

記 録

文書番号	S C J 第 23 期-290913-23530700-063
委員会等名	日本学術会議情報学委員会環境知能分科会
標題	第 2 3 期情報学委員会環境知能分科会記録
作成日	平成 29 年(2017 年)9 月 13 日

※ 本資料は、日本学術会議会則第二条に定める意思の表出ではない。掲載されたデータ等には、確認を要するものが含まれる可能性がある。

この記録は、日本学術会議 情報学委員会環境知能分科会における審議の結果をとりまとめ、記録として公表するものである。

日本学術会議情報学委員会環境知能分科会

委員長	荒川 薫	(第三部会員)	明治大学総合数理学部先端メディアサイエンス学科教授
副委員長	相澤 清晴	(連携会員)	東京大学大学院情報学環・工学部教授
幹事	長谷山 美紀	(連携会員)	北海道大学大学院情報科学研究科教授
幹事	黒橋 禎夫	(連携会員)	京都大学大学院情報学研究科教授
委員	石田 亨	(第三部会員)	京都大学大学院情報学研究科教授
委員	石塚 満	(連携会員)	早稲田大学教授、東京大学名誉教授
委員	大柴 小枝子	(連携会員)	京都工芸繊維大学大学院工芸科学研究科教授
委員	大西 昇	(連携会員)	名古屋大学名誉教授
委員	鈴木 陽一	(連携会員)	東北大学電気通信研究所教授
委員	田中 弘美	(連携会員)	立命館大学情報理工学部教授
委員	長田 典子	(連携会員)	関西学院大学理工学部人間システム工学科教授
委員	萩田 紀博	(連携会員)	国際電気通信基礎技術研究所(ATR)知能ロボティクス研究所長
委員	開 一夫	(連携会員)	東京大学大学院総合文化研究科教授
委員	廣瀬 通孝	(連携会員)	東京大学大学院情報理工学系研究科教授
委員	美濃 導彦	(連携会員)	京都大学情報環境機構長・同大学学術情報メディアセンター教授
委員	三宅 なほみ*	(連携会員)	東京大学大学発教育支援コンソーシアム推進機構副機構長
委員	安信 千津子	(連携会員)	株式会社日立製作所情報・通信システム社経営戦略室企画本部技術戦略ユニット

* 2015年度まで

記録：

目次

1	はじめに	1
2	環境知能分科会での審議状況	2
3	今後取り組むべき研究開発課題－学術大型研究計画－	4
4	シンポジウムの開催	6
5	おわりに	9
	用語説明	10
	付録 本分科会からの学術大型研究計画	11

1. はじめに

環境知能分科会は、22 期において情報学委員会に設置され、今期で二期目を迎えた。環境知能とは、私達の生活環境の様々な個所に知能が埋め込まれ、私達を自然な形でサポートしてくれる情報システムである。本分科会は環境知能の要素技術の方向性及び社会との関わりを扱い、設置目的は以下のように記述されている。

情報技術の活用により可能となる社会システムのデザインと、その際に必要とされる知的機能の構成方法を検討する。認知（五感、脳計測、学習など）、エージェント（知識、意図、計画、行為など）、インタラクション（会話、手話、ジェスチャー、身体性など）の理論や技術を背景として、人々の生活や環境に貢献する。具体的には、サイバーフィジカル、集合知、デザイン、サービス工学、QOL など環境知能と近接する概念を含めて議論を深め、その上で、在宅医療、障害者・高齢者支援、減災・復興、食、BOP、芸術・文化、エンターテインメントなど社会が求めるテーマを取り上げ、環境知能の活用を模索する。本分科会はこうした議論を通じ、環境知能の研究推進を提言することを目的とする。

第 23 期の分科会活動としては、環境知能及び社会との関わりに関して、近年話題となっている新しい課題を取り上げ、議論を深める活動を行った。特に以下の二点について主に取り上げた。

- (1) 3D プリンタなどのデジタル製造技術の発展と普及により、人々の生活の質は向上すると期待される反面、社会的問題も生じる。どのように対応すべきか。
- (2) 環境知能の基となる人工知能と IoT の研究が最近注目を浴びているが、この歴史を振り返ることにより、今後の方向性を明らかにする。

