

戦略的創造研究推進事業
－CREST(チーム型研究)－

研究領域「人間と情報環境の共生インタラ
クション基盤技術の創出と展開」

研究領域中間評価用資料

研究総括：間瀬 健二

2022年1月

目 次

1. 研究領域の概要	1
(1)戦略目標	1
(2)研究領域	1
(3)研究総括	1
(4)採択研究課題・研究費	2
2. 研究総括のねらい.....	4
3. 研究課題の選考について.....	8
4. 領域アドバイザーについて.....	10
5. 研究領域のマネジメントについて.....	13
6. 研究領域としての戦略目標の達成に向けた状況について.....	22
7. 総合所見	39

1. 研究領域の概要

(1) 戦略目標

「ネットワークにつながれた環境全体とのインタラクションの高度化」

(2) 研究領域

「人間と情報環境の共生インタラクション基盤技術の創出と展開」(2017年度発足)

(3) 研究総括

氏名 間瀬 健二 (名古屋大学 大学院 情報学研究科 教授)

上記詳細は、以下 URL をご参照ください。

JST 公開資料「新規研究領域の事前評価」

<http://www.jst.go.jp/kisoken/evaluation/before/index.html>

平成 29 年度新規研究領域の事前評価

https://www.jst.go.jp/kisoken/evaluation/before/hyouka_h29.pdf

(4) 採択研究課題・研究費

表1 採択研究課題及び研究費

(百万円)

採択年度	研究代表者	所属・役職 採択時 ²	研究課題	研究費 ¹
2017年度	五十嵐 健夫	東京大学・教授	データ駆動型知的情報システムの理解・制御のためのインタラクション	313
	神田 崇行	株式会社 国際電気通信基礎技術研究所・室長	街角環境で共生するロボットのインタラクション基盤技術	325
	小池 英樹	東京工業大学・教授	技能獲得メカニズムの原理 解明および獲得支援システムへの展開	355
	津田 一郎	中部大学・教授	脳領域／個体／集団間のインタラクション創発原理の 解明と適用	321
	中澤 篤志	京都大学・准教授	「優しい介護」インタラクションの計算的・脳科学的 解明	313
2018年度	塩見 昌裕	株式会社 国際電気通信基礎技術研究所・室長	ソーシャルタッチの計算論 的解明とロボットへの応用	320
	篠田 裕之	東京大学・教授	実体化映像による多次元 インタラクション	323
	寺田 努	神戸大学・教授	提示系心理情報学に基づく インタラクション基盤確立	311
	開 一夫	東京大学・教授	随伴性に基づくペダゴジカル 情報基盤の創成	311
	柳澤 琢史	大阪大学・教授	脳表現空間インタラクシ ョン技術の創出	311

	山岸 順一*	国立情報学 研究所・准 教授 (教授)	VoicePersonae: 声のアイデ ンティティクローニングと 保護 (ANR 共同提案)	220
2019 年度	今井 倫太	慶應義塾大 学・教授	文脈と解釈の同時推定に基 づく相互理解コンピューテ ーションの実現	301
	鈴木 健嗣	筑波大学・ 教授	ソーシャル・シグナルの共 有と拡張による共感的行動 の支援	307
	戸田 智基	名古屋大 学・教授	音メディアコミュニケーション における共創型機能拡 張技術の創出	301
	中澤 仁	慶應義塾大 学・教授	限定合理性を超越する共生 インタラクション基盤	304
	中村 哲*	奈良先端科 学技術大学 院大学・教 授	仮想エージェントによる個 人適応された情動社会スキ ルの訓練 (ANR 共同提案)	256
			総研究費	4,579

¹各研究課題とも研究期間の総額 (2021年12月07日現在)

²変更/移動のあった場合、下段に括弧つきで記載

*2018年度および2019年度には各1件、フランス国立研究機構(Agence Nationale de la Recherche, ANR)との共同提案があり、当該フランス側研究グループにはANRからの研究費が配分されている。

2. 研究総括のねらい

(1) 研究領域の位置づけ

戦略目標「ネットワークにつながれた環境全体とのインタラクションの高度化」に対して、本研究領域の設定時においては、将来、人工知能(AI)技術・ビッグデータ解析技術等が発展し Internet of Things(IoT)技術が社会に浸透する未来像を描いた。そのような、人間・機械・情報環境からなる共生社会におけるインタラクションに関する理解を深め、人間同士から環境全体まで多様な形態でのインタラクションを高度に支援する情報基盤技術の創出と展開を目指すことを目標とした。また、情報環境の知能化や人間拡張技術の進展により、環境知能と拡張された人間が共存する新しい共生社会のインタラクション(共生インタラクション)をデザインすることが急務であるとの問題意識も強調された。

具体的な戦略目標は、つぎのとおりである。

本研究領域では、人間・機械・情報環境からなる共生社会におけるインタラクションに関する理解を深め、人間同士から環境全体まで多様な形態でのインタラクションを高度に支援する情報基盤技術の創出と展開を目指します。

具体的には、情報科学技術を中心に認知科学、社会科学、脳科学等の学問分野と連携し、人間理解・社会デザイン・構成論的アプローチの共創をねらい、以下の研究開発に社会の叡智を結集して取り組みます。

- ① インタラクションを支援するための、インターフェースや人間能力の拡張に関する技術開発(課題1)
- ② インタラクションを理解するための、原理や機構の解明とそれに資する情報の収集・分析に関する技術開発(課題2)
- ③ インタラクション技術の活用により、社会構造や人間行動の最適化を促すような環境をデザインする技術開発(課題3)

インタラクションなしでは社会は成立せず、多様な構成員が営むインタラクションの未来形をデザインし提案することが、Society 5.0 がめざす人間中心の共生社会実現に寄与する近道である。

(2) 本研究領域の位置づけに対するねらい

これを踏まえ、これまでに取り組まれてきている人間同士の対話・コミュニケーション・共同作業などにおけるインタラクション理解と支援、人間・機械間のインタラクティブシステム、人間の認知・判断・記憶・思考・動作・対話・運動などの機能拡張、情報環境の知能化などの研究開発をさらに発展させることとした。インタラクションの研究分野をより広く“ネットワークにつながれた環境全体との相互作用”として捉え、「人間と人間」・「人間と機械」・「人間と環境全体」の多様な形態でのインタラクションを高度に支援する基盤技術の創出と実世界への展開を狙いとした。ここで、人間はAIやIoTにより能力・機能が

拡張され、一方で機械や環境がネットワーク化してさらに知能化・ロボット化していくことを予測して、未体験のインタラクションをデザインする必要性に着目した。インタラクションの場における人間・機械・環境の振る舞いを理解してモデル化し、システムとして制御することにより、人間や AI・ロボットを構成員とする社会全体の最適化を促すシステムデザインを導き、急速に進展している AI・ロボット技術等を活かした高度に最適化された社会実現につなげることを目指した。

(3) 本研究領域での狙いとするテーマと目指した成果

① 目指した成果

本研究領域での狙いは、急速に進化する画像処理、音声信号処理の機械学習を活用した新しく革新的な広い意味での Computer Human Interaction (CHI) 技術が産み出されることを期待し、それにチャレンジするチームを求めた。

パターン処理の機械学習理論の急激な進展により、人間の言語・音声・行動の認識・理解技術が急速に進み、従来の CHI に変革をもたらすことが予測された。それらの新しい技術を用いた人間拡張の技術および、IoT を活用した知的ユビキタス情報環境とウェアラブルコンピュータ技術実現のテーマに挑戦し、拡張された人間と知的情報環境の新しいインタラクションのデザインが産み出されることが容易に予想される状況であった。

インタラクションの技術は、分野が幅広く、また基礎理論から応用まで階層が深く、研究テーマは局所的になりがちである。ガジェットと呼ばれる隙間の課題を解決するデバイス開発の研究発表は、コンピュータマウスがそうであったように、将来基盤デバイスとなる可能性も高く、CHI 分野では注目をあびる。しかしながら、それにとどまらない、新しい社会システムデザインにつながるコンセプト、システムアーキテクチャ、あるいはインタラクションモデルを伴う骨太の研究提案を呼びかけた。個別の研究課題のチーム単位ではカバー出来ないコンセプト提案や、視野を広げた新しい課題の発掘なども期待して、領域内でのネットワークラボとしてチーム間の協働・協調を推進する。

また、インタラクションの源泉を調べモデル化するためには、外的刺激に対する反応といったシンプルなインタラクションモデルではなく、状況理解、判断、感情、情動、意識などの内部状態を想定したモデル化が必須である。AI・ロボットという新しい対象に対するインタラクションは、Human Agent Interaction (HAI)、Human Robot Interaction (HRI) などの研究コミュニティが近年形成されているが、未開拓の領域がまだ広がっており、そのため、認知科学、心理学、脳科学、社会科学などと連携するチームの参画も必要であった。

何故、インタラクションに着目したかという、根源的に、インタラクションは人間にとって知能・知性の表出点であり、それによって、その人を理解することができる考えた。表出された知の源泉を辿り、個性・人格を推測し、親密感、信頼感、共感を踏まえて、コミュニティと社会を形成し、相互理解を得て、共同作業、相互支援に至り、経済を発展に導き社会的課題解決に至る。そのようなインタラクションの理解と活用を目指したいと考えた。

②狙いとするテーマ

公募説明会では、研究課題として以下の例を挙げた。下線は結果的に採択した課題がおよそカバーしているテーマである。(括弧内は当該チームの代表者名)

【人間拡張に関する課題】

- ・ マルチモーダルコミュニケーションの高度な支援(山岸、中澤篤、戸田)
- ・ コミュニケーション知能の拡張のための研究開発(柳澤、中村)
- ・ グループやコミュニティの形成と高度な協働活動の支援(津田)
- ・ 行動変容の支援(寺田、神田、中澤仁)
- ・ 能力・機能の拡張(身障者支援、スポーツ選手、Virtual Reality (VR)) (小池)
- ・ 創造性支援インタラクション(デザイン支援、計算創造学、計算デザイン学) (五十嵐)
- ・ 感性デザイン(集合知計算学) (五十嵐)、興味・嗜好認識(今井)
- ・ 知識・知恵・わざの体系化のためのウェアラブル技術とユビキタス情報環境(小池)

【環境知能実現に関する課題】

- ・ 知的・対話エージェント、知能ロボットとのマルチモーダルインタラクション(MMI) (神田、塩見、今井、中村)
- ・ 知能システム、自動運転車、スマートホームとのインタラクションデザイン(中澤仁)
- ・ ネットワーク化されたライフログ環境
- ・ ライフログに基づくインタラクション知能を備えた知的エージェントや知能ロボットの実現(開)
- ・ 環境知能との共創コミュニケーションや共同作業を実現するインタラクション技術
- ・ 絶えず変化する環境やニーズに応じた適切なサービスの構築や提供につながる技術

【インタラクションの基礎理論とモデルデザイン】

- ・ 拡張された人間を含む人間と人間のインタラクションのモデル化(小池)
- ・ スマート環境における人間の振る舞いの理解と、環境を含めたシステムのデザイン(中澤仁)
- ・ 科学的インタラクション設計を導く計算論的インタラクションデザイン理論(今井)
- ・ コーチング理論、コミュニケーション知能のモデル(中澤、開、中村)
- ・ ロボット・エージェントとの親密性、感性コミュニケーション (塩見)
- ・ 感情コントロール支援(メンタルヘルスケア、予防) (中村、鈴木)

【プラットフォームの研究】

- ・ 人々の行動に関するデータや様々な社会的な現象の過程に関するデータの収集・解析および共有化、循環の研究開発(中澤仁)

③成果が活用されるドメイン

これらのインタラクションが生じる場(ドメイン)としては、教育・医療・介護・流通・ものづくり・インフラ・交通・スポーツ等を想定するが、これに限定しないこととした。インタラクションの研究開発において、状況の知覚・認知・情動・判断などの処理の理解や支援のためには、人間の内的な状態を解き明かすことが必要になってくる。そのため、認知科学、社会科学、脳科学等の学問分野と連携した提案を推奨した。インタラクションの例としては、人間と環境知能、異文化・異言語間のインタラクションや、健常者と障害者、医師と患者、教師と生徒、コーチと選手、親と子供等、立場や状況の異なる者同士がこれまで困難であったインタラクションを可能とすることが想定される。共生社会における新しい共生インタラクションの展望と提案を歓迎した。また、現行の倫理・法律・社会規制(ELSI)の遵守は当然のこと、新しい社会システムのデザインにおいては、ELSIの枠組みを変革することも必要として、共生社会におけるELSIのあるべき姿の提案も期待した。

④オープンイノベーションの促進

オープンイノベーションの促進を目的として、研究提案募集に先立ち、本研究領域および、さきがけ「人とインタラクションの未来」領域(暦本純一研究総括)に応募する研究チームに対して、自社開発された試作品もしくは製品、またはデータ(以下「装置等」という)を提供する企業等を募集した。2017年は1社、2018年は2社より提供を受け、それら装置等を活用した研究提案はあったが、採択には至らなかった。一方、採択したチームには、すでにオープンプラットフォームの製品(トヨタ生活支援ロボット(HSR))を使っているところもある。

(4) 科学技術の進歩や科学技術イノベーション創出にむけて

本研究領域は、Society5.0「サイバー空間とフィジカル空間を高度に融合させたシステムにより、経済発展と社会的課題の解決を両立する人間中心の社会」を掲げた内閣府の第5期科学技術・イノベーション基本計画の期間にスタートした。本研究領域のタイトルである「人間と情報環境の共生インタラクション基盤技術の創出と展開」は、サイバー空間とフィジカル空間の融合を、人間拡張と知的情報環境の両面の研究開発から攻め、人間と機械のインタラクションの理解と支援からアプローチし、結果として共生社会をデザインして、構築するという「高度な融合」を狙っている。

本研究領域が、ねらいどおりの挑戦的な研究課題を集め、優れた研究代表者らの自発的な研究開発活動を奨励し、適切な指導をすれば、自ずと科学技術の進歩とイノベーション創出に貢献できることは必然である。しかしなお、研究課題間の協働・共創を推奨し、国際的な

共同研究環境構築を支援し、若手研究者の創造性を喚起する刺激を与えることなどは、研究総括が注力すべきことである。また、各チームには基礎研究の成果にとどまらず、経済発展と社会課題の解決への理解につなげ、社会への成果還元を意識を持ってもらうことも重視する。

インタラクション分野は利用者に最も近い技術でもあり、課題も利用者のところで発見されることが多い。完成度の高いユーザ中心の成果ができれば、時期を待たず世に問うことができる。そのため、研究課題毎の特性を見極め産業界との連携も積極的に進めることを推奨する。

これらの研究開発により、急速に進展している人工知能技術等の恩恵を誰もが最大限享受することができ、全体として最適化された共生社会の実現に貢献するものである。

3. 研究課題の選考について

(1) 選考方針と選考結果

書類選考、面接選考では、以下の観点重視して評価を実施した。

- 成果が活用される分野であること
- 研究課題の社会ニーズ、成果の社会インパクトが高いこと
- コア技術または概念の独創性と新規性を有すること
- 挑戦的で国際的に通用するテーマ
- 分野のベストメンバーのチーム
- ELSI 課題の将来解決へのアイデア

