

領域略称名：認知的デザイン学  
領域番号：4601

平成28年度科学研究費補助金「新学術領域研究  
(研究領域提案型)」に係る中間評価報告書

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

(領域設定期間)

平成26年度～平成30年度

平成28年6月

領域代表者 (東京大学・大学院総合文化研究科・教授・植田一博)

# 目 次

## 研究領域全体に係る事項

1. 研究領域の目的及び概要	5
2. 研究の進展状況	7
3. 審査結果の所見において指摘を受けた事項への対応状況	10
4. 主な研究成果（発明及び特許を含む）	12
5. 研究成果の公表の状況（主な論文等一覧、ホームページ、公開発表等）	15
6. 研究組織（公募研究を含む）と各研究項目の連携状況	20
7. 若手研究者の育成に関する取組状況	22
8. 研究費の使用状況（設備の有効活用、研究費の効果的使用を含む）	23
9. 総括班評価者による評価	24
10. 今後の研究領域の推進方策	26

**研究組織** (総括：総括班，支援：国際活動支援班，計画：総括班及び国際活動支援班以外の計画研究，公募：公募研究)

研究項目	課題番号 研究課題名	研究期間	代表者氏名	所属機関 部局 職	構成員数
X00 総括	26118001 認知的インタラクシ 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	平成26年度～ 平成30年度	植田 一博	東京大学・総合文化研究科・教授	12
A01 計画	26118002 成人間インタラクシ ョンの認知科学的分析と モデル化	平成26年度～ 平成30年度	植田 一博	東京大学・総合文化研究科・教授	4
A02 計画	26118003 子供＝大人インタラク ションの認知科学的分 析とモデル化	平成26年度～ 平成30年度	長井 隆行	電気通信大学・情報理工学研究科・ 教授	6
B01 計画	26118004 人＝動物インタラクシ ョンにおける行動動態 の分析と認知モデル化	平成26年度～ 平成30年度	鮫島 和行	玉川大学・脳科学研究所・教授	8
C01 計画	26118005 人の持続的な適応を引 き出す人工物デザイン 方法論の確立	平成26年度～ 平成30年度	山田 誠二	国立情報学研究所・コンテンツ科学 研究系・教授	4
C02 計画	26118006 人の適応性を支える環 境知能システムの構築	平成26年度～ 平成30年度	今井 倫太	慶應義塾大学・理工学部・教授	4
計画研究 計6件					
A01 公募	15H01612 直感的デバイスを用い たコミュニケーション・システム の設計と理論	平成27年度～ 平成28年度	池上 高志	東京大学・総合文化研究科・教授	1
A01 公募	15H01614 高難度外科手術におけ る術者間のメンタルモ デルシェアリングに関 する研究	平成27年度～ 平成28年度	三輪 和久	名古屋大学・情報科学研究科・教授	1

A01 公募	15H01621 プロアクションとリアクションに基づくウェアラブル時代のユーザインタフェース開発	平成27年度～平成28年度	島田 敬士	九州大学・基幹教育院・准教授	1
A02 公募	15H01618 子どもは原初的リズムの中に養育者を見出すか？ ロボットによる検証と計算モデル化	平成27年度～平成28年度	高橋 英之	大阪大学・基礎工学研究科・特任講師	1
A02 公募	15H01622 インタラクションにおける感情誘導過程のモデル化	平成27年度～平成28年度	大森 隆司	玉川大学・工学部・教授	1
B01 公募	15H01619 同調行動が生み出す社会適応にかんする人-動物間の比較認知科学的検討	平成27年度～平成28年度	山本 真也	神戸大学・国際文化学研究科・准教授	1
B01 公募	15H01620 機械学習による人および動物の行動の定量的解析	平成27年度～平成28年度	池田 和司	奈良先端科学技術大学院大学・情報科学研究科・教授	1
C01 公募	15H01613 時計に対する先入観を逆利用した擬似的な時間表示変化による作業効率向上手法の構築	平成27年度～平成28年度	櫻井 翔	東京大学・情報理工学系研究科・客員研究員	1
C01 公募	15H01615 認知モデルを利用した自伝的記憶のミラーリングエージェント	平成27年度～平成28年度	森田 純哉	静岡大学・情報学部・准教授	1
C01 公募	15H01616 ロボットを介した人から人への作業知識伝達を対象としたインタラクション研究	平成27年度～平成28年度	三浦 純	豊橋技術科学大学・情報・知能工学系・教授	1
C02 公募	15H01611 正直シグナルの伝播による人らしさを生み出す操縦インタフェース	平成27年度～平成28年度	飯塚 博幸	北海道大学・情報科学研究科・准教授	1

	の構築				
C02 公募	15H01623 操作者の身体特性に自動適合する電動車椅子の適応走行制御システムの開発	平成27年度～ 平成28年度	硯川 潤	国立障害者リハビリセンター・福祉機器開発部・室長	1
公募研究 計12件					

# 研究領域全体に係る事項

## 1. 研究領域の目的及び概要（2 ページ以内）

研究領域の研究目的及び全体構想について、応募時に記述した内容を簡潔に記述してください。どのような点が「我が国の学術水準の向上・強化につながる研究領域」であるか、研究の学術的背景（応募領域の着想に至った経緯、応募時までの研究成果を進展させる場合にはその内容等）を中心に記述してください。

### 研究目的及び全体構想

相手が人であれ動物であれ、人は相手の心的状況（意図等）を読み取り、それに適応した行動を取ることを繰り返すことで、円滑にコミュニケーションを行っていると考えられる。人と人工物が自然にインタラクションを行うには、コミュニケーションの中での人のこのような心的状態の推定に基づく適応的で持続的な関係性を、人-人工物間にも成立させることが重要である。そのためには、人が、どのような状況で、どのような相手に対して、どのような**他者モデル**（他者の行動を理解・予測するための認知モデル）をもつのかを、またインタラクションの中で他者モデルをいかに学習、更新していくのかを明らかにする必要がある。そこで本領域研究では、人-人工物間の円滑で自然なインタラクションの実現を目指して、インタラクション中に変化する人の他者モデルを認知科学的に分析し、その知見を、ユーザに適応し、ユーザと持続的にインタラクション可能な人工物の設計・構築に応用するための基盤技術を確立する。これにより、従来の情報学や認知科学だけではなし得ていない、状況に応じて人と自然にインタラクション可能な人工物を設計するための基礎理論である**認知的インタラクションデザイン学**の確立を目指す。具体的には、以下の3つの研究項目の実現を目指す。

**【研究項目1】人-人インタラクションにおける他者モデルに基づく適応メカニズムの認知科学的分析とモデル化**：人-人インタラクションにおいて、人がどのような状況でどのような他者モデルをもち、それにしたがってどのようにインタラクションを行っているのか、またインタラクショ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-人インタラクショ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（発話音声に含まれる韻律情報、視線や動作）にも焦点を当てる。成人間のインタラクションの分析（**項目 1-1**）と子供-大人間の（特にロボットとの遊びを介した）インタラクションの分析（**項目 1-2**）を行う。項目 1-1 を研究計画班 A01 が、項目 1-2 を A02 が担当する。

**【研究項目2】人-動物インタラクションにおける他者モデルに基づく適応メカニズムの認知科学的分析とモデル化**：上記と同様な分析を人と動物のインタラクションでも実施する。例えば、動物が餌や人の教示（言葉）に含まれる韻律特徴（怒った／褒めた声に現れる普遍的な特徴）などの一次報酬系からいかにお手などの言葉の意味を学習し、さらに獲得された言葉という二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、また人という教示者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、人ならびに動物の他者モデルに基づく適応過程をモデル化する。研究計画班 B01 が担当する。

**【研究項目3】自然で持続的な人-人工物インタラクションを実現する人工物デザインの確立と環境知能の実現**：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（アプライアンスのエージェント化）のデザイン方法論を確立する（**項目 3-1**）。特に人工物設計について、「可愛い」「操作が簡単」等の美的センスや操作性の基準ではなく、ユーザとの自然で持続的なインタラクションの観点から新しい設計基準を提案し、その妥当性を実験的に検証する。さらに、ナビゲーション等での状況に応じたユーザへの情報提供の実現や、人の意図に応じて適応的に振る舞える人工物の実現を通して、人の適応性を支える**環境知能システム**を構築する（**項目 3-2**）。項目 3-1 を研究計画班 C01 が、項目 3-2 を C02 が担当する。

### 学術的背景

人と人工物の円滑なインタラクションを実現するために、これまでもいくつかの試みがなされている。第一に、システムが個々のユーザの癖や特徴を検出・学習し、ユーザへの情報表出などにそれを活かしてユーザに徐々に適応していく適応型インタフェースの研究が挙げられる。本領域研究における他者モデル

に基づき適応する人工物と共通点はあるものの、本領域研究と異なり、適応型インタフェースでは人（ユーザ）は学習する系とは見做されておらず、このことが適応的な人工物の実現を難しくしている。第二に、ペットロボット等の外見を生物に似せる試みが挙げられる。これに対して、C01 班の研究代表者の山田は、人工物のもつ過度に生物的な外見と生物よりも劣った機能とのギャップが顕在化するため、かえって持続的なインタラクションを困難にするという「適応ギャップ」の概念を提唱した。そのため、コンピュータやロボットなどの人工物の外見を生物らしくするだけでは、自然で持続的なインタラクションは実現できない。むしろ、人や動物に近い（外見ではなく）適応学習能力を人工物にもたせることで、人工物やアプライアンスをエージェント化することが重要である。

以上の学術背景のもと、上述したように、人-人/動物インタラクションにおける他者モデルに基づく心的状態の推定メカニズムを人-人工物インタラクションの設計に応用することを目指す。

### 着想に至った経緯、及び我が国の学術水準の向上・強化につながる新たな研究領域となる点

社会が高度に情報化し、家電はもちろん、ロボットやエージェントをはじめとする様々な人工物が日常生活に浸透しつつある。このような時代に、これら人工物が人とどのようにかわり、いかにして自然に人の活動を支援するかを実装レベルで明らかにすることが重要な学術的・社会的要請になっている。

このような要請に対して、上述したような試みがなされてきたが、いずれも、人と自然にかつ持続的にインタラクション可能な人工物の実現には至っていない。その一方で、多くの場合、人は他者と自然にかつ持続的にインタラクションを行っている。その鍵は、上述したように他者モデルに基づく意図推定だと考えられている (Baron-Cohen, 1997)。このような相手の心的状態の推定は、人同士のコミュニケーションに限られるものではなく、霊長類や一部の鳥類 (カラス類) も行っていると言われている (Premack & Premack, 2003; Bugnyar & Kotrschal, 2002)。同様な心的状態の推定は、同種ではない人 (飼い主) と伴侶動物のインタラクションにおいても生じていると推測される。というのも、伴侶動物 (例えば犬) は、飼い主が発する (お手などの) 短い言葉=命令の意味を、餌や、飼い主の声に含まれる韻律や表情などの報酬系から状況に応じて学習しており、最も原初的な形での意図推定が行われていると考えられるからである。そのため、人-人インタラクションおよび人-動物インタラクションにおける他者モデルに基づく心的状態の推定メカニズムを明らかにし、それを人-人工物インタラクションに応用すれば、人と自然にかつ持続的にインタラクション可能な人工物の設計に資すると期待される。

