

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 6 月 7 日現在

機関番号：14401

研究種目：基盤研究(A)

研究期間：2010～2012

課題番号：22240008

研究課題名（和文）

「つもり」の検出と伝送：遠隔伝送における随意性の拡張可能性の研究

研究課題名（英文）The detection and transmission of "Tsumori": The study of scalability of the voluntariness in tele-operation.

研究代表者

前田 太郎 (MAEDA TARO)

大阪大学・情報科学研究科・教授

研究者番号：00260521

研究成果の概要（和文）：本研究では、ヒトの運動計画の時間分節性を利用して行動意図のアーキタイプとしての「つもり」の推定とその活用について研究を展開し、多自由度の人型ロボットの操縦制御において、「つもり」の分類と推定、さらに工学的実現性において実時間性への対応を可能にしつつ随意感の発生条件を拡張的に緩和することに成功した。また脳波計測を用いて「つもり」の機能的な実在と生理的な指標の対応付けにも成功しており、脳機能のモデル化によって行動意図「つもり」の応用範囲を拡大していけるものと期待される。

研究成果の概要（英文）：Our research project investigated temporally-segmented behavioral intentions when performing motion planning. The segmented behavioral intention is called "Tsumori". We developed a novel way of classifying and estimating Tsumori to control a humanoid robot with a large number of DOF with a simple interface. Our developed technology does not lose the sense of agency when controlling a robot in a real-time manner, which means that they can control a robot like moving their parts of body. To achieve this, we successfully relaxed the conditions of sense of agency on Tsumori controller. "Tsumori" was also examined in the brain activities. We successfully detected the brain and physiological responses to the "Tsumori" for the functional purpose. These findings and further development of brain models extend the application of segmented behavioral intentions "Tsumori"

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	16,600,000	4,980,000	21,580,000
2011年度	15,500,000	4,650,000	20,150,000
2012年度	6,300,000	1,890,000	8,190,000
総計	38,400,000	11,520,000	49,920,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学 メディア情報学・データベース

キーワード：ヒューマンインターフェイス、行動分節化、バーチャルリアリティ、脳・神経、意図推定

## 1. 研究開始当初の背景

ミメシス（中村，2007）などの見まね学習の研究にも多く見られるように、ヒトの随意運動は分節構造を持つとされている。これは随意的な行動生成において意識における時間的離散構造が反映されたものと考えられる。発話が文節単位での対応を持って意味の等価性を認識されるように、行動の等価性もまた行動分節単位の離散的対応をもって認

識・生成されているものと考えられる。これは物理現象が時間的に常に連続であるのに対して、随意系の基盤である意識を形作る想起記憶上の情報は時間的に離散化されている必要があることを反映している。このためにヒトの神経系は感覚によって外界の物理現象を計測するとともに時間的に離散化することで意識上に認識をもたらし、離散化された意識上の行動意図を実現するために時

間的に連続な運動を生成する。この連続→離散→連続のプロセスを経ることがヒトの情報処理の特徴であり、このために離散化される時間単位は行動生成においては行動分節として定義され、知覚においてもこれに対応するように見まね学習時に見られるような行動認識における分節化区間を定義することができる。この知覚と運動を繋ぐ行動分節の離散性から、本研究ではヒトが随意的に行動を分節単位で意図することを「つもり」と呼び、この情報の実体は時間離散的に扱えるものとみなす。我々はこうした離散化行動分節の構造を見まねによる他者への動作伝達の様式から「つもり」の情動的実在についての検証を行ってきた。本研究ではこの「つもり」を抽出・伝送することでテレグジスタンスやVRにおける臨場感や随意性の制約条件を緩和した新しい情報階層のコミュニケーションを提案した。「つもり」を維持することで実現すると期待される「感覚と運動が完全対応しないにも関わらず随意性を失わない伝達系」の理想のイメージをフィクションに求めるならば横山光輝の「鉄人28号」はその好例であり、そこで描写されているのは「わずかな操縦桿の動きだけで複雑なヒト型ロボットを随意に遠隔操縦する」様子である。ここで本研究における「つもり」を「意識上に離散化されながら言語段階のシンボル化まではされていない行動文節単位での具象的な行動意図」と定義し、これが自己と制御対象との間で正しく対応付けられている状態を「もりの伝達に成功した状態＝つもりコミュニケーションの成立」とみなす。