また、研究領域全体としての、研究テーマのポートフォリオ、チーム間協働可能性を考慮しつつ、挑戦性のある課題を広い視野で採択することを目指した。

応募された提案課題は、研究分野としては、対話システム、マルチモーダルインタラクション(MMI)、感情・感性処理、身体拡張、ロボティックス、脳・神経科学、ユビキタス IoT 基盤、インタラクション基盤、セマンティクス処理、認知科学、SNS、機械学習、コンピュータビジョン、音声信号処理、自然言語処理、データ科学、VR など様々な分野の技術を基礎にし、応用分野としては、医療・介護・健康・治療、多様性コミュニケーション支援、教育・学習、スキル向上、創造性支援、防災、体験共有、コーチング、エンターテインメント、動物との共生、情報の信頼性、新社会システム構築など多岐にわたる共生インタラクションの実現を目指す研究提案があった。

具体的な選考手順は、2017 年度～2019 年度の 3 回にわたり募集し、総計 223 件(2017 年度：73 件、2018 年度：73 件、2019 年度：77 件)の応募から書類選考の優れた評価 38 件(2017 年度：12 件、2018 年度：14 件、2019 年度：12 件)を面接し総計 16 件(2017 年度：5 件、2018 年度 6 件、2019 年度：5 件)を採択した。総合的な採択率は 7%である。研究課題毎の研究費を 3 億円と低めの水準とし、できるだけ多くの提案を採択する方針とした。他研究領域に比べても多数の応募がありながら、低すぎない適度な採択率による競争的環境で優れた提案

を採択できた。女性研究者による提案は総計 22 件あったが、大変残念ながら採択に至らなかった。面接まで通過した提案は数件あったが、他の不採択提案と同じように、プロジェクトの構想不足や提案内容の将来展開性などを理由に採択しなかった。なお、2018 年度と 2019 年度は ANR との連携公募を実施し、各年 1 件ずつ、計 2 件(上記 16 件に含まれる)の採択をしている。

(2) 採択した研究課題、研究者の適切性について

図 1 は、3 期にわたる全採択課題を、横軸を戦略目標の課題に、縦軸を研究分野の基礎から応用までの階層にとり、ポートフォリオとして図示したものである。戦略目標の、「インタラクションを支援するための人間能力の拡張」、「インタラクションを理解するための原理の解明」、「インタラクションを活用した社会のデザイン」の 3 つの課題に対し、学際的な課題を集めバランスの良い体制を構築できている。人間能力の拡張の課題を重点的に採択しているようにも読み取れるが、いずれの課題も、縦横に広がりをもったテーマに取り組んでおり、近接するテーマだけでなく、距離の離れたテーマ間でも共通の問題意識をもって課題を採択できている。

応用分野は、医療・介護、障害者支援など健康・保健に関する分野をはじめ、コミュニケーション、技能獲得、共生ロボット、教育、安心・安全社会、機械学習、新デバイスなど多岐にわたる。

研究者の分野の広がりを見ると、HCI、HAI、HRI、メディア処理、言語処理、対話分析、ウェアラブル、ユビキタス環境、知能ロボティクス、メディア信号処理、インタフェース

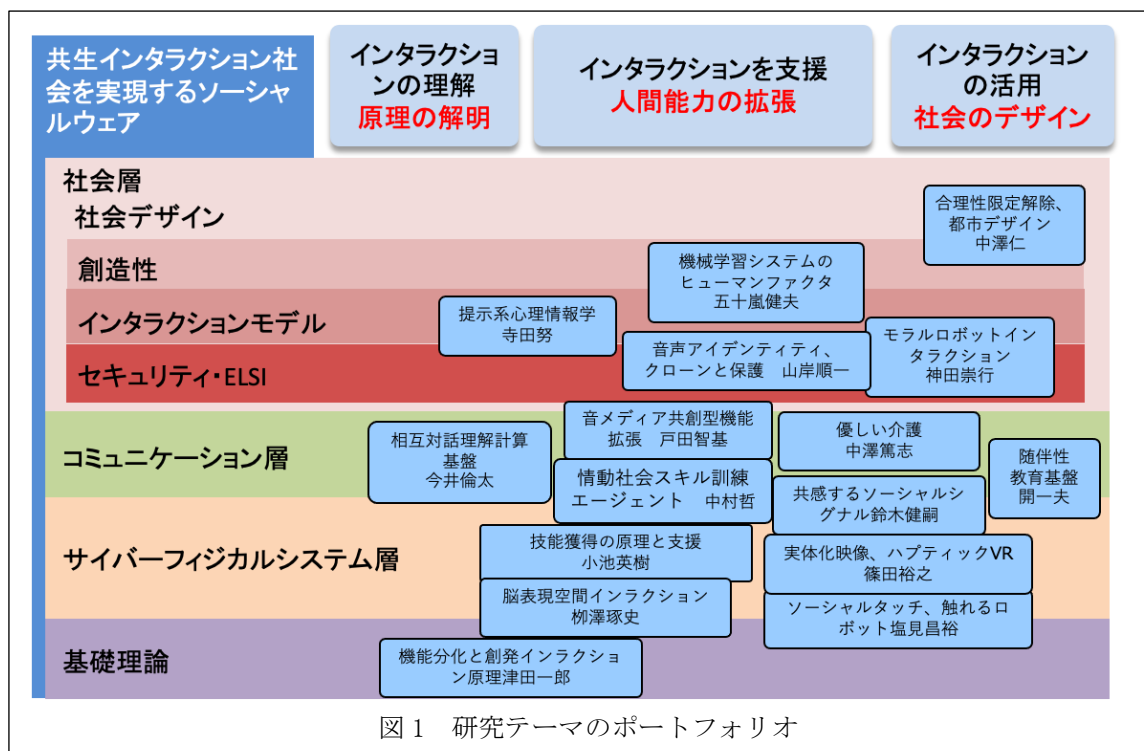


図 1 研究テーマのポートフォリオ

バイス、グラフィックス、機械学習などのコンピュータ科学、情報学・情報工学を中心とし、都市デザイン学、複雑性科学、脳科学、認知科学、社会計算科学、精神科医師、社会学者、看護学者など、多彩なメンバーを集めた。チーム間での共創の可能性も十分に期待できる学際的な体制を順調に整備できた。

なお、若手を歓迎する姿勢で公募に臨んだ結果、採択時の研究代表者の平均年齢は 46.9 歳と、かなり低い水準を確保できた。

4. 領域アドバイザーについて

領域アドバイザーは国内と海外からそれぞれ人選した。本研究領域が扱うことになる、知能ロボティクス、HAI、MMI、機械学習、AI、セキュリティ、音声信号処理、VR、メディアアート、倫理・社会課題などに精通した専門家を集めることができた。具体的には、表 2 及び表 3 の順に以下のとおりであり、採択評価、中間評価、領域会議、サイトビジットなどの機会において、それぞれの得意分野からの的を得た、質問、議論、指導をして頂いている。領域会議では、研究者らの参考となり刺激となる講演も順にお願いしている。

(1) 国内アドバイザーの陣容

大阪大学の**石黒 浩教授**は認知ロボティクス研究の最先端を切り拓いている研究者であり、自身をかたどったジェミノイド研究などを通じて国際的に知能ロボット研究分野を先導している。**江渡浩一郎博士**は、メディアアーティストとして作品発表をしながらメディアアートの研究を進められており、現在は、産業技術総合研究所人間拡張研究センター主任研究員である。メディアアートの世界的イベント、アルスエレクトロニカでの受賞も多数ある。インタラクティブシステムや共創プラットフォームについての見識が豊かである。**栗原 聡教授**は就任時東京電気通信大学准教授で、現在慶應義塾大学教授である。人工知能分野、とりわけ複雑系システム、計算社会科学、創発メカニズム等を専門としている。人工知能学会の理事も歴任しており、AI の研究動向全般についても深い見識を有している。**小林正啓弁護士**は、情報通信システムの倫理・法的・社会的課題(ELSI)に詳しく、情報科学者、AI 研究者の立場に寄り添いつつ、法学者の立場からの研究テーマの倫理的リスク、社会的受容性等についてアドバイスが期待できる。成蹊大学の**中野有紀子教授**は、HAI および MMI を専門とする研究者である。海外留学経験もあり国際感覚豊かで、HAI および MMI の国際会議で委員長などを歴任しており、この分野の動向を熟知している。HAI および MMI は本研究領域で、もっとも取り上げられる重点テーマである。**前田英作教授**は、就任当時日本電信電話(株)(NTT)コミュニケーション科学研究所長で、現在は東京電機大学教授である。機械学習を専門としており広い知識、見識でのアドバイスが期待できる。**宮地充子教授**は大阪大学および北陸先端科学技術大学院大学に在職中である。情報セキュリティ技術の専門家であり、本研究領域でビッグデータ利用に関連する課題評価およびアドバイスを期待する。科学技術振興機構(JST)フェローの**茂木 強博士**は、JST の CRDS での科学技術動向分析の知見など

広い視野からのアドバイスが期待される。早稲田大学の**森島繁生教授**は、音声認識・合成、コンピュータグラフィクス(CG)、VR の専門家であり、メディア処理全般について高い視座からのアドバイスを求める。

また、Ca112 の研究課題に対する中間評価を 2021 年 10 月に実施した際は、発達ロボティクスと脳科学を専門とする東京大学の**國吉康夫教授**と、脳科学を専門とする玉川大学の**大森隆司教授**に、外部評価委員を依頼した。Ca112 の研究課題では脳科学を扱うチームが新たに参加することになったため、専門性の高いアドバイスを頂くためである。また、知能ロボットの研究課題について、専門の石黒アドバイザーが利益相反により評価に参加できないため、これら外部の専門家のアドバイスを頂く必要があった。

(2) 国際・領域運営アドバイザーの陣容

米国マサチューセッツ工科大学(MIT)の**Alex Pentland 教授**は、パターン認識・画像処理・コンピュータビジョンの基礎技術を基盤とし、人物像認識、ウェアラブルコンピュータ分野等を開拓した研究者である。その後、社会計算学にも分野を展開しており、メディア処理の基盤から社会デザインまで広い見識でのアドバイスが期待出来る。**Anind Dey 教授**は着任時米国 Carnegie Mellon 大学(CMU)で、現在は米国 Washington 大学所属である。IoT の前身とも言えるユビキタス情報環境研究の第一人者でコンテキストウェアネスなどの重要な概念を提案した。Ubicomp、Pervasive などの国際会議の委員長を歴任している。IoT 分野を俯瞰したアドバイスが期待できる。**Daniel Gatica-Perez 教授**は、スイスにおけるメディア処理、機械学習、AI の先進的研究機関である Idiap 研究所の Social Computing グループ長で、スイス連邦工科大学ローザンヌ校(EPFL)の教授も兼任している。パターン認識、メディア処理などの機械学習を使ったグループ対話分析で注目を浴びた。MMI の国際会議 ICMI のステアリング委員長、ACM IMWUT プロシーディングスの Associate Editor などを歴任している。EU のプロジェクトに精通しており、専門分野のほか、国際展開のアドバイスが期待できる。**Hans Gellersen 教授**は着任時、英国 Lancaster 大学、現在はデンマーク Aarhus 大学所属である。英国でのユビキタス情報環境の研究コミュニティを牽引した第一人者である。視線認識・応用処理など、ユニークな実績がある。専門分野のみならず EU の研究事情などにもアドバイスが期待できる。**Trevar Darrell 教授**は米国 California 大学 Berkley 校(UCB)所属で、Pentland 教授の門下生である。UCB の Berkeley AI research (BAIR) ラボの主宰者で、Caffe などの深層学習の Convolutional Neural Network(CNN)のフレームワークなど、数々の機械学習、パターン認識の成果を出している。

なお、研究課題の選考、中間評価前までのアドバイス、領域会議、サイトビジットについては、国内のアドバイザーのみに依頼した。課題中間評価は、海外のアドバイザーにも評価をお願いしている。

¹変更/移動のあった場合、下段に括弧つき記載

表2 領域アドバイザー一覧

氏名	着任時の所属 ¹	役職	任期
石黒 浩	大阪大学 株式会社 国際電気通信基礎技術研究所 (ATR)	教授 客員所長	2017年4月～2025年3月
江渡 浩一郎	産業技術総合研究所	主任研究員	2017年4月～2025年3月
栗原 聡	東京電気通信大学 (慶應義塾大学)	教授	2017年4月～2025年3月
小林 正啓	花水木法律事務所	所長・ 弁護士	2017年4月～2025年3月
中野 有紀子	成蹊大学	教授	2017年4月～2025年3月
前田 英作	日本電信電話株式会社 (東京電機大学)	所長 (教授)	2017年4月～2025年3月
宮地 充子	大阪大学 北陸先端科学技術大学院大学	教授 教授	2017年4月～2025年3月
茂木 強	科学技術振興機構	フェロー	2017年4月～2025年3月
森島 繁生	早稲田大学	教授	2017年4月～2025年3月

表3 国際・領域運営アドバイザー一覧

氏名	着任時の所属 ¹	役職	任期
Alex Pentland	MIT media Lab(米)	Professor	2017年4月～2025年3月
Anind Dey	Carnegie Mellon University (University of Washington Information School)(米)	Dean and Professor	2017年4月～2025年3月
Daniel Gatica-Perez	Idiap Research Institute(スイス)	Professor	2017年4月～2025年3月
Hans Gellersen	Lancaster University(英) (Aarhus University (デン マーク))	Professor	2017年4月～2025年3月
Trevor Darrell	University of California, Berkeley(米)	Professor	2017年4月～2025年3月

(3) 担当アドバイザーについて

アドバイザーの専門性に応じて、2019年から、チームごとに担当アドバイザーを割り当てた。頻りにサイトビジットを実施したため、アドバイザーにとっては本来業務の都合で参加困難となることが予想された。そこで主たる担当を決めることによって集中して参加するチームを意識して頂いた。非担当のチームへの参加を制限することはせずに運用しているが、担当チームへの参加率が10ポイント程度高くなり¹、多少の効果があった。

表4 各チームの担当アドバイザー (AD)

2017 採択 (Ca111)		2018 採択 (Ca112)		2019 採択 (Ca113)	
チーム	担当 AD	チーム	担当 AD	チーム	担当 AD
五十嵐	江渡、栗原、○森島	塩見	○石黒、栗原、茂木	今井	○石黒、中野、栗原
神田	石黒、○前田、宮地	篠田	○茂木、森島、栗原	鈴木	石黒、○栗原、茂木
小池	○江渡、茂木、中野	寺田	中野、○江渡、茂木	戸田	森島、○中野、前田
津田	石黒、○栗原、前田	開	石黒、○宮地、前田	中澤仁	○前田、茂木、栗原
中澤篤	○中野、森島、宮地	柳澤	○前田、江渡、宮地	中村	○森島、江渡、宮地
		山岸	○森島、中野、栗原		○は主査

5. 研究領域のマネジメントについて

(1) 研究課題の進捗状況の把握と評価、それに基づく研究課題の指導

研究課題の進捗状況の把握とアドバイスは、毎年、春秋2回の領域会議およびサイトビジットを中心に実施した。

① 領域会議の開催

CREST がチーム型のネットワーク研究組織であることを意識し、また、各チームにもそれを実践してもらう目的で、年2回の領域会議を開催している。領域会議開催実績は表A(後掲)のとおりである。

