

**戦略的創造研究推進事業  
—チーム型研究(CREST)—**

**研究領域「共生社会に向けた人間調和型  
情報技術の構築」**

**研究領域事後評価用資料**

**研究総括：西田豊明**

**2017年3月**



## 目次

1. 研究領域の概要 .....	1
(1) 戦略目標 .....	1
(2) 研究領域 .....	3
(3) 研究総括 .....	3
(4) 採択研究課題・研究費.....	4
2. 研究領域および研究総括の設定について.....	6
3. 研究総括のねらい.....	8
4. 研究課題の選考について.....	10
5. 領域アドバイザーについて.....	12
6. 研究領域の運営について.....	14
7. 研究を実施した結果と所見.....	21
8. 総合所見 .....	45



## 1. 研究領域の概要

### (1) 戦略目標

#### 「人間と調和する情報環境を実現する基盤技術の創出」

今日の情報環境は、人間、モノ、情報機器、コンピュータ、ロボットなどから構成される非常に複雑多様なものとなっている。そのポテンシャルは非常に大きい一方で、人間がそのメリットを享受するには不断の膨大な努力が必要である。人間はしばしば圧倒的な威力に押し流されるばかりになってしまい、創造性を発揮するに至らないことも多い。これは国民の知的生産性を大きく抑制するものであり、その隘路を解消することへの社会経済上の要請は大きい。今後の少子高齢化社会に向けては、どんな習熟度の者でも情報通信技術の恩恵を自然に受けることができる、より人間と調和した情報通信技術の利用環境の実現が求められる。

本戦略目標では、情報通信技術が生活空間に溶け込み、情報環境と人間が相互作用を起こして、人間が必要なときに、人間にとってより適切な状態へ自然に移行する、人間と調和した情報環境知能を実現することをめざす。本戦略目標を達成するため、将来的な技術の利活用形態を想定した上で、「人間行動・実空間状況の認識および取得」、「コンテンツ処理およびサービスとしての具現化」、「これらを親和的に行うためのヒューマンインタフェース」という一連の要素技術の有機的な横断・統合をめざした研究開発を実施する。また、認知神経科学の手法を用いて人間の認知プロセスの解明を行い、人間調和型情報技術の科学的基礎を与える。これらにより人間と適応的、親和的かつ能動的に相互作用し、個人に必要なかつ最適な作用・効果を提供することのできる情報環境実現をめざす。

本戦略目標で実施する研究開発は、第3期科学技術基本計画・分野別推進戦略（情報通信分野）における、ユビキタス領域、ヒューマンインタフェース及びコンテンツ領域、ロボット領域、ライフサイエンス分野の「生命プログラム再現科学技術」と関わりが深い。科学技術基本計画の理念として掲げられた「専門化・細分化されてきている知を、人文・社会科学も含めて横断的に統合しつつ、進める」というアプローチによって、長期戦略指針「イノベーション25」5章「イノベーション立国」に向けた政策ロードマップの早急に取り組むべき課題の中に挙げられている「生活者の視点に立脚したサービス分野の生産性向上に向けた取組の強化」で指摘されている「生活者のニーズを取り入れ、場所やモノに関する情報をいつでもどこでも誰でも入手可能とする基盤」を超えた人間調和型基盤の研究開発により、「健康と安全」のための情報基盤構築に貢献したい。本戦略目標でめざす技術群は「生活支援ロボット技術」に応用することができ、本戦略目標は「経済財政改革の基本方針2008（骨太の方針2008）」の革新的戦略技術の項で提唱されている「ITをいかしたユビキタス技術やロボット技術を一層活用して、高齢者や障害者が暮らしやすい社会づくりを進める」ことへの技術基盤となる。安全安心の観点からは「国民の安全・安心を確保する技術を更に発展させ、成長の制約要因を除去し、我が国産業の国際競争力強化を図

るとともに、これら技術を核に世界に貢献する」ことへの技術の一環をになう。一方、総務省の「ネットワーク・ヒューマン・インタフェースの総合的な研究開発」において平成16年度から5ヶ年計画で実施しているネットワークロボット技術等の研究開発、科学技術連携施策群「次世代ロボットー共通プラットフォーム技術の確立ー」及び、経済産業省「次世代ロボット知能化技術開発プロジェクト」、科学技術連携施策群「情報の巨大集積化と利活用基盤技術開発」、文部科学省科学研究費補助金の特定領域研究「情報爆発時代に向けた新しいIT基盤技術の研究」、経済産業省の「情報大航海プロジェクト」、平成20年度戦略目標「多様で大規模な情報から『知識』を生産・活用するための基盤技術の創出」において戦略的創造研究推進事業（さきがけ）で平成20年度より実施している「知の創生と情報社会」、平成17年度戦略目標「安全・安心な社会を実現するための先進的統合センシング技術の創出」においてJST-CRESTが実施する「先進的統合センシング」との重複は小さい。

本戦略目標の実施が時宜を得たものであるという科学的裏付けとして、先進的センシング技術の進歩、人間エージェントインタラクション技術の台頭、ユビキタスネットワーク環境の普及、認知神経科学の定着をあげることができる。人間行動などのセンシングにおけるセンサ技術はニーズが牽引する形で研究開発が行われており、医療・福祉・介護用途のセンサも研究開発が活発化している。センサなどによる実世界の監視データを扱うデータストリーム処理技術が挙げられ、人物分離、全身動作解析等の画像認識技術、生体データ等の情報を計測するセンサ技術等について技術の発展が期待されている。

人間エージェントインタラクション技術の台頭により、より柔軟にストレスなく関わる機械の実現が射程に入った。従来の表層的な人間理解を超えるものとして、ロボット（ハードウェアエージェント）や合成キャラクタ（ソフトウェアエージェント）を用いて、人間およびエージェントの身体性を利用してマルチモーダルコミュニケーションについての研究が進められている。人間ロボットインタラクション、視聴覚メディア、ヒューマンインタフェース、音声認識のわが国の国際的な水準は高い。要素技術となる、非定常雑音、複数話者の音声認識技術、センシング情報等からのユーザ情報・意図把握やユーザの意図に適応する技術等の発展が期待されている。ユビキタスネットワーク環境の普及は、本戦略目標で掲げる技術課題を社会実装するための基盤を与えている。認知神経科学の定着は、本戦略目標で掲げる技術課題の達成と評価のための科学的基盤を与え、本戦略目標の次のステップへのビジョンの具体化にも貢献する。

本戦略目標の実施により、次のような人間調和型情報サービスの創出が期待される。

- ① 人間の意図と行動を陽に陰にサポートさせることによる生活の質の向上
- ② 異常状況（不審者を含む）の自動認識等による社会のセキュリティ確保
- ③ 高齢者等の自律支援（移動，作業能力，感覚機能の強化）
- ④ 在宅医療・健康管理サービス
- ⑤ 子供や高齢者の安全見守りサービス
- ⑥ 個人の学習プロセスに合わせて情報が提供される学習支援サービス

## (2) 研究領域

### 「共生社会に向けた人間調和型情報技術の構築」(平成 21 年度発足)

本研究領域では、コンピュータなどの情報機器、ネットワーク、コンテンツなどで満ち溢れた情報環境において、実空間適応型認識、インタラクション、メディアコンテンツ処理などの要素技術を融合・統合し、さらにその認知神経科学基盤を解明することにより、人の状況を理解し、人とともに進化しつつ、人の創造性を引き出し、高めるための「人間と情報環境の調和」を実現するための基盤技術の構築にむけた取り組みを行う。

具体的には、人間行動・実空間状況の取得・理解を行うセンサーネットワークやユビキタスコンピューティングによる実空間適応型認識技術、ロボットやユビキタスネットワークによる人間-機械コミュニケーションの円滑化技術、および、テキスト、音声、音楽、画像などの多様なメディアの解析、検索、集積、構造化などに関わるコンテンツ技術を連携・融合・統合した「人間調和型情報環境」を構築するための研究を推進する。さらに、人間とこれを取り巻く情報環境の調和的な相互作用を行う技術のブレークスルーを生み出す研究や、人間と情報環境の調和という視点を意識した認知プロセスの研究と情報環境構築技術の研究を、異分野融合課題として推進・発展させる研究も含む。

## (3) 研究総括

### 研究総括

東倉 洋一 (国立情報学研究所 名誉教授) (～2013 年 12 月)

西田 豊明 (京都大学大学院情報学研究科 教授) (2014 年 1 月～)

### 副研究総括

西田 豊明 (京都大学大学院情報学研究科 教授) (2013 年 5 月～12 月)

## (4) 採択研究課題・研究費

(百万円)

採択年度	研究代表者	研究終了時の 所属・役職	研究課題	研究費*
平成 21年度	相澤 清晴	東京大学大学院情報理工学系研究科教授	“食”に関わるライフログ共有技術基盤	203
	石川 正俊	東京大学大学院情報理工学系研究科教授	高速センサー技術に基づく調和型ダイナミック情報環境の構築	571 (6.5年)
	柏野 牧夫	日本電信電話(株)コミュニケーション科学基礎研究所部長	潜在的インターパーソナル情報の解読と制御に基づくコミュニケーション環境の構築	403
	河原 達也	京都大学学術情報メディアセンター教授	マルチモーダルな場の認識に基づくセミナー・会議の多層的支援環境	245
	小池 康晴	東京工業大学ソリューション研究機構 教授	知覚中心ヒューマンインターフェースの開発	197
	佐藤 洋一	東京大学生産技術研究所 教授	日常生活空間における人の注視の推定と誘導による情報支援基盤の実現	198
	武田 一哉	名古屋大学大学院情報科学研究科教授	行動モデルに基づく過信の抑止	294
	舘 暲	慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科 特任教授	さわれる人間調和型情報環境の構築と活用	274
平成 22年度	石黒 浩	(株)国際電気通信基礎技術研究所社会メディア総合研究所 石黒浩特別研究所 所長(客員)	人の存在を伝達する携帯型遠隔操作アンドロイドの研究開発	472 (4.5年)
	伊勢 史郎	東京電機大学情報環境学部 教授	音楽を用いた創造・交流活動を支援する聴空間共有システムの開発	313
	神田 崇行	(株)国際電気通信基礎技術研究所知能ロボティクス研究所 室長	ロボットによる街角の情報環境の構築	266 (6.5年)
	黄瀬 浩一	大阪府立大学大学院工学研究科 教授	文字・文書メディアの新しい利用基盤技術の開発とそれに基づく人間調和型情報環境の構築	247
	八木 康史	大阪大学産業科学研究所 教授	歩容意図行動モデルに基づいた人物行動解析と心を写す情報環境の構築	308 (6.5年)



平成 23 年度	後藤 真孝	国立研究開発法人 産業技術総合研究 所情報技術研究部 門 首席研究員	コンテンツ共生社会のための類似 度を可視化する情報環境の実現	301
	徳田 恵一	名古屋工業大学大 学院工学研究科 教授	コンテンツ生成の循環系を軸とし た次世代音声技術基盤の確立	322
	苗村 健	東京大学大学院情 報学環 教授	局所性・指向性制御に基づく多人 数調和型情報提示技術の構築と実 践	321
	開 一夫	東京大学大学院総 合文化研究科 教 授	ペダゴジカル・マシン：教え教え られる人工物の発達認知科学的基 盤	283
			<b>総研究費</b>	<b>5,216</b>

\*各研究課題とも研究期間全体の総額（平成 28 年度上期までの実績に下期以降の計画値を加算した金額）

\*予算重点配分：「6. 研究領域の運営について」に記載通り連携とアウトリーチを奨励する予算追加を実施

## 2. 研究領域および研究総括の設定について

### 研究領域設定の背景・理由

本研究領域は、「人間行動・実空間状況の認識および取得」、「コンテンツ処理およびサービスとしての具現化」、「これらを親和的に行うためのヒューマンインタフェース」という一連の要素技術の有機的な連携・統合を通じ、真に誰もが情報通信技術の恩恵を受けることができる社会、情報通信技術の支援により人間の創造的な活動および知的生産性が飛躍的に増大した社会の創出を目標に推進されるものであり、人間行動・実空間状況の取得・理解を行うセンサーネットワークやユビキタスコンピューティングによる実空間適応型認識技術、ロボットやユビキタスネットワークによる人間－機械コミュニケーションの円滑化技術、および、テキスト、音声、音楽、画像などの多様なメディアの解析、検索、集積、構造化などに関わるコンテンツ技術など、分野間の連携・融合・統合によって、「人間調和型情報環境」の構築を目指す研究を対象としている。これら研究が、真に実社会における安全・安心、健康で快適な生活環境の実現に貢献するためには将来の具体的な社会実装を見据えた研究の推進が必要である。従って、異分野の研究グループ間の連携、および基礎・理論グループから応用・実装グループまでを包含した融合的チーム体制による研究を実施することが重要であり、CREST として選定することが適切である。異分野融合的なチーム体制の構築により、領域の特色を生かした一連の要素技術の有機的な横断・統合を目指している。さらに、将来の具体的な社会実装を想定して研究実施されることも十分に意識されており、人間と調和する情報環境の創出を目指す戦略目標の達成に向けて適切に選定されている。研究領域は、幅広い研究分野からの参画が期待されており、また、情報通信分野の新潮流を創成するための研究を目的としていることから、斬新で優れた研究提案が多数見込まれる。

### 研究総括選定の背景・理由

東倉洋一氏は、音声情報処理、聴覚音響心理に関する第一線の研究者として、基礎研究から応用研究まで卓越した研究成果を挙げてきた。その成果は国際的にも広く認められており、IEEE Fellow、アメリカ音響学会 (ASA) Fellow をはじめ多数の賞が授与されている。また近年では、情報化社会における情報科学・技術と人間、環境、社会との新しい係わりについて学際的視点から研究を展開しており、本研究領域を推進するのに必要な知見・先見性・洞察力を十分に有していると思われる。

また、独立行政法人産業技術総合研究所 研究ユニットレビューボード委員、総務省独立行政法人評価委員会委員として、適切な評価と公平な選考を行っており、さらに株式会社 ATR 人間情報通信研究所 代表取締役社長、日本電信電話株式会社 基礎研究所 所長を歴任しており、本研究領域のマネジメントを行うに適した経験・能力を有していると思われる。以上より同氏は、広範な研究分野を対象とする本研究領域を推進するに際して、すぐれた調整能力と強力なイニシアティブを発揮すると期待できる。

