

特集 特別企画：「シンギュラリティの時代：人を越えゆく知性とともに」

ダイアログ「シンギュラリティの論点：人間の知性 vs. コンピュータ」第2部

意味：人間の脳とコンピュータの違い

Meaning of Singularity: Essential Difference between Human Brain and Computer

パネリスト：

ウィリアム・ダットン
William Dutton

オックスフォード大学オックスフォード・インターネット研究所教授
Professor, Oxford Internet Institute, University of Oxford.

飯田 弘之
Hiroyuki Iida

北陸先端科学技術大学院大学教授
Professor, Information Sciences Department, Japan Advanced Institute of Science and Technology.

前野 隆司
Takashi Maeno

慶應義塾大学大学院教授
Professor, Graduate School of System Design Management, Keio University.

モデレーター：

紺野 登
Noboru Konno

多摩大学教授
Professor, Tama University Graduate School; w3i Founder.

武部 恭枝
Yasue Takebe

プライム・コーポレーション代表
Communication Strategy Consultant, President of Prime Corporation.

ビデオメッセージ：

アラン・ケイ
Alan Kay

ビューポイント・リサーチ・インスティテュート所長
President, Viewpoints Research Institute.

伊藤 穰一
Joi Ito

マサチューセッツ工科大学メディア・ラボ所長
Director, MIT Media Lab.

文責者：

中谷 裕教
Hironori Nakatani

JST-ERATO 岡ノ谷情動情報プロジェクト／理化学研究所 脳科学総合研究センター
JST-ERATO Okanoya Emotional Information Project. / Riken Brain Science Institute.
hakatani@brain.riken.jp

Keywords: context comprehension, opponent model, intelligence in relationship, before internet and after internet, revolution from an individual level.

1. はじめに

武部：第2部のテーマは、人間の知とコンピュータの知の違いです。第1部に登場いただいたダットン氏と前野氏にはそのまま残っていただき、新たに北陸先端科学技術大学院大学情報科学研究科教授の飯田弘之氏に参加していただきます。

武部：第2部ではアラン・ケイ氏からビデオメッセージをいただきました。ケイ氏は「パソコンの父」とも呼ばれています。コンピュータといえば大型の汎用機という1970年代の初め、ケイ氏がダイナブックという

コンセプトを発表したことは画期的なことでした。

ちょうどA4サイズで、片手でもてるような、個人で使える小型コンピュータです。文字のほかに映像や音声なども扱い、人間の思考能力を高める存在として構想されました。この考え方が後にスティーブ・ジョブズなどにも影響を与え、アップルによるマッキントッシュの開発につながったといわれています。今日、私達が議論しているコンピュータや人工知能の普及にも大きくつながっていて、その生みの父といえるのではないかと思います。

ケイ：今日は、人間の知性とその将来について話をする。例えば、レオナルド・ダ・ヴィンチについて考えてみよう。彼は偉大な芸術家であり科学者であったが、モ

ーターは発明できなかった。なぜなら、彼は十分な知識をもっていなかったから、誰よりも賢かったのであるが、時代を超えるほど賢くはなかった。彼は間違っただ時代に生まれたために、自分がやりたかったことをできなかったともいえる。ダ・ヴィンチよりもずっと知的でないヘンリー・フォードは何百万台もの車をつくることができた。それは、彼がちょうど良い時代に生まれ、周囲にたくさんの知識があったからである。このように、知識が知性に勝つことはよくある。もしあなたが本当に知的だとしても知識は必要である。知識は知性の増幅器といえる。だから、私達は2000年前の人よりも賢く見えるのである。

次にニュートンのことを考えてみよう。ニュートンは「ものの見方」、つまり文脈を変えた。まずヨーロッパの、そしてアメリカの、それから世界中の「ものの見方」を変えたのである。もっと賢くなりたいとしても、より知的になることは簡単ではない。より多くの知識を得ることはできるが、文脈が弱いとどうなるのか。たぶん、そのような知識はあまり役には立たない。文脈を変える、例えば信仰の社会から論争的で実験的な社会へと変わるとしたら、そのような「ものの見方」の変化は全宇宙を解き放つことができるでしょう。

このようなことから、オリンピックのメダルに例えれば、文脈は金、知識は銀、知能は銅のようなもの、といえるのである。

紺野: ケイ氏はビデオメッセージの中で、知能、知識、文脈の三つをキーワードとして掲げ、人間の知性には文脈が非常に大事であると話されました。知能は問題を解くアルゴリズムのことですが、それだけではだめで、ヘンリー・フォードのようにそれを活用する知識をもっていた人がイノベーションなどを起こす。ただそれ以上に、より長期でかつより大きな視点で文脈を変える、ものの見方を変えることが大切であり、文脈の理解こそが人間の本当の知のエッセンスであるとのことでした。