領域会議では、全チームの共同研究者および研究スタッフ(学生も含む)が一同に介し、進捗状況の口頭発表と若手研究者によるポスター発表を英語で行っている。発表に対し、研究総括およびアドバイザー、さらに全参加者からの質疑応答、アドバイス、コメントなどを通じて各研究課題の指導・助言、協働のきっかけ作り、研究内容のブラッシュアップ、アイデア発掘を行っている。ポスター発表を含む全ての発表者に対して、総括・アドバイザーからの一言コメントを領域会議終了後にフィードバックしている。外部から講師を招へいしたりアドバイザーの講演などを毎回企画し、研究の進め方の参考となり参加研究者の啓発となる企画をしている。

¹ 全開催の参加率：担当チーム 49.2%、非担当チーム 40.1%
web 開催の参加率：担当チーム 54.7%、非担当チーム 44.1%

春期は研究代表者の口頭発表で年度毎の進捗を、秋期は主たる共同研究者自身の研究テーマについて発表してもらい、多くの研究者に発表機会を与えるようにしている。口頭発表は、2年度目より英語による発表とし、英語での討論の場を作っている。ポスター発表では、総括・アドバイザー・研究者の投票によるポスター賞を授与し、若手のインセンティブとしている。ポスターは英語で作成するが、ポスター会場では日本語使用を認めている。

2020年3月に始まったCOVID-19禍(コロナ禍)によって、2020年春期の領域会議から完全オンライン化を余儀なくされ、ビデオ会議ツールZoomによる口頭発表を基本とし、ポスターセッション用ビデオ会議ツール(oVice)、オンラインコミュニケーションツール(Slack)などを駆使して、会議におけるコミュニケーション環境の充実に腐心している。依然として、対面会議による恩恵である、研究者同士の出会いやふとした対話から得られる新しい発想・着想の機会提供には及ばず、まだ工夫の余地がある。コロナ感染症拡大の状況が改善すればハイブリッド化を試行する計画である。

②サイトビジット

各チームの研究拠点を往訪するサイトビジットでは、研究総括とアドバイザーが、採択直後と中間評価前を目安に研究代表者の施設を見学し、研究環境、研究体制、具体的な実験システムのデモについて半日単位で見学し、密な意見交換、必要な指導・助言を行っている。インタラクションの研究では実際のインタラクティブシステムに触れたり、自らハンズオン体験することで理解が深まるため、現地サイトビジットは重要な機会である。しかしながら、2020年3月からのコロナ禍によって、以来、現地視察が不可能になっているのは、大変残念な状況である。そのため、2018年採択チームからはオンラインでのサイトビジット回数を1回増やした。なお、現地視察によるハンズオン体験ができなくなった代わりに、オンラインでのサイトビジットにより、アドバイザーの参加率が向上したほか、説明資料の事前配布、自身のコンピュータ環境での即時の情報確認など、密度の濃い意見交換が実現できている。この点は、皮肉なことであるが、コロナ禍によるオンライン会議環境の充実による恩恵でもある。サイトビジットは、2017年採択チーム(Ca111)は2回(うち1回はオンライン)、2018年採択チーム(Ca112)は3回(うち2回はオンライン)、2019年採択チーム(Ca113)は2回(オンラインのみ)実施した。これまでに開催したサイトビジットの概要は表B(後掲)のとおりである。

③総括個別面談

Ca111チーム研究代表者に対して、課題中間評価結果について、中間評価確定後の2020年4月前後に、総括と個別面談を実施し今後の進め方について指導した。これら5チームはいずれも順調な成果を上げており、大きな計画変更は必要なしと判断した。また近年、研究の国際化、若手育成などが国をあげて強く求められるようになっており、各研究課題の評価観点にそれらも含まれることを、各研究代表者と確認した。

なお、パンデミック下での被験者実験が出来ていないチームについて、当分の間、既収集のデータ分析や、実験計画の立案にあてるほか、事態の劇的な改善が望めないことを見越した計画変更も含めた柔軟な対応を指示した。オンライン環境の充実を背景として実施可能なテーマに注力し、新たなリモートインタラクションを活用としたテーマを検討するなど、困難な状況下でも成果が最大化できるよう、アドバイスした。

(2) チーム型のネットワーク研究所として、研究課題間や他の研究領域、国内外の他の研究機関、異分野との融合・連携・協力の推進、新たな研究コミュニティの創成

① チーム間連携の取組

領域内チーム間融合の独自の取組として、領域内チーム連携の研究課題公募「Colab」を2020年度から実施している。Colabは、本研究領域の若手研究参加者を対象とし、異なるチームに所属する研究者との年度内完結の共同研究提案を募集し、採択提案に対して200万円を追加配分する制度である。総括およびアドバイザーが選考委員となり、提案書を書類審査および口頭発表審査のうえ採択を決定する。採択者および成果論文・発表は、表5のとおりである。今後、徐々に増えていくと思われる。

表5 Colab 採択者とその成果

実施年	応募件数	採択件数	採択者	成果論文	成果発表
2020	2	2	住岡英信(塩見 T*)/倉爪亮(中澤篤 T) 池田尊司(津田 T)/住岡英信(塩見 T)		3
2021	4	4	安琪(中澤篤 T)/住岡英信(塩見 T) 門倉悠真・松中玲子(開 T)/福地庸介(今井 T) 矢追健(津田 T)/住岡英信(塩見 T) チョウイ・クーパーエリカ(山岸 T)/ホワンウェンチン(戸田 T)	2	9

*以下、表中で「チーム」はTと示す

②他の研究領域、異分野との連携

ERATO「稲見自在化身体プロジェクト」の研究代表者である東京大学稲見昌彦教授、CREST「知的情報処理」領域研究総括であるATR 萩田紀博所長(現、大阪芸術大学教授)、JST ムーンショット型研究開発制度目標1「2050年までに、人が身体、脳、空間、時間の制約から解放された社会を実現」の石黒浩プロジェクトマネージャー(PM)(本研究領域アドバイザー)、ERATO「万有情報網」研究総括の東京大学川原圭博教授らに領域会議、領域シンポジウムにおいて講演をしていただき、他領域との連携を図っている。また、異分野との連携では、社会科学者の東京大学藤垣裕子教授に領域会議において、EUにおける「責任ある研究とイノベーション(RRI)」の考え方、EUの社会科学者との連携へのアドバイスを頂くなど、本研究

領域が社会科学分野と今後どのように連携し新しいコミュニティを形成していくか模索している。

CREST「ビッグデータ基盤」領域などが主宰した AIP-NSF シンポジウム(2017年12月20日、2019年12月19日)には、間瀬研究総括、中澤篤志教授らが発表者として参加した。2021年12月の AIP-ERCIM 国際会議には、プログラム委員、発表者として本研究領域の研究者が参加している。

③他機関との連携等

国内外の研究機関との融合・連携・協力の推進においては、表6に示すワークショップ、シンポジウム等を開催した。

第1回 ANR 連携シンポジウムは、ANR との共同提案公募初回採択を記念し採択テーマを広く周知するほか、マネジメントレベルでの意見交換と次年度の公募の広報を兼ねたイベントであった。その効果は、次年度の応募数の倍増につながった(2018年度7件から2019年度14件に増加)。

また、International Workshop on Intelligence Augmentation and Amplification(IAA)を、CREST「知的情報処理」領域及びCREST「人工知能」領域と合同で、AIP ネットワークラボの行事として独カイザーシュラウテルン市のドイツ人工知能研究所(DFKI)にて開催した。研究代表者を各研究領域から数名ずつ帯同し、テーマ別に小グループでのディスカッションをするセッションを設け、密な情報交換の場を作った。これを契機に東京工業大学小池英樹教授チームとDFKIのDidier Stricker教授の共同研究が始まり、共著学会発表の実績など具体的な成果があった。IAAを契機として本研究領域では、8件の論文発表と5件の口頭発表の成果があがっている。IAA+Soc2020は、社会科学分野との連携を展望して、フランス社会科学高等研究院(EHESS)と、共催のワークショップを2020年3月に企画していたが、コロナ禍のパンデミックのため一旦中止せざるを得なかった。なお、IAA+Socについては、2022年度の実施に向けて再度企画を練っているところである。

表6 領域主催ワークショップ等

名称	開催地	開催日	概要
ACM IUI2018 ワークショップ	東京	2018年 3月11日	International Conference on Intelligent User Interfaces(IUI)にて、ワークショップ“Symbiotic Interaction and Harmonious Collaboration for Wisdom Computing”を、CREST「知的情報処理」領域と合同でオーガナイズ。国際会議で初めて本研究領域の存在を示した。

第1回 ANR 連携 シンポジ ウム及び 関連行事	パリ、 グルノー ブル	2018年 11月5日 ～7日	ANR 共同提案公募採択チームのキックオフおよび次年度 ANR 共同提案公募広報を目的として、パリソルボンヌ大にてシンポジウムを開催(5日)。ひきつづきグルノーブル大学において共同提案公募広報およびラボ見学(6日)、ソルボンヌ大学 ISIR (Institut des Systemes Intelligents et de Robotique) ラボ見学(7日)を行い、仏国における本領域広報につとめ、研究者間の交流を深めた。 神田 T、小池 T、中澤篤 T、山岸 T から代表者等が参加した。
第2回 ANR 連携 シンポジ ウム及び 関連行事	東京	2019年 12月2日 ～3日	シンポジウムでは ANR 共同提案公募採択チームの紹介とともに、Ca113 チームのキックオフに加えて国内外からの招待講演を行った。また、江村克己 AIP ネットワークラボ長と ANR 関係者との対談のほか、本領域小池チーム(小池研究室、古屋研究室)および ERATO 稲見昌彦プロジェクトのラボツアーを実施し、研究者間の交流を深めた。
IAA2019	カイザー シュラウ テルン (独)	2019年 1月15日 ～17日	CREST 「知的情報処理」領域及び CREST 「人工知能」領域と合同で、AIP ネットワークラボの行事として開催。小グループに分かれてテーマ別にディスカッションを実施した。五十嵐 T、神田 T、小池 T、津田 T、中澤篤 T、山岸 T から代表者等が参加
IAA+ Soc2020	パリ	2020年 3月開催 予定 (中止)	IAA の2回目のワークショップとして、CREST 「知的情報処理」領域、CREST 「ビッグデータ応用」領域、CREST 「人工知能」領域と合同で、AIP ネットワークラボの行事として企画。コロナ禍のため中止。

④ANR との日仏共同提案公募

仏 ANR との共同提案募集は、CREST として初の試みであり、実現にむけて準備を進められた関係諸機関・部署に感謝する。前述のとおり、2018 年度および 2019 年度に各 1 件を採択できた。いずれの提案も、本研究領域の目標によく合致し、優れた成果を期待できる内容であり、順調に高いレベルの成果をあげている。募集開始前には、CREST の一般提案の書面・面接評価に準じた 2017 年度の手順を踏襲できるよう、JST 側主導の手順を仏側に了解してもらうよう交渉し、提案どおり実施できた。原則的に、一般提案と共同提案の評価基準は同じとした。採択決定後は、表 6 のとおり ANR との第 1 回連携シンポジウムをパリで開催し、第 2 回を東京で開催した。研究者同士の交流支援と、関連研究分野の潜在テーマの相互調

査、共同提案プログラムの広報をはかった。また、マネジメントレベルの会合をもち、提案評価のプロセス・評価尺度について情報交換・意見交換を行った。連携シンポジウムをきっかけとして、採択研究課題以外において、新たな国際共同研究が開始され論文発表8件、口頭発表5件などの成果を上げている。

2018年度のANR共同提案公募で採択された1課題の課題中間評価は、国内提案分と同じ手順で行い、今後もJSTの制度内での評価をまず行う。なお、ANR側は、今回のプログラムについて中間評価、最終評価の手順が制度にないとのことである。今後、JST側で順に中間評価、最終評価を迎えるにあたって、共同提案募集制度の評価も含めて、個別研究課題の進捗・成果評価について、ANRとの何らかの合同評価の機会を設けたい。

⑤認知科学タスクフォース(以下 認知科学TF)企画と実施

認知科学、社会科学、脳科学等の研究者が参画するチームから共通分野の研究者を集めてタスクフォースを形成、課題や成果の共有による横断的な研究を実施することを目的とし、初年度、各研究チームより1名ずつメンバーを募り、チーム横断型のタスクフォースを設置した。

第1回：研究総括およびCall1全5チームより1名ずつ参加。当面の間、タスクフォースではインタラクション研究における倫理審査に関する取り組みの必要性について取り扱うとした。(2017年12月22日、名古屋大学にて開催)

第2回：第1回の議論に基づき、各チームにおける倫理審査に関する取り組みの事例紹介を行った。(2018年5月22日、名古屋大学にて開催)

議論の成果を第2回領域会議(2018年9月)にて発表し、本研究領域内の研究参加者と共有した。倫理審査の形式や手続きの複雑さ・面倒さについては、各組織の違いや、分野の違いがありつつも、基本的な手順について共有でき、今後の実験計画の補助となった。研究者からは、もっとつっこんだトラブル対応のノウハウの共有が望まれるなどのコメントがあったので、先行する事例については、チーム間での共有をアドバイスした。

認知科学タスクフォースの当初の狙いは、人間の内的な状態を解き明かす研究方法論へのアプローチについて、本研究領域全体から専門家を募って議論してもらうことであった。その点からすると方向違いの成果となった。タスクフォース参加者の共通の興味点を見いだすことは少々困難であった。

⑥その他の取組

各チームは、個別に海外の研究機関と共同研究体制をとっており、共著論文の執筆、若手研究者の相互派遣・受け入れ、国際ワークショップ・チャレンジの開催・推進など、連携・協力の実績は十分積み上げつつある。コロナ禍で一時的に停滞している状況はあるが、オンライン会議などが活用されている。

また、2020年度の中間評価委嘱を経て、2021年度には国際・領域運営アドバイザーによるオンラインレクチャーシリーズを実施している。当初は、希望するPI等を帯同して国際・領域運営アドバイザーを往訪し、ワークショップ開催、ラボ見学等を通して研究内容を紹介するとともに、研究者間の交流を深める予定であったが、コロナ禍により全て断念せざるを得なくなったため、アドバイザーによるオンライン講演を開催している（表7）。欧米との時差のため、早朝等の開催にもかかわらず、多くの研究が視聴および議論に参加しており、有意義なものとなっている。

表7 海外アドバイザーレクチャーシリーズ

開催日*	時刻(日本時間)	氏名	講演タイトル
11月12日	17:00-17:40 講演 17:40-18:00 Q&A	Daniel Gatica-Perez	On Diversity and Mobile Sensing
12月7日	7:00-7:40 講演 7:40-8:00 Q&A	Alex Pentland	How People and Machines Can Make Decisions Together
1月6日	17:00-17:40 講演 17:40-18:00 Q&A	Hans Gellersen	未定
1月13日	9:00-9:40 講演 9:40-10:00 Q&A	Anind Dey	未定
1月31日	未定	Trevor Darrell	未定

*全て2021年度に開催

(3) 研究費配分上の工夫

公募時の予算提示は1提案あたり最大3億円で、ほぼ一律、上限内での提案どおりの満額を配分した。ただし、ANR共同提案課題は、ANR側の配分研究費とのバランスに提案者が配慮して低めにJST側研究費総額を希望したため、総括から追加配分の必要性を積極的に尋ねた。山岸チームには、人件費通年1名分の研究費を採択時に追加配分した。