### 副研究総括選定の背景・理由

西田豊明氏は、奈良先端科学技術大学教授および京都大学教授として、情報科学、情報理工学分野における幅広い研究を展開している。中でも、インタラクション（人間や人工システムや環境の間の相互の働きかけ）という視点から、人間同士、人間とエージェント（自律的に行動する人工システム）の間、およびエージェント同士のコミュニケーションに関わる研究知識創造に係る知識インタラクションに焦点をあてた研究展開を行っている。とくに、人間を「個」として扱うことに留まらず、個々人が社会的関係を構築・管理・活用したり、集団全体としての問題を学習・解決する能力である「共同知」「社会知」の研究に取り組み、人工知能分野の中心的な存在として、高い評価を受けている。加えて、電子情報通信学会および情報処理学会のフェローを歴任していることから、本研究領域について先見性・洞察力を有していると見られる。

また、日本学術会議連携会員、情報処理学会理事（国際）及び人工知能学会会長を歴任していることから、関連分野の研究者から信頼されており、日本学術振興会学術システム研究センター主任研究員の経験からも、俯瞰的な視野をもって公正な評価を行い得ると判断される。

さらに、本 CREST「共生社会に向けた人間調和型技術の構築」研究領域は、人間調和型技術の構築に関わる基礎的な研究から実装に近いものまで、極めて広いダイナミックレンジの研究課題を含んでいる。そのような研究領域の領域アドバイザーとして、これまでに研究課題の選考・評価、各研究グループのサイトビジットや中間評価にも積極的に参加し、研究代表者に対して適切な助言を与えていることから、東倉洋一研究総括からの信頼も厚い。このことと上記の学会等における役職経験等をあわせると、本研究領域運営のマネジメント能力を十分備えていると考えられる。

以上より、本研究領域の運営において、副研究総括という立場で研究総括と並んで研究領域運営にあたるに十分な能力と実績を有し、適任であると判断される。

### 研究総括選定の背景・理由

西田氏は、平成 25 年 4 月に既に本研究領域の研究総括として指定されている。なお、運用上、東倉研究総括を補佐する副研究総括として位置づけられ、5 月来就任している。

西田氏は、領域発足当初から領域アドバイザーとして参画し、研究課題の選考・評価への協力等を行っており、副研究総括就任後は、東倉研究総括を補佐する立場で共同して領域運営にあたってきている。平成 25 年 10 月に東倉総括が入院されてからは、さきがけの関連 2 研究領域（『知の創生と情報社会』『情報環境と人』）との合同シンポジウムや本研究領域の中間評価会などにおいて、研究総括としての役割を代行している。

以上より、本研究領域に関して、西田氏を副研究総括から研究総括としての位置づけに変更し、東倉研究総括の後任としてその運営を西田氏が担うことが最適であると考えられる。

### 3. 研究総括のねらい

戦略目標である「人間と調和する情報環境を実現する基盤技術の創出」の達成に向けて、総花的に要素技術を網羅したものではなく、身体・知覚レベルの情報処理に重点を置いて、中核課題として、人の状況を理解し、人とともに進化しつつ、人の創造性を引き出し、高めるための情報技術の実現をめざした人間調和型情報環境について明確な切り口を持つ研究提案を募ることとした。人間のことを考慮しない技術、人に一方的に適応しようとするだけの人にやさしい技術を超えた技術を世界に先駆けて創出し、世界に発信し、広めていくことのできるポテンシャルをもつ研究チームからなる組織を編成し、戦略目標の達成をめざす。

人間行動・実空間状況の取得・理解を行うセンサーネットワークやユビキタスコンピューティングによる実空間適応型認識技術、ロボットやユビキタスネットワークによる人間-機械コミュニケーションの円滑化技術、および、テキスト、音声、音楽、画像などの多様なメディアの解析、検索、集積、構造化などに関わるコンテンツ技術の3つを軸として、それらを連携・融合・統合することにより「人間調和型情報環境」の構築をめざした研究を推進する。サイエンスとしての基礎を確立しつつ、実環境での実証実験を経て、製品化・サービス化・ツール提供のいずれかの形で社会実装をめざせるよう、領域全体として、研究課題の配置とカバレッジを考慮した体制づくりをする。各チームの連携により、より独自性が高く、高度な技術の実現をめざす。

具体的には図1に示した通り、自然環境、医療・健康、福祉、安全・安心、教育、街角、店舗、オフィス、ホームでの適用を出口イメージとして睨みながら、人間の感覚のセンシングを基盤とし、種々の社会トライアルを介した社会実装と、認知神経科学による科学的裏付けに支えられた研究展開をめざす。研究テーマとしては、実空間適応型認識、インタラクション、メディアコンテンツ、認知神経科学の4部門を想定した。

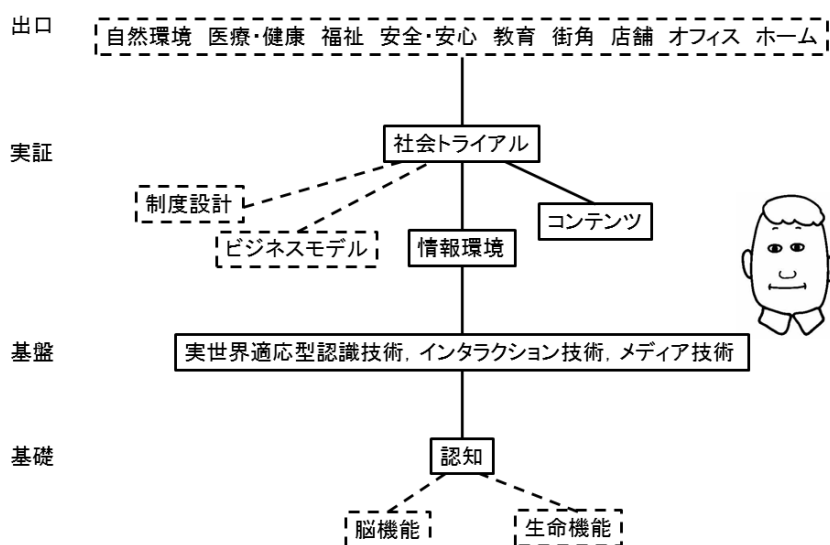


図1 本領域の研究展開の基軸

従来別々に推進されてきた情報環境の知能化技術は、人間調和型情報技術としては十分に成熟しているとはいえないまでも、ポテンシャルを備えた技術が多く存在する。情報環境が知能をもてば、人間側からではなく、情報機器やネットワークから能動的に働きかけることが可能になり、利用者個人が、努力や意識することなく、時と場所と場合に応じて、必要かつ最適な情報を得ることができるが、自ら「考える」「行動する」ことをしない受動的な人間を生み出しかねないという危惧が生じる。分野間の連携・融合・統合によって、研究を推進・発展させることにより、人間の知力や行動力を最大限に引き出すための人間調和型の情報環境の実現が射程に入る。本領域では、異分野間連携・融合によって、人間調和型情報環境を創出する革新技術をめざした共同研究を促進する。人間の意図・行動や空間情報の認知プロセス、人間と情報環境の調和の度合いを定量的に知る認知プロセスを、人間調和型情報技術と連携・融合した形で、心理学・認知科学的に解明することも重視した。

研究開発の推進にあたって、各研究課題が個別に要素技術を開発するのではなく、研究総括のもと、課題間においても系統的に統合・検証できるような研究手法・体制構築を進めた。例えば、各研究課題間で研究用に収集した多種多様なセンシングデータ等の統合・共有を図る仕組みや、人間と調和する情報環境を構築するためのプラットフォーム技術等の共通基盤構築も視野に入れて取り組めるよう努めた。

#### 4. 研究課題の選考について

人の状況を理解し、人とともに進化しつつ、人の創造性を引き出し、高めるための情報技術の実現をめざした人間調和型情報技術の研究開発に対して、明確なビジョンと高いポテンシャルをもつ研究提案を募るため、要素技術を総花に網羅したものではなく、人間調和性について明確な切り口を持つ提案を募った。研究領域が広範で多岐にわたるため、社会実装を見据えて日常生活の適用場面を具体的に示し、研究期間における達成目標の具体的なイメージとこれに至るマイルストーンを明確にした提案を行うよう注意を喚起した。

審査には、次の方針で臨んだ。

- ① 総花的に要素技術を網羅したものではなく、中核課題として、人間調和型情報技術としての明確な切り口を持つ提案を優先する。研究代表者の思想性とリーダーシップを重視し、寄せ集めグループや、ポスドク雇用に重点を置いた提案は優先度を下げる。
- ② 要素技術の単純な組み合わせでなく、有機的な横断・融合・統合によるブレークスルーをめざした提案を優先する。
- ③ 従来技術の改善が課題の場合、飛躍的な性能向上をめざした提案を優先する。この場合、「量」から「質」への転換を重視する。
- ④ 人間と情報環境のそれぞれが持つ性質の異なった特徴を活かし、相互の能力を引き出す技術への提案を重視する。
- ⑤ 人間調和型情報技術の研究開発における「調和」の明確化、調和の測定法、調和の評価尺度などを含む認知プロセスの解明に関する提案を尊重する。
- ⑥ 人間調和型情報技術に関する研究開発のプラットフォームの提供をめざす提案を視野に入れる。
- ⑦ 狭い特定分野での応用展開のみの適合をめざした提案は優先度を下げる。
- ⑧ 特定用途のための短期的なシステム開発の提案は優先度を下げる。
- ⑨ 人間調和型環境技術として、中長期的な応用展開・社会実装・社会インパクトを見据えた提案を優先する。
- ⑩ 技術や手法のメリットだけでなく、リスクにも留意する。

この結果、次のような選考結果となった。

- ・ 平成 21 年度応募課題。96 件 第 1 次選考（書類審査）結果 19 件、第 2 次選考結果（ヒアリング）8 件。採択率 8.3%
- ・ 平成 22 年度応募課題 73 件。第 1 次選考（書類審査）結果 11 件、第 2 次選考結果（ヒアリング）5 件。採択率 6.8%
- ・ 平成 23 年度応募課題 54 件。第 1 次選考（書類審査）結果 9 件、第 2 次選考結果（ヒアリング）4 件。採択率 7.4%

人の状況を理解し、人とともに進化しつつ、人の創造性を引き出し、高めるための情報技術の実現に向けて、石川、舘、石黒、後藤、苗村をはじめとして異なった方向で突出し

た人材の獲得と、バランスの取れたチーム構成に成功し、領域全体として、サイエンスとしての基礎を確立しつつ、実環境での実証実験を経て、製品化・サービス化・ツール提供のいずれかの形で社会実装をめざす体制ができた。

本領域で採択された 17 研究チームの全体像を若干構造的に図示したものを図 2 に示す。垂直レベルは、図 1 と同様に出口までの研究段階を示している。

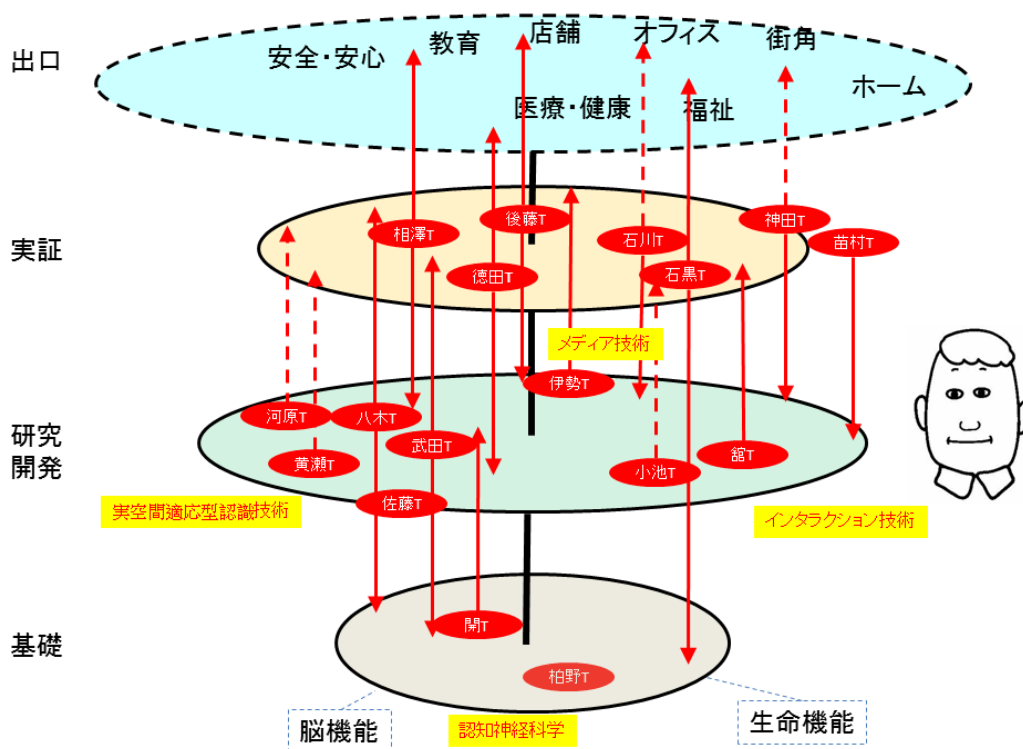


図 2 本領域のチーム構成

この図に示されているように、研究チームは、実証と研究開発に重きを置きつつも、基礎、研究開発、実証段階にバランスよく分布している。また、身体・知覚レベルの情報処理という観点からも、聴覚、視覚、触覚といった基本的な感覚から、相互関係性、存在感、信頼感といった高次の感覚まで分布している。研究チームは、その手法によって、概ね、実空間適応型認識グループ（主として、石川チーム、武田チーム、八木チーム、佐藤チーム、河原チーム、黄瀬チームで構成）、インタラクショングループ（主として、舘チーム、小池チーム、石黒チーム、苗村チーム、徳田チーム、神田チームで構成）、コンテンツグループ（主として、相澤チーム、後藤チーム、伊勢チームで構成）にクラスタリングされる。認知神経科学グループは、開チーム、柏野チームで構成されている。ほとんどのグループは、複数のレベルにまたがった研究を提案している。例えば、石黒チームは基礎レベルから製品化までの広範囲にまたがる活動を提案し、武田チームは、基礎レベルから実証レベルまで、相澤チーム、後藤チーム、徳田チームは実証に軸足を置きつつも、研究開発から製品化あるいは研究ツール配布までのレベルまでまたがる活動を提案している。