この定義のもとでは上記の「鉄人28号」の操縦においてもこの「もりの一致」が成立していると考えられる。この観点から「つもり」階層におけるテレグジスタンスに相当するものを「つもり制御」、五感伝送に相当するものを「つもりコミュニケーション」として「感覚と運動の対応関係において物理的には完全な一致は見ないものの、随意性を損なわない整合性を保つ遠隔制御・感覚伝送」の実現可能性を検討する。

## 2. 研究の目的

本研究ではこのコンセプトの検証・評価の段階としてヒト型ロボットへの「つもり制御」の適用を試みる。特定の行動をイメージしたヒトの直観的な動作からその行動分節を代表する行動意図である「つもり」を同定し、これに対応した行動文節をロボットへの入力コマンドとして選択する操縦系を機械学習的に獲得することで「つもり制御」系を実現することを目指す。

「つもり制御」はテレグジスタンス制御の成立条件の緩和だけではなく、既存のコマンド形式のロボットが、近年の対象作業の高度化・複雑化に伴ってシステム自身が多自由度化・複雑化するために直観的なリアルタイム操作が不可能になっている問題点を解決し得る。また、この制御の考え方はロボット

の操縦に限らず任意のマンーマシンインタフェースに適用可能である。ユーザーのთვისの直観的な反応を繰り返し計測可能なセンサ環境下においてならば、その対応関係を学習することによって自発的にユーザーにサービスを行うアンビエントインタフェースの構成にも利用可能である。また、ヒトの応答として行動そのものではなく、行動の機序を反映している筋電や脳波などの生体情報自体を入力としたBCIの構築に用いることも可能となる。

## 3. 研究の方法

本研究では、ヒトの運動計画の時間分節性を利用して行動意図のアーキタイプとしての「つもり」の推定とその活用について研究を展開した。「つもり」の分類と推定、さらに応用の工学的実現性について、多自由度の人型ロボットの操縦制御を課題として実験的に検証を行った。また、脳波計測を用いて「つもり」の機能的な実在と生理的な時間指標の同定を試みた。

### (1) つもり制御を用いた随意性を保持したヒト型ロボットの操縦

我々の提案してきた「つもり制御」の研究では、ロボット操縦の因果関係を逆転させることで、入力パターンからユーザーの行動意図である「つもり」を推定し、その「つもり」をロボットが動作として実現することで、ロボット操縦の実現可能性について検討してきた。ユーザーの操縦桿入力に基づいてヒト型ロボットを動作させるリアルタイム「つもり制御」については、以下の2つが課題となる。①随意性を保持するロボット動作遅延時間の同定、②随意性を保持するリアルタイム操縦のためのロボット動作決定アルゴリズムの決定。この2点について述べる。

#### (1)-①ロボット動作遅延時間の同定

初めにロボットが自律的に動作し、それをあたかも自分が操縦している気になって直観的入力を行うつもり抽出実験を行い、被験者に操縦桿入力とロボットの動作に遅延が生じていない状態を学習させ、随意性の保たれている操縦状態にする。学習が完了後、同じ動作の入力を行ってもらうが、そのときにロボットの動作を遅延させる。遅延時間が非常に短い場合には、被験者は遅延時間に気付くこともなく、随意性の保たれたまま、遅延時間のないときの操縦桿入力と同様の直観的入力を行うはずである。しかし、遅延時間が大きくなってくると、操縦桿入力とロボット動作の位相差が大きくなり、ロボットの動作が操縦桿入力を反映しているという被験者の認識が崩れる。そのため、それを補償するように操縦桿入力に変化をもたらし、随意性の保たれている遅延時間のないときの操縦桿入力との異なるものになる。この人の自然な身体応答を利用することで、ロボット動作の遅延時間に対する随意性を評価した。

