。また、脳内身体表現モデルと統合することでモデルベースリハビリテーションを実践し、介入の帰結予測を行う。さらに、身体全体の感覚運動機能の適正化のための新しい介入法の開発を目指す。研究項目 A03・B03・C03 は公募班のための研究項目である。

期待される成果と意義

脳科学とリハビリテーション医学の知見を、システム工学を仲立ちとして有機的に組み合わせることで期待される成果として以下3点が挙げられる。

- 1) 身体認知や運動制御を担う脳内身体表現の時々刻々の状態とその長期的変容を直接・間接的に反映する脳内身体表現マーカーを同定することによって、リハビリテーション介入の効果を定量評価することが可能となる。
- 2) 脳内身体表現の変容機構(slow dynamics)を明らかにし、そこへの介入を可能とする技術を開発すること

によって、従前の経験ベース・試行錯誤的方法から、帰結予測が可能なモデルベースリハビリテーションへと革新的に展開する。

- 3) 身体認知と運動制御という生存に不可欠な脳の重要機能の仕組みを記述し、これらに共通する脳の計算原理に迫る。

研究組織

総括班:「脳内身体表現の変容機構の理解と制御に関する総括研究」

太田 順(東京大学 人工物工学研究センター 教授)

研究項目 A01:「脳内身体表現の変容を促す神経機構」

今水 寛(国際電気通信基礎技術研究所 認知機構研究所 所長)

研究項目 A02-1:「身体変化への脳適応機構の解明」

関 和彦(国立精神・神経医療研究センター 神経研究所 モデル動物開発研究部 部長)

研究項目 A02-2:「姿勢-歩行戦略の変更に伴う脳適応機能の解明」

高草木 薫(旭川医科大学 医学部 教授)

研究項目 B01:「脳内身体表現のスローダイナミクスモデル」

浅間 一(東京大学 大学院工学系研究科 教授)

研究項目 B02:「脳内身体表現を変容させる運動制御モデル」

太田 順(東京大学 人工物工学研究センター 教授)

研究項目 C01:「脳内身体表現の変容を用いたニューロリハビリテーション」

出江 紳一(東北大学 大学院医工学研究科 リハビリテーション医工学分野 教授)

研究項目 C02:「感覚入力への介入を用いた姿勢・歩行リハビリテーション」

芳賀 信彦(東京大学 大学院医学系研究科 教授)

キックオフシンポジウム・公募説明会を開催

主催: 身体性システム総括班

協賛: 東京大学人工物工学研究センター

日時: 平成 26 年 9 月 29 日(月) 13:30~17:40

場所: 東京大学本郷キャンパス伊藤謝恩ホール

プログラム:

13:30-14:00 挨拶・領域概要説明 領域代表 太田 順 (東京大学 人工物工学研究センター)

14:00-14:25 A 班脳科学班 概要説明 A 班代表 内藤栄一 (情報通信研究機構 脳情報通信融合研究センター)

14:25-14:50 B 班システム工学班 概要説明 B 班代表 太田 順(東京大学 人工物工学研究センター)
 14:50-15:15 C 班リハビリ医学班 概要説明 C 班代表 出江紳一(東北大学 大学院医工学研究科)
 15:15-15:30 休憩
 15:30-16:15 講演 1「身体意識-神経基盤解析とリハビリ応用の可能性-」A01 研究項目 研究分担者 大木 紫(杏林大学医学部)
 16:15-17:00 講演 2「情報学と仮想現実環境を活用したリハビリの新展開」C01 研究項目 研究分担者 稲邑哲也(国立情報学研究所 情報学プリンシプル研究系)
 17:00-17:40 公募説明・質疑
 18:00-20:00 技術討論会

キックオフシンポジウム・公募説明会には 190 名を超える多くの方にご参加頂き、また引き続き開催された技術討論会にも 110 名を超える参加があり大変盛会となりました。ご参加頂いた皆様ありがとうございました。引き続き本領域へのご支援をよろしくお願い申し上げます。



領域概要を説明する太田領域代表



シンポジウムの様子



技術討論会の様子

活動報告

(1) 平成 26 年 11 月 21 日に、計測自動制御学会システム・情報部門学術講演会 2014(岡山大学)にてスペシャルセッション「脳内身体表現に基づく適応的運動機能のシステム論的理解」を開催しました。領域の若手研究者・学生を中心に 10 件の発表があり、活発な議論が行われました。

プログラム:

SS14-1 生理計測に基づくカーレーサのストレス推定、山川博司、レクオク ズン、山下 淳、浅間 一

SS14-2 ラットの神経筋骨格モデルに基づく後肢スプリットベルト・トレッドミル歩行、藤木聡一朗、青井伸也、柳原大、船戸徹郎、富田 望、荻原直道、泉田 啓、土屋和雄

