

学生フォーラム

連載 100 回記念企画

今回の学生フォーラムは、連載 100 回を記念した特別企画になります。本文でも登場する松尾 豊先生や佐久間淳先生が初代の学生委員を務められ、脈々と続いてきた本連載は（ナンバリングによれば）100 回目を迎えます。学生編集委員会に所属する学生委員自らインタビュイーを選定し、第一線で活躍する研究者が興味をもっていることや、仕事への向き合い方、若手や学生へのアドバイスなどを届けてまいりました。

筆者が学生編集委員長を務める代に 100 回目という節目を迎えることになり、今回は次の三点を工夫した特別企画を提案させていただきました。1. 一挙に七名の先生方のインタビューを掲載することで、さまざまな研究スタイルや考え方を俯瞰して考えられることを目指しています。2. インタビュイーは学生委員の指導教員または学生委員の OB に限定しており、その関係を生かした切り込んだ質問と率直なお応えをいただいています。3. さらに初めての試みとして、Web でインタビューの動画コンテンツを配信します。

この場をお借りしてインタビュー、動画撮影に快く応じてくださった先生方に感謝申し上げます。分野も世代も異なる先生方の率直な研究者観を、ご本人の言葉で一挙に感じることでできる企画、ぜひ最後までご覧いただけたら幸いです。

学生編集委員長 佐久間洋司

石黒 浩先生インタビュー

大阪大学大学院基礎工学研究科教授(名誉教授)。人間と豊かに関わる人間型ロボットに関する研究を行っており、「人間とは何か?」という問いを追求している。

—まずはじめに、先生と人工知能学会との関わりについて教えてください。

人工知能学会は昔から会員で、私が学生の頃は全国大会によく参加していましたし、論文も何本か書いています。

—先生の研究内容について教えてください。

私は人と関わるロボットについて研究をしています。人間に酷似したロボットから人間に酷似していないロボットまで幅広く研究開発をしています。また、単にロボットをつくるだけでなく、ロボットを通して人間のいろんな性質を理解しようというのが私の研究の大事なポリシーです。

—一つご意見お聞かせください。近年は特定の課題に特化したいいわゆる“弱い人工知能”が注目を浴びていると思いますが、いろんな問題に適應できる“強い人工知能”というものをつくらうとしたときに、こういった要素が重要だと思いますか？

やはり、“意図”や“欲求”をどういうふうを実現するかというのが非常に大事なかなと思います。自律型の人工知能をつくらなければ、“強い人工知能”に結び付い

ていかない。自律型の人工知能をつくらうとすると、自らが意思決定できるタネになるものが必要で、それが“意図”や“欲求”と呼ばれるものではないかと思っています。自律型の人工知能を実現する方法はいろいろ考えられますが、人間レベルの知能をつくらうと思ったら非常に難しいと思います。そういった人間レベルの知能がいつ実現できるかは全然わかりませんが、私はそういうチャレンジが大事なかなと思っています。特に、これからの時代では知的なシステムが次々と出てきて、人間に対していろんなことをやってくれるわけですよね。しかし、そのいろいろなことをやってくれる知的なシステムに対して、人間がこうしてほしいということを事細かに伝えるのはまあ難しいわけです。なので、システムが自律的に判断して人間のサポートをする必要があるわけですよね。それが、知的システムに求められている自律性で、それを実現するためには、システムが人間のような意図や欲求でなくても、意図や欲求に近い何かしらをもって自律的にサービスできるようにならないといけないと思います。

—関連してもう一点お聞きしたいのですが、機械が人

間レベルで知能かどうかを判定するテストの一つとして、チューリングテストがあるかと思っています。2014年にチャットボットがテキストベースのチューリングテストに初めて合格したことが話題になりましたが、人間型ロボットを人間レベルで知能かどうかを判定するうえで、必要な要素について先生のご意見お聞かせください。

我々はテキストベースの応答だけでなく、見掛けや動きなども含めて人間らしく関わるものを目指しています。なので、マルチモーダルチューリングテストに発展させる必要があると思っています。別にコミュニケーションのチャンネルはテキストだけではなく、視線であったり、表情であったり、多様なコミュニケーションのチャンネルがあるわけですね。なので、そういうものをすべて通して、システムが人間と人間らしく関わるということになれば、いろんな人が自然と受け入れるような知的なシステムになるだろうと考えています。トータルチューリングテストと言うと少し言い過ぎですが、マルチモーダルチューリングテストにパスできるようなロボットを私は目指しています。そこを目指すうえで、見掛けが厳密に人間でなくてもよい。ジェスチャーや視線、表情などをもったロボットを用いて、そのロボットが人間によって操作されているのか、コンピュータによって操作されているのかわからないようなものを実現できれ

ば、そのマルチモーダルチューリングテストにパスできたと言えるのではないのでしょうか。

——最後に学生や若手研究員へのアドバイスをいただけますか？

実は、私は解かれていない問題はどんどん増えているんじゃないかなと思っています。かつて、私が研究を始めた30年ほど前では、ロボットの要素的な技術開発や人間の一部に焦点を当てた研究が中心で、意識の問題に取り組もうとは思いませんでした。しかし、これからはそういった一部の要素を組み合わせることで、より複雑で人間らしい機能の研究開発に取り組める準備が整ってきている。例えば、知能や感情など、私達が日常的に意識しているけれども、まだ研究が及んでいない問題ってたくさんあると思うんですね。だから、次々と問題が解かれているように見えても、一方で、解ける問題や解けそうな問題というのは増えているんじゃないかなと思います。なので、若手の方にはそういう問題に積極的にチャレンジしてもらえればと思います。

学生編集委員：西村優佑●大阪大学大学院基礎工学研究科システム創成専攻博士前期課程2年。生成モデルを用いた対話中の人間の振舞いのモデル化と対話ロボットの動作生成に関する研究に従事。

今井倫太先生インタビュー

慶應義塾大学理工学部情報工学科教授。専門はインタラクティブAI、ヒューマンエージェントインタラクションなど。人とインタラクションできる知能システムの研究に取り組んでいる。