## 5. 領域アドバイザーについて

名前	終了時の所属	役職	任期
青山 友紀	慶應義塾大学理工学部	訪問教授	平成 21 年 5 月～
浅川 和雄	(株)富士通研究所	フェロー	平成 21 年 5 月～
石井 裕	MIT Media Laboratory Tangible Media Group	Associate Director of Media Lab	平成 21 年 5 月～
伊福部 達	東京大学高齢社会総合研究機構	名誉教授	平成 21 年 5 月～
鈴木 陽一	東北大学電気通信研究所	教授	平成 21 年 5 月～
西田 豊明	京都大学大学院情報学研究科	教授	平成 21 年 5 月～ 平成 25 年 4 月
前田 英作	NTT コミュニケーション科学 基礎研究所	所長	平成 21 年 5 月～
前田 太郎	大阪大学大学院情報科学研究科	教授	平成 21 年 5 月～
三宅 なほみ	東京大学大学総合教育研究センター 東京大学大学発教育支援コン ソーシアム推進機構	教授  副機構長	平成 21 年 5 月～ 平成 27 年 5 月 (逝去)



\*人選にあたっての考え方

人選は故東倉前総括が行った。故東倉前総括から人選の背景について聞く機会はなかったが、結果から判断される限り、専門性の深さ、守備範囲、学術と企業のバランスなどを考慮して選定されたものと考えられる。図3に領域アドバイザーの概ねの位置づけを示す。

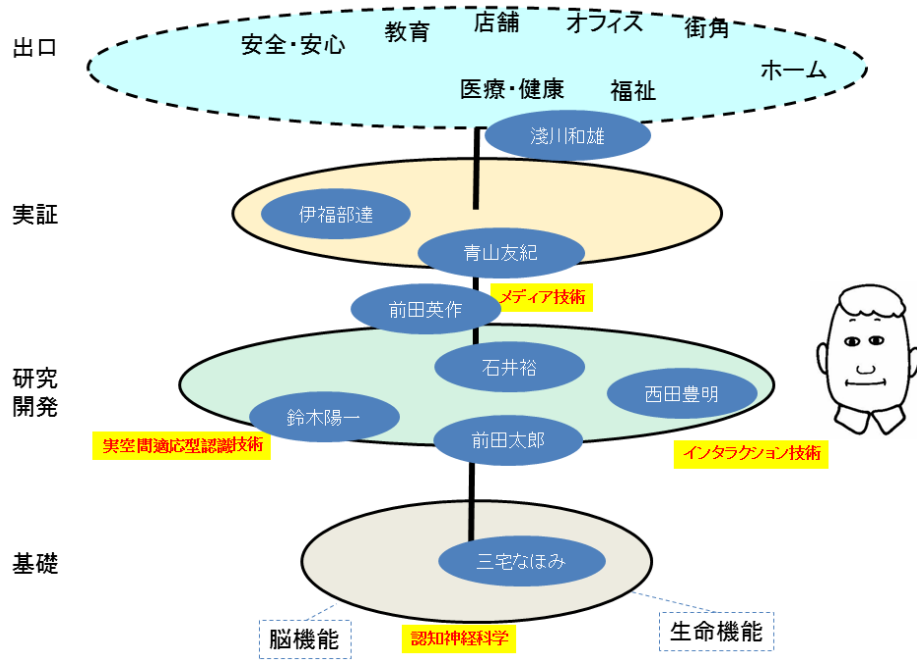


図3 領域アドバイザーの概ねの位置づけ

## 6. 研究領域の運営について

研究領域の運営にあたっては、各研究チームにおける理論と技術課題への自由で独創的な取り組みを尊重し、研究領域としてのシナジーが自然に生まれるようなマネジメントを目指した。社会実装に最も重点を置き、研究領域から単なる学術的成果にとどまらず社会実装により、社会に新規で有用な貢献する基盤となる独創性と技術性の高い成果につながる運営を心掛けた。

### (1) 運営方針

次のような運営方針を取った。

- ① **研究チームの自主性の重視。** 研究領域の学術レベルの高さは各研究チームそれぞれの自主的な取り組みから生じるものであるため、研究領域運営が研究チームの自主的な取り組みを阻害しないよう配慮した。
- ② **対話の重視。** 領域会議、評価会、シンポジウムといった研究領域のあらゆる機会では、可能な限り時間をかけて研究領域のテーマについてのコンセプトの形成、技術と実践の理解の深化を最も重視し、研究チームとアドバイザーが対話を積み重ねられるようにした。研究チームが互いの取り組みから常に刺激を受けて切磋琢磨を続ける知的な雰囲気醸成されるよう配慮した。
- ③ **連携の育成。** 研究チームから自発的に生まれてきた連携は推奨し、それがより大きく発展するよう、研究リソースの強化などによって研究領域としての育成を図った。これにより人間調和型情報技術の有力なサブテーマの発掘をねらった。
- ④ **焦点を絞った情報発信。** 得られた学術的成果を、国際的な出版社から刊行することとした。アウトリーチに関しては、社会に対する高いビジビリティをもつ日本科学未来館での常設展示にリソースを投入した。研究領域からのこうした情報発信の機会を利用して、研究領域のアイデンティティの形成を促進した。
- ⑤ **メリハリのあるリソースの配分。** 人間調和型情報技術に関わる世界に先駆けた学術貢献と社会実装へのチャレンジを最優先し、次に研究チームの連携から生じるシナジーの育成を優先した。

2014年5月に終了した領域中間評価では、本研究領域が時宜を得た非常に重要性の高い研究領域であり、その社会的インパクトも大きく、研究成果の質は国際的水準で見ても非常に高いものであり、「社会実装」を強く意識した本研究領域の趣旨を反映し、社会的にビジブルな成果を出していること、学術的な成果が出ていること、人間調和型情報技術の情報発信ができていないこと、実装・評価・製品化まで進めた例があること、マネジメントの効果などが評価された。そのうえで、さらなる発展を視野に入れて、それぞれの研究成果の系統的な統合、社会からのフィードバックを考慮した検証、社会・コミュニティの発想力（活力）を高められることの実証を視野に入れた取り組み、領域インターンシップなどの新しい取り組みを導入して骨太な成果につなげることなどのアドバイスがあった。中間

評価以降は、すでに実現されている本研究領域の強みをさらに強化する方向で、アドバイスを取り入れた。

検討の結果、①従来の方針を、2014年12月6日に開催する情報3領域合同シンポジウム（日本学術会議と共催）で本領域の取り組みの上位概念を明らかにし、そのなかに本領域を位置づけることで将来の大きな流れを明らかにすること、②本研究領域の最終成果報告として、本研究領域の成果をとりまとめ、思想的背景とアプローチの概念的な取りまとめを記した Introduction と、将来の具体的なビジョンを示した Epilogue で挟み込むことで人間調和型情報技術の詳細かつ一定のまとまりのある国際的な書籍として刊行すること、③領域インターンシップを実現することを従来の取り組みに追加することとした。

## (2) 運営の実況

本研究領域の運営会議、シンポジウムなどの実況は以下のとおりである。

### a) 領域会議の開催

7回の領域会議（2009年キックオフ、2010年4月27日、2011年11月15日、2012年9月9日、2013年9月29日、2015年4月12日、2016年4月23日）を開催した。最初の3回は、初年度採択課題研究代表者からの発表、2012年、2013年はそれぞれ第2年次、第3年次採択研究代表者による発表を中心に開催した。2012年～2015年は新規採択課題プレゼンのあと、全研究チームによるポスターセッション（2時間）を開催し、相互理解の深化、連携の促進を行った。2015年度は本領域の終了を意識し、次のステップに向けた取り組みの手がかりが得られるよう、社会実装に焦点をあてて、次のステップに進んだ本領域OB（当時）の館教授、外部の参加者（萩田紀博氏）、JSTのACCEL担当の剣持由起夫氏を招き、「研究成果の社会実装について」と題するパネル討論を行った。さらに、パネル討論の内容を書き起こして研究領域メンバーに配布した。2016年度は最終年度であり、参加チームも4チームに減少したのでポスターセッションの効果も薄れていると考え、発表会のみにした。2015年、2016年はイベントの後に、交流会を催行し、参加者同士自由に交流できる場を作った。

### b) 領域内部での中間評価、事後評価

中間評価は、2012年12月11日、2013年10月24日、2014年10月30日／11月25日に開催した。事後評価は2014年10月30日／11月25日、2015年12月10日、2016年11月1日／7日に実施した。概ね1件当たり、発表20分、評価者との質疑応答20分、評価者による審議・評価票記入等10分の合計50～60分の時間をかけた。その後の展開を含んだ中間評価により時間をかけた。

これに基づいて、各研究代表者には詳細な評価結果を返し、予算措置上の措置を行うとともに、総括・アドバイザリボードからの特段の要望のある研究チームの代表者には、

個別に面談を行い、意向を伝え、討論の上、研究推進に最適と思われるよう、取り組み課題や組織の変更を行った。

研究期間前期には、特定課題調査（神田、苗村）も実施し、特定課題調査期間中にサイトビジット／面談を実施し、研究提案の準備の支援を行った。研究期間後期には集中投資による成果が期待できる3研究チーム（石川、八木、神田）には、研究課題延長を実施した。

#### c) サイトビジット

サイトビジット・面談調査は合計30回（各2時間程度）開催し、その都度、総括及び領域アドバイザーと総合討論を行い、各研究チームの人間調和型情報技術実現に向けた意識の強化と深化に努めた。サイトビジットでは、回を重ねるに従い、研究の深部にまで討論の範囲が広がるとともに、連携などの可能性についてアドバイスが行われた。例えば、2011年1月26日のサイトビジットで、神田チームへの八木チームとの連携のアドバイスが行われ、その後、連携が行われた。苗村チームへのヒアリング・サイトビジットでは、2010年9月28日、2010年12月27日、2011年3月31日と回を重ねるにしたがって、焦点が明確化していることが記録から明確に読み取れる。2012年1月17日の徳田チームへのサイトビジット、2012年1月20日の後藤チームでは、第1回目サイトビジットながら、掘り下げた討論が行われている。

#### d) アウトリーチの取り組み

アウトリーチは重要であるが、労力もかかるので、取り組みに優先度を設けることとした。入館者数10年連続増加を誇り、平成22年度で年間100万人超の入館者のいる日本科学未来館の展示を重視した。以下に示す通り、4回の常設展示を行った。

- ・メディアラボ第12期展示「現実拡張工房」（苗村チーム、2013年7月3日～2014年1月13日まで。展示体験者数：129,000人）



- ・常設展示「アンドロイド — 人間って、なんだ？」（石黒チーム、2014年6月25日～、2015年2月末までで展示観覧者数：約55万人、操作体験者数：約1万2千人（推定））



- ・メディアラボ第14期展示「まず!ふれてみよ」(館チーム、2014年10月22日～2015年5月11日、展示体験者数(2015年2月末まで):約14万人(推定))



- ・メディアラボ第15期展示「アルクダケ 一歩で進歩」(八木チーム、2015年7月15日～2016年6月27日、歩容データ収集実験参加者数:約9万5千人)



上記、八木チームの項にもあるように、単に成果公開をするだけでなく、世界に比類のないデータ収集を行うことができた。

外部向けシンポジウムや国際ワークショップについては、研究領域全体としての取り組みは精選した。他方、研究チームが実施するイベントは自主性を尊重し、研究チームが連携する場合には、予算措置などを行った。

外部に向けての領域全体の公開シンポジウムは、2010、2011、2012、2013、2014、2016年の6回開催した。このうち、2012～2014年は、さきがけ2領域(「知の創生と情報社会」、「情報環境と人」と合同の3領域合同シンポジウムに拡大した。2012年度に開催した第1回合同シンポジウムでは「大量データに基づく未来社会のデザイン」をテーマとして取り上げ、急速に発展する参加型メディアによる合意形成や、データに基づくシミュレーション技術を用いた新たな社会デザインなどを提案した。2013年度の第2回合同シンポジウムでは「情報学が拓くヘルス&ウェルネス」をテーマとして、世界に先駆けて「超高齢社会」に突入した我が国において、労働者人口の減少を抑え、社会保障費や介護労働を軽減するために、健康で高福祉な社会を創り出すことなど実問題に即した討論を行った。2014年度の第3回合同シンポジウムでは、「人間力・社会力を強化する情報技術」をテーマとして取り上げて、情報技術を中心に加速を続けるテクノロジーに囲まれて、人間力(自分という存在や社会に意義を見い出して、主体的な活動を展開し

ていくための源泉となる個々人の力。行動力、構想力、共感力、維持力、倫理、快活、審美力などから構成される)と社会力(社会を構成する人々の人間力と連携して、社会としてのバランスと秩序の形成の原動力となる、社会の力。包容力、実現力、わくわく感、安寧さ、公平性、多様性、つながり感などから構成される)を情報技術でどのように強化できるかという観点から討論を行った。討論に先立ち、情報管理誌に研究総括の論考が掲載され、討論の結果は、日本学術会議「学術の動向」No. 20(2015年9月号)に特集として取り上げられた。

本研究領域のメンバーが個別あるいは連携して本研究領域での研究成果を中心とした外部向けイベントも多数開催した。

2011年3月にシンガポールで開催されたIEEE VR2011に併設して、CREST/さきがけ「デジタルメディア作品の製作を支援する基盤技術」領域と合同のJSTセッションを実施した。本研究領域より、相澤チーム、石川チーム、小池チーム、舘チーム、伊勢チームが参加し、口頭発表およびデモ展示を実施した。

2011年10月7~9日に第1回「さわれる情報環境」プロジェクトシンポジウム「Haptic Media Symposium 2011」および展示会「Haptic Media Exhibition 2011」を開催した。さわれる情報環境のコンセプトを伝える講演会に加えて、H22-23年度のCREST研究成果である能動的触覚スキャンプラットフォーム Telesar5、TECHTILE toolkit、Fishbone Tactile Illusion、RePro3D、Pen de Drawに関する口頭発表および実演展示を行い、研究者や企業関係者、親子連れなど、延べ約2000人の来場者を得て効果的な成果公開が行えた。

2013年11月にはACPR 2013(The 2nd IAPR Asian Conference on Pattern Recognition)において、八木・河原・佐藤・武田・神田・黄瀬チームがオーガナイザとして本研究領域での研究成果を中心にした併設国際ワークショップ“International Joint Workshop on Advanced Sensing/Visual Attention and Interaction”を開催した。

「さわれる情報環境」のプロトタイプを一同に集め、広く一般に公開することでその有用性を実証することを目的として、2013年12月13日ICAT2013における一般公開シンポジウムを開催し、12月14~15日に、日本科学未来館においてオープンラボを開催した。舘チーム、相澤チーム、石川チーム、苗村チームが一同に会することで「さわれる情報環境」のみならず、「共生社会に向けた人間調和型情報環境の構築」に向けた様々な取り組みの潮流とその将来性を示すことを狙った。ICAT2013における公開シンポジウムにおいては、苗村チームから“Harmonized Inter-Personal Display Project”、相澤チームから“FoodLog: Multimedia Food Recording Tool”、石川チームから“Dynamic Information Space based on High-speed Sensor Technology”、舘チームから“Haptic Media: Construction and Utilization of Human-harmonized Tangible Information Environment”に関わる研究成果を紹介し、海外からの参加者に日本の戦略的研究予算による最先端の研究の質の高さを印象付けた。パネルディスカッションにおいて、CREST

