



# 松原 仁 氏

公立ほこだて未来大学副理事長・システム情報科学部複雑系知能学科教授

## 人工知能の可能性と限界、 そして実社会での活用を考える

現在、人工知能が「第3次ブーム」を迎えていると言われる。ソフトバンク株式会社が開発したロボット「ペッパー」は発売直後に完売し、前号の「高橋Tai対談」でも話題になった「アルファ碁」の活躍は人工知能や囲碁の世界だけでなく、一般社会でも関心の的となった。「実社会」への活用は、まだまだ時間を要するとの声があるが、一方ですでに日常生活に人工知能が入り込んでいるとの指摘も聞かれる。そこで今回は、人工知能開発の第一人者として知られる松原仁・公立ほこだて未来大学副理事長・システム情報科学部複雑系知能学科教授をお招きし、アルファ碁と囲碁チャンピオンの背景やアルファ碁とともに急速に知名度を上げている「ディープラーニング」の仕組み、人工知能の実社会への応用などについて聞いた。

撮影=関口宏紀

### アルファ碁は「学習の力任せ」で 囲碁チャンピオンに勝った

**高橋** 囲碁棋士の依田紀基先生にご登場いただいた前回の「高橋Tai対談」で、囲碁の世界チャンピオンであるイ・セドルとグーグル・ディープマインド社が開発した「アルファ碁」の対局に話が及びました。アルファ碁が4勝1敗と圧勝したことで大きな話題となりましたが、依田先生は「まさか自分が生きている間にコンピュータに負けることを想像する日が来るとは思いませんでした」と言っています。ただ、アルファ碁は最新の人工知能というわけではないとも聞きます。どちらかというとラーニングの仕組みとしては旧式で、計算速度が非常に速くなって、過去のデータとのマッチングを愚直に、かつ高速に、膨大に行えるようになったというだけの原始的なタイプと理解しています。

**松原** ゲームの研究の歴史では人工知能の研究が始まった1950年代から、もっぱらチェスを主戦場としてきました。97年にIBMのチェス専用のスーパーコンピュータ「ディープ・ブルー」が当時の世界チャンピオン、ガリリ・カスパロフに勝ったのですが、ディープ・ブルーはラーニングをほとんど行っていないですね。IBMのスーパーコンピュータとチェス専用のコンピュータで最適の一手を探し出して指し続けるという、まさに「力技」の勝利でした。チェスくらいの単純さであれば、当時

の「力技」でも勝てたわけです。次に将棋で、2005〜06年に「ボナンザ」という将棋ソフトが出てきました。こちらはディープラーニングではないのですが、機械学習の仕組みを備えたソフトで、プロ棋士にも勝つという成果を得ました。

結果的に一番難しいとされる囲碁が残ったのですが、囲碁ソフトにラーニング機能を持たせようとしても、「場合」の数が多すぎると、従来手法では賢くなりませんでした。そのため、あと10年くらいはプロ棋士に勝つのは無理だろうと私も含めて人工知能の研究者は考えていたのですが、今回、アルファ碁が勝ってしまったので驚いたわけです。

アルファ碁のディープラーニングは高橋先生が言うように手法としては単純で、いわば「学習の力任せ」といえる仕組みです。高性能のコンピュータをたくさん用いて3000万〜5000万局面のなかから学習するというものです。ディープ・ブルーは探索機能が速かったのですが、学習機能はないので大局観は劣ったままでした。アルファ碁は結果的に得られた大局観がイ・セドルより優れていたために勝利したと言えますが、探索の力任せでなく、学習の力任せによって勝ったということになるでしょう。

**高橋** 失敗を数多く学んで、「やってはいけない」を人間の比ではないスピードで学んだという感じですね。  
**松原** そのとおりです。人間は一日でせいぜい

10〜20局しか打てないでしょうけれど、コンピュータは1日数千〜数万局打てますから賢くなるのは当たり前です。人間は3000万〜5000万局面は一生かかっても学べないと思います。それを1週間でやってしまうわけです(笑)。