このように、人-人および人-動物インタラクションの認知科学的な分析と、人との自然かつ持続的なインタラクションを実現する人工物の設計という情報学的な研究を結びつけることで、上述した重要な学術的課題に応えられる新たな学術領域を確立することが本領域研究の目指すところである。人-動物インタラクションの研究の蓄積はこれまであまり多くはない。例えば、伴侶動物としての犬の動物行動学的な研究 (菊水, 2012) や生理学的研究 (Nagasawa et al., 2015) 等はあるものの、人-動物インタラクションを成立させる認知的メカニズムを分析し、それをモデル化する試みは存在しない。したがって本領域研究は、認知科学と工学的な視点からの人-動物インタラクション研究という新たな学術領域の開拓を含むものであり、新領域の開拓に貢献し得る。

また本領域研究では、ポスドククラスの若手研究者を多数雇用し、既存分野に機軸を置きながら、新しい融合分野に明るい人材として育成する。特に、若手研究者に専門外の研究分野を体験させる**領域内インターン制度**を設けて育成する点が新しく、その点でも我が国の学術水準の向上に貢献し得る。

本領域研究で実現する人工物は主体と環境の一体化を目指すものであり、本領域は、日本の情報技術の優位性を保ちつつ、社会を変革する独自技術を日本から生み出すような、世界をリードする新しい研究領域となり得る。

## 2. 研究の進展状況〔設定目的に照らし、研究項目又は計画研究ごとに整理する〕（3ページ以内）

研究期間内に何をどこまで明らかにしようとし、現在までにどこまで研究が進展しているのか記述してください。また、応募時に研究領域として設定した研究の対象に照らして、どのように発展したかについて研究項目又は計画研究ごとに記述してください。

### 研究項目 1: 人-人インタラクションにおける他者モデルに基づく適応メカニズムの認知科学的分析とモデル化

#### 計画研究 A01 班: 成人間インタラクションの認知科学的分析とモデル化

以下の3つの課題に対して研究を進め、おおむね順調に目標を達成している。

【課題 1】 コミュニケーション場の成立に関わる他者の情動状態推定の過程のモデル化

【課題 2-1】 旅行パッケージ等の対面販売状況における、インタラクション時の非言語情報から顧客の意図推定を可能にする他者モデルの分析

【課題 2-2】 非母語コミュニケーションを対象とした訛りに起因するミス・コミュニケーションの分析と訛りに対する嫌悪度の自動計測

【課題 1】 に関しては、インタラクションの主体の外見や身ぶり等のシンボリックな情報を排除し、可能な限りミニマムなインタラクションを行える実験環境を構築し、関係性が構築されていない2者が他者を互いに有意味な存在として認知し合う認知過程を分析した。その結果、コミュニケーション欲求の高低により、相手に対する行動戦略が異なることを明らかにし、コミュニケーション場の成立に関わる他者の情動状態推定の過程の一端が明らかにできた。【課題 1】 では主に、コミュニケーションが成立するまでの認知過程に焦点を当てているが、【課題 2】 では、コミュニケーションが成立していることを前提として、相手の心的状態を推定する認知過程に焦点を当てている。【課題 2-1】 については、実際の旅行代理店の店員と顧客を対象にした、実世界インタラクションに関する貴重なデータを収集できた。そのデータの分析により、顧客の体勢と頷きという二つの非言語行動から顧客の選好が推定でき、同時にこのような非言語行動は店員の言語行動から引き出されやすいことがわかった。【課題 2-2】 については、非母語コミュニケーションを対象とした訛りに起因するミス・コミュニケーションの分析のために、日本人と遭遇したことがない米国人 150 名を対象にした、どのような訛りが聞き取りにくいのかに関する大規模なデータに対する分析を行い、ミス・コミュニケーションの予測技術を確立できた。さらに、日本語教師・学習者のためのオンライン日本語アクセント辞書 OJAD を作成し、27ヶ国で 85 回ほどの講習会を実施した。

また、総括班と協力して、複数話者の動作と顔方向を、Kinect を用いて計測するための 3 次元会話計測システムと、発話の音響特徴を分析するツールを開発し、実際に実験計測に用いた。

#### 計画研究 A02 班: 子供=大人インタラクションの認知科学的分析とモデル化

以下の3つの課題に対して研究を進め、当初の予想以上の成果を得ている。

【課題 1】 子供-大人インタラクションを対象に、他者モデルの計算モデルを認知的視点から確立する。

【課題 2】 上記他者モデルを運用したエージェント同士が、相互に適応していくダイナミックな心的過程を明らかにする。

【課題 3】 計算モデルの構築や、実証・評価のための実験パラダイムやセンシング・データ解析手法を確立する。実験では、子供と大人が操作する遠隔対人ロボットのインタラクションを利用する。

【課題 1】 に関しては、まず、保育士がロボットを遠隔操作し子供と遊ぶ実験結果を解析することで、保育士がどのように子供に対する他者モデルを持ちそれを実際に運用しているのかについて、現象的な側面を明らかにした。次に、確率モデルを用いてその現象をモデル化し、このモデルが保育士と子供のインタラクション実験の知見に合致する振る舞いを表現できる可能性を示した。【課題 2】 に関しては、【課題 1】 で開発したモデルを有する 2 体のエージェントが、尤度最大化と強化学習の組み合わせで、相互適応しながら他者モデルを学習し、インタラクションを円滑にすることが可能となることをシミュレーション



で示した。【課題3】に関しては、一対一のインタラクションデータを収集するための実験と、リトミックと呼ばれる場における子供の集団的な振る舞いデータを収集する実験を設計し、それらのデータ解析手法を開発した。特にリトミックにおける分析によって、(1)リトミック活動の中で動きの模倣に着目すると、頻繁に模倣される場を引っ張る子供と模倣することの多い子供が存在し、リトミックの活動の回数を重ねることで、これらの子供たちがある種均一化していくこと、(2)場を引っ張るリーダー的存在は自制力がないといった一般的にはネガティブな項目と相関が高く、模倣することが多い子供は、社会性の高さを示す一般的にポジティブな項目と相関が高いというように、性格と振る舞いにある種の相関があることがわかった。これらの課題によって得られた具体的な知見をもとに、子育て支援ロボット『ChiCaRo』を開発し、託児所のような公共空間への応用を企業と検討している。将来的には、客観的な計測データに基づいて保育の問題を議論する『情報保育学』の確立が期待される。

また、総括班と協力して、移動しながら対話を行なう際にデータ取得が可能なモバイル版ソシオメータを開発し、実験計測に利用した。さらに、幼稚園児のバッジに組み込める超小型軽量版の設計も行った。

## 研究項目 2: 人-動物インタラクションにおける他者モデルに基づく適応メカニズムの認知科学的分析とモデル化

### 計画研究 B01 班: 人-動物インタラクションにおける行動動態の分析と認知モデル化

以下の2つの課題に対して研究を進め、人-イヌインタラクションの研究を除き、おおむね順調に目標を達成している。

【課題1】馬術や盲導犬訓練等の人-動物インタラクションの自然な場面における、社会的シグナルの定量的計測と探索的検討（フィールド計測）

【課題2】社会的シグナルによる相互推定と人-動物の関係性の認知基盤の解明（認知実験研究）

【課題1】に関しては、馬術訓練場面におけるウマの動作計測から、ウマの歩様動作を教師なしで、かつウマの動作観察の熟練者による観察とほぼ一致する精度(97%)で分類することに成功した。また、ウマの歩様を変更させる手綱や鞭の操作の熟達者と初級者の違いを、ヒトの生理計測から調べることに成功した。また、日本ザルの「猿回し芸」訓練において、見まね訓練を行っている際のサルと人の動作計測から、人は訓練の当初から同じ動作で訓練を行うのではなく、様々な動作のバリエーションが存在し、それが訓練の進行に伴って減少することがわかった。このことから、訓練場面において、人と動物の相互学習によって社会的シグナルの収束が行われていることが示唆された。【課題2】に関しては、日本ザルでも訓練を行えば、指さし行動が他者の行為（特定のエサをとって与える）を指示する社会的シグナルとして発現し得るという新しい発見が得られた。また、イヌにおいて、人の直視に報酬性があることを実験的に示した。さらに、人の笑顔は怒り顔よりもウマの緊張（情動ストレス反応）を速く緩和させる可能性を実験的に示し、ウマが人の表情の情動価を理解している可能性が示唆される結果を得た。

## 研究項目 3: 自然で持続的な人-人工物インタラクションを実現する人工物デザインの確立と環境知能の実現

### 計画研究 C01 班: 人の持続的な適応を引き出す人工物デザイン方法論の確立

以下の3つの課題に対して研究を進め、おおむね順調に目標を達成している。

【課題1】適応認知における認知バイアスの分析

【課題2】周辺認知テクノロジー(PCT)による情報通知手法の確立

【課題3】オンラインショッピングの推薦エージェントとのインタラクションデザインの検討

【課題1】に関しては、人の適応認知モデルを構成し、適応ユーザインタフェースへ応用することを目

指した。相手の意図を推定し合うマークマッチングゲームを実験環境で用いて、人と適応アルゴリズムが対戦する実験を行った。その際、人が相手コンピュータのアルゴリズムをどのように理解するかについて、マルコフ性バイアス、決定論バイアス等の認知バイアスを仮定し、実際の参加者の行動からそれらのバイアスの妥当性を実験的に検討した。その結果、間接的ではあるが、提案した3つのバイアスの存在を支持する結果が得られた。【課題2】に関しては、注意の周辺での変化に対して人間の認識が鈍ることをインタラクティブデザインに利用する周辺認知テクノロジーの実装として、認識可能な周辺視野が集中により狭くなる効果を利用した情報通知を実現した。そして、実環境に近いPCデスクトップ環境において参加者実験を行い、その有効性を検証した。特に、周辺領域に情報通知をフェイド表示するだけで、タスク集中が途切れたときにタイミング良くユーザが通知に気付くという情報通知をPCTにより実現できた。【課題3】に関しては、オンラインショッピングで商品を推薦する擬人化エージェントPRVAが推薦効果を高めるには、ユーザに信頼してもらうことが必須となるため、エージェントからユーザへ情報を出出することで、信頼感を高めるようにユーザの内部状態を遷移させる方法を開発した。具体的には、ユーザの信頼状態を感情と知覚知性の2値パラメータで記述したモデルを提案し、このモデルに基づいて2つのパラメータを両方とも高く遷移させることで、信頼関係を高めることが可能なことを示した。

### **計画研究 C02 班：人の適応性を支える環境知能システムの構築**

以下の3つの課題に対して研究を進め、おおむね順調に目標を達成している。特に、人-人工物インタラクティブに“今性”を持たせる階層（今性の層）、人と人工物がお互いに心的状態を読み合う層（心を読み合う層）、人と人工物が言葉や知識を用いてインタラクティブする層（高次インタラクティブの層）に分けるというモデル（デザイン原理）を提唱し、それら層間の連携に注目しながら研究を進めている。

**【課題1】** 人工物のための他者モデルの研究（人型エージェントのための他者モデル）

**【課題2】** 人工物の身体化モデルの研究（搭乗型エージェント、装着型エージェントパーツの他者モデル）

**【課題3】** 身体が不定なアンビエントモデルの研究

【課題1】に関しては、2体のロボットが“今性”（インタラクティブ中のやり取りに時間遅れがないこと）のある振る舞いを示すことで人にロボットの意図を読ませることが可能なことがわかった。具体的には、実験参加者の前にいる2体のロボットが、参加者の後方にある物体に視線を向ける際に、2体が同時に視線を向ける場合と、2体が順番に視線を向ける場合を比較し、同時に視線を向けた場合にのみ参加者の注意が後方に誘導されることを突き止めた。また、プロジェクタロボットを構築し、“今性”のある振る舞いの詳細な分析が可能なハードウェアを構築した。【課題2】に関しては、自律走行車椅子への命令を例題とした高次インタラクティブの研究および車椅子の身体化に関する研究を行った。車椅子の命令の研究では、「大きく曲がれ」や「早く行け」といった人の主観で決まる程度量表現を含む音声命令を扱い、車椅子が認識している地形情報と個人の程度量表現を結び付けることで、個人に適応する形で程度量表現を扱うことのできる高次インタラクティブの層を実現した。また、車椅子の身体化の研究では、周囲の環境や車椅子の挙動から無意識に人が感じるストレスを心拍で拾い車椅子の制御に影響させるシステムを構築し、その評価を行った結果、心を読み合う層での意図の共有が身体化モデルにおいては重要となる可能性が示唆された。さらに、実験用ハードウェアとしてエージェンシーグラスを構築した。【課題3】に関しては、様々な機器に移動してユーザへのサービスを行うマイグレートエージェントを構築し、エージェントの意図的な行動を一貫性のある形で実行し、心を読み合う層と高次インタラクティブの層の連携を実現した。

