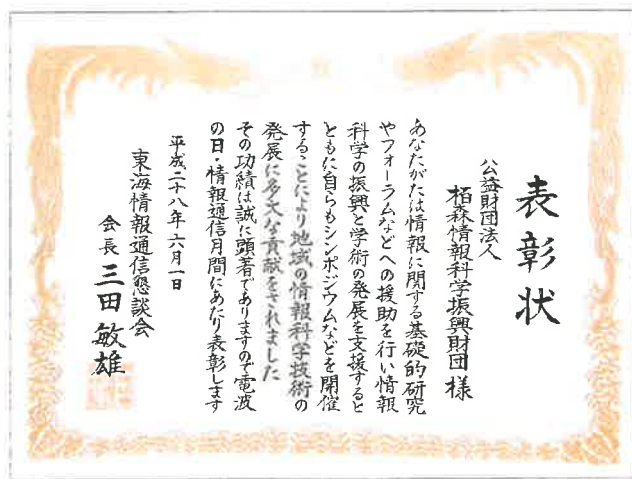


### 東海情報通信懇談会会長表彰



平成28年6月1日に総務省管轄 東海情報通信懇談会より、公益財団法人栢森情報科学振興財団に対し「20年にわたり情報に関する基礎的研究への援助・支援などにより、情報科学技術の発展に寄与した功績」を認められ表彰されました。当日は栢森雅勝理事長が表彰式に出席されました。財団団体が表彰されることはまれでありとても名誉なことであり、理事長はじめ財団関係者の日ごろの活動が認められ、喜びと同時に誇りに感じました。これを励みに今後とも公益財団法人として、社会に貢献できるよう継続して活動する所存です。

### 平成28年度 助成事業報告

#### 平成28年度選考委員会

平成28年10月22日(土)キャッスルプラザ4階「菊の間」で選考委員会を開催いたしました。

平成28年度の応募状況は、研究助成に163件、フォーラム・シンポジウム等開催助成に24件の応募となりました。

選考は申請された研究内容、フォーラム・シンポジウム内容について検討を行い、研究助成で20件、フォーラム・シンポジウム等開催助成で6件採択されました。

研究助成総額2,000万円、フォーラム・シンポジウム等開催助成総額200万円となりました。



選考委員の方々

# 平成28年度 助成金交付者とテーマ

(所属は申請書提出時のもの(敬称略))

## 研究助成

- ◆荒瀬 由紀(大阪大学大学院情報科学研究科 准教授)  
マルチモーダル情報融合を可能にする言語のベクトル化技術
- ◆新岡 宏彦(大阪大学大学院基礎工学研究科・機能創生専攻 助教)  
深層学習を用いた統合的画像解析による細胞種および状態の識別
- ◆熊崎 博一(金沢大学子どものこころの発達研究センター 特任准教授)  
発達障害者へのコミュニケーション支援のためのロボット遠隔操作技術の開発
- ◆光来 健一(九州工業大学大学院情報工学研究院情報創成工学研究系 准教授)  
GPUを用いた安全なOS監視システムの実現
- ◆櫻井 祐子(九州大学大学院システム情報科学研究院・情報学部門 准教授)  
持続可能なシェアリングエコノミーのためのメカニズム設計
- ◆原 正之(埼玉大学大学院理工学研究科・戦略的研究部門 助教)  
周辺視による人工身体の曖昧化がヒトの身体所有感の転移に及ぼす影響
- ◆岡本 吉央(電気通信大学大学院情報理工学研究科情報・ネットワーク工学専攻 准教授)  
内在構造に基づく大規模グラフの高速処理とその理論基盤構築
- ◆林 晋平(東京工業大学情報理工学院・情報工学系 助教)  
ソフトウェア変更の再構成手法の確立
- ◆山崎 俊彦(東京大学大学院情報理工学系研究科電子情報学専攻 准教授)  
深層学習による人・顔の魅力解析と魅力向上支援
- ◆木下 和彦(徳島大学大学院理工学研究部・知能情報系 教授)  
大規模クラウド環境の省電力化のためのネットワークスケジューリング
- ◆内山 直樹(豊橋技術科学大学大学院工学研究科機械工学系 教授)  
4足ロボットの安定歩行と省エネルギー化を目的とした最適歩容生成と制御
- ◆河瀬 諭(名古屋工業大学工学研究科 特任研究員)  
マルチエージェント・オーケストラ:人工知能による創造的協働
- ◆平山 高嗣(名古屋大学大学院情報科学研究科 特任准教授)  
オノマトペ表現に対応した視覚ダイナミクスのマルチモーダルモデリング
- ◆青山 忠義(広島大学大学院工学研究院電気電子システム数理部門 助教)  
マルチスレッド高速視覚センシングによるマイクロマニピュレーション技術の開発

- ◆和田 俊和(和歌山大学システム工学部・情報通信システム学科 教授)  
振れ直交木とその応用に関する研究
- ◆小方 孝(岩手県立大学ソフトウェア情報学部・ソフトウェア情報学科 教授)  
ストーリーとテキスト双方の多様な生成能力を実現する統合物語生成システムの構築
- ◆黄瀬 浩一(大阪府立大学大学院工学研究科知能情報工学分野 教授)  
学習行動の深いセンシングに基づく学習変容:英語学習を対象として
- ◆安本 匡佑(神奈川工科大学情報学部情報メディア学科 助教)  
医療データの動的かつ立体的可視化のための基盤技術の研究
- ◆池田 雄介(早稲田大学基幹理工学部表現工学科 助教)  
複合現実を用いたインタラクティブ三次元音場可視化システムの開発
- ◆木村 勉(豊田工業高等専門学校情報工学科 准教授)  
未就学聾者の実態調査とホームサインのアーカイブの作製

## フォーラム・シンポジウム等開催助成

- ◆The23rdIEEEInternationalSymposiumonLocalandMetropolitanAreaNetworks  
(IEEELANMAN2017)  
第23回ローカルとメトロポリタンエリアネットワークに関する国際会  
〈開催責任者〉長谷川 亨〈大阪大学大学院情報科学研究科 教授〉
- ◆Real-TimeFunctionalImagingandNeurofeedback2017(rtFIN2017)  
リアルタイム機能的イメージングとニューロフィードバック2017  
〈開催責任者〉川人 光男〈国際電気通信基礎技術研究所(ATR)脳情報通信総合研究所 所長〉
- ◆英文名:20163rdInternationalConferenceonUniversalVillage(UV2016)  
和文名:第3回ユニバーサルビレッジ国際会議2016  
〈開催責任者〉二宮 芳樹〈名古屋大学未来社会創造機構 特任教授〉
- ◆第18回形式工学手法に関する国際会議(ICFEM2016)  
18thInternationalConferenceonFormalEngineeringMethods(ICFEM2016))  
〈開催責任者〉劉 少英〈法政大学情報科学部 教授〉
- ◆5thIPSJInternationalAIProgrammingContest:SamurAICoding2016-17  
第5回情報処理学会国際人工知能プログラミングコンテスト:SamurAICoding2016-1  
〈開催責任者〉鷺崎 弘宜〈情報処理学会プログラミングコンテスト委員会委員長(早稲田大学基幹理工学部 教授)〉
- ◆第12回知識情報・創造性支援システム国際会議  
InternationalConferenceonKnowledge,InformationandCreativitySupportSystems  
(KICSS)  
〈開催責任者〉白松 俊〈名古屋工業大学工学研究科 准教授〉

# 第16回 Kフォーラム ざっくばらんフォーラム「情報学からの価値創造」

**日時** 平成28年8月29日(月)～31日(水)

**場所** ホテルアソシア高山リゾート



## 開催趣旨

第16回Kフォーラム実行委員会 世話人代表  
名古屋大学・愛知県立大学・豊橋技術科学大学 名誉教授 稲垣 康善

いまや情報科学技術は、人工知能、ビッグデータ、IoTなどをキーワードに、我々をとりまく産業、経済、生活・医療、芸術・文化など広い分野に浸透しつつあり、大きな社会の関心を生み社会変革のうねりを生み出しているかに見えます。情報の科学、工学、技術、文化を総合する情報学の教育研究からの、

新しい価値創造による社会イノベーションの創出への貢献に大きな期待が寄せられています。情報学が、まだ見ぬ新しいモノやサービスを作りだして、社会が求める新しい価値創造に何を発信しどのように寄与できるか、ざっくばらんに話題を提供しあつて未来に夢を馳せる討論会を企画しました。

## プログラム

### ◇ 8月29日(月)

14:00 フォーラム開会 4F「ルビーの間」

14:15 「ヒューマノイドロボットの運動学習」

森本 淳(国際電気通信基礎技術研究所 脳情報通信総合研究所脳情報研究所  
ブレインロボットインタフェース研究室 室長)

15:15 「画像認識分野におけるディープラーニングの活用と課題」

山下 隆義(中部大学工学部情報工学科 講師)

16:15 「名古屋大学情報学部が目指す価値創造の教育研究とフィールド情報学」

間瀬 健二(名古屋大学大学院情報科学研究科 教授)

