

自己目的化する類人猿：バリコースプロジェクションアストロサイトの変異による「挑戦傾向」の獲得と、自意識・自由意志の創発

Reiji Kikuchi

mk9tmk9tmk9t@yahoo.co.jp

キーワード： 挑戦傾向, バリコースプロジェクションアストロサイト, 自意識, 自由意志, VPA 仮説

要約

本稿は、ヒトの系統をチンパンジー属 (Pan) から分かつ根源的な特性は特定の適応ではなく、それに先行する心理的な「挑戦傾向 (Challenge Propensity)」であると論じる。トマセロの「共有志向性」やランガムの「調理仮説」といった有力な理論は、ヒトの進化の決定的な「結果」を説明するものである一方、我々は「挑戦」こそがその根源的な「動因」とであると提唱する。

我々は、このヒト特有の「挑戦傾向」の物理的基盤が、進化の過程で生じたグリア細胞の一種「バリコースプロジェクションアストロサイト (VPA)」の突然変異的な巨大化と機能拡張にあると論じる。ヒト特有の複雑な形態を持つ VPA は、ニューロン活動と身体のエネルギー状態を巨視的に統合する「センサー」として機能することで「自意識」の物理的基盤を形成した。同時に、統合された情報に基づきニューロン回路をトップダウンで変調する「コントローラー」として機能することで「自由意志」を創発させた。

本稿では、VPA によるエネルギー管理と情報の統合こそが、短期的な生存本能を超えたコストの高い「挑戦」行動を可能にし、ヒトを自己目的化する存在へと進化させたとする新たな理論的枠組みを提示する。

1. はじめに

何がヒトをヒトたらしめるのか。この問いに対し、従来の進化人類学はヒトに固有の高度な認知能力や行動様式に着目してきた。例えば、トマセロは、他者と「私たち」という共同の意図を形成できる「共有志向性」こそが、累積文化や複雑な協力を生み出したと論じた [Tomasello 14]。また、ランガムは、「調理」という技術革新が巨大な脳を支えるエネルギー基盤と社会的寛容性をもたらしたと主張した [Wrangham 09]。

これらの理論は強力であるが、ホモ属以降の適応（結果）を説明するものであり、それ以前の分岐の「動因」については説明が不十分である。本稿は、これらの適応に先行する、より根源的な動因として、心理的・行動的な**「挑戦傾向 (Challenge Propensity)」**を提唱する。この仮説は、約 700 万年前のサヘラントロプス・チャデンスが、環境に「強制」される以前に、すでに二足歩行という困難な行動を「実験（挑戦）」していた可能性 [Brunet 02] に基づく。

しかし、なぜヒトだけが、エネルギーコストが高く失敗のリスクを伴う「挑戦」を選択し得たのか。従来のニューロン中心的な脳科学では、この問いに十分な解答を与えることが困難であった。本稿の目的は、(1) ヒトの本

質を「挑戦傾向」として再定義し、(2) 近年の神経科学におけるグリア細胞の研究成果、特にヒト特有の**「バリコースプロジェクションアストロサイト (VPA)」**の発見に基づき、この細胞の変異こそが「挑戦」および「自意識・自由意志」の物理的基盤であるとする「VPA 仮説」を提示することにある。

2. 関連研究と本稿の位置づけ: ヒトの本質としての「挑戦」

本稿の「挑戦傾向」仮説は、既存の進化理論を、脳の細胞レベルの物理的変化から再構築する試みである。

2.1 「挑戦」の自己目的化 (チクセント・ミハイ)

「挑戦」が単なる生存のための「手段」であったなら、環境が安定すれば挑戦は止まるはずである。しかし、ヒトは生存と無関係な「挑戦」(芸術、科学など)を自発的に続ける。この理由は、ミハイ・チクセント・ミハイの「フロー (Flow)」理論によって説明できる [Csikszentmihalyi 90]。進化の過程で、「挑戦すること自体」に快感を覚える個体を選択され、「挑戦傾向」はそれ自体が報酬となる**「自己目的化 (Autotelic)」**した内的動機へと進化した。

2.2 ニューロン中心主義の限界

従来の脳科学は、電気信号を発するニューロンのネットワークこそが知能の全てであると見なしてきた。しかし、ニューロンの基本構造はヒトとチンパンジーで大きな差はなく、ニューロン単体の機能だけで、ヒト特有の長期的かつ抽象的な「意志」や「意識」の統合を説明することには限界が指摘されている。

2.3 ヒト特有のアストロサイト (Oberheim)

2009 年, Oberheim らは、ヒトの大脳皮質に存在するアストロサイトが、マウスや他の霊長類と比較して物理的に巨大であり、極めて長く複雑な突起を持つことを発見した [Oberheim 09]。特に**「バリコースプロジェクションアストロサイト (VPA)」**と呼ばれるタイプは、ヒトと一部の高等霊長類にしか存在しない。この細胞は、数万のシナプス結合を同時に監視・制御できる能力を持っており、これがヒトの認知機能の飛躍的な向上の鍵であると考えられる。