### 3. 審査結果の所見において指摘を受けた事項への対応状況（2ページ以内）

審査結果の所見において指摘を受けた事項があった場合には、当該コメント及びそれへの対応策等を記述してください。

審査結果の所見では、「本計画研究で構築しようとする他者モデルについて、そのプロトタイプや輪郭が示されておらず、人工物設計への応用まで到達可能か懸念される。本領域の目的達成のために、各計画研究における研究の連携をより強化するための工夫が求められる。また、社会への応用という点では、より一層の具体的な計画が必要である。」という指摘を頂戴した。指摘された「連携の強化」、「社会への応用」、「他者モデルのプロトタイプや輪郭の明確化」に関して、各計画研究において対応策を講じて実施してきた。それらに関して、以下、説明する。

#### 総括班 X00

1. 研究計画間の連携を強化するために、共通実験ツールの開発を行い、一部の実験研究で使用した。具体的には、着座状態で対話している際の各種非言語情報のデータ（顔方向、人体骨格の3次元位置と3次元モデル等）の計測を可能にする3次元会話計測システムを構築し、A01班、A02班の計測に利用した。
2. 移動しながら対話を行う際にデータ取得が可能なモバイル版ソシオメータを開発し、A02班の計測に利用した。
3. 詳細な動作計測を行うためのモーションキャプチャ装置を備えた実験環境を構築し、B01班のウマの歩様の計測に用いた。
4. 領域内インターンシップ制度によって若手研究者が異なる班どうしを繋ぐことで、インターンシップをきっかけとした共同研究からの論文執筆の成果も出始めている。

#### 班同士の連携

1. A01班は、【課題 2-1】（インタラクション時の非言語情報から顧客の意図推定を可能にする他者モデルの分析）の研究成果を、C01班の【課題 3】（オンラインショッピングの推薦エージェントとのインタラクションデザイン）における旅行相談エージェントの開発に活かすべく、両者で相談を開始した。
2. 研究が遅れているB01班の人-イヌインタラクションの研究に関して、X00班で雇用した研究員とA01班の植田が協力しながら推進する体制を構築しつつある。
3. C02班が提示している3層からなるインタラクションモデルのうち、今性の層と心を読み合う層の連携は、人-動物インタラクションでも起きている主要な現象の一つであるため、B01班の実験結果を分析して応用すべく、B01班とC02班が相談を開始した。
4. C02班で作成しているエージェンシーグラスを用いて人の表情を統制して実験を行うことを、B01班で検討している。

#### 計画研究 A01 班

1. 社会への応用を考慮し、【課題 2-1】（インタラクション時の非言語情報から顧客の意図推定を可能にする他者モデルの分析）に関して大手旅行代理店と共同研究を進めているばかりでなく、当該旅行代理店に実験結果をフィードバックし、店員教育に役立ててもらっている。
2. 【課題 2-2】における非母語話者の発話に対する母語話者の聞き取りにくさに関する研究成果も外国語教育へフィードバックして、研究成果のアウトリーチに努めている。特に、日本語教師・学習者のためのオンライン日本語アクセント辞書 OJAD を作成し、27ヶ国で85回ほどの講習会を実施した。

### 計画研究 A02 班

1. 「他者モデル」が具体的にどのようなものであるかを、先端的な統計的機械学習を援用した計算モデルとしてこれまでの研究で示してきた。しかし、状態空間の設計問題が存在しているため、公募班との連携によりその解決策を提示し、現在、検証を進めている。
2. 子供-大人インタラクションの研究成果を社会へ応用すべく、検討を開始している。具体的には、子育て支援ロボット『ChiCaRo』を開発し、(株)ドロップシステムとは託児所のような公共空間への応用を検討している。

### 計画研究 B01 班

1. 【課題 1】(フィールド計測)においてウマの歩様動作を機械学習によって分類するために用いる、ウマ用の加速度センサの開発を企業との共同研究で行った。

### 計画研究 C01 班

1. 構築する他者モデルについて、そのプロトタイプや輪郭を示すために、いくつかのユーザインタフェースの実装とその評価を行うことで対応してきた。例として、オンラインショッピングで商品を紹介する商品推薦擬人化エージェントを実際に実装し、その擬人化エージェントを用いた実験環境において、参加者実験により、エージェントの表情や話し方でユーザの信頼状態を遷移させることが可能なことを確認した。さらに、ユーザモデルを必要としないペリフェラル情報通知を実際に実装し、その有効性を実験的に示した。最後に、周辺認知テクノロジー研究の一環として、スマートフォンを搭載して、情報通知が生じると起き上がるシェイプシフティングデバイスを実装し、ユーザへのアンケート調査により、その効果を検討した。

### 計画研究 C02 班

1. 構築する他者モデルについて、そのプロトタイプや輪郭を示すために、人-人工物インタラクションの他者モデルを設計対象ではなく、インタラクションの際に生じる心を読み合う関係として捉え、人-人工物インタラクションに今性を持たせる階層(今性の層)、人と人工物がお互いに心的状態を読み合う層(心を読み合う層)、人と人工物が言葉や知識を用いてインタラクションする層(高次インタラクションの層)の3層からなるインタラクションモデルを提示した。そして、今性の層および、高次インタラクションの層を適切に設計することで、想定した人工物の他者モデルを発生させられることを実験的に示し、最終的に構築する他者モデルのプロトタイプとしている。

以上の通り、A01 班と A02 班では研究成果の社会応用に、C01 班と C02 班では最終的に構築する他者モデルのプロトタイプと輪郭の明確化に注力してきた。さらに、総括班を中心に班同士の連携を行ってきた。このような連携を今後ますます加速させ、認知的インタラクションデザイン学の確立を目指す。

#### 4. 主な研究成果（発明及び特許を含む）【研究項目ごとに計画研究・公募研究の順に整理する】

（3 ページ以内）

本研究課題（公募研究を含む）により得られた研究成果（発明及び特許を含む）について、新しいものから順に発表年次をさかのぼり、図表などを用いて研究項目ごとに計画研究・公募研究の順に整理し、具体的に記述してください。なお、領域内の共同研究等による研究成果についてはその旨を記述してください。記述に当たっては、**本研究課題により得られたものに厳に限ること**とします。

##### 研究 A01：成人間インタラクションの認知科学的分析とモデル化

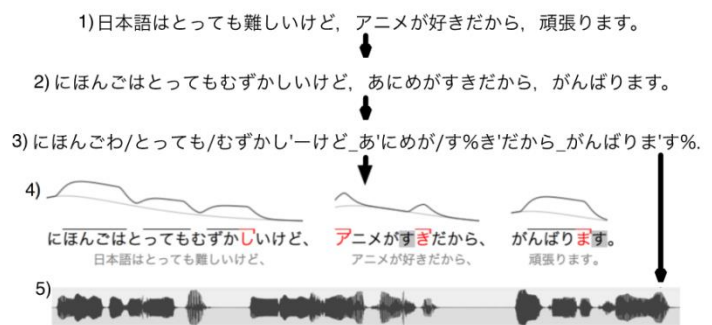
###### 【計画研究】

###### 1. 対面販売状況における顧客の意図推定を可能にする他者モデルの分析（植田・本田研究員）

実験的統制をほとんど加えずに、可能な限りリアルフィールドに近いインタラクション場面（旅行相談）における非言語行動を分析した。その結果、体勢や頷きから顧客の内的状態（選好）が推定できること、またこのような非言語行動は店員の言語行動から引き出されやすいことが示され、顧客の選好形成プロセスにおける言語・非言語行動の影響を明らかにできた。PLOS ONE に投稿準備中。

###### 2. 韻律読み上げチュータの構築とそれを用いた日本語韻律教育支援（峯松）

外国人が共通語を学ぶ場合、特有の韻律制御を学ぶ必要があるが、従来これは「教えなくてよいもの」として扱われてきた。テキストからの韻律予測技術を応用し、日本語教育史上初めて、任意文を共通語で読むためのチュータを構築した（右図を参照）。27ヶ国で、80回以上の講習会を実施した。



###### 【公募研究】

###### 1. 直感的デバイスを用いたコミュニケーション・システムの設計と理論（池上・C01 公募班飯塚）

仮想空間内での触覚を使ったコミュニケーション（触覚交差実験）において、どの触覚刺激が相手のものであるかの主観的な「気づき」の強さと、時系列解析から客観的に判別できる受動的・能動的知覚とを関係づけることができた。Scientific Report に投稿準備中。

###### 2. 肝腫瘍切除手術における 3D 印刷された肝臓モデルの利用に関する検討（三輪）

人命に関わる高難度外科手術の現場で利用される 3D 印刷された人体臓器モデルが、医師個人、および医師間の認知的活動に与える影響について検討を行った。本研究は、人類の道具史上に出現した新たな人工物が、高度エキスパート間のインタラクションをどのように変化させるかを明らかにしようとする、挑戦的取り組みである。

Human Factors に投稿中。



##### 研究 A02：子供⇄大人インタラクションの認知科学的分析とモデル化

###### 【計画研究】

###### 1. リトミック活動の場の計測と解析技術の開発と他者モデルの検討（長井・岡）

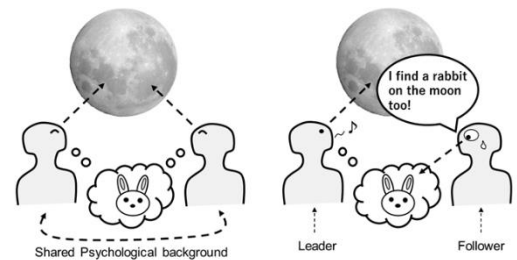
子どもが他者モデルをどのように発達させ、社会的振る舞いがどのように変容するかをデータに基づいて解明するために、リトミックというリズム運動をベースとした情操教育の場を対象とし、幼児を横断的に計測することで知見を得て、その結果を説明できるようなモデルを構築した。現在までに、モバイルソシオメータと外部センサを連携した場の計測技術、加速度波形の相互相関に基づく解析手法、確率モデルに基づく他者モデルのモデル化手法を開発した。これによって、子ども達の振る舞いを定量的に捉え、その変容のダイナミクスを捉える可能性を示した。IEEE RO-MAN 等で発表した。



**【公募研究】**

2. 人間と人間、人間とロボットの主観のシンクロ（間主観性）にかかわる概念モデルの提案（高橋）

ロボットが人間に近い知能をもったと定義するためには、個として高い知能をもつだけでは不十分であり、人間と間主観的状态を構築する必要がある。その概念的整理として、月に対して抱く二者間のイメージのシンクロについての概念モデルを構築した。Frontiers in Psychology に投稿中である。（図の左は真の間主観的關係性を、右は偽の間主観的關係性（既存の人工知能）を示す。）



