

「知能」を「知能」と言うのはどうしてか How “Intelligence” is called as “Intelligence”?

吉信真之

Masayuki Yoshinobu

This paper discusses basic issues of the structure of human intelligence. As an attempt to understand it, we set up a question “How intelligence is called as intelligence?” in stead of a question “What is intelligence?” which asks its definition. To answer this, we break it down to several sub-problems as its structure, physical background and formation processes. Overviewing them, we propose a hypothesis that there is a structure in which a human as a certain area on highly complicated layers in a complex system regards the other area as intelligence.

1. はじめに

汎用人工知能の研究にあたり、「知能」とは何かという問いに出会うことは多い。そして、長い間研究と歴史が行われて来たにかかわらず、「知能」について標準的な定義は存在しないとされるが[Legg 07b]、これは知能についての解釈が多様であるということだけではなく、その原理の理解もまだ充分ではないからと言える。本稿ではその理解を困難にする要因の一つとして「知能とは何か」という定義を尋ねる問それ自体にあると仮定し、問の形式をその原理を尋ねる形式である『知能』を『知能』というのはどうしてか』に置き換え、それをさらに副問題に分け、俯瞰することで「知能」への基礎的な理解を試みる。

2. 「知能」の定義

心理学における定義やその定義を集めた論文[Legg 07b]を始め、様々な定義がなされているように、「知能」についておおよその範囲、共通性を持つ理解はあるものの、それらの定義は「知能」の原理がどのようなものかを説明したものとなっていない。

3. 「知能とは何か」とは何か

このように「知能」に対する理解を困難にさせている要因の一つに「知能とは何か」という問いそれ自体を挙げても良いだろう。「知能」について様々な定義がなされているということは、「知能」という語とそれが指し示す対象との関係も多様であること、またそれぞれの定義がなされる背景には「～とは何か」という「定義を求める問い」[Ayer 1946]が与えられていることが考えられる。

3.1. 言語の恣意性

ソシュールは「言語の恣意性」という概念を提起した[Saussure 1910]。聴覚イメージ(シニフィアン)とそれに結び付けられる対象イメージおよびその範囲(シニフィエ)に自然的な必然性は無く、非自然的、歴史的・社会的・文化的なものであることを言う[丸山 1983]。したがってこれは「知能」という語においても同様のことが言える。

3.2 辞書的定義

ウェクスラーは知能を「目的的に行動し、合理的に考え、そして自分の環境に効果的に対処するための個人の総合的または全体的な能力」[Wechsler 1944]と定義している。定義は様々な視点から分類されるが[廣松 1998]が、一つの記号に対してこれ

と同義な記号ないし記号的表現をするときこれは辞書的な定義であり、この種の定義の問題は例えば「眼科医」に対する「目医者」のように、任意の名辞に対する同義語を見出す方法であるとエイヤーは指摘している[Ayer 1946]。ウェクスラーの定義で言えば、「知能」に対する「行動する」「考える」「効果的に対処する」などがこれにあたるだろう。

4. 原理をたずねる問いの設定

知りたいことは定義では無く「知能とされる原理・構造」なのだから、人間がどのようにしてこれを分節しているかを問えばよい。ただし、例えば「知能の原理は何か」という問いでは目的に近づくことが出来ないので、ここでは『知能』を『知能』というのはどうしてか』という問を設定する。

5. 『知能』を『知能』と言うのはどうしてか

この問いに答えるため、「知能」のことを「知能」と言う構造、その構造を成立させる物理的背景、その構造を生成するに至ったプロセスの副問題に分け、それぞれについて確認し、最後に全体を俯瞰して「知能」の原理について考察する。本稿ではおおよその輪郭をつかむことが狙いなので、広範・詳細な事項には触れず概観するにとどめる。

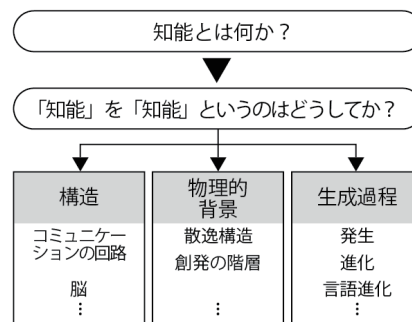


図 1：副問題に分解

5.1 「知能」を「知能」と言う構造

ソシュールはコミュニケーションの回路として図 2 のように示した[Saussure 1910]。図の円形部分は脳に相当する。

脳は近年でも新しい機能が見つかったので、未解明な機能もあるだろうからあまり単純に捉えることは出来ないが、聴覚から発声への処理は、生理学的には例えば一次聴覚野、聴覚連合野、感覚性言語野、補足運動野、運動性言語野、一次運動野などの神経ネットワークを介して行われていると考えられている[藤木 2007]。

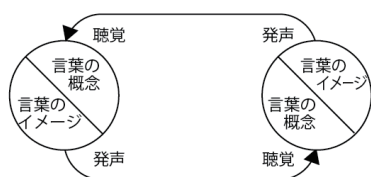


図2: コミュニケーションの回路 ([Constantin 1910]を元に改変)

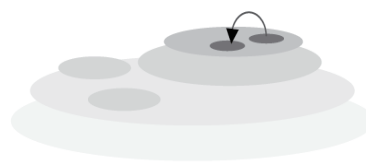


図3: 創発の階層上にある『知能』のことを『知能』という状態 (イメージ)

