

多様な視点で見つめるシンギュラリティ — 技術・産業・行政を統合した社会構造モデルの提案 —

Viewing Singularity from Various Perspectives:
A Proposal for the Social Structure Model Integrating Technology, Industry and Government.

大澤 正彦 *1*²
Masahiko Osawa

齋藤 和紀 *3
Kazunori Saito

三宅 陽一郎 *4
Yoichiro Miyake

今井 倫太 *1
Michita Imai

*1 慶應義塾大学大学院理工学研究科
Keio University, Graduate School of Science and Technology

*2 日本学術振興会特別研究員 (DC1)
Japan Society for the Promotion Science, Research Fellow (DC1)

*3 エクスポネンシャル・ジャパン
Exponential Japan

*4 株式会社スクウェア・エニックス
SQUARE ENIX CO., LTD.

シンギュラリティに関する議論は、曖昧になったり、単一の視点からポジショントーク的に行われる場合が多いように見受けられる。シンギュラリティを客観的で包括的に考察していくためには、より多くの視点から議論を深めて行く必要がある。著者らは、2018年1月13日に「多様な視点で見つめるシンギュラリティ」というイベントを開催した。本稿では、イベントでの議論を踏まえて、技術、産業、行政の3つの視点に着目して、社会構造モデルを提案する。提案した社会構造モデルは、主に技術、産業、行政で扱われる概念群を2軸状にマッピングすると同時に、概念間に階層関係を付与している。2軸平面上の概念の位置は、概念の分解、個別発展と再解釈、波及、統合によって変化していくことが想定されており、概念の位置の変化を社会の変化として解釈することで、高速な変化を遂げる社会の把握に寄与できる可能性を検討している。さらに概念の指数関数的な発展を前提として提案モデルをもとに考察することで、今後は我々人間が扱う概念が一般的なものから専門的なものまで多様性を生む一方で、局所的な概念から大域的な概念へのシフトが起こっていくという仮説を提唱する。

1. はじめに

シンギュラリティ（技術的特異点）とは、コンピュータ技術や生命科学などの進歩や、発展によって、科学技術が自ら、自分より優れた科学技術を作れるようになるポイントを指す [カーツワイル 07]。このポイントを超えると技術発展のスピードは無敵大になったかのように見えて考えられている。指数関数的な進化の根底には、人間とそれに続くテクノロジーにおいて進化は本質的に加速していくという、「収穫加速の法則」があると考えられている。収穫加速の法則は一つの重要な発明がほかの発明と結びつくことによって、次の重要な発明が生まれるまでの期間が短縮されるというものである [齋藤 17]。シンギュラリティの議論は将来的に国や社会に対して大きな影響を及ぼすため、積極的に個人、組織ないし国をあげて議論が開かれている。

ところが指数関数的な発展が題材となるシンギュラリティは、正確に予測することが困難な性質を持っている。結果、シンギュラリティに対する議論はポジショントーク的になることや、根拠に基づかない SF 的予測になってしまう場合もある。シンギュラリティの議論は、今後より客観的かつ包括的に行っていく必要があると考えられる。

著者らは、こうした背景を踏まえて、2018年1月13日に「多様な視点で見つめるシンギュラリティ」というイベントを開催した。当該イベントはソニー株式会社、シンギュラリティ大学東京チャプター、全脳アーキテクチャ若手の会 [大澤 17a, Yamakawa 16] の共同主催により、およそ 200 名の参加者を集めた。講演者は企業、学生、省庁と多様な立場から選出され、幅広い議論がなされた。また、当日の様子は、記事としても公開されている *1。

本稿の目的は、開催したイベントでの議論をまとめ、精緻化することを通して多くの立場から合意できる社会構造モデルを提案することである。社会構造モデルが共有されることで、指数関数的な発展をする社会を正確に捉える一助となると考えられる。

本稿では特に指数関数的な発展が起こる頻度や、起こった場合の影響力が異なる、「技術」「産業」「行政」の3つの立場に着目して議論を進める。個々の技術は、指数関数的な発展を独立に何度も遂げて来た。一方で行政における指数関数的な発展は技術ほど頻繁には起こりにくいが、起こったときの影響の範囲は個々の技術と比較すると大きい場合が多いと考えられる。産業は指数関数的な発展が起こる頻度や起こった時の影響力という点で、ちょうど技術と行政の中間的な位置付けと考えられる。提案した社会構造モデルでは、技術系、産業系、行政系の概念が階層的に捉えられ、指数関数的な発展によって人間が変化を捉えにくくなるタイミングで、概念の統合や抽象化が起こるといった仮説に基づいている。