**研究 B01：人＝動物インタラクションにおける行動動態の分析と認知モデル化**

**【計画研究】**

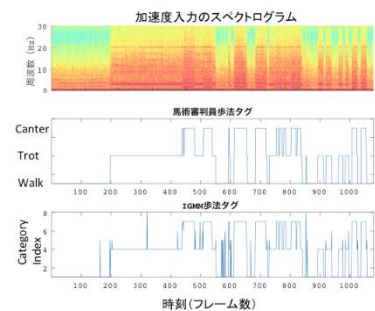
1. 飼い主の直視は、イヌの要求行動を促進する（大北研究員・菊水・永澤）

飼い主がイヌに視線を向ける場合と逸らした場合で、イヌの要求行動（飼い主に視線を向ける、鳴く）に違いが見られるどうかを検討した結果、視線を向けたときの方が逸らした場合よりも要求行動の頻度は高くなった。飼い主の視線がイヌの行動頻度を上昇させることから、イヌにおけるヒト視線の報酬性が示唆された。Behavioural Processes に発表した。

**【計画研究と公募研究の連携】**

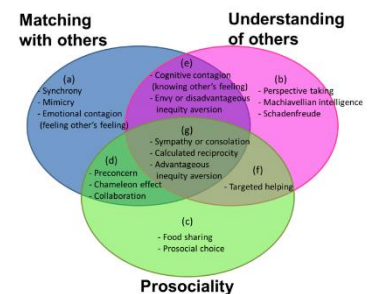
2. 機械学習による加速度データからウマの歩法判定法の開発（鮫島・大北研究員・池田）

ウマの歩法判定を、ウマの胴体に設置した加速度センサによって自動判定する方法を開発した。教師無し学習の一種である infinite Gaussian mixture model (IGMM)による分類を行ったところ、最大で約95%の正解率（人審判員を正解と定義）を得た。日本ウマ科学会学術集会で発表した。



3. 共感メカニズムの認知進化モデル（山本・瀧本）

共感関連現象を説明するモデルを提示し、霊長類における事例を基に共感メカニズムの認知進化を考察した。このモデルは、共感を構成する要因を「他者との同一化」、「自他分離に基づく他者理解」、「向社会的」の3つに分け、それらの組み合わせによって様々な共感関連現象とその進化を説明するものである。心理学評論に発表した。



**研究 C01：人の持続的な適応を引き出す人工物デザイン方法論の確立**

**【計画研究】**

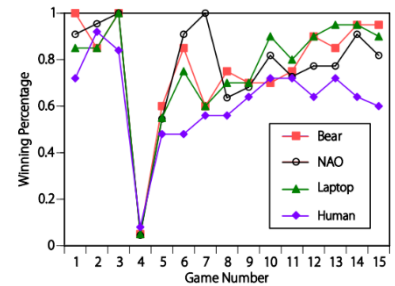
1. 人-ロボット間におけるリーダーフォロワー関係の決定要因（山田・寺田）

人とロボットが効率的に協同作業を推進するためにはリーダーフォロワー関係を形成することが重要である。本研究では、人が知性の高いロボットよりも自分の意見に固執するロボットに対して従う傾

向があることが明らかとなった。HAI2016 に投稿中である。

## 2. エージェントの行動多様性がマインドリーディングとビヘイビアルリーディングの採用に与える影響 (山田・寺田)

人は他者の振舞い理解にマインドリーディングとビヘイビアルリーディングを使い分ける。本研究では、ゼロ和ゲームにおいてエージェントの行動多様性が感じられる場合にエージェントに対して心を帰属することを示した。研究成果は Cognition に投稿中である。



### 【公募研究】

## 3. 時計の針の進行速度制御による単純作業パフォーマンス向上手法の検討 (櫻井)

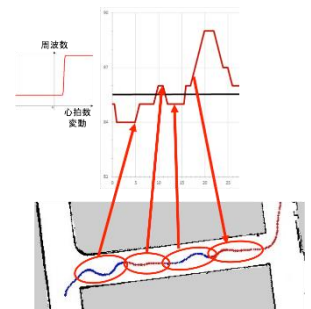
本研究では、「絶対的な時間を示す装置」と認識される時計の針が右方向に回転する場合のみ、その針の進行速度と単純作業の作業効率が正の相関関係を持つことを示した。研究成果は、日本バーチャリアリティ学会論文誌および Augmented Human 2015 で発表した。

## 研究 C02 : 人の適応性を支える環境知能システムの構築

### 【計画研究】

## 1. 搭乗型人工物との適応的インタラクション (今井・篠沢)

搭乗型人工物が人と適応的にインタラクションするメカニズムの研究として自律走行車椅子の研究を行った。具体的には、周囲の環境や車椅子の挙動から人が無意識に感じるストレスを心拍で検知し車椅子の制御に影響させるシステムを構築し、人の緊張と車椅子の挙動の同調が起きることで同システムが身体化に貢献できるのか検討した。その結果、心拍を介して人と車椅子を一つの系としたシステムが構成できる(右図)と共に、心拍を介した同調において、意図の分かりやすい行動を示すと搭乗者の心的状態が安定することが明らかになった。



## 2. 複数台ロボットによる他者モデルの効果 (小野)

2体のロボットの視線の効果を測定した。具体的には、参加者の前にいる2体のロボットが、参加者の後方にある物体に視線を向ける際に、2体が同時に視線を向ける場合と、2体が順番に視線を向ける場合を比較した結果、2体が同時に視線を向けた場合のみ、参加者の注意が後方に誘導された(右図)。さらに、実験結果に基づき人の注意を誘導するシステムを提案・実装し、評価実験により、提案システムの妥当性を示した。



### 【公募研究】

## 3. 人らしさを生み出す相互作用における時間遅れに対する安定性 (飯塚)

二人の人が、レール上のプローブをスライドさせ、お互い同じ位置にプローブがあるときに振動を感じるシンプルなシステムを用いて、人は振動を与える対象に人らしさを見出すかを検討した。相手が人であることを知らされていない参加者が探索的にプローブをスライドさせることでどのような他者モデルを構成するのかを調べた結果、各ペアが作り出す相互作用の速さに応じて、時間遅れに対する安定性が異なり、遅い方が人らしさを発見しやすいことがわかった。

## 4. 電動車椅子ライフログが示すユーザと環境のインタラクション (硯川)

電動車椅子の長期的な走行データの分析から、車椅子操作者が段差や路面凹凸等の環境的な走行障害因子を認識し、ジョイスティック操作に反映することで車体挙動への影響を抑制する様子を分析した。

## 5. 研究成果の公表の状況（主な論文等一覧、ホームページ、公開発表等）（5 ページ以内）

本研究課題（公募研究を含む）により得られた研究成果の公表の状況（主な論文、書籍、ホームページ、主催シンポジウム等の状況）について具体的に記述してください。記述に当たっては、本研究課題により得られたものに厳に限定することとします。

- 論文の場合、新しいものから順に発表年次をさかのぼり、研究項目ごとに計画研究・公募研究の順に記載し、研究代表者には二重下線、研究分担者には一重下線、連携研究者には点線の下線を付し、corresponding author には左に\*印を付してください。
- 別添の「(2) 発表論文」の融合研究論文として整理した論文については、冒頭に◎を付してください。
- 補助条件に定められたとおり、本研究課題に係り交付を受けて行った研究の成果であることを表示したもの（論文等の場合は謝辞に課題番号を含め記載したもの）について記載したもののについては、冒頭に▲を付してください（前項と重複する場合は、「◎▲・・・」と記載してください。）。
- 一般向けのアウトリーチ活動を行った場合はその内容についても記述してください。

### 総括 X00: 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 解説記事（合計 3 件）

- \*植田一博, 小野哲雄, 今井倫太, 長井隆行, 竹内勇剛, 鮫島和行, 大本義正: 意思疎通のモデル論的理解と人工物設計への応用, 人工知能, 31(1), pp.3-10 (2016.1).

### 主催シンポジウム（合計 1 件）

- RO-MAN'15 オーガナイズドセッション. 国内での開催. 国内からの参加者：10 名, 海外からの参加者：6 名.

### 一般向け講演会・セミナー（合計 3 件）

- 大澤博隆: 知能が作る社会・社会が作る知能：HAI 研究による知能と社会のデザイン 京都工芸繊維大学公開講義「認知的インタラクシオンデザイン学」(2014.11)
- 竹内勇剛: Media Equation: マシンと人との認知的な境界, 京都工芸繊維大学公開講義「認知的インタラクシオンデザイン学」(2014.11)
- 小野哲雄: エージェントを用いた環境知能システムのデザイン, 京都工芸繊維大学公開講義「認知的インタラクシオンデザイン学」(2014.11)

### 研究 A01: 成人間インタラクシオンの認知科学的分析とモデル化

#### 【計画研究】

#### 書籍（合計 1 件）

- ◎内村直之, 植田一博, 今井むつみ, 川合伸幸, 嶋田総太郎, 橋田浩一: はじめての認知科学, 新曜社 (2016.3).

#### 解説記事（合計 3 件）

- ▲\*植田一博, 竹内勇剛, 大本義正, 本田秀仁: 成人間インタラクシオンの認知科学的分析とモデル化, 人工知能, 31(1), pp.11-18 (2016.1). 査読無
- ◎\*峯松信明: 音声に含まれる様々な個人性の自動推定, 日本音響学会誌, 71(9), pp.490-497 (2015.9). 査読有
- \*峯松信明: 日本語学習に強力な味方＝O J A D、南米で初講習＝文章から音声を自動生成, ニッケイ新聞, <http://www.nikkeishimbun.jp/2015/150813-71colonia.html> (2015.8). 査読無

#### 学術雑誌論文（査読有）（合計 5 件）

- \*河野慎, 遠藤結城, 戸田浩之, 小池義昌, 植田一博: Recursive Autoencoder にもとづいた移動軌跡からの特徴量自動抽出手法の提案, 日本データベース学会和文論文誌, 14(12), pp.1-6 (2016.3).
- ▲山本紗織, \*竹内勇剛: 返報義務感を低減させる Human-Agent Interaction デザイン, 知能と情報（日本知能情報ファジィ学会）, 27(6), pp.898-908 (2015.12).
- ◎\*峯松信明: 日本語音声・テキストコーパス情報処理に基づくオンライン韻律教育インフラの構築, 音声研究, 19(1), pp.18-31 (2015.10).
- ◎Short, G., Hirose, K., Kondo, M., & \*Minematsu, N.: Automatic recognition of Japanese vowel length accounting for speaking rate and motivated by perception analysis, Speech Communication, 73, pp.47-63 (2015.10).
- ▲\*Takahashi, K., Fukuda, H., Samejima, K., Watanabe, K., & \*Ueda, K.: Impact of stimulus uncanniness on speeded response, Frontiers in Psychology, 6(662), pp.1-9 (2015.5).