### コンピューター碁は どこまで強くなるのか

**高橋** 依田先生はアルファ碁の打つ手は「美しい」という評価をされていました。松原先生はどうご覧になりましたか。

**松原** イ・セドルとアルファ碁の対局を見ていておもしろかったのは、対局を見ていた解説者の反応です。序盤、イ・セドルや解説者がわからない手をアルファ碁が打っていて、解説者はその手を見て「これはアルファ碁が間違えたのではないだろうか」と言っていたのですが、ところが中盤になると、その手が実は効いていることがわかった。解説者もそのことに気づいて「さっきの発言は取り消します」と(笑)。イ・セドル自身もその手が「必敗手」になっていることに気づいて愕然としたと振り返っています。

その時点では人間にはわからなくても、それはもしかしたら神様の視点から見ると棋理に適った「美しい手」で、人間は気づかなかつた真理に近い手をアルファ碁が見つけたということかもしれません。  
**高橋** 依田先生は「手割\*を知っているかどうか

\*手割：定石の変化、あるいは実戦で生じた部分的な形を、石の働きや効果を分析して優劣を判定すること。その方法は、類似形の定石を基に比較したり、いくつかの石をプラスまたはマイナスして原型と比較したりする(日本囲碁連盟ホームページより引用)



たかはし・たい ● 1986年、金沢大学医学部卒業。同年、東京大学病院第1第3第2内科・麻酔科で研修。92年、同大学医学系大学院医学博士課程修了(医学博士)後、米国スタンフォード大学に留学。94年、ハーバード大学公衆衛生校に武見フェローとして留学。97年4月より国際医療福祉大学医療福祉学部医療経営管理学科教授、2009年より同大学院教授、16年より同大医療福祉学部学部長・教授。主な著作に『TAI高齢者ビジュアル・ケアプラン作成』(日経BP出版局、共著)、『DPC実践テキスト』(じほう、共著)ほか

かもあやしい」と指摘していますが、これについてはいかがですか。

**松原** 依田先生の指摘は正しくて、アルファ碁は「ハンディキャップ戦(置き碁)」を打てないのです。置き碁をやるなら、置き碁を半年くらいかけて勉強し直すことになります。このあたりが人の学習の仕方と人工知能の学習の仕方の違いで、人の学習法のほうが柔軟性は高い。人は互いにハンディキャップのない対局の「互先」で強くなれば置き碁でも強くなるはずですが、アルファ碁はハンディの差が受け入れられないのです。

もう一つの私たち研究者にとつての驚きは、

なくなるかもしれません。強いけれど見ていて意味がわからないというのでは、鑑賞の対象になりません。

**高橋** 私も見ていたのですが、依田先生の打つ碁のような「美しさ」は、アルファ碁の手には感じませんでした(笑)。

**松原** じつは今、「打倒・アルファ碁」の研究が始まっています。研究費の件は杞憂に終わったのですが、「Zen」の研究チームと東京大学のラーニングチーム、ドワンゴの研究センターが連携しています。こうなると、コンピューター碁同士の対戦ということですね。勝ったほうが地球上で最も碁の強い存在ということになります。しかし、そこには人間はいないのです。

### 機械学習にお金をかける 「ディープラーニング」

**高橋** ところで、「ディープラーニング」は今までの「ラーニング」とどこが異なるのですか。

**松原** 「ディープラーニング」は「深層学習」と訳されます。「多層構造のニューラルネットワークによる機械学習」という意味を持っていますが、元をたどると人工知能の研究が始まったときに開発された「パーセプトロン」までさかのぼることが出来ます。「認識する組織」を意味する造語で、人間の視覚と脳の機能をコンピューター上で真似しようという発想から始まったのですが、当初はコンピュータも貧弱だったので「入力層」と「出力層」の2つを結びという



まつばら・ひとし ● 1959年、東京生まれ。81年、東京大学理学部情報科学科卒業。86年、同大学院工学系研究科情報工学専攻博士課程修了。工学博士。86年、通産省工業技術院電子技術総合研究所入所。93～94年、スタンフォード大学滞在研究員。2000年、公立はこだて未来大学教授。16年、同大学副理事長。人工知能学会学会前会長、情報処理学会理事、コンピュータ将棋協会理事、コンピュータ囲碁フォーラム副会長、サイバー大学非常勤講師など。著書に『鉄腕アトムは実現できるか』(河出書房新社)、『ロボットの情報学』(共著、NTT出版)、『コンピュータ将棋の進歩4』(編著、共立出版)、『鉄腕アトム論』(共著、光文社)、『コンピュータ将棋の進歩5』(編著、共立出版)、『先を読む頭脳』(共著、新潮社)、『人工知能とは』(共著、近代科学社)など