領域全体としては、毎年、国際交流の追加配分の希望をとり、各チームに配分しているが、現時点では、コロナ禍のためほぼゼロになった。Colabにより研究費を配分しチーム間共同研究のインセンティブとして仕掛けた。また、課題中間評価の際に、今後の研究加速に必要な追加配分の希望を、その用途とともに受け、審査の上配分している。

(4) その他マネジメントに関する特記事項(人材育成等)

①人材育成

若手研究者の育成を目的として、第3回以降の領域会議において優れたポスター発表を表彰している。また、AIPネットワークラボが実施しているAIPチャレンジ事業を活用し、

若手研究者のチャレンジへの積極的応募を推奨している。本研究領域からの採択者数は2018年度3名、2019年度12名、2020年度13名、2021年度16名である。

さらに前述の通り、領域独自の領域内の異なるチーム間の共同研究提案 Colab 制度を設けて、若手研究者への応募を奨励している。

また、若手研究者の育成においては、優秀な若手研究員を採用し、優れた成果を出して課題に貢献してもらい、その業績が評価されプロモートされて次のポストへ移動するという好循環が重要である。他の競争的研究資金への応募も強く推奨した。若手にとっては自身の研究分野の拡大であり、プロモーションをうけるきっかけになる。学振研究員や競争的研究資金の獲得と国外の他大学・研究組織・企業へのプロモーションの実績は表8の通りである。

表8 若手研究参加者のキャリアパス

採択事業など [#]	人数
学術振興会特別研究員(海外特別研究員を含む)	18
ACT-X	8
さきがけ	3
創発的研究支援事業	3
海外研究機関(民間を含む)で採用	15

#：本研究領域に参加後の採択者のみ示す。

なお、2019年時点でJSTセンター・オブ・イノベーションプログラム(COI)ではCOI採用の研究員に20%の-effortを自由裁量で本来業務以外に使えるシステムが採用された。本研究領域の研究代表者からも同じシステムをCRESTでも採用して欲しいと要請があり、JSTに検討を依頼した。2020年4月よりこの制度はCRESTにおいても運用されることとなった。

また、表C(後掲)のとおり、JST「CREST」「さきがけ」「ACT-I」のアドバイザーとして本研究領域の研究者が複数委嘱されている。小池チームの主たる共同研究者である東京大学暦本 純一教授は、さきがけ「人とインタラクション」領域総括でもあり、このように、本研究領域には広い知識と優れた見識のある研究参加者が参画している。

②アウトリーチ活動

本研究領域の活動を広く知って頂くために、表9の領域主催アウトリーチ活動を行っている。2021年には、初年度採択チームの中間評価が終了したので、第1回中間成果報告シンポジウムを開催した。研究代表者からの発案で領域外の専門家との対談形式とし、参加者アンケートは大変好評だった。次回以降も、研究代表者の意見を聞きつつ公開シンポジウムを企画・実施する予定である。また、各期の最終年度には最終報告会を予定してい

る。その他、各チームは、個別の取材や企画により積極的に社会への情報発信を行っている。チーム毎のアウトリーチの一覧は後掲の表 D に示す。なお、提案募集は JST 主催の説明会主体でおこなったが、初年度については、2017 年人工知能学会の公開特別セッション「JST における先導的 AI 研究推進ファンドと若手研究者向け研究支援プログラム ACT-I の紹介」に飛び入り参加し、新設したばかりの研究領域の説明と提案募集をアピールした。

表 9 領域主催アウトリーチ活動

名称	開催日	概要	登壇者(敬称略)
第 1 回中間報告シンポジウム	2021 年 8 月 30 日	Ca111 チームの研究代表者による中間成果発表。対談形式で実施。	対談：五十嵐健夫×丸山宏、神田崇行×久木田水生、小池英樹×南澤孝太、津田一郎×國吉康夫、中澤篤志×長井志江、基調講演：石黒浩、講評：安浦寛人
人工知能学会企画セッション	2020 年 6 月 11 日	共生インタラクションと IoT が拓く未来 (さきがけ「IoT」領域と合同開催)	間瀬健二、徳田英幸、栗原聡、小池英樹、寺田努、(さきがけ研究者)村尾和哉、(さきがけ研究者)清雄一
	2021 年 6 月 11 日	共生インタラクションと IoT が拓く Society5.0 (さきがけ「IoT」領域と合同開催)	間瀬健二、徳田英幸、栗原聡、今井倫太、中澤仁、(さきがけ研究者)廣井慧、(さきがけ研究者)松田裕貴
サイエンスアゴラ 2021	2021 年 11 月 3 日	人と AI との共生：日本型 AI における人間中心とは？ (さきがけ「IoT」領域と合同開催)	間瀬健二、徳田英幸、栗原聡、中澤仁、(さきがけ研究者)廣井慧、(さきがけ研究者)松田裕貴、(SF 作家)長谷敏司

会場は全てオンライン

③他の競争的研究資金獲得状況

研究開始後の研究代表者自身または共同研究者による競争的資金獲得状況は表 E(後掲)の通りである。CREST、科学研究費補助金基盤研究(A)など大型の研究費獲得などの実績があり、コミュニティ拡大に貢献することが期待される。また、AIP ネットワークラボの日仏独 AI 研究など国際共同研究プログラムの採択もあった。ムーンショット型研究開発事業に多数参加しているのも、採択チームに参加している研究者の先進性を示していると考えられる。

6. 研究領域としての戦略目標の達成に向けた状況について

(1)Call1 の研究課題「技能獲得メカニズムの原理解明及び獲得支援システムへの展開」

(研究代表者：小池 英樹教授)²の成果

① 研究課題の概要

高度画像処理技術、拡張現実感技術、ソフトロボティクス技術、人工知能技術を用いて、高度な技能を人から獲得し(copy)、人に伝承(paste)する技能獲得支援システムの技術基盤を開発することを目指している。具体的には、トップアスリート、熟練音楽演奏家、障害者³という特殊技能を持つ人々に着目し、(1)技能獲得メカニズムの原理解明、(2)技能獲得支援システムの開発を行っている。小池グループはアスリートの動作計測および障害者の質的研究を行い、プロジェクト全体の基盤技術となる、(1)深層学習を用いた動作計測手法、(2)VR/AR を用いた差分提示手法、(3)未来予測手法、(4)細径人工筋肉を用いた力覚フィードバック装置等を開発した。古屋グループはピアニストに着目し、高速な指の動きや打鍵情報の計測装置、分析、データベース化を行った。同時に、小池グループと共同で(1)、(4)の適用を行った。牛場グループは脳科学の見地から、視覚情報の漸増的偏移が、ユーザの意識下での運動適応を誘導することを明らかにし、プロジェクト全体を通じて、効率的な記憶の定着手法の解明を行っている。暦本グループは、牛場グループの研究の技術的支援を行うと同時に、熟練者と学習者の差分提示のための体外離脱感覚提示システムの開発、サイレントスピーチシステム、調整時間による技能獲得支援技術を研究し、アスリート、音楽演奏家、障害者支援のための新たな技術を開発している。

②研究成果の科学的・技術的な観点からの特筆すべき成果

ソニーコンピュータサイエンス研究所(CSL)研究員の古屋晋一博士らは、体性感覚トレーニングによる熟練者の能力の限界克服として、ハプティックデバイスを用いて強化学習理論に基づいてデザインしたアクティブハプティックトレーニングが、エキスパートピアニストの力触覚と巧緻運動機能を向上させることに成功した。エキスパートの技能は天井効果と呼ばれ、大きく向上することが困難な状態にある。その技能の限界突破を実現するトレーニング方法として、強化学習に基づくハプティックトレーニングを開発し、その効果を検証することで、指運動の巧緻性の限界を突破することを目指した。これまで行われていた、正否のフィードバックを与えない反復練習や、重量を変えずに力発揮を行いその正確性のフィードバックを与えるフィードバック誤差学習では、力触覚の向上は認められなかった。以上のことから、強化学習のExploration-Exploitation のフレームワークに基づいてデザインしたハプティックトレーニングは、ピアニストの指先の力触覚と巧緻運動機能を向上することが科学的に明らかとなり、技習得の原理解明における科学的インパクト

² 主たる共同研究者：暦本潤一、牛場潤一、古屋晋一

³ バラアスリートの身体能力、視覚障害者の聴覚など

トの高い成果である。本研究結果は、いくら練習しても能力が向上しない「天井効果」「見かけの才能」に苦しむ演奏家の能力を向上する新しいトレーニング方法として深い意義を有する。(2020年11月JSTプレスリリース)

また、古屋らはピアニストの心理緊張による巧緻性低下を予防するトレーニング法も発見している。ピアニストやアスリート、外科医などのエキスパートは、膨大な練習を経て高度な技能を獲得している。しかし、コンクールやオリンピックといったプレッシャーのかかる場面において、心理緊張に伴い、想像できないようなミスをしてしまう問題は、職業生命を脅かす事態にも関わらず、背後にある脳と心のメカニズムや予防法は未解明である。研究グループは、ピアノの音の音量やタイミングを任意に操作できる「可変聴覚フィードバックシステム」を用いて電子ピアノの発音タイミングを遅らせ、直後に演奏がどの程度乱されるかを評価することで、時間を知覚する聴覚機能と正確な指動作を生み出す運動機能を統合する働き of 頑健性を調べた。実験の結果、心理緊張に伴い、聴覚への情報に対して過度に身体動作が反応してしまう異常が生じることが示唆された。この発見は、エキスパートの技能を心理緊張下でも安定して行うことを可能にするトレーニング法の開発に役立ち、アガリによる技能失調に関わる脳と心のメカニズム解明という新しい科学的課題に焦点をあてている。(2021年12月JSTプレスリリース)

一方、同じチームの小池らは、McKibben 型細径人工筋肉を用いて、人のしなやかな動きを支援することのできる、軽量な力覚フィードバックグローブを開発している。従来のハードな外骨格型グローブと異なり、指の動きを妨げることなく、かつ指の曲げ伸ばしの2方向に対応することを可能としている。熟練ピアニスト5名での被験者実験を行った結果、既存の外骨格グローブに対し装着に対する違和感が最も低い結果も得ている。また、本グローブを装着して高速打鍵練習を行った後では、練習前に比べて打鍵スピードが向上していることがわかった。いずれ、古屋グループが現在使用中の重量が重い外骨格グローブの代替となることを目指している。

そのほか、成果の列挙には枚挙のいとまがない。脳科学と情報工学の観点から、スポーツや音楽など幅広い分野での効果的なスキル獲得に重要な共通要素として、自己の身体の外在化、他者との実時間差分フィードバック、調整的な目標設定などが重要であることを示した。超広角カメラを胸に装着して、装着者の3次元姿勢を認識するシステム、VR空間での時間湾曲を利用した卓球・テニス訓練システム、スポーツにおける未来姿勢予測システムFuturePoseなど、今後の発展が期待できる成果がでていく。

研究発表等の実績：以上の成果は、これまで合計 115 編の査読付きフルペーパー(2018年度 6 編、2019 年度 21 編、2019 年度 23 編、2020 年度 43 編、2021 年度 22 編)として採択された。このうち、38 編は英語ジャーナル論文、72 編は国際会議論文である。また、国内外の論文賞等を 5 回受賞。メディア報道も 25 回なされており国内外の評価が高い。

③研究成果の社会的・経済的な観点からの特筆すべき成果

古屋らは、本研究課題の成果をもとに、所属するソニーCSLにおいて、音楽芸術活動に携わるアーティストの成長を支援する新しい音楽教育プログラムを開発し、それを実践するピアノアカデミーを2020年7月に設立し「ミュージック・エクセレンス・プロジェクト」を始動した。芸術教育だけでなく身体教育(Physical Education for Artist Curriculum, PEAC)を組み合わせることに特徴があり、PEACの科学技術基盤として、本研究課題の成果が活用される。ピアニストの感覚運動機能や演奏技能を計測、評価、可視化、推薦できる熟達支援プラットフォーム(Musical Excellence Platform、MEP)を開発している。ピアニストが、自身の感覚運動機能や演奏技能を詳細に理解することや、その得手不得手を正確に把握することは困難である。そのため、解決すべき課題を同定できず、さらには解決のための最適な指導やトレーニングを実施されないため、これまでは熟達支援が妨げられ、誤った練習による故障発症のリスクが増大し、心理不安を発症するという悪循環があった。このピアノアカデミーは、局所性ジストニアなどピアニストが陥りやすい故障のリスクから解放されて演奏能力の限界を突破するピアニストを育成する場として成果が期待でき、社会へのインパクトは極めて高い。



④本研究領域における貢献

本研究課題は、東京大学暦本純一教授ら国内の人間拡張研究コミュニティを牽引する研究者が集まったチームであり、身体能力についての新しい人間拡張機能の開発、機能拡張理論の学理開発（課題1）に大いに期待がある。上記の古屋らのピアニストの能力開発および技能習得支援の成果のみならず、スポーツ関連の技能獲得の原理解明、技能獲得支援システムの開発を行っている。とくに技能獲得の原理として、運動スキル(motor skills)獲得時の脳活動モデル(図3)を仮説ながら提示した。今後の本研究課題のシステム開発の基盤となるのみならず、領域全体のコア理論となる可能性があり、そのモデルでの説明可能性の追求に期待がある（課題2）。外骨格グローブを利用した技能獲得は共生インタラクションの一つのモデルであり、人間が機能拡張されるだけでなく、システム側が人間の暗黙的な動作を計算論的に理解することにつながる。システムの利用を通じ、AIが人間の技能を理解し模倣できる、共生の実現に近づく（課題3）。