### (1)-②随意性を保持するリアルタイム操縦のためのロボット動作決定アルゴリズムの決定

つまり制御では時間的に離散化された直観的入力動作から「つまり」の同定を行うが、離散化された入力が終わってからロボットが動作するようでは随意性が保持されない。課題(1)-①の結果からロボット動作が200ms以上遅れた場合に随意性が崩れることが明らかになったので、操縦桿入力に対して200ms遅れでロボットを動作させることを前提に、現時点で得られている入力動作から「つまり」を推定し、ロボット動作を発現し、かつ、随意性を保持するアルゴリズムが必要不可欠となる。従来の行動分節決定のアルゴリズムは、最も単純な方法を用いており、複数回入力したときの平均入力波形を各行動分節の入力テンプレートとし、操縦桿入力があった時に最も入力テンプレートに近い行動分節が選択される。しかし、図1に示されているように、実験結果から入力開始から1分節が終了する1.6s後の時点での正答率が最も高く、より短い入力時間の操縦桿入力から行動分節を推定するとその正答率は減少していくが明らかになった。これはアルゴリズムに依存するというよりも、ヒトの操縦桿入力が入力開始したばかりは他の操縦桿入力とは区別なく、時間とともに分岐していくことを示している。この場合、どのようなアルゴリズムを用いたとしても、行動分節の途中においていかにしてリアルタイムにロボットの行動分節を決定し、動かし始めるかという問題が生じる。そこで、随意性を崩すことなく「つまり」が保持されているかのようにユーザーが認識できるアルゴリズムの検討を行った。

研究方法としては、行動分節を決定するアルゴリズムの基本的性質から、根本的に異なる2種類の方法を提案、比較し、リアルタイムつまり制御のための設計指針を示した。アルゴリズムの1つは単純に現在の時刻までに得られた操縦桿入力より最も適した行動分節を1つ選択し、それをロボットの動作として発現させる方法である(直近法と呼ぶ)。もう1つは、現在の時刻までに得られた操縦桿入力から考えられる行動分節を選択し、それぞれの可能性に基づく確率により、期待値的行動分節を発現する方法である(期待値法と呼ぶ)。これらの方法を比較すると、直近法では発現するロボットの行動分節は、本来ロボットがもっている行動分節を発現する。言い換えると、学習時に覚えた見たことのある行動分節が発現する。しかし、入力波形から直近の行動分節が変化するとロボットの行動分節は切り替わる。期待値法では、ロボットの行動分節は確率の重みで組み合わせるので、操縦者にとっては見たことのない動作が発現することになる。しかし、その動作は可能性のある行動分節の中間的なものであり、動作の変化は滑らかに変わっていく。この根本的な2種のアルゴリズムによってロボットを動作させ、被験者のつまり制御における随意性を実験によって評価した。

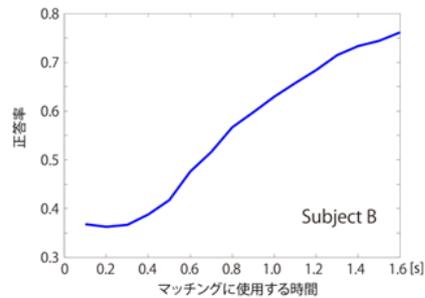


図1:横軸までの時間で行動分節を推定したときの正答率

(2) 脳波、環境センサを用いた「時間離散化された具象表象」の同定とその抽出

#### (2)-①脳波からの時間離散性の検証

ヒトの時時間離散化された具象表象の同定を目的とし、ヒトの運動の認識・記憶・再現プロセスにおける分節性を脳活動計測により計測を行った。

ヒトは動作の認識・記憶・再現において、連続動作中の全ての姿勢ではなく、一部の特徴的姿勢に注目・記憶しており、それらの離散的姿勢情報から連続動作を再現していることが先行研究により示唆されている。ここでは脳活動計測によってその特徴的姿勢に対する注目の検出を試み、運動の認識・記憶・再現時にそのような姿勢に注目した分節化が行われているかどうかを検証した。注目の検出方法として、刺激に注目している場合のみ脳電位に現れる随伴陰性変動(CNV)を用いた。仮に、動作の認識・記憶・再現時に特徴的姿勢に注目しているならば、特徴的姿勢時刻にCNVが誘発されるはずであり、これの検出を行った。

実験では、1)ヒトの動作を見て記憶する動作記憶課題と、2)同じヒトの動作を見るが記憶しようとはしない非記憶課題、の2課題を軸に用いた。この2つの課題を比較することによって、動作を記憶しようとするかによって脳波にどのような反応が現れるかを計測した。

