

脳からみた情報化社会

別府大学文学部人間関係学科
助教授 西村 靖史

1) はじめに

20世紀後半からの高度情報化社会の進展は、社会システムにおおきな変化をもたらした。高度情報化社会は情報の電子化（デジタル化）と通信技術の発達により支えられ進展している。この変化の中で人間は社会生活を営むうえにおいて膨大な情報を処理し、操作している。人間の内部には、外界からの様々な情報を処理する脳が存在する。この脳の機能により人間はものを見る、認識する、記憶する、行動するなどの処理を営んでいる。そして情報技術を生み出し、発達させ続けているのもまた、脳である。一方で情報化社会の膨大な情報は時として脳に判断を誤らせ、脳における外界情報の処理そのものを混乱させるようである。人間の中にある脳と外環境の情報化にはどのような関係にあるのか。

神経科学や分子生物学の発達は、生体内における情報処理系の発達や機能に関する多くの知見をわれわれに与えてきた。生体内情報処理系の進化と社会情報基盤の発展には興味深い共通性を見出すことができる。高度情報化社会そのものが生物における情報処理系の進化そのものの延長にあるかのようなのである。この相似性の観点より情報化社会の進展の方向を検討するとともに、高度情報化社会の変容と脳の機能について考察する。

2) 情報と生物の関係について

現在の情報化社会を作り出している背景には、コンピュータを利用した情報の電子化（デジタル化）と電子化された情報をやり取りするための通信技術の発達がある。一時的には一部の人間にとっての利用にとどまるかに見えた情報通信技術の浸透は社会全体へひたすら拡大を続けている。コ

ンピュータによるネットワークの中で利用するために、情報はすべてデジタル化される。デジタル化とは情報が離散的なものに置き換えられることを意味する。日常の空間で起こる現象は連続的な事象であり、これをデジタルに対してアナログと解釈できる。アナログの現象は決して絶えることのない連続的な変化の集合体であり、この空間に存在する情報をデジタル化することは、情報の不連続化であり情報の欠失を意味することである。この事実は現実をデジタル情報として表現する場合には、避けては通ることのできない問題として存在するものとなる。

ヒトが感じているアナログ情報による世界を不連続なデジタル情報を用いて表現するためには、より膨大な情報を処理することで可能になると一般には信じられている。確かに情報の大容量化は、日常的に感覚として捉えてられている現実により近い映像や画像を表現することに成功し、またこのような情報がコミュニケーション技術を通じて送受信されるための大容量の情報を高速で伝送するための技術を飛躍的に進歩させた。

生物の起源において重要な情報に関する知識として二つのことがある。ひとつは遺伝子の暗号により符号化された生物としての特徴をひたすら複製する性質を持ったこと、そしてその遺伝子を包む細胞膜により外環境と内環境が成立したことである。この時点での生物としての特徴は、内環境と外環境が隔てられながらもその間で選択的な物質のやり取りが可能となる特殊な条件を設定していたことである。さらにはこのような特徴を遺伝子を設計図として作り出し、それを伝える機能を有していることになる。

遺伝子はアデニン、チミン、シトシン、グアニンの4種類の塩基を用いて、トリプレットコーディングと呼ばれる3つの塩基の組み合わせをもって20種類のアミノ酸を表現する。この設計図は遺

伝子DNA上に記録されている。DNA上の暗号は安定的にその配列を守り、受け継ぐと働く。外界からの影響により、遺伝子の配列に障害が生じていても、修復する能力さえ有している安定的な設計図である。このことは生物が外界へ対応するために必要となるはずである冗長性とは極めて相反する定常性である。しかしながら生物は遺伝子を機能させる手順においてスプライシングをはじめとするたんぱく質の多様化に必要な冗長性を実現している。これは生物が個体として適応的な情報処理を行う上で重要な機能である。定常的な設計図である遺伝子から冗長的な機能を生み出す能力は生物の非常に早い段階より発達していたと考えられる。この機能は生物において、外界の新たな物質に対する受容における変化を保障する能力となる。

遺伝子を維持し、個体を形作る上で重要な構造は生体膜である。特殊な条件設定を備えたこの生体膜を持つ初期の生命体は、自己の内部環境の維持を図るために、外界と物質の交換をしていたに過ぎなかったと考えられる。しかしながらこの内部環境と外部環境との選択的な物質の交換こそが、後にインターフェイスとして生得的に生命が持つ情報の獲得能力に発展するものとなったに違いない。また、この物質交換を生得的、また獲得的に保障する基礎となるのが遺伝子である。

ところで、このような仕組みが生物として存在するときに、外界からの情報の意味とはどのように生み出されるのか。

3 情報と受容

情報となる信号はその存在の時点で意味を持っているかのように考えられる。コミュニケーションの場合などでは意図した内容が送り手より送出され、その意味が受け渡されることが当然のように言われる。生物は様々な環境において外界に存在するものに意味づけを行ってきたと考えられる。初期の段階においてはその対象のほとんどは化学物質であったはずである。この場合、これらの化学物質はそれ自体になんらの意味を持って存在したのではなく、生物が意味づけを持ってその化学物質を信号として受け取る仕組みを自ら作り出していったと考えるのがより妥当であろう。こ