研究領域として個々のチームの研究成果をどう統合し、日本の未来を形作るべきか、という領域アドバイザーからの課題が提示され、研究成果の社会実装に関して、各講演者の豊富な経験に基づく問題提起を行った。

続く 12 月 16 ～17 日には JST-CREST×日本科学未来館研究棟 Open Lab 2013 「みらいの ふつうの つくりかた」と題するオープンラボを開催した。2 日間で約 400 名の来場者を記録し、多くの家族連れが最先端の成果を楽しげに体験する様子が見られた。企業関係者も多く来場し、「さわれる情報環境」の産業展開について活発な議論が行われた。

以上のほか、石黒チームの国内シンポジウム（日本科学未来館、2011 年 3 月 3 日；日本科学未来館、2015 年 2 月 14 日）と国際ワークショップ “Workshop on Portable Androids and their Applications” (SOSU Nord, Aalborg, Denmark, 2 March 2015)、後藤チームの OngaCREST シンポジウム(明治大学、2014 年 8 月 23 日；明治大学、2016 年 8 月 27 日)、開チームの “International Symposium on Pedagogical Machines”（東京大学、2015 年 3 月 28、29 日）、苗村チームの Digital Content Expo における展示と JST CREST 多人数調和型情報提示技術プロジェクト最終成果報告会（日本科学未来館、2016 年 10 月 28 日）、CREST 「情報環境」ハッカソン（黄瀬チーム、神田チーム、徳田チーム、苗村チーム、開チームが参加、大阪、2015 年 3 月 28 日）を開催した。

#### e) 予算配分

中間評価結果を反映した調整をベースとして、社会実装への取り組み、研究チーム間の連携、アウトリーチについては、総括裁量経費、国際強化支援費を投入して提案査定型で予算的支援を行った。例えば、日本科学未来館での常設展示、神田チーム・八木チームとの連携、サイエンスアゴラへの出展、研究領域からチームが連携して開催した国際会議 IEEE VR 併設セッション開催、ACPR 2013 (The 2nd IAPR Asian Conference on Pattern Recognition) における International Joint Workshop on Advanced Sensing/Visual Attention and Interaction の開催、予算の追加で格段の成果が期待できるハード、ソフト開発・パッケージングなどに対して追加予算を配当した。

#### f) 領域中間評価以降の取り組みの結果

領域中間評価を受けた 3 つの取り組みの結果、①の上位概念・思想による本研究領域の取り組みの位置づけについては、上にも述べたように本研究領域を「人間力・社会力を強化する情報通信技術」への取り組みの一環として位置づけて、「学術の動向」、「情報管理」、次項の国際書籍などを通して表明し、次のステップを考えるための礎とした。②のとりまとめについては、2 年を超える執筆編集期間を経て、Springer 社から、合計 600 ページ弱の 2 冊の書籍として上梓するに至ることができた (1 冊目は 2016 年 1 月に刊行、2 冊目は 2017 年 1 月に脱稿、2 月 1 日現在印刷中)。③の領域インターンシップ

については、2014 年度に予算措置を行い、研究領域における一つの取り組みとしたが、第 1 期の 8 つの研究チームが終了を迎える時期とも重なり、いくつかのチームの関心を引いたものの準備期間を十分とって実施するに至らず、結局 1 チームだけで実施され、産学連携の足がかりが得られるという成果にとどまった。他の学術領域でも同様の手法が採用され、効果を上げているので、知識の伝承と新たな発展の模索の手法としての有効性自体はあるものと考えている。



## 7. 研究を実施した結果と所見

本研究領域の取り組みで得られた成果を俯瞰したのち、学術的成果、科学技術イノベーションに関わる主要な成果の詳細について報告する。

### (1) 成果の俯瞰

本研究領域での取り組みで得られた成果を、社会実装とフィールドトライアル、応用研究、技術研究、基礎レベルの順に一覧する。各研究チームがどのような身体・知覚レベルの情報処理に重点を置いているかに着目して、およその位置づけを示した全体像を図4に示す。

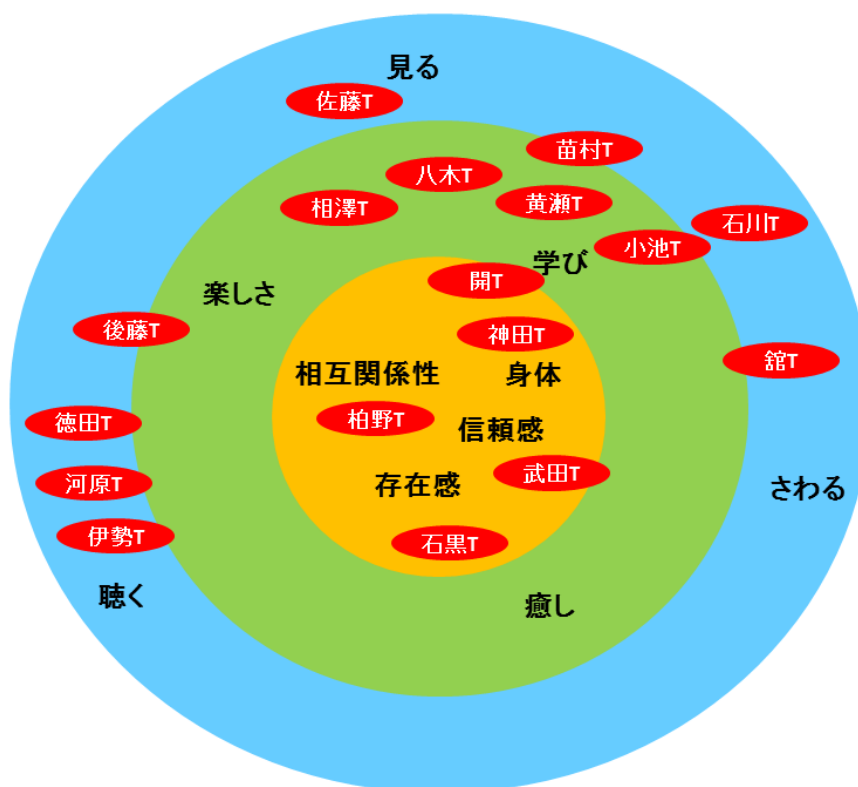


図4 成果の関わる知覚・身体感覚

図4の外縁は基本的な知覚であり、本研究領域の研究チームは、視覚、聴覚、触覚へ関わっている。その内側はもう少し複合的な感覚であり、本研究領域の研究チームは、楽しさ、癒し、学びへの関わりが多い。一番内側は総合的な知覚・身体感覚であり、本研究領域の研究チームは、身体、存在感、相互関係性、信頼感に関わっている。

本研究で得られた成果を俯瞰すると次のようにまとめることができる。

#### ① 人間調和型情報技術の概念実証(Proof of Concept)

人間調和型情報技術は、概念的には、人間のことを考慮しない技術、人に一方的に適応

しようとするだけの人にやさしい技術を超えて、「人とともに進化しつつ、人の創造性を引き出し、高めるための情報技術」を標榜する人間調和型情報技術の核心が、「生物としての人間に本来備わった人間の感覚系、運動系、情動系の共鳴的なコミュニケーション神経を基盤として発現する感覚的情報（聴覚、視覚、触覚、力覚）を適応的にセンシングすると同時に人間に秘められた活力を引き出して創造に結びつける能動的な作用を生成するための融合技術」として位置づけられる。

総合的な感覚については、大規模食事記録データ解析技術（相澤チーム）、存在感メディア（石黒チーム）、広域人位置追跡（神田チーム）などの成果が得られた。

視覚と触覚の複合については、ダイナミック情報環境（石川チーム）、錯覚を利用した重さ知覚生成技術（小池チーム）などの成果が得られた。

主として触覚については、触覚情報基盤技術（舘チーム）が得られた。

主として視覚については、多人数調和型の情報提示技術（苗村チーム）、歩容認証技術と大規模歩容コーパス（八木チーム）、視線誘導技術（佐藤チーム）などの成果が得られた。

主として聴覚については、類似度とありがち度推定技術（後藤チーム）、ユーザ生成音声対話コンテンツ循環基盤（徳田チーム）、聴空間共有システム（伊勢チーム）、聴衆反応センシング技術（河原チーム）などの成果が得られた。

## ② 人間調和型情報技術の応用技術

応用技術レベルは技術のもつ価値を顕在化させることを目的としたものであり、本研究領域では、社会実装の前段階の重要なステップとして位置づけた。どのような形で人間社会に貢献し得るかを、エンドユーザ用、クリエイター用にパッケージングして、多数の応用システムとして、世界に先駆けて示した。

総合的な感覚については、視覚による食欲の抑制「拡張満腹感ダイエットVR」（相澤チーム）、存在感メディアのシステム化（Telenoid, Hugvie, Elfoid）（石黒チーム）がある。

視覚と触覚の複合については、能動的触覚伝送プラットフォームによるテレグジスタンスロボットシステム「Telesar V」（舘チーム）、無拘束高速触覚提示技術+1ms Pan/Tilt+るみペンを用いた高速情報環境（石川チーム）、再帰反射を用いた空中表示技術（AIRR）と高速ジェスチャ認識の統合「AIRR Tablet」（石川チーム）、携帯機器向け空中多指タイピングインタフェース（石川チーム）、頭部の動作に連動して立体内視鏡の角度（上下、左右、前後、回転動作）を滑らかに操作できるシステム（小池チーム）などがある。

主として視覚については、多人数で感想を共有する技術、グループワークでの対話を促す技術、文具や紙をデジタル技術と融合させる技術、実世界にデジタル情報を投影する技術、実物体と空中映像を混在提示する技術、360度3D映像をテーブル上に提示する技術（苗村チーム）、実空間中3次元映像の重畳表示、多視点裸眼立体ディスプレイ「RePro3D」（舘チーム）、日常接する文書及びシーン中で文字を読む経験の記録システム「Reading-Life Log」（黄瀬チーム）などがある。

主として聴覚については、Songle Widget 上の Music-sync アプリ、音楽に同期した歌詞アニメーション制作支援サービス「TextAlive」、マッシュアップ音楽創作支援サービス「Songmash」、ダンスアニメーション支援サービス「Songroid」に代表される多数の応用技術（後藤チーム）、境界音場制御原理に基づく没入型聴覚ディスプレイ装置「音響樽」（伊勢チーム）、スマートポスターボード（河原チーム）などがある。

### ③ 人間調和型情報技術の社会実装レベル

技術を社会に実装する取り組みあるいはそれに直接かかわる重要な取り組みとして位置づけた。それ自体、長期にわたる展示という意味で社会実装であり、また、さらに一般的な社会実装への足掛かりとなる日本科学未来館での常設展示を重視した結果、苗村チームのメディアラボ第12期展示「現実拡張工房」（2013年7月3日～2014年1月13日）、石黒チームの「アンドロイド — 人間って、なんだ？」（2014年6月25日～）、舘チームの「まず！ふれてみよ」（2014年10月22日～2015年5月11日）、八木チーム「アルクダケ 一歩で進歩」（2015年7月15日～2016年6月27日）の4件の常設展示が実現され、それぞれ成功を収めた。社会の大きな注目を浴びるとともに、次のステップへの大きな礎となった。

個別の取り組みとして、振り込め詐欺誘引通話検出の実証実験（武田チーム）、高齢者を対象としたテレノイドの有効性評価（石黒チーム）、デンマークの高齢者施設での社会実験（石黒チーム）、小学校における教育支援への応用（石黒チーム）、安全・安心への取り組み（犯罪者検出）（八木チーム）、商業利用（八木チーム）、高齢者認知機能推定（八木チーム）、大阪南港アジア太平洋トレードセンターATCでのフィールド実験における通行データ収集（10時間分のデータを毎週2日分継続的に1年間）（神田チーム）、MMDAgentを使った音声対話エージェントメイちゃんの展示（名工大前、半田市、NHK名古屋、NII）（徳田チーム）がある。

Web Service による研究成果の提示も行った。世界に先駆けた写真による食事記録システム（FoodLog Web サービス）の大規模運用（相澤チーム）、能動的音楽鑑賞サービス（Songle, Songrium, TextAlive（歌詞アニメ制作支援）等のサービス）（後藤チーム）、MMDAgent の公開コンテンツ共有のための Web サービス（MMDAgent SHARE）（徳田チーム）などがある。

研究成果の一部をツール化して公開した。視聴覚・力触覚によるロボット遠隔操縦商用システム（Telexistence FST）（舘チーム）、触感の記録、再生、拡張のためのツールキット TECHTILE Toolkit（舘チームと苗村チームの連携）、音声インタラクションシステム構築ツールキットとユーザイベント（MMDAgent, エンサイクロペディア MMDAgent, MMDAgentDAY!）（徳田チーム）などがある。

### ④ 人間調和型情報技術の基礎理論レベル

人間調和型情報技術の基礎理論レベルでは、焦点を絞ったうえでの取り組みを行った。過信のモデル化（武田チーム）、教示のための相互作用における今性・応答性の重要性に関わる知見（開チーム）、相互関係性（IPI）概念の定式化（柏野チーム）、唾液中のオキシ

トシンの定量測定法(柏野チーム)、存在感メディアとストレスの関係の解明(石黒チーム)、触原色原理(館チーム)など、新規で有用性の高い成果が得られた。

以上を箇条書きにまとめたものを以下に示す。

#### a) 概念実証レベル

- 総合的な感覚
  - 存在感メディア：音声からの動作生成，視覚刺激からの動作生成と情動表現（石黒チーム）
  - 大規模食事記録データ解析（相澤チーム）
  - 広域人位置追跡技術（神田チーム）
- 視覚と触覚の複合
  - ダイナミック情報環境：2,000fpsでの3次元視覚トラッキング，10 $\mu$ sの応答を実現するフォトダイオード型近接覚センサ，960Hzでの高速視覚ディスプレイ，約2,000個の超音波振動子による無拘束高速触覚提示（石川チーム）
  - 筋骨格系モデルを用いて筋電信号から推定した粘弾性特性に応じて制御したロボットの動きを視覚にフィードバックすることで（錯覚を利用して）重さを知覚させる技術（小池チーム）
- 主として触覚
  - 触覚情報における「記録・分解」「伝送」「再生・合成」「創作・編集」の基盤技術（館チーム）
- 主として視覚
  - 歩容認証技術と大規模歩容コーパス（八木チーム）
  - 多人数調和型の情報提示技術（苗村チーム）
  - 視線誘導（佐藤チーム）
- 主として聴覚
  - Songle, Songle Widget, Songrium（後藤チーム）
  - 確率的生成モデルに基づく類似度とありがち度の推定技術，統計的機械学習に基づく音楽理解技術，歌声情報処理技術（後藤チーム）
  - ユーザ生成音声対話コンテンツ循環基盤（徳田チーム）
  - 聴空間共有システム（伊勢チーム）
  - 聴衆反応センシング（河原チーム）

