「シンギュラリティは近い」について

　２０１９．６．４　　吉村金一郎

■　カーツワイルの主張

|  |
| --- |
| ・　IT・人間の脳のスキャンは指数関数的に成長している。この結果、ハードとソフトの両方  が人間の知能を完全に模倣できるようになり、2020年代の終わりまでには、コンピュータ  がチューリングテストに合格できるようになり、特異点に到達する。  　　特異点とは、われわれの生物としての思考と存在が、みずからの作りだしたテクノロジー  と融合する臨界点であり、その世界は、依然として人間的ではあっても生物としての基盤  を超越している。特異点以後の世界では、人間と機械、物理的な現実とヴァーチャル・リ  アリティとの間には区別が存在しない。そんな世界で確かに人間的と言えるものが残って  いるかと問われれば、ある一つの性質は変わらずにあり続けると答えよう。それは、人間  という種は、生まれながらにして、物理的および精神的な力が及ぶ範囲を、その時々の限  界を超えて広げようとするものだ、という性質だ。  ・　コンピュータがここまで発達すれば、人間の知能に従来からある長所と、機械の知能にあ  る長所を合体させることができる。  ・　非生物的な知能が加速度的にサイクルで向上するのに加え、ナノテクノロジーを用いれ  ば、物理的な事象を分子レベルで操作することができる。  ・　ナノテクノロジーを用いてナノロボットを設計することができる。ナノロボットは、人体の中  で無数の役割を果たすことができる。  　１）　加齢を逆行させる  　２）　生体のニューロンと相互作用して神経系の内部からヴァーチャルリアリティを作り出し  　３）　脳の毛細血管に数十億個ナノロボットを送り込み、人間の知能を大幅に高める  ・　人間の能力（いわゆる感情的知能）も将来には、機械知能が理解して自由に使いこなすようになる  ・　収穫加速の法則は、非生物的な知能が、宇宙の中にあるわれわれの周囲にある物質とエネルギーを、人間と機械が合体した知能でほぼ「飽和」させるまで継続させる  ・　最後には、宇宙全体に、われわれの知能が飽和する  ・　忘れてはならないのは、未来に出現する知能は、それがすでに人間と機械が融合したものであっても、人間の文明の意志の現れであり続けるということだ。――　未来の機械は、もはや生物学的な意味では人間ではなくても、一種の人間なのだ。これは進化の次の段階だ。  ・　2020年代までには、脳全体をモデル化しシミュレートするために必要なデータ収集とコンピューティングのツールを手にしているはずだ。  ・　「脳をスキャンして理解する」よりももっと論議を呼ぶシナリオが「脳をスキャンしてアップロードする」というものだ。――　このプロセスでは、その人の人格、記憶、技能、歴史のすべてが取り込まれる。  　　もしも、ある人間の頭脳プロセスを本当に取り込むのなら、再インスタンス化された頭脳には身体が必要になる。なぜなら、われわれの思考の多くは、身体的なニーズや欲望に向けられているからだ。人間の脳のそのすべての細部まで取り込み再現するツールを手にするころには、われわれの知能を拡張し利用している非生物的人間、および生物的人間双方の21世紀型身体が豊富に用意されていることだろう。人間の身体バージョン２．０には、完全に現実的なヴァーチャル環境におけるヴァーチャル身体や、ナノテクベースの物理的身体、その他もろもろのラインナップが準備されている。  　　おそらくもっとも重要な問題は、アップロードされた人間の脳が、本当にあなたなのか、というものだ。  　　わたしの考えでは、アップロードのもっとも重要な点は、われわれの知能や個性や技能を、徐々に移し変えることだ。すでに、多様な人工神経装置の移植が実践されている。2020年代には、ナノロボットを使って、非生物的な知能で脳を増強させるようになる。まずは、感覚処理や記憶といった「定常的」な機能に始まり、技能の形成、パターン認識、論理的分析に進んでいく。2030年代には、われわれの知能の中に占める非生物的部分の割合が優勢になり、2040年代には、非生物的部分の機能の性能のほうが何十億倍も高くなる。――　われわれは事実上アップロードされた人間になる。  ・　われわれはサイボーグになっていく：  　バージョン１．０の虚弱な人体　⇒　はるかに丈夫で有能なバージョン２．０＝　G（遺伝学）N（ナノテクノロジー）R（ロボット工学）によりわれわれは老化することなく永遠に生きられるようになる　⇒　バージョン３．０＝　2040年代にMNT（マイクロ・ナノテクノロジー）ベースの構造を体内に組み入れることによって、身体的特徴を好きなようにすぐ変えられるようになる。 |

