

脳から考える総合的な人間学

The Synthetic Anthropology Considered from Brain Functions

河野 貴美子

KAWANO, Kimiko

はじめに

総合人間学会の大きなテーマ「人間とはどういう存在なのか」、そしてそもそも「進化の過程でいかに人間になり、何が他の動物と異なるのか」等を考えるに、脳の視点は外せない。

筆者は、神経・筋そしてまた赤血球などにおける生体膜の生理学的研究から、脳の分野へ入り、脳波（EEG）の計測を中心に、近年日本で開発された近赤外分光機能画像装置（NIRS）（光トポグラフィという名でも親しまれている）なども一部使用しながら、様々な思考活動時における非侵襲的な計測を続けてきた。

脳波を見たからといってその人そのものがわかるわけでないのはもちろん、「脳を考えるのに経時的にとっただけの脳波なんて役に立たないよ」という声も多い。このエッセイで脳波についてこと細かに説明するつもりはないが、今まで多数の、そしてさまざまな思考活動時の計測を行ってその解析をしながら、脳について、さらにその脳のもとに活動している人間について考えてきた。それらを踏まえてあらためて人間とは何かを考えてみたい。

ヒトの誕生と進化

そもそも、この地球上に生命はどのように誕生し、どのようにヒトに進化してきたのだろうか。筆者は発生や進化の専門家ではないので、想像するのみであるが、岡崎生理学研究所の永山國昭氏が面白い計

算をしている。

ヒトのアミノ酸 20 種類をただ混ぜ合わせて高温で反応させ、ランダムにいくらかさまざまなポリマーを作成しても、その中から意味のあるタンパク質、すなわち我々の身体を作っているようなタンパク質が出来上がる可能性はほとんどゼロであるという。そこにはどうしても DNA の介在、すなわち遺伝情報が必要であり、それによらない限り機能を持つ高分子の並びにはならないという。そのような情報系、しかも自己複製する情報系こそが生命の起源であり、情報理論からその自然発生確率を計算すると、1 回の宇宙寿命（現在の宇宙の年齢は 138 億年といわれている）の中で生物が発生する確率は 10-20 程度、つまり宇宙が 1020 回生成・消滅を繰り返してやっと 1 回生命が誕生するほどの偶然なのだという（永山國昭 2009：25-32）。そしていったん自己複製するシステムを獲得したこの地球生命は、際限なく増え続け、いずれ全宇宙を席卷する計算になるという。永山氏は、したがってこの宇宙の他の星に全く別に自然発生した生命体などいないであろうと言い切る。

確率論だけですべて説明できるのか議論はあるであろうが、筆者として個人的には、宇宙の中で我々はそんなに稀で孤独な存在ではなく、どこかに宇宙人もいて欲しいな、と思いたいのだが……。実際、科学者たちが立ち上げたいくつもの地球外知的生命体探査（SETI：Search for Extra-Terrestrial Intelligence）プロジェクトが動いていて、宇宙の

かなたからのわずかな情報も見逃すまいとがんばっている。

さて、いずれにせよ地球上に生命が誕生し、類人猿からアウストラロピテクス、ネアンデルタール人、そしてホモサピエンスへの道のりで、脳の容量は指数関数的に増大した（図1）。図1はかなり古いグ

ラフで、最近の分類では人類への道のりはもっと複雑に分岐しているのだが、それはともかく、アウストラロピテクス後の急激な脳容量の増加は、脳の処理する情報量の急激な増大を意味している。