上記の議論を深めるために、以下に示す 8 回の分科会を実施し、1 回のシンポジウムを実施している。

- | | | | |
|-------|----------------------|-------------|----------------------|
| 第 1 回 | 平成27年1月6日 (火) | 10:00~12:10 | 日本学術会議5階 5-A(1)会議室 |
| 第 2 回 | 平成27年3月9日 (月) | 11:20~12:10 | 日本学術会議5階 5-A(2)会議室 |
| 第 3 回 | 平成 28 年 1 月 12 日 (火) | 11:00~12:30 | 日本学術会議 6 階 6-A(1)会議室 |
| 第 4 回 | 平成28年5月16日 (月) | 16:00~18:00 | 日本学術会議5階 5-C(1)会議室 |
| 第 5 回 | 平成28年8月15日 (月) | 15:00 | メール審議 |
| 第 6 回 | 平成28年11月29日 (火) | 11:00~12:00 | 日本学術会議5階 5-C(1)会議室 |
| 第 7 回 | 平成 29 年 1 月 12 日 (木) | 11:00~12:00 | 日本学術会議 5 階 5-A(2)会議室 |
| 第 8 回 | 平成 29 年 7 月 31 日 (月) | 8:00 | メール審議 |

2. 環境知能分科会での審議状況

2. 1 23期環境知能分科会で検討すべき課題

環境知能分科会は1. で述べたような設置目的に基づく分科会であるが、設置から3年たち、また23期から新しく参加した委員もいるので、環境知能や社会システムのデザインとしてこれからどのような問題を考えるべきかを議論した。その結果、以下のような課題が挙げられた。

①情報分野の科学技術の進歩による脅威と人々の不安：

人工知能の進歩についてSingularityの可能性の議論が起こっており、日本はどうすべきか、情報分野の科学技術の進歩による脅威や社会問題など負の側面も含めて整理する。人々の不安を払拭する方策を考える。

②情報分野の科学技術により発生する社会問題：

自動走行や3Dプリンタなどにより発生した問題の責任はだれが取るべきか、危険性、安全性など、新しい情報技術がもたらす社会的問題への対応を考える。フィルタリングによる偏った情報の提示の影響も問題である。

③高齢者や障害者への対応：

来るべき高齢者社会へ環境知能は貢献すべき。また高齢者や障害者のデジタル・デバイドへの対応を考える。

④教育、人材育成：

教育は重要な問題である。心理教育とも連携、情報の教育についても考える。また、メディア情報処理で若者を引き付ける方策が重要である。修士課程進学は大きな問題と感じないが、博士課程進学者は少ないので、それに対応する方法を考える。

⑤統合的メディア技術：

DARPAの帰還兵のメンタルケアのバーチャルヒューマンを見るとメディア技術の統合力を感じる。アカデミックな技術の進め方、形にする力、連携して実用化する方策について考えてはどうか。

⑥文化的貢献：

デジタルミュージアムやライブエンタテインメントの実現などにより、人々に精神的豊かさをもたらすことが重要である。

3年前の22期での議論と比較すると、①②のように、情報分野の科学技術の進歩による脅威や社会問題など負の側面に関する指摘が目立った。

2. 2 デジタル製造技術の発展による恩恵と考えるべき問題について

近年、3D プリンタやレーザーカッターのようなデジタル製造技術が発展し、一般の人でも容易にモノを製造することができるようになった。これは、試作品の作成に有用であるだけでなく、一般の人々が、自分が真に欲しいと思う自分だけのモノを作ったり、ロングテール型のニーズに応えるモノを作ることを可能とする。またこれまで、製造業とは関わりがなかった人達がモノづくりに参加することで、新しい社会貢献や人間の繋がりが生まれ、人々の生活の質を向上させることが期待される。

しかし、このデジタル製造技術が普及すると、新たな問題が生じる。まず、モノの著作権、意匠権などの知的財産権をどのように扱うべきかが問題となる。また、作られたモノに対する製造物責任を誰が負うかも考える必要がある。

このようなデジタル製造技術の動向と考えるべき問題について、2016年1月12日の第3回分科会において、慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科特任准教授の渡辺智暁氏を招いて、「デジタル製造技術の民主化とイノベーション支援のあり方」と題する講演をお願いし、議論を行った。現在の法制度では、知的財産権や製造物責任の問題があるため、新しいデジタル製造技術が持つ高い潜在力を活かすことができない。何らかの制度改革が必要との意見が得られた。