■　カーツワイルへの疑問・反論

|  |
| --- |
| １．「人間とは何か」：　明確な定義を避けている：  　１）　非生命体との違いは？  　２）　生命体の中での人間の特徴は？  ・　カーツワイル：　「IT・人間の脳のスキャンは指数関数的に成長している。この結果、ハー  ドとソフトの両方が人間の知能を完全に模倣できるようになり　--　。2020年代までには  、脳全体をモデル化しシミュレートするために必要なデータ収集とコンピューティングのツ  ールを手にしているはずだ。」　⇒　「強いAI」　＝　いつかはいかなる意味でも人間の脳と  心に匹敵する人工的な脳と心が生まれる。  ※　反論：  ・　「人間とは何か？」：　「心」「意識」「魂」「判断力」「知能＝考える能力」を持つ。  　　・　「心的現象はすべて、脳の中で進行しているさまざまな過程を原因として生ずる。」  「脳においてある特定の電気的・化学的過程が進行していることと、それらの過程が  原因となって意識が生じていることが理解されるようになった。」「同時に、心的因果  作用＝心的な出来事が物理的な出来事の原因になることもわかった。」「心と身体の  相互作用の存在。」　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　（ジョン・サール）  ⇒　「心・意識」は、生物としての身体を有する人間であるがゆえに生じている。強い  AIの主張は、人間の脳の機能とディジタル・コンピュータの間のアナロジーを強調し、  脳はディジタル・コンピュータ、心はコンピュータのプログラムそのものだとする。これ  は、人間の心には、本質的に生物的契機は全くない、と言っていること。  　　　　　・　「コンピュータが心・意識を持つことはないし、現在も、今より何兆倍もの処理能力を  持つようになる将来も、扱っている情報の内容を理解することはない。」「それは、ディ  ジタル・コンピュータとは何かの定義そのものからきている。」「ディジタル・コンピュー  タの本質は、その稼働の各段階が抽象的な記号によって特定されているということ。  しかし、この記号（０と１など）には意味はなく、意味論的な内容もない。そのような記  号は、完全にその形式的・統語論的な構造によって特定されねばならないから。」「心  とは、統語論以上のものである。心は意味論的であり、内容を持つ。」「統語論は、意  味論を生むには不十分である。」「脳の機能を原因として心が生ずるあり方は、プロ  グラムを走らせることのみによるものではあり得ない。」（ジョン・サール）  ⇒　ジョン・サールは、「ディジタル・コンピュータの定義（＝　純粋に形式的・  統語論的に定義されるという性質）そのものが、いかに将来その能力が向上しても、  心的な過程とプログラムの実行の過程が同一であるという見解にとって致命的なも  のである。」「コンピュータが心を持つことも、あつかう情報の内容を理解することも、  ありえない。」と断言する。  　これを、よりやさしく言うと、「コンピュータは、プログラムで決められた順番で記号を  用いて、与えられた仕事を行うように設計・製作された機械である。コンピュータの作  業結果（計算・翻訳・予測など）をみて、コンピュータは、その内容を理解していると思  うかもしれないが、コンピュータが扱っているのは何の意味もない記号（０と１など）で  あり、意味を理解するのは不可能である。コンピュータは、プログラムで決められた以  外のことは一切行えない機械であり、自主性・考えるなどを期待するのは、論理矛盾  である。」  　　　　　・　日本人物理学者梅沢博臣と高橋康によって切り開かれた「量子場脳理論」では、  「心とは、記憶を蓄えた脳組織から絶え間なく生み出される光量子（フォトン）の凝集  体であり、場の量子論によって記述されるその物理的運動が意識である」と主張す  る。「こころ」の物理像とは、膨大な数の電子と核子が集まってできた物質としての脳  そのものの中にはなかったもの、物質とはちがう存在として考えられてきた、電磁場  の量子・光量子が無限に集まってできた凝集体である、ということ。　⇒　コンピュータ  が「心」「意識」を持つわけがない。  　　　　　・　「意識の活動は、いかなるアルゴリズムによっても記述できないような仕方で進行  する」「真の知能は意識を必要とする」　　　　　　　　　　　（ペンローズ）  　　　　　・　「判断形成それ自体をコンピュータ上にどうプログラムしていいのか、AI研究者には  見当がつかないのである」「創造は選択である。この選択は、否応なく科学的な美の  感覚に支配される」（アダール）  　　　　　・　「洞察の突然の閃きの場合でさえ、仲立ちをするのは意識であり、着想も「正しく響  く」のでなければ、速やかに退けられ忘れられてしまうだろう」　　　（ペンローズ）  　　　　　・　「真の独創性を形作るのは何か、という疑問。それには2つの因子、すなわち「どし  どし出す」と「ばっさり切る」の過程がかかわっているように私には思える。――　私の  意見では、独創性の問題で中心的なのは、無意識のどしどし出す過程ではなく、意  識的なばっさり切る（判断）の方である。インスピレーション的思考のもう１つの驚くべ  き特徴はその大局的な性格である。モーツァルトの言葉「１つ１つ現れてくるのでは  なく　ーー　1つになった全体」　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　（ペンローズ）  　　　　　・　「従来は、脳は体を支配・コントロールする司令塔だと考えられていたけれども、むし  ろ体が脳を支配しているという逆の発想＝パラダイム・シフトが生じている。」  　　　　　　　