

# 暗黙知・創発・人工知能・そして量子コンピュータ Tacit Knowing・Emergence・Artificial Intelligence & Quantum Computer

Kouichi Shibao

芝尾 絃一

## Abstract

Due to the outstanding studies on the nature of human beings & living creatures, Michael Polanyi concluded that the tacit knowing is equivalent to the emergence. Today practical implementation are expected of not only artificial intelligence but quantum computers. His deep insight leads to the increasing potentiality of them by protecting from the misuse of it.

Keyword: Tacit Knowing, Emergence, Artificial Intelligence, Quantum Computer

## 要約

マイケル・ポラニーの深い人間性と生物への深い洞察に基づいて、暗黙知化は創発と同じであると論じた。この結論は現代、急速に発展しつつある人工知能の誤用を防ぎ、その潜在力を高めることになるだろう。更に、実用化が期待される量子コンピュータも有用性が期待されることになるだろう。

キーワード 暗黙知、創発、人工知能、量子コンピュータ

## 目次

1. 暗黙知
2. 創発
3. 人工知能
4. 量子コンピュータ
5. 結論

## 1. はじめに

マイケル・ポラニーの云う暗黙知は、**Tacit Knowing** つまり、‘暗黙裡に知る’ことの意味である。従って、言葉や論理で何故かその理由など説明できないのが特徴である。

創発は様々な言い方がなされているが、語源的には要素の性質からは全体の挙動を説明できない要素還元不能性、つまり、やはり理由など説明ができないのが定義である。マイケル・ポラニーは、暗黙知化と創発を同一視し、言語や論理的に説明できない知の価値について普遍化したと考えられ注目される。

近年、人工知能は急速に発展しつつあるが、今日ではディープラーニングが主流である。そこでは、やはり、画像認識やボルツマンのエントロピーの最大化など、同じように言語的には還元的に理由が説明できないのが特徴である。現在

更に、人工知能を加速させる最も実用化に近い量子コンピュータは、量子アンニhilation技術を利用したもので、エネルギーが最小量子ビット状態を計算結果とする。やはり、何故そのような計算結果になるのか論理的に説明することは出来ない。

つまり、暗黙知も創発も人工知能も量子コンピュータも還元的にその結果を言葉で説明することが出来ないのである。

本報告では、ポラニーの創発を中心に、今後重要になっていくと考えられるこれらの技術的な潮流に共通する言語的には説明不能な還元不能性と、その意味について考えていきたい。そしてそのよう暗黙知を利用する仕組みとしての創発の意味と意義、あり方について今後、考えていききたい。

## 2. 暗黙知

マイケル・ポラニーの提唱した暗黙知 (**Tacit Knowing**) = ‘暗黙裡に知ること’は、日本語では暗黙知 (**Tacit Knowledge**)、つまり、竹馬や自転車の乗り方のように、無意識に習得し発揮される知識、能力を指すものと勘違いされることが多い。しかし、ポラニーの云う暗黙知は、暗黙裡に知ることであり、この意味で話を進めたい。

### 認知過程の暗黙知化 **Tacit Knowing**)

ポラニーは、人間は識っている以上に知っていると言う。例えば、人が何か認識できないほど高速にそして曖昧なサインを見せても、人はそのサインの後に電気ショックを与えることを繰り返すと、無意識の裡にそのサインが出るときだけ身構えるようになる。また、特定の分野の言葉を言うと電気ショックを与えることを繰り返すと、本人は意識していないにもかかわらず、ショックに該当する言葉を避けるようになる。それが何かは言葉に表せなくとも人間は「知っている以上のことを識っている」のである。それを暗黙知 (**Tacit Knowledge**) と言ってもよい。

元々、人間が意識の上で識っている状態とは、言葉で表現できる状態を指す場合が多い。言葉で表現するのは他人と情報を共有し、交換する必要があるからである。従って、他

人に伝達する必要が無い又は少ない情報は感じていても言語化や明示化はされていない。それで理由を問われても答えることが出来ないのである。しかし、それでも体は感じ知っている。それが暗黙知である。自分の体が正常に機能しないこと感じて、なんとなく「気分が悪い」とか「調子が悪い」としか人には言えないのである。