——はじめに、今井先生と人工知能学会との関わりについて教えてください。

最初に人工知能学会全国大会で発表したのは1997～99年頃だったでしょうか。その頃は毎年早稲田大学で学会が行われていました。それ以来、学会には定期的に関わっていて、数年前は理事を担当していました。

——20年にわたって関わり続けられているのですね。

学会に関わり始めた頃はどのような研究をされていたのでしょうか。

今と変わらないかもしれないですね(笑)。例えばその頃全国大会で発表していたのは、ITACOシステムという研究です。CGエージェントがPCやタブレット、ロボット、ときには家電なんかにも乗り移りながら人とインタラクションするというものです。今も続けている研究なので、知ってくださっている方も読者の中にはいらっしゃるかもしれません。研究キーワードとしては、当時からHuman-Robot Interaction (HRI) や

Human-Agent Interaction (HAI) をあげていました。ざっくりとえば自分は一貫して人工知能の研究者だと思っています。

——現在はどのような研究をされているのでしょうか。

大枠でいえば、人のコンテキストを読めるような技術を確認するための研究です。軽く歴史の話をしませんが、現在全く違う研究キーワードと思われるHuman Interface (HI) とArtificial Intelligence (AI) は、もともとは同じ目的の研究だったと私は考えています。人が機械を使うときに、使いやすさのほうがよいのは当然です。そこで、人が機械を理解して、人間にとって使いやすい機械をつくらうとしたのがHIの研究であり、機械が人を理解して、機械を人に適応させようとしたのがAIなのでしょう。それが20～30年前のことです。ご想像に難くないと思いますが、当時機械が人を理解することは技術的に困難でした。結果、人が機械を使いやすくなるための研究はHIに一本化されていったといった

ところでは、

ところが、近年状況が大きく変わっています。いうまでもありませんが、深層学習の成功は、機械が人を理解することの実現を大きく引き寄せました。人が機械を使いやすくするという文脈での AI 研究がついに実現できる時代になったのです。私はまさにそこを現在研究したいと思っています。

——先生の夢って、何でしょうか。

文脈依存のコミュニケーションができるコンピュータをつくることですね。実はこれは昔からずっと変わっていません。

そういう意味では、研究者としての私は側から見ると誤解されているかもしれません。私はロボットの研究者と思われがちですが、自分でそう思ったことはありません。どちらかといえば、認知アーキテクチャや、知能とかを本気で考えていきたいと思っています。どうしても、論文になって広がっていきやすい研究と、自分が本当に好きでやりたい研究との間には、ギャップが生まれるものですね。

——自分が好きだけれど、論文にならなかった研究はどのようなものですか。

私にとって思い入れ深い研究は、フリントクラブという研究ですね。この名前の意味は……くだらないので聞かないでくださいね (笑)。簡単にいえば、エージェントの行動基準が創発する研究です。

創発的に動きをつくり出して、面白いものがたくさん出てくる研究は当時からいろいろとありましたが、私は

出てくるものに意味付けができるということを大切にしていました。私はそれを有意味コンテンツと呼んでいます。フリントクラブは有意味コンテンツであるからこそ、構成論的に知能を理解できるのではないかという思いで取り組んできましたが……なかなか論文にはできなかったですね。

——最後に、若手や学生に向けてアドバイスをお願いします。

人工知能を研究する若手や学生へ向けてという意味では、人工知能の研究は他の工学系の分野以上に「ロマンを追い求めろ!!」ということですね。人工知能は子供の心がとても大事な研究分野だと思います。

最近はどうしても業績至上主義なところがあって、巨人の肩にきれいに乗りながら確実に業績を伸ばそうとする人が多いのかなと思います。そのほうが、業績が出るのは確かです。特に最近は機械学習の技術が確立されてきていて、それに詳しい人がどんどん出てきますが、確立されたものの中だけで考えていても面白くないと思ってしまいます。ときには巨人の肩に乗らない研究も大事です。むしろ巨人の肩をぶっ壊してしまうような研究をしたいものです。〇〇をぶっ壊す！ って、流行っていますしね (笑)。

学生編集委員：大澤正彦●慶應義塾大学大学院理工学研究科後期博士課程 3 年。日本学術振興会特別研究員 (DCI)。全脳アーキテクチャ若手の会設立者・フェロー。認知科学若手の会代表。ドラえもんをつくるのが夢。

佐久間淳先生インタビュー

筑波大学システム情報系教授。専門は知能情報学。データ解析にまつわるプライバシーや機械学習のセキュリティについての研究に取り組んでいる。

——人工知能学会と先生の関わりについておうかがいできますか？

自分の出身研究室では人工知能学会誌にジャーナル論文をよく出していたので、博士課程の学生の頃に何本か投稿したのが最初の関わりでした。同時期に、指導教員のつながりで初代学生編集委員を 2 年くらい務めさせていただきました。また、助教になってから人工知能学会の全国大会と関わりをもったり、学会誌の編集委員を 2 年間務めました。今年からは研究会担当の理事を務めています。

——現在のご研究内容を教えていただけますか？

ここ 10 年間は、データ解析にまつわるプライバシーや機械学習のセキュリティの問題に取り組んでいます。そもそもデータを解析することとプライバシーを守るこ

とは根本的に対立していますから、これらを両立させることがテーマになります。

大きく分けて二つの種類の研究に取り組んでいます。一つは準同型暗号と呼ばれる特殊なタイプの暗号の話です。準同型暗号では、データを暗号化したまま、そのデータに対して足し算をしたり掛け算をしたりというような計算ができます。

この暗号化を用いると、プライバシーを含むような情報があっても、データを預かった第三者がそのデータの中身を知ることなく、計算だけ好きなようにすることができます。

学習された結果として得られた統計モデルや予測結果から、これらを計算するときに使ったプライバシー情報を抽出することができないと考えてよいならば、準同型

暗号を使うことで、プライバシーの問題を理想的に解決することができます。こういった暗号化などの技術を利用して、プライバシーを保護したまま機械学習やAIを利用する研究をしています。