2. 3 人工知能と IoT の将来展望

近年、人工知能や IoT が脚光を浴びているが、これらは環境知能を支える重要な要素でもある。今期の本分科会での審議内容もこれらに関するものが多かった。Singularity などの人工知能の脅威が社会を騒がせたが、本分科会では、今後の人工知能や IoT の研究をどのように進めていくべきかを議論することとした。特に、これらの研究は最近始まったのではなく、約半世紀前から多くの研究者らによって続けられてきた。しかも、その過程は単調ではなく、時には社会から見放されたこともあったが、今では、最も私達に影響を与える技術として各方面から注目を集めている。そこで、現在の人工知能や IoT の話題だけを取り上げるのではなく、これらの研究の歴史を振り返り、これらが現在に至った経路を俯瞰して、それを基に今後の展望を議論することとした。一般の人達にも興味のある内容であることから一般公開のシンポジウムとして、一般の参加者も交えて議論を行った。シンポジウムの題名は「環境知能の時間軸ー人工知能と IoT の過去・現在・未来ー」で 2016 年 11 月 29 日に日本学術会議講堂で行った。これに関する詳細は 4. で述べる。

3. 今後取り組むべき研究開発課題－学術大型研究計画－

環境知能分科会では、今後我が国が取り組むべき学術大型研究計画として、以下の3件を提案し採択された。

(1) 行動情報学研究基盤整備計画

美濃 導彦（京都大学学術情報メディアセンター）

本研究計画は、人、組織、社会など多様な主体の行動を分析、活用して、社会課題を解決するための研究基盤の整備を行い、それをベースにした新たな行動情報学を構築し、関連する学術分野の研究を促進することにより、当該研究分野を世界的に先導する。期間内に行動センシング基盤の整備、基盤活用のためのツール開発およびデータのオープン利用と研究基盤としての利用促進を10の実施機関で実行し、実社会に還元しうる研究基盤を構築する。行動に関わる広範な学術分野に、行動情報と研究基盤の利用機会を提供し、世界でのリーダーシップ獲得機会を拡大することで他の学術研究分野への波及効果がある。また、一見無関係な情報群の解析、時間粒度の大きく異なるデータの扱い、異なる空間、場所で発生する事象間の因果解析などをリアルタイムで実現するための基礎理論体系や人や社会の意図や意思の概念を含めた新たなコミュニケーション理論を構築することに情報基礎学研究的の学術的意義がある。

(2) 高感性情報科学技術の高度化とそれに基づく学術情報基盤の構築

鈴木 陽一（東北大学電気通信研究所）

情報通信技術の急速な進歩に伴い、伝達可能な音声や映像データの量は日々増加している。このような量的発展を礎として、第5期科学技術基本計画にうたわれている超スマート社会実現への貢献をはじめとして情報通信技術の質的な向上への期待がますます高まっている。その方向のひとつが、我が国が誇るマルチメディア・マルチモーダル情報コンテンツ、メディアアート等の分野のさらなる向上を図ることであることは明確である。

本研究計画では、臨場感に代表される高次感性情報を自由に操作し、表現、評価する情報科学技術の基盤を確立する。さらに、その基盤技術を、コンピュータとネットワークという従来の情報基盤に加わる第3の情報基盤とすることを目指す。具体的には、(1) 臨場感や迫真性、自然性など様々な感性を生み出す上で重要である、視覚、聴覚、触覚、身体運動感覚等の個別感覚モダリティ情報の取得・提示基盤の構築、(2) 超高臨場感をはじめ極めて高い感性を生成する際に強い相乗効果が期待できる複数感覚情報（マルチモーダル感覚情報）を時空間同期に留意して取得・提示する基盤の構築、(3) 超高臨場感の知覚・認知と取得・提示に関する科学と関連技術の高度化、(4) 超高臨場感の操作、共有、表現に関する科学と関連技術の高度化、(5) 情報基盤としての構築、試行を行って関連研究者のネットワーク構築をはかり、それに基づく広汎な研究の推進、に取り組む。

(3) 人の体験を科学し拡張し未来につなげるエクスペリエンス科学研究基盤

廣瀬 通孝（東京大学大学院情報理工学系研究科）

IoT や人工知能の研究が成熟を迎え、これまでになく大量の「知（情報）」が出力される時代を迎えつつある。これを正しく理解し、適切な「知」の循環を生み出すのは、あくまで人間である。一方、大量の「知」を人々が受け取りきれず、頭で分かっているつもりでも、正しい判断に結び付けるに至らないという問題がこれから深刻化することは明らかである。人々が「知」を「体験」として深く理解することこそが、適切な判断や合意形成を導き、前例から単純に予測できないイノベーションや自然災害等不測の事態に備える上で、これから必要不可欠になる。客観的な知識以上に一人称視点による体験を重視するアクティブラーニング（体験学習）や避難訓練等の重要性が指摘されているのはこのためである。