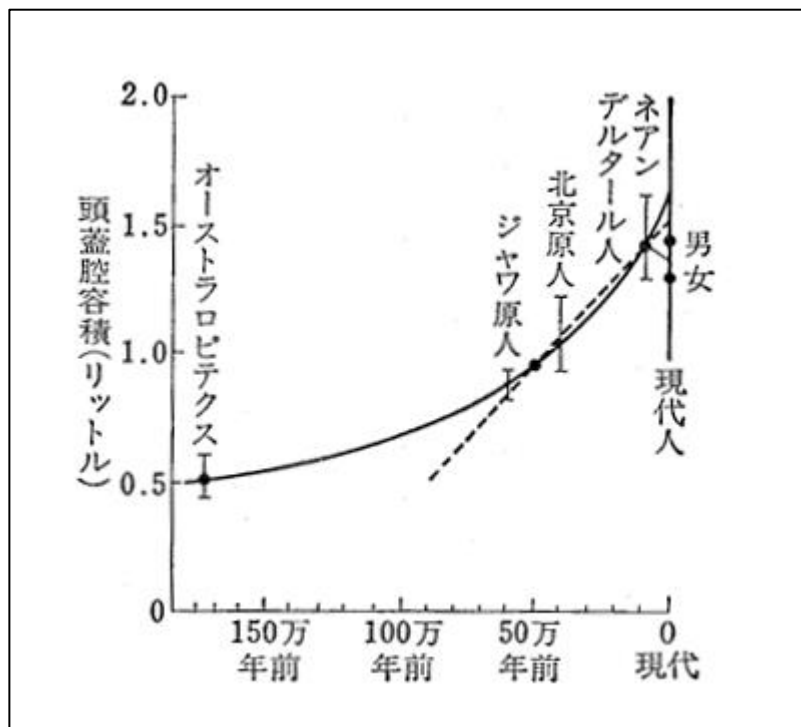


図1 頭蓋腔容積変化

人間に進化していく過程で、「道具」の使用も、小原秀雄氏らの指摘するように（柴田義松，他：2004），確かにヒトへの分化の大きな要因であろう。脳は外界とのやり取りによって発達する。道具は脳を発達させ、脳はさらなる道具を生み出す。

しかし、このグラフの急激な増加のあたりは、やはりヒトが人たる「言語」の獲得が大きいのではないだろうか（品川 1982）。脳そのものがまさにワンランク上の情報器官として踏み出したのである。

脳の機能局在（図2）をみると、言語野は左側頭に大きなエリアを占めている（ブローカ、ウェルニッケなど）と書いてある辺り一帯）。各種の第一次感覚野、すなわち視覚、聴覚、体性感覚など、図2の斜線部分は、外界からの刺激入力とその反応対比が明瞭で、動物にも当然存在する第一次の情報処理エリアである。

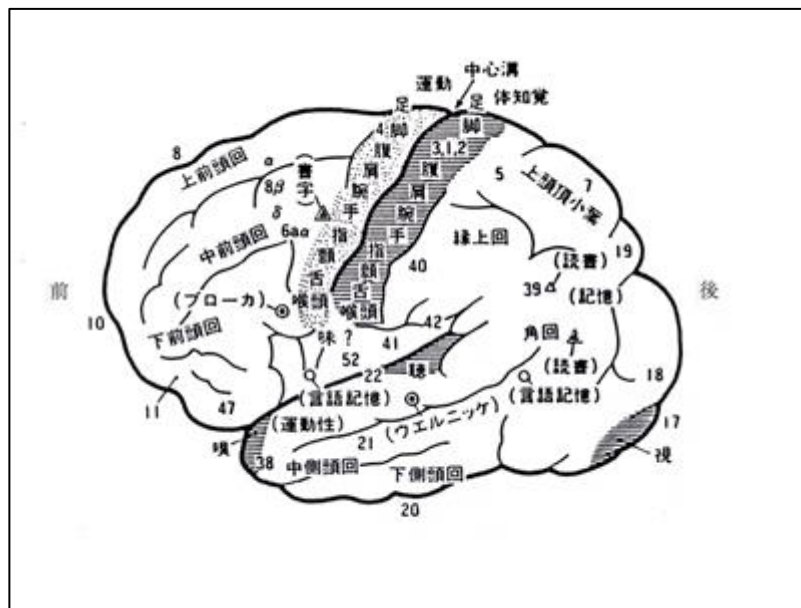


図2 脳の機能分化 (左)

言語野も刺激入力とその反応から機能がかなり明瞭に分析されているエリアで、感覚野より高次ながら、やはり外界（他人）との情報やり取りの中で高度に発達させてきた部位である。高次のコミュニケーション形態として、声帯や咽頭の構造変化などを伴いながら、人間において非常に重要なエリアとなり、さらには、相手との単純なやり取りのみならず、脳内各部位間での情報やり取り（思考）において、より重要な部位となっており、脳の大きなエリアを占めるに至っているのである。