#### b) 応用技術レベル

- 総合的な感覚
  - 存在感メディアのシステム化：Telenoid, Hugvie, Elfoid（石黒チーム）
  - 拡張満腹感（ダイエットVR）（相澤チーム）
- 視覚と触覚の複合

- 能動的触覚伝送プラットフォームによるテレイグジスタンスロボットシステム Telesar V (舘チーム)
- 無拘束高速触覚提示技術+1ms Pan/Tilt+るみペンを用いた高速情報環境 (石川チーム)
- AIRR Tablet: 再帰反射を用いた空中表示技術(AIRR)と高速ジェスチャ認識の統合 (石川チーム)
- 携帯機器向け空中多指タイピングインタフェース (石川チーム)
- 力覚提示の手術ロボットへの応用: 頭部の動作に連動して立体内視鏡の角度 (上下、左右、前後、回転動作) を滑らかに操作できるシステム (小池チーム)
- 主として視覚
  - 多人数で感想を共有する技術: 匿名性を有しつつ感想共有を行うことを可能とするソフト「ラジへえ」など; グループワークでの対話を促す技術: private と public を選択的に画面共有して対面コミュニケーションを維持したままデータ共有まで容易に行う仕組み「SHelectivePlus」; 文具や紙をデジタル技術と融合させる技術: 局所的な熱制御と局所的な紫外光投影を組み合わせることで、紙面を出力インタフェース化する「Hand-rewriting システム」; 実世界にデジタル情報を投影する技術: 映像プロジェクタの画素単位での高速点滅を制御することによりビット情報を埋め込む可視光通信プロジェクタ (PVLC: Pixel-label Visible Light Communication); 実物体と空中映像を混在提示する技術: 手で操作した実オブジェクトの位置に空中像を結像させる裸眼複合現実感システム「でるキャラ」と、空中像ディスプレイと 3D プリンタを組み合わせたインタラクティブアプリケーション装置「MiragePrinter」; 360 度 3D 映像をテーブル上に提示する技術: 全周 360 度から観察可能な 3D 映像をテーブル上に提示する技術「fVisiOn」 (苗村チーム)
  - RePro3D: 実空間中 3 次元映像の重畳表示, 多視点裸眼立体ディスプレイ (舘チーム)
  - 文書及びシーンを対象にした Reading-Life Log (黄瀬チーム)
- 主として聴覚
  - Songle Widget (後藤チーム) は、Web 上の音楽を映像で彩るソーシャル VJ サービス「Melvie x Songle」、音楽にあわせてロボットのリアルタイムの踊りをつくりだす「V-Sido x Songle」、楽曲を 3 次元空間の中に配置する「Songrium3D」、写真を音楽で彩る「Photo x Songle」など、多くのアプリケーションを作るために使われた。マッシュアップ音楽創作支援サービス「Songmash」(後藤チーム)、音楽に連動したダンスの分析・生成技術に基づくダンスアニメーション創作支援サービス「Songroid」(後藤チーム)、本人に似たキャラクターのダンサーが音楽に合わせて踊るキャラクターアニメーション生成システム (Dancing Snap Shot) (後藤チーム)、動画と現実の融合によるコンテンツの生成システム「VRMixer」(後藤チーム)

藤チーム)

- 音響樽:BoSC システム(境界音場制御原理に基づく没入型聴覚ディスプレイ装置)  
(伊勢チーム)
- スマートポスターボード(河原チーム)

#### c) 社会実装とフィールドトライアルレベル

- 日本科学未来館での常設展示
  - メディアラボ第12期展示「現実拡張工房」(2013年7月3日~2014年1月13日)  
(苗村チーム)
  - 「アンドロイド — 人間って、なんだ?」(2014年6月25日~)(石黒チーム)
  - メディアラボ第14期展示「まず!ふれてみよ」(2014年10月22日~2015年5月11日)(舘チーム)
  - メディアラボ第15期展示「アルクダケ 一歩で進歩」(2015年7月15日~2016年6月27日)(八木チーム)
- 社会実装への取り組み
  - 振り込め詐欺誘引通話検出の実証実験(武田チーム)
  - 高齢者を対象としたテレノイドの有効性評価、デンマークの高齢者施設での社会実装、小学校における教育支援への応用(石黒チーム)
  - ATC(大阪南港アジア太平洋トレードセンター)における通行データ収集(10時間分のデータを毎週2日分継続的に1年間)とフィールド実験(神田チーム)
  - 安全・安心(犯罪者検出)、商業利用、高齢者認知機能推定(八木チーム)
  - 音声インタラクションシステム構築ツールキット MMDAgent を使った音声対話エージェントメイちゃんの展示:メイちゃん(名工大前),半田市,NHK名古屋,NIIでの展示(徳田チーム)
- Web Service
  - FoodLog Web サービス:世界に先駆けた写真による食事記録システムの大規模運用(相澤チーム)
  - 能動的音楽鑑賞サービス(Songle, Songrium, TextAlive(歌詞アニメ制作支援等))(後藤チーム)
  - MMDAgent SHARE(徳田チーム)
- ツール公開
  - TECHTILE Toolkit, 視聴覚・力触覚によるロボット遠隔操縦商用システム Telexistence FST(舘チーム)
  - MMDAgent, エンサイクロペディア MMDAgent, MMDAgentDAY!(徳田チーム)

#### d) 基礎理論レベル

- 過信のモデル化(武田チーム)
- 相互作用における今性・応答性への敏感さに関する発見(開チーム)

- 相互関係性 IIPI (柏野チーム)
- 唾液中のオキシトシンの定量測定法 (柏野チーム)
- ハグビーを抱きながら会話をしたグループでは血液中、唾液中ともにコルチゾールが有意に減少し、ストレスが軽減することを見出した (石黒チーム)
- 触原色原理, Fishbone Tactile Illusion (舘チーム)

以上を基礎、研究開発、実証、出口のレベルに分けて、構造的に表示したものを図5に示す。

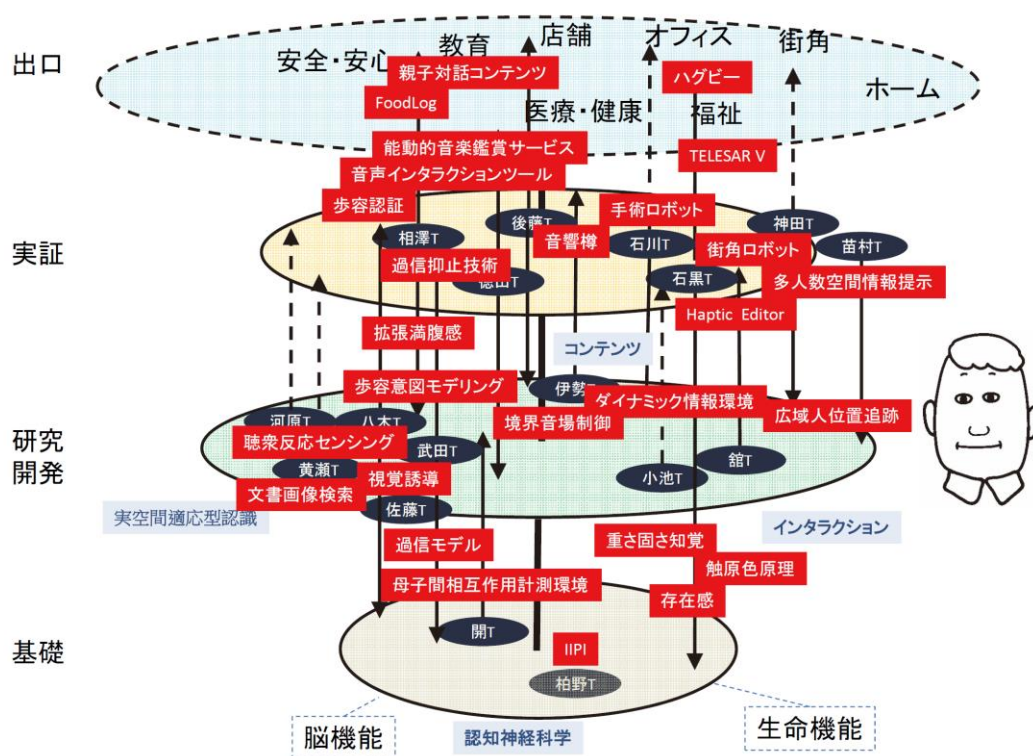


図5 研究成果の全体像

以上に関わる成果を取りまとめて、一部国際的に学術出版した。

	<p>Volume 1 (2016年1月刊行)          Number of Chapters 10          Number of Pages XVI, 295          Number of Illustrations and Tables 172          b/w illustrations, 15 illustrations in colour          DOI          10.1007/978-4-431-55867-5</p>	<p>Volume 2 (2017年1月脱稿)          Number of Chapter 9</p>
--	---	--

## (2) 学術および技術における貢献の詳細

チームレベルでは、石黒チームが人の存在感と言う新たな概念に注目して、これまでなかった人と人の新たなコミュニケーションを可能にした存在感メディアの開発と商品化に成功したこと、石川チームが視覚と触覚にまたがってセンサ技術と提示技術を統合して調和型ダイナミック情報環境を実現したこと、舘チームが触覚センサと触覚ディスプレイを中心とした触覚メディアを中心に研究を組織的に展開し、基礎から応用に至るビジョンの提示とその実装に成功したこと、苗村チームが多数の展示を行い、視覚情報提示の新しい技術により人の創造性を引き出すことを実証的に示すことができたこと、後藤チームが、メディアコンテンツを豊かで健全に創作・利用するための実用水準の共生型情報環境を実現、産業界への技術移転も進んだことなど、特筆すべき進展があった。

### a) 石黒チーム

人の存在感に注目し、ミニマルデザインの方法論に基づいて存在感伝達のための一連の画期的な情報メディアを作り出した。「ハグビー」商品化まで進めた点は高く評価される。国際的な評価も非常に高く、研究代表者の石黒は、Global Future 2045 での招待講演、Interspeech 2011 で基調講演を行うなど国際的に影響力が大きい。人のミニマルデザインに基づいたアンドロイド「テレノイド」については、ARS Electronica permanent exhibition (オーストリア、リンツ) では、2011年3月3日から現在まで継続して展示されるなど、広く周知されている。人間調和型情報技術という観点からは、人の存在感への気づきに基づいてこれまでにないコミュニケーションを創出するという意味で人間調和型情報技術の概念を実現しその実装、評価、商品化まで進めたという格段の貢献であるとして位置付けられる。

### b) 石川チーム

高速センシング技術・高速ディスプレイ技術・人間特性モデルの3つを統合する情報環境の予備的なシステムの試作を行い、コンピュータインタフェースの新しい方向性を世界に先駆けて示した。人間の動作に合わせ先回りをして物体に情報機能を提示する新しいインタフェースを実験で示した。センシングおよび提示の双方において、視覚の個別要素技術別に、世界初のインパクトある成果を次々に達成した。いずれも、ビデオレートと接触拘束の壁の打破を世界に示したものである。得られた成果の中でも、高速カメラ技術は単体でもその応用範囲が広く、技術的インパクトが極めて高い。

### c) 舘チーム

触原色原理の理論構築の手掛かりになる Fishbone Tactile Illusion を発見し、触覚センサと触覚ディスプレイの構築に成功した。Haptic Editor を開発した。触れる多視点裸眼立体ディスプレイ RePro3D およびテレグジスタンスロボット TELESAR V の開発公開を行った。Haptic Editor の開発において得られた顕著な研究成果のツールキットは、2012年度グッドデザイン賞 Best 100 に選定されるとともに、教育用などの目的で提供しつつある。システム開発においては、RePro3D および TELESAR V の開発公開を行



い多くの社会的反響を呼んだ。能動的触覚伝送プラットフォームはロボット遠隔操縦システム Telexistence FST として製品化された。これら具体的なデバイスやシステムの開発によりデモは、先進的な取り組みであるとともに、他の類似研究に比し直感的に成果を体感できる取り組みとなっている。従来研究成果の乏しかった触覚の研究において、成果の体性感覚での実感を可能にしたことは技術インパクトを高める上で、極めて重要である。ビジョンが明示され、普及活動まで含めた活動が行われているので、科学技術にも社会にも大きなインパクトが期待される。

#### d) 苗村チーム

人々が集う場において人々の行動を調和させることのできる情報メディア技術の確立に取り組んだ。研究過程で、研究目標を、個人に籠らずみんなで協調するための情報の共有開示を自然に促す開示性、実物体と融和した情報操作を実現するために物理的側面と情動的側面をバランス良く組み合わせる融和性、一堂に会した場を活用するために空間中で身体を用いた直観的なコミュニケーションを可能にする空間性の3つの柱に絞り込んだ。開示性に関しては、多人数で感想を共有する技術、グループワークでの対話を促す技術、融和性に関しては、文具や紙をデジタル情報と融和させる技術、実世界にデジタル情報を投影する技術、空間性に関しては、実物体と空中映像を混在提示する技術、360度3D映像をテーブル上に提示する技術をそれぞれ研究開発した。これらの技術に基づいて、精選され、非常に高い品質のデモシステムを構築して、日本科学未来館での常設展示をはじめ多くの場で公に展示し、高い評価を得た。これからの物理空間と情報空間が融合された世界での多人数インタラクションのあり方を提言し、概念実証したこと、およびそれを支える情報メディア技術を開発し、産業界にも大きなインパクトを与えた。当初予定の多人数調和を超えて、人々の創造的な行動も誘発するところまで進めることができた。