17:15 討論

## ◇ 8月30日(火)

- 9:00 フォーラム 4F「ルビーの間」
- 9:00 「ダイナミックマップ:自動運転システムのための情報基盤」  
高田 広章(名古屋大学未来社会創造機構情報科学研究科 教授)
- 10:00 「ユーザー参加型オーディオサービスの新しい形」  
武田 一哉(名古屋大学未来社会創造機構 教授)
- 11:00 「VRとクラウドを活用したニューロリハビリテーションプラットフォーム」  
稲邑 哲也(情報・システム研究機構国立情報研究所 准教授)
- 12:00 午前討論
- 14:00 「共感と同情と公平性の科学」  
北崎 充晃(豊橋技術科学大学大学院工学研究科 情報・知能工学系 准教授)
- 15:00 「神経ダイナミクスから社会的相互作用に至る構成的発達科学に向けて」  
浅田 稔(大阪大学大学院工学研究知能・機能創成工学専攻 教授)
- 16:20 「情報技術の见えないイノベーション」  
前田 英作(NTTコミュニケーション科学基礎研究所 所長)
- 17:20 午後討論

## ◇ 8月31日(水)

- 9:00 フォーラム 4F「ルビーの間」
- 9:00 「人がグループの中に入ったコンテンツ自動生成」  
沼尾 正行(大阪大学大学院情報科学研究科 教授)
- 10:00 「情報技術と人間の変容」  
久木田 水生(名古屋大学情報科学研究科 准教授)
- 11:00 討論

## フォーラムへのコメント

### AIが日常生活に入ってきた

稲垣 康善(名古屋大学・愛知県立大学・豊橋技術科学大学 名誉教授)

今朝の IEEE The Institute Online からのメールの件名は Artificial Intelligence Has Become Part of Our Every Day Lives であった。この1年の新聞、雑誌、新刊書、TVへのAIの登場ぶりは今までに覚えがないほどである。市井の人々の日常への深いかかわりが、だれの目にも明らかになったということだろう。これまで、AIは、「人にしかできないと思われていることを機械で実現すること」としても大きな誤りではないと安心していただが、どうもそれでは済みそうにない。AIが人の日常生活の中に入ってくれば、人との関係性を無視することはできないだろう。AIの研究の新しい地平を展

望せねばなるまい。これまでのように、例えば画像診断という機能の実現のように、目標が与えられ、それを客観的な対象として、分析と合成を通してその機能を機械的に実現するという、現代の自然科学的アプローチ、言わば第3人称的立場に立つAI研究だけでは済まされないのではなかろうか。このフォーラムで、ざっくばらんに議論できることを期待したい。





情報科学の多くの先駆者たちが、研究目標にした課題のかなりの部分が解決され、その成果に基づいて、新しいシステムや製品

が、予想を上まわる速さで、開発され、大きなビジネスの対象になると期待されています。一方では、スマートホンに代表される新しいコミュニケーションの出現が、我々の社会の姿を大きく変貌させつつあると感じさせる今日このごろです。

情報関連技術の進化に伴い、そのカバーする領域が急速に広がり、多くの異なる分野の研究者が

協力して、新しい視点からの研究開発が盛んになりました。この挑戦の一助として、「ざつくばらんフォーラム」が、情報・身体系関連分野の第一線の研究者に自由に語りあっていただく場を提供するため、企画されたと理解しています。

このフォーラムは、昼間のセッションでの先進的研究のプレゼンテーションと研究の本質にせまる自由な討議が中核となるのですが、本音を語り合うナイトセッションも魅力ある集まりになることを期待します。研究推進に関わる身近な課題から、情報学の進化の展望、マスメディアのテーマ：人工知能が人間を支配まで！

## Kフォーラム

### ヒューマノイドロボットの運動学習

森本 淳(国際電気通信基礎技術研究所 脳情報通信総合研究所脳情報研究所ブレインロボットインタフェース研究室 室長)

高い計算機能力と機械学習技術を活用したヒューマノイドロボットの運動学習の可能性について議論した。ロボットがその行動則をデータから学習するとき、その学習手法は強化学習とよばれる枠組みとして捉えることができる。ところで近年大流行のディープラーニングをロボット制御に応用する方向性が注目を集め始めている。具体的には、強化学習とディープラーニングを組み合わせた深層強化学習のアプローチが注目を集めている。そこで、昨年科学誌 Nature に掲載され人工知能技術関係者の間で大きな話題となった Google Deep Mind による Atari 2600 ゲームの人工プレイヤーのゲーム学習および本年同グループにより発表され世界的に大きな衝撃を与えた人工の囲碁プレイヤーである AlphaGO の深層強化学習の実装事例について解説した。これらの例では、そのゲームのダイナミクスつまり、ある状態においてある行動をとった場合における状態遷移についての不確実性がないため、ゲームの進行はシミュレート可能であり、ゆえにコンピュータのなかで膨大な量のデータを生成することができる。

ディープニューラルネットワークのパラメータ数は非常に多いため、大量のデータを一般に必要とする。そこでこれらのゲーム



応用は、深層強化学習を適用する上で適したアプリケーションであった。一方で、実環境とのかかわりが必要なロボットシステムへの深層強化学習の応用は困難であると考えられていた。ところが、再び Google が産業用ロボットアームを最大 14 台用い、2 カ月の間に 80 万以上の物体把持データを集め、カメラ画像のみから雑多におかれた物体を把持することを深層強化学習に類するアルゴリズムを用いてロボットが学習したと報告した。これは、Google らしく大胆に時間と予算をつかった力業ではあったが、実システムのみを用いたディープニューラルネットワークの学習を通じた制御の可能性を示したことは興味深い。ところがヒューマノイドロボットのような、工場に据え付けられているロボットにくらべて遙かに複雑なシステムにおいては、依然として上述のようなアプローチを

用いることは困難である。そこで、ATR における少数サンプルの場合の運動学習問題に対するアプローチを紹介した。具体的には、ヒューマノイドロボットのような多自由度非線形の制御対象に対しても、計算機の能力を活用し、制御則の逐次導出を可能とするモデル予測制御法を基礎とした運動学習の枠組みについて紹介した。

## 【討 議】

ヒューマノイドロボットの運動学習について、報告者らによる少数サンプルからの運動獲得の研究アプローチが紹介された。Google の産業用ロボットアームの例では、実際の多数台ピンピックングロボットの強化学習でビッグデータを獲得する力技が紹介されているが、いかに少数の事例から学習できるかが今後の重要な課題であることが確認された。

質疑は、まず、研究中のロボットは確率論的に動くものとしてモデル化されているのかの確認があった。環境の変動については確率論的にモデル化しているが、ダイナミクスは物理モデルが支配しているとのことである。またバスケットシューティングの事例などでは、ランダムな探索から次第に、成功事例をフィードバックして効率よく探索空間を狭めるアプローチをとっていることが、確認された。多関節ロボットの多次元パラメー

タを振るときの戦略として、いかに探索空間をせばめるかが重要である。

子供の動作学習においては、非常に短時間に少ないトライアルで動作獲得できていることから、今後どのようなアプローチがありうるのかという、重要な視点からの質問があった。いまのビッグデータ前提の深層学習は、少なくとも人間の学習アプローチとは違うようであるから、本質的に何が違うのか興味深い課題である。ヒトは、いろいろな場面での学習から汎化をしているのかもしれないと考え、転移学習の重要性、可能性を検討すべきという見解もあるとの回答であった。しかし、子供が立つまでに、本当に学習試技数が少ないのかという点についても、人間も実は沢山ころんでいるという報告もあるようで、きちんと調べる必要があるようだ。

また、将棋などで定石を学ばせたように、ロボットにも教示してそれを初期値として学習させることはあるのかという質問から議論が発展した。報告者らは、逆強化学習と呼んでいる方法をトライしているとのこと。人間の動きを観察してモデルに適用しようとするものであるが、ダイナミクスが人間とロボットで違うので簡単ではないが、コツのようなものがモデル化できるかもしれない。そうすると非常に面白いことになり、興味深い発表であった。

## 画像認識分野におけるディープラーニングの活用と課題

山下 隆義(中部大学工学部情報工学科 講師)



第16回Kフォーラムでは、画像認識分野におけるディープラーニングの活用と課題と題して講演をおこなった。ディープラーニングは、ニューラルネットワーク時代のベースとなる技術に対して、昨今整備された大規模なデータベースや革新的な進化を遂げている高性能なGPUを活用することで、本来ニューラルネットワークが持つ高いポテンシャルを引き出すことができている。その結果、様々な分野で高い性能を達

成し、幅広く注目されている。特に、画像認識分野は、ディープラーニングを活用する最たる分野であり、画像認識のコンペティション(ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge)では、2015年に人の認識率を上回る手法が発表されている。ディープラーニングが注目されたのは2011年あたりからであり、わずか4年の間に飛躍的な技術革新がなされている。また、応用事例も多く、先の物体認識だけでなく、物体の位置と名称を判断する一般物体検出や画素ごとに何のクラスかを認識するシーンラベリングが特に注目されてい