「アンドロイド＝人間という概念は、体の重要性を忘れている。体から脳への還元が  ないから。」  　「脳の活動の大半は自発活動が占めている。絶えず時間とともに変化していき、脳  が再び同じ状態に戻ることは確率的にもありえなさそうだ。再現性がないことをコンピ  ュータはできない。」　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　（池谷裕二）  ２．「脳」とは何かについての明確な定義を行っていない：  　１）　一方で、「脳」の構造・その働きのメカニズムは完全に解析されていない、といい  　２）　他方で、「脳」のスキャン等のデータ集積によりそれは解明される、と主張  　　⇒　「脳」の構造・その働きのメカニズムが解析出来ていないにもかかわらず、「コンピュータの飛躍的能力向上により、コンピュータが人間を完全に模倣できるようになる」と断定するのは非論理的。脳の構造・働きのメカニズムが解明されてはじめて、スキャン・ディ―プラーニングで解明できることと解明できないことが明確になる。  　※　反論：  　　・　最近の脳科学は、従来の「機能局在論」から「ネットワーク論」に主流が移行しつつある。  　　　⇒　「神経細胞は間違いなく「複雑系」で動いている。――　神経というものは1個じゃダメで、脳には神経がいっぱいあって、それが密接にあちこちにつながっている。こういうネットワークとして考えなければ何も見えてこない。　　　　　　　　　　　　　（池谷裕二）  　　・　20世紀末以降の急速な「脳科学革命」の進展でわかって来たのは、「脳活動は、ニュー  ロン・ネットワークとグリアル・ネットワークの相互・統合作用の結果である」ということ。  　　　　カーツワイルをふくめて、従来の脳科学は、「脳の働き＝ニューロン細胞の働き」との  認識のもとに、その発火作用（電気的信号発信）に注目して研究を行ってきた。「しかし、  最近分かったのは、これまで重要な働きをしないと考えられてグリア細胞（ニューロン細胞  の10倍存在する）の重要な働きである。グリア細胞がニューロン細胞のほとんど全部の活  動を支えているだけでなく、ニューロン・ネットワークの活動、すなわち、意識・記憶・思考・  感情などの高次機能制御にも直接的に関与するし、グリアル・ネットワークはニューロン・  ネットワークに密着し、その活動に直接的な作用を及ぼしている。したがってニューロンと  それが形成するニューロン・ネットワークの働きについていくら研究しても、それは脳の働  きの半面を知ることにしかならないのである。グリア細胞とニューロンの相互作用は、脳内  環境・脳血流・物質代謝・炎症反応・免疫反応などの調節のみならず、シナプス伝達・可塑  性の制御や、ニューロンの破壊と新生にまで及んでいる。アフトロサイト・グリア細胞の活  動は、インパルス系列として物理記号化されないので、その働きがどれほど脳の働きを変  化させたとしても、それがニューロン・ネットワークに取り込まれ、因果関係を指示する表  象としての意識に上ることはない。したがってグリアル・ネットワークの働きは、本来的に無  意識である。それは無意識の最も深い層で働きながらもニューロン・ネットワークに密着し  て存在し、その働きを維持し、支配している。つまり、脳は、未来を見る表の顔であるニュ  ーロン・ネットワーク/意識と、生物学的・個人史的な過去を過去を見る裏の顔であるグリ  アル・ネットワーク/無意識の両面を持っている。これらの二つのネットワークは、物理的科  学反応連鎖による直線的（線形的）因果関係に加えて、円環的（非線形的）因果関係によ  って、繋がっている。人間の心の複雑性は、ニューロン・ネットワーク/グリアル・ネットワー  クおよび意識/無意識という脳と心それぞれの二極性と、それらの間の縦横の相互作用か  ら生じるカオス、さらにカオスから生じる秩序（自己組織性）に起因する。ニューロン・グリ  ア・カオスの三者の織りなす模様が心であり、それはアストロサイト/グリアル・ネットワーク  を介して自然と直結しているのである。」　　　　　　　　　　　　　　　　　（浅野孝雄）  ３．IT・ナノテクノロジーの技術進歩：　カーツワイルも言っているように、それぞれのパラダイム  の壁が存在する。その壁にぶつかる前にシンギュラリティは到来するのか？  ・　カーツワイルも言っているように、IT・テクノロジーの進歩には目覚ましいものがある。  　2014年時点で、パソコン・携帯電話に使われているトランジスタは約1億個で、これが1  センチ平方のチップに搭載されている。そして、ソース電極とドレイン電極の間隔は２０ナノ  メートルになっており、両電極の間隔が２ナノメートル（原子10個分）のアトムトランジスタ  も開発間近かである。LSI回路に使用できるカーボンナノチューブも開発済みである。ナノ  テクノロジーの限界は1個の分子・原子のスケールであり、近々その限界に到達する。  　⇒　・　ナノテクノロジーはナノロボットなどの領域では、カーツワイルの主張に近い形で実現  する可能性が高いと考えられる。  　⇒　・　人工臓器開発については、それぞれの臓器の細胞レベルの再現を積み重ねていけ  ば、本物同様に機能する全体としての臓器ができる、というカーツワイルの還元主義的ア  プローチでは、人工臓器開発は不可能だろう。人間の臓器は、構成細胞の集まりであると  同時に、グリア細胞・自律神経・免疫などの多層的で複雑なシステムのネットワークを加  味して、全体として機能しているのである。 |