#### e) 後藤チーム

メディアコンテンツを豊かで健全に創作・利用する「コンテンツ共生社会」の実現をめざして、音楽を中心に、大規模なメディアコンテンツ間の類似度・ありがち度を可視化し、ユーザ主導の音楽鑑賞と創作を支援する情報環境の研究開発に取り組んだ。その結果、Web上の楽曲コンテンツの楽曲構造、コード、メロディ、ビート構造を自動解析する能動的音楽鑑賞サービス Songle、音楽コンテンツの関係性を可視化する音楽視聴支援サービス Songrium に代表される能動的音楽鑑賞支援技術、音楽に同期した歌詞アニメーション制作支援サービス TextAlive、マッシュアップ音楽創作支援サービス Songmash、ダンスアニメーション支援サービス Songroid に代表される音楽創作支援技術を開発するとともに、確率的生成モデルに基づく類似度とありがち度推定技術、統計的機械学習に基づく音楽理解技術など、基礎レベルでも顕著な成果を挙げた。さらに、研究プロジェクトを OngaCREST という一つの運動に発展させ、研究者だけでなく、コンテンツクリエイターをはじめとする音楽業界を巻き込み、大きな音楽イベントでも使われるほどの

品質を有したプロダクトレベルの多数の成果の創出と共有を実現した。

個々の研究という観点からは、本領域のほぼすべての研究チームは国際的に非常に高い研究水準を有しており、多数の学術誌論文・国際会議論文を発表しているとともに、基調講演・招待講演を行い、人間調和型情報技術の情報発信に貢献している。以下に主要な学術論文とその概要を示す。

**A) 武田チーム：**

Hiroyuki Okuda, Norimitsu Ikami, Tatsuya Suzuki, Yuichi Tazaki, Kazuya Takeda, Modeling and Analysis of Driving Behavior Based on a Probability-Weighted ARX Model, IEEE Trans. on Intelligent Transportation Systems, pp.98-112, Vol.14, No.1, 2013 (Impact Factor 3.064)

〔概要〕

運転行動の解析、評価を目的として、ドライバの判断、動作を同時モデル化可能なモデルである Probability Weighted ARX Model、およびそのパラメータ推定手法を提案した。運転行動データ観測に基づいて、ドライバが用いていると考えられる一連の説明変数(入力)および操作(出力)のデータのみから、行動を構成する複数の動作モード、およびそれらの切り替え条件を同時に推定する手法を提案した。また、ドライビングシミュレータを用いた走行データを用い、高速道路の前方車追従に関する運転行動解析の実例を示した。

**B) 開チーム：**

Lee, H., Kanakogi, Y., & Hiraki, K. “Building a responsive teacher: How temporally contingent gaze interaction influences word learning with virtual tutors”. Royal Society Open Science, 2:140361, 2015. doi: 10.1098/rsos.140361. Royal Society Open

〔概要〕

Science 誌は、全ての自然科学・社会科学におけるトップジャーナルの1つ。学習者の注視行動をモニタリングすることで、教示者と被教示者間のインタラクションにおける「今性」と「応答性」を実現した、ペダゴジカル CG エージェントに関する研究論文。厳密な実証実験によって、gaze によるリアルタイムの相互作用が人工エージェントにおいて重要な役割を果たすことを明らかにした。

**C) 柏野チーム：**

Aucouturier, J. J., Johansson, P., Hall, L., Segnini, R., Mercadié, L., Watanabe, K. : Covert digital manipulation of vocal emotion alter speakers' emotional states in a congruent direction. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2016 Jan 26;113(4):948-53. doi: 10.1073/pnas.1506552113. Epub 2016 Jan 11. [期間中の成果が主であるが論文公刊は期間後]

〔概要〕

参加者自身の発声をリアルタイムでデジタル信号処理することにより情動価(楽しさ、悲しさ、恐怖)を本人に気づかれない程度に操作して聴覚フィードバックしたところ、操作された方向に参加者の情動の主観報告が変化し、精神性発汗もそれと一致するように変化した。自身の末梢的な生理的状态およびその結果としての発声特性が情動に影響することを聴覚領域で示した世界初の研究。「悲しいから泣く」のか「泣くから悲しい」のかという100年来の論争に一石を投じる発見であるだけでなく、応用的にも、感情を制御する手法の開発につながる可能性を示している。

**D) 石黒チーム:**

From teleoperated androids to cellphones as surrogates, Keynote talk, Annual Conference of the International Speech Communication Association, 2011.

〔概要〕

音声認識では最も権威のある国際会議 InterSpeech での基調講演である。人の存在／人の存在感について理解を深めるための研究への取り組みとして、人に酷似した遠隔操作型アンドロイドについて開発した、人のミニマルデザインに基づく遠隔操作型アンドロイド「テレノイド」を紹介し、人々がテレノイドに容易に適応しそれを用いた対話を楽しむことができることを示した。現在開発中のテレノイドを小型化した携帯型アンドロイド「エルフォイド」が、いつでもどこでも人の存在を遠隔地に伝えることができ、人々のコミュニケーションスタイル・ライフスタイルを変革する可能性を有していることを示唆した。

**E) 石黒チーム:**

Hidenobu Sumioka, Aya Nakae, Ryota Kanai, and Hiroshi Ishiguro, Huggable communication medium decreases cortisol levels, Scientific Reports, vol. 3, no. 3034, October, 2013. (Scientific Report のサイトでの page view は 5273 件, Google scholar での引用元は 16 件 (2017 年 1 月 15 日時点), Scientific Report の 2016 年発表インパクトファクターは 5.228)

〔概要〕

本論文では、抱擁できるコミュニケーションメディアを用いて、対話する前後の血中ホルモン分泌量を測定する実験を行い、ストレスに関わるコルチゾールが対話後に有意に減少することを確認した。同様の実験を携帯電話を用いて行った場合には、対話後のコルチゾールの減少は確認されなかった。このことはコミュニケーションメディアによる触覚刺激において、対面時と同様にストレス軽減効果を示すことを生理学的に証明するものである。

**F) 石黒チーム:**

Hideyuki Nakanishi, Kazuaki Tanaka, and Yuya Wada, Remote Handshaking: Touch Enhances Video-Mediated Social Telepresence, International Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI2014), pp.2143-2152, April, 2014. **Honorable**

**Mention Award 受賞** (上位 5%)。本会議の採択率は 23%。ACM Digital Library での Downloads 数は 624, Google scholar での引用元は 36 件 (2017 年 1 月 15 日時点)。

〔概要〕

遠隔操作ロボットを用いた遠隔身体接触に相手の存在感を増幅する効果があることを確認した。さらに、この遠隔身体接触は双方向で行われる、すなわち相手も自分と同じように目の前のロボットと接触するほうが良いことも確認した。ただし、その相手側の接触の様子がディスプレイを通して自分から見えてしまうと、存在感を増幅する効果が消失してしまうことが判明した。

#### G) 相澤チーム :

K Aizawa, Y Maruyama, H Li, C Morikawa: Food balance estimation by using personal dietary tendencies in a multimedia food log, IEEE Transactions on Multimedia 15 (8), pp. 2176-2185, 2013 (被引用回数 26、2016 年 12 月時点) (研究期間中)

〔概要〕

マルチメディア分野のトップジャーナルで初めて食事の記録を取り扱った論文である。本研究プロジェクトの中心課題である写真を用いた大規模な食事記録システム FoodLog の概要を述べるとともに、システムに導入した最初の画像処理であった「食事バランス」の推定について論じた。特に、個人の傾向を取り入れることで、その推定精度が大幅に向上することを論じた。

#### H) 神田チーム :

Francesco Zanlungo, Tetsushi Ikeda, Takayuki Kanda, “A microscopic social norm model to obtain realistic macroscopic velocity and density pedestrian distributions” PLOS ONE, 2012. (Impact Factor 4.092)

〔概要〕

従来の歩行者モデルは混雑度の非常に高い環境を対象にしていた。これに対して、人の密度が 0.25 人/m<sup>2</sup>以下の街角環境での人の行動を、実際に計測したデータに基づいてモデル化するという先導的・独創的な研究を進めた。通路の流れを各エージェントが他のエージェントの速度が傾いて認知されることによる創発現象としてモデル化した。

#### I) 石川チーム :

Kohei Okumura, Keiko Yokoyama, Hiromasa Oku, and Masatoshi Ishikawa: 1 ms Auto Pan-Tilt - video shooting technology for objects in motion based on Saccade Mirror with background subtraction, Advanced Robotics, Vol. 29, Issue 7, pp. 457-468 (2015)。2016 年 日本ロボット学会 Advanced Robotics Best Paper Award。関連 YouTube 動画の再生回数 24 万 7 千アクセス。

〔概要〕

高速画像処理で対象の位置を 2 ミリ秒 (0.002 秒) ごとに抽出することが可能な「高速ビジョン」と、2 枚の小型ミラーを用いた「高速視線制御ユニット」とによって、ちょ

うどオートフォーカスが自動的にフォーカスを合わせるのと同じように、画面の中心に対象がくるようミラーの上下・左右（パン・チルト）方向を制御する技術を開発した（研究期間中の成果）。

J) 小池チーム：

Natsue Yoshimura, Koji Jimura, Charles Sayo DaSalla, Duk Shin, Hiroyuki Kambara, Takashi Hanakawa, Yasuharu Koike, Dissociable neural representations of wrist motor coordinate frames in human motor cortices, *NeuroImage* 97, pp.53-61, (2014、研究期間中成果) IF:5.463。

〔概要〕

力を感じる脳領域を特定するために、fMRI を用いて手首の姿勢を変えて手首運動を行った。このとき、手首の動きが外部座標系で等しく、関節座標系では逆の動きになる姿勢を用いて、外部座標系、内部座標系の異なる表現で脳領域の活動から動きを推定したところ、一次運動野は内部座標系、運動前野は外部座標系を表象していることが分かった。

K) 舘チーム：

Charith Lasantha Fernando, Masahiro Furukawa, Tadatoshi Kurogi, Sho Kamuro, Katsunari Sato, Kouta Minamizawa and Susumu Tachi: Design of TELESAR V for Transferring Bodily Consciousness in Telexistence, *Proceedings of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS2012)*, pp.5112-5118, Vilamoura, Algarve, Portugal (2012.10)。本口頭発表は高い評価を得、**Best ICROS Application Paper Award Finalist** および、**IROS 2012 Best Student Paper Award Finalist** に選定された。

〔概要〕

能動的な触覚伝送を伴うトレイグジスタンスロボットシステム TELESAR V を構築した。このプラットフォームを用いることで、アバタロボットの手が人間の手に追従して対象物とコンタクトし、その触覚情報を視聴覚と同時に矛盾なく伝えられることが可能となり、人が遠隔地からロボットの居る場所に居るような感覚を有して「見たところを見たように触る」ことが可能となった。

L) 舘チーム：

Kouta Minamizawa, Yasuaki Kakehi, Masashi Nakatani, Soichiro Mihara and Susumu Tachi: **TECHTILE toolkit - A prototyping tool for design and education of haptic media**, in *Proc. Laval Virtual VRIC 2012*, Laval, France, 2012. 本発表にて、**PRIX Emerging Technologies** を受賞。

〔概要〕

触覚情報の取得・保存に音響信号を用い、1 Hz～30Hz の非可聴振動から、数 kHz の可聴振動までをシームレスに伝達することにより、布の触感や液体を注ぐ感覚など、従来の多くの触覚伝送システムより高品位な触感の記録・伝送・再生が可能となることを発見

し、触感表現のためのラピッドプロトタイピングツール「TECHTILE toolkit」を開発した。これは、物理的刺激による触原色の内の振動成分としてとらえることができる。

#### M) 八木チーム：

Y. Kashiwase, K. Matsumiya, I. Kuriki, and S. Shioiri, “Time courses of attentional modulation in neural amplification and synchronization measured with steady-state visual-evoked potentials” *Journal of Cognitive Neuroscience*, Vol.24, No.8, 1779-1793, 2012. (Impact Factor 4.493)

〔概要〕

注意状態を連続的に追跡するために定常的視覚誘発電位 (SSVEP) という手法を確立し、その振幅成分と位相同期成分の時間変化を解析することから、注意移動に神経細胞の同期発火が関与していることなどを明らかにした。

#### N) 八木チーム：

N. Akae, A. Mansur, Y. Makihara, and Y. Yagi, “Video from Nearly Still: an Application to Low Frame-rate Gait Recognition,” *Proc. of the 25th IEEE Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR 2012)*, pp. 1537-1543, 2012. この研究は、Microsoft Academic Search で Last 5 years の **Computer Science 分野国際会議ランキング第 1 位**である **IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR2012)** のオーラル発表論文に採択されるとともに、国内でも **画像の認識・理解シンポジウム (MIRU2012)** で **優秀論文賞を受賞**するなど、国内外の学術界でも高い評価を受けている。

〔概要〕

本発表では、一般的な防犯カメラ映像のような低フレームレートの映像から歩容認証を行う手法を提案した。提案手法は、再構成型の時間超解像と事例に基づく時間超解像を組み合わせ、低フレームレートの歩容映像から高フレームレートの歩容映像を生成することで、照合を可能としている。実際の犯罪捜査における人物鑑定においてはこのような低フレームレートの映像しか存在しないことが多く、この技術は実用上大変有用である。

#### O) 八木チーム：

Y. Fang, R. Nakashima, K. Matsumiya, I. Kuriki, S. Shioiri, “Eye-head coordination for visual cognitive processing,” *PLoS ONE*, Vol.10, No.3, e0121035, 2015. (Impact Factor 4.092)

〔概要〕

視覚の基礎研究においては、視線を固定した上で注目する視機能について検討することが多いが、日常生活においては頭や体全体の動きが伴う連続的な視線移動のもとで視覚認識をしている。本論文では、身体運動に制約がない条件における視覚認識への頭部と眼球は協調的運動がいかになされるかについて検討し、頭部運動と眼球運動の協調運動

を定量的に評価し、以下の2点を明らかにした。1点目は頭部が右方向（または左方向）を向くときには、眼球は頭部に対して右方向（左方向）にむくという傾向があり、それぞれの頭部位置での眼球方向分布を定量化することで、頭部方向から視線を予測可能であることを示した。2点目は、一回の頭部運動に対して2回、3回の視線移動が頻繁に生じることから、複数の視点からの情報収集を想定した頭部と眼球の協調的運動があることを示した。従来の点から点への視線移動の研究にもとづく1回の視線移動の研究から得られた知見を超えた、視覚認識過程に基づく眼球頭部協調運動制御の存在を示唆する。この結果は、数秒を要する視覚認識処理を考慮することで、頭部運動からの視線予測精度を向上できる可能性を示しており、その後の人の振る舞いからの注視推定に関する研究のベースとなった。

**P) 苗村チーム：**

Tomoko Hashida, Kohei Nishimura, and Takeshi Naemura, “Hand-rewriting: Automatic Rewriting Similar to Natural Handwriting,” ACM Interactive Tabletops and Surfaces (ITS2012), pp. 153-162, 2012. 11. (Best Paper Nominee: 4.9%)

