



シンギュラリティをめぐる論点 応 般

～Ray Kurzweil 氏との対談を通じて～

3

徳田英幸（慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科／環境情報学部）

未来社会のかたち

米国には、さまざまな未来予測を行う調査会社や未来社会を論じる未来学者たちがいる。その中においても、Ray Kurzweil 氏は、これまで OCR (Optical Character Recognition) ソフトウェア、フラットベットスキャナ、シンセサイザー K250 などを発明・開発してきた発明家としての輝かしい実績を持った未来学者であり、異色を放っている。筆者が Kurzweil 氏にインタビューをしたのは、2005 年に、米国で彼のシンギュラリティに関する本¹⁾が出版され、スタンフォード大学での SSS²⁾ やいろいろな講演会が開かれた頃で、NHK・BS 放送の「未来への提言」³⁾ という番組での対談が企画されたのがきっかけであった。当時の彼は、発明だけでなく、テレプレゼンスシステムを使って、若い女性に扮してダンスをするのが趣味であるとも話していた。

本特集のきっかけの1つは、トランセンデンス（超越）という Johnny Depp 主演の映画であると理解しているが、科学技術振興機構（JST）主催の「知のコンピューティング ELSI/SSH (Ethical, Legal, and Social Issues/Social Science and Humanities)」という科学技術未来戦略ワークショップが本年（2014年）9月に開催されたタイミングでも、本会の場で、幅広く、多様な視点でシンギュラリティが議論されることは、非常に重要である。

本稿では、シンギュラリティをめぐるいくつかの論点に関して、情報科学とシンギュラリティ、収穫加速の法則、進化のスピード、未来予測手法、技術イノベーションと社会イノベーションの視点から整理し、議論する。

さまざまな視点と論点

トランセンデンスの映画では、著名な AI ラボの研究者たちが次々に殺害されるという恐ろしいシーンがあるが、「行き過ぎたテクノロジー」対「人間社会」といった感情的な対立をあおるメッセージより、冷静に、このシンギュラリティ論者たちが主張しているポイントを整理し、議論してみることが必要である。

■ 情報科学技術とシンギュラリティ

まず、シンギュラリティ論者が主張するロジックの組み立てはこうである。有史以来、人類が発明してきた科学技術の進歩は、指数関数的な成長のパターンで進化し続けている。また、IT の技術進化に関していえば、リレー式計算機から真空管、真空管からトランジスタ、トランジスタから LSI といったように、成長の限界が見えた際には、人類は、次々と技術パラダイムシフトを起こしてきており、そのスピードは加速を続け、特に、GNR (Genetics, Nano-technology, Robotics) 革命と収穫加速の法則により、2045 年頃には、人類は、「シンギュラリティ」に到達するであろうと予測している。

シンギュラリティにおいては、生物としての人間の思考が機械と融合し、生物としての基盤を超越 (transcend) し、人間と機械、現実世界とヴァーチャルリアリティとの間には区別がなくなった世界が出現するであろうと予測している。ここで我々情報科学に携わる者として、考えを新たにしなければいけない点は、従来の IT の技術進化が我々の「体の外側」で起きてきたのに対して、ここでの GNR 革命は、「体の内側」で IT の技術進化が起これつつ

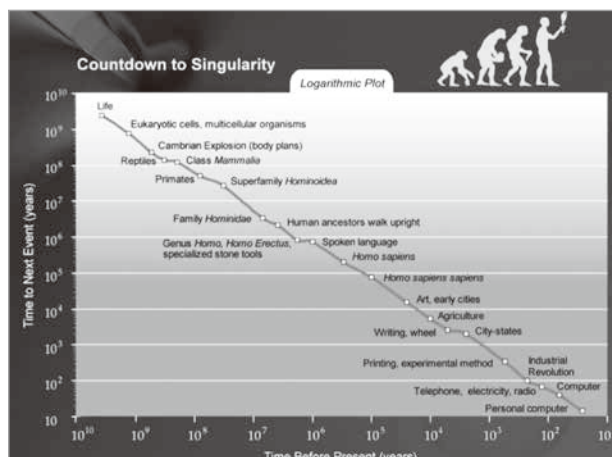


図-1 Kurzweil 氏によるパラダイムシフトの流れ (by Ray Kurzweil)