#### 国際会議発表（合計 23 件）

- \*Maehigashi, A., Miwa, K., Terai, H., Igami, T., Nakamura, Y., & Mori, K.: Investigation on Using 3D Printed Liver during Surgery, Proceedings of the 37th Annual Meeting of the Cognitive Science Society (CogSci2015), pp.1476-1481 (2015.7).(@Pasadena, United States of America (USA))



11. \*Maehigashi, A., Miwa, K., Oda, M., Nakamura, Y., Mori, K., & Igami, T.: Influence of 3D images and 3D-printed objects on spatial reasoning, Proceedings of the 38th Annual Meeting of the Cognitive Science Society (CogSci2016), in press (2016.8).(@Philadelphia, United States of America (USA))

主催シンポジウム (合計 2 件)

12. HAI シンポジウム 2015. 国内にて開催. 国内からの参加者 : 130 名.
13. HCG シンポジウム 2015. 国内にて開催. 国内からの参加者 : 参加者 250 名.

一般向け講演会・セミナー (合計 7 件)

14. 峯松信明: 2015 年度 OJAD 講習会 (全 24 回) .
15. 竹内勇剛: 人らしさの本質と機械・ロボット, 静岡大学情報学部公開講座 2015「機械と人間」 (2015.11)
16. 竹内勇剛: 人とマシンとのインタラクション, 人機官能コンソーシアム講演 (2015.7)
17. 竹内勇剛: 行動に基づく意図の推定, 人機官能コンソーシアム講演 (2015.6)
18. 竹内勇剛: Media Equation: マシンと人との認知的な境界, 人ロボ共生リサーチセンター講演 (2015.3)
19. 峯松信明: 2014 年度 OJAD 講習会 (全 26 回) .
- 竹内勇剛: Media Equation: マシンと人との認知的な境界, 京都工芸繊維大学特別講義 (2014.11)

【公募研究】

学術雑誌論文 (合計 1 件)

1. Caleb Scharf,C., Virgo,N., Cleaves,H. James. II., Aono,M., Aubert-Kato,N., Aydinoglu,A., Barahona,A., Laura M. Barge,L. M., Benner,S.A., Biehl,M., Brassler,R., Butch,C.J., Chandru,K., Cronin,L., Danielache,S., Fischer,J., Hernlund,J., Hut,P., Ikegami,T., Kimura,J., Kobayashi,K., Mariscal,C.,McGlynn,S., Menard,B., Packard,N., Pascal,R., Pereto,J., Rajamani,S., Sinapayen,L., Smith,E., Switzer,C., Takai,K., Tian,F., Ueno,Y., Voytek,M., Witkowski,O., & Yabuta,H.: A Strategy for Origins of Life Reserch, Astrobiology, 15(12), pp. (2015). 査読無

国際会議発表 (合計 9 件)

研究 A02 : 子供=大人インタラクションの認知科学的分析とモデル化

【計画研究】

書籍 (合計 2 件)

1. \*深田智: 〈いま・ここ〉の内と外---外の世界への注目と仮想世界への入り込みを中心に---, pp.358-377, 深田智, 田村敏広, 西田光一 (編): 「言語研究の視座」, 開拓社 (2015).
2. Fukada, C.: The Dynamic Interplay between Words and Pictures in Picture Storybooks: How Visual and Verbal Information Interact and Affect the Readers' Viewpoint and Understandingpp.217-236, In. Dancygier, B., Lu, W., & Verhagen, A. (Eds.): "Viewpoint and the Fabric of Meaning," Mouton de Gruyter (2016).

解説記事 (査読無) (合計 2 件)

3. \*長井隆行, 中村友昭, 岡夏樹, 大森隆司: 子供—大人インタラクションの認知科学的分析とモデル化, 人工知能学会誌, 31(1), pp.19-26 (2016.1). 寄稿論文.
4. 深田智, 坪田康, 竹井智子: スーパー英語 Academic Express 2—新たな e-learning システムの導入とその可能性—, Center for Information Science 2015 (京都工芸繊維大学情報科学センター運営委員会広報専門部会) , 31, pp.9-13 (2015).

学術雑誌論文 (合計 5 件)

5. ▲\*長井隆行, 中村友昭, 岡夏樹, 大森隆司: 子供—大人インタラクションの認知科学的分析とモデル化, 人工知能学会誌, 31(1), pp.19-26 (2016.1). 査読無
6. ▲\*Sakato, T., and Oka, N.: Achieving Cooperative Behavior Based on Intention Estimation by Learning Combinations of Modules, International Journal of Sciences: Basic and Applied Research, 24(7), pp.346-356 (2015.12). 査読有
7. ▲\*中村友昭, 長井隆行, 船越孝太郎, 谷口忠大, 岩橋直人, 金子正秀: マルチモーダル LDA と NPYLM を用いたロボットによる物体概念と言語モデルの相互学習, 人工知能学会誌, 30(3), pp.498-509 (2015.3). 査読有
8. ◎▲\*阿部香澄, 日永田智絵, アッタミミ ムハンマド, 長井隆行, 岩崎安希子, 下斗米貴之, 大森隆司, 岡夏樹: 人見知りの子どものロボットの良い関係構築に向けた遊び行動の分析, 情報処理学会論文誌, 55(12), pp.2524-2536 (2014.12). 査読有
9. \*ムハンマドアッタミミ, ファドリルムハンマド, 阿部香澄, 中村友昭, 船越孝太郎, 長井隆行: 多層マルチモーダル LDA を用いた人の動きと物体の統合概念の形成, 日本ロボット学会誌, 32(8), pp.89-100 (2014.8). 査読有

国際会議発表 (合計 15 件)

## 主催シンポジウム (合計 1 件)

10. HAI2015 DAEGU. 海外にて開催. 国内からの参加者 : 40 名, 海外からの参加者 : 60 名.

### 【公募研究】

#### 書籍 (合計 1 件)

1. 大森隆司: 脳科学と人工知能～脳の仕組みから見る人工知能と今後の可能性 (9 章), 印刷中, 池田拓史, 市瀬龍太郎, 長橋賢吾, 山下隆義, 石井一夫, 堀田一弘, 藤田雄介, 高村大也, 大森隆司, 高村淳, 中田豊久, 山下隆義, 神田泰行, 東博暢, 広口正之, 神田武, 野辺継男, 尾形哲也, 堂前幸康, 奥野恭史, 荒牧英治, 若宮翔子, 吉田博, 永田毅, 北山哲士, 永田毅, 後藤正幸 (著): 「人工知能関連技術 活用資料集」, 情報機構 (2016.6).

#### 学術雑誌論文 (査読有) (合計 4 件)

2. 渡邊紀文, 森文彦, \*大森隆司: 周辺視ディスプレイと振動デバイスを利用した歩行誘導効果と感覚統合のモデル構築, 知能と情報, 採録済, (2016).
3. ©Oyama, E., Shiroma, N., Watanabe, N., Agah, A., \*Omori T., & Suzuki, N. : Behavior navigation system for harsh environments, *Advanced Robotics*, 30(3), pp.151-164 (2016.3).
4. Takahashi H., IZUMA, Matsumoto M., Matsumoto K., \*Omori T.: The anterior insula tracks behavioral entropy during an interpersonal competitive game, *PLOS ONE*, 10(6), e0123329 (2015.6).
5. ©小川昭利, 豊巻敦人, \*大森隆司, 室橋春光: ERP correlates of feedback processing for number of misses in gambling, *認知科学*, 22(3), pp.315-325 (2015.5).

#### 国際会議発表 (合計 2 件)

## 研究 B01 : 人=動物インタラクションにおける行動動態の分析と認知モデル化

### 【計画研究】

#### 解説記事 (査読無) (合計 3 件)

1. ©\*鮫島和行, 大北碧, 西山慶太, 瀧本彩加, 神代真里, 村井千寿子, 澤幸祐: 人 - 動物間における社会的シグナル, 人工知能, 31(1), pp.27-34 (2016.1).
2. ©\*神代真里, 鮫島和行: サル類を対象とした行動解析 サルの‘心の理論’を目の動きから探る, *Labio 21* (日本実験動物協会情報誌), 62, pp.32-35 (2015.10).
3. ©\*鮫島和行: 意思決定の計算神経機構, *オペレーションズ・リサーチ*, 60(4), pp.185-190 (2015.4).

#### 学術雑誌論文 (査読有) (合計 4 件)

4. ©瀧本彩加, \*山本真也: 共感関連現象を説明する組み合わせモデルとヒト以外の霊長類における事例., *心理学評論*, 58(3), pp.255-270 (2015.12).
5. ©\*瀧本彩加: 向社会行動の進化の道筋をめぐる議論の整理, *動物心理学研究*, 65(1), pp.1-9 (2015.5).
6. ©\*Ohkita, M., Nagasawa, M., Mogi, K., & Kikusui, T.: Owners' Direct Gazes Increase Dogs' Attention-getting Behaviors, *Behavioural Processes*, 125, pp.96-100 (2015.4).
7. ©\*Sawa, K., & Kurihara, A.: The Effect of Temporal Information among Events on Bayesian Causal Inference in Rats., *Frontiers in Psychology*, 5, pp. 1142 (2014.10).

#### 主催シンポジウム (合計 2 件)

8. 瀧本彩加・大西賢治・長谷川壽一: 向社会性を多角的な視点でとらえる—遺伝子・神経ホルモン・神経システム・行動に着目して—.(公募シンポジウム SS-050), 日本心理学会第 78 回大会, 国内からの参加者 : 70 名 (2015.9)
9. 澤幸祐・瀧本彩加・鮫島和行 (2015). 異種間で伝達される社会的シグナルの探求—種を超えて結ばれる絆の形成メカニズムの解明に向けて—.(公募シンポジウム SS-097), 日本心理学会第 79 回大会, 国内からの参加者 : 70 名 (2015.9)

### 【公募研究】

#### 書籍 (合計 2 件)

1. Hare, B., Yamamoto, S. (Eds.): "Bonobo Cognition and Behaviour," Brill (2015).
2. \*Sakamaki, T., Behncke, I., Laporte, M., Mulavwa, M., Ryu, H., Takemoto, H., Tokuyama, N., Yamamoto, S., & Furuichi, T.: Intergroup Transfer of Females and Social Relationships Between Immigrants and Residents in Bonobo (*Pan paniscus*) Societies (Chap.6), pp.127-164, In. T. Furuichi, J. Yamagiwa, & F. Aureli (Eds.): "Dispersing Primate Females: Life History and Social Strategies in Male-Philopatric Species," Springer-Verlag (2015).

#### 学術雑誌論文 (査読有) (合計 5 件)

3. \*Shinohara, A., & Yamamoto, S.: Mirrors have a modest effect on human impulsivity., *Letters on Evolutionary Behavioral Science*, in press (2016).
4. \*Holland, M., & Ikeda, K.: Minimum divergence estimators based on proper loss functions, *IEEE Transactions on Signal Processing*, 64(3), pp.704-713 (2016.2).

5. \*Tamei, T., Orito, Y., Funaya, H., Ikeda, K., Okada, Y., & Shibata, T.: Kinect-based posturography for in-home rehabilitation of balance disorders, APSIPA Transactions on Signal and Information Processing, 4, pp.e17 (2015.10).
6. \*Hare, B., & Yamamoto, S.: Moving bonobos off the scientifically endangered list, Behaviour, 152, pp.247-258 (2015.2).
7. \*Yamamoto, S.: Non-reciprocal but peaceful fruit sharing in the wild bonobos of Wamba, Behaviour, 152, pp.335-357 (2015.2).

#### 国際会議発表 (合計 2 件)

#### 一般向け講演会・セミナー (合計 2 件)

8. 山本真也, チンパンジー・ボノボを通して“ヒト”を知る, 神戸大学国際文化科学研究科公開セミナー (2015,10)
9. 山本真也, チンパンジー・ボノボ研究者からみたブータン, ブータンの山と文化—写真展と講演会— (2015,11)

### 研究 C01 : 人の持続的な適応を引き出す人工物デザイン方法論の確立

#### 【計画研究】

#### 解説記事 (査読無) (合計 3 件)

1. ◎▲\*山田誠二, 寺田和憲, 小林一樹, 松井哲也: 人工物デザインのためのユーザ認知モデル構築とその応用, 人工知能学会論文誌, 31(1), 35-42 (2016.1).
2. \*寺田和憲: カラー発光パターンによるロボットの感情表出, ヒューマンインタフェース学会誌, 16(4), 35-38 (2014.11).