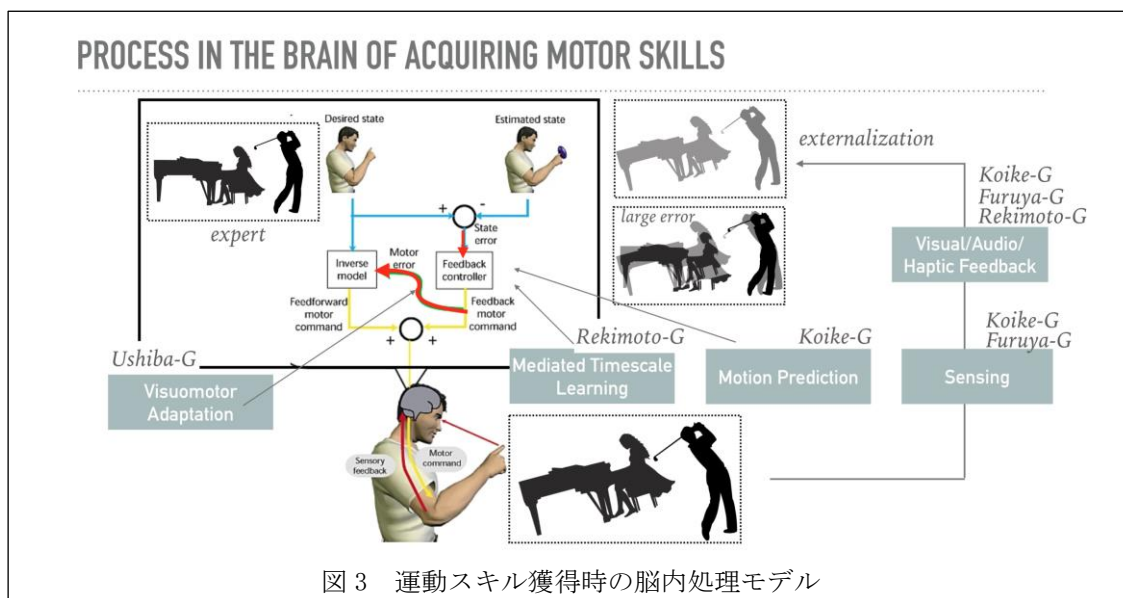


図3 運動スキル獲得時の脳内処理モデル

(2)Call2 の研究課題「VoicePersonae: 声のアイデンティティクローニングと保護」(研究代表者: 山岸 順一教授)の成果

①研究課題の概要

山岸らはこれまで異なる分野で独立に研究されていた「声のアイデンティティ」に関する分野の壁を取り除き、図 4 で示される 4 分野を俯瞰的にとらえ、i) 個人性を再現する音声合成を始めとするアイデンティティに関する機械学習技術を高精度化する技術、ii) 生体認証の安全性と頑健性を高める技術、iii) プライバシー保護に関する新しい技術、iv) 他のモダリティ情報へ拡張しアイデンティティの活用と保護を両立させる技術、を同時に確立するという挑戦的なテーマを担っている。音声変換と生体検知、匿名化と再識別化という、目的が相反する技術をどちらも加速させるという「敵対的競争型研究」をプロジェクト内で推進している点もユニークである。国立情報学研究所(NII)、アビニオン大学、Eurecom 研究所との日仏合同チームで 2018 年以降研究を行っている。これらの活動の意義は所属組織の NII でもその重要性が認められ、2021 年 7 月シンセティックメディア国際研究センター(センター長は研究参加者の越前 功教授)が結成され、さらなる発展が期待される。

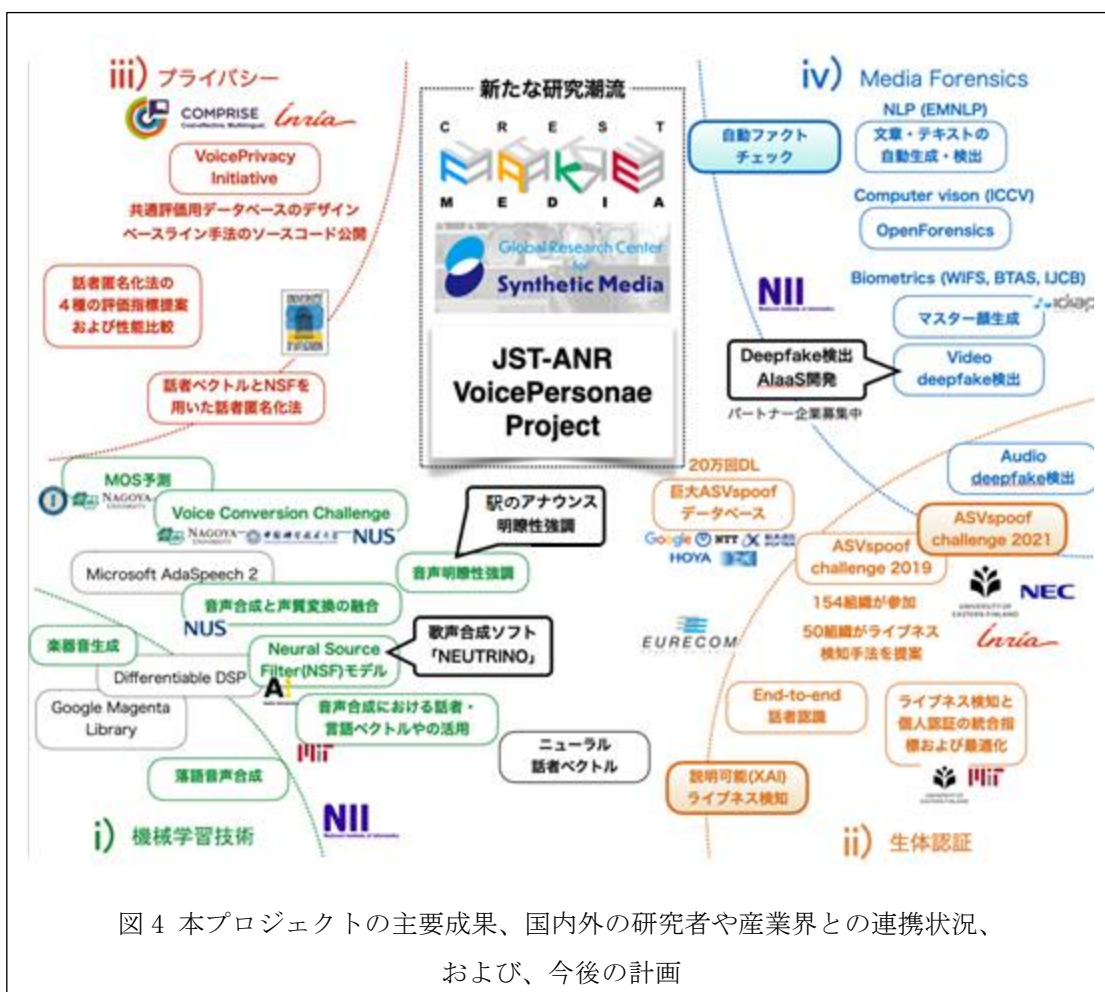


図 4 本プロジェクトの主要成果、国内外の研究者や産業界との連携状況、および、今後の計画

②研究成果の科学的・技術的な観点からの特筆すべき成果

(i) 信号処理と深層学習の融合による波形生成

音声合成、声質変換、音声強調では、ボコーダという技術を利用し、予測された音響特徴量を音声波形に変換する事が多い。これまで、河原らの信号処理に基づく STRAIGHT や、ニューラルネットワークの普及後は、DeepMind による巨大ネットワーク Wavenet がよく用いられていたが、どちらも品質もしくは計算コストに問題があり、一長一短であった。山岸らは信号処理と深層学習を密に融合させ、古典的なソースフィルター・ボコーダーの一部にニューラルネットワークを導入した、全く新しいニューラルボコーダ手法「ニューラルソースフィルタモデル」を提案した。この手法では、信号処理を深層学習の演算の一部として行い、音声波形から確率的勾配降下法によりフィルター部のパラメータを推定する一方、音源部は信号処理ボコーダの様に、基本周波数で駆動する。このような信号処理とニューラルネットワークを組み合わせた手法の発展可能性および応用可能性は非常に高く、さらに、音楽情報処理分野において DDSP(微分可能デジタル信号処理)として理論発展中である。本手法による合成音は、従来の信号処理による合成音声よりも高品質であり、また巨大ネットワークである Wavenet と比べても遜色がない結果である。生成に係る計算時間は、Wavenet と比較して、非常に高速である。この成果は、国際会議 IEEE ICASSP 2019(英国にて開催)にて基本的なソースフィルター・ボコーダーをニューラルネットワーク化したモデルとして発表された。本論文は 2019 年に発表した技術にもかかわらず被引用数が 85(Google Scholar 2021/12/13 現在)と高い。

(ii) 音声のライブネス検知研究と ASVspoof チャレンジ

音声の個人性再現技術は、エンターテインメント等にて新たな価値をもたらすと考えられるものの、悪用された場合には話者認識システム等においてセキュリティ上の問題も起こす。またオレオレ詐欺や情報操作に利用される可能性もある。山岸らは、人間発声か機械合成を判定するライブネス検出用大規模音声データベースの構築を行い、共通データベース上でライブネス検知アルゴリズムの性能評価を行う ASVspoof チャレンジを世界規模で開催し、この分野を国際的に牽引している。2019 年のチャレンジではデータベースが世界 154 の組織に配布され、そのうち 50 組織がチャレンジに参加するという世界的な潮流を形成している。さらに詳細な分析を通して、高精度に識別可能なライブネス検知モデルを構築するための必要条件を明らかにし、その知見のエッセンスをまとめた「Practice guideline」およびオープンソースプログラムもコミュニティに発表するなど、コミュニティの育成にも積極的である。ASVspoof を通して得られた音声のライブネス検知の知見は、今後、研究分野および産業界で幅広く利用されると期待される。国際的に最先端の水準での成果をあげている。

研究発表等の実績：以上の成果は、これまで合計 79 編の査読付きフルペーパー(2019 年度 21 編、2019 年度 33 編、2021 年度 25 編)として採択された。このうち、12 編は英文ジャ

ーナル論文、67 編は国際会議論文である。また、国内外の論文賞等を 5 回受賞。メディア報道も 59 回なされている。

③研究成果の社会的・経済的な観点からの特筆すべき成果

聞き手側の環境に存在する雑音に負けないよう音声を予め変換する「音声明瞭性強調」は、実用上非常に重要な課題である。音声明瞭性の指標を敵対的生成ネットワークの識別器の出力値と見做し識別器に音声明瞭性指標を近似させ、そして、その近似指標に基づき、不明瞭な音声を聴きやすい音声に自動変換に利用するという「iMetricGAN」というネットワーク構造を提案した。本技術は、実用上様々な応用が考えられ、実際、国内企業の製品に導入され、更に、駅のアナウンスの明瞭性を強調する技術としても採用されることになっている。なお、この社会還元は、山岸らのオープンサイエンスに積極的な姿勢がもたらしたもので、本技術をオープンソースプログラムとして公開して実現した。

以上のとおり、科学的インパクトおよび社会的インパクトの高い成果を出しつつある。

④コミュニティの拡大・創設、社会実装、新産業基盤の導出

今後、本研究課題のチームは、シンセティックメディア分野での先駆的研究プロジェクトとしての国際的立ち位置を確保し、さらに、シンセティックメディア産業に必要な基礎技術を洗練させ新たな産業を導く期待が高い。すでに、信号処理と深層学習を融合したニューラルボコーダ「Neural source filter vocoder」のオープンソースプログラムは、人気歌声合成ソフト「NEUTRINO」⁴の波形生成エンジンとして採用され、合成された歌声が YouTube 等に多数アップロードされている。また、研究参加者の越前 功教授は、CREST「信頼される AI システムを支える基盤技術」領域、および A-STEP など他の大型競争的資金に応募し新規採択され、研究分野が広く展開している。

⑤本研究領域における貢献

音声対話は、人間にとって他者とのコミュニケーションにおける非常に重要な機能でありメディアである。本研究課題は、対話機能における発話を音声合成で拡張し、自分の代わりに音声対話を実現し、あるいは、相手の音声の発生源が誰なのか聞き分ける能力を拡張するという、本研究領域目標の人間拡張(課題 1)を解決しようとするものである。さらに、これらの拡張された能力が将来、自己の管理下を離れ第三者によって使われる場合には、プライバシーやセキュリティなど社会的問題を起こすリスクのある技術であり、技術が社会に展開される前に社会にもたらすリスクを予見し、それを回避する技術的・政策的な対策を考慮した社会デザインの構築(課題 3)を視野に入れており、本研究領域の目的によく合致し、また、順調に将来性のある高い研究成果をだしている。

⁴ <https://n3utrino.work>

(3)Call11の研究課題「「優しい介護」インタラクションの計算的・脳科学的解明」(研究代表者：中澤 篤志准教授)⁵の成果

①研究課題の概要

中澤らは、フランスで属人的に開発された介護プラクティス「ユマニチュード」における、見る・話す・触れる・立たせる、の4技術を、ウェアラブルセンサー、環境センサなどで取得、定量化し、統計的解析などを用いて優しいケアスキルがどのような要素から構成されるのかを計算機的に解析し、介護スキルの学習システムの開発につなげることを目的としている。認知症老人介護現場においては、被介護者についての認知能力モデル、情動変化など内面状態の理解・認識不足により、コミュニケーションの齟齬を起し、せん妄が起きたり、介護の拒否が生じやすい。ユマニチュードの介護スキル知識から、情動・環境認知モデルを前提とした face-to-face コミュニケーションの原理の解明を導き、それに基づきさらに進化した優しい介護スキルを開発し、介護の専門家・非専門家への教育支援に適用することを目指している。

②研究成果の科学的・技術的な観点からの特筆すべき成果

初心者が「優しい介護」を学習する過程を一人称視点映像で撮影してデータセットを作成して解析し、熟練者と初学者の違いを統計的に明らかにした(図5)。具体的には、熟練者と初学者の間で被介護者とのアイコンタクト頻度、相対顔距離および角度に有意な違いを見いだすなど、優れた基礎研究成果を上げている。また、「触れる」技術を計測するセンサや「触れる」技能を再現するロボット技術の成果を上げている。



③研究成果の社会的・経済的な観点からの特筆すべき成果

⁵ 主たる共同研究者：倉爪亮、本田美和子、佐藤弥、石川翔吾、高松淳

本研究課題で開発した技能評価システムによって、従来、臨床現場において属人性が極めて高いと考えられてきた介護のスキルの定量化が可能となった。これを基に、医療・介護専門職、家族介護者、消防署救急隊員等のケアの最前線で働く人々への教育介入効果評価研究を実施した。具体的には、京都市内病院、豊川市内病院、富山県立大学看護学部、福岡市消防局など、計約 200 セッション、60 名の看護師/介護士/救急隊員/家族介護者等にセミナーを実施し、訓練データを取得している。教育介入により相手との顔の距離が近く、向きが正対し、アイコンタクトが長くなるなどの効果がみられている。本研究課題が目的とする、認知症老人介護の社会的課題解決と本研究課題の成果による科学的解決アプローチは、NHK クローズアップ現代など主要メディアでも数回取り上げられ社会の注目を浴びている。

本研究課題では政策提言も行っている。中澤篤志、本田美和子は、認知症をテーマに日本学術会議が2020年2月に開催した学術フォーラムにおいて本研究課題の研究内容を発表した。さらにそれを受けて、学術会議提言「認知症に対する学術の役割--「共生」と「予防」に向けて--」を上梓した。中澤・本田は「提言 2.2 工学・情報工学・認知科学、Society 5.0 による認知症との「共生」」を中心に提言を行っている。また自由民主党政務調査会・データヘルス推進特命委員会「データに基づく科学的介護・栄養等ワーキンググループ」における中澤、倉爪、本田の研究結果及び提案がデータヘルス推進特命委員会提言に盛り込まれ、2019年6月、2020年6月に公開されている。

④本研究領域における貢献

本研究課題の最も重要な貢献は、コミュニケーションスキルの理解である。認知症高齢者を対象とすることによって、いわば社会的振る舞いを演じない情動的コミュニケーション中心のコミュニケーションを分析することが可能になる。また、視覚、聴覚、触覚などの知覚機能が衰えた場合にどのようにそれを拡張して、保障しコミュニケーションを成立させるかという理解から知覚機能のコミュニケーションに果たす役割が明らかになる。人間と異なるロボットやAIにおける知覚機能および情動機能が、人間とのコミュニケーションを成立させるためにどのように設計すべきか明らかになることが期待できる（課題 3）。

ウェアラブルカメラ、タッチセンサ付ロボット、Augmented Reality(AR)などの情報環境の高度化と、介護スキルの定量化と可視化フィードバックによって、コミュニケーション及び介護スキル訓練の効率化は、共生インタラクションの重要な応用の一つである。