こに生物における信号処理の原点が見出される。すなわち、あらゆる信号はどれだけ外界に存在したとしても、なんらの情報になりうるものではなく、生物により信号として受容され、何らかの意味を持たされて初めて情報となっているということである。逆に生物は、外界に存在する多様な物質に対して、前述の仕組みを用いて信号を受容し、その受容に対して反応を作り出していったと考えられる。この性質は人間となり、音声など様々な信号の多様性にかかわらず共通するものと考えられる。光や音、重力などの物理的な刺激やにおいや味の情報を伝達する化学物質など外界の様々な刺激は信号として受け取られることを前提として、意味づけされてきた。さらに進化の過程において、初期の未発達な段階で意味づけされた情報が次の新たに獲得されるようになる信号の意味づけに関与することは当然起こりえたであろう。これは生物における情報の意味づけの進化的背景にはそれぞれの初期の段階で獲得されてきた情報システムを階層的に構築してきたことを意味する。

4 情報化社会と神経系の発達

生物における情報処理システムの変化は単細胞生命体のもつ自己受容器による自己の分泌物の認識である自己分泌 (Autocrine) よりはじまった。進化において、単細胞生命体が集合し、多細胞により構成される個体としてのシステムが成立することとなる。多細胞生命体における情報伝達システムとして、互いの分泌物を認識しあうように、隣り合った細胞同士における比較的近距離の関係で行われる情報伝達の仕組みとして傍分泌 (Paracrine) が成立した。多細胞生命体として、膨大な数の細胞を個体としたことにより必要となった物流システム (循環システム) を利用した内分泌 (Endocrine) が出来上がることとなった。動物の出現を促す高速の情報伝達に特化した神経細胞の出現 (Nervous system) に至るまで長い進化の過程を経て、現在のわれわれの持つ生体内情報処理システムへと変化してきたと考えられる。神経細胞を利用した情報処理システムは互いに外界からの刺激を受けたことを伝え合うだけの仕組みから、それらを統御する中枢神経の出現へと至ることになる。(図1参照)

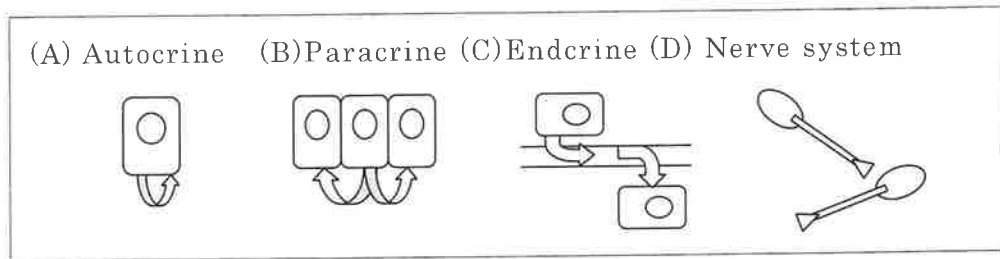


図1. 生物における情報伝達システムの発達

中枢神経系は脊椎動物における系統発生的な経過に則し、その形態を変化させ、現在のヒトの脳を作り上げてきた。

生物における情報処理システムの変遷が、われわれの社会情報基盤の進展と似ているとしたのは特にこの発達における変化である。例えばヒトの個体が他の個体との間で情報伝達を試みる時には、音声を用いる場合においてはそれが言語もしくは非言語音声に限らず自己が発した音声を自己が知覚することなしに成立しなかったであろう。同様に、文字についても、視覚による自己の行為の把握なしにその成立はありえなかったと考えられる。個体間の情報伝達の成立は集団における情報伝達の成立を促し、さらには距離を隔てた関係において、物流システムを利用した情報伝達の発達から、距離を隔てた2者間での情報伝達に電話やインターネットなどの情報伝達にその目的を置いた基盤が整備されてきた。情報伝達基盤の発達はあたかも生物における情報処理システムの進化と相似する経過をたどっていることは興味深いところである。

現在のインターネットに代表される社会情報基盤の形態は、神経系の発達段階としてみるとイソギンチャクなどに見られる神経系に近い状態と考えられる。イソギンチャクでは散在性神経として網目状の神経系が張り巡らされ、互いに情報を他へ伝え合うことにより全体が刺激を共有することが重要となっている。インターネットでは膨大で多様な情報を蓄積するが、この蓄積はシステム全体の方向性を決定するには至らない。ある種の優位な情報に社会全体の価値や意志の方向付けが成される。単一の場所から発せられた情報がシステム全体の方向性を決定している系としての解釈が適切となる。近年、ネットワークの巨大化によりその接続の一極集中を防ぐために地域IX (Internet Exchange) が整備されてきた。この技術