しかし、人々の「体験」は身体性とその根幹をなすものであり、複合的な要素が絡み合うことから、まだ十分な科学的知見が蓄積されているとは言えない。そこで、人の体験について生理的・心理的・社会的側面から体系的に探求する分野融合型学術領域の構築を、本計画の第一の目的とする。さらに、ここで得られた科学的な知見の利活用に取り組む。すなわち、人々がより深い知の理解に至るために、時間を超えた追体験・空間を超えた遠隔体験・能力を超えた疑似体験など、人々の体験を拡張する技術の研究開発を、本計画の第二の目的とする。

以上の2つの目的に向けて、「インタラクションのための技術」「人の感性に基づく効果的な表現のためのデザイン」「生理・心理的な観点からの評価」の3つを研究の柱とした研究体制を組む。そして、実空間とバーチャル空間の双方を駆使し、市民参加型の実証実験などを通じて、人の体験を科学と工学の双方の立場から論じる「エクスペリエンス科学」を創出する。

4. シンポジウムの開催

環境知能分科会では以下のシンポジウムを開催し、多くの参加者を得て熱心な議論が行われた。

シンポジウム「環境知能の時間軸－人工知能と IoT の過去・現在・未来－」

- 主催：日本学術会議情報学委員会環境知能分科会、
- 後援：電子情報通信学会、情報処理学会、人工知能学会
- 日時：平成 28 年 11 月 29 日（火）13:30～17:00
- 場所：日本学術会議講堂
- 趣旨：近年、人工知能や IoT（Internet of Things）が脚光を浴び、私たちの将来を支える最重要技術として期待を集めている。しかし、これらの研究は最近始まったものではなく、約半世紀前から多くの研究者らによってなされてきた。日本学術会議・情報学委員会・環境知能分科会としては、環境知能を支える人工知能や IoT の最近の話題だけを取り上げるのではなく、過去の歴史も含めてこれらが現在に至った経路を俯瞰し、今後の展望へとつなげるシンポジウムを開催する。まず、各専門家による講演を行い、最後にパネル討論において、これらに関する国家プロジェクトの在り方も含めて自由に意見交換を行う。
- 講演者：5 名（パネリストを含む）
- 参加者：266 名
- プログラム
 - ・ 総合司会：長谷山美紀（北海道大学 大学院情報科学研究科 教授）
 - ・ 開会挨拶 荒川 薫（明治大学 総合数理学部 教授）
 - ・ 講演(1)「人工知能研究における日本の役割」
中島 秀之（東京大学大学院 情報理工学系研究科 特任教授）
《講演内容》人工知能研究の歴史を概観し、環境との相互作用を重視することの重要性を述べる。自然科学においては外乱を隔離した環境で対象を観測するが、人工知能においては環境との相互作用を含めて定式化する必要がある。前者ではシステム外の「鳥の視点」を採るが、後者ではシステム内の「虫の視点」を採る必要がある。
日本語の場合、虫の視点を採ることが自然となっており、構文構造もそれに適したものである。そこを起点として構成的学問体系の方法論を定式化し、それが機械学習などの問題にも適用できることを示す。
 - ・ 講演(2)「ニューラルネットワーク情報処理の発展と展望」
麻生 英樹（産業技術総合研究所 人工知能研究センター 副研究センター長）
《講演内容》生物の脳にヒントを得たニューラルネットワークモデルによる情報処理は、1940 年代の McCulloch と Pitts のニューロンモデルや、

1958年頃のRosenblattによるパーセプトロンを端緒として、長年にわたって多くの研究者によって研究されてきたが、近年、ディープラーニング（深層学習）を中心に研究および実課題への応用が盛んになっている。この講演では、その研究の流れを振り返りながら、他の機械学習手法や人工知能研究の流れとも対比しつつ、情報処理メカニズムとしての特徴について考察する。さらに、今後の研究課題や、発展の可能性についても展望する。