あることを示唆している点である。日本においても、iPS 細胞の研究開発により再生医療技術が飛躍的に向上している現在、このような指数関数的な技術進歩は予想できそうである。一方、技術の社会的受容のスピードや ELSI 的な視点からは、いくつかの越えるべき課題が見えてくる。生物を超越した人間的なもの (thing) としての人間や、そのもののデジタルコピー (クローン) ともなるものの存在である。従来の社会的倫理基準からデジタルクローンはあり得ないし、また、物理的な身体とバインドできていない人間的なものは、人間として自分を認知できるのであろうか？ といった大きな疑問が残る。一方、Kurzweil 氏は、彼の趣味を例に例えて、自分の身体性を失ったとしても、まったく問題はないと主張していた。

■ 収穫加速の法則

未来予測者の得意技の 1 つに、これまでの技術革新をマクロに俯瞰し、その進歩のスピードを表す法則を導き出すことが挙げられる。情報科学分野においては、これまで、半導体の集積度は、18 カ月で 2 倍になるという Moore の法則、光ファイバーの帯域は、6 カ月で 2 倍になるという Gilder の法則、ネットワーク (コミュニティ) の価値は、ユーザ数の 2 乗になるという Metcalfe の法則などが有名である。Kurzweil 氏は、ある意味、これらをすべて包含したような「収穫加速の法則 (The Law of



図-2 Kurzweil 氏と Accelerating の色紙

Accelerating Returns)」を提唱している。彼の根拠は、Moore の法則に基づくというより、人類有史以来の技術進歩を図-1 のような対数グラフで表現し、いわば、視覚的にも直感的に説得している点がユニークである。

彼によれば、あらゆる技術革新の成果は、次なる科学技術進歩へとフィードバックされ、特に、GNR 技術のような進化が他の分野の成長を牽引していくことを挙げている。同様な議論は、IT の進歩に関しても、他の科技術分野の研究開発を加速しているといった話を、かつてアメリカ国立科学財団 (National Science Foundation, NSF) にいた頃のジョージア工科大学の Peter Freeman 氏からも聞いている。したがって、IT の進歩が停滞すれば、あらゆる技術革新や産業の発展をスローダウンさせる危険性があると指摘していた。一方、Kurzweil の法則は、農業、印刷、電話、通信、産業革命、コンピュータなどといった技術的な進化だけにとどまらず、人間の誕生、生命進化のプロセスや DNA の発見などを包括的にプロットし、視覚的にシンギュラリティに近づいている印象を与えることに成功している。

■ 進化のスピード

指数関数的な技術進歩の歴史とは対比的に、我々の社会をとりまく制度的な変革のスピードは果たして、技術進歩のスピードと同調して、指数関数的に変わるかが疑問である。Kurzweil 氏は、まったくの迷いがなく、スピードは減速しないと断言し、インタビュー後の色紙にも "Accelerating" (図-2) と書いたほどであるが、筆者は、この点が氏の予測に対して違和感を持っている点である。現在日本で生活している人にとって、社会的制度の変革、すなわ



図-3 イタリア Peccioli 市でのロボットレーンとネットワークロボット実証実験

ち社会イノベーションのスピードと技術イノベーションのスピードが残念ながら調和していないのが現状である。

たとえば、ロボット技術や自動運転技術をみてみよう。ロボットが自律的に移動し、二足歩行可能となる技術革新が進んでいる反面、社会的な制度、すなわち道路交通法などには、「車輛」という2文字で規定された車が道路を走り、「ロボット」を公道で走らせようとするとストップランプや方向指示器をつけて「車輛化」しなければならないのが現実である。イタリアの Peccioli 市の実証実験で採用されたロボットレーン（図-3 参照）は、残念ながら日本では非常に限定された範囲でしかできていないのが現状である。

技術の社会的受容性を高めるためには、リアルな環境においての実証実験が必須であり、そのための枠組みづくりが非常に遅れており、制度的改革が必要である。また、自動運転技術の社会的受容性に関しても同様に、リアルな環境下での実証実験なしでは、手動運転車と自動運転車が混在する交通システムにおいて、街中で人々がどう自動運転車を認知できるか、誰が、どのような免許があれば走らせることが可能であるか、事故が発生した際の新しい保険制度など社会的枠組みをどう整備するか、自動運転制御ソフトの認証方法など重要な課題が山積状態である。

このように、社会制度の変革には時間がかかり、

超越できる技術によって、生物を超越した人間的なものとしての人間を社会が受容すべきかどうか、限定的な条件のもとで受容する場合においても、そのための社会的枠組みを創り出すには、かなりの時間を要するのではないだろうか。