は単に情報の一極集中を分散させるのみならず、上位のネットワークへ不要な情報を流さない仕組みとして機能する。この技術により、くもの巣状であったネットワークはより適切な情報経路を持つ神経節（神経細胞が複数集まった場所）程度の機能を作り出したと考えることも可能である。今後の社会情報基盤としてのネットワークには生物の神経系と同様の機能が次々と展開されることが予想される。例えば、インターネット上では社会にとってより優先的となるべき情報も個人の娯楽も同質に取り扱われる。神経系では生命に重要な情報に対しては、処理が優先的に割り当てられる。現在の情報は単にパケットと呼ばれる短い断片として通信されているが、このパケットにはそれぞれ発信元や送信先などの情報を持っており、最終的に送信先において一連の情報として組み立てられる。このパケットを利用して優先権の獲得情報を付加することで特定のネットワーク上で特定の情報に対して、ネットワーク自体が機械的に優先的な流れ制御を与えていくことができる。このような技術は非常に近い将来、可能となるであろう。現在Googleの検索サイト (<http://www.google.co.jp>) を利用すると、検索情報に対して、このサイトが自動的に利用者に対して関連すると考えられる情報を配信してくるサービスが提供され始めている。興味深いことは利用の回数にしたがってより単に網羅的でなるだけでなく膨大に蓄積されたネットワーク上の情報に関連付けが与えられていくかのように感じられることである。この機能も情報の最適化において今後の展開に注目すべきものと考えられる。

生体内情報処理システムと社会情報基盤の発達の相似は、社会の情報化を人間の情報伝達システムの発展形として捉えるならば、それなりの妥当性もあり、またその発達過程が生物進化における情報処理システムの進化と相似することも受け入

れられなくはない。このことはまた、ヒトそのものの情報処理系の進化とも捉えることができる。膨大な情報の蓄積とそこからの情報の検索を可能にした情報基盤を前にヒトの脳はどう対処しているのか。

5 情報化社会における脳の活用

生物における情報の持つ意味とは何か。生物にとって情報とは内部環境や外部環境から獲得される信号であった。この信号に対する意味づけにより信号は情報としての意味をもち、生物としての内部環境の恒常性の維持と外部環境に対する適応による生存への反応を引き起こすものであったことは既に述べた。高度化した情報系をもつ生物は多くの情報を処理し、より複雑な適応反応を生み出してきた。生体内情報処理システムにおいて複雑な個々の系における反応は可能としても、個体としての行動の決定はそれほど多くの自由度を持つものではない。この場合におそらく生命は冗長的な反応により対応せざるを得ないか、反応できなくなるであろう。情報処理系を持つ生物は情報の集約と行動決定の冗長性によって様々な情報に対応したであろう。冗長的な反応の最適化を図っていくためにはそれぞれの集約された情報とそれに対応した反応を記憶し、更なる最適化を図る必要があったと考えられる。このことは情報とそれに対する反応自体の関係を記憶し、記憶された情報に価値付けをするシステムの構築が必要となることを示唆する。記憶のシステムの出現は、情報と反応の関係に対する価値判断の基準としてのところや精神というものを生み出したと考えるのが適切であろう。

これまで生物は様々な情報を受け取り、それに対する反応を生み出し、外界への適応をはかってきた。ヒトは社会情報基盤を通じて様々な情報を蓄積し、必要なときに膨大な情報の中から意思決定を目的として、情報を取り出すことを可能とした。このこと自体はヒトにおいて意思決定の情報獲得において大きな可能性の獲得と考えられているようであるが果たして本当であろうか。

ヒトの脳では様々な情報が記憶され、その記憶に対する評価として精神という価値付けの仕組みが構築され誰と考えられる。このときに重要であ

るのは行動や意思の決定における身体からの情報も含めた情報の集約であったはずである。集約される条件の違いは個人において、情報に対する異なる反応を生み出す背景となるものである。しかしながら多くのヒトが単に社会的に価値付けされた情報が試行錯誤を伴わずして、つまり身体情報を伴わずして統合し、反応することが起こったならば、その反応は必ずしも適応的でないものかもしれない。また、身体的な利害を伴わずに安全に統合された情報は、まったく異なった価値基準、すなわち精神を生み出すかもしれない。

本来、脳の情報処理は身体からの情報の存在を背景として、種々の外界からの刺激に対し記憶された情報を元に精神活動を営み、身体への指示を生み出すことにあり、脳として勝手に指令を生み出し、身体をコントロールしてきたとは考えられない。外環境の情報の変化は脳の情報処理に影響を与えていることは事実である。

社会情報基盤においてバーチャルという用語がある。日本語の意では仮想というように解釈され、仮想空間による経験が精神に与える影響が論じられる。しかしながらこの用語の本来の意はまさにもののより本質的な事柄としての解釈なのである。膨大な情報の中からより適切な情報をくみ出し、それを統合し、より自由度の高い反応を作り出すことにより、この現代の社会をうまく生き抜くには、ものの本質的を十分に感じる経験と仮想空間から引き出す能力なのではないだろうか。