#### 学習としての暗黙知化

暗黙知化の例として技能の習得—自転車に乗れるようになる—について考えよう。自転車に乗ることを習う時に、我々は、自分の手や足がどの位置にあるか、などは殆ど意識していない。自転車に乗った自分と自転車が全体として平衡して、倒れず安定して前に進んでいるかに意識を集中している。言うまでもなく、ハンドルやペダルにかかる自分の手足の位置や姿勢は、自転車の上でバランスを取るには重要である。しかし、それは意識していない。代わりに、自分と自転車が一体となってバランスが取れているかには、意識は集中している。

つまり、部分としての手足の位置や姿勢だけからは、自転車に人が乗ると言う全体のバランス操作は出来ない。逆に自転車と人の全体の重心の均衡を知覚することから、手足の位置や姿勢がどうあればよいのか分かる。従って、意識には倒れそうだと言うのは意識に強く

上がるが、手足の位置や姿勢については何も知覚されることは無い。

ポラニーは下位層（部分）—手足の位置—だけでの原理や規則では上位層（全体）—自転車とそれに乗った人間—の活動を説明できないと言う。上位層は下位層に棲みつき内在化（indwelling=empathy：共感）した時に、上位層に下位層は包括化（comprehension:理解）されると表現する。

同様なことは、師匠から弟子が技を学ぶ際にも生じる。弟子は師の動作を観察し、それを内面化する。そしてその動作の中に自分を内在化したときに、弟子は師匠の技を包括化し自分のものとする事が出来る。

人の顔を誰の顔かを見分ける識別過程では具体的な顔の諸要素=細部の特徴を分別するルールに依拠して、包括的存在=誰なのかを判別する。しかし、諸要素を判別するルール自体は、諸要素の構成する高次の存在である個人が誰であるかを識別するルール。原理を明らかにするものではない。

チェスなど囲碁、将棋などのゲームで強くなる過程でも暗黙知化（Tacit Knowing）が生じる。駒を動かし方や勝負の判定は明示的に決められたルールに依拠しているが、その攘夷構造であるゲームの勝敗を左右する原理はそのようなルールに由来することは無く別物である。

### 3. 創発

創発 ‘Emergence’の語源は、部分（下位層）の性質からだけでは、全体（上位層）の

挙動が予測できない、つまり、全体の挙動が、その部分の性質では説明できないと言う還元不能性を指している。

マイケル・ポラニーにとって創発とは、暗黙知化と同じである。何故なら創発事象においても、上位層（全体）を統治する原理は、諸要素（部分）を制御するルールに依拠して機能している。しかし、諸要素を制御するルールからは、より高次の存在である上位層を統治する組織原理が何かを明らかにすることは出来ない。上位層を下位層の原理に還元できないと言う点では、暗黙知化と創発は等しいからである。

上位層（全体）を統治する原理は、諸要素（部分）を制御するルールに依拠して機能している。

創発については生物学者や複雑系研究者等から様々な見方がある。

創発が関心を持たれる分野は、今日では生物学コロニーを形成する蟻等の群行動を初め、生物の成長、挙動、進化である。又、複雑系や社会学などでは情報ネットワークによるコミュニケーション、交通混雑、戦争などである。そこでは、生命を持つ個体とグループの間の協調や抗争がある。つまり、創発では自律した個体（部分）が、他の個体と協調/抗争してグループ（全体）で何か驚愕すべき/思いがけない結果が出来ることを想定する場合が多い。

しかし、創発の実体を求めると複雑系研究者だけでなく生物哲学者ですら屢、失敗し、創発とは自己組織化のことでであると誤解したりする。しかし、優れた物理化学者でもあるマイケル・ポラニーは、イリヤ・ブリゴジンの散逸構造などの自己組織化は単なる物理、化学現象であることを見抜いている。そして、創発現象が感覚を持つ生物に固有のものであることを主張する。

多分、マイケル・ポラニーの創発に対する最大の貢献は、暗黙知、つまり、言語化し得なかった、従って人が明示化し共有し得ない知識について、その存在を認め、それが社会の創発に重要な役割を果たすことを主張し予言したことにあろう。マイケル・ポラニーの本来の主張はハイエクに引き継がれ、自生的な秩序、コスモスを産むノモスを考えた。ノモスは国王や国会などで人為的に立法される法であるテシスと違い、独立した裁判官が慣例を調べ決める慣習法でもある自然の法、ノモスである。そしてこのように自生的な秩序の例として法曹界、市場、科学界を考えた。しかし、今回は、長くなるのでこれについては触れない。