以下、本稿の構成を示す。2章では本稿で議論するシンギュラリティの前提について説明し、3章ではイベントでの議論を技術・産業・行政の視点から他分野との位置付けを中心にまとめる。4章は2,3章の議論を踏まえて技術・産業・行政を統合した社会発展構造のモデルを提案する、そして5章をまとめとする。

連絡先: 大澤 正彦, 慶大/学振 (DC1), 〒 223-8522 神奈川県横浜市港北区日吉 3-14-1, 045-566-1749, mosawa@ailab.ics.keio.ac.jp

*1 AINOW, "「多様な視点で見つめるシンギュラリティ」-シンギュラリティに文系も理系もない",

<http://ainow.ai/2018/01/25/131431/>

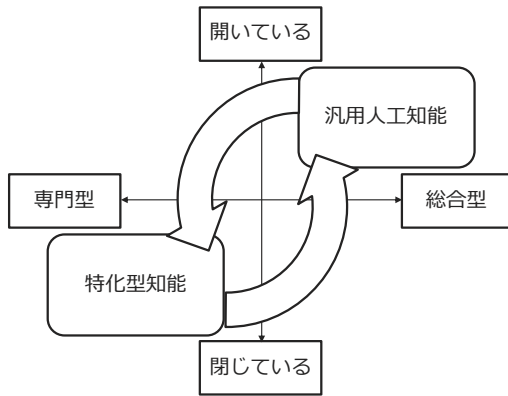


図 1: 人工知能の位置付け。知性が必要とされる課題を開いているか閉じているか、総合的か専門的かという観点で分類したものの。

2. シンギュラリティの議論の前提

シンギュラリティに対する議論を整理する上で、シンギュラリティに対する前提によって以下の3種類の議論があると考えられる。

- 前提がない議論
- シンギュラリティの到来が前提の議論
- シンギュラリティが到来するか否かを問わない前提の議論

前提がない議論での主な着目点は、そもそもシンギュラリティが来るか、来ないかという点である。様々な証拠に基づいて、シンギュラリティが来る理由、来ない理由を戦わせるものである。シンギュラリティの到来が前提の議論での主な着目点は、到来する時期と到来した際の影響である。時期に関しては、直感として線型的な技術発展を想定してしまう人間に対して、実際の技術が指数関数的に発展している事実を踏まえてシンギュラリティが到来する時期を予想する議論が多い。一方到来後の社会については、ロボットに支配されてしまうか、仕事がなくなってしまうかといった議論がなされている。シンギュラリティが到来するか否かを問わない前提を置く議論の場合は、シンギュラリティの議論の題材に使われる指数関数的な技術発展やこれまでの技術の歴史を踏まえて今後の技術や産業、行政の発展を予測しようという着目点になる場合が多い。

前提のない議論は、未だ不確定要素が多いためどの主張も曖昧なままなことが多く、場合によってはポジショントーク的になってしまうこともある。シンギュラリティの到来を前提とする場合は、時期に関しては、技術進展が無限大に見えるような点から現在を逆算することは難しい。到来後の社会についても想像の範囲を超えてない場合が多い。

一方でシンギュラリティが到来するか否かを問わない前提をおく議論は、今後起こる変化を具体的に捉えるという意味で重要でありながら、他の2つの議論と比較すると議論の対象とされることが少ないように感じられる。さらに、これまでも認められている指数関数的な技術発展に関する議論であるため、他の2つの議論よりは客観的な証拠に基づいた議論がされやすい。そこで本稿の中ではシンギュラリティが到来するか否かという点には言及せず、指数関数的な発展をする社会について議論を進める。

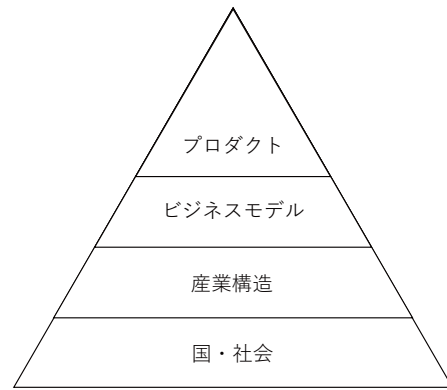


図 2: プロダクトビジネスにおける階層構造。最上位に位置する実際のプロダクトに対して、それを引き起こす環境や背景としてのビジネスモデル、産業構造、国・社会という階層。上ほど局所的かつ専門的であり、下ほど大域的かつ一般的。