動作記憶時に特徴姿勢に注目しているのならば、特徴姿勢時刻の前後で注意負荷の変動による脳波変動が見られるはずである。特徴姿勢時刻付近で脳波変動が見られるかどうかを調べるためには、特徴姿勢時刻を知る必要がある。そこで動作観察時の脳波計測を行った後、動作記憶時に注目していると考えられる特徴姿勢を選択させた。教示としては、BM記憶課題の後、動作を第三者に静止画のみで伝達するために必要な最低限の姿勢を選ぶように指示した。この選択された特徴姿勢時刻付近での記憶課題と非記憶課題での脳波変動を調べた。また、統制課題として、連続動作をみて内的に分節化するのではなく、離散化されている外部刺激を観察したときに見られる脳波を調べるために、離散的に提示されるアルファベットの記憶課題と、バ

イオロジカルモーションの点群の初期位置を変更し、同じ視覚刺激量を持つがヒトの動作として分節化が困難である SM(スクランブルモーション)課題、の2つを統制課題とした。

#### (2)-② 動作再現と瞬きからの時間分散性

脳波からの時間分散性に加え、他の生体信号から時間分散性の検証を行った。特に最新の知見として、瞬目が動画の重要でない情報の時刻に同期して生起するという報告がある。そこで、1つは、瞬目から動作の注目点について検証し、脳電位から得た動作記憶時の分散性と比較する。また、記憶した動作を自分の身体を使って行動再現テストについて評価することで、連続運動の認識・記憶・再現の一連の運動処理プロセスにおける分散性について考察した。

#### (3)時間分散化された「つもり」の時間特性

時間分散としての「つもり」が脳波や身体応答、生体信号により明らかになったので、この連続動作における時間特性を調べた。

実験では、連続動作の観察による認識・再生の分節化において動作速度が分節に与える影響を検証するため、同一の動作を異なる速度で提示してそれぞれに対して分節化を行わせ、分節の変化を観察した。被験者にヒトが身体運動をする映像を提示し、「第三者に動作内容を伝達するのに必要な姿勢」を抜き出させ、この姿勢を分節の区切れと定義することで動作の分節化とした。また、動作に対する認識・再生の意図の変化を抽出するため、被験者に映像内の動作者を「自分が操縦しているつもり」で操縦桿による入力を行わせた。随意的な操縦桿入力には操縦者の動作意図が反映されているとみなし、操縦桿入力の変化を被験者の認識・再生プロセスにおける意図の変化と定義する。この理論は意図伝達に関する先行研究に基づく。以上の分節化課題と入力課題を1セットとし、映像の再生速度を変えた複数条件(1倍速-8倍速)で同様の試行を行った。

#### 4. 研究成果

(1) つもり制御を用いた随意性を保持したヒト型ロボットの操縦

##### (1)-①ロボット動作遅延時間の同定

遅延時間 0s のときを随意性が保たれているときの操縦桿入力として、0s 条件の5回の平均入力波形を理想入力波形とし、各試行の入力が理想入力波形から距離を求めた。図2に、各試行の理想入力波形との RMSE (Root Mean Square Error) を5回の試行で平均したものを示す。グラフより、ロボットの動作に200msの遅延が入ったとしても被験者が行う直観的入力、時間遅れがないときと同程度に理想入力波形から近い入力であることがわか

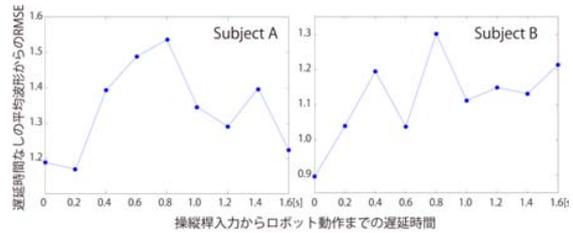


図2: ロボット動作に遅延がないときの入力動作との RMSE

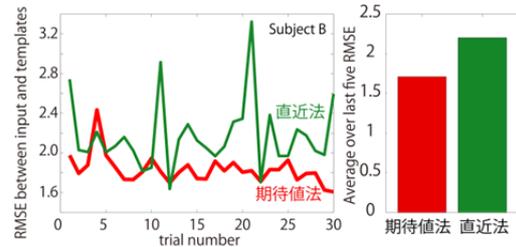


図3: 直近法と期待値法でリアルタイム操縦したときの理想入力との RMSE (左)、最後の5回の RMSE の平均値 (右)