さて、図1のグラフを右に外挿すると、現代人の脳はもっと容量が大きいはずとなるが、ネアンデルタール人の前あたりから容量は増えていない。情報の観点から考えると、増大する情報を脳内のみで処理せず、外部に蓄えられるようになったからだ。品川嘉也氏はいう（品川ほか1983）。情報の外部保存、すなわち文字の獲得である。これ以上脳を大きくして進化することは、出産時も、その後の重力環境下において二足歩行で脳を支えるにも、構造

上不可能であり、高度な外付けハードディスクを生み出した人類が生き残ってきたといえよう。

情報の観点からの一つの見方として面白いと思っている。

大脳の発達

言語はいまやヒトの脳の活動にとって非常に大きい存在である。脳波では活動部位は α 帯域（8-13Hz）より周波数の高い β 帯域（14-30Hz）に現れるが、通常の思考活動を計測するに、言語的活動のない、イメージのみの状態が一定時間続くような状態はなかなか得られ難い。

言語的な活動やそれに伴う論理的な処理は左脳、パターン認識は右脳といわれるが、情報は常に左右半球を行ったり来たり、非常に頻繁な連絡が認められている。実際、言語で捉えたものを自分なりにパターン化し、また自分なりのイメージを言語化しながらわれわれは思考を進めている。パターンの捉えるのは非常に容量の大きな情報収集・処理が瞬時

に可能であるが、人の場合はそれを言語で確認して初めて自分自身の思考になる。さらに、自分なりのイメージはきちんと言語化できないと、他人にもしつかり伝えることができない。

視覚、聴覚など外界の情報と直接つながる第一次の感覚野とともに、言語野も誕生後（場合によって胎内から）、外界からの情報を取り入れながら、急速に発達する領野である。

これら外界との直接的な情報やり取りが重要な領野には、情報処理方法の基礎的な神経回路構築におけるクリティカルな時期が存在する。絶対音感などは2歳からせいぜい5歳くらいまでともいわれ、視覚でも早い時期に眼帯などで覆ってしまうと、その後外しても十分な視力は得られないといわれているが、言語もその基礎部分の構築はたぶんかなり早いと思われる。

誘発脳波の実験から

脳波の実験で、何回も同じ刺激を与え、その刺激時点をトリガーとして脳波を加算していく方法、誘発脳波がある。つまり、その刺激により誘発された活動を取り出し、脳の働きを検討する方法である。

例えば、刺激をクリック音にした聴覚誘発脳波では、刺激直後の反応、すなわち潜時の短い部分の反応は脳死の判定に、長潜時部分の反応は種々認知機能を調べるなど、様々な試みがなされている。短潜時の反応とは、聴覚神経そのものの、音に対する直接の反応であるから、意識混濁でも現れ、脳死判定ではこの反応も完全に失われていることが求められる。長潜時の反応をみる実験では、振動数の違う2種類のクリック音をランダムに聴かせ、高い方の音のときにボタンを押して下さい、などという課題を設ける。すると、ボタンを押そうとしたとき、実際

に押すより早い時間帯（刺激から300msのあたり）の脳波に反応が生じる（P300といわれる）。つまり、音を認識し、識別する神経回路の活動が現れるわけである。

さらにそのような誘発脳波の計測で、ボタン押しなどの課題を課すことなく、音に注意を向けさせずに読書なり何なり、他のことをさせておいて、2種類の音を聴かせるという実験がある。音を、例えば言語の発音にする。日本人では「ア」の発音は一つだけであるが、国によっては「ä」「æ」「ə」など様々な発音がある。一つの発音を聴かせている中に、時に違う発音の音を聴かせると、その音を区別する言語で育った子供では幼児においてすでに、刺激から100msのあたりで両発音間の誘発脳波の大きさに違いが生じるという。その言語環境下にはいない子では違いは現れない。

これはフィンランドのNäätänenら（Näätänen：1978）によって発見され、ミスマッチ陰性電位

（MMN）と名付けられた。前の段落に述べたように、音をそれと認識できるのは、刺激から約300msのあたりである。100msのあたりでは、本人はまだ音を自覚してはいない。しかし、本人としては無意識ながら、脳はすでにその時点で音を区別している、ということになる。