5.2 生成の為の物理的背景

自然の中で複雑な構造ができるしくみとして散逸構造が知られる。散逸構造は、平衡から遠く離れた条件下にある系内に現れる時間的空間的構造を言う [プリゴジヌ 1997]。代表的な例としては、雲や太陽の表面、味噌汁などに見られるベナール対流やベロウソフ・ジャボチンスキー反応などが知られており、地球表面も散逸構造であると考えられている [松下 97]。

また、自然界には階層構造があり [鈴木]、システム論では上位の階層に下の階層には無い新たな性質が出現するとき、これを創発したと言う [伊庭 98]、

5.3 生成プロセス

(1) 発生過程

個体は受精卵より発生し、分裂・分化の過程を経て最終的には身体構造や神経ネットワークなど機能する形態へと自己組織化する。細胞は細胞膜を通して細胞外から栄養となる分子等を取り込み、内部で DNA を含む各分子同士の反応を連鎖的に繰返し、不要となった成分を外へ拡散し、細胞内の成分を一定に保つことで恒常性を維持しているが、金子のモデルに拠れば、分裂により多細胞化する過程で周囲の細胞と競合して一定の状態を維持できなくなると DNA など少数の分子のコントロールの下、細胞内部の状態を変えることで新たな安定状態を獲得し分化を実現するという [金子 09]。

神経組織は神経軸索を投射するターゲットとなる細胞から分泌される誘導因子の濃度勾配によりその神経軸索を伸長、シナプス接続を行うことで神経ネットワーク構造を形成する [御子柴 02]。

(2) 進化過程

各個体は、環境に適応的な個体が交配し子孫を生成する。子孫は生殖細胞を通して親から受け継いだ遺伝情報を基に幹細胞から発生し、遺伝型としては親とわずかに異なり、表現型としてはその可塑性により成長の過程で環境応じて変異した個体となる。世代交代を繰返し、遺伝型の変異を蓄積し、あるとき元の種と子孫を残せない程度に種分化した [金子 09]。このような過程を経て、人間の場合は原始には少数細胞の単純な振る舞いをする生物から、現在の特に大規模で複雑なネットワーク構成を持つ神経組織を獲得したと考えられる。

(3) 言語進化

岡ノ谷に拠れば、前適応とは生物のある特性はその特性による適応を目的として進化したのではなく、他の問題のために進化したものが流用されたものという。言語進化に当たっては、脳機能の言語への前適応があり、神経構築・生物学的準備の上に文化的過程を経て言語的構造を生成した [岡ノ谷 10]。

6. 世界観の導出

構造、物理的背景、生成過程のそれぞれを概観すると、地球表面には散逸構造が現れており、これが創発を重ねて生物やそれらの脳、言語、ふるまいなど複雑な構造を形成・自己組織化していると考えても良いだろう。

すると、『知能』を『知能』と言う構造とは、「創発を重ねて十分に複雑化したある領域が、また別のある領域に対して『知能』と見做している構造」と見ることができる。言い換えると、人間はベナール対流と同様に複雑系の只中にある存在であり、「知能」とされる構造はそこへ論理が介在した独特な構造として地表に奇跡的に残存しているもの、という解釈ができるのではないだろうか。

7. おわりに

本稿での検討はおおよそのものであり、構造や生成過程には他にも多くの要因が関与しているだろうが、仮にこのような構造が「知能」の実態であるとするならば、汎用的な AI を開発するにあたり、遠回りなようだが、前述の構造・生成過程のうち必要な部分を抽出・利用して「人間が知能であると見なす構造」を近道を選びつつ探索することもその手段になると考えられる。

参考文献

- [Legg 07b] Legg, S. and Hutter, M.: Universal intelligence: A definition of machine intelligence, Minds and Machines, Vol.17, No. 4, pp. 391-444 (2007)
- [Ayer 1946] Alfred J. Ayer, Language, Truth and Logic, 1946
- [Constantin 1910] 3 ème Cours de Linguistique Générale by Ferdinand de Saussure ソシュール 一般言語学講義: コンスタンタンのノート, 影浦 峯, 東京大学出版会, 2007
- [丸山 1983] 丸山圭三郎, ソシュールを読む, 岩波書店, 1983
- [Wechsler 1944] Wechsler, D, The measurement and appraisal of adult intelligence, Fourth edition, Williams & Wilkins, 1958
- [廣松 98] 廣松渉, 岩波哲学思想・辞典, 岩波書店, 1998
- [藤木 07] 藤木暢也, 内藤泰, 聴覚コミュニケーションと脳機能, 音声言語医学 48:277-283, 2007
- [プリゴジヌ 1997] プリゴジン, I, 我孫子誠也, 谷口佳津 共訳 確実性の終焉, みすず書房, 1997)
- [御子柴 02] 御子柴克彦, 清水孝雄, 脳の発生・分化・可塑性, 共立出版, 2002
- [松下 97] 松下貢, 散逸構造とはなにか, 高分子 46 巻, 1997
- [鈴木 93] 鈴木賢英, 自然科学ノート, 分化書房博文社, 1993
- [伊庭 98] 伊庭崇, 複雑系入門, NTT 出版, 1998
- [金子 09] 金子邦彦, 生命とは何か, 東京大学出版会, 2009
- [岡ノ谷 10] 岡ノ谷一夫 言語起源の生物学的シナリオ, 認知神経科学 Vol.12 No.1 2010