〔概要〕

本論文では、人の手書きをコンピュータで拡張する一連の処理を全て紙面上で行なうことができる仕組みを提案した。ここでの拡張とは、ユーザの手書きの任意の箇所をコンピュータ制御によって消去可能とすることと、コンピュータによる紙面への描画を、手書きと同様に反射型の表示形式で実現することである。この二つの機能を過不足なく満たすものとして、外部の物理刺激によって発色や消色を非接触に制御できるクロミック材料を活用したシステムを実装した。具体的にはサーモクロミック材料に対する局所的な熱制御とフォトクロミック材料に対する局所的な紫外光投影とを組み合わせることで、紙面上の手描きスケッチの自動消去や追加情報の発色提示を実現した。

**Q) 黄瀬チーム：**

Kai Kuzne, Masakazu Iwamura, Koichi Kise, Seiichi Uchida, Shinichiro Omachi, “Activity Recognition for the Mind: Toward a Cognitive “Quantified Self””, IEEE Computer Vol. 46, No. 10, pp. 105-108, 2013. (DOI: 10.1109/MC.2013.339) IEEE Computer Magazine は IEEE Computer Society の基幹誌である。

〔概要〕

従来、活動認識といえば物理的な動きを伴う活動の認識（物理的活動認識）が主たる研究対象であった。これに対して、この解説論文では、学習などの認知的な活動の認識（認知的加藤同認識）についての我々の研究を紹介している。具体的には、眼球運動解析という手法を用いて、人が何語読んだのか、読んでいる文書の種類は何か、さらにはどの程度理解したのかを推定する。

**R) 佐藤チーム：**

Y. Sugano, Y. Matsushita, and Y. Sato, “Appearance-based Gaze Estimation using

Visual Saliency,” IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 35, no. 2, pp. 329-341, February 2013. (Impact Factor 4.795)、被引用 70 件 (元となる国際会議論文と合わせて 123 件、Google Scholar Citations 調べ, 2017 年 1 月時点)

〔概要〕

人間の視覚特性から注視分布を予測する視覚的顕著性の計算モデルを手掛かりにして注視推定を行うという独自のアプローチを提案し、手法を開発した。映像とそれを見ている人物の目画像の組のみを入力として、顕著性から予測した注視点の存在分布を元に目画像と注視点座標の関係性を学習する。さらに推定された注視点座標を視覚的顕著性モデルの最適化に用いる枠組みも提案し、明示的なキャリブレーションを一切要することなく平均約 3.5 度の誤差で注視点を推定できることを示した。また、観察者の自己運動、不均一な視野特性、音響情報とのマルチモーダル統合を考慮することで視覚的顕著性にもとづく注視予測自体の精度向上も実現した。

#### S) 後藤チーム :

Matthew E. P. Davies, Philippe Hamel, Kazuyoshi Yoshii, and Masataka Goto: “AutoMashUpper: Automatic Creation of Multi-Song Music Mashups”, IEEE/ACM Transactions on Audio, Speech, and Language Processing, Vol.22, No.12, pp.1726-1737, December 2014.

〔概要〕

複数の異なる楽曲を巧みに混ぜ合わせて自然に聞こえるように音楽を制作する「マッシュアップ」と呼ばれる音楽カテゴリを対象に、既存のコンテンツ群の力を借りて新たな創作を可能にする創作支援技術 AutoMashUpper に関する学術論文である。技術や経験が乏しい人々でも、類似度の高い楽曲断片を好みに応じて重ね合わせるだけで、コンテンツ創作を能動的に楽しむことができる。元となる楽曲を選ぶと、その断片毎に調和する他の楽曲の断片が選択され、自動的に時間伸縮と音高シフトをして混合可能な新たな技術である。同成果に基づく Web 上のサービス <http://songmash.jp> は試験公開をしながら実証実験中である。

#### T) 徳田チーム :

Keiichi Tokuda, Yoshihiko Nankaku, Tomoki Toda, Heiga Zen, Junichi Yamagishi, and Keiichiro Oura, “Speech synthesis based on hidden Markov models,” Proceedings of the IEEE, vol. 101, no. 5, pp. 1234-1252, May, 2013. (招待解説) インパクトファクター6.8

〔概要〕

本論文では、徳田らによって提案された統計的パラメトリック音声合成方式、特に隠れマルコフモデル (Hidden Markov Model; HMM) に基づく音声合成方式についてまとめたものである。本方式の基礎から本方式の特徴でもある、合成音声における感情や話者性



など再現方法について述べている。また、代表的な音声合成方式の一つである素片選択型波形接続音声合成方式と本方式の関係性についてまとめた。本方式は次世代の音声合成技術として国際的にも認知され、国内外で高い評価を受けている。

#### U) 伊勢チーム :

Yusuke IKEDA and Shiro ISE, “Sound Cask: Music and voice communications system with three-dimensional sound reproduction based on boundary surface control principle”, The 21st International Congress on Acoustics (ICA 2013), Montreal, Canada, 2013.06.

##### 〔概要〕

境界音場制御の原理に基づいて開発した没入型聴覚ディスプレイ「音響樽」を用いた音場共有システムのシステム構成および2台の音響樽を接続したアンサンブル演奏実験に関する発表を行った。BoSC原理に基づくことにより音場共有システムの構築が可能であることを示し、欧米で長く研究されてきた波面合成法（WFS; Wave Field Synthesis）やアンビソニクス法に比べて、我国で提案されたBoSC原理が有効であることを示した。しかし、遠隔アンサンブル実験では信号の遅延およびフィードバックによる影響を軽減する必要があることも明らかになった。

#### V) 河原チーム :

河原達也, 須見康平, 緒方淳, 後藤真孝: 音声会話コンテンツにおける聴衆の反応に基づく音響イベントとホットスポットの検出. 情報処理学会論文誌, Vol. 52, No. 12, pp. 3363--3373, 2011. **情報処理学会 2012 年度論文賞受賞。**

##### 〔概要〕

音声会話コンテンツの効率的な視聴のために、会話中の聞き手の反応に着目し、その音響イベントの検出に基づいてインデキシングを行う方法を提案する。本研究では、笑い声やあいづちを生起させる箇所 (=ホットスポット) が、第三者である視聴者にとっても有益な情報を含んでいると考えて、それらの検出を行った。被験者実験によって各ホットスポットの妥当性を評価し、実際に被験者が興味・関心を持つような箇所であることが示された。さらに、これらのホットスポットに基づいて、効率的にコンテンツを視聴するためのインタフェースも作成した。

### (3) 科学技術イノベーションへの貢献

本領域の研究の半数近くが実証レベルを基点とした研究開発を展開しており、社会実装をはじめから視野に入れている。いくつかの成果は事業化や商品化まで進んだ。いくつかの成果は、実務に使われていたり、かなり近いレベルまで進んでいる。知財化は多くのチームで行われている。

#### a) 事業化

相澤チームは、世界初の画像認識を導入したスマートフォンアプリケーション FoodLog

の一般公開をした(2016, 研究期間終了後)。FoodLog の研究成果を事業化する foo. log Inc を設立し、FoodLog の API を 37 組織に提供した。

石黒チームが開発した「テレノイド」を介した要介護高齢者の会話促進など、新しいコミュニケーションサービスを企画・提供する事業を行う株式会社「テレノイド計画」が、2015年7月に設立された。これによって、テレノイドを用いた介護サービスに向けた取り組みを実用化レベルで継続的に取り組んでいる。

徳田チームのプロジェクトメンバー(徳田, 李, 大浦)が開発した名古屋工業大学発ベンチャーの株式会社テクノスピーチ(<https://www.techno-speech.com/>)を通してプロジェクトの成果を社会還元している。これまでに以下のような実用化例がある。

- ・ 音声創作ソフトウェア「CeVIO Creative Studio S」(<http://cevio.jp/>)
- ・ JOYSOUND「ボイカルアシスト」(<https://www.joysound.com/web/s/joy/assist>)

## b) 商品化

石黒チームのハグビーについては、東洋紡 STC 株式会社、株式会社京都西川と連携し、存在感伝達に適したハグビーの素材等を開発し、2015年9月には、ハグビーを株式会社京都西川より販売開始し(製造はヴイストン株式会社)、現在まで販売が継続している。

館チームが開発した TECHTILE Toolkit がアイスマップ有限会社・株式会社ソリッドレイ研究所より、商品として発売された。

苗村チームが開発した Write More が 2015年10月26日より販売された。筆記音の強調フィードバックが筆記作業に与える効果に関する研究を博報堂研究開発局の協力のもと、プロダクトに応用した。

黄瀬チームが開発した文書画像検索技術 LLAH 技術を活用した新サービス「紙媒体デジタルメディア化支援サービス AR-Sentence」を株式会社ステークホルダーコムが開発し、学習書出版社である株式会社新興出版社啓林館をファーストユーザーとしてサービスを開始することがアナウンスされた。事前の書体登録が必要な OCR(光学文字認識)技術に依らないページ識別サービスの事業化としては世界初。

徳田チームが開発したオープンソース・ソフトウェア群は、商用利用も可能なライセンス(修正 BSD)で公開されているため、以下に一部を例示するように、幅広い企業により、実際のアプリケーションやサービスとして広く社会実装されている。

- ・ 2017/02/03 プレスリリース: HOYA 株式会社  
[http://voicetext.jp/case/robot/html/casestudy20170203\\_cocokuma.html](http://voicetext.jp/case/robot/html/casestudy20170203_cocokuma.html) むいぐるみ型ロボット「ここくま」に VoiceText が採用～NTT ドコモを始め、4社共同開発の IoT 製品への搭載～
- ・ 2016/09/28 プレスリリース: HOYA 株式会社  
[http://voicetext.jp/case/dialogue/html/casestudy20160928\\_nain.html](http://voicetext.jp/case/dialogue/html/casestudy20160928_nain.html) 手ぶらでスマホの通知を聞こう。「APlay」に VoiceText が採用～声で操作するワイヤレスイヤフォン～

以上のほか 16 件。

#### c) 実務に使用

後藤チームの開発した歌詞アニメーション制作支援サービス「TextAlive」や、音楽解析結果に基づく 3D 可視化の機能「Songrium3D」はライブコンサートでの使用実績がある。このほか、振り込め詐欺誘因通話検出（武田チーム）、聴空間共有システム（伊勢チーム）、歩容認証技術（八木チーム）、ユーザ生成型音声インタラクションシステム（徳田チーム）、音響樽実験（伊勢チーム）など、日常の業務に使われはじめている技術がある。研究領域として社会実装に重点を置いたので、産業界とのステークホルダーとの連携には全般に積極的であったが、なかでも、後藤チーム、徳田チームは、エンジニアとコンテンツクリエイターのオープンで大規模な連携ネットワークを形成した。

#### d) 知財化

音声からの人の状態検出（米国特許、武田チーム）、おしゃぶり型センサ（開チーム）、存在感メディア実装法（石黒チーム）、スマートフォンでの食事記録の入力支援、食事画像からのカロリー推定手法（国際特許、米国特許、相澤チーム）、街角情報計測やロボット（神田チーム）、手術ロボット・力覚関係（米国特許、小池チーム）、立体ディスプレイ（苗村チーム）、文書画像データベースおよび検索法（黄瀬チーム）、顕著性（佐藤チーム）、歌声の類似性判定など（米国／国内特許、後藤チーム）、BoSC のためのマイクロホン／スピーカーの位置推定法（伊勢チーム）などで出願が行われている。本領域では、これらが個別のイノベーションを超えて連携することで人間調和型情報技術に向けた大きな流れを作り出していくことが期待される。

#### (4) 研究成果によってもたらされた国内外の顕彰・受賞等

本研究によってもたらされた顕彰・受賞・基調／招待講演は多数ある。特筆すべきものとして、次のようなものがある。

国内：

石井他 (開チーム)	GUGEN 大賞 (2014 年)
長谷川修 (開チーム)	経済産業省 Innovative Technologies (2013 年度)
石黒浩	大阪文化賞 (2011)
相澤清晴	丹羽高柳業績賞 (2013 年)
廣瀬・谷川研究室	経済産業省 Innovative Technologies (2012 年度)
石川正俊	紫綬褒章 (2011 年)、島津賞 (2012 年)
舘暲	文部科学大臣表彰科学技術賞 (研究部門) (2011 年度) 東京都功労者表彰 (技術振興功労) (2011 年度)
八木康史、楨原靖	文部科学大臣表彰科学技術賞 (研究部門) (2014 年度)
苗村健 (研究室も含む)	経済産業省 Innovative Technologies (2012 年度、2013 年度、2014 年度、2015 年度、2016 年度)
寛康明研究室 (苗村チーム)	経済産業省 Innovative Technologies (2013 年度)
吉田俊介 (苗村チーム)	経済産業省 Innovative Technologies (2016 年度)
河野 通就他 (苗村チーム)	文化庁メディア芸術祭、審査委員会推薦作品 (2014 年)
寛康明 (苗村チーム)	文部科学大臣表彰若手科学者賞 (2014 年度)
仲谷他 (苗村チーム)	計測自動制御学会、SI 部門技術業績賞 (2014 年)
橋田他 (苗村チーム)	日本バーチャルリアリティ学会論文賞 (2015 年)
後藤真孝	日本学士院学術奨励賞 (2013 年度)、日本学術振興会賞 (2013 年度)
徳田恵一	文部科学大臣表彰科学技術賞 (研究部門) (2012 年度)、喜安記念業績賞 (2013 年)
山岸順一 (徳田チーム)	日本学術振興会賞 (2016 年度)、文部科学大臣表彰科学技術賞 (研究部門) (2014 年度)
河原達也	文部科学大臣表彰科学技術賞 (研究部門) (2012 年度)、ドコモモバイルサイエンス賞 (先端技術部門) (2012 年度)、喜安記念業績賞 (2011 年)