もう一つは、AIのセキュリティの研究です。機械学習やAIを活用するときには、「外部」からデータを取ってきて、学習をしたり予測をしたりすることがありますね。実験室レベルでは正常な分布に従ったデータで、たいていよくコントロールされているので、期待どおりの挙動をしています。

しかし、それを実際に社会に組み込んだときには、悪意をもった人が、外部からAIに恣意的な挙動をさせようとする懸念があります。

例えば敵対的サンプルといわれる、人間にはパンダに見えるのに、少し特殊なノイズを加えることでコンピュータには全く違うものとして認識されるサンプルをつくることができます。そういった人間とコンピュータの認識のギャップをつくって人間の思惑どおりに動かないようにする手法があります。ほかにもモデル反転といって、モデルから学習に使われたデータを得ようとするタイプの攻撃などもあります。

このような問題は、先ほど述べた準同型暗号では解決できない問題です。そういったAIを悪用しようとするような攻撃を抑制するための手法を研究しています。

——若手や学生へのアドバイスをいただけますか？

私自身は、学生には技術者や研究者としてのリテラシー、つまりロジックの立て方やテクニカルライティングを身につけてもらうことを重視しています。バブル状態にある今の機械学習の状況は少し特殊ですが、基本的には修士課程で学んだ内容だけで食べていける人は少な

いと思うからです。

また、特に私の分野に限っていうと、一点突破だと難しいということがいえます。例えば、性能の良い機械学習モデルをつくりたいというときには、(もちろんロジックがあったほうがよいのですが)なくても性能が良ければ評価されると思います。

しかしセキュリティでは、ワーストケースを重視する必要があり、網羅的にロジックを考えることが必要な分野になります。「奇跡の1枚」といえるような偶然の発見で論文が通ることはなく、ロジカルな知恵の働く余地がある分野だと思います。

時代についていうならば、私が博士を取って就職した頃は、データ解析の技術を社会に役立てようという機運はまだそれほど高くありませんでした。対して現在は、政府や企業から大学まで、AIやデータ解析の技術を社会を良くするために使おうというコンセンサスが形成されている時代だと思います。

分野が盛り上がっていて景気も良く、そして人材は急に育つわけではないので人手不足でもあります。ある意味では、むだをやる余裕がある、つまり多少の無茶をしても、いろいろなキャリアを切り開いていく社会の余裕がある時代だといえるのではないのでしょうか。

それは若い人にとってはラッキーなことで、多少リスクがあるにしても自分がやりたいようにやって、ぜひチャレンジな課題に挑戦されたいと思います。

学生編集委員：佐久間洋司●大阪大学基礎工学部4年。研究テーマは三次元のモーション学習やバーチャル身体転移。最近ではバーチャルYouTuberに興味がある。

服部宏充先生インタビュー

立命館大学情報理工学部准教授。社会の中で観察される複雑な現象をコンピュータ上で再現するシミュレーション技術の研究に取り組んでいる。

——まず、ご自身と人工知能学会との出会い・関わりについて教えてください。

一番最初に入った学会なんです。4年生になる前の2月ぐらいの時期で、研究室に配属されてまだ間もない頃だったんですが、学生のやる気を計ろうという意図もあり、何か学会に発表しようという話になって、ちょうど人工知能学会の全国大会が控えていたので、そこに出そうということで、それに合わせて入会したというのが最初になります。当時、情報処理学会の大会が春と秋で、タイミング的に人工知能学会の大会のほうが先だったので、指導教員がAIの分野の人だったので、自然と人工

知能学会に出すことが決まったという流れでした。それからは研究のホームグラウンドとしてずっと続いているので、自分の中では一番付き合いが長い学会ということになります。その間、学会誌編集委員や全国大会委員のほか、研究会の主査や倫理委員会の委員などにも携わってきているので、学会の運営にもある程度貢献してきたのかなという感じです。出会いとしては、最初の学会発表の場だったというのがありますが、もともと自分の興味としてAIに関心があったので、そうなるべくして人工知能学会が研究活動の中心の場になっているという感じかもしれません。

——学生時代から現在にかけての研究活動について教えてください。

自分が学部で配属された研究室は、当時の指導教員(新谷虎松先生、現名古屋工業大学)がまだ助教授だった頃ということもあり、各年度の配属人数が多くても六人程度の比較的少ない人数で構成された研究室でした。ただ、博士の学生は二人ほどいたので、その人を中心に研究のグループ分けをして、先輩方のお手伝いから始めつつ、得られた成果を先ほどお話しした人工知能学会全国大会で発表するというのが最初でした。所属研究室は、マルチエージェントの研究室で、自分が配属された当時は、マルチエージェントネゴシエーションの交渉プロセスを“根回し”と“説得”の二つに分けて考えるということをやっている、この根回しの部分にフォーカスして研究するというのが自分の最初のテーマでした。その後学生のうち、マルチエージェントネゴシエーションを中心にやっていて、電子商取引やオークションに加え、制約充足などの“交渉”や“協調”が関わるようなものを対象にした研究をしていました。

博士をとってからは、交渉の中でもより議論に寄った研究をしているイギリスの研究室にポスドクで行ったり、非線形効用を用いたマルチエージェントネゴシエーションの研究を、研究室で先輩だった伊藤孝行先生(現名古屋工業大学)から引き継いでアメリカに行ったりとしていた中で、縁あって京都大学の石田 亨先生のところの助教に入りました。

京都大学に行ってから、社会シミュレーションの研究をやっていました。当時、石田研は異文化コラボレーションの研究に軸足を移そうかといったタイミングで、シミュレーションをする人も継続して必要だからということで、自分がシミュレーションの研究をするようになったという感じでした。今までやっていた交渉の研究からシミュレーションの研究をするということで変わった部分はもちろんあったけれども、社会のモデルをつくらうとすると、人はそれぞれ一人一人違うから、人がもつインディビジュアルリティが大事になってくるというところは交渉とも通じるところはあって、そういうところも考えながら、避難誘導や交通のシミュレーションの研究をしていました。