る領域である。一般物体検出の従来の手法は、画像に探索窓を設定して、探索窓を画像全体に対して走査して、各位置で物体か否かを判定するスライディング・ウィンドウ(別名ラスタスキャン)が一般的であった。この方法は検出したい物体のクラス数が増えるとそれに伴い、走査する回数が多くなる点が問題であった。画像認識分野で利用される畳み込みニューラルネットワーク(CNN)をベースに、CNNの処理過程で得られる特徴マップの情報を利用して、特徴マップ内の特定の位置に物体が存在するか、また存在するならばその大きさや名称を判断する機能をつけることで、1度の走査で複数のクラスの物体を検出できる枠組みをFaster R-CNNとして発表している。また、シーンラベリングでは、CNNにより得られた特徴マップを拡大していくデコーダ機能をつけることで、局所的な情報を残しつつ、画像全体の特徴を捉えるラベリング結果を得る方法が発表されている。ニューラルネットワークを含むディープラーニングの良いところは、このように様々な問題に容易に応用できる点と合わせて、複数のタスクを同時に1つのネットワークで実現できる点である。例えば、顔の画像から性別や年齢、人種、表情など、これまでであれば個別に実現していた技術を1つのネットワークで認識可能である。我々はこれをヘテロジニアスラーニングと呼び、顔画像の解析だけでなく、人の属性の推定やロボットの物体把持位置の検出などに応用している。

## 【討 論】

画像認識分野のディープラーニング(深層学習、DL)についての詳しい解説のあと、複数のタスクを同時に1つのネットワークで実現できるヘテロジニアスラーニングについて紹介があり、今後の課題と可能性について広く討論ができた。

質疑はまず、深層学習というレイヤの深い(多段である)ことが特徴とされて深さ競争もみうけられるが、深さは重要なのかという点が確認された。深さが必ずしも必要ではなく、浅くても目的が達成(認識)できればそれでよいとの回答であった。

つぎに、深層学習と意識の関係という人工知能

の重要な課題について討論された。歩行者検出とかシーンのラベリングなどに有効性が確認されているが、たとえば、運転手(ヒト)は意識をしてもものに注目して外界を認識しているのではないか。そうすると深層学習も同じような戦略がありうるのではないか。そもそも、人の意識をモデル化できるかどうかという点はどうか、また、できるとして、何かよいことがあるか?という質問が投げかけられた。前者は深層学習システムが意識をもちうるか、という質問にも解釈できる。これについていろいろ議論はあることがまず確認された。基本的なアーキテクチャとして、深層学習が処理していることは、教師データで与えた範囲でのみ学習できるが、それ以外のものは教示できない、という点が確認された。そうすると、意識をどうやって学習させられるか、という問題に発展できそうであるが、「意識」とは何であるかという究極の疑問に行きつく。もし、意識状態を明確に特定できて、教師付学習データが集まれば可能ということであるが、さて、どういうことになるか今後の「意識」研究の展開が楽しみである。意識の一つの視点として、「注意」や「着目」であると狭義に解釈すれば、後者の質問は絞られた議論が可能である。たとえば、現在も認識結果から深層学習が着目した(重要)領域を可視化することはできつつあるとのことであった。

複数タスクの紹介があったが、処理としては、タスクごとの処理は、選択的にやるのか。優先順位とか順番があるのか、並列処理なのかという質問があった。それに対し、問題の与え方は重要であり、子供の教育のように易しい課題から順番に難しい課題をあたえるようなアプローチもあること、また、重視すべきところに重みをつけるような手法もあると紹介された。人工知能の機械学習における教育やカリキュラム設計は、これから人間の重要な仕事になるような話題であった。

畳み込み深層ネットワークの処理内容についての質問がいくつかあった。画像処理の特徴抽出で多用されるフィルタリングは、ネットワークの畳み込み層とプーリング層で実装されているが、これらは並列処理で可能である。ラベリングなど逐



次処理には向かないのではないかという質問に対し、ある程度プーリングで実現されている。メディアンは有効なフィルタであるが、並列と逐次処理の組み合わせで、それらしいネットワークはできていないようである。さらに動画像処理の動きデータの処理についても質問があったが、できていないとの回答があった。動作データは加速度信号などから動作認識をするRDNNなどが提案されてきており、今後は時系列方向の画像処理も進むと見られる。

深層学習は基本的にボトムアップ処理であるが、トップダウンの知識を使うことはどう扱えるのかも議論になった。知識とか着目領域の議論にもつながるが、そのようなトップダウン知識から特定のネットワークについて重みをつけるようなことはできるのでという見解が示された。コン

ピュータビジョンにおいては、仮説生成・検証というアプローチもあり、それらを深層学習のアーキテクチャで実現するのか、または違う展開があるのか興味深いところである。

1つで万全ということではないと考えるのは自然で、モジュール化の方向性があるのではないかという、今後の発展性について重要な疑問も投げかけられた。大規模データでとれたネットワークは性能もよく再利用はするが、まだその機序が説明できていないという現状を確認するにとどまった。

大規模データを持たない大学などが、新規参入するにはどうしたらいいのであろうか。大規模データにアプローチできる、新しい分野(ラーニングアナリティクス、生産現場のログ)に挑戦してはどうかという紹介があった。

## 名古屋大学情報学部が目指す価値創造の教育研究とフィールド情報学

間瀬 健二(名古屋大学大学院情報科学研究科 教授)



名古屋大学では情報科学研究科と情報文化学部を改組して、2017年4月に情報学部・情報学研究科の設立準備をしている。設立の趣旨と学科等構成などを紹介しつつ、設立の準備で得た知見と、個人的な期待とささやかな計画についてざっくばらんにお話し、アドバイスやご意見を伺った。

まず、設立の趣旨と学科構成を紹介した。すでにある情報文化学部には、報告者が所属する現行の工学部電気電子・情報工学科の情報工学コースが新たに加わる形で、新学部を構成する。新しい情報学部は自然情報学科、人間・社会情報学科、コンピュータ科学科の3学科制となる。いってみれば情報工学コースの教員が情報学部コンピュータ科学科として模様替えをして新しい教育カリキュラムをスタートさせる。新しいコンピュータ科学科(CS学科)のカリキュラムは情報学部らしい広い視野を持ちつつシステム作りができる人材を輩出することを目的としている。CS学科の入試は、いわゆる理系科目を設定し、工学部と同じ科目で受験する

ことができる。カリキュラムは、情報一般原理、情報を扱う人間と社会に関する理解、社会で情報を活用する技術・制度・組織などの学科横断の専門基礎教育を設定している。

1年次の基礎として、科目「インフォマティクス」を設定した。教科書を執筆して情報学部で実践した後に、全学科目にして、名古屋大学全体の情報学の基礎を教育する足がかりにできればと期待している。

今回、CS学科のカリキュラム作成に当たっては、旧情報工学コースのカリキュラムを発展させることになったが、学科を情報システム学系と知能システム学系の2つの教育系に分けて専門科目の必修・選択を設定した。多くの部分は共通の必修であるが計算機アーキテクチャや画像処理など、それぞれの教育系に特化した科目はその教育系での必修として他系では選択として、幅広い科目を教育することにした。結局、同じ情報工学、あるいはコンピュータ科学といえども、基本的知識として習得しておいてほしい科目に系間でかなりの隔りがあることがわかった。フォーラム当日は、「情報システム系」と「パターン認識系」と呼んで、それぞ

れ思考パターンや必修科目などが異なるのではないかと独自の独自に整理した観点を紹介した。参加者から、類似の印象をもってははっきりわかったとの反応などがあつた。また、たとえ系がわかれても、やはり両者をまたいで基礎科目を習得してきてほしいという企業サイドからの意見もいただいた。

日本の教育はいつのまにか理系・文系のどちらかに分かれてしまったし、工学部は、本来のengineeringである、問題発見・要件定義・システムデザイン・システム実現・評価のサイクルからシステム実現・表層評価のみが重視されるようになってしまった。情報学が人間社会と不可分であることから、広い視野と社会実装する技術・技能としてのengineering知識・能力を付与したいと考えている。新しい学部で「情報系」という新しい教育系が浸透すれば嬉しいとしつつ、議論を終えた。

## 【討 論】

名古屋大学では、情報科学研究科と情報文化学部を改組して、2017年4月に情報学部・情報科学研究科を設立する。その設立の趣旨と構想と情報学に対する展望の紹介であつた。情報技術の研究開発と文理融合による情報学の深化を通して新しい価値創造の教育研究を目標に掲げている。新しい情報学部は情報文化学部を母体にする自然情報学科、人間・社会情報学科、工学部情報工学系を母体にするコンピュータ科学科の3学科構成である。カリキュラムは情報学部の核になる考え方を表すということか、教育目標についての討論から始まった。情報リテラシーとしてのコンピュータとプログラミングについては、小中学校の情報教育