これから、最近何かと注目され易い人工知能や量子コンピュータと暗黙知の関係について取り上げる。幸運なことに、ポラニーの取り上げた暗黙知化の例は、その後、関係分野の関係者の努力で今日ではかなり詳細が判明してきている。学習過程については、多くの学習、脳科学の関係者の研究の結果があり幸いなことである。

### 3. 人工知能

#### 画像認識技術の発達

人工知能は広い範囲で開発され普及しつつあるが、特に近年に急激に発展したのは、画像認識技術である。20年前までは殆ど実用化に堪えなかった画像認識は、今日では個人の顔の識別は愚か、挙措動作からテロ実行の可能性のある容疑者の特定にまで至っている。

画像認識技術が急速に発展したのは、ディープラーニング、つまり、インターネットなどで入手できる大量のデータから学習する技術が発達したからである。その中でも特に、特徴のある画素だけを検出できる畳み込み技術を採用したことが大きい。これは、脳の構造と仕組みを取り入れたと言えるが、形状の一部の特徴だけを抽出する仕組みである。例えば横の線だけに反応する視覚ニューロンがあることが猫などで見いだされている。これと同様に、画像の部分的な特徴を抽出し、これを総合して全体として誰かを総合的に識別する。これを多量のサンプル・データを基に学習する。

#### ゲームへの応用

画像認識と同じ技術を使うことで、探索空間がチェスよりもはるかに大きい将棋、囲碁でも人間の名人がコンピュータに敵わなくなってきた。

また、囲碁や将棋などゲームについても、盤上の碁石や駒の配置を形状パターンと考えて、画像認識技術を応用し、定石や専門棋士同士の対戦結果など人間の棋譜を学習させゲームソフトを開発された。近年は、更に人工知能ゲームソフト同士を対戦させ、ゲームの形勢を評価させ学習するディープラーニングが採用され、急速に発達した。人間の専門棋士同士であればまる1日かかる対局を1秒間に1回の速度で人工知能は対局し、人間の約10億倍の高速で学習した。ご承知のように一番複雑な囲碁でも世界最高の棋士もグーグル社のアルファ碁に完敗した。

#### 政治への人工知能の応用

人工知能は今日では様々な応用が考えられているが、韓国では政治の混乱を避けるために、無欲無私の人工知能を利用しようとしている。政治家に代わって政策をも立案する人工知能システムを欧米の研究者に委託、の开拓に着手している。人工知能ロボットの行うのは飽くまで案までで政治的に最終判断を行い選択するのは、人間（政治家？）なので、道義上問題ないと韓国側では考えている。

しかし、韓国の混乱を招きやすい民族性だけでなく、民主主義自体も含め制度上の課題を含んでいる以上、様々な問題が横たわっていると覚悟しなければならない。例えば、仮に人工知能が政策立案に優れていることが実証されたとしても、人工知能の人間の限界を

超えた能力は、政治家本人の栄誉や利益に利用されないとは限らない。近々に考えられる問題は、政治家や政党が自分自身の選挙や自分の派閥の利益のために人工知能を利用することであろう。

これらの懸念を予知していた訳ではないが、マイケル・ポランニーは、市場、法曹界、科学界については創発に基づく社会の進化—ハイエクの云うノモスによる自生的秩序の形成—コスモスの構築—を考えているのは、将来 1 つの解決の方向を示すものになるかも知れない。

人工知能の原理が、エントロピーや、誤差や現象の表現の符号化長の最小化など最小/最大化アルゴリズムによる。そのために、還元不能性、つまり、何故そうなったのかということに対し言語的つまり、論理的に説明することが出来ない。このことは、道徳や哲学が絡む政治問題に応用する場合にも問題になろう。

#### 4. 量子コンピュータ

人工知能を大幅に加速化し、コンピュータによる人知を超える日が来る可能性すらも量子コンピュータの開発によって、現実のものになる可能性すらある。

6.26 の NHK で、実用化された量子コンピュータの原理の提案者、現東工大教授の西森秀稔の在職する東京工業大学で国際会議が行われていることが紹介された。6 年前にカナダのベンチャー ID-Wave Systems 社 で開発され、購入した Google やアメリカ政府で開発が進められているとのことである。前回の国際会議は、アメリカの西海岸で、今回は発案者に敬意を表して日本でということになったらしい。