その後、立命館大学に移ってきてからも基本的にシミュレーションの研究を継続しています。また、それとは別に、人工知能学会の倫理委員としてもそうですが、技術の使われ方などが問題にされるようになってきている中で、AI 技術が今後どう使われていくべきか、社会の中でどう在るべきなのかということについて人文系の方々などさまざまな人達と一緒に考えているという活

動もしていて、技術を絡めた倫理や法といったことにも興味をもっているといったところでしょうか。

——若手研究者・学生へのメッセージをお願いします。

学生のうちは、同じような年代で頑張っている人や仲間を見つけるとよいのではないのでしょうか。競い合えるような人がいるといいんじゃないかなと思います。例えば、人工知能学会誌を見たときに、知っている人が載っていたりすると、「あ、この人出てる。頑張ってるんだなあ」と刺激になりますよね。お互い知っているとかじゃなくて、一方的に知っているとか顔見知りとかでもいいので、そういう人がいると励みになるので良いですね。

あとは、いろいろなことへの興味を学生のうちに広げることが良いと思います。何でもかんでもつまみ食いして、結局、何にもならないというのはあまり良くないかもしれませんが、情報収集をして、さまざまな分野の知識をつけながら、何らかの形で成果として残していくというようなことができればいいですね。特に、その分野の最新の動向とか、こんな研究グループがあると今までキャッチアップできていると先々でその知識が活かされることもあるかもしれません。

——第三次ブームなどを受けて、AI 界隈が今後どうなっていくかなど見解があれば教えてください。

前回のブーム(第二次)のときは、もうブームが終わった後に学生としてこの分野に入ってきて、自分は当事者ではなかったのが概にはわからないのですが、第二次ブームのときに比べて、いわゆる AI 技術というのは、今や限られた人だけが使っているというのではなく、誰もが意識しなくても使っているという状況になっているので、今のブームが落ち着いたとしても、AI 技術が使われなくなるというのは、もうほぼあり得ないと思います。少なくとも当分はあり得ない。それに伴って、技術に精通した人も必要なくなるということもあり得ない。そういう意味では、今人工知能学会がカバーしている事柄が、今後役に立たないというような見方をされて萎んでいくということは、今回はないのかなと思います。一方で、ブームがある程度収束していったからといって、いわゆる基礎研究だけを中心とした活動に戻りましょうというふうになると良くないのかなと思います。社会とのリンクというのは維持して行って、技術の応用という部分も定期的に可視化していくというのが良いのではないかと思います。

学生編集委員：吉添 衛●立命館大学大学院情報理工学研究科博士後期課程 1 年。研究テーマは議論支援システム。加えて、情報技術による価値観の表現や意思決定などに興味がある。

松尾 豊先生インタビュー

東京大学大学院工学系研究科教授。専門分野は深層学習と Web 工学。人工知能学会では初代の学生編集委員を務め、後に編集委員長や倫理委員長を歴任。日本ディープラーニング協会理事長。

——人工知能学会との関わりを教えてください。

まず、初代の学生編集委員でした。なので、このインタビューも僕らが始めていて、初期のオーガナイズをしました。そのあと、産業技術総合研究所に就職した際に編集委員になり、副編集委員長・編集委員長・倫理委員長を経て、今はお休みです。学生フォーラムのインタビューも過去に2回ぐらいお願いされていて、でも、そんな偉そうに話すこともないと思い断っていましたが、そろそろいいかなと思って今回引き受けました(笑)。

——どのように学生編集委員の活動が始まったのですか？

僕の指導教員だった石塚 満先生(東京大学名誉教授)が編集委員長だったときに、学生編集委員会を立ち上げるようになったらしく、そしたら石塚研から誰か出ないといけないじゃないですか(笑)。それじゃあやりますと立候補して始めました。最初は何をやるかも決まっていなかったもので、話し合った結果インタビュー記事を作成することになりました。第2回に学生フォーラムの目的を書いています*1。

——なぜインタビューという形式にしたのですか？

単純にいろいろな人の話を聞きたいと思ったからです。でも、結果的にはインタビューにして良かったと思っています。だいたい学生生活から聞くので、何を思って研究してきたのかという人生と一緒に擬似体験することができて、すごく参考になりました。

印象的だったのは、みんな学生時代に勉強していないことでした(笑)。もちろん秀才タイプの人もいるのですが、そういう勉強していないタイプの方は、なぜ勉強するのかの意味がわからずに勉強していないのだけれど、研究を始めると面白くなって研究にハマっていくのです。僕も研究を始めるまではあまり大学の勉強も真面目ではなかったし、そういうタイプだと思いました。また、松原 仁先生(公立はこだて未来大学)からは「研究者が弱くなる瞬間が二つあって、それは就職したときと結婚したときで、守るものができる人間は弱くなるんですよ」ということを聞いて、そうはならないようにしましょうと思いました。

——先生が編集委員長の間に人工知能学会誌は大きく変化したと思うのですが、どのようなことを意識して活動していましたか？

当時は、AIが少しずつ注目されてきていたけれど、

誰もブームになるとは思っていなかったもので、一般の人にもわかりやすくしたいなと思って、名前や表紙を変えたり、「Deep Learning(深層学習)」や「人工知能とは」という特集を組んだり、電子書籍で読めるようにしました。また、査読システムを導入するなどもやり散らかしたので、その後の栗原 聡先生(慶應義塾大学)や山川 宏先生(NPO 法人全脳アーキテクチャイニシアティブ)は大変だったと思いますが、基本的にやったほうが良いと思ったことはいろいろやりました。

——現在に至るまでの研究内容に関して教えてください。

学生時代は仮説推論を研究していました。卒論配属のときは学習に興味があったのですが、配属された研究室では学習を扱っていなかったもので、分野として一番近いと思った推論を選びました。