にまで話が及んだ。情報社会と言われる現在、世の中に、“コンピュータ”が願い事をすると叶えてくれる「魔法の箱」のように漠然と思っている人がいるが、コンピュータがどのような仕組みで動くか、所詮コンピュータは人の書いたプログラムの指示でしか動かない機械であることくらい、誰でも分っていて欲しい。一方、プログラミングは、論理的思考を鍛える良い方法である。数学の証明は紙の上だが、プログラムは、コンピュータ上で動いて、論理的プロセスを実体験できる。コンピュータ科学部のカリキュラムで、論理が大切という“数学系”、現象理解・モデル化が重要という“物理系”が、必修基礎科目の指定で、それぞれ、数学系では論理、アルゴリズム、・・・、物理系では線形代数、確率統計・・・となかなか主張がかみ合わなという話で盛り上がったが、コンピュータ科学科の中でこれでは文理融合は難しいと笑いを誘った。一方、科学史、技術史、の教育も大切との指摘があつた。“情報”というものをどのように考えてきたか、というような思想史も大切である。科学史を知れば、ケプラーの法則の発見に今話題のビッグデータの原点を見ることができるだろう。自分が研究していることを歴史的にも位置づけて意識することは大切である。また“コミュニケーション”の扱いについて話題になり、文系受験生に情報学は「サイエンス&コミュニケーション」と、理系には「情報学はサイエンス&テクノロジー」とアナウンスしているが、コミュニケーションを文系に閉じ込めてしまうのは良くないのではないか。高校の大学受験対策で文系・理系と分けて考えられていて、文系向き、理系向きというのは、どうしようもないところがあるのもわかるが、問題であろう。

## ダイナミックマップ:自動運転システムのための情報基盤

高田 広章(名古屋大学未来社会創造機構情報科学研究科 教授)



最近、自動運転システムが興味を集めている。高度な自動運転システムの実現に必要な情報基盤として、ダイナミックマップが

注目されており、SIP自動走行システムにおいても検討が進められている。この発表では、ダイナミックマップの概要と必要性について述べた後、SIP自動走行と名古屋大学におけるダイナミックマップの研究開発状況を紹介します。また、IoTの情報プ

ラットフォームとしてのダイナミックマップの位置付けについて議論する。

## 【討 議】

自動運転システムは、実用化が近づいているかに思われる激しい開発競争が繰り広げられている。高度の自動運転システム実現するための情報基盤としてダイナミックマップが注目されている。ダイナミックマップは、カーナビのような道路地図情報だけでなく、常に変化している道路状況までも統合し、柔軟に利用できるように組織化した地図情報システムである。ダイナミックマップに統合される情報は、基盤の道路情報、標識、看板、建物など変化はするが比較的安定した情報、道路工事や交通規制の日々変化するが予め知られる情報、さらには交差点で人や車が横断しようとしているような瞬時的情報など、種々の情報を統合する。さらに、統合すべき情報があらかじめ分って固定されているわけではなく、統合すべき新しい情報が出てきたらスムーズに組み込むことができ、また自由にアクセスできることが求められる、言わば、IoTの情報プラットフォームである。プラットフォームの開発はオープンイノベーション型とコンソーシアム型とがある。名古屋大学では講演者の高田氏をリーダーとして数十社とコンソーシアム組んでダイナミックマップの開発を進めている。プラットフォームを握ることはアプリケーションを支配することになる。我が国は、そこそこの技術があり、乱立して競争をしているうちに、欧米にプラットフォームを握ぎられてしまい、歯ざしりを噛む

ことがこれまで往々にしてあった。車でも同じことを繰り返すわけにはいかない。

討論では、ダイナミックマップのデータの集め方と利用の仕方について話が進み、まずは車から、交差点や高速道路などに設置したセンサーからのデータなどがある。データ収集者にその利用がコントロールされるかもしれない。一方公的な利用であれば、警察庁などの公的組織が持っているデータを利用できるかもしれないが、公共の安全のために公開できないデータがあるかもしれない。また、情報の取得方法によっては個人のプライバシーにかかわることもあるかもしれない。実用になると技術的な課題だけでは済まされないだろう。また、ダイナミックマップを運用していくとなれば、データ更新の問題、コスト負担の問題もある。将来ガソリン税に期待できなくなると、ダイナミックマップで情報化された道路の利用に課金するという選択肢もあるかもしれない。自立走行だけなら個別に情報収集をするということもあるのではという疑問、あるいは運転者と交通システム制御とではダイナミックマップを見るビューが異なるだろうが、それをどうするか、またクラウドに構築されたデータにアクセスするには通信の介在は避けられない、データアクセスの容易性、また瞬時性をどう確保するかも課題となろう。これはクエリ言語の設計の問題でもある。ダイナミックにそしてIoT思想をベースにダイナミックマップを構築・運用・利用するためのプラットフォームの構築が期待される。

## 実世界データ循環型音響サービス

武田 一哉(名古屋大学未来社会創造機構/情報科学研究科 教授)

オーディオ技術は、「原音に忠実な再生」から「好みの音で聞ける」技術に向かって進歩しています。様々な音質での音楽再生が可能なとき、一人ひとりの「好み」に合わせて音楽を再生するためには、様々な音楽再生のバリエーションが作り出せると同時に、様々なバリエーションの中から自分に合った音楽再生を「選択できる」ことが必要になり

ます。この、一人一人の好みに合わせた音楽選択が可能になり、選択の結果がインターネット上で共有される時、音楽の楽しみ「共感」や「交換」といった、新しい価値を創造する、実世界データ循環が作り出されると考えています。



我々は、演奏者の位置を自由に配置するとともに、自分の聴取位置を調整し、自分が好む音楽演奏を作り出すことができる、Music Staging AI(下図)を開発しています。

この新しい音楽演奏の楽しみ方を実現するためには、いくつかの基本的な技術が必要となります。まず、基本となるのが、演奏として混合された音をそれぞれの楽器の音に分離する技術、次に分離された個々の楽器の音に空間印象を付与して、特定の方向から聞こえる印象を作り出す技術、さらに、それぞれの楽器の音に合わせて、アバターの演奏の動きを作り出す技術、の3つの技術です。これらの基本的な音響技術は、多面体バフルを用いた集密マイクロホンアレイ技術や、深層学習を用いた音源分離など、名古屋大学で行われた研究成果をベースにしています。

これらの基本的な技術に加えて、楽器の配置を数値化する技術も重要な技術になります。様々な可能性の中から選択された演奏者の配置を「数値化」することで、楽器配置や聴取位置の好みを、ユーザー間で共有することが可能になり、音楽演奏の楽しみを「共感」することが可能になります。

さらに、多様な演奏位置の組み合わせから自分の好みの演奏表現を選択するためには、直感的な操作で、演奏位置を調整することが必要であり、様々な演奏位置のバリエーションを、「並べる」こともまた重要な技術です。

これらの技術を統合する、music staging AIプロジェクトは、第一段階のプロトタイプが開始されたばかりですが、ユーザー生成型のオーディオサービスの新しい形として、今後の発展が期待されます。

## 【設計】

音響空間のインタラクティブな分析合成の研究としてHuman-in-the-loop(HITL)型音響システムの紹介があった。HITLは画像や音声・言語の処理において、人間が処理過程に介入する手法である。介入の仕方はインタラクティブなオンラインシステ

ムのユーザ選択だったり、オフラインでの正解データの教示だったりするが、ここでは基本的には何らかの教師データをあたえるものであると考えてよかろう。もともと音響システムは原音と再生音の一致度を評価関数として設計されてきたところであるが、そこに人間が入ったシステムを考えており、人間の空間印象など個人的なパラメータの定量化を目指しているとの紹介があった。質疑は、分析合成の技術的内容と、HITLの効果・価値に広がった。

まず、音源分離は何chのソースから何chの音源に分離できるかについて技術的な質問があった。1chのソースからでは何らかの正解づけられた学習データがあればよいが、2chあればあとは指定ch数に分けられることを確認した。音源数に対して、指定ch数が少なければ、複数の音源が1chにまとめられる。HITLによる出力ch数の最適化については研究課題になりうるとのことであった。

現在検討中のシステムにおけるHITLは、聴取時間とか、お勧めボタンによる音源評価によるものを想定している。音源評価の空間探索は1次元とか2次元スライダなどGUIによるもので、実時間・インタラクティブ・低自由度の条件で可能なものを想定しているとのことであった。最終的には、HITLの中にあるヒトの一人ひとりをシステムとして挙動を記述して、システム全体の振る舞いを記述する。さらにその個人性のモデル化を目指していることが確認された。

ユーザの評価は、何らかのユーザの評価が、「イイネ」ボタンや聴取時間など明示的・暗黙的に行われているが、評価方法の代替手段がいろいろ考えられそうである。データ収集に使っているダミーヘッドと聴取者の聴覚特性の一致度も議論になるとのことであった。ネットワーク上で大規模に収集できるシステムであることは望ましい条件で、プロファイルの多彩なユーザ層が区別されてデータ収集できると強力なシステムを構築できよう。