った。しかし、200ms 以降の遅延時間をもったロボット動作は、直観的入力を変容させ理想入力波形から徐々に離れていき、半周期ずれである 800ms の遅延時間で最大となった。結果よりロボットの動作が操縦桿入力に対して200ms 程度の遅延であれば、直観的入力が変わらないことがわかった。200msec よりも動作が遅延すると、ロボット操縦における随意性が失われてしまい、直観的入力の再現性が失われてしまうと考えられる。

#### (1)-②随意性を保持するリアルタイム操縦のためのロボット動作決定アルゴリズムの決定

図3は直近法と期待値法を用いて、被験者の入力に基づいてロボットを操縦したときの、同動作列に対する30回分の入力と目的のロボットの動作分節入力テンプレートとの RMSE を示したものである。直近法は期待値法に比べ、各試行に対する入力の分散が大きく入力が安定していない。つまり、同じ動作列に対して繰り返し入力を行った際に、直近法を用いると再現性が低い。また、期待値法の方が安定してテンプレートに近い入力を行っていることがわかる。つまり、直近法では、推定されるロボットの行動分節が切り替わり、その切り替わりが被験者のロボットの動作の認識に影響を与え、操縦桿入力に変容をもたらし入力を不安定にしていると考えられる。最後の5回から求めた平均の RMSE の大きさは(1)-①においてロボットの動作に時間遅れがないときの RMSE の値と比べて大きいのは、(1)-①では行動分節の入力テンプレートではなく、繰り返しの入力の安定性をみるために、時間遅れがないときの平均波形との RMSE を求めているからである。しかし、期待値法と直近法の RMSE の比は、(1)-①の時間遅れ無と 800ms の時間遅れが生じたときの比と比べて同程度か悪い。ゆえに、

直近法での入力には、随意性を保持されていた入力の安定性に対して随意性を失うほどの不安定性をもたらされていることがわかった。

本成果では、ロボットの行動分節の選択アルゴリズムでは、可能性を元にした確率で動作を平均化の方が操縦者の操縦桿入力が安定することがわかった。これは滑らかにロボットの動作が変わっていくために、操縦者のロボットの動作の認識が安定しておこなわれているからであると考えられる。可能性が高いロボットの行動分節群は、そもそも似た運動であり、平均化した新しいロボットの動作であっても、操縦者の意図によってどちらにでもとれる運動であったと考えられる。この成果はヒト型ロボットに限らず、つまりコミュニケーションを用いたリアルタイムつまり制御を行うための設計指針として重要な成果となる。

(2)脳波、環境センサを用いた「時間離散化された具象表象」の同定とその抽出

(2)-①脳波からの時間離散性の検証

アルファベット提示時刻、各動作における各被験者が選択した特徴姿勢時刻を中心として前後0.6 secを取り出して加算平均した結果を図4に示す。記憶・非記憶・SM非記憶課題における垂直の破線は特徴姿勢の時刻を表す。文字記憶課題における破線はアルファベット提示開始時刻を示す。文字課題の波形には提示文字切り替えと同周期である0.2 sec周期の正弦波様成分があることが覗える。これは提示文字の切り替えに伴う視覚誘発電位と考えられ、ノイズとなる成分である。そこで0.2 sec窓の移動平均を施し、その成分を打ち消したものを灰色の線で示した。被験者A-Eの文字記憶課題の加算平均波形には、アルファベット提示時刻付近で最も陰性となり、その後最も陽性へと変動する傾向がみられる。また、記憶課題の加算平均波形においても、特徴姿勢時刻の前に最も陰性となり、特徴姿勢の後に最も陽性となる傾向がみられた。

本成果では、連続動作の記憶の際、「つもり」としての時間離散化の結果、連続動作を記憶する課題において、離散的記憶課題での脳波という離散的記憶を反映した脳波変動と同様な変動を検出できた。これは連続動作の記憶においても離散的に注目と記憶が行われていることを支持する。さらに「つもり」としての特徴姿勢時刻付近で離散的記憶に伴う脳波変動が見られることから、動作記憶時に特徴姿勢へと注目していることわかり、それを脳波から同定することに成功した。

(2)-②動作再現と瞬きからの時間離散性

文字記憶課題および記憶課題での瞬目生起頻度ヒストグラムを図5に示す。文字記憶課題においては、アルファベット提示から+400msec~+600msec付近に特に集中して瞬目が生起した。瞬目は明確な区切れに応じて生じる傾向があり、先行研究でも明確なシーンの区切れの400msec~600msec後に瞬目が多く生起することを示しており、文字記憶課