実用化に達していない量子コーディングの代わりに提案された量子アンニーリングの原理自体は簡単である。量子のスピンの状態をビットのオンとオフに対応させ、絶対温度 0 度に近く温度を下げていくと、エネルギー量の最も小さくなる量子ビットの状態になるのを利用する。物理的なエネルギーの最小化の現象を利用しているので、実装が楽である。通常の電子計算機では困難な巡回セールスマン問題など組み合わせ最適化問題に利用できる。例えば、通常 30 分かかるのが、1 秒で解けたそうである。TV では北京近郊の 400 台以上の車の渋滞を避けて、様々なコースを選んで最速に移動するシミュレーションに成功した。

物理的なエネルギーの最小化の現象を利用しているので、ビット単位で演算するのでなく、一単位のビット集合単位で並行的に最小化計算できるので、その単位が大きければ大きいほど、計算効率が大きくなる。例えば 1 億倍である。

しかし、量子コンピュータの発達も、何故、その答えになるのかと言う問いに論理的に答えられない還元不能性が付きまとう。

#### 5. 結論

マイケル・ポランニーの暗黙知の今日的意義の一つは、危惧される現代の人工知能の急激

な発展に対し、その応用について何らかの示唆を与える点であろう。暗黙知化とそれに基づく創発に対する彼の洞察は、殆ど言葉で論理的に説明できない人工知能のもたらす暗黙知の応用を図る上で大きな援けになるのかも知れない。

特に、ノーベル賞級の物理化学者から哲学者に転向した契機になったのが、政治・道徳的な危惧によるものであることを知れば、特に期待される。

創発とはマイケル・ポラニーが主張するように知覚や意思を持つ生物に起こる現象で、物理化学的な相互作用に基づく自己組織化ではない。創発は生体で細胞が他の細胞と協調して生を紡ぐように、自律的な個体が、他の個体とコミュニケーションを行い、協調することで生じる現象である。

これ等の特徴に関しては、国領二郎は、ネットワーク等を介してコミュニケーションをすることで創発を期待する場合でも、創発が生じるには文脈に沿った制約条件、ルールが必要と考えている。安富歩は相互のコミュニケーションにおいても、相手について学習自分が変わることが創発には必要と考える。もし、いずれかの側の個が学習することを拒絶すると、ハラスメントが生じ、創発は生じないと考える。創発を阻害するハラスメントは個人間だけでなく、制度や社会まで疲弊すると考えているみたいだ。マイケル・ポラニーが創発の一つと考えている市場経済についてもそれを否定するのは、制約条件、そして相手への学習を忘れた現状の社会を見れば否定せざるを得ない部分があるのは事実である。

尚、生体においてもルール、制約条件が進化や成長の必要であることは、ゲアリー・マーカスがゲノムは、かつて、よく言われたように設計図ではなく細胞の IF Then ルールであると言うことを豊富な実例から言及したことからも明らかである。

注：ソ連共産党の理論的指導者ブハーリンが、処刑される 3 年前に会ったときに語った「科学者の関心が共産党の抱える諸問題へと自発的に振り向けられるので、純粋科学は消えて無くなるだろう」と言ったことへの疑問であった。

#### 参考文献

1. マイケル・ポラニー 暗黙知の次元 筑摩書房 2003
2. マイケル・ポラニー 創造的想像力 ハーベスト社 2007
3. 佐藤光 マイケル・ポラニー「暗黙知」と自由の哲学 2010
4. 団まりな 細胞の意思 日本放送出版会 2008
5. ステファノ・マンクーゾ、アレクサンドラ・ヴィオラ 植物は知性を持っている NHK 出版 2015
6. ゲアリー・マーカス 心を生み出す遺伝子 岩波書店 2005
7. ピエール・ルイジ・ルイージ 創発する生命 NTT 出版 2009
8. クリストフ・マラテール 生命起源論の科学哲学 みすず書房 2013
9. 国領二郎編 創発する社会 日経 BP 企画 2006

10. 安富歩 生きるための経済学 日本放送出版会 2008
11. ニール・ジョンソン 複雑で単純な世界 合同出版 2011