人は過去の経験から学習して未知の場面に対応しますが、アルファ碁もその境地に達したということですね。この短期間にそこまでど

り着くとは正直、思っていませんでした。よく、コンピューターがプロ棋士から学習すると、プロ棋士が直面した局面や近い局面では同じ手を打てるかもしれないけれど、まったく見たことのない局面ではまったく打てないのではないかと、聞かれるのです。もちろん、人工知能のラーニングがうまくいかない場合はありますが、少なくともアルファ碁はイ・セドルとの対戦で示したように、第4局を除けば、未知の局面でもイ・セドルを上回る手を打つ

単純な仕組みでした。発想は画期的でしたが、人間の脳に比べれば断然劣るので下火になってしまいました。

80年代になって「ニューラルネットワーク」という仕組みが開発され、「入力層」と「出力層」の間に「中間層」を設け、3層構造になりました。ネットワークが複雑になったぶん、できることも高度になります。当時としてはもてはやされたのですが、やはり人間に比べると貧弱である点では変わりませんでした。

4層以上にしたらもっといろいろできるだろうということですね、世界中の研究者が研究を続けたのですが、ネットワークを複雑にする

ことができたと言えます。

**高橋** 松原先生はどちらを応援していたのですか。

**松原** じつは対局前は多くの関係者がイ・セドルを応援していました。人に勝ってほしいという心情的な部分もありますが、それ以上に切実な理由があって、世界チャンピオンに勝つということは、コンピューター碁の研究が行き着いてしまうことを意味するからで、研究費の調達にも影響を及ぼしかねない(笑)。

アルファ碁が出る前は日本製の「Zen」というソフトが世界最強で、開発者も私はよく知っているのですが、「新興」のアルファ碁に追い越されるのは、研究者として心中穏やかではなかったと思います。ただ、あれだけ圧倒的に勝ってしまうと、「アルファ碁はすごいな」という認識になっていくと思います。

**高橋** アルファ碁はこれからも強くなるのでしょうか。

**松原** 論文などを読むかぎり、まだラーニングカーブはまだ上昇を続けると思います。当面、頭打ちもこないでしょう。また、イ・セドルは世界ランク4位で、1位は柯潔(カケツン)という18歳の中国人です。彼との対戦も計画されているそうですよ。

**高橋** それにしても、人間のチャンピオンに勝ってしまうと、強さを測定できませんね。

**松原** 囲碁ファンとしては、それを見ておもしろければいいのですが、人工知能の下した決定が理解できないレベルになると、そうで

と制御も難しくなります。傍で人間が思っているようには動いてくれない問題があったのです。

そこへジェフリー・ヒントンという研究者が10年くらい前に制御方法を工夫して実用化したのです。その時の層がとても深くなっていたので「ディープ」というわけです。たとえばアルファ碁は13層です。他にも30〜40層、すごいものでは100層というものも出てきました。層が深くなればなるほど、シミュレーションにあたってコンピューターのパワーが必要なので、高価なコンピューターを使うことになります。アルファ碁はグループが何十億円とい

う費用をかけて開発したコンピューターを使っています。チェスの時は対局の際に指す手を探索するスーパーコンピューターが高価だったのに対し、アルファ碁は対局よりも機械学習用のコンピューターにお金をかけたというイメージです。

### 人工知能が力を発揮するには加工されたデータが不可欠

**高橋** 現在、人工知能が大きな話題になるのは碁や将棋のようなゲームの分野ですが、そろそろ一般的な社会でも人工知能が活用され、人の仕事を変えられる可能性についても考えないといけない時期に来ていると思います。そのあたりについて松原先生はどうお考えですか。

**松原** まず碁や将棋などのゲームはルールが限定的で決まっているので、選択肢が有限です。一方、現実の社会は、ルールは途中で変わるし、選択肢は無数にあると言っている。その意味では碁や将棋でいくら強くなっても、所詮は限定された環境下で問題を解いているだけという見方はできます。ただ、その限定の仕方が、オセロゲームのような極めて単純なものにとどまらず、碁や将棋のように人間では数えきれないような選択肢から最適な手を選べるようになってきたことは注目すべきでしょう。