国外：

田中他 (石黒チーム)	Outstanding Paper Award, International Conference on Collaboration Technologies and Systems (2013)
Nakanishi他 (石黒チーム)	Best Paper Honorable Mention Award, International Conference on Human Factors in Computing Systems (2014)
Kidokoro他 (神田チーム)	Best full paper award, 8th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (2013)
Brscic他 (神田チーム)	Best full paper award, ACM/IEEE 10th Annual Conference on Human-Robot Interaction (HRI 2015)
Shiraga他 (八木チーム)	Honorable Mention Paper Award, The 9th IAPR International Conference on Biometrics
Yamashita (苗村チーム)	Student Research Competition Undergraduate Category First Place, ACM SIGGRAPH (2013)
Kim他 (苗村チーム)	Gold best Creative Showcase award, International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology (ACE2013), 2013
Yoshida (苗村チーム)	Emerging Technologies Best Demo voted by Program Committee, ACM SIGGRAPH ASIA (2015)
Yamamoto他 (苗村チーム)	Best Demo Award, ACM International Conference on Interactive Tabletops and Surfaces (2015)
Koizumi他 (苗村チーム)	Best Showcase Award, 13th International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology (2016)
Kunze他 (黄瀬チーム)	IAPR/ICDAR Best Paper Award, The 12th International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR2013) (2013)
Tonosaki他 (黄瀬チーム)	Best Paper Award, The Eighth International Conferences on Pervasive Patterns and Applications (2016)
Yousuf他 (佐藤チーム)	Best Paper Award, The 2012 Eighth International Conference on Intelligent Computing (2012)
T. Onuki他 (佐藤チーム)	Best Paper Award, International Conference on Intelligent Computing (ICIC2014) (2014)
Nakano他 (後藤チーム)	Best Paper Award, The 10th Sound and Music Computing Conference (SMC 2013)
Smith他 (後藤チーム)	Best Paper Award, The 12th Sound and Music Computing Conference (SMC 2015)

学会フェローに関しては、相澤清晴(IEEE Fellow, 2016(研究期間後))、石川正俊(電子情報通信学会フェロー、2014)、下條誠(石川グループ、日本ロボット学会フェロー、2014)、徳田恵一(IEEE Fellow, 2014; ISCA Fellow, 2013)、Steve Renals(徳田チーム、IEEE Fellow, 2014)が認証されている。

論文賞に関しては、電子情報通信学会情報・システムソサイエティ論文賞(武田チーム)、情報処理学会論文賞(武田チーム(2回)、河原チーム)、日本認知科学会論文賞受賞(武田チーム)、教育システム情報学会論文賞(武田チーム)、計測自動制御学会論文賞(石川チーム)、日本バーチャルリアリティ学会論文賞(舘チーム)、日本グッドデザイン賞・ベスト100(舘

チーム、苗村チーム)、日本バーチャルリアリティ学会論文賞(苗村チーム)、ヒューマンイタフェース学会論文賞(苗村チーム)をはじめ、国内外の学会で多数の受賞をしている。

#### (5) 社会からのフィードバックの獲得

社会からのフィードバックはマスメディア報道の質・量に顕著に現れた。武田チーム(42回)、石黒チーム(177回)、相澤チーム(67回)、石川チーム(214回)、舘チーム(174回)、苗村チーム(69回)、後藤チーム(126回)、徳田チーム(113回)などである。

石黒チームのテレノイドを用いた高齢者介護はデンマークで高い関心を集めた。デンマークでは、デンマーク皇太子が SOSU Nord (共同研究先) のテレノイドを視察した、デンマーク王女がデンマークの高齢者施設を訪れてテレノイドを視察した、またそのことがメディアで報道された。

苗村チームが開発した「ラジへえ」を、博報堂がラジオ NIKKEI 第2の番組で採用した。Yasuaki Kakehi, Future Innovators Summit, Ars Electronica Festival (2014. 9) : 筧(苗村チーム)は、メディアアートの世界最大規模のフェスティバル Ars Electronica Festival 2014 に招待され、CREST での研究成果を中心とする実物体の振る舞いを制御して情報表現を行うディスプレイインタフェースや、人の創造活動を支援するファブリケーションインタフェースについての展示および講演を行った。さらに、Future Innovators Summit というイベントで、ワークショップ形式で、世界のアーティスト、デザイナー、エンジニア、起業家などと次世代のイノベーションの可能性についての議論・提案を行った。

YouTube で広報された石川チームの活動は高い注目を集め、他の YouTube チャンネルにアップされたビデオを含めると再生回数総数は 1200 万回(2014 年 1 月)を超え、研究室チャンネルはチャンネル登録者 1,886 人、再生数 5,650,479 件となっている(2014 年 1 月 28 日現在)。MIT Media Lab のチャンネルがチャンネル登録者 3,527 人、再生数 1,138,391 件(2014 年 1 月 14 日現在)であることを比較するとそのインパクトの大きさが窺い知れる。

#### (6) 領域内の連携

研究チーム間の連携の結果、連携によってはじめて可能になる多くのユニークな成果が得られた。柏野チーム、伊勢チームの共同研究で、唾液中のオキシトシンの定量測定法を用いて共聴覚に関する相互関係性(Implicit Interpersonal Information, IIPi)の効果の分析に貢献した。佐藤チーム、開チーム、八木チームの協調で視線適応型インタフェースの開発が提案された。佐藤チーム、武田チームとの連携で視行動と環境情報・運動行動との関係のモデル化が提案された。神田チーム、八木チームの連携により大阪南港のイベント・ショッピングモール ATC で撮影・計測されたカメラ映像、レンジデータ、歩行者軌跡をもとに、歩行者の店舗に対する興味の有無推定に用いるための基礎となる、歩行者の属性(注意方向、年齢・性別など)のアノテーションを行い、400 人規模の歩容コーパスが

構築された。開チーム、神田チーム、石黒チームが協力し、ヒューマノイドロボットに対するミラーニューロンシステムの反応について、実物を提示することによりロボットがより人間に近い存在として認識される可能性を示唆する知見を得た。苗村チーム、舘チームが連携して、TECHTILE toolkit の対面コミュニケーション支援への応用に関する基礎的な検討を行い、TECHTILE toolkit の小型化および無線化を施したプロトタイプを開発した。

#### (7) 将来に向けての動き

本研究領域で得られた成果をベースとなり、主に次のような新たな動きが開始されている。

##### 石黒チーム：

人間のように多様な情報伝達手段を用いたインタラクション技術を開発し高齢者から子供までが社会的状況で自然に関われる自律型ロボットを実現することをめざした ERATO「石黒共生ヒューマンロボットインタラクションプロジェクト」(2014年7月～2020年3月)が始まっている。(http://www.jst.go.jp/erato/ishiguro/)

また、血液、唾液中のホルモンにより製品を評価する医学的効果検証センター設立に向け、NTT データ経営研究所の山川氏と連携し、応用脳科学コンソーシアムに新たな研究会「コンフォータブルブレイン研究会」をH25年10月に発足し、6社の企業と勉強会を開始した。さらに、この取り組みは、H26年8月より、「快適健康実験プロジェクト」と名を変え、石黒が1領域の統括技術責任者を務める内閣府革新的研究開発推進プログラム (ImPACT)「脳情報の可視化と制御による活力溢れる生活の実現」(プログラムマネージャ：山川義徳)を支援するプロジェクトとしてより発展を続けている。

##### 舘チーム：

ACCEL「触原色に立脚した身体性メディア技術の基盤構築と応用展開」(2014年度採択)。触原色原理に基づき小型・一体型の触覚伝送モジュールを開発し産業界や一般のユーザーに広く提供することで、触覚を持つ身体的経験の記録、伝送、再生に基づく製品やサービスの早期創出を推進する。放送分野やエンターテインメント分野での実用化を志向した「身体性コンテンツプラットフォーム」、およびロボットを用いた遠隔就労という新しい産業の可能性を示す「身体性レイグジスタンスプラットフォーム」の2つの実証システムを構築し、社会的・経済的インパクトを与えるイノベーションの実現を目指す。

(http://www.jst.go.jp/kisoken/accel/research\_project/ongoing/h26\_05.html)

##### 石川チーム：

ACCEL「高速画像処理を用いた知能システムの応用展開」(2016年度採択)。さまざまな用途に応用できる高速画像処理技術の共通基盤を確立するとともに、この技術が最大限に活用できる自動車・交通分野、高速ヒューマンインターフェースなどの分野ごとに最適なシステムを構築し、人間の視覚能力を補完し拡大する知能システムの実証を目指す。

(http://www.jst.go.jp/kisoken/accel/research\_project/ongoing/h28\_01.html)

**後藤チーム：**

ACCEL「次世代メディアコンテンツ生態系技術の基盤構築と応用展開」(2016年度採択)。  
音楽自動理解技術を強化して、従来はできなかった音楽コンテンツの多様かつ大規模な分析と合成を可能にする基盤技術を確立するとともに、鑑賞・創作・協創)の3つの側面から利用者を支援する基盤技術を実現する。さらにその技術を活用したサービスプラットフォームを構築し、鑑賞支援サービス、創作支援サービス、協創支援サービスなどさまざまなサービスを実現可能にすることで、次世代のメディアコンテンツ産業の発展に貢献することを目指す。

([http://www.jst.go.jp/kisoken/accel/research\\_project/ongoing/h28\\_02.html](http://www.jst.go.jp/kisoken/accel/research_project/ongoing/h28_02.html))



## 8. 総合所見

本戦略目標は、情報通信技術が生活空間に溶け込み、情報環境と人間が相互作用を起こして、人間が必要なときに、人間にとってより適切な状態へ自然に移行する、人間と調和した情報環境知能を実現することである。本戦略目標を達成するため、コンピュータなどの情報機器、ネットワーク、コンテンツなどで満ち溢れた情報環境において、実空間適応型認識、インタラクション、メディアコンテンツ処理などの要素技術を融合・統合し、さらにその認知神経科学基盤を解明することにより、人の状況を理解し、人とともに進化しつつ、人の創造性を引き出し、高めるための「人間と情報環境の調和」を実現するための基盤技術の構築に向けた取り組みを行った。

### (1) 研究領域のマネジメント

課題選考にあたっては、審査方針を明確にし、ヒアリング、アドバイザリボードの討論には時間をかけ、議論を尽くした。

領域運営にあたっては、研究チームの自主性、対話、連携の育成、焦点を絞った情報発信、メリハリのあるリソース配分を念頭に置いた。

### (2) 本研究領域における取組の意義

8年間にわたる本研究領域の取り組みの結果、当初目標とした、人とともに進化しつつ、人の創造性を引き出し、高めるための情報技術としての人間調和型情報技術の基礎理論、概念実証、応用技術の創出、社会実装を通して、「人間行動・実空間状況の認識および取得」、「コンテンツ処理およびサービスとしての具現化」、「これらを親和的に行うためのヒューマンインタフェース」という一連の要素技術の有機的な連携・統合を通じ、真に誰もが情報通信技術の恩恵を受けることができる社会、情報通信技術の支援により人間の創造的な活動および知的生産性が飛躍的に増大した社会の創出を目標に近づくことができた。

本研究領域では、「研究室の壁の中」での学術研究の枠を超えて、日本科学未来館での常設展示、高齢者施設での社会実装、エンドユーザだけでなく、本研究から見ればユーザとして位置づけられる応用技術開発者やコンテンツクリエイターのためのサービス基盤とそれを支える技術基盤のパイロットモデルを創出できたこと、事業化による社会実装の芽を作り出せる段階まで進めることができた点、またそれを国際的にも周知できるに至ったことは、さらには人間力・社会力を強化する情報技術という観点から次のステップへのビジョンを提出できたことは大きな意義があると考えられる。

本研究領域での取り組みの学術的な重心は、身体・知覚レベルの情報処理である。その核心となる学術・技術面では、存在感メディア、調和型ダイナミック情報環境、触覚情報基盤技術、多人数調和型情報提示技術、創作支援技術と鑑賞支援技術を融合した共生型音楽情報環境などの概念実証が行われるとともに、大規模食事記録データ解析技術、広域人位置追跡、錯覚を利用した重さ知覚生成技術、歩容認証技術と大規模歩容コーパス、視線

誘導技術、ユーザ生成音声対話コンテンツ循環基盤、聴空間共有システム、聴衆反応センシング技術など独創性の高い技術的成果が得られた。

応用技術レベルでは、拡張満腹感ダイエットVR、Telenoid, Hugvie, Elfoid、Telesar V、無拘束高速触覚提示技術+1ms Pan/Tilt+るみペンを用いた高速情報環境、AIRR Tablet、携帯機器向け空中多指タイピングインタフェース、力覚提示の手術ロボットへの応用、ラジへえ、SHelectivePlus、Hand-rewriting、可視光通信プロジェクタ PVLC、裸眼複合現実感システム「でるキャラ」、インタラクティブファブリケーション装置「MiragePrinter」、fVisiOn、多視点裸眼立体ディスプレイ RePro3D、Reading-Life Log、{Melvie x Songle、V-Sido x Songle、Songrium3D、Photo x Songle} など多くのアプリケーションを作るために使われた Songle Widget、マッシュアップ音楽創作支援サービス Songmash、ダンスアニメーション創作支援サービス Songroid、キャラクターアニメーション生成システム (Dancing Snap Shot)、VRMixer、音響樽、スマートポスターボードなど、非常に多くの実用展示レベルのシステムが開発され、基盤技術のもつ価値を顕在化させ、社会実装の前段階の重要なステップを築いた。

社会実装レベルでは、「現実拡張工房」、「アンドロイド — 人間って、なんだ?」、「まず! ふれてみよ」、「アルクダケ 一歩で進歩」という4件の日本科学未来館での常設展示、振り込め詐欺誘引通話検出の実証実験、高齢者を対象としたテレノイドの有効性評価、ATC における通行データ収集とフィールド実験、安全・安心と商業利用と高齢者認知機能推定からなる歩容認識社会実験に代表されるフィールド実験の実施、MMDAgent を使った音声対話エージェントメイちゃんの公共スペースでの展示、世界に先駆けた写真による食事記録システムの大規模運用 FoodLog Web サービス、能動的音楽鑑賞サービス (Songle, Songrium)、歌詞アニメーション制作支援サービス (TextAlive)、MMDAgent SHARE などの公共向け Web サービスの実現、TECHTILE Toolkit、Telexistence FST、MMDAgent などのツール提供からなる成果の社会還元が行われた。また、OngaCREST、MMDAgent を中心にコンテンツクリエイターを含むオープンで大規模なステークホルダーのネットワークも形成された。

基礎理論レベルでは、過信のモデル化、教示のための相互作用における今性・応答性の重要性に関わる知見、相互関係性 (IIPi) 概念の定式化、唾液中のオキシトシンの定量測定法、存在感メディアとストレスの関係の解明、触原色原理など、新規で有用性の高い成果が得られた。

### (3) 今後への期待や展望

本研究領域で得られた研究成果を基盤として、1 件の ERATO と 3 件の ACCEL がすでに開始されている。これらのプロジェクトがさらに高いレベルの人間調和型情報技術を実現することを期待したい。本研究領域によって築かれた非常に強力な研究基盤と研究者のネットワークがさらに新しいチャレンジが生まれることも期待したい。

## 終わりに

この領域は故東倉洋一前総括の創意と努力によって創設され、並々ならぬ努力で軌道に乗った。志半ばで逝去された故東倉洋一前総括の慧眼と努力に改めて敬意を表したい。

以上