現在のところ、介護スキルの定量化、可視化、データ分析の効果検証とその臨床の教育介入応用に注力されているが、プロジェクト終了までに上述のコミュニケーションの深い理解とモデル化が進展することを期待する。なお、本研究課題の教育介入および臨床実験は、コロナ禍で被験者実験・教育セミナーなどを中止する事態となっており、コロナ禍の影響を強く受けている。一時的に、コロナ禍前の収集データの分析、被験者を必要としな

い実験、理論的考察などに注力するようアドバイスしているが、最終的な成果に影響なしとは言いきれない。情報技術を活用した、感染リスクのない介護方法など、アフターコロナのニューノーマルで使われる技術開発などにテーマ展開することも担当者らと議論している。

(4)Call11 の研究課題「データ駆動型知的情報システムの理解・制御のためのインタラクション」(研究代表者：五十嵐 健夫教授)⁶の成果

①研究課題の概要

五十嵐教授は、CG や HCI 分野で顕著な成果を上げている研究者で、本研究課題では、機械学習におけるヒューマンファクタに関する諸問題を解決することを目指している。機械学習におけるデータアノテーションの効率化、学習によって得られたモデルの理解と機械学習アルゴリズムの制御技術という、機械学習のための HCI 研究からアプローチし、機械学習を活用した新しいアプリケーションの開発という重要課題の解決を目指している。理論、アルゴリズム、ヒューマンファクタの3つの基礎課題の柱と、コンテンツ生成、建築デザイン、医用画像処理の3つの応用の柱を4つのグループで相互連携し相乗効果の高い成果を出しつつある。

②研究成果の科学的・技術的な観点からの特筆すべき成果

五十嵐グループは、データ注釈の主要な手段であるクラウドソーシングのラベルの品質を向上させる理論的エラー分析手法を提案し国際的に高い評価を受けている。また、楽グループは、「Human-in-the-loop differential subspace search in high-dimensional latent space」という、勾配情報を活用したインタラクティブな高次元潜在空間探索手法を提案した。機械学習によるコンテンツ生成は、質の高い生成物が得られる反面、ユーザによる制御が難しいという問題があった。本研究では、機械学習によって得られた生成モデルの数学的構造を解析することで、ユーザによる効率的な解空間の探索を実現している。本研究成果は、コンテンツ生成を効率化する革新的な技術であるとして国際的に高く評価されている。

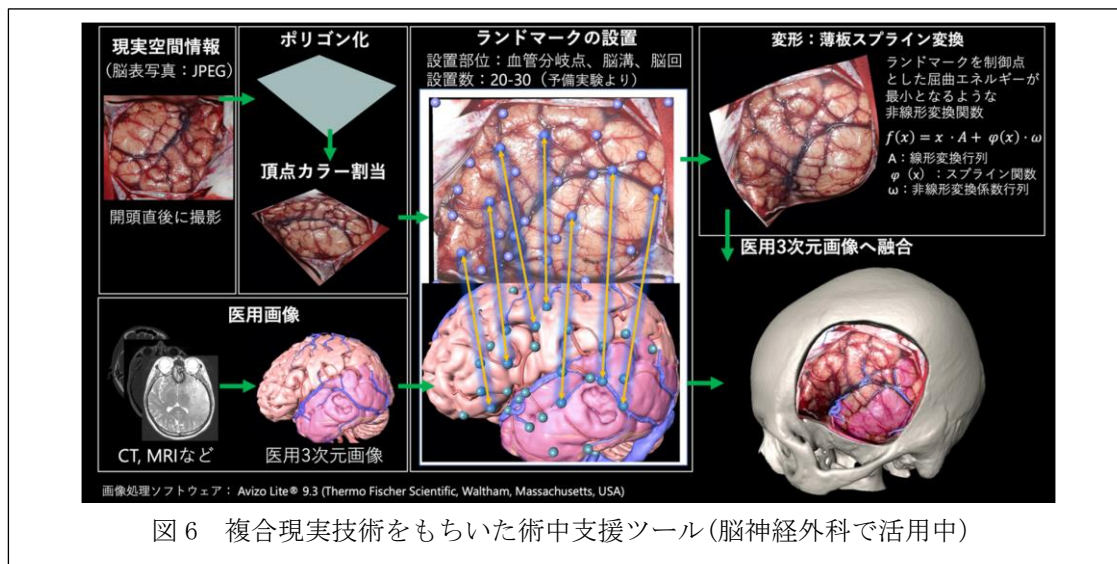
③研究成果の社会的・経済的な観点からの特筆すべき成果

金グループは、図 6 に示す複合現実技術を用いた医用画像と手術所見の融合手法を開発した。本手法は、東京大学医学部附属病院脳神経外科の術中支援ツールとしてルーチンに使用され、現在までに 55 症例に活用されている。その他にも、深層学習による画像合成に基づくリアルタイム仮想試着システムなど、実用化に近い成果もでている。

④本研究領域における貢献

⁶ 主たる共同研究者：佐藤一誠、楽永瀬、金太一

本研究課題の最も重要な貢献は、人間と機械学習アルゴリズムが共進化するユーザインタフェースのデザイン指針を確立することである(課題1)。機械学習アルゴリズムの開発、ビッグデータの入手において、アルゴリズムと人間の特性の一致点や類似点を発見できると、AIと人間の共生インタラクションに一役買う理論と技術が獲得できると考える。



(5)Call2 の研究課題「脳表現空間インタラクション技術の創出」(研究代表者: 柳澤 琢史教授)⁷の成果

①研究課題の概要

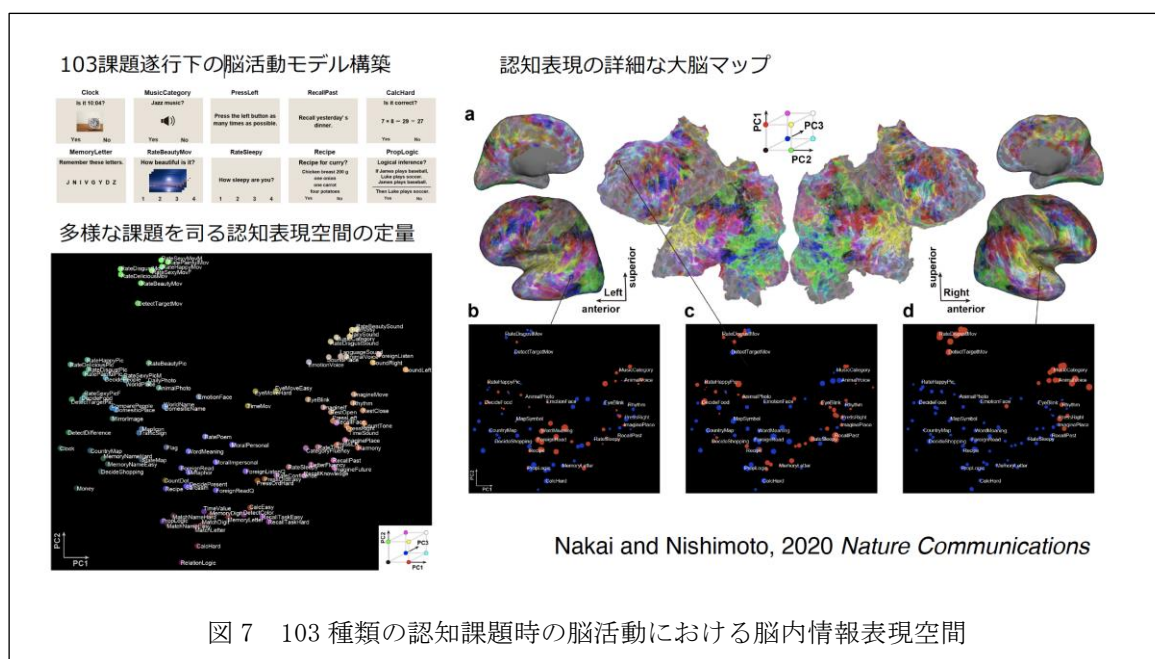
本研究課題は、脳科学者、脳外科医のメンバーからなる、本研究領域としては特異な研究チームである。その目的とするところは、脳と表現空間との新しいインタラクション技術である representational Brain-Computer Interaction (rBCI) 技術の開発である。てんかん治療の目的に脳内に留置する電極から得られる皮質脳波 (Electrocorticogram: ECoG) や fMRI 信号、脳磁図 (Magneto-Encephalo-Graphy, MEG) 信号を元に得られる脳活動から、ヒトが日常生活において経験する多様な認知・情動・知覚内容についての表現空間を定量化する方法を開発している。また、皮質脳波から視覚認知内容を推定し、これを closed-loop で適用し、被験者が想起した画像を画面に提示する rBCI を開発している。fMRI 信号からは、知覚・想起画像を再構成する技術を開発し、これを注意によって制御できることを示している。画像・テキスト・web コンテンツなどの、外部刺激の知覚や想起における脳内表現空間をデコーディングするという、挑戦的な研究を進めている。また、そのため、国内最大規模となる多施設共同での皮質脳波計測体制を構築している。

②研究成果の科学的・技術的な観点からの特筆すべき成果

⁷ 主たる共同研究者: 神谷之康、西本伸志、貴島晴彦、菅野秀宣、田村健太郎

西本グループは、103 種類もの大規模な認知課題群を実施する際の脳活動を測定する fMRI 実験を行い、認知機能と脳活動の関係を説明する定量的な情報表現モデルを構築した(図 7)。これにより、認知情報が脳内でどのように表現されているかを示す脳内情報表現空間及びその全脳分布を示す情報表現マップを多様な認知機能について作成した。さらに、被験者が実施している認知課題を脳活動から高い精度でデコーディングすることに成功した。

また、神谷グループは、ヒトの脳活動から再構成される視覚像をトップダウン的の注意により制御できることを示した。画像を 2 枚重ねた刺激を提示し、いずれかの画像に注意を向けさせたときの fMRI 脳活動信号を深層イメージ再構成法で解析したところ、注意にバイアスされた再構成画像が生成された。脳からのイメージ出力を意図的にコントロールできることを示すもので、視覚 Brain Machine Interface (BMI) の基礎となる成果である。



③研究成果の社会的・経済的な観点からの特筆すべき成果

柳澤グループは、多様な意味内容の動画を視聴中の皮質脳波を後頭・側頭葉を中心に計測し、意味内容に対応する表現空間内のベクトルを皮質脳波から推定し、closed-loop で画像を提示することで、ヒトが意図した意味内容を画像化できることを示した。ヒトが想起した複数の意味内容を映像化する技術は、これまでに存在しない。本技術は表現空間を変えることで、想起による画像生成や Web 検索につながり、新しい産業を創出する世界初の革新的技術である。当初は、筋萎縮性側索硬化症 (ALS) 患者への BMI として用いられ福音をもたらすことが期待される。

柳澤グループは、さらに MEG を用いて幻肢運動の脳情報解読を行い、これに基づいて動く画像を操作する訓練を患者が行うことで、幻肢の脳内表現を変え、幻肢痛を治療できること

を示した。特に、旧来の治療法よりも有効率が高いことが示唆された。難治性疾患に有効なデジタル治療(Digital Therapeutics, DTx)を提案したことで、今後の医療応用など社会的インパクトが大きい。

④ 本研究領域における貢献

頭皮電極による脳波(EEG)を使ったBMIは数多く提案されているが、より感度の高い脳活動計測が可能な ECoG などの埋め込み電極を用いた脳波による BMI は最近、Nuralink など競合技術の発表によりにわかに注目を浴びている。本研究課題はその最先端を切り拓くものであり、脳表現の理解という基礎研究としての先進性と、医学応用への社会貢献のインパクトがいずれも高い。脳と外界とのインタラクション理解は、ヒトと環境のインタラクション理解につながり、ヒトと AI の思考の相互結合による共生へと夢が広がる(課題2)。他のチームでも脳科学を援用して、行動理解、心理モデリングを試みているところであり、領域内でのチーム間の連携によるシナジーが大いに期待できる。

(6) Cal 12 の研究課題「提示系心理情報学に基づくインタラクション」(研究代表者:寺田 努教授)⁸の成果

①研究課題の概要

本研究課題は、認知バイアス等の心理効果を活用した効果的なインタラクション技術を提案しつつ、そういった心理効果に対する受容性はユーザ毎に異なり、効果の度合いの違いや場合によっては想定と逆効果(逆極性)になる場合があることを示すことを目的としている。さらには MRI で計測した脳構造を分析することで、その受容性をあらかじめ知ることができること(受容性スクリーニング)を明らかにすることである。

②研究成果の科学的・技術的な観点からの特筆すべき成果

寺田らは、認知バイアスを活用したインターフェースには人により受容性に違いがあり、MRI で計測した脳構造情報によってその受容性を事前に知るという新たな考え方を提案し、特定の認知バイアスに関してそれがうまく働くことを示した。このような受容性スクリーニングという考え方自体がこれまで類を見ない提案であり、新たな認知バイアスの評価においてはまず受容性を計測すべき、など評価実験自体のやり方に対して変革をもたらす可能性がある研究テーマである。

細田グループは、子の遂行能力(目標達成を可能にする行動の継続)の発達には、親自身の遂行機能の強さが重要であることに加え、親の養育態度として、子供に対して統制的すぎてはいけないことを明らかにした。また、認知バイアスの一種であるダニングクルーガー効果(自身を過少評価をしてしまうバイアス)が遂行機能に強く影響していることを明らかにし

⁸ 主たる共同研究者:細田千尋、柳沢豊

た。このような成果から、従来遂行機能において重要視されていなかった「認知バイアスの修正」が重要であることを示唆できたことは、人材育成や教育にとって大きな知見である。

③研究成果の社会的・経済的な観点からの特筆すべき成果

本研究課題は、柳沢グループという、ステージエンタテインメント現場でのLED電飾衣装技術の開発・実用化をするというユニークなグループを擁している。プロフェッショナルな現場で利用される電飾衣装をデザインするにあたって、システム故障低減に加えて、実際にシステムが故障しているが観客にはそれが気付かれていない「見た目ディペンダビリティ」の高い状況を作るためのガイドラインを16の項目にまとめて公開している。2019年6月のG20サミット大阪のレセプションでは、彼らのLEDフラッグが実際に使用され故障があってもそれを認識させない技術をアピールしている。本研究課題の認知バイアスに対する受容性についての科学的取り組みとはまだ距離があるが、利用現場でのニーズから、新しい発見につながることを期待する。



図8 G20サミット大阪で披露されたLEDフラッグパフォーマンス

④本研究領域における貢献

認知バイアスは、視聴覚の刺激提示やバイオフィードバックにおける人間の反応の効果を理解するために重要な課題であり、その受容性に極性があるという仮説は科学的にも興味深いものであり、また、今後のインタラクティブシステムの開発指針・社会実装に重要な知見となる。AIやロボットの設計において人間の受容性の多様性があることを前提にした設計指針が得られることを期待する（課題2）。

(7)Call13の研究課題「仮想エージェントによる個人適応された情動社会スキルの訓練」(研究代表者：中村 哲教授)ほかの成果

2019年度は、中村チームの研究課題を始めとして5件の有望な提案を採択した。それらのテーマは、今井チームの相互理解の計算科学的理解、鈴木チームのソーシャル・シグナルの共有・拡張による共感インタラクション、戸田チームの音メディアコミュニケーションの為の機能拡張、中澤仁チームの限定合理性の超越に挑戦するスマートシティ実現、である。紙面の都合のためこれらの詳細は割愛する。