- ・ 講演(3)「マルチエージェントシステムによる社会の理解と変革」

石田 亨（京都大学大学院 情報学研究科 教授）

《講演内容》マルチエージェントシステムは人工知能の主要な研究分野で、人間社会を独立な意思決定主体（エージェント）の集合としてモデル化する。典型的な研究では、各エージェントの意思決定プロセスのモデル化を行い、次にマルチエージェントシミュレーションを用いて、集団としての振る舞いを可視化、分析する。現在、マルチエージェントシステムは、防災、農業、建築など多様な分野で使われ始めており、社会の現状を理解し未来を展望することに役立っている。ところで、わが国の研究者は国際的な研究コミュニティに大きな貢献をしてきた。本講演では、社会の理解と変革に寄与する国内外の研究を紹介すると共に、マルチエージェントシステムがIoTや機械学習など先端技術を統合し、社会と技術を繋ぐ役割を果たすであろうことを述べる。

- ・ 講演(4)「IoT：データの利用とサービスの創造」

村井 純（慶應義塾大学 環境情報学部長・教授）

《講演内容》IoT（Internet of Things）は、コンピュータを接続し、その利用者をつないだインターネットが、更に、既存の機器や新たなデバイスと直接繋がることを示している。IoTによりインターネット環境は次の2つの変化をもたらした。まず、デジタルデータの流通と共有によって形成される空間であるサイバー空間と、データの地理的発生位置や発生の正確な時刻などの実空間とが完全に重なり合ったこと。そして、文字、画像、映像、数値といった限定的な表現を用いて共有されていたデジタル情報に加えて、センサからの情報など限定されない表現の膨大なデジタル生データが流通し、その分析や利用の可能性が格段と広がったことである。このようなIoTの環境を前提に新しいサービスの創出、そのための新たなプラットフォームの設計と技術標準化などが発展的に進められていると同時に、国境を越えたデータの移動やサイバーセキュリティに関する議論をはじめ、法、経済、外交などさまざまな分野を繋いだ議論が必要となっている。

- ・ パネル討論

司会：黒橋 禎夫（京都大学大学院 情報学研究科 教授）

パネル講演：『人工知能と IoT』の国家プロジェクトの在り方

杉山 将（東京大学大学院 新領域創成科学研究科 教授、
理化学研究所 革新知能統合研究センター長）

パネリスト：中島 秀之、麻生 英樹、石田 亨、村井 純、杉山 将

・ 閉会挨拶 相澤 清晴（東京大学大学院 情報理工学系研究科 教授）

パネル討論を経て、日本の人工知能や IoT の研究を推進するためには、以下の事柄が重要であるということが得られた。

- 基礎研究と応用研究をシームレスに繋げるべき。
 - ◇ 省庁の枠を超え、研究・社会実装のループを回す
- マルチステークホルダーを含めた研究体制の確立。
- 企業からのデータを利活用しやすく。
- AI の研究者は小中学生から育てる。
 - ◇ キャンプ、コンテストなど



シンポジウム「環境知能の時間軸－人工知能と IoT の過去・現在・未来－」の様子

5. おわりに

環境知能に関わる学術、テクノロジーは、急速に進展し、IoT、ビッグデータ、人工知能と進展の著しい先端技術の開拓が必須であることは言をまたない。本報告では、様々な研究課題についての提言が行われているが、これがすべてでは全くない。大学の研究は難しい局面にある。目の前には解決できる課題が山積しており、それをすべて相手にしては、時間はなくなる。解決すべき課題は何かを、考えて、実践しなければならない。将来にわたって影響を与え、価値を生み出すような研究を行いたい。

用語説明

- (1) Singularity：シンギュラリティ。技術的特異点。コンピュータ（又は人工的な知性）の知能が、人間の知能を超えてしまう状態・時点をいう。（内閣府経済財政諮問会議（2016年10月3日）「2030年展望と改革タスクフォース」第1回会合資料より）
- (2) デジタル・ディバイド：「インターネットやパソコン等の情報通信技術を利用できる者と利用できない者との間に生じる格差」のことをいう。（平成23年版情報通信白書）
- (3) DARPA：米国防高等研究計画局（Defense Advanced Research Projects Agency）
- (4) バーチャルヒューマン：臨床心理学、認知科学、コンピュータビジョン、音声処理、人工知能等の情報処理技術を駆使して実現される、見た目だけではなく、実在の人間のように考えて振る舞う仮想的な人間（A. Rizzo and L-P Morency, “SimSensei & MultiSense: Virtual Human and Multimodal Perception for Healthcare Support”, MMVR2013(Medicine Meets Virtual Reality)）
- (5) デジタルミュージアム：絵画や彫刻などの芸術作品や、歴史、民族などのさまざまな資料をデジタルデータに変換して保管し、電子ネットワーク上で閲覧できる美術館や博物館のこと。（小学館「デジタル大辞泉」）
- (6) ロングテール：需要の小さい商品群。ロングテールであっても、ネットワークを活用して需要を束ねることで、一定の売上規模に達することが可能であり、多様で小規模な需要であっても、魅力ある市場として成立するという現象をロングテール現象と呼ぶ。（平成23年版情報通信白書）
- (7) IoT：Internet of Things。モノのインターネット。自動車、家電、ロボット、施設などあらゆるモノがインターネットにつながり、情報のやり取りをすることで、モノのデータ化やそれに基づく自動化等が進展し、新たな付加価値を生み出すというもの。（平成27年版情報通信白書）