意識と脳

脳の働きを様々な方向から考えていくと、どうしても「意識」に、さらにその先の「心」に行き当たる。

医学における意識は、意識障害を診断する立場から、その清明度（GCS：Glasgow Coma Scale）での分類がなされ、正常な覚醒意識から昏睡にいたるまでの段階的な定義がある。その範疇では「科学的分

類」がなされた概念として「意識」は普通に受け入れられている言葉である。

しかし、ではその「意識」とは何か、そして「無意識」とは？ さらに、「顕在意識」や「潜在意識」という言葉もあり、科学的な論点からはまだまだ本格的にそこに踏み込むのを躊躇する分野なのかもしれない。ましてや「心」となると、科学の分野でもないということにされてしまう。

しかしながら、上で論じたように、本人の意識に上る前に、当然ながら脳はすでに反応しているのである。視覚野、聴覚野に情報が入ったとたんに見えたり、聞こえたりしているわけではなく、それを様々に処理して（神経細胞をいくつか乗り継いで）初めて、見えた、聞こえた、となる。つまり、ほとんど無意識で処理し、最終的に意識に上る。

ではその最終的な「意識」とは何か。その明確な答はなくとも、人間においては、さらに、その先の意識的活動に言語が欠かせない。右脳的に、イメージなり何なりでものごとを把握しても（意識しても）、それを言語化して人に伝えられない限り、確かな意識的活動にならず、自分自身でも把握しきれないところがある。もちろん、絵画や音楽で表すこともあるが、それもやはり外部的に表現しない限り意識活動とみなされない。

ヒトが人間たるのは、この意識活動であるともいえる。しかしながら、実はヒトの（あるいは脳の）、成長過程は、意識的に獲得した情報処理回路の無意識化の過程とも言えるのである。意識的に繰り返し学ぶことで、無意識で処理出来るようになっていく過程である。

乳児期から少しずつ練習してやがて歩けるようになってからは、もはや「右を出して」「次は左で……」などと考えて歩きはしない。自転車でも一度

乗れるようになれば、考えることなく、いつでも乗りこなせる（「手続き記憶」としてしまい込まれる）。

MMNの実験で述べたように、発音も、そして絶対音感なども発達の早い次期に回路が作られ、無意識のレベルで処理されるようになる。大人になってから一生懸命意識的に練習しても、日本人にはなかなか、「l」と「r」の区別は完璧にはならない。

最も意識的活動と考えられる言語活動でも、かなりの部分が無意識に処理されているということになる。大量の情報をすべて意識的に処理していたのでは間に合わない。できるだけ無意識レベルの早い段階の処理ですませ、外界との意識的活動により、新たな情報を取り込みながら、さらなる発達をしていく。

コミュニケーションと脳の未来

外界との意識活動は、外界からの刺激に反応し、その反応にまた外界が応じることで、脳の神経回路は強化され構築されて行く。幼児にテレビで一方的に教えるのと、同じことを対面で教えた場合では、理解度が異なることがわかっている。相手の反応があって、初めて脳はそれに対応する回路を構築して行く。つまり広い意味でのコミュニケーションの必要性である。外界とのコミュニケーションにより発達しながら、やがて言語を獲得し、より抽象化した高度な処理を行えるようになる。

外界との直接対話が、言語により抽象化され、やりとりできる情報の質は格段に進化した。

さらに現代においては外界情報まで抽象化され、コンピュータのみによるバーチャル世界になり始めている。自然との直接対話無しに、最初からバーチャルとの対話で育つ脳は、今後どうなっていくのだろうか。

それも必然的な進化の過程なのだろうが……。

参考文献

- 品川嘉也（1982）『意識と脳』紀伊国屋書店
- 品川嘉也，品川泰子（1983）『コンピュータ時代の
基礎知識』ブルーバックス 講談社
- 柴田義松，小原秀雄，北原眞一監修（2004）『道具
と人間』シリーズ明治図書
- 永山國昭（2009）「科学の終焉と脳科学の未来」立
花隆『解き明かされる脳の不思議』クバプロ
- Näätänen R, Gaillard AWK, Mantysalo S（1978）
“Early selective-attention effect on evoked
potential reinterpreted” Acta Psychol 42 :
313-329

河野 貴美子（国際総合研究機構）