サッカーの試合など多視点映像の自動編集(視聴支援)の研究をやっている立場からの質問をな

げかけた。ユーザの評価をどうモデル化して記述するかという問題と類似しており、このフィードバック系のシステム記述はよく整理されたうまい表現である。

ユーザにこのようにインタラクティブに自由に視聴する手段を与えてしまうことが、コンテンツ制作側(アーティストなど)にどのように受け入れられるかの検討はまだ未知数とのこと。プロのアーティストは多彩なトラックダウンの技術を使いこなして、複数音源を数chに落としているので、素人が勝手に聴取点を設定して聞いているものがそのような品質を保証するとは限らないし、そのような聞き方を制作側が許容できるかというのは面白い議論である。インタラクティブアートにお

いて、アーティストは鑑賞者のインタラクションも含めてアート制作(デザイン)をしていることから、インタラクティブ性が前提であれば、それを踏まえて制作側の主題をどうインタラクティブコンテンツに取り込むか、あるいは視聴者の自由度をどう制約できるかということに議論が発展しそうである。Consumer Generated Model(CGM)の浸透も顕著であり、視聴者と制作者の異なる価値観の交錯など、新しい価値観生成につながっていくかもしれないなど、興味深い議論ができた。

## VRとクラウドを活用したニューロリハビリテーションプラットフォーム

稲邑 哲也(情報・システム研究機構 国立情報学研究所 准教授)

交通事故などで突然四肢を失った後に、存在しないはずの四肢が自身の身体の一部として感じられ、さらに痛みを感じるという幻肢痛と呼ばれる症状がある。幻肢痛の療法として、失われた四肢(患側肢)の映像を鏡やCGで作り出し患者がそれを観察する鏡療法・模倣療法が知られている。脳内に存在する主観的な身体表現と、視覚から入力される客観的な身体像の間のギャップが痛みの原因として考えられている。そのため鏡の映像が有効であると経験則的に分かっているものの、この療法の効果がない患者も多く存在する。この原因として考えられている要因の一つが、脳の適用性により主観的な患側肢の長さが変化するテレスコーピングと呼ばれる現象である。そこで、VR技術を活用し、健側肢とは異なる主観的な四肢感覚に合致するアバターをCGで再現し、健側肢の運動から患側肢の運動をリアルタイムに合成するシステムを構築した。

現在は幻肢痛患者による臨床実験の準備段階ではあるため、健常者による被験者実験を通じ、本手

法が脳内身体表現の変容におよぼす効果について検証した。具体的には、通常より長い腕/短い腕を持つアバターを用意し、それらの異なる長さの腕が、被験者の動作と同期して同じように動くような仮想環境を用意し、三次元HMDでアバターにログインしながら自身の運動を観察するタスクを課した。その運動観察の後、視覚情報をシャットアウトした状態で、自身の指先がどの位置にあるかを差し示してもらったところ、仮想環境の腕の長さに応じて主観的な指先の位置が変動することを確認した。これにより、構築したシステムが十分に脳内身体表現に影響を及ぼすことが確認された。



さらに、VR視覚入力に対する患者の反応運動を観測し、クラウドで管理するシステムを開発し、リハビリの臨床の場を繋ぐプラットフォーム構築を展開した。これにより、リハビリのビッグデータを構築し、脳内身体表現モデルの構築を目指すアプローチについて述べた。

四肢を無くした人に起きる幻肢痛の症状を治療するための模擬療法としてVRを用いる方法の提案と、準備段階として健常者におけるアバター映像の記憶(脳内身体表現)への影響について確認できたことの報告があった。

まず、実験の条件について専門的な確認があった。たとえば実験の条件において手の長さが半分とか2倍などある意味極端なケースでの実験において影響が観察されていることが確認された。

このような目的では、被験者の意図やゴールに対する行動の関係が重要であるが、現状では意図をある程度無視した観察と分析をしているとのことであった。リハビリプログラムを考える上では意図などを考慮することは重要な観点であると結論づけられた。

身体意識を活用したリハビリに向けた手法に関して、デコーディングにどのような手法を使っているかとの質問で、具体的にはfMRIとのことであった。fMRIで十分に細かい時定数の観察はできるかという質問があり、観察系としてそれを使う限りはそのような刺激を考えないといけないとの指摘がなされた。

次に、幻肢痛における痛みの種類は何か、つまりメンタルなものかフィジカルなものかという質問があった。それに対して、医者によればそれらは混在しているが、典型的なものはハサミできりとられるとか火であぶられるようなフィジカルな痛みとのことであった。その痛んでいるときの脳イメージングはあるか？フィジカルかメンタルかの区別は報告されているかどうか？痛みがメンタルな部位に移行することもあり得るのではないかなどいくつかの疑問が投げかけられたが、まだトライしていないとのことであり、今後が期待される。

sense of agencyとsense of ownershipに着目しているが、これらが無いことの不都合はなんだろうかということに話題が展開した。四肢に対するownershipがないと、そこに興味がおきないとか注意が行かないので「半身無視」の症状ともいわ

れ、その部位を洗わないなどの日常的な不便があることが紹介された。また、agencyが無いことの不都合は麻痺患者にはないが、統合失調症の人は低いといわれている。そしてそういうひとのagencyを上げるにはどうすればよいかという議論がある。まずは、モデリングすることが重要で、agencyの高い状態とはどういう状態なのかを明らかにする必要がある。

運動主体感について、300msくらいの時間遅れ(行動から視覚認知の遅れ)は同一視できると従来研究で確認されているところであるが、いまのシステムはセンシングからクラウドシステムでの分析、表示まで頑張って作って120msできているので、リハビリシステムとしての最低限の条件は満たしていると考えとのこと。赤ちゃんは連続して自分の運動を見ているという条件で、自分の手を2秒の遅延でも発見できるという研究結果の紹介が浅田先生からあった。沢山の白手袋の手が映っている映像の中であるが、自己の動作と観察の遅れを同一視できるということである。運動の有無の違いがあるが興味深い指摘である。

最後に、運動選手のイメージトレーニングの状況と類似していると言っているかという質問に対して、非常に関連していると思うが、個々での研究は痛みに関心しているのか、確定的なことはいえないとの回答であった。また、幻失の患者はパラエティがある。すぐに解除されるひともそうでない人もいる。義手をつけるとかつけていないときのモード切替を、手を失った人が自由自在にできるようになるのか、非常に興味ある話題であるたとえば靴を履くとか脱いだとか健康人は不自由なくagencyやownershipを拡張したり取り外したり出来ている。それと同じことが義手でもできるようになるだろうかという、身近でかつ奥の深い質問でこの話題を閉じた。発達科学・脳科学は未知の領域がまだまだ広がっていることを再確認することになった。



人は人から大きな影響を受け、誰でも常にすでに影響を与えています。しぐさが似てしまうことや、あくびがうつってしまう

こと、目の前の人ケガをされると自分も痛く感じるなど人と人の関係には自動的に起きてると思えるようなことがたくさんあります。その基盤は自動的な共感です。目の前の人ケガをされると自分も痛く感じるように身体性の共感伝染するかのよう自動的に生じます。共感、他人の感情や気持ちを理解し、共有する能力です。自分が経験したことのない行動や感情も理解出来ます。我々は、痛みを想像するような写真を用いて、人だけでなくロボットに対しても身体性の共感が生じることを脳波計測によって明らかにしました(Suzuki, Galli, Ikeda, Itakura, and Kitazaki, SciRep 2015)。ただし、脳波成分の一部には人とロボットとで違いがあり、それは他者の立場に立つことに関する部分であり、人がロボットの立場に立ち難いせいではないかと考察されました。

動物も争いに負けた個体に寄り添って慰めるようなしぐさをします。これは同情と呼ばれます。我々は、攻撃したり攻撃されたりする幾何学図形の動画を用いて、言葉を話す前の10ヶ月齢の赤ちゃんも被攻撃側に接近し、同情を示すことを発見しました(Kanakogi, Okumura, Inoue, Kitazaki, and Itakura, PLoS One 2013)。このことから、同情のような向社会性が生まれつき備わっている可能性が議論されています。

人は資産を配分するときに多少効率が犠牲になっても平等に配分しようとする傾向があります。これを不平等回避の傾向といいます。我々は、人に対してのみならず簡単な図形からなるバーチャルなキャラクタに対してもほぼ同様の不平等回避が生じることを行動経済学的手法を用いた心理実験で示しました(Hyodo, Itakura, and Kitazaki, ICAICTA 2015)。

このように人の向社会性に関する研究は、哲学や社会学の領域のみならず心理学、発達科学、比較行動学、認知神経科学のような基礎科学の研究領域で現在盛んに行われています。今後は人工知能やロボットが社会に普及し、Society5.0とも呼ばれる社会が到来するとも言われています。そういう社会において、私たち人間が人だけでない様々な他者(動物、ロボット、人工知能のエージェントなど)に対してどのような心情を持ち、行為をし、社会的インタラクションをするのかを知っておくのは大切なことであり、早急に、しかし息の長い研究が求められています。