実は、一般社会もルールが不確定といっても、人も情報処理能力は限られているので無限というわけではありません。人は局面ごとに有りやすい「かもしれない」。

**松原** 一例として、会計士の分野を挙げることがができます。特にアメリカの会計システムは日本のそれに比べても人工知能が対応しやすかったようで、人工知能を駆使した会計システムが浸透して数万人の会計士が失業したといわれています。これは、会計システムに人工知能が適応しやすかったということと、会計士は給料が高いので、データで学習させてソフトをつくる手間をかけても費用に見合うという2つの要因があったのです。

昔からオンラインで入力を補助するソフトがありました。今の会計ソフトは節税対策の機能がむしろ最大のセールスポイントになっています。税理士や会計士は合法的な節税対策で成功報酬を得るわけですが、人工知能の会計ソフトはそれ以上の成果をより安価に提供して顧客満足を達成したわけです。

**高橋** 日本の会計士は若い世代のなり手が少ないようですが、今のお話を聞くと、人工知能がとって代わるといふ話も現実味を帯びてきます。

**松原** 会計と一般事務は、人工知能が早晩人のレベルを超える可能性が高いと言われて

限の問題に落とし込んで意思決定しているのが実態です。その意味で言うと、アルファ碁はかなり人の意思決定に近いレベルに迫っていることを示したと思います。

**高橋** いろいろな分野でうまく学習させることができれば、人に代わって仕事する可能性が非常に高いですね。

**松原** そう思います。最初は定型的な仕事だと思つのですが、徐々に非定型の仕事に移行していくでしょう。

**高橋** 人工知能にどう学習させるかが課題になりそうです。

**松原** そのとおりです。じつは人工知能は潜在的には能力があることを示したのですが、課題は「データをどうやって集めるか」なのです。碁と将棋でうまくいったのは、学習データが「棋譜」というかたちで集めやすかったことが大きい。言い換えれば、ビッグデータが存在していたというのが決定的に重要なのです。アルファ碁は5000万局面を読み込んでいますが、たとえば医療分野で5000万症例を集めるのは大変な作業でしょう。

データの「加工」という問題もあります。ほとんどのデータは人工知能が学習できる状態になっていませんから、それを加工しなければなりません。ところが、この仕事は人が担っており、これに大変な費用がかかるのです。現在、人工知能をさまざまな企業が導入を試みており、手元のデータをディープラーニングに適用しようとしても、大半のケースでは「こ

おり、すでに出張した時の領収書の精算処理に人工知能が対応している企業も出てきています。

### 「例外」への対応は人が担い続けなければならぬ

**高橋** 現在、日本では18〜65歳の生産年齢人口の減少に伴ってさまざまな課題が出てきていますが、人工知能の活用は解決策の一つになりそうですね。生産年齢人口は2010年の約9700万人に対して40年では6700万人と31・5%も減ると見込まれる一方、人の仕事のうち3割くらいは人工知能が取って代わるという話もあります。

ここで、人工知能による仕事の肩代わりが実現し、かつ働く人と職業のマッチングがうまくいけば、生産年齢人口が3割減っても現在の生産性を十分保てるということになります。逆に、3割減つた後でもその人たちの仕事が変わらなければ、生産性はむしろ落ち込んでしまう。そうなると、いよいよ「人の仕事はどう変えていくべきか」がとても重要なテーマになります。

**松原** 定型的な仕事は人工知能のほうがうまくなっていくでしょうけれど、新しい価値観の創造、違う視点から物事を見直すといった仕事は人のほうが向いているでしょう。人工知能が未来永劫、担えないとは言いませんし、人でもそれを担える人は限られているかもしれませんが、当面は人がやると思います。

のままでは使えません」となるようです。そこで加工しようとすると、プログラム一つでできるものではなく、人がかなり手を入れ、情報を補ったりしなければいけない。これは当面、人工知能を社会で使用するうえで大きな障害になるでしょう。

### 高給取りの仕事ほど人工知能に奪われやすい？

**高橋** 逆に学習法の革命が起きると、人間の仕事はいよいよ奪われるかもしれませんね。

**松原** 医療で言うと、診断を医師に代わるのは難しいですが、がんの画像診断などは人工知能を役立てやすいと思います。肺がんでプロの診断士でも見落とすような影を、ごく初期の段階で人工知能が見つけて治療に役立ったケースが出てきています。目標がわかりやすいし、プロの診断と、1〜2年後の発症の有無などに関するデータも比較的簡単に入手できますから。