次に飯田氏からお話をいただきます。

2. 将棋における投了と知的相互作用

武部: 飯田氏は2002年に『コンピュータは名人を超えるか』という本を書かれています。ちょうど10年前です。その本の中で、コンピュータが将棋の名人を超えるのは2012年からと主張されていますが、今年の電王戦の結果からすればまさに飯田氏の予想的中したということになりました。

飯田: 人間とコンピュータが将棋を題材として知的な相互作用があるという観点から見て非常に本質的なのは、どこでゲームをストップするかという投了にあるということを強調したい。多くの場合、ゲームの終了間際にクライマックスを迎えるが、そのクライマックス

に続く余韻を味わうことがゲームをおもしろいものにしていく。将棋では、クライマックスの余韻は試合の終わりを宣言する投了という行為によって保たれる。適切なタイミングでの投了は、クライマックスがもたらす感動の余韻をより深く、かつ長引かせる効果がある。適切な時期に投了を告げることで、知性の尊厳が保たれるだけでなく、対局のクライマックスがあたかも絵画のように人の記憶にとどめられ、芸術作品として棋譜が完成する。しかし、勝負するコンピュータはチェスを起点としてめざましく発展してきたが、感動という芸術的な価値観を理解しないままに成長してきた。

コンピュータのこのような性質は、ミニマックスをベースとしたゲーム木探索アルゴリズムに起因する。このアルゴリズムはコンピュータにチェスをプレーさせる方式として、およそ60年前にクロード・シャノンが提案した。例えば三目並べというゲームがあるが、シャノンが提案した考え方でプレーすると引き分けにしかならない。しかし私は、相手を理解すると勝てるのだという論文を発表した。つまり、人間とコンピュータの対局では、相手のことを理解する相手モデルというスキルが最も重要なポイントだと考える。名人は相手モデルを獲得するスキルに非常に長けている。そのため、コンピュータは相手モデルによるデメリットをどう回避するかということが大きな問題となる。カスパロフとディーブ・ブルーの試合は非常に良い例である。ディーブ・ブルーは相手モデルのデメリットを回避するために、毎回自分のモデルを若干変更することによってモデリングされないようにしたことが勝因だったと指摘されています。

ゲームの終了間際にクライマックスを迎えるが、そこには特別な力が働いていると私は考える。私が提案するゲーム情報力学によると、その力はゲーム盤における知的な相互作用の高まりである。チェス、中国将棋、将棋、碁などのように数百年から千年以上続いているゲームではこの知的な相互作用がある一定の値になるように、それぞれのゲームのルールが長い時間をかけて進化論的に変遷してきた。 B を平均可能手、 D を平均終了手数とすると、これらのゲームでは $\sqrt{B/D}$ の値は0.07前後となっている。例えばチェスは2000年近くの歴史の中で、最初は複雑さが増すようにルールが変化し、その後は $\sqrt{B/D}$ が0.07になるように変化した。また、試合結果が終了間際までわからないとき、ハラハラドキドキするスリル感あふれる試合展開となる。投了のタイミングが適切であれば、コンピュータであろうが人間であろうが関係なく、知的な相互作用を感じることができる。しかし、投了の時期を誤ると知的な相互作用が低くなる。コンピュータが人間のように投了できるようになるためには、相手のことを知る必要があり、ゲームを行うときの状況も知る必要が

ある。どれだけ真剣味のあるゲームかということなど、いろいろな状況をすべて勘案して投了の時期が決まってくるのである。

3. Before Internet と After Internet

武部：次に、MIT メディア・ラボ所長の伊藤穰一氏からもビデオメッセージをいただいています。伊藤氏はインターネットが社会に与えたインパクトを考える際にBIとAIという言葉を使っています。BIはBefore Internet, AIはここではArtificial IntelligenceではなくAfter Internetの意味です。伊藤氏はTwitterなどの多くのインターネット企業に投資をするベンチャーキャピタリストでもあり、インターネットの普及にもとても大きな影響を与えていらっしゃる方です。

伊藤：AIの世界では、世の中はとっても複雑に、かつ速くなり、予測不可能になってしまった。我々の世の中はカオスになってしまい、このカオスの社会でどのように生きればよいのかということになっている。今、経済学などの世の中を制御するルールを超えた複雑性があり、我々がもっている考え方を根本的に変えていかなければいけない。