付録 本分科会からの学術大型研究計画

(1) 行動情報学研究基盤整備計画

美濃 導彦（京都大学学術情報メディアセンター）

① 計画の概要

本研究計画は、人、組織、社会など多様な主体の行動を分析、活用して、社会課題を解決するための研究基盤の整備を行い、それをベースにした新たな行動情報学を構築し、関連する学術分野の研究を促進することにより、当該研究分野を世界的に先導する。期間内に行動センシング基盤の整備、基盤活用のためのツール開発およびデータのオープン利用と研究基盤としての利用促進を10の実施機関で実行し、実社会に還元しうる研究基盤を構築する。行動に関わる広範な学術分野に、行動情報と研究基盤の利用機会を提供し、世界でのリーダーシップ獲得機会を拡大することで他の学術研究分野への波及効果がある。また、一見無関係な情報群の解析、時間粒度の大きく異なるデータの扱い、異なる空間、場所で発生する事象間の因果解析などをリアルタイムで実現するための基礎理論体系や人や社会の意図や意思の概念を含めた新たなコミュニケーション理論を構築することに情報基礎学研究的学術的意義がある。

② 学術的な意義

本研究の学術的意義は（広義の）行動に関わる工学、経済学、経営学、社会学、心理学、農林水産学、健康科学などの広範な学術分野に、行動情報と研究基盤の利用機会を提供し、それぞれの日本独自の研究を促進し、世界でのリーダーシップ獲得機会を拡大することにある。多様な産業の現場において活動する人間や集団の行動の効率性や創造性、知識継承性が益々重要になる中で、行動情報学基盤の整備は喫緊の国家課題であり、人間や社会の多様な行動を含む学術分野の共通基盤をなす。特に、現場で人や組織が有するノウハウや知見などを明示知にすることで、構造化し、再利用可能な表現で抽出する技術を研究・開発することで、国内の多数の産業領域の国際競争力強化と新産業創出の礎とする。

情報基礎学研究的見地からは、一見無関係な情報群の解析、時間粒度の大きく異なるデータの扱い、異なる空間、場所で発生する事象間の因果解析などをリアルタイムで実現するための基礎理論を構築する。また、人や社会の意図や意思の概念を含めた新たなコミュニケーション理論を構築する。さらに、現場の深い領域知識を保有した上で、人間行動の分析とメカニズム探求を実施できるフィールド・サイエンティストを育成し、日本の科学技術力、および産業力の強化を通して国力を増強する。

③ 国内外の動向と当該研究計画の位置づけ

環境センシングをベースにした行動情報の抽出、利活用の研究は、EU のFP7 プロジェクトにおいて Ambient Intelligence や Internet of things として多数の研究機関が取り組

んでいる。また、LifeLog というテーマで、ウェアブルコンピュータや環境センサを活用して生活情報を取得する研究が、米国 MIT や CMU、東京大学を始めとする大学など、国内外で進められている。ただし、個別領域でのデータを収集しているにとどまり、複数場面での行動データを幅広く共有、統合分析する活動は未だ始められていない。また、行動情報に関しては、プライバシー問題とは不可分であり、病歴や遺伝子などの個人情報や公共空間でのプライバシーの扱いなどについて、制度、倫理などの社会科学的研究と工学的な解法研究が進められつつある。本提案では、制度や倫理的研究とも共同しながら、生活情報、健診結果、教育履歴、屋外環境など多様な情報の社会コンテンツ化を実現し、異種、異分野情報を統合して行動を分析する基盤を提供し、多様な学術分野に研究基盤を提供することを目的とする。