推論では、最初に知識を知識ベースに記述して、そこから演繹的に結論を導いたり仮説の集合を導いたりするのですが、結局、知識を人間が記述してしまっているのが少し変だなと思っていて、研究自体は面白かったのですが、やっぱり人間の知能とは少し違うなとはずっと思っていました。たくさんデータがある中からパターンを見つけ出して、それが抽象化された結果の最終形として命題論理や述語論理のような知識になるのだろうと思っていたので、もう少し生データに触ったほうが良いと思い、当時最も取得しやすかったのは文章データだったのでテキストマイニングをやりましたし、そのうちデータがたくさんある Web が出現したので Web マイニングもやりました。

——学習を研究したいと思ったきっかけは何ですか？

認識や知能がどのようなものであるかに関しては高校時代から興味がありました。人工知能は、コンピュータへの興味と「知能の謎を解く」という目的を組み合わせると自然に出てくる答えだと思いますが、なぜ学習に興味があったのかは感覚的かもしれないですね。

人工知能を明確に意識したのは研究室配属のときで、それまでは漠然と「どう考えてもコンピュータは大事だよ、だから情報と名前がつくところに進学しておくか」みたいな感じでした。小学校の頃にポケコン*2で遊んでいたときから、コンピュータが無数の可能性をもっていると思っていて、プログラミングをしていました。高校の頃に「大戦略」という戦争のゲームで遊んでいたときは、

*1 人工知能学会誌, Vol. 16, No. 2 (2001年3月), <http://id.nii.ac.jp/1004/00005208/>

*2 ポケットコンピュータの略。

データファイルを見つけてきて、勝つために一番良い兵器を分析して圧勝するみたいな遊び方をしている、今から考えると企業のデータをもらってきて分析して戦略を立てるデータ分析に近いことをやっていました。

一方で、「自分とは何なのだろう」、「認識とは何なのだろう」といったことを考えていたので、知能研究に興味をもつのはごくごく当たり前のことだったと思います。

——松尾研究室は従来的には Web 工学の研究室というイメージがあると思うのですが、最近は深層学習を一面に押し出した研究を行っています。この変化はどこにあったのでしょうか。

1990 年代に教師なし学習で教師あり学習の精度を上げる論文があり、すごいと思っていました。2005 年ぐらいにもまた教師なし学習で得られた特徴量で教師あり学習の精度が上がりましたとか、しかもそれを層状にしていくという研究が出てきて、「絶対こんな感じだよ」みたいに思っていて、自己符号化器のようなものをどうやって使ったらよいかといった研究は 2007 年、2008 年には研究室の修士学生などが結構取り組んでいました。当時は修論にはなったけれど、あんまりちゃんとした成果にはならなかったのですが、特徴量を見つけ出すとか、それをネットワーク的にやるので絶対突破口があるはずで、ないのはおかしいと思っていました。

そうこうするうちに深層学習が出てきました。2012 年の Bengio 先生のサーベイ論文はすごく良くて、どう考えてもこれだなというか、負けて悔しいけどこっちが真実だから真実に従うしかないと思って*3、2012 年に松尾研究室内で書籍「Deep Learning」の輪読会を立ち上げてからは基本的に深層学習の研究をしています。

もともと Web をやっていたのは、データがたくさんある世界でパターンを抽出することが重要なはずだということ、データ量が勝敗を決するはずだからデータが多いほうが勝つ確率が高いと思ったこと、研究者としては新規参入なので、先輩方がやっていないところで戦ったほうが得だと思っていましたからです。ソーシャルネットワークなどをいろいろ研究していましたが、その気持ちはパターンの抽出とかそこから最終的にはネットワーク的な知識が構成されるためのアルゴリズムがあるはずだと思っていて、その技術が出てきてしまったので、これはやるしかないと思って深層学習を始めました。

——2014 年に先生は「人工的につくられた人間のような知能、ないしはそれをつくる技術」を人工知能の定義としてあげていましたが*4、それから変化はありますか？

当時でも、この定義から一步踏み込むと「予測」という言葉を使っていたと思います。「予測する」というのが知能のかなり根源的な目的で、さらにいうと、「サンプル効率が良い予測アルゴリズム」というか、「できるだけ少ないサンプルでできるだけ自由度の高いモデルを同定する」というのが知能の力なのかなと思っています。

そこには、生命が予測したほうが得だったからというのが根本にありますけれど、生命の生きるというのと予測の部分は切り離せるはずなので、「任意の目的に対してサンプル効率の良い予測モデルをつくり出す方法」になると思います。身体性や言語など、社会を構成するみたいなものも全部そのための仕組みとして考えることができると思っていて、究極的にはそういう説明になるのかなと思っています。

——最近、機械学習的な手法を原点にして「高次元の科学」の話など、今までの科学的な手法とある意味一線を画すような考え方が出てきているように思うのですが、今後どのように科学が発展していくと思いますか？

科学技術のメタ認知というか、我々がつくってきた科学技術がどのような位置付けになるのかに関して我々自身が理解するのはすごく大事なことだと思います。

例えば、今僕は人工物工学研究センターという組織に所属していますが、吉川弘之先生（東京大学名誉教授）が人工物工学研究センターをなぜつくったかというところ、なぜ「設計」のようなものが学問的に難しいのかというところにあります。工学部の中にはいろいろな学問体系があるけれど、なぜ船舶みたいに対象ドリブンな工学と、シーズドリブンな工学に分かれているのかなどいろいろ謎なことが多いですね。人工物工学は、そういうものを体系化するという目的の学問で、ある意味で高次元科学とか多数パラメータのモデルみたいなものを使って説明できるのではないかという気がしますし、そうすると我々が理解できないのだけれどもモデル化できるような領域がこれから明らかになってくるというのは、科学技術全体の大きなパラダイムシフトになると思うので、そういうのができればいいなと思っています*5。

もう一つは意識とか言語の問題で、早く解きたいのですが、こちらは多分やればやるほど人間の思い込みだったということがいろいろバレてくる結果になるという気がします。自我なんてものは思い込みだし、意識があるとか自分が存在するとかも相当嘘でしてみたいたことがバレて、そうだったのかと自分で残念に思うというのがほとんど見えていますけれど、まあそれでも解き明かしたいですね。