ダットン：私はBI (Before Internet) とAI (After Internet) という考え方を気に入っている。ケイ氏は知識は知能に勝ると主張していたが、その知識にアクセスする方法がBIとAIでは根本的に異なっている。例えば、1970年代に私が日本で会った通信業界の技術者は皆優れた技術と知識をもち合わせていたが、彼らのほとんどはAT&T Bell研究所で働いた経験を有していた。当時はBell研究所に滞在することは通信業界に関する最新知識にアクセスすることだったのである。ところがインターネットが普及した現在では、誰もが何でも知っている状況になった。誰かが何かを知ると、それはたちどころに世界中の人の知るところになるのである。

では、皆がすべてを知っている状況下では、一体何が起こるのか？ 何かを知っていることが他者と比べて特別なことでなくなった今、他者と協力して知識を革新的に活用することが重要であると考えます。ケイ氏が文脈について述べられたことは興味深い。ご存知のように彼はXeroxのパロアルト研究所においてオブジェクト指向プログラミングなど革新的な技術を開発した。しかし、Xeroxは彼の技術を評価せず、活用もしなかった。活用したのはその技術の価値に気がついた他の人であった。インターネットによって誰もが容易に知識にアクセスできるようになると、その知識にアクセスした大勢の人に活用されるようになる。

ここで強調したいことは、情報自体には何の力もないことである。タバコを吸えばがんになりやすくなるのを知っているにもかかわらず、私達はタバコを吸う。

ある行為が環境に害を与えることを知っていても、そのことを習慣的に行ってしまう。知識それ自体は私達の行動を変えることはないの、ある事実に対する私たちの価値観や考えを変えることが重要である。

前野：ケイ氏は文脈、飯田氏は相手モデルの重要性を強調していた。人々の関係性が大切であるインターネット社会では、単に自分のことだけではなく相手についても考える必要があり、複雑性が増している。伊藤氏はAI (After Internet) では予測が困難であると主張していますが、それも同じ文脈で捉えることができる。世の中はあらゆるものが大規模に、複雑につながっている。

私はシステムという視点とデザインという視点が大事だと思う。インターネットの大規模複雑システムが本当に大規模複雑だと明らかになった。あるいは、インターネットだけではなく現代のグローバル化において、あらゆる問題が非常に複雑になっている。

そのため、システムとして俯瞰的に捉えることが大事である。個々の学問だけでは問題は解けないので、さまざまな分野の人々が一緒に知恵を出し合ってデザインする必要がある。デザインとは、新たにクリエイティブにイノベティブに解決策を出すことであり、それが必要な時代になっている。それをAIと呼べばまさにそういうことになる。先ほど私は産業革命とアナログだと言ったが、この点においては異なる。つまり、産業革命で物理的なパワーは大きくなったが、つながりが大規模複雑になったかということ、そうではない。それに対してインターネット革命により、つながりが大規模で複雑になった。

インターネット万歳のようになっているので、少し批判的なことも述べる。インターネット社会、現代社会は依存症社会だと考える。人間は残念ながら、たばこに依存し、お酒に依存し、インターネットと携帯のない生活はできないという依存症社会にある。依存がどんどん肥大化し、原始時代のようなところにはもう住めないという依存症が来るところまで来てしまったとも考える。

そうは言っても良い点ももちろんある。インターネットや科学技術は、健康、安全、平和な社会をつくるという意味では寄与している。マネーゲームやインターネットゲームをくだらないと言ったら怒られるが、人類はもはやグローバルな問題に直面しており、環境問題、安全の問題、セキュリティの問題、人類の健康の問題など、大きな物語を解くためにこそAI (人工知能) やインターネット、システムデザインという考え方は使われていくべきである。ですから私は、人類は知恵を合わせて大きな問題を解くべき時代が来ていると考える。

4. ま と め

紺野：この第2部のテーマはコンピュータと違う人間の知の本質は何かということでした。前野氏が主張する相手との関係や社会との関係など、関係性を読み取る知が人間のもっているコンピュータとの根本的な違いかなと思います。ダットン氏が主張する社会的な実践、あるいは政治的なレベルでも、この関係性の知は大いに生かしていくのが本質だと思います。これを大いに生かしていかなければ、今のカオティックな時代を超えられないでしょう。そのうえで、どれくらいコンピュータに依存してしまうかわからないけれども、我々はコンピュータをつくり出して、そういう次の時代に行こうとしているのかなと思います。