(2) 高感性情報科学技術の高度化とそれに基づく学術情報基盤の構築

鈴木 陽一（東北大学電気通信研究所）

① 計画の概要

情報通信技術の急速な進歩に伴い、伝達可能な音声や映像データの量は日々増加している。このような量的発展を礎として、第 5 期科学技術基本計画にうたわれている超スマート社会実現への貢献をはじめとして情報通信技術の質的な向上への期待がますます高まっている。その方向のひとつが、我が国が誇るマルチメディア・マルチモーダル情報コンテンツ、メディアアート等の分野のさらなる向上を図ることであることは明確である。

本研究計画では、臨場感に代表される高次感性情報を自由に操作し、表現、評価する情報科学技術の基盤を確立する。さらに、その基盤技術を、コンピュータとネットワークという従来の情報基盤に加わる第 3 の情報基盤とすることを目指す。具体的には、(1) 臨場感や迫真性、自然性など様々な感性を生み出す上で重要である、視覚、聴覚、触覚、身体運動感覚等の個別感覚モダリティ情報の取得・提示基盤の構築、(2) 超高臨場感をはじめ極めて高い感性を生成する際に強い相乗効果が期待できる複数感覚情報（マルチモーダル感覚情報）を時空間同期に留意して取得・提示する基盤の構築、(3) 超高臨場感の知覚・認知と取得・提示に関する科学と関連技術の高度化、(4) 超高臨場感の操作、共有、表現に関する科学と関連技術の高度化、(5) 情報基盤としての構築、試行を行って関連研究者のネットワーク構築をはかり、それに基づく広汎な研究の推進、に取り組む。

② 学術的な意義

日本の現状と将来を考えたとき、情報通信技術（ICT）の量的進展を、Japan Cool と称され極めて高い評価を受けているメディア情報技術の質的深化につなげることが極めて重要であり、高感性情報の知覚・認知、取得・提示、表現技術を圧倒的に高度化することは、臨場感、迫真性、自然性など幅広い高次感性情報を実現するための情報学的基盤として必

須である。

本提案は人間の感性メカニズム自体の深い理解と、それに基づいて、メディア技術を中心とした情報科学技術を進展させることを中心課題にすえている。そのため、メディア情報学、知覚情報学を中心とした情報学の全体領域の発展に寄与しうる。

本提案は、心理学・社会学・工学・脳科学・芸術といった様々な分野の研究者の結集により、多面的、学際的かつ統合的推進を目指している。そのため、本研究提案自体が、人々の感性や心の豊かさの増進に資する新たなデジタル空間文化の創造に関する、情報学をはじめとした上述の広い学術分野群に直接的波及効果を持っていると考えられる。また、本提案は、人間同士、あるいは人間と機械の間のコミュニケーションに関する新しい学術的知見の集積・深化と、技術の創出・構築を目指していることから、教育学や医学などコミュニケーションや人間に関わる極めて広い分野への高く広い波及効果が期待できる。

以上のように、本提案の実現と展開により Japan Cool と称され現在でも日本が大きな強みを持つメディア技術と、それを取り巻く学術の水準を大きく向上させうる。これにより、人々の感性や心の豊かさの増進に資する新たなデジタル空間文化に関する広い学術分野の水準の大幅な向上と、芸術・文化の水準をさらに高めるうえで高い貢献が期待できる。

③ 国内外の動向と当該研究計画の位置づけ

本研究に深く関連する国内の領域研究の大型プロジェクトがいくつかあるが、今後の情報技術のあり方を考えたとき感性科学技術の深化と文化・芸術とのつながりを考えるのは極めて重要であるところ、上記以外ではこの点あまり意識されていない。世界的にみると、韓国では、Cultural Technology とのコンセプトを掲げ、国内の文化的コンテンツ産業を将来の国家的基盤産業と位置づけ、さまざまな分野の融合による研究を推進している。同様な試みは、KAIST (韓国)、NTUA (台湾)、ヘルシンキ工科大学 (フィンランド)、シドニー大学 (豪州)、IRCAM (仏)、EU の FP7 でも盛んになされつつある。米国では、SIGGRAPH を始めとする学会でインタラクティブ技術の研究が活発に議論されている。またディズニー社が、次世代のエンタテインメントのための要素技術を構築するための情報系技術の研究所を設立するなど力を入れ始めている。

(3) 人の体験を科学し拡張し未来につなげるエクスペリエンス科学研究基盤

廣瀬 通孝 (東京大学大学院情報理工学系研究科)

