

学生フォーラム

第90回 銅谷賢治教授インタビュー

「人工知能と脳科学：自分が何かやってみたときの最初の感動を忘れずに」

第88回の学生フォーラムではトロント大学のRichard Zemel教授にインタビューを行い、最近の深層学習ブームの発祥の地であるトロント大学からみた、機械学習研究の現状と最新の動向などについてお伺いしました。Zemel教授からは計算論的神経科学についての文脈で銅谷賢治教授の名前があがっていましたが、今回、銅谷先生が主宰された新学術領域の若手サマースクールに参加した機会にお話を伺うことができました。同学術領域研究「人工知能と脳科学の対照と融合」を踏まえながら、銅谷先生の研究に対する考え方や若手へのアドバイスを伺います。

新学術領域研究「人工知能と脳科学の対照と融合」若手サマースクールとは

人工知能と脳科学の研究者の対話と共同作業を深化させることで新展開を生み出すために、銅谷先生率いる新学術領域「人工知能と脳科学の対照と融合」が発足しました。同若手サマースクールでは、両者を融合した研究の新展開を担う人材育成を目指し、人工知能と脳科学の第一線で活躍する研究者による講義とデモンストレーションが行われました。2017年8月2日(水)～8月4日(金)にかけて25名程度の大学院生、ポストドクター、大学院進学を考えている学部学生が理化学研究所脳科学総合研究センターに集まりました。当日の講義資料は領域のWebサイトからも閲覧できます。<http://www.brain-ai.jp/>

——最初に、銅谷先生の現在のご興味と、そこに至るまでのお話を伺えますか。

学生時代は脳に興味があり、自分で学習して動くロボットをつくるというところからスタートしました。今でいう強化学習のようなアルゴリズムを自分なりに考えて、ロボットを動かしているうちに、人間や動物の脳の学習はどうなっているんだろうと不思議になってきて、人工ニューラルネットワークの学習アルゴリズムで学位を取った後に、カリフォルニア大学サンディエゴ校(UCSD)の生物学科にポストドクとして行きました。そこはロボスターの神経回路の研究室で、いきなり知能などの高度な話をするよりも、なるべくシンプルな神経系から始めるほうがよいだろうと考えて選びました。ロボスターの神経回路は再現性があって実験がしやすい一方で、学習の仕組みを調べるにはあまり適していない。そ

こで、もう少し「学習」する神経回路の研究をしたいと思い、UCSDの隣のソーク研究所で「コネクショニスト」と呼ばれ、バックプロップやボルツマンマシンを使って脳のデータをモデル化する研究のリーダー的存在だったSejnowski教授のラボに移ることにしました。ちょうどその頃、カリフォルニア工科大学で鳥の歌の学習の研究のパイオニアであるMark Konishi先生(小西正一教授)のポストドクだったDavid Perkelさんがセミナーに来て、これは面白いなと思って鳥の歌の学習の神経回路モデルを次の研究テーマにしました。当時の最新の解剖学や生物学の知見に沿ってつくったモデルは最近でもまだフォローされているのですが、歌い方の学習をドーパミンや強化学習の仕組みで説明するものでした。

アメリカで次のポジションを探しているときに、当時はスキー場で開かれていたNIPSワークショップの会場で川人光男先生にお会いし、ATRという国際的で自由な研究のできる新しい研究所に来ないかと誘いを受け、日本に戻ることにしました。日本では彦坂興秀先生や木村 實先生など、大脳基底核について先進的な研究をされている方と出会うことができ、強化学習が大脳基底核を中心とした回路で行われているのではないかと、という仮説に基づき研究を始めました。もともとは運動スキルの学習に興味があったのですが、複雑な運動で脳機能を探るとするのは難しい。そこで強化学習をどんどんシンプルにしていったら、結局は二者択一課題になってしまった。巷では意思決定は高尚な研究と思っている人もいますが、僕自身は一番つまらない強化学習と考えています。

しかし意思決定研究ブームの勢いもあって、モデルフリーの強化学習についてはいろいろなことがわかってきたけれども、人間の実際の生活の中で本当のモデルフリーで学習する行動は何かという結構探るのが難しい。例えば水泳を知らない人を海に投げ込んで、溺れないで上がってきたらモデルフリーの強化学習ができたということになるけれど、普通は溺れないようにまず泳ぎ方を教わりますよね。川人先生のグループにいたので、小脳の内部モデル仮説みたいなものに親しみがあって、内部モデルと強化学習を組み合わせていくと面白いことができるだろう、ということで最近は「脳内シミュレーション」の研究に力を入れています。例えば「意識」といったことはとても面白いテーマではあるけれども、それを定義するだけでも議論が終わらないという難しさがあります。「脳内シミュレーション」は、行動による状態変化の内部モデルを使った脳の処理機構と数学的に定



図1 新学術領域研究「人工知能と脳科学の対照と融合」若手サマースクールの集合写真

義して行動データで検証できるので、より科学的に説得力がある研究ができると考えています。

——関連して、現在銅谷先生が主宰されている新学術領域研究「人工知能と脳科学の対照と融合」についてもご紹介いただけますか？

人工知能と脳科学という分野はそれぞれ接近と乖離を繰り返してきました。人工知能を目指すうえで脳のような高度な知能の実現例に学ばない手はないという視点と、知能を実現するために必ずしも脳をまねようとする必要はないという視点です。近年ではディープラーニングの成功によって脳の構造に学んだ人工知能への期待が高まっていますし、脳科学の側でも、ゲノミクスやイメージングなどの技術の進化によって、大量のデータから知識を得るために機械学習の手法が重要になってきています。そこで人工知能と脳科学の研究者の協働を目指して「人工知能と脳科学の対照と融合」の領域を提案しました。画像や音声のパターン認識にとどまらず、脳のような複雑な分散システムでの全脳レベルでの自己組織化の原理を捉えたいと思っています。それを解明することができれば、多様な状況や問題に柔軟に対応する汎用人工知能システムが実現できるはずですし、そうして実現された人工知能と人とを比べることで、脳の特徴をより深く理解することを目指しています。