### 【討 議】

人には、共感、同情、公平感などの社会的認知能力が認められる。人が痛みを受けている映像を見て自分も痛みを感じる。攻撃を受けている弱者に同情する。不公平な扱いに不快になる。人は、ロボットに対しても、共感したり、同情したり、公平という意識を持ったりするのだろうか。痛み刺激の観察と脳波測定を通して得られた興味深い結果のプレゼンテーションであった。

写真で痛み刺激を与えたときに被験者の脳波の反応が、刺激後、早期の70msあたりと後期の400msあたりで強くなる。後期の反応は、痛み刺激の与える写真の人が被験者に近親感あれば大きく、そうでなければ小さくなるが、前期の反応は変わらないという。このことから前期の反応は生得的、あるいは進化的特性に基づく反応で、後期の反応は意識的なものであると考えられる。実験では、痛み刺激を、人とロボットの手を鉗で傷つける動作、傷つけない動作の4通りの写真を提示して、被験者の嫌悪感の観察と脳波の測定をすると、人とロボットに対する反応はほぼ同じであり、ロボットに対しても痛みを共感することが認められる。さらに、VR(バーチャルリアリティ)を利用して被験者の手(アバター)と、被験者とは別人の手、また、ロボットの手を同じ空間内に提示して、上と同様の

実験をすると早期成分では、人に対する反応もロボットに対するのも同じであるが、後期成分に関しては人に対する共感のほうがロボットに対するより高くなることが観察される。このことから相手の立場への視点移動が人に対するよりロボットに対する方が難しいことを意味していると考えられるという。脳波の反応で、早期の反応は無意識的で後期の反応は意識的なものであるというのは、興味深い結果論的な結論であるように思えるので、そのことを直接的に示すことができる実験ができると良いのだが、すぐには難しそう。

人ではなく人工的な対象に対しても同情の感覚を持つことを、乳児の攻撃される玩具のブロックに示す選好性や大人でも画面上のキャラクターの同様の状況で示す好感度の心理実験から、また分配行動における平等感と効率と対比しながら行動の観察から、人間の本性の中にロボットに対して

も同情感、平等感を持つことが認められるという。

さらには、人がロボットに抱く感情の議論から、人工知能と人の共生の課題にも話が及んだ。人工知能学会が倫理綱領で「人の尊厳を害さない人工知能」と言っているが、それでは物足りない。内閣府に「人工知能技術戦略会議」が設けられ、人工知能技術開発研究を総務省・文部科学省・経済産業省の3省合同で推進している。その下に「人工知能と人間社会に関する懇談会」も設置されいろいろ議論されている。これから、もっと人と機械、ロボット、人工知能との共生の課題が重要になると言うことか。

## 神経ダイナミクスから社会的相互作用に至る構成的発達科学に向けて

浅田 稔(大阪大学大学院工学研究科知能・機能創成工学 教授)



本講演では、講演者が過去20年間提唱し、推進してきた認知発達ロボティクスを再考し、神経ダイナミクスから社会的相互作用に至る過程の理解と構築を通じた構成的発達科学に向けての試みを紹介した。本題前のプロローグとして、レオナルド・ダ・ヴィンチアンドロイドをその趣旨とともにビデオで紹介した。

また、K-フォーラムの一番最初からお世話頂いているロボカップの今年のドイツ・ライプチヒ市で開催された世界大会のダイジェストをビデオで紹介した。本題では、まず、人工知能、深層学習の話題に触れ、未来社会の構図として「ロボットの脅威」という書籍を題材に、人工エージェントの心的側面の実現の重要性を指摘した。すなわち、ロボットのMINDの設計論である。MINDのあり方として、通常の定型発達の「心」に対し、こどもや未発達

の「こころ」、そして人工物の心(こころ)もどきとしての「ココロ」を規定し、ココロの設計のための、人間の胚、胎児、新生児の発達過程を神経科学、発達心理学の観点から概観した。そして、認知発達ロボティクスの必要性を説き、その核となる身体性や社会的相互作用の概念を紹介した。また、自他認知の発達の段階を示し、ロボットの場合の設計構造を示した。これらは、構成的発達科学の背景である。

次に、最も基本的な神経学的構造として、脳を複雑系ネットワークとして模擬し、その解剖学的構造をベースに相互作用を通じた情報ネットワークの創発を紹介した。シリアルリンク構造のヘビのような単純な身体を想定し、平面上の動きを脳神経系・筋骨格系・環境の三つどもえの相互作用を通して、創発された行動を分類し、その裏にあるネットワーク構造を解析した。大まかには、安定した行動と不安定な行動に分かれ、前者は、多くのサブネットワークが疎に結合し、環境とも弱い結合が



観られたのに対し、後者では、ごく少数のサブネットが活発に活動し、環境とも強い結合が観られた。統合情報理論の観点からは、後者が前者よりも統合情報量が大きいと察せられ、最も根源的な意識(後者)・無意識(前者)の状態に対応するのではないかと推測した。

発達心理学の知見である直感的親行動に基づき、共感発達モデルを提案し、シミュレーション実験により情動空間の再分化の様子や共感行動のデモを示し、神経科学との繋がりや、さらには、Still Faceパラダイムに拡張し、relatednessという社会性指標の変化を示し、それらの状態やその変化が先の根源的な意識・無意識状態と対応可能かという仮説を立て、その検証を将来課題とした。最後に、ロボットなどを用いて、社会脳のありかたを示唆するfMRI実験の結果等を示し、構成的発達科学の意義を議論した。

## 【討 議】

ダヴィンチ・プロジェクト、ロボカップなどから始まった120枚に及ぶスライドで、最近の人工知能、認知科学、心理学、脳科学の話題から、認知発達ロボティクス、構成的発達科学に及ぶ興味深いトークであった。

人は、生まれる前から胎内で盛んに動き、生まれればすぐに手足を動かし、じきに寝返り、ハイハイと、1年もたてば立ち歩き、やがて会話をするようになる。そうして生態的自己、对人的自己、社会的自己を獲得して成長する。今のところ、新生児発達でさえ、そのままにロボットを成長させることができるかと言えば難しい。しかし、基礎的ニューロ構造から出発して、身体性、機能分化、社会性などの影響を組み込んで考え、さらに、学習方法を工夫発展させて、人の認知発達のプロセスを辿ることのできるロボットを創るという認知ロボティクスの可能性を展望する。認知ロボティクスは、発達科学を構成的に構築することを可能にする。認知ロボティクスは、設計理論としては、「計算機シミュレーションや実ロボットなどの構成的手法

を用いた認知的課題へのアプローチであること」を、発達の側面では「事前に与えるのではなく、可能な限り学習や発達による認知機能の獲得であること」を、そして発達科学や認知科学の視点からは「人間の行動や心の研究をするための道具であり刺激であること」を意味する。

こうして、ロボットにココロ(ロボットの心)を創るといふ。とすれば、ココロに意識は伴うのか、ということになるが、意識は、複雑系システムであるネットワークの状態として表現可能であると考えているとのこと。意識があるか、ないかを議論するのに統合情報理論をTononiらが提唱して話題になっているが、それは意識状態、無意識状態を判別するための情報量を定義したに過ぎない。認知ロボティクスによって創られる人工意識は、人間の脳を扱うのと違って、切ったり貼ったり自在である。人工意識は、心理学、認知科学、神経科学と一緒に「人間の意識」のサイエンスを可能にすると期待している。一方、生理学的な意味での意識、人の脳ということになれば、遺伝的な要因も、人が育つ環境という社会的要因もその他多くの要因が関わるであろうから、問題はますます難しくなるというのは当然であろう。

人がロボットをいじめる様子を観察する実験もあるという。ココロを持ったロボットには、人はより強く共感や同情の感情を催すだろう。最近ロボットの発達が人類の脅威であると主張するテキストもあるが、ロボットと共生する未来社会を描きたい。技術は、まだまだである。ロボカップも第1回と比べると二本足で立ってボールを蹴るなど年々に進歩しているが、ジャンプするどころか走ることさえままならない。ココロを持ったロボットが協調して戦う、相手を見て作戦を立てる、など課題は数えきれない。

前田 英作(NTTコミュニケーション科学基礎研究所 所長)



技術革新そのものがイノベーションであった蒸気機関や活版印刷機などの機械技術と比べると、情報技術は少し特殊な位置にあります。ある製品やサービスを指して、イノベーションが起きたと世の人は言うけれど、そして情報技術も使われているはずだけれど、情報技術の重要性が世の中の人に伝わっていないと、情報の専門家は嘆きます。それが、「情報技術の「見えない」イノベーション」です。

Googleの検索エンジンやAppleのiPhoneを日常的に利用はしているけれど、そうした製品やサービスの根幹をなしている情報技術が何であるのかを的確に語ることは必ずしも容易ではありません。世の中を騒がせたiPS細胞(人工多能性幹細胞)や音楽のあり方を変えたとも言われる初音ミクの裏側で情報技術がどのような役割を果たしているのか、一般の人は知らないことが多いでしょう。日々生まれる新しい製品やサービスが私たちの生活に大きな影響を与え、イノベーションが起きているにもかかわらず、それに貢献している情報技術が見えていないのです。