中村チームの研究課題は、認知行動療法やソーシャルスキルトレーニングの専門家の知識を機械学習の手法を援用して体系的に収集して、それらの知識を活用できる仮想対話エ

エージェントを実現し、対話スキル向上に貢献する HAI と知的環境の研究提案である。自閉症、社交不安障害者らをはじめ、一般人(就職面接など)も対象として、対話スキルを改善するための訓練システムを提供することができる(課題1)。トレーニングやコーチングにおけるプロセスにおいて、人間コーチの適切な協働的介入方法・タイミングについても、専門家から知識獲得し、効果的なハイブリッドシステム構築を期待する。日仏共同提案の2019年度採択課題であり、音声対話、擬人化エージェント制御の専門家と、精神科医らの協働チームで多方面の優れた成果を期待する。本研究領域で唯一、仮想対話エージェントを中心的に扱うテーマであり、他チームとの協働での新しい展開を期待している。

(8)Ca111の研究課題「街角環境で共生するロボットのインタラクション基盤技術」(研究代表者:神田 崇行教授)およびCa112の研究課題「ソーシャルタッチの計算論的解明とロボットへの応用」(研究代表者:塩見 昌裕博士)の成果

この2件の研究課題は、本研究領域において、認知ロボットの課題を正面から取り扱っている。神田チームは、人間・ロボット共生社会におけるロボットモラルの課題であり、塩見チームは、触れられるロボットの課題である。共生できるロボットとはどのような機能、属性をもっているべきかを、2つのチームは別の視点から取り組んでいる。

神田チームのロボットモラルは、人間とロボットの共生におけるいくつかの重要な観点を課題としている。ロボットに対して人間は、人間並のモラルを保持するかという課題である。実験からは、人間によるロボットいじめやロボットの常識的指導に人が耳を傾けないなどの事例がある。これはロボットを一段低く見ていると考えられ、これではロボットとの健全な共生社会構築は困難となってしまう。どのような要素が必要なのか、この研究課題が提示してくれることを期待する。また、神田チームは、ロボットを実店舗で稼働させる実証実験を通じてその効果や人々の受け止め方を検証している。

一方、塩見チームの触れられるロボットは、人間同士の接触や触れ合いの意味を再確認させてくれる課題である。手に触れたり抱きつきたくなるロボットとは、どのような属性を有すべきなのか、ソーシャルな接触や抱擁インタラクションによって人間同士はどんなメリットを享受しているのかなど、興味深い問題意識を提示してくれる。コロナ禍で人間同士の接触が感染リスクとなる事態において、ロボットが代わりにタッチをすることで、人間の代理が可能なのか、新しい時代のインタラクション研究として大変興味深く、成果に期待している。高齢者施設での実証実験など、コロナ禍で期待される社会実装の検討を進めている。

このほか、今井チーム(Ca113、「文脈と解釈の同時推定に基づく相互理解コンピューテーションの実現」と津田チーム(Ca111、「脳領域/個体/集団間のインタラクション創発原理の解明と適用」)もロボットに関する研究課題を扱っており、人間とロボットの共生社会実現に向け、領域全体として多様なアプローチをとれている。津田チームは、複雑系システムの数学的基盤を背景に、脳内のミクروسケールから社会のコミュニティ形成というマクروسケールまでの機能分化をモデル化して、本研究領域の理論的基盤構築に取り組んでい

る。小脳の進化型リザバー計算モデルを提唱しており、これが実現すると即応型のロボット制御が可能になる。

その他、非接触型の物体接触感・把持感の実体化映像を提示するデバイスを研究する篠田チーム(Ca11 2)は共生インタラクションにおける将来のアクチュエータ候補の研究であり、随伴性に基づく教育支援システム実現をねらうペタゴジカル情報基盤を研究する開チームは、共生インタラクションで欠かせない教育支援の研究に従事している。

本研究領域研究成果における主要な社会実装の取組は表 10 の通り。

表 10 社会実装の取組

内容	チーム	概要
複合現実技術を用いた医用画像と手術所見の融合手法の開発	五十嵐	画像誘導手術支援システムを東京大学医学部附属病院脳神経外科の術中支援ツールのルーチンに無償提供。
手術支援アプリの開発	五十嵐	脳神経外科領域において最も困難な手術とされている脳幹部海綿状血管奇形手術の手術検討が可能なアプリ(脳観、Brainstem and SEZ anatomy)を無償リリース。 Brainstem and SEZ anatomy は、2020 MOBILE WEB AWARDにて Best education mobile application award および Best of show mobile application award を受賞。
ピアノアカデミープログラム	小池	ピアニストの感覚運動機能や演奏技能を計測、評価、可視化、推薦できる熟達支援プラットフォーム(Musical Excellence Platform、MEP)を開発、熟達のために解決すべき課題を同定し最適な指導やトレーニングの実施に活用。
高齢者施設におけるロボット実証実験	塩見	ヴイストン株式会社のヒーリングコミュニケーションデバイス：かまって『ひろちゃん』の利活用及び実証実験を共同で実施。
一般店舗におけるロボット店員実証実験	神田	ATC(アジア太平洋トレードセンター)セレッソ大阪メガストアに「ロボット店員」を提供。商品案内等「接客サービス」およびマスク着用を促す「注意喚起型サービス」を実証実験。
音声明瞭性強調技術の実用化	山岸	不明瞭な音声を聴きやすい音声に自動変換するための「iMetricGAN」のオープンソースプログラムが、製品等へ導入され実用化される予定。

シンセティックメディア製品への技術採用	山岸	信号処理と深層学習を融合した「Neural source filter vocoder」の人気歌声ソフト「NEUTRINO」への採用。
---------------------	----	---

7. 総合所見

(1) 研究領域のマネジメント

各研究課題の研究代表者については、広い分野から共生インタラクション分野を開拓するにふさわしい、多様で、過去の実績も高い優れた研究者があつまった。また、共同研究者にも、研究代表者になれる業績・実力を備えた研究者が多数参画している。例えば、山岸チームの越前功教授は、2020年度発足のCREST「信頼できるAI」領域に採択された。また、大型中型の競争的資金に採択された研究者も多数おり、実力のあるメンバーを集めた。さらに、小池チームには、さきがけ領域総括の暦本純一教授、篠田チームには、理化学研究所革新知能統合研究センター(AIP)センター長の杉山将教授、津田チームには元ERATO 浅田共創知能システムプロジェクトの研究総括である大阪大学浅田稔名誉教授などが研究参加者として参加している。他のJSTのさきがけ、CREST領域などのアドバイザーを依頼される研究者も多い。結果として、学際的な体制で、全体として層の厚いネットワーククラブが構成できたと考える。各研究課題は、分野だけでなく、研究アプローチや方法論においても多様性に富んでおり、性格が異なる。研究代表者の多様性は、当初想定していない分野からの研究代表者、例えば数学者の津田一郎教授、脳科学者の柳澤琢史教授などの提案を採択できたことにもより、本研究領域の幅を広げる一助となった。

アドバイザーは、研究領域が当初対象とした分野よりさらに広い範囲を予備的にカバーするように人選した。上記の通り多様性のある研究課題それぞれの独自性を尊重しつつ、総括とアドバイザーが、領域会議とサイトビジットにおいて進捗状況をチェックし、アドバイスをを行っている。課題評価においては、それぞれの専門の立場から様々な意見がだされるが、活発な議論を進めるうちに、評価すべき点と懸念点についてはある方向に収束するなど、議論の技能に長けた、広く高い見識をもった比較的若手のメンバーを集めることが出来た。また、2021年度の中間評価時には、当初メンバーではカバーしきれない脳科学と知能ロボティクスの専門家の参画を依頼するなど、機動的に運用することも心がけた。

予算の配分は、当初一律3億円で募集し、毎年の増額希望に優先順位を付けて配分している。減額よりは増額によるメリハリをつけて弾力的な運用を行っている。最近大型の競争的研究資金で採用されるようになったステージゲート式はとらず、安定した予算背景による研究体制を取れるよう配慮した。機械学習やAIのブームにより、当該分野の優れた研究者の確保が競争的になっており、5年以上の長期雇用受け入れ体制ができることは優位性があると考えた。

各研究課題のアドバイスにおいては、年2回の領域会議と、質疑応答・討論に時間をかけるチーム毎のサイトビジットを核に、総括とアドバイザーによるタイムリーな指導を心がけている。チーム全体の目標に向けて、チーム内の各グループの有機的なインタラクションを通じた研究成果をあげるよう常に指導している。グループ担当者がバラバラに当初設定した課題をこなすことを良しとするのではなく、グループ間インタラクションによりシナ

ジーが生じ、新しい課題が発見され、当初の計画を越える成果を出すことを目指している。当初数値目標をこなすことにこだわらない柔軟な発想の研究を奨励している。

各チームには、スタート直後から中心課題となるテーマ全体を説明する数理モデル、フレームワーク、学理などを5.5年の期間に打ち立てて欲しいことを要請してきた。そのアウトカムは、新しい学問分野、研究コミュニティ、新規サービスなどさまざまな形態がありうる。たとえば、小池チームの運動技能獲得モデル、山岸チームのシンセティックメディア、中澤篤チームの優しい介護の計算論的理解、寺田チームの情報提示系心理学などは、その成果としてまとまってきたモデルやコンセプトであると考えている。現時点では、当初コンセプトを十分に具体化出来ていないチームや、全体をまとめ上げるコンセプトの確立が不十分なチームもあるが、いずれも十分そのポテンシャルを持っており、今後に期待している。

その他、チーム間の共創も高く評価することを最初から宣言している。研究課題間の共同研究を促すため、領域独自のチーム間共同研究 Colab の制度を作り若手の交流を推奨している。徐々に件数が増えており、最終的に大きな成果になることを期待している。また、研究の評価において国際化を重視する傾向があり、国際共同研究を推進する目的で、国際交流の機会を提供したり、予算的配慮も含めて奨励し、コロナ禍以前は着実に機能した。国際共著論文も多寡あるがチーム平均13件（2017年度、2018年度採択分）あり、実績は上がっている。しかしながら、コロナ禍の影響で2020年度からは、新規の国際共同研究先の開発は困難な状況である。各チームも海外からの研究者雇用、海外への若手研究者派遣がほぼ止まっている。リモートでの新しい国際共同研究のスタイルを産み出す必要がある。一方、若手研究者の雇用や活動支援は、活発に行われている。優秀な若手研究員を採用し、優れた成果を出して課題に貢献してもらい、その業績が評価されプロモートされて次のポストへ移動するという好循環をもたらす環境は実現できていると考える。

(2) 研究領域としての戦略目標の達成に向けた状況

採択した16チームの研究テーマの分布は、課題ポートフォリオでも示したとおり、戦略目標として掲げた「①インタラクションを支援するための、インターフェースや人間能力の拡張に関する技術開発、②インタラクションを理解するための、原理や機構の解明とそれに資する情報の収集・分析に関する技術開発、③インタラクション技術の活用により、社会構造や人間行動の最適化を促すような環境をデザインする技術開発」の3つの目標に分散している。テーマ採択時点としては、人間・機械・情報環境からなる将来の共生社会を見据えたインタラクションの高度化という、戦略目標達成に向けて順調な出発が出来た。また、Call 1、Call 2について課題中間評価を終えた段階としては、多くのチームは、国際トップジャーナル、トップ会議で多数の成果発表をしており、国際的に高い水準の成果を輩出している。例えば、Call 1の小池チームの技の理解・獲得支援技術は個々の研究者の成果が、すでにトップクラスで科学的な貢献となるだけでなく、チーム全体での技能習得の原理の解明・モデル化を進めており、科学的に独創的で、先進性のある成果が期待出来る。Call 2

の山岸チームの音声生体性認識・なりすまし防止技術は、その先行性と有意性を背景に国際チャレンジにより国際研究コミュニティを牽引している。個々の研究発表論文も国際トップジャーナル、トップ会議に集中しており、技術的に極めて高い水準での研究活動を進めている。Ca11 2の柳澤チームの脳表現空間インタラクション技術は、脳科学分野での先駆的な研究であり、科学的なインパクトは極めて高い。Ca11 1の津田チームも機能分化メカニズムの解明について、多彩な研究者を擁し、個々の研究発表論文の質、量とも国際的に高い水準である。また、統一的なインタラクションの数学モデルの提案は、この分野の基礎理論の構築に独創的な基盤をもたらすことが期待される。臨床実験系のテーマはコロナ禍で実験計画の大幅な変更を余儀なくされているが、Ca11 1の中澤篤チームの介護技術の科学的理解はスタートダッシュの良さと、周辺テーマの展開のおかげで良好な成果を上げている。被験者実験系で苦心している他のチームについては、今後立て直しの指導が必要になると思われる。

多くのチームが、基礎研究にとどまらず、その成果を何らかのサービスやシステムの実用化に結びつけ、社会的・経済的な貢献をすることを視野にいれている。てんかん患者の治療(柳澤チーム)、脳外科手術支援(五十嵐チーム)、介護スキル教育(中澤篤チーム)、情動社会スキル訓練(中村チーム)、発話障害者支援(戸田チーム)、ASD 対話支援(鈴木チーム)など医療・介護の分野を始め、スポーツ・芸術の技能獲得支援(小池チーム)、機械学習開発支援・服飾流通支援(五十嵐チーム)、音声合成・音声セキュリティ(山岸チーム)、災害避難支援(中澤仁チーム)など、課題終了までに広範な分野の事業化に至る技術の芽が多数ある。開発したプログラムのいくつかはすでに社会実装されたサービスとなっている。山岸チームの成果の一部は、すでに事業化が進んでいる。小池チームの成果は、開発した技術を核にしたアーティスト教育システムを企業が主導してプログラム化されている。基礎研究の成果をあげるのみならず、社会に成果を還元することも熱心に行っており、終了時点までに社会的インパクトの高い成果を、さらに多く輩出できると期待している。

引き続き、これらの研究課題が目標どおり、あるいは目標を超える成果を出してもらうよう最適な研究環境と適切なアドバイス等の刺激を与えることに注力したい。

(3) 本研究領域を設定したことの意義と妥当性(研究開始以前と現時点との比較を念頭に)

領域目標が設定された時期は、将来、AI 技術・ビッグデータ解析技術等が発展し IoT 技術が社会に浸透する未来像を描いていた。研究課題の募集を開始した 2017 年以降、スマートスピーカなど、AI+IoT 技術が一気に頭角を現し、商品化されるものが現れ、生活に浸透しつつある。今後、技術の進展につれてさらに AI+IoT の多様なデバイスやサービスが自然に受け入れられ社会に展開していくことが予想される。また、2018 年には EU において一般データ保護規則(GDPR)によって個人データやプライバシーの保護について厳格な規定が制定され、AI が浸透する社会におけるプライバシー保護、セキュリティ、個人データ管理技術についての社会的意識が高まった。さらに、AI 実装におけるデータバイアスの問題など

