

【新学術領域研究（研究領域提案型）】

複合領域



研究領域名 認知的インタラクシオンデザイン学： 意思疎通のモデル論的理解と人工物設計への応用

東京大学・大学院情報学環・教授 **うえだ かずひろ**
植田 一博

研究課題番号：26118001 研究者番号：60262101

【本領域の目的】

人と人がコミュニケーションする際に、対話相手が、このような状況下だと、このように発言・行動するはずだという、対話相手の行動を理解・予測するための心的モデル、すなわち他者モデルが重要な役目を果たしている。初対面同士の会話であれば、お互いに対話相手に対する他者モデルを持っていないため、会話がかみ合わないこともある。他者モデルによるこのようなインタラクシオンの円滑化は、人同士のコミュニケーションのみならず、人と伴侶動物、および人と人工物との間のインタラクシオンにも見られると考えられる。

本研究では、他者の行動を理解・予測するために必要で、状況に応じて変化する他者モデルを認知科学的に検討し、それを人に自然かつ持続的に適応できる人工物の設計と構築に応用することで、認知的インタラクシオンデザイン学の構築を目指す。特に、人対人、人対動物、人対人工物に共通する認知プロセスを解明し、他者モデルをアルゴリズムレベルで実現することを目指す。



図1. 認知的インタラクシオンデザイン学の構成

【本領域の内容】

本領域では、以下の3つの課題に挑む。

(1) 人=人インタラクシオンで、人がどのような状況でどのような他者モデルを持ち、それによりどのようにインタラクシオンを行っているのか、またインタラクシオンの中で他者モデルがどのように学習、変更されるのかを認知科学的に分析する。その際、人=人インタラクシオンの根幹となっている記号的側面ばかりでなく、非言語的側面にも焦点を当てる。成人間のインタラクシオンの分析および子供=大人間の（特にロボットとの遊

びを介した）インタラクシオンの分析を行う。

(2) 上記と同様な分析を人と動物のインタラクシオンでも実施する。例えば、動物が餌（一次報酬系）や人の教示に含まれる韻律特徴（怒った／褒めた声、二次報酬系）からいかにお手などの教示の意味を学習し、さらに獲得された教示（三次報酬系）をも利用していかに人の心的状態を推定するのか、また人が動物の学習状況に応じていかに教示を変化させるのかを中心に分析し、人と動物の他者モデルに基づく適応過程をモデル化する。

(3) 上記の分析に基づき、人の持続的な適応を引き出す人工物のデザイン方法論を確立する。特に、ユーザとの適応的で継続的なインタラクシオンの観点から全く新しいデザイン基準を提案し、その妥当性を実験的に検証する。さらに、ドライバーの意図を読むカーナビ、ユーザに適応し人馬一体を実現する電動車椅子、オンラインショッピングにおけるコンシェルジュなどの実現を通して、人の適応性を支える環境知能システムを構築する。

【期待される成果と意義】

期待される第一の成果は、認知的インタラクシオンデザイン学を、これまでに実現されていないアルゴリズムレベルで確立できることである。第二の成果は、まだ体系化されていない、人と伴侶動物のインタラクシオンに関する認知科学を確立できることである。さらに、これらの成果を、人と自然に持続的に適応する人工物の設計に応用することが、期待される第三の成果である。特に、自動カスタマイゼーションやパーソナライゼーションを可能にする技術を確認できる点が強みになる。本研究を通して、少子高齢化社会における高齢者や生活弱者の支援に貢献することを目指す。

【キーワード】

ヒューマン・エージェント・インタラクシオン：人間とエージェント間でのインタラクシオンを分析、設計することを目指した研究分野

【研究期間と研究経費】

平成26年度～30年度
668,400千円

【ホームページ等】

<http://www.cognitive-interaction-design.org>

【新学術領域研究（研究領域提案型）】 複合領域



研究領域名 動的構造生命科学を拓く新発想測定技術 —タンパク質が動作する姿を活写する—

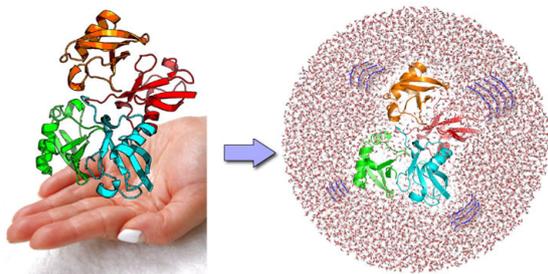
九州大学・生体防御医学研究所・教授 **こうだ だいすけ**
神田 大輔

研究課題番号：26119001 研究者番号：80186618

【本領域の目的】

タンパク質中のアミノ酸が並ぶ順番は遺伝子DNAが指定しています。長い生物進化におけるランダム変異と選択の結果、タンパク質は自発的に折れ畳んで一定の立体構造を持ち、センサー、触媒、モーター、そして構造体として極めて洗練された構造と機能を持つ分子機械となりました。