——銅谷先生が海外や沖縄科学技術大学院大学（OIST）で長らく英語ベースで研究をされてきて、日本と海外の研究の取組み方の違いや良さといったところで思うところがあればお聞かせください。

やっぱり海外に出て、最初は英語が通じなくて苦労しながらもは上がる地力がつくこともあります。世界

中から人が集まってくる場にはいろいろな発想や戦略を取る人がいて、そこから学ぶことも多いです。同じ国の同じ学科や研究室で過ごしてきた人だけだと、これまでの研究の流れを逸脱した研究を始めづらいところがあります。ある課題を精密に解いていくということも必要だけれども、これまでにない問題設定や捉え方、あるいは新しい手法を適用するといったことは大事です。アメリカなどは世界中から人を集めることができるというアドバンテージがあると思います。最近ではドイツやフランス、中国も全世界から研究者を呼び集める戦略を取っていると思います。日本もそうならざるを得ないし、やればできるということを示すのがOISTの使命です。

——Richard Zemel先生にご紹介いただいたということもあるのですが、Zemel先生とのストーリーなどあればお聞かせください。

Rich (Zemel 教授) はヒントン (G. V. Hinton) のところの大学院生で、先に学位を取った奥さんがUCSDでポスドクを始めたので、Sejnowski Lab に来ていて、



図2 サマースクールのディスカッションの様子



図3 銅谷先生によるレクチャー

私も机を並べて研究をしていました。僕がその秋に日本に戻るといふ夏に彼がチラシを持って来て、「今度サンディエゴ湾でトライアスロンの大会があるから参加するんだ」と言うので、Richに出られるなら僕もまあ出られるだろうと思って一緒に申し込んで、Richと彼の奥さんと僕の三人で参加しました。それがきっかけで、日本に戻って京阪奈のような娯楽の少ないところで本格的にトライアスロンを始めることになったという思い出がありますね。

当時の Sejnowski Lab は計算論的神経科学の研究ができる数少ない研究室で、僕の少し前には Peter Dayan や Read Montague も来ていました。彼らと話をする中で、ドーパミンニューロンが報酬予測誤差を表すといったことも知るようになったし、今日のサマースクールの講義でも出てきた Tony Bell や Alex Pouget など意欲の高い学生・ポスドク達が集まって来ていて非常に刺激的だったし、そこでの人脈が今でも大きな財産になっていますね。

——海外ではそういった研究者同士の出会いを増やす機会が多いようにも感じます。銅谷先生のご経験や、OISTで導入されている取組みはありますか？

Sejnowski Labでも、夕方にティータイムを開いて、周りの研究室からも Francis Crickをはじめいろんな人が集まって来て他愛もない議論をするといったように、研究室や役職の垣根を越えてインタラクションをする機会を積極的につくろうとしていましたね。今の研究室でもティータイムの伝統は引き継いでいて、OISTでも毎週木曜4時には大学中の人々がティータイムに集まるといった取組みをやっています。今回のようなサマースクールなども、もちろんその場の講義から学ぶという

ことも大事ですが、そこで出会った人同士がネットワークをつくって、お互い励まし合ったり議論したり、時には挑発し合ったりして成長していってくれることを期待しています。

——最後に、人工知能学会誌で本インタビューをご覧になる若手研究者・学生の皆様にアドバイスなどいただけますか？

人工知能学会に参加する学生の皆さんの中には、単に賢くて役に立つプログラムをつくるというよりも、人の知能や脳の仕組みに興味があるという人も多いのではないかと思います。脳に関する情報はオンラインコースやオンラインジャーナルなどもあり、工学系の人にとっても昔に比べればはるかに手に入れやすい状況になっているので、そういった関心はぜひ掘り下げていって研究に生かしてもらえれば、と思います。僕が研究を始めた頃は、脳科学の文献などを見ようと思っても、オンラインジャーナルなどはないので、医学部図書館まで自転車で行って見上げるような本棚から論文を探し出してコピーしたりして学んでいました。今はたいていの総合大学なら生物系・医学系のどんな雑誌もオンラインで読めるようになっていて、環境は格段に良くなっていて新しい研究もしやすくなっているのではないかと思います。逆にたくさんの情報があふれている中で、今回のサマースクールでは前線を走っている人達の実感を知ることで、それを手掛かりにしてもらえればよいと思っています。今回のスライドなども公開していますので、そこからさまざまな情報を探ってほしいと思います。

そして何よりも、自分が面白いと思ったことをとことん追求していくことが大事だと思います。物事を面白いと思えること、あるいは自分が取り組んでいることに興奮できるということは研究者としての能力あるいは才能の一つだと思います。特に日本の学生の中には、かなり良い仕事をしているのに、その足りないところや弱みばかりに目がいってしまう賢い人をよく見かけますが、そうこうしているうちにもっと素朴な研究が世に出て受け入れられてしまうこともよくあります。やはり、自分が何かやってみたときの最初の感動を素直に論文にまとめ、パワーにしていってもらえたらと思います。

——貴重なお話をいただきありがとうございました。

〔佐久間 洋司(大阪大学)〕