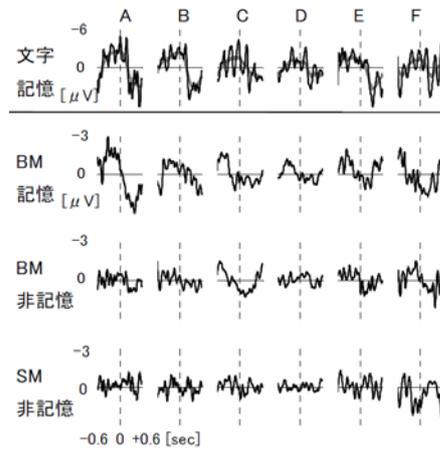


図4：各課題で特徴姿勢を中心に各被験者の脳波を加算平均した結果。(文字記憶ではアルファベット提示時刻とする。)

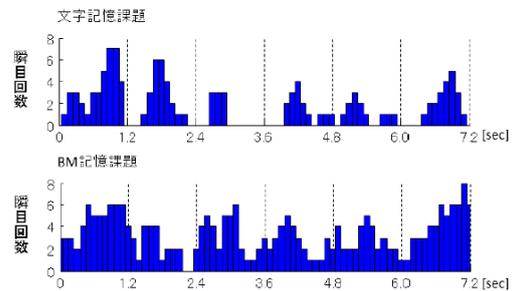


図5：動作観察時の瞬きの生起頻度

課題の瞬目生起分布はこの結果と対応する。動作記憶課題において、文字記憶課題と同様に+400msec~+600msecの区間で瞬目が多く生起したが、同時に0~+400msecの範囲でも多く瞬目が生起していた。また、瞬目が少ない時刻は-300msec付近であった。これを文字記憶課題の瞬目生起の傾向と照合すると、-300msec付近に注目する視覚情報があり、その400msec~600msec後に瞬目が多数生起したとみなせる。これは視覚的注目点が特徴姿勢時刻に対応しており、脳波のときと同様に若干先行しているという点で同様の結果が得られた。

被験者本人の身体を使って、記憶した連続動作を動作再現するときにおいても、分節化して記憶した特徴姿勢において多くの時間を費やしていることがわかり、動作の再現においても同様に、時間離散化としての「つもり」の同定に成功した。

(3)時間離散化された「つもり」の時間特性

再生速度条件毎の実験結果を図6左に示す。「つもり」入力波形データに、分節化課題による分節区切れの姿勢フレームを縦破線で重畳させて示してある。いずれの被験者も再生速度条件に依らずほぼ同一の姿勢において分節化を行ったが、速度条件の変化によって分節の区切れの数・姿勢が変化している。これにより、速度の変化の影響は認識の段階で既に現れているといえる。さらに、分節が変化したフレーム区間において入力も変化している。これは再生における変化があったことを示している。

この実験の後、動作映像を観察し記憶した後に、動作を想起しながら観察した映像と異なる速度で入力課題を行う実験を行った（リコール課題）。4.0倍速（8.0倍速）の映像を観察した後に、動作に関する視覚フィードバックなしで8.0倍速（4.0倍速）で入力するというものである。この結果を図6右に示す。4.0倍速で入力したにも拘わらず、観察した8.0倍速の条件時の入力を行なっていることが分かる。これは認識段階における影響が再生段階にまで伝搬されていることを示している。以上のことから、動作速度の変化は観察および認識の段階で分節の基準に変化を与え、かつその変化が再生段階にまで反映されるということが示された。一方で4.0倍速で観察し8.0倍速で入力した場合には8.0倍速の条件時の入力を行なっていることから、再生段階においても認識とは独立に速度の影響を受けることが示され、再生による影響と競合した場合にはより大きい速度による影響が優位に再生に反映されることがわかった。