**高橋** 答えが明確で学習しやすいデータを用意できているからこそ、実用化できたわけですね。学習のデータをつくりやすい、あるいはコンピューターの論理に乗りやすい分野は伸びるかもしれませんが、そうでない分野もある。費用対効果も考える必要があります。

**松原** おっしゃるとおりで、学習に費用をかける際には、回収できるか否かという経営的な観点も重視されます。人工知能に学習させ、うまくこなせたとしても、時給数百円では費

例外処理も人が担い続けるでしょう。仕事を定型的なものとするのでないものに切り分けて、前者を早く正確に作業をこなすだけなら人工知能に任せられるとしても、そこからはみ出た「例外」への対応は人工知能では無理です。

**高橋** 自動改札機が広まった頃を思い出しますね。自動改札機の歴史は立石電機(現・オムロン)が1964年に近畿日本鉄道と共同開発に着手したことに始まります。以降、急速に広まり、駅の改札から切符切りの駅員がいなくなりまりました。しかし全くなくなつたわけではなくて、改札の横にはかならず駅員が待機しています。大半は自動改札で通れるけれど、ごく一部通れない人がいるので、その対応を担うわけです。

ここで重要なのは、切符切りを担っていた駅員に対する再教育です。会社単体の利益を考えればリストラとか再教育になるのでしようが、社会全体で考えればそう単純にはいきません。

**松原** 再教育については、じつはあまり悲観していません。現在も18〜22歳で卒業した人が65歳の定年になるまで、学生の頃に学んだことを生活の糧にしているとは思えず、おそらく大半の人は社会に出てからもいろいろ新しいことを学んでいるはず。人工知能の登場によってその学びの速度が加速することはあるかもしれませんが、学びの姿勢が必要であるという点では、昔も今も、そして

今後変わらないのではないのでしょうか。駅員の例で言えば、最初は切符切りで入職したけれど、違う仕事を覚えてそれを担う。たとえば自動改札機の操作法やメンテナンス法を学んで、仕事はその管理に移行するというふうに変わっていくのではないのでしょうか。

### 人工知能が医師の診断を支援する

**高橋** 先ほど画像診断の話がありました。医療に関して言うと、人工知能の実用化が進むことで医師の診断の仕方が大きく変わる気がしています。

**松原** 大病院で見られる「大御所の教授」と「若い先生」の関係が、一般的な医療現場でも「普通のお医者さん」と「人工知能の間で見られるようになる」と期待しています。大病院では教授が若い医師に指示を出してデータを集めさせ、教授はそのデータを分析し、最終的に診断するというケースがありますが、人

工知能を使えばもっと手軽に、手をかけずに行えます。医師が仮説を立て、人工知能にその仮説に則った検査を指示する。人工知能のほうは仮説に基づいてデータを出し、さらにそれによって疑われる疾患と治療法も提示するわけです。

しかも、人工知能はいくつかの異なる側面から調べて、数通りの治療法を提案することも可能です。医師はそれらの提案のなかから自分の知識を使って最適と思われる治療を選択するという手順になります。思い込みがあると誤診になりかねませんが、それがなく人工知能のほうはいくつかの提案を用意するのです。

**高橋** やはり決定は人が行うのですね。コンピュータが絶対できない仕事の一つが「責任をとる」で、そこはまさに医師がやらなければいけないところです。そもそも医療の場合「正しい診断」は機械的に決められません。「患者満足」は人によって異なり、極端なことをい

ば「満足させる誤診」もありえます。これを担うのは人工知能にはさすがに無理がある。

ただ、医師の相談相手のような形で、意思決定の支援として使うには人工知能はとても有望のようです。人工知能を使いこなす医師とそうでない



を収集して整理し、伝える番頭（人工知能）なりの意見を伝えるということも十分考えられます。

**高橋** 竹中半兵衛役はできると、羽柴秀吉役は務まらない、ということですね。

**松原** そのとおりです。実例を挙げると、金融業界での株の売買や投資では、判断を下す際に人工知能の力を活用しているようです。理由とともに株の浮き沈みを予想を提出させて、ソフトにもクセがあるのでそれも踏まえながら、人間のマネージャーが「今日はこのソフトの言うことを聞く」と判断して株を買うということはすでに行われているようです。