SS14-3 平面法則と主成分分析を用いた変形性膝関節症患者の歩行解析、石川雄己、安 琪、中川純希、戸島美智生、安井哲郎、岡 敬之、井口はるひ、真野浩志、芳賀信彦、山下 淳、浅間 一

SS14-4 Realization of Biped Stance in Consideration of Neurological Time Delay through Forward Dynamics Simulation、姜 平、千葉龍介、高草木 薫、太田 順

SS14-5 ERD 検出にフリッカ刺激が及ぼす影響、亀田瑞貴、近藤敏之

SS14-6 電極の位置ずれによる EMG 変化を考慮した筋電制御、片岡一平、近藤敏之、Truong Quang Dang Khoa

SS14-7 BCI ニューロリハビリテーションに向けた運動負荷時事象関連脱同期の分析、中屋敷弘晟、近藤敏之

SS14-8 小脳部分除去ラットによる歩行動作・歩行速度・平衡機能の定量的評価手法の検討、白石 匠、高草木 薫、千葉龍介、太田 順

SS14-9 機能的電気刺激時の筋張力の表面筋電図を用いた推定法、清水雄貴、齋藤晴紀、杉 正夫、大平美里、森下壮一郎、中村達弘、加藤 龍、横井浩史

SS14-10 上腕電動義手のブレイン-マシン・インタフェ

ース制御のための周期的運動中のサル硬膜下電位からの筋電位推定、森下壮一郎、佐藤圭太、渡辺秀典、西村幸男、伊佐 正、加藤 龍、中村達弘、横井浩史

(2) 平成 27 年 1 月 23 日に、計測自動制御学会第 27 回自律分散システム・シンポジウム(東京理科大学)にてオーガナイズドセッション「身体性システム科学」を開催しました。

プログラム:

2C1-1 神経疾患に伴う姿勢制御系の変容解明のためのラットの直立実験環境の構築、佐藤陽太、船戸徹郎、柳原大、佐藤 和、青井伸也、藤木聡一朗、中野和司、土屋和雄

2C1-2 代償性姿勢制御における感覚情報の変化による制御の変容の定量化、千葉龍介、高草木 薫、太田 順

2C1-3 感覚フィードバックを伴う機能的電気刺激を用いた運動機能回復応用に関する研究: 健常者における脳活動の時間的推移に関する検証、大平美里、神澤明子、森下壮一郎、姜 銀来、山村 修、横井浩史

2C1-4 運動想起型 BCI のためのニューロフィードバック訓練における受動的感覚呈示の影響、近藤敏之、北原康佑、林 叔克、佐伯 碧

2C2-1 ラットモデルを用いた歩行中の障害物回避動作における延髄下オリーブ核-登上線維系破壊の影響、佐藤和、境 和久、青木 祥、端川 勉、柳原 大

2C2-2 歩行・走行の関節運動に内在する低次元構造の解析、石塚駿太郎、大島裕子、青井伸也、船戸徹郎、冨田 望、辻内伸好、伊藤彰人、土屋和雄

2C2-3 筋シナジーの制御によるラット四脚神経筋骨格モデルの歩容生成とエネルギー効率の考察、戸枝美咲、青井伸也、船戸徹郎、土屋和雄、柳原 大

2C2-4 ラット後肢スプリットベルト・トレッドミル歩行の計測と解析、藤木聡一朗、青井伸也、柳原 大、船戸徹郎、佐藤陽太、泉田 啓、土屋和雄

今後の予定

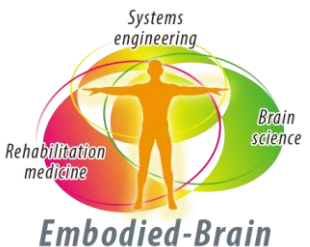
(1) 平成 27 年 3 月 第 1 回領域全体会議を開催。H26 年

度の研究総括を行います。

(2) 平成 27 年 3 月 第 20 回ロボティクスシンポジウムにてオーガナイズドセッションを企画します。

(3) 平成 27 年 5 月 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス 2015 にてオーガナイズドセッションを企画します。

(4) 平成 27 年 7 月 第 2 回領域全体会議を開催。公募班が合流します。

<p>発行・企画編集 連絡先</p>	<p>新学術領域研究「脳内身体表現の変容機構の理解と制御」 領域事務局 E-mail: office@embodied-brain.org 領域代表者: 太田 順 領域幹事: 近藤 敏之</p>	
<p>http://www.embodied-brain.org</p>		