本研究では、ヒトの運動計画の時間分節性を利用して行動意図のアーキタイプとしての「つもり」の推定とその活用について研究を展開し、多自由度の人型ロボットの操縦制御において、「つもり」の分類と推定、さらに応用の工学的実現性について一定の水準を満たすことを確認した。特に工学的実現性に関しては、研究開始当初の同制御方法の問題点の一つであった実時間性への対応を可能にただけではなく、同時に従来テレグジスタンスやバーチャルリアリティにおいて臨場感条件の不成立がもたらす随意性の減少と作業性の低下の問題を、随意感の発生条件を拡張的に緩和することで問題を解決できる可能性が示されたことは、従来技法に対しても適用可能な大きな成果であると考えられる。

また脳波計測を用いてその機能的な実在と生理的な指標を対応付けることにも成功した。この成果を手がかりに、さらにヒトの脳機能の数理モデル化と応答の予測設計を進めることで、より多くの状況における行動意図「つもり」の定義と応用範囲を拡大していけるものと期待できる。

#### 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計10件)

①砂川 未佳, 丹羽 真隆, 飯塚 博幸, 安藤 英由樹, 前田 太郎, CNV様変動の検出による動作記憶の離散性の検証, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, 査読有, Vol. 18, No. 1 (2013), 45~54, <http://www.vrsj.org/transaction/archive/>

②飯塚博幸, 安藤英由樹, 前田太郎, 身体的相互作用におけるコミュニケーションとターンテイキングの創発, 電子情報通信学会論文誌, 査読有, Vol. J95-A No. 1(2012), 165-174,

<http://ci.nii.ac.jp/naid/110008898135>

③ Hiroyuki Iizuka, Davide Marocco, Hideyuki Ando and Taro Maeda, Experimental

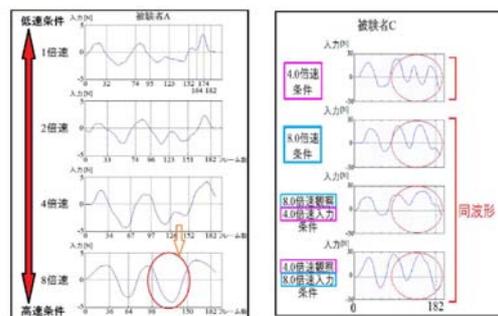


図8：動作速度に対するつもり操縦の変化（左）、動作映像を記憶し、異なる速度でつもり入力を行った結果（リコール課題）（右）。

study on co-evolution of categorical perception and communication systems in humans, Psychological Research(2013), 査読有, Springer-Verlag 2012, 77:53-63, 10.1007/s00426-012-0420-5

〔学会発表〕(計22件)

①砂川 未佳, 丹羽 真隆, 飯塚 博幸, 安藤 英由樹, 前田 太郎, 行動観察記憶課題中の脳波と記憶の分節性, 第12回 公益社団法人計測自動制御学会, 2011年12月24日, 京都大学 吉田キャンパス

②Niwa, M., Okada, S., Sakaguchi, S., Azuma, K., Iizuka, H., Ando, H., Maeda, T., Detection and Transmission of "Tsumori":an Archetype of Behavioral Intention in Controlling a Humanoid Robot, 20th International Conference on Artificial Reality and Telexistence, Dec. 2, 2010, Adelaide, Australia

③前田太郎, ヒトの行動意図の推定と誘導, 人工知能学会全国大会 第25回(招待講演), 2011年6月3日, アイーナ 岩手県民情報交流センター

〔図書〕(計1件)

①前田太郎, (社)人工知能学会 27号:4, ヒトの行動意図の推定と誘導—直観的な非言語インタフェースへの応用から—, (2012) 411~417

〔産業財産権〕

○出願状況 (計1件)

名称: 動作指令装置、動作指令方法及び動作パターン作成装置 発明者: 前田太郎  
権利者: 大阪大学 番号: 特許 2011-281357  
〔その他〕

Web page <http://www-hiel.ist.osaka-u.ac.jp/>

#### 6. 研究組織

(1) 研究代表者 前田 太郎 (MAEDA TARO)

大阪大学・情報科学研究科・教授

研究者番号: 00260521

(2) 研究分担者 安藤英由樹 (ANDO HIDEYUKI)

大阪大学・情報科学研究科・准教授

研究者番号: 70447035

(3) 飯塚 博幸 (IIZUKA HIROYUKI)

大阪大学・情報科学研究科・助教

研究者番号: 30396832

(4) 鈴木隆文 (SUZUKI TAKAHUMI)

独立行政法人情報通信研究機構・脳情報通

信融合研究センター・主任研究員

研究者番号: 50302659