*3 Representation Learning: A Review and New Perspectives, <https://arxiv.org/abs/1206.5538>

*4 人工知能, Vol. 29, No. 5 (2014 年 9 月), <http://id.nii.ac.jp/1004/00001638/>

*5 吉川弘之東京大学元総長の提唱を受け、1992 年に創立された研究組織。現 東京大学大学院工学系研究科人工物工学研究センター。 <http://race.t.u-tokyo.ac.jp/>

——ここでの「解き明かす」というのは工学的な手法を使って、ということですか？

そうですね、今は面白い時代でいろいろな道具がそろっているのがあまり技術的な限界がないけれど、今まで新しすぎてやる人がいないので分野として広がっているというのは良い時代ですね。意識とか言語の謎みたいな我々が何千年も考えてきたこと、我々が何なのかということがわかるということなので、その辺が人工知能研究に限らずすべての研究において一番面白い時期だと思います。2012年ぐらいからずっと、深層学習がなかったから止まっていたのが、それが出てきたのだから、その先がすごく広がっているということを書いてきたのですが、なかなか理解されなかったですね。今でも「深層学習がそんなに大事なのか」とか、「深層学習で何でもできるわけじゃないよ」とかいう人がいますけれど、それはそうでしょみたいな(笑)。

だけれども、深層学習がなかったからできなかった領域がストッパーになっていたわけで、そこが超えられたのだから、その先に可能性が広がっていると思っています。意識とか言語の話は、「明らかになりました、人間が言っているのは結構思い込みでした、以上」みたいな感じで多分それはそれでデッドエンドなので、テクノロジーとして進むのは高次元科学とか多数パラメータの科学みたいなほうで、人間は理解できないけれどモデル化できることはたくさんあって、宇宙の統一理論とかいろいろわかりますよっていうほうが、僕は広がりがあると思っています。意識も、こういうふうなものだとわかったので、脳をブレインマシンインタフェースでつなげてもいいよねとかになってくると、また違うかもしれせんね。

——昔議論されていたけれど、今はあまり聞かなくなりました人工知能の重要なトピックはありますか？

いろいろありますね。例えば、強化学習が気になります。「報酬」に関しても、人間は「あなたの夢は？」とか「会社をこうしたい」とか言葉で報酬設定するじゃないですか、あの行為は何なのでしょうね。任意の状況をゴールの状況にできるとか、報酬設定にできるとか、リワードハッキングみたいなものが、人間の言語のもたらす大きな力なのでは、と思うのですが、報酬と言葉を結び付ける議論ってあんまりないですね。

それから、操作の再現可能性みたいなものが何であるのかというのは最近よく考えます。つまり、理解したというときはだいたい操作の系列になっていると思うのですが、そういう操作の系列になっていることと意識のようなシステムが「理解した」ということが一体どういう関係なのかが気になっています。例えば、ある人が「AからBに行けます」というときは、AからBに行く道順を知っているのと、BからAに戻る道順を知っていると、AからBに行く道順を何個か知っているといたときに「AからBに行けます」と言いますよね、それ

て操作の系列じゃないですか。そういう空間的な移動みたいなのをベースにあって、それを抽象的な行為に変換するという系に上のほうのシステムはなっているのではないか、などいろいろ考えられるけれど、あんまり議論がないですね。

あと、シミュレータと生成モデルの関係などをみんなきちんと議論したらどうかと思いますけれど、あまりやってないですね。身体性が何なのかということも同様です。僕としては、ものがくっついて動くとか、別の視点から見られるとか、身体性がなくてもデータさえ無限にあれば学習できるはずという意味では、おそらく身体性はあるほうが早く学習できるというプライアー(prior, 事前知識)の一種だとは思っています。

——先生は研究活動以外にも、スタートアップ支援や大学内外における教育にも力を入れていらっしゃると思います。全体像としてどのような理想を描いてそれぞれの計画を行っていますか？

これもあまり伝わっていないことが多いのですが、スタンフォード大学に2年間留学したときに痛感したことは、Googleに勝てないということです。基礎研究でもGoogleに勝てないのですよ。情報系の研究では、結局上へ上へとレイヤが積み重なっていくので、基礎研究といえども昔の応用研究が次の時代の基礎研究になります。そういう時代において、良いサーバーや実験環境、優秀な人がたくさんいるという環境をつくると研究が進むし、しかもそれがGoogleの広告によってマネタイズされていることによってファンディングされているから、そういう仕組みをつくった者勝ちで、つくりたくないのだからと思いました。

これは、太平洋戦争のときに日本が零戦の操縦で最初は有利だったけれど、途中から兵站の重要性をわからずに気合いで戦っていたらそのうち負けたというのに似ていて、今の日本の基礎研究は結構気合い系ですね。みんな「俺の腕はすごい」って零戦の操縦とかをしているのだけれど、向こうは次々に良い戦闘機とかつくってくるじゃないですか。

僕はそういう兵站がないのが日本のアカデミアの一番の問題だなとスタンフォード大学にいるときに思って、産業と連携するというのをちゃんとやらなければいけないと思ったので、企業との共同研究やスタートアップ創出をやっていて、最終的には研究のためなのだけれども、これもあまり伝わっていないですね(笑)。最近の深層学習でも兵站の苦しさみたいなものが出てきてしまっていて、これからも力を入れていく必要があると思っています。

——学生・若手研究者へのメッセージ

アドバイスはあんまりなくて、僕の思う人工知能学会の良い点は、みんな負け組なところだと思っています。というのも、「知能をつくり出す」という点では誰一人成し遂げていないので、みんな失敗者なんですよ。自

分は失敗したけれど君も頑張っただけというふうには、中島秀之先生(札幌市立大学学長)を始めとしてみんな「自分が信じている方向を好きなようにやれ」というカルチャーなのです。同じように僕も、あんまり上の言うことを気にせずに、自分の信じる方向に研究していけばいいのかなと思っています。