■　参考文献

　☐　本レポートで直接引用した本

　　１．「ポスト・ヒューマン誕生」レイ・カーツワイル、NHK（2007年）

　　２．「心・脳・科学」ジョン・サール、岩波人文書セレクション（2015年）

　　３．「プシュケーの脳科学　心はグリア・ニューロンのカオスから生まれる」浅野孝雄・藤田哲也、産業図書（2010年）」

　　４．「進化しすぎた脳」池谷裕二、ブルーバックス（2007年）

　　５．「心の影」１・２、R・ペンローズ、みすず書房（2001，2002年）

　　６．「脳と心の量子論」安江邦夫他、ブルーバックス（1998年）

　☐　本レポートで直接引用しなかった本

　　１．「スピリチュアル・マシーン　コンピュータに魂が宿るとき」レイ・カーツワイル、翔泳社

（2001年）

　　２．「心はいかにして生まれるのか」櫻井武、ブルーバックス（2018年）

　　３．「もう一つの脳　ニューロンを支配する陰の主役「グリア細胞」」R・ダグラス・フィールズ、ブルーバックス（2018年）

　　４．「意識と本質　精神的東洋を求めて」井筒俊彦、岩波書店（1983年）

　　５．「脳科学のコスモロジー」浅野孝雄・藤田哲也、医学書館（2009年）

　　６．「創造する機械　ナノテクノロジー」K・エリック・ドレクスラー、パーソナルメディア（1992年）

　　７．「生命とは何か　複雑系生命科学へ」第2版、金子邦彦、東大（2009年）

　　８．「皇帝の新しい心　コンピュータ・心・物理法則」R・ペンローズ、みすず書房（1994年）

　　９．「驚異の医療機械　マイクロマシン」藤正巖、ブルーバックス（1990年）

　１０．「脳と心の神秘」W・ペンフィールド、法政大学（2011年）

　１１．「脳の意識・機械の意識」渡辺正峰、中公新書（2017年）

　１２．「心の発見　古代インド仏教と現代脳科学における」浅野孝雄、産業図書（2014年）

　１３．「身のまわりの表面科学」日本表面科学会」ブルーバックス（2015年）

　１４．「脳はいかにして心を創るのか」W・J・フリーマン、産業図書（2011年）