3. 多様な視点で見つめるシンギュラリティ

本章では、開催されたイベントでの議論を技術、産業、行政の3つの視点から簡単にまとめる。

3.1 技術におけるシンギュラリティ

技術の視点からは、人工知能(AI)を題材として2点まとめる。

1点目は、汎用型知能と特化型知能の位置付けについてである。図1に汎用人工知能と特化型人工知能との位置付けを示す。現在、閉じた問題を設定すれば、今でも人工知能は人間を凌駕する性能を発揮する場合も多い。一方で開いた問題に対して、現代の人工知能は基本的に対応できないと考えられている。したがって現在は人間と技術の得意とする問題の領域が分かれている状態といえる。今後の技術発展によって、人工知能が適用できる問題が広がっていき、人間が対応できるタスクのほとんどを内包する関係になる可能性がある。この時、現在の人工知能と人間の関係は再解釈される必要がでる。

2点目は知能と環境の関係についてである。知能は、環境と密接な関係を持っており、設定された環境の中で適切に振る舞う。知能と環境は常に影響を及ぼし合い、いずれかの変化がもう一方も大きく変化する場合がしばしばある。例えば、囲碁をするAIであれば環境は囲碁の世界、ルンバのような掃除ロボットであれば環境はユーザーの部屋である。今後、AIがより開いた汎用的な課題に適応できるようになった場合、AIが扱う環境は徐々に広がり、いずれは産業ないし国や社会全体にまで広がっていく可能性もある。したがって、これからの技術は行政や産業を踏まえてデザインする必要性が増加していく可能性がある。

3.2 産業におけるシンギュラリティ

指数関数的に発展していく概念の中では特に、表層ではなくそれを引き起こす環境や背景の普遍性を捉えることが大切である。早すぎる変化が起こっている対象の将来を見極めることは一般的に難しい。そこで対象物自体ではなく、対象物の根源となっている対象を見極めることが重要になってくることである。

例えば、プロダクトビジネスにおいては図2に示すような構造になっていると考えられる。現在ではプロダクトのイノベーションの変化が高速化しており、見極めることは難しくなっている。そこで変化が早すぎるプロダクトのイノベー

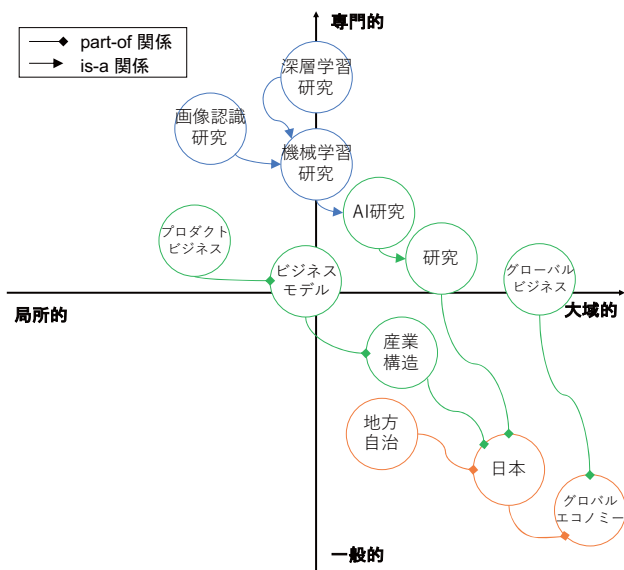


図 3: 技術・産業・行政を統合した社会構造モデル

ションではなく、その根源となっているビジネスモデルのイノベーションを目指し、さらに速くなることを見越して近年では産業構造のイノベーションを捉える経営者も出てきている。その先には、国家や社会システムのイノベーションを見据えることで経営戦略を作る必要性が出て来る可能性が高い。

3.3 行政におけるシンギュラリティ

行政の立場では例えば、社会へのインパクトが強い技術として人工知能が挙げられており、2016年の4月から人工知能技術戦略会議が始まっている。同会議では安西祐一郎氏を議長として、人工知能開発を政府でどうおこなっていくかについての検討がされている。その成果例としては産業化ロードマップが提案されている^{*2}。

人工知能の研究開発目標と産業化のロードマップでは、人工知能(AI)の発展段階の整理としてフェーズ1~フェーズ3からなる構成が示されている。ここではフェーズを経るごとに様々な領域間の統合が想定されている。