学生編集委員：松嶋達也●東京大学大学院工学系研究科修士課程2年。人間と共生できる適応的なロボットの開発と、それにより生き物らしさや人間の知能を構成的に理解することに興味がある。研究テーマはロボット学習・深層生成モデル。

山村雅幸先生インタビュー

東京工業大学情報理工学院教授、東京工業大学助手、助教授、ニューヨーク州立大学ビンガムトン校客員助教授などを経て現職。専門はシステム生命学、DNAコンピューティングや進化計算システム、人工生命の研究に取り組んでいる。

——人工知能学会の関わり

人工知能学会との関わりは、私の大学生時代にさかのぼります。設立当初は第二次AIブームの真っ最中で、学生会員として大会や企画などに参加しました。博士課程を修了後、同学会の編集委員に携わり、いくつかの執筆や特集企画の立上げを行いました。「遺伝的アルゴリズムの工学的応用(1994)」、「エージェントの学習(1995)」や「特集「バイオインフォマティクスの世界」にあたって(2003)」がその代表です。ICOT(新世代コンピュータ技術開発機構)が一段落したとき、次に行くべき方向を模索しました。制御工学、人工知能の世界では、「生き物をまねる」という手法があります。このアイデアから生命情報を中心とした研究にシフトしました。そのため現在は、同学会とは疎遠になっています。

——現在のご研究の内容

私の研究分野は「システム生命学」です。個々の具体的研究対象は広範にわたっております。これは「生命」を見る立ち位置と、研究を担当する学生の適性から自然に分かれてきたものです。「生命を対象としたシステム科学」というメタな学問としては、ひとまとまりのものと考えています。具体的には、DNAコンピューティング、合成生物学、人工生命の研究に従事しています。

——人工生命について

人工生命の研究は、30年前のアプローチが現在でも利用されており、保守化しています。現代的な人工生命研究を考える必要があります。グレッグ・イーガンの「ディアスポラ」というSF小説には、肉体を捨て意識のみをもつ人々がネットワーク上に住む様子が描かれています。人類が宇宙に進出する形態として、全脳エミュレーションを含めた人工生命研究には大賛成です。SFを参考にすることで、新しい人工生命のパラダイムが生まれるかもしれません。

——若手や学生へのアドバイス

私は学生には、個々人がオリジナルの問題設定をつく

るまで、自分で考えてもらうという指導をしてきました。しかし、近年の取り巻く状況は悪く、じっくりと研究に取り組める環境ではありません。あらゆる研究活動が、短期に成果を上げて資金を獲得するスタイルを強制されています。このような状況では、学生に対してアドバイスすることは難しいでしょう。

——人工知能研究に対する考え

「人工知能学会 倫理指針」が2017年に承認されました。私はこの倫理指針に対して幻滅しております。特に、世の中に出る人工知能への倫理規定が弱いことが問題だと考えています。私は「強いAI」がほしいと思っていました。強いAIは、倫理観を自ら有しているはずですが、しかし、現在の人工知能研究といえば弱いAIに対する研究です。倫理観をもたない弱いAIは、使用者の意図に沿うような行動や判断しかできません。研究者が倫理指針を守っても、使用者はそれに従うとは限りません。使用者が悪意のある欲望の行動をAIに取らせたとき、誰も暴走を止めることができません。このことから、研究者の倫理指針ではなく、AIそのものに対する倫理が必要です。

理想的でありかつ現実的な対応は、すべての弱いAIに「倫理モジュール」の装着を義務付けることです。学会はその倫理モジュールの認定を行い、発展させる責任をもつと自ら宣言します。倫理モジュールの改定にあたってはコンテストなどを行い、民主的な倫理観をAIが持ち得る状況を構築すること。これが、人工知能学会に求められる役割ではないでしょうか。

学生編集委員：藤堂健世●東京工業大学情報理工学院博士課程3年。研究テーマは感情生成、言語創発と概念拡張。集団の相互作用による知能の創発現象に興味がある。

横井浩史先生インタビュー

電気通信大学大学院情報理工学研究科教授。筋電義手をはじめとした身体の機能代替や拡張などに関する研究を行っている。2002年にはRolf Pfeifer率いるスイス・チューリッヒ大学のArtificial Intelligence Laboratoryで研究員を勤めるなど人工知能分野にも関わりが深い。

——人工知能学会との関わりについて

存在はもちろん知っていましたが、これまで特に関わり合いをもって活動してきたことはありませんでした。唯一、筋電義手関係の論文*1を掲載していただいた程度です。

——現在の研究内容について

ロボットを使った人間の身体の機能代替と拡張などに関する研究および技術開発をしています。代替の分野に関しては筋電義手であったり、電気刺激を使った運動リハビリテーション技術の開発になり、機能拡張についての技術開発という意味では、サイボーグ技術であったり触覚フィードバックなどの商用向けの技術開発を行っています。

——現在の研究に至った経緯

大学に入学するきっかけとなったのは、機械技術、電子技術の融合、これを用いたインテリジェンスな制御、知能的な制御、複雑な制御、こういったものへの興味や憧れです。

その当時はコンピュータ技術によって、目に見えていたハードウェアが、ソフトウェアという形で、目に見えなくなったことによって安易な理解の対象から外れました。その不思議さというか、面白さに単純に魅かれたのかもしれない。

折しも、Marvin Minskyがすべての知的活動というのはフロッピーディスクの中に記述して、入れることができるということの本に出したものを読んで、それに対する反論を自分で考えていました。時代は人工知能一辺倒でしたが、絶対できないと思いました。記述される前の言葉は生きていて、時代によって意味が違っていく、認識が変わっていくのに、記述された途端にその意味の変遷がなくなる。これは、その当時の人みんなが知っていた話なのに、記述できると言っていたMarvin Minskyは間違っていると思いました。これが僕の学生時代です。

——時間的な変化が必要ということですか？

そういうことです。時間的な変化を取り入れない記述は、絶対に知能を実現できないと思いました。

目的と手段というのを人間は混同しやすく、さまざまな場面で、非常にアダプティブに切り替わっていくも

のなので、行うべき物事を固定できないと考えました。なので、その知能化、複雑化というのは非常に面白いと思いつつ、それらを記述しない方法とは何だろうと考えていました。