関連して言うと、「人工知能に政治家は務まるか」という議論もあります。経営判断と政治判断は近い要素が多いと思うのですが、世の中の情報を調べて分析し、提案としてまとめる「秘書役」なら務まると考えられています。現状に対して楽観的な見方から悲観的な見方で、いくつかのパターンで分析する。人間でも政治家は得意分野をそれぞれ持った有能な秘書を何人か抱え、政治家は彼らの意見を聞いて最終的に判断しています。その領域までは人工知能もいけるのではないかと思います。研究も始まっています。

**高橋** 経営判断や政治判断は難しそうですか。

医師の違いが生まれ、前者が評判を集めていく気がします。患者からすれば、人工知能を使う方が使うまいが、正確に診断して治療してくれる医師が「いい先生」なわけで、必然的に前者のほうに流れていくのではないのでしょうか。

**松原** 診断と治療法の「反証」にも使えます。医師が自分の診断と治療法を人工知能にぶつけて反証できないとの返事が来れば、医師は自分の診断への確信を深めることができます。あるいは「先生、データからはこの可能性も捨てられません」と助言してくれば、医師のほうは「こっちの可能性もあるか」と判断を変えることがあるかもしれないし、「確かにこの可能性もあるけれど、諸般の事情を加味すればやはり当初の診断を貫こう」と考えるかもしれません。いずれにしても、判断するための材料は増えます。

**高橋** 誤診の最大の要因は「思いつかなかった」ですから、誤診の可能性は確実に減りますね。

**松原** 患者の受療行動にも役立てることができません。たとえば、お医者さんに診てもらう前に「家庭の医学」のような感覚で人工知能を使えるとか。今でも顔を動画でコンピュータに見せられるので、人工知能なりに「この状態ならこういう疾患が想定される」といった受診勧奨はできるでしょう。

**高橋** フランスの公立救急医療支援組織「SAMU」のシステムを想起させます。フランスでは一般市民がSAMUの受付窓口で電話をす

**松原** 先ほど高橋先生が指摘されたように「責任」の問題もあります。人工知能に責任をとらせることを社会が許容できるのか。そもそも、人工知能に責任をとらせるとはどういうことなのか。たとえば人であれば「身を引いて責任をとる」ということがあります。人工知能は「コンセンストを抜く」ですまされるのか（笑）。社会的な合意形成となると、さらに難しい。意思決定は人が責任をもつて行っているという背景があるからこそ、信用したり、従ったりしているのです。

**高橋** 今日のお話をまとめると、人が情報を集めたり評価したりするためのツールとしての人工知能を利用する日はかなり近づいている気がしました。あと何年くらいで、知的な仕事をするなら人工知能を勉強して使いこなすことが求められる世界がくるのでしょうか。

**松原** 科学技術が発達して世の中に浸透していくための時間を考えると、2030年にはかなり浸透していると思います。40代の方々には使いこなすことを考えておいたほうがいいですよ、と申し上げたい（笑）。中高生向けの講演をすることがあるのですが、「あなたたちは何の仕事をするにしても、人工知能の知識は必須です」と伝えていきます。

**高橋** 人工知能をいたずらに怖がるのでもなく、万能であると過剰に期待するのでもなく、あくまで人が主体的に使いこなすという姿勢が重要になりそうです。本日はありがとうございました。

ると、向こう側に医師がいて応対して相談に乗り、必要な対応を考えてくれるトリアージ的な役割を務めています。それを人工知能がある程度、代行してくれるイメージです。人工知能だけで診断をつけるのは責任問題もありますから今世紀中にはないでしょうけれど、医師や患者の支援役としてはかなり期待できそうです。

### 社会への責任が伴う「決断」は人が下し続ける

**高橋** 経営判断の支援についてはいかがですか。経営者は不確定要素がたくさんあるなかで決断を下さなければいけません。人工知能にその代行は可能なのか。そもそも、その方面の研究されているのでしょうか。

**松原** 人工知能による意思決定支援はかなり研究されています。最終的に、経営判断を人工知能が下すのは相当先の話だと思いますが、その前段階で、経営者の番頭役、つまり情報