4. 技術・産業・行政を統合した社会構造モデル

4.1 モデルの概要

これまでの議論を踏まえて、技術・産業・行政のシンギュラリティを見据えた発展について、図3に示す。図中に示した概念は一例である。

提案モデルの中で技術、産業、行政においてそれぞれ扱う概念が2つの軸の上にマッピングされている。1つ目の軸は、局所的大域的である。局所的な概念が影響を及ぼす要素は比較的小さく、結果として社会全体としての影響力は比較的小さい。一方で大域的な概念は、影響を及ぼす要素が比較的多く、社会全体に対する影響力が比較的大きい。2つ目の軸は、専門的一般的である。2つの軸には相関があることが想定されており、専門的な概念は局所的な傾向が、一般的な概念は大域的な傾向がある。また、技術が扱う概念は専門的かつ局所的なものが、行政が扱う概念は一般的かつ大域的な傾向があり、産業が扱う概念はその中間的であると考えられる。ただし、大域的

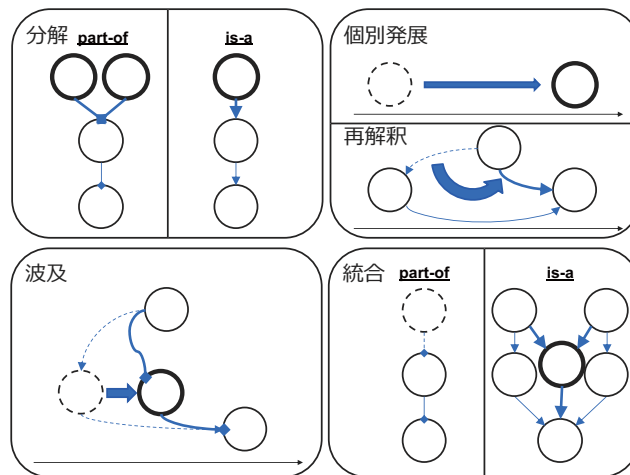


図 4: 提案モデルに対する4つの操作。モデル上のノードやエッジに与える変化として表現した場合の一例。点線で表現されたエッジとノードは操作の前後で削除されたものを、太線で表現されたエッジとノードは操作の前後で新たに追加されたノードを表す。

な技術的概念や、局所的な行政的概念も存在する。例えばコンピュータのように社会一般に浸透した技術や、特定の家族のように一般的ではあるが局所的な概念は存在する。

局所的な概念は一般に発展の速度は速く、指数関数的に発展していく様子が定量化される頻度も大域的な概念と比較すると多いと考えられる。大域的な概念は、様々な要因が複合されるため、局所的な概念よりは発展の速度が遅い場合が多いと考えられる。

概念同士は2軸状の位置関係の他に、特定の概念間の関係によって影響を受ける。特定の概念間の関係とは、主にオブジェクト志向の考え方に基づいた2種類の階層関係であり、もともと1つの概念から分解されると仮に想定している。

1つ目の階層関係は part-of 関係であり、上位概念は下位概念の集合体であるとする。part-of 関係の場合、上位概念は下位概念なしでは成り立たない。上位概念は下位概念にとっての"環境"として捉えることも可能であり、上位概念と下位概念は常にお互いに影響を及ぼしあう。例えば、日本社会と日本社会における産業の関係は part-of 関係である。産業は日本社会の重要な構成要素の一つである。日本社会の向上は産業の向上にもつながり、産業の向上もまた日本社会の向上につながる。また、産業にとって日本社会は前提とする環境として捉えることもできる。

2つ目の階層関係は is-a 関係であり、上位概念は下位概念の抽象概念であるとする。is-a 関係の場合には、上位概念はもともとあった下位概念が消失しても成り立つ。例えば、知能研究という上位概念に対しては、認知科学、神経科学、人工知能といった研究領域が下位概念として想定できる。認知科学、神経科学、人工知能はいずれも独立した知能研究であり、仮にいずれかの学術領域を除いても知能研究という概念は普遍的である。

提案モデルの中で、下記の4つの操作によって概念や概念同士の関係が変化し、結果として社会の変化が起こるという仮説を立てている。

- 分解
- 個別発展と再解釈

*2 人工知能技術戦略会議, 人工知能の研究開発目標と産業化のロードマップ, (2017), <http://www.nedo.go.jp/content/100862412.pdf>

- 波及
- 統合

4つの操作に対応する提案モデル上の変化について図4に示す。次節からは、上記の4つを個別に説明していく。

4.2 分解

分解とは、ある概念に対して下位概念を定義することによって、前節で説明した2種類の階層関係を新たに生成することである。このとき2種類の階層関係に応じた分解方法がある。

part-of関係を生成するための分解は、提案モデル上では1つの概念に対して2つ以上の下位概念を与えることと表現できる。新たに生成した下位概念群の和集合が元々の概念となるため、下位概念は分解対象となった概念より局所的なものとなる。