#### 学術雑誌論文 (査読有) (合計 6 件)

3. ◎▲黒田拓也, \*山田誠二, 寺田和憲: オンラインショッピングにおける商品推薦エージェントの外見と振る舞いの関係が購買意欲に与える影響, 人工知能学会論文誌, 31(2), 1-11 (2016.2).
4. ◎勅使宏武, \*寺田和憲, 伊藤昭: ロボットの目の動的色発光が語り聞かせ時の人の感情認識に与える影響, ヒューマンインタフェース学会論文誌, 17(4), 129-140 (2015.11).
5. ◎Hasegawa, S., \*Kobayashi, K. & Saito Y.: Web Omnidirectional Image Viewer for Field Event Extraction Journal of Agricultural Informatics, 6(4), 96-101 (2015.11).
6. ◎▲梁静, \*山田誠二, 寺田和憲: オンラインショッピングにおける商品推薦エージェントの外見とユーザの購買意欲との関係, ヒューマンインタフェース学会論文誌, 17(3), 307-316 (2015.8).
7. ◎\*小林一樹, 船越孝太郎, 小松孝徳, 山田誠二, 中野幹生: ASE に基づく相槌によるロボットとの対話体験の向上, 人工知能学会論文誌, 30(4), 604-612 (2015.5).
8. ◎\*山田誠二, 森直樹, 小林一樹: 周辺認知テクノロジー-PCT によるユーザの作業に干渉しないペリフェラル情報通知, 人工知能学会論文誌, 30(2), 449-458 (2015.2).

#### 国際会議発表 (合計 6 件)

10. \*Terada, K. Jing, L., & Yamada, S.: Effects of Agent Appearance on Customer Buying Motivations on Online Shopping Sites, Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI2015), pp.929-934 (2015.4). (@Seoul, South Korea)
11. \*Komatsu, T., Prada, R., Kobayashi, K., Yamada, S., Funakoshi, K., & Nakano, M.: Investigating Ways of Interpretations of Artificial Subtle Expressions Among Different Languages: A Case of Comparison Among Japanese, German, Portuguese and Mandarin Chinese, Proceedings of the 37th annual meeting of the Cognitive Science Society (CogSci 2015), pp.1159-1164 (2015.6). (@Pasadena, United States of America (USA))
12. \*Komatsu, T., Prada, R., Kobayashi, K., Yamada, S., Funakoshi, K., & Nakano, M.: Is Interpretation of Artificial Subtle Expressions Language-Independent?: Comparison among Japanese, German, Portuguese, and Mandarin Chinese, CHI EA '15 Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing System, pp.2175-2180 (2015.4) (@Seoul, South Korea)

#### 一般向け講演会・セミナー (合計 3 件)

13. 小林一樹: インタラクションデザイン ---エージェントやスマート農業への展開---, 一般社団法人長野県情報サービス振興協会 NISA 連携交流会講演. (2015.7)
14. 小林一樹: 認知的インタラクションデザインとフィールドモニタリング~人と人工物の間の情報交換とその処理過程の設計 (事例紹介), 一般社団法人長野県情報サービス振興協会 NISA 経営委員会・経営セミナー. (2016.2)
15. 櫻井翔: 講演: SF 的拡張現実感技術の現在 ~知情意に働きかける拡張現実感~. 第 54 回日本 SF 大会 米魂. (2015.8)

## 【公募研究】

### 学術雑誌論文（査読有）（合計 5 件）

1. ◎\*伴祐樹, \*櫻井翔, 鳴海拓志, 谷川智洋, 廣瀬通孝: 時計の表示時間速度制御による単純作業の処理速度向上手法, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, 21(1), pp.109-120 (2016.3).
2. ◎\*前東晃礼, 三輪和久, 寺井仁, 小島一晃, 森田純哉: 自動化システムと警報システムの併用に関する実験的検討, 電子情報通信学会論文誌 A, 98-A(8), pp.523-532 (2015.8).
3. ◎\*神崎奈奈, 三輪和久, 寺井仁, 小島一晃, 中池竜一, 森田純哉, 齋藤ひとみ: 認知モデル作成による認知情報処理の理解を促す大学授業の実践と評価, 人工知能学会論文誌, 30(3), pp.536-546 (2015.5).
4. ◎\*齋藤ひとみ, 三輪和久, 神崎奈奈, 寺井仁, 小島一晃, 中池竜一, 森田純哉: 理論に基づく実験結果の解釈の支援: 認知科学の授業実践におけるモデル構築の効果に関する検討, 人工知能学会論文誌, 30(3), pp.547-558 (2015.5).
5. ◎\*森田純哉, 三輪和久, 中池 竜一, 寺井 仁, 齋藤 ひとみ, 小島 一晃, 神崎 奈奈: 意図せぬルールの発火に注目したプロダクションシステムの学習支援, 教育システム情報学会誌, 31(3), pp.225-238 (2014.7).

### 国際会議発表（合計 3 件）

## 研究 C02 : 人の適応性を支える環境知能システムの構築

### 【計画研究】

### 学術雑誌論文（査読有）（合計 5 件）

1. ◎Satake,S., Nakatani, K., Hayashi, K., Kanda, T., & Imai, M.: What should we know to develop an information robot?, PeerJ Computer Science, , pp.23 (2015.6).
2. ◎\*棟方渚, 小野哲雄: CG キャラクタを操作するインタフェースデザインの類似性がユーザに与える影響, ヒューマンインタフェース学会論文誌, 17(2), pp.171-177 (2015.5).
3. ◎\*棟方渚, 櫻井高太郎, 中村光寿, 吉川浩, 小野哲雄: バイオフィードバックゲーム""The ZEN""のトレーニング効果とエンタテインメント性—長期実験観察と治療応用の一症例の報告—, デジタルゲーム学研究, 7(2), pp.63-74 (2015.5)."
4. ◎\*Wongphati, M., Osawa, H.,& Imai, M. : Gestures for Manually Controlling a Helping Hand Robot, International Journal of Social Robotics, 7(5), pp.731-742 (2015.3).
5. ◎\*Wongphati, M., Osawa, H.,& Imai, M. : User-defined gestures for controlling primitive motions of an end effector, Advanced Robotics, 29(4), pp.225-238 (2015.2).

### 国際会議発表（合計 19 件）

### 一般向け講演会・セミナー（合計 8 件）

6. 今井倫太: 関係性を創出する身体, Fine コンソーシアム. (2014.5)
7. 今井倫太: ロボットのための認知的インタラクションデザイン, 京都工芸繊維大. (2014.12)
8. 今井倫太: 人工知能研究とクラウドネットワークロボット, 日本ロボット学会ネットワークロボット研究会. (2015.7)
9. 今井倫太: インタラクションと知能, 慶應義塾大学 自然科学講座. (2015.9)
10. 今井倫太: 真のインタラクティブ AI の実現に向けて, 慶應テクノモールパネル. (2015.12)
11. 今井倫太: インタラクションと知能, 生命化建築コンソーシアム. (2015.12)
12. 今井倫太: 人ロボット共生学から認知的インタラクションデザイン学へ. 日本知認知科学会冬のシンポジウム (2015. 12)
13. 硯川潤: 福祉機器の適合デザイン ~失敗しないための設計論~, とやま医薬工連携研究会. (2016.1)

## 【公募研究】

### 学術雑誌論文（査読有）（合計 1 件）

1. ◎\*Suzurikawa, J., Fujimoto, S., Mikami, K., Jonai, H., & Inoue, T.: Effects of Back Cooling with Peltier Devices on Thermoregulatory Responses in a Hot Environment, IEEJ Transactions on Electrical and Electronic Engineering, in press. (2016).

### 国際会議発表（合計 3 件）

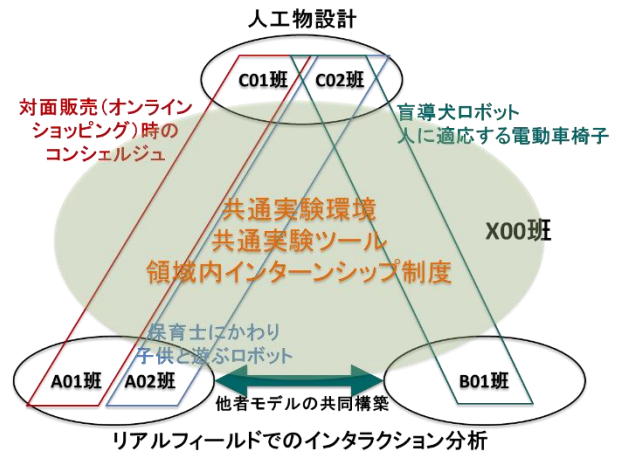
## 6. 研究組織（公募研究を含む）と各研究項目の連携状況（2 ページ以内）

領域内の計画研究及び公募研究を含んだ研究組織と領域において設定している各研究項目との関係を記述し、研究組織間の連携状況について組織図や図表などを用いて具体的かつ明確に記述してください。

### 総括班 X00 と計画研究の連携

研究計画間の連携を強化するために、総括班が中心となって、各研究で利用可能な共通実験ツールを継続的に開発することは、当初から本領域研究の計画に入っていた。この共通実験ツールの開発を着実にを行い、一部の実験研究で使用した。具体的には以下の3つを実現している。

1. 着座状態で対話している際の各種非言語情報のデータ（顔方向、人体骨格の3次元位置と3次元モデル等）の計測を可能にする3次元会話計測システムを構築し、A01班、A02班の計測に利用した。
2. 移動しながら対話を行なう際にデータ取得が可能なモバイル版ソシオメータを開発し、A02班の計測に利用した。
3. 詳細な動作計測を行うためのモーションキャプチャ装置を備えた実験環境を構築し、B01班のウマの歩様の計測に用いた。



今後必要となる共通実験環境の構築を総括班が支援しつつ、計画研究どうしの連携や共同研究を加速させる。現在想定されている連携としては、A01班とC01班の連携による、顧客の嗜好を読み対面販売を実現するコンピュータエージェントの実現、ならびにB01班とC02班の連携による「人馬一体と言われる非言語インタラクション」の実現等である。

### 計画研究どうしの連携

計画研究どうしの連携が本格化するのは今後であるが、既に以下のような連携が始まっている。

- A01班は、インタラクション時の非言語情報から顧客の意図推定を可能にする他者モデルの分析の研究成果を、C01班のオンラインショッピングの推薦エージェントとのインタラクションデザインにおける旅行相談エージェントの開発に活かすべく、両者で相談を開始した。
- 研究が遅れているB01班の人-イヌインタラクションの研究に関して、X00班で雇用した研究員とA01班の植田が協力しながら推進する体制を構築しつつある。
- C02班が提示している3層からなるインタラクションモデルのうち、今性の層と心を読み合う層の連携は、人-動物インタラクションでも起きている主要な現象の一つであるため、B01班の実験結果を分析して応用すべく、B01班とC02班とが相談を開始した。具体的には、C02計画班の今井と研究員の長谷川が、搭乗型人工物のインタラクションモデルの研究を進める上で、B01計画班の澤とともに乗馬における人と馬のインタラクションについて聞き取り調査を行った。
- C02班のプロジェクタエージェントを用いた人-動物インタラクション実験を、C02班、B01班、総括班で計画している。プロジェクタエージェントは身体表現、テクスチャ表現を変えて幅広いエージェント表現手法が可能であり、本エージェントと参加者をリズム的に同期した後に指示動作を行って共同注意が促されるかどうかを確認する予定である。
- C02班で作成しているエージェンシーグラスを用いて人の表情を統制して実験を行うことを、B01班で検討している。