文責者あとがき

本原稿は、ダイアログセッションの第2部「意味：人間の脳とコンピュータの違い」の内容を要約編集したものである。

人間の知性とコンピュータの関係は対立させて捉えるべきではないが、人間の脳とコンピュータの情報処理の対比は、自分自身を理解するためにも、道具としてのコンピュータの活用を考えるうえでも重要な視点だと思う。文脈や相手など周囲との関係性を読み取ることができるのが人間の知の本質であるというのが、このセッションの結論の一つであった。

脳とコンピュータを対立させる視点は他にもある。例えば、故・松本元氏は情報処理の目的が脳とコンピュータでは大きく異なると主張していた。コンピュータは結果を出力するために情報処理を行う。つまり、結果を得ることがコンピュータにとっての目的であり、情報処理はそのための手段にすぎない。一方、脳にとっては情報処理を行い、結果を得ようとする過程が目的であり、得られる結果はその副産物にすぎない。この視点は飯田氏の主張点に通じるところがある。結果至上主義のコンピュータにとってはゲームに勝つことが最も重要なので、その過程に感動や芸術性が入り込む余地はない。しかし我々は楽しむためにゲームを行う。勝ち負けがハッキリするまでの過程における感動や芸術性を味わうのが目的であり、勝ち負けの結果は二の次である。そのため、過程の余韻を引き出す投了が人間にとっては重要なのではなかろうか。

このように考えると、コンピュータと比較した場合の人間の知の本質的な違いは、周囲との関係性を読み取るために試行錯誤し、その過程を楽しむ、もがき苦しむことができることにあり、単に文脈や相手などとの関係性を読み取ることだけではないと考える。

パネリスト情報

ウィリアム・ダットンは、前掲 (Vol. 28, No.3, p. 447) 参照。



飯田 弘之

北陸先端科学技術大学院大学情報科学研究科(情報科学専攻・人工知能領域)教授。社団法人日本将棋連盟プロ棋士六段(1983～1994年)。エンタテインメント性を情報科学的な視点から定量的に扱う技術の開発、ゲームという場で生じる知と知の相互作用の体系化、名人を超える将棋システムの研究開発といった研究に取り組んでいる。

前野 隆司は、前掲 (Vol. 28, No.3, p. 447) 参照。



アラン・ケイ

オブジェクト指向プログラミング、パーソナルコンピュータ、グラフィカルユーザインタフェースなどの研究における先駆者の一人。それらの功績により、全米工学アカデミーからドレイパー賞、全米計算機学会からチューリング賞、稲盛財団より京都賞を受賞。アメリカ芸術科学アカデミーや全米工学アカデミー、王立芸術協会、アメリカ科学振興協会、コンピュータ博物館などのフェローに選出されている。

ヒューレット・パッカード、デイズニー、アップル、ゼロックスのフェロー、アタリの主席科学者を務める。カリフォルニア大学ロサンゼルス校の非常勤講師としてコンピュータサイエンスを教え、「一人の子供に一台のノートパソコンを」(MITのニコラス・ネグロポンテ教授が設立した民間非営利組織の活動)のアドバイザーにもなっている。ビューポイント・リサーチ・インスティテュートの創立者であり、また同組織の理事長として、世界の子供達のための活動である「パワフルなアイデア教育」に尽力するとともに、高性能パーソナルコンピュータとネットワークシステムの開発を行っている。



伊藤 穰一

マサチューセッツ工科大学メディア・ラボ所長。クリエイティブ・コモンズ(著作物の適切な再利用を呼びかける非営利団体)議長、ニューヨークタイムズ取締役、マッカーサー財団取締役、ナイト財団評議会委員、デジタル・ガレージの共同設立者兼取締役。オープン・ソースの「モジラ・プロジェクト」を支援するモジラ・ファウンデーションやWITNESSの理事などをはじめとする多くのNPOにおいても理事を務める。さらに、日本政府のIT戦略本部の本部員でもある。日本におけるインターネットの普及に大きく貢献した一人。数多くのネット企業設立に関わり、それらには、ビーエスアイネット、デジタル・ガレージ、インフォシークなどがある。ツイッター、シックス・アパート、ウイキア、フリッカー、ラスト・エフ・エム、コングリゲート、フォトノーツ/フォトベディア、キックstarter、パス、ピンウィールなどのアーリーステージの投資家。

紺野 登は、前掲 (Vol. 28, No.3, p. 448) 参照。

武部 恭枝は、前掲 (Vol. 28, No.3, p. 448) 参照。

文責者紹介

中谷 裕教は、前掲 (Vol. 28, No.3, p. 448) 参照。