一方、製品やサービスに直接、あるいはすぐには反映されないところで、情報技術の各分野で何年かに一度大きな技術革新が起きています。ところが、情報技術のさらにその中の関連分野の専門家しかそのことに気がついていません。それが、情報技術の「見えないイノベーション」です。例えば、近年、衆議院議会録作成システムなど様々な実用サービスに音声認識技術が使われるようになりました。これは、2003年に重み付き有限状態トランスデューサ(WFST)を音声認識に導入し、200万語彙という超大語彙の音声認識を実現したことが大きな契機となっています。こうした情報技術の「見えないイノベーション」を「いち早く」掴むことが、研

究開発においてもサービス開発においてもマーケット開拓においても成功の鍵になることは言うまでもありません。

では、こうした「見えないイノベーション」は基礎研究の中から、いつ、どのようにして生まれてくるのでしょうか。些細な発想の転換や問題の発見が新しい研究の種になります。ふとした気づきの瞬間です。種を播き、水をやるとしばらくして芽が出てくるものがあります、さらに、肥料と陽の光を与えるといずれ論文や特許として花が咲きます。やがて花は果実となり、摘み取ることができるようになります。この種を播き樹木(き)を育て果実(み)を摘むまで(Phase1)が基礎研究の根幹をなす最も重要な過程です。立派な花が咲いても実をつけなければ意味がありません。また、水や肥料をふんだんにやりさえすれば立派な実がなるというわけでもありません。多様な果実を貯えると同時に、果実から新たな種を採り、再び播くことによって技術のさらなる進化を促します。

基礎研究の使命と価値は、リスクを怖れずに困難な課題に挑むことにあります。そのため、その課題がいつ解けるのかを予測することが専門家でさえできません。これが、Phase1における最大の問題です。そして、果実が人々の口に入ってはじめて滋養となるように、研究成果も技術として使われてこそ価値を持ちます。NTT研究所における基礎研究の成功例を分析してみると、種を播いてから10年以上の時間を要しているものが多いこと、実がなってから食卓に出るまで(Phase2)の時間も多様であることがわかります。技術が完成しても時代のニーズに合わなければ使われることはありません。その技術の「時代」がいつ来るのか、それを予想することも多くの場合困難です。これがPhase2における最大の問題です。その時が来るまで技術

プールを維持し守るとともに、時が来たときにすぐに世に出せる体制を整えておかなければなりません。

21世紀に入って、私たちの生活を取り巻く情報環境の変化は激しさを増しており、Phase2と製品やサービスが市場を席卷するPhase3はスピードが勝負になっています。基礎研究においても、その取り組む課題の選択が時代とともに在るとともに、時代のスピード感に合わせた市場導入への貢献が求められています。NTTが他業種企業と連携したCo-Innovationによる新たな市場創出を目指している中、基礎研究の価値と研究成果への期待はむしろ大きくなっていると言えるでしょう。基礎研究から生まれる研究成果の一つ一つがイノベーションの貴重な種であり、それらは「時代」の到来を待っていると言えます。

#### 【評議】

最近ではスマートフォンやグーグル検索を見れば情報技術が社会を変えたイノベーションを引き起こしたとは分かるが、産業革命の蒸気機関のように、一般に情報技術が見えないとよく言われる。確かに、スマートフォンは電話の発展した道具としかみられないかもしれない。グーグル検索も検索機械と見えてもそれを支える技術は顕在的には見えない。イノベーションを起こした情報技術は本当に見えないのかを問い直し、NTTコミュニケーション科学基礎研究所長の視点からの基礎研究推進についての興味深いトークであった。研究開発の辿ってきた道を振り返ってみると、“情報技術の見えない”イノベーションではなく、情報技術の“見えないイノベーション”が見えてくる。研究開発のプロセスは、アイデアと基礎研究から論文、特許、プロトタイプという成果の段階をへて技術開発の段階までのフェーズ1、開発技術から製品開発までのフェーズ2、そして製品開発から市場、サービスに至るフェーズ3と、3つのフェーズに分けて捉えられる。イノベーションを起こした技

術のルーツこそ情報技術の“見えないイノベーション”である。それを見るには、アイデアと基礎研究が大切である。2011年に衆議院の新速記システムが本格運用された。これは、巨大語彙を認識できる音声認識技術があつて初めて可能になった。それを可能にした技術のイノベーションは、2003年に重み付き有限状態トランスデューサーを用いて100万に及ぶ語彙の音声認識を可能にした研究成果であることがわかる。このように見れば、情報技術のイノベーションは分かるはず、その技術が何をもたらしてくれるか予測も可能という。“AI関連技術の現状と今後”として、次のように、締めくくられた。AI関連技術によって実現できていることは30年前に予見できた。コンセプト、技術の潜在的可能性を見れば、実現時期に不確定性はあるが、5~10年後も予見できるはず。

我が国の情報関連産業を盛り上げるには、優れた研究者を育てるには、と大学、研究所などの立場から賑やかな討論であった。我が国の情報サービスの現状はちょっと寂しい気がする。技術があれば良いというのではなく、イノベーションを実現しベンチャーを成功させるには、いざというときに使える武器になる強い技術力、基礎的な力を持っていることが必要である。例えば、深層学習の技術が出てきたときに、それを使ってあれができました、これができました、というだけではつまらない。応用研究では競争下にある中でトップの成果が求められる。困難な課題が出てきたときには、それを原理に戻って解決する力が求められる。数理学の素養も、じっくりと問題に向き合う力も必要だ。新技術を育て市場に出すには、ベンチャーが新技術を開発し、それを大企業が育てるような社会の雰囲気ができる方が良い。最近のすぐ成果の出る研究に目がいく傾向への反省と共に基礎研究力を育てることが重要であるとの思いを改めて強くした。

人工知能技術が長足の進歩を遂げ、チェス、将棋、囲碁において人を凌駕し、自動運転の実用化も近づいたことで、技術的特異点まで議論されるようになってきた。その中で人工知能のフロンティアと考えられるのは、人の感情の扱いと小説や音楽などの創造行為である。人工知能による小説の著作や Google による自動作曲が話題になっているが、創作の種は人が仕込んできた。その自動化には、創作物を受容した人の反応、すなわち、感情を測定することが必要である。さらに、新たな創造物に対する人の反応を予測せねばならない。これらを行うため、音楽を対象とした感情の測定技術と予測技術、それらをベースにした自動作曲について論じた。

このシステムを「構成的適応インタフェース、英語名を CAUI (Constructive Adaptive User Interfaces) と呼んでいる。1993年の物真似による編曲から研究を開始し、音楽の認知モデルを研究し、認知モデルに基づく編曲について、IJCAI1997で発表した。その後、作曲も行うようにしたものをAAAI2002で発表し、デモも行った。2007年には、脳波計と組み合わせたシステムを試作し、ケンブリッジでのSGAI会議で発表している。最近、阪大COIの一環として研究を続けている。

まず、大事なものは、音楽の認知モデルを得ることで、意味差分(SD)法によるアンケートを長らく用いていた。最近、東京都市大学の太谷教授と共に、コンサート会場でのアンケート調査にまで発展している。アンケートを詳しく取ろうとすると、ユーザに負担がかかるのが難点である。

各種生体センサを用いることも有望で、脳波、心拍を測定した研究を紹介した。Russell は、感情を覚醒度(Arousal)と快-不快の二軸から成る平面で表すことを提案している。その平面上で、SD法などで使われる形容詞が、円環状に配置される。心拍や皮膚抵抗で覚醒度が分かり、脳波で快-不快が分かる

という結果が報告されている。

以上のようにして得られた音楽の認知モデルを用いて、曲の評価が得られる。ユーザの希望する評価の曲が得られるように、作曲を行いたい。そのため、遺伝アルゴリズムの適応度関数として、評価値を用いることで、曲の空間を探索する手法について、述べた。

応用としては、フォークデュオ「ワライナキ」との共作や、MIDIのクリエイタとのコラボも行っている。これらの音楽専門家とのコラボにより、本格的な音楽にアプローチしている。

### 【討 議】

AIの最後のフロンティアの一つに創造性があるが、自動生成したコンテンツに対する受容者の感情測定をしたり予測をしたいという研究課題がある。この発表では、音楽を対象として感情の測定・予測技術とそれを基にした自動作曲の研究の紹介があった。

まず、自動作曲のアルゴリズムについて詳細を確認する質問があった。コード進行から楽譜(メロディ)を作るところは、musicgeneratorがやっており、コードの和音の音から音階の上下を与えてメロディを構成しているとのこと。

現状で、和音だけでも感性評価が結構できている。メロディがあると評価が多少上がるが、ピアノ譜をみても和音進行が重点的なものが作曲されている。また、楽器を変えると印象が変わると思うが、その方が評価・操作しやすいのではという質問があった。それに対しては確かにその通りで、いまは楽器は一旦固定しているが、今後変えていく予定であることが確認された。