### 計画研究班内における連携

既に以下のような連携が行われている。

- A01 計画班内で、植田と大本が共同で、対面販売状況における顧客の意図推定を可能にする他者モデルの分析を進めている。
- A01 計画班の峯松の「訛りに対する嫌悪度の自動計測」に、生理計測に基づく内部状態推定法を応用する可能性を探るべく、峯松、島田、大本、植田で検討を開始している。
- B01 計画班内で、鮫島、澤、瀧本がそれぞれ連携し、サル・イヌ・ウマのそれぞれの動物における人-動物インタラクション研究をそれぞれのフィールドを活かして共同研究を推進している。当初計画どおり、サルとイヌの研究を鮫島・村井グループが、ウマとイヌの研究を澤グループが、霊長類とウマの研究を瀧本グループが中心となって共同で進めている。
- C01 計画班の寺田と山田グループは共同で、リーダーフォロワー関係構成の認知的要因、マインドリーディングのエージェント依存関係の研究を行っている。同様に C01 計画班の小林と山田は共同で、視覚野ナローイングの研究を行っている。

### 計画研究と公募研究、あるいは公募研究どうしの連携

既に以下のような連携が行われている。数多くの計画研究と公募研究の提携が始まっており、かつそれらのいくつかは研究項目を超えたものになっている。領域内の連携が順調に進んでいると言えよう。

- A01 計画班の竹内、A01 公募班の池上、A02 公募班の高橋、C02 公募班の飯塚は、当初より関心を共有していたため、原初的なインタラクションにおける他者認知過程に関して議論する勉強会を実施した。今後も勉強会を継続しながら、共同研究の可能性を模索する。特に、A01 公募班の池上と C02 公募班の飯塚は、触覚交差実験の解析と論文執筆を既に行っている。今後、3 人の参加者による触覚交差実験をあらたにデザインし、解析と論文執筆を行う予定である。
- A02 計画班の長井・岡と A02 公募班の大森は、保育園でのリトミック場面の子どもの行動について分析する共同研究を行っている。これによって、振る舞いの背後にある子どもの感情推定や、感情に基づく振る舞いの予測などを可能にすることを目的としている。
- A02 計画班の長井・岡と A02 公募班の高橋は共同で、リトミック実験における子どもの集団を対象として計測と解析を行っている。こうした集団がインタラクションする場合は、個体間の相互作用を超えた場全体としてのダイナミクスを解明する必要があると考えており、“われわれ感”あるいは“we-mode”と呼ぶアプローチで研究を進めている。2016 年の赤ちゃん学会で、われわれ感に関するラウンドテーブルを行った結果、多くの人の関心が集まり、議論を深めることができた。
- B01 計画班の鮫島と B01 公募班の池田は、動物の行動の計測と解析に機械学習の手法を適用する共同研究を開始しており、学会発表等の成果が出始めている。
- B01 公募班の山本は、既に瀧本との共著があるが、さらに B01 計画班の澤・瀧本と緊密な連携をとりながら、ウマの研究を開始している。
- 平成 27 年度から B01 計画班の連携研究者に加わった上野と C01 計画班の寺田との共同で、サルにヒト型ロボットとインタラクションさせ、動物の反応などを検討するという、動物-機械インタラクションの研究を開始している。本領域を開始し、人-機械、人-動物だけでなく、動物-機械の研究を行うことで、ヒトの特異性や異質な他者とのインタラクションの進化的意義を検討するという新しい視点が生まれ、研究を推進している。

## 7. 若手研究者の育成に係る取組状況（1 ページ以内）

領域内の若手研究者の育成に係る取組状況について記述してください。

### 若手研究員と RA の雇用

本領域では、本領域の研究に貢献し、将来の日本の学際研究を担える人材に育てるために、平成 28 年度には 9 名の研究員を雇用している（総括班 1 名、計画班 6 名、公募班 2 名）。班ごとの人数を右の表に示す（なお、平成 26 年度には 5 名の、平成 27 年度には 8 名の研究員を雇用した）。これら研究員以外に、A01 班では 2 名の大学院生を RA として雇用し、育成している。

	計画班	公募班
総括班 X00	1	
A01	1	1
A02	1	0
B01	2	1
C01	1	0
C02	1	0

### 若手研究者の領域内インターンシップ制度の運営と勉強会の実施

各班で雇用する若手研究員を含めた若手研究者の視野を広げ、真の意味で日本の学際研究を担える人材として育成するために、一定期間、他の班の研究者の研究室に滞在して専門分野外の学問を学ぶ領域内インターンシップ制度を、総括班のマネジメントのもとで運営している。これは、総括班の活動の最も重要なものの一つとして位置づけられている。そのための準備を平成 26 年度に行い、平成 27 年度より運用を開始した。平成 27 年度は 6 名の若手研究者を希望研究室にインターンとして派遣した（A01 計画班→B01 公募班、A01 計画班→C02 計画班、A01 公募班→C02 公募班、B01 計画班→B01 公募班、C01 計画班→A01 計画班、C02 計画班→B01 計画班）。参加者全員に報告書を提出してもらい、また本制度に関するアンケートを実施した。そのアンケートでは、「理論グループ／実験グループ、認知科学／工学、人を対象／動物を対象のように、背景の異なるグループ間の学際的な共同研究や研究領域の立ち上げに適している」、「背景の異なる派遣者が一定期間滞在して研究の議論を相互に行うことは、派遣者／受入側、双方にとって刺激的だった」（これは参加者全員が述べている）、「インターンシップをきっかけとした共同研究からの論文執筆の成果も出始めている」といったポジティブな評価が得られている。

また、特に若手研究者を対象とした、生体信号計測に関する実習形式の研修会を平成 27 年 3 月 23～24 日にはこだて未来大学で、機械学習に関する勉強会を平成 27 年 8 月 29～30 日にアクティ奈良で開催した。勉強会には若手研究者のみならず、領域を代表する研究者も出席し、若手研究者と一緒に議論を行っており、領域内の交流の活性化に一役買っていると言える。

## 8. 研究費の使用状況（設備の有効活用、研究費の効果的使用を含む）（1 ページ以内）

領域研究を行う上で設備等（研究領域内で共有する設備・装置の購入・開発・運用・実験資料・資材の提供など）の活用状況や研究費の効果的使用について総括班研究課題の活動状況と併せて記述してください。

本領域全体の柱となっている以下の3つの項目に関して、設備の活用状況と研究費の効果的な利用について、総括班の活動状況と併せて述べる。なお、個別の計画班が購入した大型備品には、生体計測装置、視線計測装置等がある。複数台購入しているものもあるが、それは同時に複数の参加者の視線計測や生体計測を行うためであり、機材があいているときには、公募班に貸し出すなどの有効利用を行っている。

### 若手研究者育成

若手研究者育成への取り組みの詳細は「7. 若手研究者の育成に係る取組状況」で述べた通り、平成27年度に領域全体で8名の研究員（平成26年度は5名、平成28年度は9名）と2名のRAを雇用した。特に本領域では、これら若手研究員の視野を広げ、真の意味で日本の学際研究を担える人材として育成するために、一定期間、他の班の研究者の研究室に滞在して専門分野外の学問を学ぶ領域内インターンシップ制度を運営している。さらに、特に若手研究者を対象とした勉強会も年1回実施している。このような若手研究者育成に関わる経費の総額は、平成27年度だけで3,560万円で、領域全体の研究経費に占める割合は25.2%であった。このように、かなりの金額を若手研究者育成のために注ぎ込んでいる。

### 共同研究の推進、ならびに共同研究を実現するための共通実験ツールならびに共通実験環境の構築

研究計画同士、研究計画と公募研究の連携を強化するために、共通実験ツールの開発を行った。構築した共通実験ツールは、3次元会話計測システム、モバイル版ソシオメータ、動物の動作計測を主なターゲットとしたモーションキャプチャ装置を備えた実験環境の3つである。前二者に対して、平成26年度に460万円、平成27年度に360万円、平成28年度に370万円を使用した。開発したこれらの装置は、A01班、A02班の計測実験で用いられている他、本領域外のBordeaux Universityとの共同研究でも利用されている。また、モーションキャプチャ装置を備えた実験環境を構築するために、平成26年度にモーションキャプチャ装置を2,800万円で購入し、毎年度、実験室借用料として50万円を使った。これらの共通実験ツールと共通実験環境の構築のために利用した金額が領域全体に占める割合は、平成26年度で29.7%、平成27年度で2.9%、平成28年度で3.0%である。さらに、平成28年度には共同研究推進のための旅費の補助として40万円を計上している。このように、十分な金額を共同研究推進のために使っている。

モーションキャプチャ装置は、当初、主にウマとイヌの動作計測のために使用する予定だったが、生理計測データを含めて一度に多くのデータを得るには、モーションキャプチャ装置の実験準備コストが大きい上に、またウマの動作領域が大きくモーションキャプチャ装置では計測範囲を十分にカバーできないなどの問題点が明らかになったため、ウマの動作計測については加速度センサを用いた方法に切り替えた。また、人材の確保が難しいという理由から、人-イヌインタラクションの研究が遅れており、そのため、モーションキャプチャ装置の利用率が低いという問題点があった。しかしながら、平成28年度以降は、X00班で雇用した研究員とA01班の植田がB01班に協力する形で人-イヌインタラクションの研究を推進することになったため、この問題も解消し、モーションキャプチャ装置の利用率も高まると考えている。

### アウトリーチ活動を含めた研究成果の発信基盤の整備

研究成果の国内外への発信基盤として、International Conference on Human-Agent InteractionにおけるCognitive Interaction Design WorkshopならびにHAIシンポジウムを毎年開催してきた。また、IEEE RO-MAN、人工知能学会、日本心理学会等でもOSを行ってきた。さらに、スーパーサイエンス校や学会等で高校生向けに、京都工芸繊維大学や静岡大学情報学部の公開講座等で一般向けに研究成果を発信してきた。これらのアウトリーチ活動を含めた研究成果の発信基盤の整備のために、平成26年度は300万円、平成27年度は220万円、平成28年度は180万円を使っている。



## 9. 総括班評価者による評価（2ページ以内）

総括班評価者による評価体制や研究領域に対する評価コメントを記述してください。

安西祐一郎理事長（日本学術振興会）、西田豊明教授（京都大学）、堀浩一教授（東京大学）、友永雅己教授（京都大学）の4名に総括班評価者をお願いしている。総括班評価者の評価と評価コメントは以下の通りである。

### 評価

評価者(所属・氏名)	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	総合
日本学術振興会・理事長 安西祐一郎	A	B	A	A	B	A
京都大学・教授 西田豊明	A	A	A	A	A	A
東京大学・教授 堀浩一	A	A	A	A	A	A
京都大学・教授 友永雅己	A	A	A	A	A	A