■ 未来予測手法

未来予測の方法には、一般的に「フォー・キャスト法」と「バック・キャスト法」の2つがある。フォー・キャスト法は、これまでの歴史や技術革新の流れから未来に向かって予測を行い、未来社会や未来技術の進化を予想する方法である。バック・キャスト法は、環境問題の改善などにも利用されている方法で、最初に、「望ましい未来社会のかたち」を描き出し、その後「その実現のためにはどうすればよいのか」を考え、ロードマップを展開し、未来社会を予測・デザインしていくという方法である。たとえば、筆者らが行った2035年のモバイル社会の未来を予測したワークショップ⁴⁾では、未来社会のイメージの議論が多様となるように、ある種の方向性「より効率的な」、「より階層化された」や「より自由で」、「よりリベラルな」といった枠組みが与えられたチームがそれぞれ2035年の未来社会のイメージを設定し、5年ごとに後ろに戻りながら、テクノロジー、人々の生活様式、社会制度、倫理観、サービスやアプリケーションなどにどのような変化が起こり得るか、あるいは起こっていなければならないかなどについて整理していった。

一方、Kurzweil 氏の未来予測手法は、これまで人類が創造してきた科学技術の進歩の状況を克明に分析・考察し、技術進化のモデルをベースに将来を予測するという典型的なフォー・キャスト法と言える。彼は、非常に楽観的に、生物を超越した人間的なものとしての人間に対して、社会は問題なく受け入れるであろうと話していた。しかし、彼自身、Singularityの本¹⁾の中で、2010年、2030年のシナリオを紹介し、Singularityが近づくにつれて、人間生活の本質について考え直し、

社会制度を再設計しなければならないとも指摘している。

技術イノベーションと社会イノベーション

多くの科学技術が人々に受容され、社会実装がスムーズに進んでいくためには、技術イノベーションと社会イノベーションの双方が調和していかなければ未来の社会のかたちは、創り出すことが難しい。我が国においては、道路交通法だけでなく、個人情報保護法、知的財産法、製造物責任法、医療機器にかかわる法律など、さまざまな社会的な規制や制度の枠組みを早急に見直す時期にきているといえる。重要なのは、よくいわれる規制緩和という視点だけではなく、新しい枠組みの創出である。

3.11の東日本大震災時においては、さまざまなデータが個人情報保護法の枠組みを飛び越えて、地図上で連携され、非常時におけるデータのリアルタイムマッピングにより人々の救助活動や復旧作業、避難所へのサービスがスムーズに提供できることが実証された。しかし、いまだに、非常時におけるこのようなデータ利用（例外措置）に対する改定は進んでいない。超法規的に、いろいろな企業が知恵を出し合い、運用でカバーしているのが現状かもしれない。2045年頃の未来社会に向けてシンギュラリティを受け入れるかどうかは次の世代の人々の価値観に大きく左右されると思う反面、すくなくとも、現在の社会的な枠組みの不具合を指摘し、その制度改革とともに、さまざまな技術の社会実装力を高めていくことが重要である。

未来社会に向けて

未来社会は、いたずらに到来してくるものではなく、あくまでも人々によってより好ましい未来社会のかたちにデザインされるべきものである。シンギュラリティに向かう上で重要とされているGNR技術は、生まれながらの病や難病の治療に役立つ技術として確実に普及していくであろう。一方、超越できる技術によって、生物を超越した人間的なものとしての人間を社会が受容すべきかどうかについては、簡単には受容されないと思っている。むしろ、持続可能な社会を構築していく上には、このようなシンギュラリティに関する議論を通じて、人と機械の創造的協働を取り入れていく新しい社会的枠組みを創出することが喫緊の課題であることを理解しなければいけない点にある。ここでの議論が新しい枠組み作りに向けて、すこしでも貢献することができれば幸いである。

参考文献

- 1) Ray Kurzweil : The Singularity Is Near : When Humans Transcend Biology, Viking Adult (Sep. 2005).
- 2) The Singularity Summit at Stanford (May 2006), <https://www.youtube.com/watch?v=9PWXRnsSrf0>
- 3) レイ・カーツワイル、徳田英幸：レイ・カーツワイルー加速するテクノロジー（NHK未来への提言）、日本放送出版協会（2007）。
- 4) モバイル社会研究所編：モバイル社会の未来～2035年へのロードマップ～、NTT出版（2013）。

（2014年10月3日受付）

徳田英幸（正会員） | hxt@sfc.keio.ac.jp

1975年慶應義塾大学工学部卒業。1983年ウォータールー大学計算機科学科博士。カーネギーメロン大学計算機科学科研究准教授を経て、1990年慶應義塾大学環境情報学部へ勤務。主にユビキタスコンピューティングシステム、OSなどに関する研究に従事。現在、本会副会長、日本学術会議会員などを務める。