一方 is-a 関係を生成するための分解は、提案モデル上ではある概念に対して1つ以上の下位概念を与えることと記述できる。上位概念は下位概念よりも抽象的であることから、新たに生成した下位概念はより専門的なものとなる。

4.3 個別発展と再解釈

提案モデル上で個別発展は概念間の階層関係が変わらないまま、ある1つの概念の絶対位置が大域的な方向に移動することと言える。一方で再解釈は、概念間の絶対的位置関係が変更されたことをきっかけに起こる、相対的な階層関係の変化である。

個別発展の結果再解釈が起こる典型的な例として、is-a 分解によって生まれた概念が汎用性が高い概念へと個別発展した場合が想定できる。図4に示したように、自らの直接の上位概念よりもより大域的な概念になった場合は、さらに大域的な概念の下位に再解釈する。

4.4 波及

波及は、ある概念が変化した時に、その上下関係にある概念にも影響が及ぶことを意味する。提案モデル上では、ある概念の上位もしくは下位の位置に引っ張られて概念の絶対位置がより大域的な方向に動くことと説明できる。特に、part-of 関係にある概念同士の影響は波及しやすい。3.1で述べたAIと環境の相互作用も波及の原則で説明できる。

4.5 統合

統合も分解と同様に part-of 関係と is-a 関係のそれぞれに対応する2種類が定義できる。

part-of 関係における統合は、提案モデル上ではある統合された概念の下位概念が全て削除されることで表現される。3.2で説明したプロダクトビジネスに関する事例がこれに当たる。つまり part-of 関係の統合がおこるきっかけとしては、下位概念の変化が速すぎる場合や概念群が多すぎて把握しきれない場合に、直接的にそれらの下位概念を扱うことが困難と判断される場合である。統合された下位概念群は提案モデル上には記述されなくなるが、実際には統合前と同様に存在し続ける。

is-a 関係における統合は、ある下位概念同士を統合して新たな概念を生成することである。例えば、知能研究の下位概念同士である人工知能と神経科学を統合して、計算論的神経科学や Biologically Inspired Cognitive Architecture といった領域が展開される場合である。part-of の場合とは異なり、新たな概念を形成・位置づけることによって提案モデル上では表現される。

4.6 考察

指数関数的な発展を前提としたとき、概念の統合や分解、再解釈が行われることによって、概念の多様化が起こる可能性が高い。その中でこれまで以上に専門的な概念や、これまで以上に一般的な概念が生まれることを考えると、今後一般的-専門的の軸は分散が大きくなっていくと考えられる。

一方で、局所的-大域的の軸では、変化の速度が速くなるにつれて我々人間が直接的に扱うのは大域的な概念にシフトしていくと考えられる。

5. おわりに

本稿は、主に技術、産業、行政の立場から現在行われているシンギュラリティに対する議論をなるべく客観的に捉えることを目指し、3つの立場から他の立場との接点を探っていった。

これから長期スパンでの技術、産業、行政の発展によりよく寄り添えるように、見識を深め広めていく必要があるだろう。

ゆくゆくは現在の自分たちが最も大域的な概念に感じている社会や文化、国が人間が捉えきれない速度で発展をするようになったとき、われわれは今まで想定していなかったさらなる大域的概念で物事を捉えなおさなければならなくなる可能性がある。

謝辞

本稿に関する議論ならびに本稿の元となったイベントの企画、運営に対して多大な貢献をいただいたソニー株式会社の下村秀樹氏、栃木淑人氏、島田大樹氏、ならびに文部科学省の原克彦氏には多くのお力添えをいただきました。ここで深く感謝いたします。

参考文献

- [Yamakawa 16] Hiroshi Yamakawa, Masahiko Osawa and Yutaka Matsuo: Whole Brain Architecture Approach Is a Feasible Way Toward an Artificial General Intelligence, The 23rd International Conference on Neural Information Processing, pp. 275-281, Kyoto, Japan, (2016).
- [大澤 17a] 大澤 正彦, 全脳アーキテクチャ若手の会, Vol. 32, No. 6, pp. 268—269, (2017).
- [大澤 17b] 大澤 正彦, 知能への学問の分解と統合: 人工知能+認知科学+神経科学異分野交流会, Vol. 32, No. 2, pp. 873—876, (2017).
- [カーツワイル 07] レイ カーツワイル, ポスト・ヒューマン誕生 — コンピュータが人類の知性を越えるとき, NHK 出版, (2007).
- [齋藤 17] 齋藤 和紀, シンギュラリティ・ビジネス—A I 時代に勝ち残る企業と人の条件, 幻冬舎新書, (2017).