そんなことを考えていくうちに、生き物そのものが目的を定めるアルゴリズムとはいったい何だということに興味をもちました。これは、自分の中に存在する大きな哲学となっています。「人間は何のために生きているのか?」のような。その哲学にも答えられるものへの問いというのが面白くて、それが学部を卒業して、勤めていた企業を辞めて、大学院に戻った一番の理由です。

——そこから、どうして筋電義手の研究をすることになったのですか？

大学院で研究した学習や進化計算の産業応用の中に面白さとして筋電義手みたいのが出てきます。また、工業技術院(現 産業技術総合研究所)に入ったあと、身の回りの工業生産品のなかで他国に対して、科学技術的な競争力をもたせるためにはどうしたらよいかというと、やはり人間との融合だろうという話になってきました。

また、社会貢献といった場合、人間が形や機能を失ったことに対する精神的なダメージの大きさというのは非常に大きいです。無視できないほど大きい。しかし、それは全部、本当は幻想だということを知ってもらうためには、まずはいったん、機能を取り戻してもらう。そうすると、それがなくてもその人の尊厳が失われるわけではなく、新たに身体に付け加わるものは、単なる目的を達成するための手段にすぎないということを理解してもらえるのでは、と思いました。その最もわかりやすい対象として手、または足、目、耳、すなわち人間の五感や運動を代替する機械かなと思い、そこに照準を絞りました。そして、過去の代替機械との差別化を図る意味で、学習を取り入れました。人間との融合を最も効率的に行うためには、その個人個人に適応していくオーダーメイドのところ、人の手ではなくソフトウェアを導入しようと考えました。それで今に至っています。

——工業技術院の後はどこに行かれたんですか？

工業技術院の後には北海道大学に勤めました。北海道大学が准教諭を募集していたので、そこに応募して、その後はスイスのチューリッヒ大学に行きました。スイスを選んだのは、チューリッヒにはRolf Pfeifer以外の人はいないと思ったからです。彼はAI Labの教授でしたが、そんな彼が、人工知能は定義できないと言いきりました。

*1 加藤 龍, 横井浩史: 適応機能を有する運動意図推定システム—高機能ハンドと日常生活支援—, 人工知能学会誌, Vol. 23, No. 3, pp. 326-323 (2008)

そして、その理由を見事に解説されました。知能というのは、相対的なものなので相対的なものを定義することはできないということを見事に論じられました。

その後、ウェストイングランド大学の Andrew Adamatzky のもとへ、彼の化学的に自己組織する機械。それは絶対に学ばなければいけないと思いました。先ほど生き物の中に知能の根源である目的を見つけるものが存在するという言い方をしましたが、そのためにはお互いに、相手の時間とエネルギーを奪い合うような競争をする必要があります。これが生き物の競争そのものです。そのなかで当然傷つきますね。そうすると自分が傷ついたままであれば、戦闘能力というのは、維持することができないので修復しなければならないのです。修復するときに化学的な処理というのがどうしても必要なのではないかと、また、設計図面を小さくしようとする L-system のようなものを走らせたほうが良いというのは Aristid Lindenmayer という人の文献^{*2, *3}の中に非常に大きく特徴的に書いてあることです。それを科学技術として達成しようとしたのが彼で、化学をもってきて Belousov-Zhabotinsky 反応で自己組織的にさまざまなパターンを生み出そうとしました。それを学び、一緒に何か仕事したいと思い、イギリスに遊びに行き、そのあと東京大学に行き、今があるという感じです。そして、やっと現実世界の中で筋電義手を稼働させることができるようになり、必要な機能がわかり、実践的に知能の必要性を見いだすことができる環境が整いました。ここからもう一度原点に戻りましょうというのが現在です。

*2 Lindenmayer, A.: Mathematical models for cellular interaction in development, Parts I and II, *Journal of Theoretical Biology*, Vol. 18, pp. 280-315 (1968)

*3 Lindenmayer, A.: Cellular automata, formal languages and developmental systems, *Studies in Logic and the Foundations of Mathematics*, Vol. 74, pp. 677-691, Elsevier (1973)

——先生の研究分野と人工知能研究が合わさったときの将来的な展望について

これまでの義手は割とお仕着せのものが多くて、人間側が訓練して使えるようにする必要がありました。そこにソフトウェアの柔らかさをうまく追加して、人間に適応してくれるような機能をつくりましょうということで学習機能を導入したのがスタートポイントです。しかし、展望という意味で考えたときには、義手を、進化をともにする道具として考えたい。例えば、タコというのは分散神経系で、進化の歴史上で考えると、人間とタコは、例えば棘皮動物のウニよりも遠い。それで問題解決能力をもち、知能も高いというのは恐ろしいです。ということは、我々もタコのような外部知能をもったほうが面白いのではないかと。手足に外部知能を持ち出すようなことをやりだすと何が起こるでしょうか。完全並列の脳を我々がもったとして、それが、ある時間ごとにコミュニケーションをとることができたとして、そういうことが、手足と脳の間でできたとする、人間の進化形態はどのように変わっていくのでしょうか、それが興味です。それと同時に、人間の手足に近いような運動能力とセンサ能力をもったようなものが出てくると、人間がこれまでかかえてきた人間の形というものへのコンプレックスのようなものが、どう変わっていくかということにも興味があります。

——若手や研究者に向けてのアドバイスをお願いします。

目的と手段を混同するな。はっきり分けてかかりましょう。

学生編集委員：黒田勇幹●電気通信大学大学院情報理工学研究科2年。研究テーマは筋電義手、進化ロボティクス、人工生命。最近自宅に3Dプリンタがほしい。

今回の学生フォーラムでお伺いした先生方のインタビュー動画がアップロードされる予定です。

ぜひ以下の学生フォーラムのページからご覧ください！

https://www.ai-gakkai.or.jp/resource/student_forum/