次に処理速度についても質問が及び、GAによる作曲がリアルタイムでできるのか問われた。GAの処理並列化は容易なので、全組合せのごく1部のみ探索している(調べていないが0.1%とかか)ことで、デモで紹介した8小節くらいの作曲は、10秒くらいで処理できる。また、基本となるコード進行については、3コード、2コードなどを対象に生成している。メジャーコードの3音だけでなく、4音目、5音目などを含むコードのバリエーションはつかっていることが確認された。

ユーザの感情反応のモデル化について確認の質問があり、いまはラッセルの感情円環において4クラス(4象限)に分割しているとのことであった。もう少し大きいユーザのクラスターも出来ていることは確認しているし、SD法では形容詞が数レベル

分けでできている。脳波信号と感情評価とが直接関連づけるようにしている。脳波と受容者評価の二本立てでモデル化をしているが、最終的なゴールはどうなっているか質問があった。将来的には生体信号だけでできればよいが個人差が大きいので、ユーザのアノテーションなど気楽にとれるものがあれば、併用しながら評価する方針であることが確認された。

最後に作曲における曲調のルールが知識として抽出できているか質問があり、形式化はできつつあり、そのルールを使ってGAで作曲できているという処理ループができていることが確認された。

## 情報技術と人間の変容

久木田 水生(名古屋大学情報科学研究科 准教授)

テクノロジーは人間と世界との間の「媒介」である。人間はテクノロジーを介して世界を知覚、認識、解釈し、そしてテクノロジーを介して世界に働きかける。この意味では、テクノロジーは私たちの認識能力・行動能力の一部である。だとすればテクノロジーが変化するということは私たちの世界認識の仕方が変わるということであり、そして私たちの世界への働きかけ方が変わるということである。一言で言うとそれは私たちにとって「世界とは何か」を変化させるのである。

近年の情報技術の急激な発展は、私たちと私たちの環境世界(およびそこに含まれる様々な対象)との関係を劇的に変える可能性を持っている。これまで私たちが環境世界の中でより良く行動するためには、世界やそこに含まれる対象についてより多くの情報を手に入れることが必要だった。世界と対象を「よりよく知る」ことがこの世界の中でその対象に対して「より良く振舞う」ことを可能にしていたのである。しかし情報技術の発達、情報

の収集、計算・処理、そして行動へのアウトプットに至る流れにおいて人間が直接的に関与する必要を減少させている。その結果として、私たちは世界と対象についてより乏しい知識しか持たなくても、世界においてより効率的に行動することができるのである。



環境世界に含まれる私たちと共に生きる他者について考える時、このことは重要な意味を持つ。情報技術の発達によって私たちは他者について従来ほど多くのことを知ることなしに他者と効率的にコミュニケーションをとり、効率的に相互作用することができる。しかしその時、私たちと他者との心理的距離は大きく広がってしまう。このことは重要な倫理的含意を持つ。というのも様々な研究によって他者との間の心理的距離が道徳的感情、判断、行為に影響を与えるということが分かっているからである。一般に心理的距離は他者への

共感を減少させ、より「合理的に」行動することを可能にするのである。

本発表では、近年の情報技術の発展が人と人とのコミュニケーションの在り方、他者との付き合い方をどのように変えており、そのことがどのような問題を生じさせているかということ、具体的な例を参照しながら論じる。

### 【新 境】

媒介としてのテクノロジーの視点から、すなわち、テクノロジーは環境の認知、環境への行為を担うという見方から、ITCの発展は、自分と対象との心理的、物理的距離を際限なく広げる可能性を持つと言う。“ICTが変容させる自己”、“ICTが揺るがす人間の地位”、“ICTが変容させる「他者」”、“ICTが変容させる「法」、「倫理」”とテーマを設け、ICTの急速な発展が哲学や倫理に突き付けている課題の興味深い紹介とともに、結論として次のように結ばれた。

「人間の身体や精神は、小さな集団で狩猟採集して生きるような環境に適応してきた。現代の社会システムや法、倫理などの多くは近代の産業社会に適応してできている。ICTの発展は、これらの中に様々な摩擦や軋轢をもたらす可能性が高い。個人や社会に対するインパクトは甚大で広範かつ予想が困難である。問題が起こった時に素早く対応できる柔軟な体制を準備しておく必要がある。そのような体制は多数のステークホルダーによる科学的に正確な知識に基づいた議論を含むものでなければならない。」

討論に入って、「ICTは自分と対象との距離を広げるとの主張であったが、それは逆であって距離を狭めるのではないかと質問があり、「遠隔操作でロボット兵器を使う兵士は人を殺すという心理的負担から遠くなっているのではないかと」という意見も、「スマートフォンで会話できることによって遠隔地にいる人と近くにいるという感覚を持つのでは」という意見もあった。ICTが対象との心理的距離感を変える、価値観を変える、あるいは心理

的感覚の質的变化をもたらす、これらの可能性も考えていく必要があるのだろう。ロボットのペロ、ペッパーに癒しを感じ、一方では、無人の自立型ロボット兵器が人の死への臨場感を遠ざける。これらをどのように考えるのかが議論になる。無人運転の自動車事故が止む得ない事故として受け入れられるのか、パソコンが論文編集集中におかしくなった時に責任を誰かに求めるわけにいかないと納得するのと同じように。

コペルニクスの地動説、ダーウィンの進化論、フロイトの無意識の理論が人類に対する考えを大きく変えたように、ICTの発展によって、人の地位に対する評価の変化、またモノ、コトに対する価値観の変化、新しい価値創造や心理的感覚の質的变化がもたらされるのではないかと、この思いが及ぶ。

(文責:【大要】は講演者自身による。

【新 境】は実行委員会(稲垣氏、間瀬氏)による)

## 「第13回 理事会」開催

平成28年5月20日(金)16:30より、キャッスルプラザにて、第13回理事会が開催されました。

今回の理事会は、

- ① 平成27年度 事業報告書及び決算書類の承認の件
- ② 平成28年度 基本財産指定承認の件
- ③ 選考委員任期満了に伴う選任(再任)の件
- ④ 相談役任期満了に伴う再任の件
- ⑤ 第13回評議員会(定時)の日時及び場所並びに目的である事項決定の件
  - ・平成27年度 事業報告書及び決算書類の承認の件
  - ・平成28年度 基本財産指定の件
  - ・理事任期満了に伴う理事選任の件
  - ・第13回理事会の報告



会議の様子

が審議され、いずれの議案も原案通り承認可決されました。

## 「第13回 定時 評議員会」開催

平成28年6月7日(火)16:00より、キャッスルプラザにて、第13回定時評議員会が開催されました。

今回の評議員会は、

- ① 平成27年度 事業報告書及び決算書類の承認の件
- ② 平成28年度 基本財産指定の件
- ③ 理事任期満了に伴う理事選任の件

が審議され、いずれの議案も原案通り承認可決されました。

また、先立って行われました理事会の決議内容について報告を行いました。



会議の様子

## 「第3回 臨時理事会」開催

平成28年6月7日(火)17:00より、キャッスルプラザにて、第3回臨時理事会が開催されました。

今回の臨時理事会は、

- ① 役付理事選定の件
- ② 代表理事選定の件
- ③ 本財団保有の株式の発行会社の株主総会の議決権行使の承認及び議案の賛否の件
- ④ 選考委員増員の件

が審議され、いずれの議案も原案通り承認可決されました。



会議の様子

## 訃報

平成28年12月5日 当財団選考委員 名古屋大学・中京大学名誉教授  
福村 晃夫氏 享年92歳で永眠されました。

心から哀悼の意を表すとともに謹んでご冥福をお祈り申し上げます。

# 動き

## ☆事務局日誌より☆

### 平成28年

4.1

新年度発足

4.15

監査役より第20期(平成27年度)の  
監査報告書を理事長に提出

5.11

平成28年度助成金に対する「応募要領」を  
各大学関連学部、研究機関、高専等に発送

5.20

ホームページに公募を掲載

5.20

第13回理事会を開催

6.1

平成28年度助成金交付申請受付開始  
(研究助成、フォーラム・シンポジウム等開催助成)  
募集期間：平成28年6月1(水)～8月31日(水)

6.7

第13回定時評議員会開催

6.7

第3回臨時理事会開催

6.13

内閣府へ業務報告書、財務諸表等報告

6.22

K通信39号発行・発送

8.29～31

第16回Kフォーラム開催

「ざっくばらんフォーラム  
情報学からの価値創造」

8.31

平成28年度助成金交付申請受付締切  
応募総件数：187件

10.22

選考委員会開催  
キャッスルプラザ

## CONTENTS

◇ 東海情報通信懇談会会長表彰	1
◇ 平成28年度助成事業報告	1
◇ 第16回Kフォーラム開催	4
◇ 第13回理事会開催	23
◇ 第13回評議員会開催	23
◇ 第3回臨時理事会開催	23