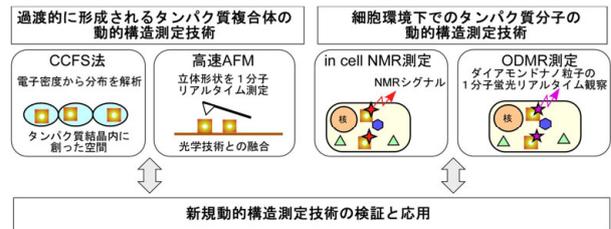
分子機械としてのタンパク質分子の機能を理解するには、立体構造を精密に決定することが必要です。得られた構造は基本的に静止画像ですが、紙芝居のように並べて説明することで、手のひらサイズの機械のように多くの事実を説明することができます。この方法が成功を収めたことから構造生物学という学問分野が生まれました。しかし、構造生物学の既存の測定手法は、タンパク質の形の時間変化に十分に対処できていません。そこで、本領域では、タンパク質分子が生きて動作している状態を働いている現場 (*in situ*) で活写する測



定方法の開発を独創的な発想に基づいて行います。マクロサイズの分子機械とみなす構造生物学から、働く現場における動的な姿を活写する動的構造生命科学への転換

【本領域の内容】

タンパク質分子の3次元の形の時間変化を知るには核磁気共鳴法 (NMR) と原子間力顕微鏡 (AFM) の2つの手法が適しています。しかし、NMRとAFMを含む従来の測定技術では、「平均と分布の問題」と「インビトロ測定問題」(キーワード参照)を克服することは難しいのが現状です。そこで、本領域では「AFM装置の高速化と光学技術の融合」と「タンパク質結晶内に隙間をつかって運動性解析を行う」課題に挑戦して、平均と分布の問題の原理的解決を目指します。また、試験管内の希薄溶液状態ではなく細胞環境などの現場において、タンパク質分子の動的構造変化を知る方法が必要です。「インセルNMRの手法の高度化」と「ダイヤモンドナノ粒子の蛍光測定と電子スピン共鳴法を組み合わせた光検出磁気共鳴 (ODMR) 測定法」を開発することで、「インビトロ測定問題」の解決を目指します。



新しい測定法は、まったく新しい結果を与えます。したがって、結果の正しさの検証を行う必要があります。そこで、計算機による分子動力学計算と比較して検証します。新測定手法を特定の課題に集中的に利用することで、測定手法の問題点や限界、潜在的な適用範囲を明らかにし、リスクの大きい革新的測定技術開発を短期間に達成することが可能になります。

【期待される成果と意義】

「タンパク質の形の3次元の動的変化の領域」において、日本発の独創的計測技術の開発と普及を図ることで、日本の生命科学研究力の強化を達成します。また、新測定技術を広く生物学の諸問題に適用することで、ブレイクスルーを促すような斬新な学問上の発見を期待できます。

【キーワード】

平均と分布の問題：安定状態は動きが小さく意味のある平均構造をつくることができます。ところが、動きが大きい状態では平均構造を作ると歪んでしまいます。したがって分布を正しく評価できる方法が必要となります。1分子測定による統計も解決法の1つです。

インビトロ測定問題：試験管内のような人工的な環境における最安定構造と機能している現場である細胞内環境における活性型の構造が異なる可能性があります。原因として、他の分子との相互作用や分子クラウディング効果があります。解決には、細胞内にあるタンパク質の感度良い選択的な測定が鍵になります。

【研究期間と研究経費】

平成26年度—30年度
1,171,000千円

【ホームページ等】

<http://ugoku-tanpaku.jp/>
kohda@bioreg.kyushu-u.ac.jp

【新学術領域研究（研究領域提案型）】

複合領域



研究領域名 脳内身体表現の変容機構の理解と制御

東京大学・人工物工学研究センター・教授

おおた じゅん
太田 順

研究課題番号：26120001 研究者番号：50233127

【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。

【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ト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は公募研究のための研究項目である。

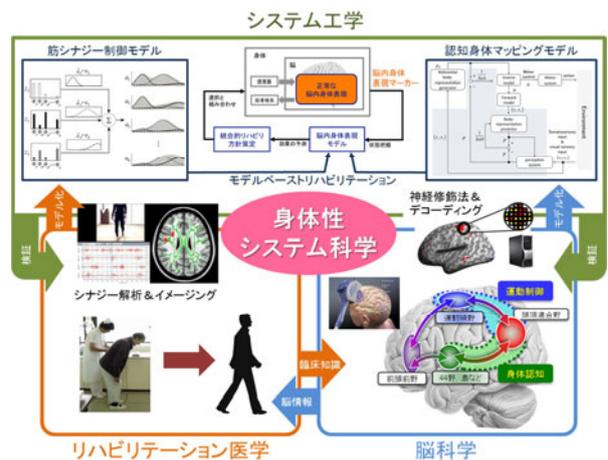


図1：身体性システム科学領域

【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の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ト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。

【キーワード】

脳内身体表現：身体の内部表現。運動遂行に関連して様々な感覚入力によって時々刻々と更新される姿勢・身体構造等を表すもの。

【研究期間と研究経費】

平成26年度～30年度
1,059,400千円

【ホームページ等】

<http://embodied-brain.org>