も顕在化してきた。ELSIにとどまらず、EUではResearch and Responsibility of Innovation (RRI)などの概念が広まっており、セキュアな技術の開発要請の一方で、未来社会デザインを志向した、コンピュータ科学者、AI・自動運転研究者と社会学者・哲学者の対話の機会が増えてきている。山岸チームのなりすまし対策やフェイク動画検出、神田チームの社会的ロボットなどは、これらの動向に対する先行性が高い課題である。AIを牽引する機械学習技術については、深層学習において、変分オートエンコーダ(VAE)、生成的敵対ネットワーク(GAN)、長・短期記憶(LSTM)などの有望な基盤的手法が世界中で多数開発され、パターン認識・パターン生成の多彩な応用問題に適用されつつあり、本研究領域でも動向をキャッチアップし、また新たな手法を提案している。これら機械学習技術とIoTデバイス・ロボット技術は、共生インタラクション社会を力強く牽引する両輪であり、本研究領域の進展を支える基盤技術として更なる発展が望まれる。

2020年に始まったコロナ禍は、世界の経済活動、教育、日常生活に激震をもたらした。皮肉なことながら、リモートワークなどの新様式が社会に浸透し、業務内容や生活様式によってはデジタルトランスフォーメーション(DX)が一気に進んだ。本領域設定時に想定した、現実社会へのサイバー空間の融合が高度にかつ急速に実現され、デジタルツイン社会の現実性がより確かになり、逆戻りすることはもはや考えられず、ニューノーマルという新しい様式概念を社会は受け入れつつある。教育研究現場も大きく影響を受け、本研究領域でも研究スケジュールの変更、テーマの先送り、一部変更を余儀なくされたチームもあったが、これを追い風とする新しい取り組みも始まった。

人間とAI・ロボットが共生する社会、人間がVR環境によって遠隔での共同作業をせざるを得ない社会、人間がAIやIoTの支援・補助を受けて強化された能力を発揮する社会は、夢の将来の絵空事ではなく、急激に現実の社会生活の延長上にあるという意識が社会に浸透した。そういう意味ではコロナ禍という予想外の要因もあったにせよ、本研究領域の設定内容は妥当であり、またその意義の社会的受容性も格段に高まった。ロボットとの共生、介護コミュニケーションの計算論化、マルチモーダルVRによる技伝達などの研究課題は、新しい時代のニーズにマッチしたテーマに取り組んでいる。

(4) 科学技術イノベーション創出に向けた、今後への期待、展望、課題

本研究領域の領域目標設定時の、AI技術・ビッグデータ解析技術等が発展しIoT技術が社会に浸透する未来像は、10年を単位として決して褪せるものではない。

内閣府は第6期科学技術・イノベーション基本計画においても、第5期基本計画で掲げたSociety 5.0「サイバー空間とフィジカル空間を高度に融合させたシステムにより、経済発展と社会的課題の解決を両立する人間中心の社会」を再提示し、社会や自然との共生、「信頼」に基づく市民感覚、三方よしの社会通念、分かち合いの共感性、などの「ソフトパワー」の価値を、信頼性の高い科学研究や技術力、さらには極めて質の高い社会データの存在と結びつけ、我が国の未来像としてSociety 5.0を世界に問いかけている。本研究領域が目指

す人間・機械の共生社会のデザインは、科学技術のイノベーションの追求により、さらに具体的な姿を描けるようになるだろう。

研究領域の成果の具体的な出口イメージの一つとして、**ソーシャルウェア (Social-ware)**の構築を目指すことを、2019年に総括から領域会議において全チームに提案した。これは、人間同士・人間機械・機械同士のインタラクションが未来の共生社会を構成する重要な要素であるとし、そのインタラクションを社会的な面から理解し利用する理論、HCI・HAI・HRI技術、ツール、データ、方法論、インタラクションプロトコル、社会デザインなどをまとめてソーシャルウェアと呼ぶことにした新しいコンセプトである。本研究領域の期間に、各研究課題の成果を持ち寄ってその端緒を構築し、部分的に Proof of Concept (POC) を実施し、次の研究開発課題として展開されることを期待する。このようなソーシャルウェアが実現されれば、人間と機械の共生社会が、コンピュータにより全面的に解釈可能となり、コンピュータによる豊かな支援を実現でき、真のデジタルツインが実現出来ると展望する。その実現には、コンピュータ科学、デバイス技術、コミュニケーション科学、脳科学などの自然科学分野のみならず、社会学者、人文科学者との協働によって、我々人類が希望する未来社会の姿をデザインして、その実現に向けて共創することが課題となる。

(5) 所感、その他

AI、機械学習分野が驚異的な発展をしており、インタラクション技術も同時に飛躍的な発展が期待できるこのタイミングで、本研究領域の研究総括を引き受け、各研究課題の研究者らと新しい共生インタラクション研究に従事できることは幸運なことである。研究領域設定に際し、グランドデザインを描き、有益な助言をいただいた有識者各位、JSTならびに文部科学省の担当者各位には、先見性のある目標設定に感謝する次第である。

本研究領域の発展形としての、将来の戦略目標策定については、未知の分野である、生命体であるヒトのインタラクションの原理に通じる、情動や意識とインタラクションの関係、AIに対する共感や信頼感などをもたらすヒトについての研究、共生インタラクション理解を基盤とする社会システムデザインなどのテーマがあると考え。ソーシャルウェアの実現に向けた目標設定も検討の余地がある。

コロナ禍のパンデミックのような事態は、どの世代の研究者にとっても、予測不可能な未曾有の経験であった。新たな国際連携構築が困難な状況となった。また被験者実験系は、実験計画の変更を余儀なくされた。一方、ロボット、エージェント、ネットワーク情報環境などの生体非接触のインタラクションが注目され、社会的受容性が一気に高まった。ニューノーマル下でのインタラクション支援において、シンセティックメディア研究、ヒトの代わりに接触体験をもたらすロボット研究の様にコンピュータ合成された声、顔、身体、存在感で拡張された人体同士、拡張部位・機能の安全遠隔制御、ロボット、エージェント、AIとの信頼感、共感の持てるインタラクション研究に新しい研究課題の地平があると思われる。

以上

表 A 領域会議開催状況

回数	開催日	会場	概要	参加者 (AD)
1	2017年 11月1日	TKP 市ヶ谷	キックオフミーティング	52 (9)
2	2018年9月 24～25日	クロスウェ ーブ船橋	チーム発表、認知科学 TF 発表、ポスター 発表、招待講演：稲見昌彦(東京大学)、萩 田紀博(知的情報処理総括)	101 (9)
3	2019年3月 22～23日	KKR 名古屋	チーム発表、ポスター発表、特別講演：石 黒浩 AD、IAA 結果報告	88 (7)
4	2019年9月 24～25日	メルパルク 東京	チーム発表、ポスター発表、特別講演：江 渡浩一郎 AD、小林正啓 AD	115 (9)
5	2020年2月 29～3月2日	クロスウェ ーブ府中	コロナ感染症拡大予防のため中止	0
6	2020年10月 2～3日	オンライン	チーム発表、ポスター発表、新型コロナ感 染症対応研究成果発表、特別講演：栗原聡 AD、JST 知財部活動の紹介	176 (9)
7	2021年3月 22～23日	オンライン	チーム発表、ポスター発表、Colab 成果発 表、Colab 公開選考会	223 (9)
8	2021年9月 27～28日	オンライン	チーム発表、ポスター発表、招待講演：藤 垣裕子教授(東京大学)	254 (8)
9	2022年3月 21～22日 (予定)	JST 東京別 館・オンラ イン	チーム発表、ポスター発表、招待講演、 Colab 成果発表、Colab 公開選考会	

表 B サイトビジット実施状況

採択年	チーム	開催日	会場	AD 人数
2017	五十嵐	2018年3月20日	東京大学(本郷)	4
		2020年10月27日	オンライン	5
	神田	2018年3月13日	ATR	2
		2020年10月19日	オンライン	5
	小池	2018年3月20日	東京工業大学(大岡山)	3
		2020年9月30日	オンライン	6
津田	2018年4月1日	中部大学	3	

		2020年9月11日	オンライン	5	
	中澤	2018年7月14日	京都大学	2	
		2020年8月25日	オンライン	6	
2018	塩見	2019年5月17日	ATR	3	
		2021年4月14日	オンライン	4	
		2021年9月17日	オンライン	1	
	篠田	2019年3月5日	東京大学(本郷)	3	
		2021年4月12日	オンライン	3	
		2021年9月3日	オンライン	2	
	寺田	2019年4月11日	神戸大学	4	
		2021年4月19日	オンライン	3	
		2021年9月16日	オンライン	4	
	開	2019年4月22日	東京大学(駒場)	1	
		2021年5月17日	オンライン	2	
		2021年9月6日	オンライン	2	
	柳澤	2019年4月15日	大阪大学(吹田)	4	
		2021年4月27日	オンライン	3	
		2021年5月22日	オンライン	3	
		2021年8月25日	オンライン	2	
	山岸	2019年4月15日	国立情報学研究所	3	
		2021年5月11日	オンライン	3	
		2021年9月8日	オンライン	3	
	2019	今井	2020年5月14日	オンライン	6
			2021年7月13日	オンライン	5
鈴木		2020年6月3日	オンライン	8	
		2021年7月9日	オンライン	5	
戸田		2020年5月28日	オンライン	7	
		2021年7月6日	オンライン	3	
中澤仁		2020年6月8日	オンライン	7	
		2021年7月27日	オンライン	4	
中村		2020年4月20日	オンライン	8	
		2021年6月2日	オンライン	2	

表 C 研究参加者によるアドバイザーへの就任

領域	氏名
ACT-I「情報と未来」領域(2016年～)	五十嵐健夫
さきがけ「人とインタラクションの未来」領域(2017年～)	五十嵐健夫、今井倫太、牛場潤一、小池英樹
さきがけ「IoTが拓く未来」領域(2019年～)	中澤仁
さきがけ「社会変革に向けた ICT 基盤強化」領域(2021年～)	中澤仁
さきがけ「数学と情報科学で解き明かす多様な対象の数理構造と活用」領域(2019年～)	荒井迅(津田 T 研究参加者)
さきがけ「生体多感覚システム」領域(2021年～)	西本伸志
CREST「イノベーション創発に資する人工知能基盤技術の創出と統合化」領域(2016年～)	杉山将
CREST「生体マルチセンシングシステムの究明と活用技術の創出」領域(2021年～)	浅田稔(津田 T 研究参加者)、牛場潤一

表 D 各チームによる主要なアウトリーチ活動

内容	チーム	概要
日経サイエンス	柳澤	「脳のブラックボックスを開く 見た映像を脳活動から再現」2021年6月号
日経サイエンス	小池	「医工に跨がる探究心 脳機能の回復につなげる」2022年1月号
日経サイエンス	山岸	だます AI vs 見抜く AI: フェイクを見破る 2019年1月号
東京都現代美術館 Rizomatiks_multiplex 展示	柳澤	深層イメージ再構成を用いたアート作品の展示 2021年3月20日～6月20日
第43回日本神経科学 会市民公開シンポジウム 講演	柳澤	「脳情報の解読と Brain-computer interface の臨床応用」2020年8月2日
未来館常設展示	篠田	「計算機と自然、計算機の自然」常設展内「風鈴はなくとも風鈴は鳴る」2019年11月14日～現在

未来館常設展示	五十嵐	「計算機と自然、計算機の自然」常設展内「ドレミのかたち」2019年11月14日～現在
プレジデント woman online 連載	寺田	脳科学で考える世の中のウソ・ホント 2019年4月～現在
テレビ東京 「シナぷしゅ」	開	コンテンツ制作・監修
NHK スペシャル	山岸	デジタルVSリアル (1)「フェイクに奪われる“私”」2020年04月5日
NHK「ヒューマニエンス」	小池	“潜在能力”やわらかさという“脳力” 2021年11月4日
NHK「ヒューマニエンス」	柳澤	“自由意志”それは幻想なのか？ 2020年11月26日
NHK「ヒューマニエンス」	柳澤	“睡眠”ヒトは眠りで進化した？ 2021年6月24日
NHK「クローズアップ 現代+」	中澤 T	認知症時代に希望 “科学的介護” 最前線、 2019年1月10日
NHK「クローズアップ 現代+」	小池	麻痺(まひ)した手が動いた リハビリと脳科学 最前線、2021年5月25日
JSTnews「特集」掲載	津田	「心を数学で解き明かし人工知能との共生社会をつくる」2018年6月号
JSTnews「News & Topics」掲載	五十嵐	「リアルタイムで高品質な仮想試着を実現 オンラインでの買い物や会議に対応可能」2021年12月号
JSTnews「News & Topics」掲載	鈴木	「スマートウォッチで疑似心拍刺激 緊張を緩和し、ストレス制御に道」2021年11月号
CES 2021	山岸	Deepfake video detection 2021年1月11～14日
CEATEC 2019	塩見	人同士や人とロボットの触れ合いを計測するための服型センサ 2019年10月15日～18日
CEATEC 2019	山岸	音環境のセンシングと可視化 一周囲の環境や賑わいを見える化するー、2019年10月15日～18日
CEATEC 2019	開	人工知能に騙されない安心な社会に向けて 2019年10月15日～18日

表 E 領域研究参加者による競争的研究費採択状況

事業名	チーム	氏名	課題名	備考
科学研究費補助金基盤研究(A)	戸田	小野順貴	分散音響センシングと非同期時系列モデリングに基づく音声・音響シーン認識の革新	代表として採択
	塩見	塩見昌裕	「かわいい」感情の効用とその実社会応用に関する研究	代表：入戸野宏
	小池	小池英樹 暦本純一	スキルやモチベーションを向上させる現実歪曲時空間の解明	代表：森島繁生
CREST	山岸	越前功 (研究参加者)	「信頼される AI システムを支える基盤技術」領域、課題名「インフォデミックを克服するソーシャル情報基盤技術」	代表として採択
A-STEP(JST)	山岸	越前功 (研究参加者)	AIにより生成された顔映像フェイクメディアを検出する技術の確立	代表として採択
AMED 障がい者対策総合研究開発事業	戸田	戸田智基	喉頭摘出者における音声変換技術を用いた自己音声の再獲得と発声補助機器の開発	代表：西尾直樹
AMED 国際脳科学研究推進プログラム	柳澤	貴島晴彦	人工知能を用いたてんかん治療の最適化に関する研究開発	代表として採択
AMED「認知症対策官民イノベーション実証基盤整備事業」	柳澤	柳澤琢史	安静時脳波により超早期認知症を検知・識別する人工知能の開発と検証	代表：池田学
AIP ネットワークラボ「日独仏 AI 研究」	神田	神田崇行	ヒューマンロボットインタラクションのための人工知能	代表として採択
ムーンショット型研究開発事業(目標 1：萩田紀博 PD)	神田	神田崇行	モラルコンピューティングの研究開発	石黒浩 PM
	今井	杉浦孔明	生活環境対話技術の研究開発	
	塩見	塩見昌裕	抱擁型生命感 CA の研究開発	

ムーンショット型研究開発事業(目標 1 : 萩田紀博 PD)	塩見	住岡英信	CA を用いた生体反応実験	石黒浩 PM
	塩見	中江文	ホルモン検査と健康基準策定	
	小池	牛場潤一	非侵襲 BMI による精神・身体状態の推定	金井良 太 PM
	小池	古屋晋一	非侵襲表面情報による心身状態の推定	
	小池	小池英樹		
	小池	暦本純一		
	柳澤	柳澤琢史	侵襲 BMI の臨床応用に向けた開発	
ムーンショット型研究開発事業(目標 3 : 福田敏男 PD)	中澤篤	倉爪亮	センサボットによる環境情報構造化	永谷圭 司 PM