① 計画の概要

IoT や人工知能の研究が成熟を迎え、これまでにない大量の「知 (情報)」が出力される時代を迎えつつある。これを正しく理解し、適切な「知」の循環を生み出すのは、あくまで人間である。一方、大量の「知」を人々が受け取りきれず、頭で分かっているつもりでも、正しい判断に結び付けるに至らないという問題がこれから深刻化することは明らかで

ある。人々が「知」を「体験」として深く理解することこそが、適切な判断や合意形成を導き、前例から単純に予測できないイノベーションや自然災害等不測の事態に備える上で、これから必要不可欠になる。客観的な知識以上に一人称視点による体験を重視するアクティブラーニング（体験学習）や避難訓練等の重要性が指摘されているのはこのためである。

しかし、人々の「体験」は身体性とその根幹をなすものであり、複合的な要素が絡み合うことから、まだ十分な科学的知見が蓄積されているとは言えない。そこで、人の体験について生理的・心理的・社会的側面から体系的に探求する分野融合型学術領域の構築を、本計画の第一の目的とする。さらに、ここで得られた科学的な知見の利活用に取り組む。すなわち、人々がより深い知の理解に至るために、時間を越えた追体験・空間を超えた遠隔体験・能力を超えた疑似体験など、人々の体験を拡張する技術の研究開発を、本計画の第二の目的とする。

以上の2つの目的に向けて、「インタラクションのための技術」「人の感性に基づく効果的な表現のためのデザイン」「生理・心理的な観点からの評価」の3つを研究の柱とした研究体制を組む。そして、実空間とバーチャル空間の双方を駆使し、市民参加型の実証実験などを通じて、人の体験を科学と工学の双方の立場から論じる「エクスペリエンス科学」を創出する。

② 学術的な意義

人の身体性に着目して体験を科学と工学の双方の立場から論じる「エクスペリエンス科学」の創出は、「インタラクション技術」「感性・表現」「生理心理評価」それぞれの発展に資することで、メディア情報学および知の統合学を牽引するものである。その効果は、頭で分かっているにもかかわらず実際にはうまく行動することができないという問題を抱えていた様々な分野に波及し得る。本計画内では、防災訓練・災害対応などのリスクに備える基盤整備、長寿社会における相互理解を促す社会のデザイン、ミュージアムなどにおける多文化の体験学習などを具体的な対象として、その効果を明らかにする。

人々の体験を(1)如何にして提示すべきか、(2)その効果を如何にして評価すべきか、(3)「知」の特性に応じて如何にして使い分けるべきか、の3点に分けて説明する。(1)の提示手法に関しては、五感インタフェース技術の確立から、複合的な感覚がもたらすクロスモーダルの特性に関する研究に取り組む。また、リスク対応・社会のデザイン・体験学習などへの波及に資する場として、多人数同時参加型大規模バーチャル体験空間を構築する。(2)の評価手法に関しては、体験者の内部状態を計測するセンサ技術を確立し、生理・心理的な影響を評価するとともに、グループワークなどを通じた合意形成への効果に関する評価手法の実現に取り組む。特に、市民参加型の実証実験を通じて群衆の挙動を分析するなど、理想化されたシミュレーションに留まらない実学としての評価を重視する。(3)の使い分けに関しては、世代・性別・文化などの人々の多様性に加え、個別に発達した科学的・技術的選択肢の多様性を考慮した体系的な議論を展開する。特に、災害現場や高齢者などの社会的問題を疑似体験する技術や、新たな研究成果を生み出すイノベーション支援・も

のづくり支援のための体験技術，教育や技能伝達のための追体験技術を確立する。

④ 国内外の動向と当該研究計画の位置づけ

メディア情報学における感覚提示デバイスの研究では，日本は世界を先導する立場にある。これは，工学と心理学など様々な領域の研究者が集う場が既に確立され，学際的な研究に取り組む素地ができていることが大きなアドバンテージとなっている。しかし，これを社会的問題解決やイノベーション創出という科学基盤として位置付けるという戦略的な展開に関しては，米国 National Academy of Engineering が 2008 年に Grand Challenges for Engineering の中で示しているのに対して，日本は大きく後れをとっている。一方，災害や長寿社会などの課題先進国という側面からは，技術的シーズと社会的ニーズを結びつけた融合領域の創出において，先駆的な立場を担い得る立場にある。