**評価項目：**(a) 研究の進展状況，(b) これまでの研究成果，(c) 研究組織，(d) 研究費の使用，(e) 今後の研究領域の推進方策。

**評価基準：**A+：研究領域の設定目的に照らして，期待以上の進展が認められる

A：研究領域の設定目的に照らして，期待どおりの進展が認められる

B：研究領域の設定目的に照らして研究が遅れており，今後一層の努力が必要である

C：研究領域の設定目的に照らして，研究成果が見込まれないため，研究費の減額又は助成の停止が適当である

### 評価コメント

#### 安西祐一郎理事長

(1)それぞれの研究者の研究を，新学術「領域」の創造を目指すのではなく個別研究として見れば，かなり進展が見られるものもある。(2)ただし，他者モデルの構築・学習，及び人間と人工物の適応的インタラクションへの応用という全体の研究目標を一定の期間内に実現することを通して認知的インタラクションデザイン「学」を打ち立てるには，参加研究者が実際に想定している具体的目標はバラバラ過ぎる。(3)具体的には，成人，子供，動物など，多種多様な対象について他者モデルを扱っている A01, A02, B01 班の各個別研究は全体趣旨に対する目標に相当の違いがあり，これらがどのように全体趣旨に緊密に関係づけられているのか定かでない。(4)特に B01 班が扱っている個別テーマ（人とウマの関係など）は，他者モデルの構築・学習，人工物とのインタラクションへの応用に対して，特殊なケースとしてでなく一般論としてどのように貢献を果たすのか分からない。(5)上記(2)-(4)は，全体を見渡して他者モデル自体の研究をリードしている研究者が見えないこと，方法論の研究を主体とする C01, C02 班の研究を他班が十分共有していないことなどによると考えられる。(6)このままでは参加研究者それぞれの個別の研究の集まりに終わる可能性がある。(7)これを乗り越えるには，特に総括班において，C01, C02 班と連携しつつ，すべての参加研究に通用する他者モデル「構造」の研究開発と共有を早急に進める必要があると考えられる。

#### 西田豊明教授

研究の進展に関しては，韻律読み上げチュータとその日本語韻律教育支援への応用，リズム運動をベースとした子供と大人のインタラクションのモデル化，インタラクションの3層モデルを用いた人と人工物の間の心を読み合う関係性の発現など，独創的な研究が進展している様子が窺えるとともに，相応の成果が得られつつある。研究当初に掲げられた，他者モデルを用いたインタラクションへの取り組みというアプローチは各班に浸透し，研究領域全体の取り組みに一つの方向性を与えている。今後は，方向性のそろった一連の成果としてあらわれることが期待される。研究費の使用については報告書を読む限り適切に行われているように思われる。分析・モデリングの取り組みと人工物デザインとの取り組みが，より連携する

よう、より具体性の高い方略をもって臨んでいただきたい。

### 堀浩一教授

それぞれの分担研究において興味深い研究成果が得られつつある。

今後、この研究領域全体での成果を謳うためには、各分担研究どうしをいかに関連づけることができるかが、重要な課題となるであろう。その関連づけを行うにあたっては、単に各分担の成果を結びつけるだけではなく、関連づけを行うことにより、各分担の研究の中身そのものを見直し、部分的には実験の設定を見直す、というところまで、踏み込んでほしい。幸い、班を越えた研究者交流も行われ、班と班の間の連携も進んでいるとのことであるので、各班の成果だけでなく、領域全体としての統合的な成果も得られるであろうと期待する。

### 友永雅己教授

当初の目的に沿う形で研究が進展しているように思われる。この速度感を保ちつつ後期へと邁進されることを期待したい。期間後半には班の間での連携がさらに意味のある形で進められるだろう。そのような中でぜひともお願いしたいのは、心理学者とのさらなる連携である。「出口」が人工物設計への応用と明確化されているため、学際的であるとはいえ「工学色」が濃いように思われる。その弊害が、実際のヒトなどを対象とした行動実験のデザインや実施に表れているのではないかと思う。すべての計画班において行動実験の弱さが目立つと感じた。評価としてはAとしたが、その点ではA-に近いAであるという認識を持っていただきたい。だからこそ、B01班の班員や公募研究を積極的に活用した心理学者との連携研究が必要だと感じている。実世界への応用の一歩手前での実エージェントでの研究によるしっかりとした足場固めを目指してほしい。期待しています。

## 10. 今後の研究領域の推進方策（2ページ以内）

今後どのように領域研究を推進していく予定であるか、研究領域の推進方策について記述してください。また、領域研究を推進する上での問題点がある場合は、その問題点と今後の対応策についても記述してください。また、目標達成に向け、不足していると考えているスキルを有する研究者の公募研究での重点的な補充や国内外の研究者との連携による組織の強化についても記述してください。

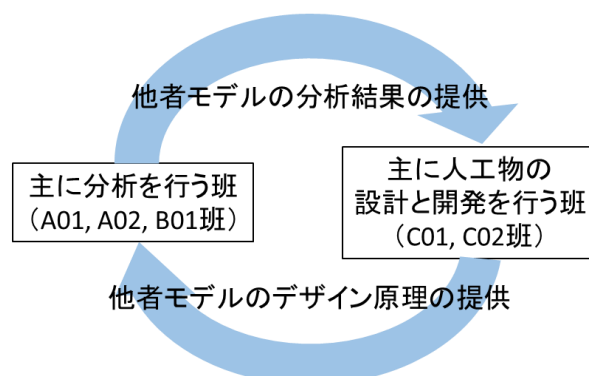
### 研究推進の方針

A01 班, A02 班, B01 班において, 人-人あるいは人-動物間インタラクションに関わる他者モデルの解明が実験ベースで進んでおり, 一部の研究では, ベイジアンネットワークや多変量解析を用いた, 数理的なあるいはアルゴリズムレベルでの他者モデルが構築され始めている。これらの班で構築する他者モデルに共通の「構造」の研究開発を急速に推し進め, C01 班, C02 班で応用可能なレベルにまで高めることを最優先にする。さらに認知的インタラクションを可能にするデザイン原理をより明確にする。その上で, 5つの班が, 研究プロジェクトに応じて連携を行い, 自然で持続的な人-人工物インタラクションを可能にする人工物側の機構の提案にまで至るように研究を推進していく。実際, A01 班のインタラクション時の非言語情報から顧客の意図推定を可能にする他者モデルの分析の研究成果を, C01 班のオンラインショッピングの推薦エージェントとのインタラクションデザインにおける旅行相談エージェントの開発に活かすべく, 両者で相談を開始しており, また C02 班は, 搭乗型人工物のインタラクションモデルの研究を進める上で, B01 班と共同で乗馬における人と馬のインタラクションについての調査を開始している。

審査結果の所見では, 「本計画研究で構築しようとする他者モデルについて, そのプロトタイプや輪郭が示されておらず, 人工物設計への応用まで到達可能か懸念される。」と指摘されていた問題点に対して, C01 班と C02 班では, 人-人工物インタラクションに今性を持たせる階層（今性の層）, 人と人工物がお互いに心的状態を読み合う層（心を読み合う層）, 人と人工物が言葉や知識を用いてインタラクションする層（高次インタラクションの層）の3層からなるインタラクションモデルの提案等を行った。逆に, A01 班, A02 班, B01 班では, このモデルに基づいて, 人-人あるいは人-動物間インタラクションを成立させる要因の検討も開始している。特に, インタラクションにおける「今性」

（インタラクション中のやり取りに時間遅れがないこと）が他者モデルを読み合うこと的前提になっていることを, A01 班, A02 班, B01 班の各研究課題で実験的に検証することを開始しており, 今後は C01 班, C02 班から A01 班, A02 班, B01 班への知見の提供に基づく連携の数も増えると考えている。

以上のように, 主に分析を行う班と, 主に人工物の設計と開発を行う班との間で, 右上図のような研究のループが回り始めており, これがうまく機能して成果に結びつくように研究を推進していく。幸いなことに, 『平成 28 年度科学技術白書』の 110 ページに共感性新学術領域とともに本領域の概要が紹介された。本領域の研究成果に世間の注目が集まっていることの証であると同時に, それだけの責任を負っていることを自覚して, 今後も研究を推進していく。



### 領域を推進する上での問題点と対策

特に大きな問題は生じていないが, 強いて言えば, 担い手の不足から B01 班の人-イヌインタラクションの研究がやや遅れている。この状況を改善すべく, X00 班で雇用した研究員と A01 班の植田が B01 班に協力する形で研究を推進する体制を構築しており, 今後はこの研究課題の進展も望めると期待される。

### 不足のスキルを有する研究者の公募研究での重点的な補充や国内外の研究者との連携による組織の強化

本領域を推進するための基本的なスキル, すなわち行動実験・心理学実験, 生理計測, データ解析のための数理統計的な手法, 人工物開発のためのプログラミング, ロボティクス等のスキルの基本的な部分は,

計画班メンバーが有している。但し、B01 班の動物行動の解析にノンパラメトリックベイズによる機械学習の手法を適用する必要が生じ、公募班の池田の知識とスキルを活用している。また、A01 班、A02 班の解析でも同様に、ノンパラメトリックベイズによる機械学習の手法を適用する可能性が高い。このことは当初からある程度予測されていたため、B01 公募班にそのスキルを有している研究者を採用した。次の公募班の募集の際にも、同様な観点からこの分野のスキルをもった研究者を積極的に採用する予定である。また、これまではフィールド実験に近い実験を実施してきたため、インタラクションの成否にどのような心的・認知的な要因が影響しているのかを厳密に統制した形で調べるタイプの実験が不足している。今後は計画班内でこのような実験を実施するとともに、そのような統制実験のスキルや経験を有した研究者を公募班で採用して連携し、研究の強化を図っていく予定である。上記以外に関しても、必要に応じて、領域外の研究者との連携による組織の強化を図っていく。

### **研究推進のための総括班の活動**

平成 26, 27 年度以上に、領域内の共同研究の活性化、領域外の他の研究プロジェクトとの研究交流を推進し、すべての班に共通した他者モデルの構造とデザイン原理の明確化に努める。それと同時に以下の活動を実施する。

### **共通実験ツールと共通実験環境の構築運営**

開発済みの 3 次元会話計測システムに音響分析システムを組み込み、現状での最高のソシオメータとし、領域内外の様々な実験計測で使用してもらう。また、設計を完了した、幼稚園児のバッジに組み込める超小型軽量モバイル版ソシオメータを企業と共同で試作し、A02 班の計測等で使用する。さらに、A01 班と C01 班のコンピュータエージェントによる対面販売に関する実験環境、B01 班と C02 班の「人馬一体と言われる非言語インタラクション」の実現に向けた実験環境等の共通実験環境の構築を積極的に支援する。

### **研究成果の国内外への発信基盤の整備と運営**

これまでの International Conference on Human-Agent Interaction における Cognitive Interaction Design Workshop, HAI シンポジウム, IEEE RO-MAN と人工知能学会における OS の開催以外に、Human-Robot Interaction, ACM CHI, AAI Spring or Fall Symposium, IROS, 日本動物心理学会等での OS の開催も検討する。平成 28 年度には、動物コミュニケーション研究の第一人者である Brian Hare 等を招聘して、動物心理学関係の国際シンポジウムも開催する。さらに、長谷川・共感性新学術領域等とのジョイントで日本認知科学学会大会での公開シンポジウムを開催する等、領域外との研究交流と研究成果のアウトリーチに努める。日本認知科学会監修『認知科学のススメ』シリーズの一冊として、今井がサイエンスライターと共同で「インタラクションの認知科学」を刊行する。さらに最終年度には、領域全体の研究成果を発信するための英語書籍の刊行を計画する。

### **領域内インターンシップ制度の運営**

平成 27 年度と同様な形式で今後 3 年間も運用する予定である。また、若手研究者に限らず、計画班どうしの共同研究で発生する旅費を一部支援する制度も作り、運用する。

### **総括班会議と領域会議の運営**

これまでと同様、年 5 回程度、領域会議は年 2 回（夏に領域内の研究進捗報告会、冬に年度末研究成果報告会）の頻度で毎年開催する。特に平成 28 年度に関しては、平成 29 年 1 月 21～22 日に、長谷川・共感性新学術領域とジョイントする形で年度末研究報告会を兼ねた領域会議を開催することが決まっている。共感性新学術領域も人-動物インタラクションに関する研究を対象としているため、その分野を中心に活発な議論と交流が生まれることを期待している。