3. VPA 仮説: 挑戦, 自意識, 自由意志の物理的基盤

本稿では、ヒトの「挑戦傾向」および精神機能の創発メカニズムについて、以下の VPA 仮説を提案する。

3.1 物理的基盤としての VPA の変異

進化の過程で起きたアストロサイトの巨大化と複雑化 (VPA の出現) は、脳内の情報処理に革命をもたらした。Han らによる「ヒト化マウス」の実験では、ヒトのアストロサイト前駆細胞を移植されたマウスが、シナプス可塑性や学習・記憶能力において有意な向上を示した [Han 13]。これは、ニューロンが変わらなくとも、OS (アストロサイト) がヒト化するだけで、未知の課題に対する学習効率、すなわち「挑戦する能力」が劇的に向上することを証明している。

3.2 センサー機能としての「自意識」の創発

VPA は、無数の突起を介して広範なニューロン活動 (思考や知覚の断片) を監視すると同時に、血管壁から身体のエネルギー状態を直接感知している [Attwell 10]。

VPA 仮説においては、これらの異質な情報が、アストロサイト内部のカルシウムイオン濃度変化といった、一つの統合された物理化学的な状態として集約されと考える。この「脳全体の『今』の状態を、多様性を保ちつつ一つの統合された物理状態として保持し続けている」機能こそが、トノーニが統合情報理論 (IIT) で意識の条件として提唱する「情報の統合」の物理的基盤であり、**「自意識」**の実体であると解釈できる [Tononi 04]。

3.3 コントローラー機能としての「自由意志」の作用

さらに、VPA は統合された情報に基づき、ATP やグルタミン酸などの化学物質を放出し、特定のニューロン回

路の興奮性を能動的に調整 (変調) する。ニューロンの電気信号がミリ秒単位で生じるのに対し、アストロサイトの活動は秒単位から数十秒という、はるかにゆっくりとした時間スケールで行われる。

近年、このアストロサイトの遅いダイナミクスが、脳全体の状態 (コーティカル・ステート) の切り替えを支配していることが示されている [Poskanzer 16]。我々は、この「統合された内部状態 (自意識) に基づく、ゆっくりとしたトップダウンの回路選択」のプロセスこそが、**「自由意志」**の生物学的な実体であると考ええる。リベットの実験において観察された準備電位 [Libet 83] も、ニューロン発火に先行する VPA による化学的な「意志決定」の過程を捉えていた可能性が高い。

4. 考察

本稿で提示した VPA 仮説は、ヒトとチンパンジーの違いを、単なるニューロンの量的増大ではなく、脳の制御システム (グリア細胞) の質的転換として説明するものである。

VPA による高度なエネルギー管理と情報の統合機能があったからこそ、ヒトは「恐怖 (扁桃体)」と「好奇心 (前頭葉)」という相反する情動を同時に処理し、目先の利益よりも将来の可能性を優先する「挑戦」を選択できるようになった。この「挑戦傾向」が行動レベルで定着した結果、「挑戦的協力」という独自の社会戦略が生まれ、それに適応する形で共有志向性などの認知能力が進化したと考えられる。

5. おわりに

本稿では、ヒトの系統を分かち根源的動因である「挑戦傾向」が、バリコースプロジェクションアストロサイトの突然変異と機能拡張に由来するという仮説を論じた。

我々ヒトは、ニューロンという演算装置の集合体である以上に、VPA という巨大な統合者によって「私」という意識を持ち、本能的反応を超えて未知へと踏み出す「自由意志」を獲得した、自己目的化する類人猿である。この脳内システムの理解こそが、ヒトの本質の解明に向けた最も重要な鍵となるだろう。

◇ 参考文献 ◇

- [Attwell 10] Attwell, D., et al.: Glial regulation of nervous system blood flow, *Nature*, Vol. 468, No. 7321, pp. 232-243 (2010).
- [Brunet 02] Brunet, M., et al.: A new hominid from the Upper Miocene of Chad, Central Africa, *Nature*, Vol. 418, No. 6894, pp. 145-151 (2002).
- [Csikszentmihalyi 90] Csikszentmihalyi, M.: *Flow: The Psychology of Optimal Experience*, Harper & Row (1990). (邦訳『フロー体験』)
- [Han 13] Han, X., et al.: Forebrain engraftment by human glial progenitor cells enhances synaptic plasticity and learning in adult mice, *Cell*, Vol. 152, No. 4, pp. 1284-1298 (2013).
- [Libet 83] Libet, B., et al.: Time of conscious intention to act in relation to onset of cerebral activity (readiness potential), *Brain*, Vol. 106, No. 3, pp. 623-642 (1983).
- [Oberheim 09] Oberheim, N. A., et al.: Uniquely hominid features of adult human astrocytes, *Journal of Neuroscience*, Vol. 29, No. 10, pp. 3276-3287 (2009).
- [Poskanzer 16] Poskanzer, K. E., & Yuste, R.: Astrocytes regulate cortical state switching in vivo, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Vol. 113, No. 19, pp. E2675-E2684 (2016).
- [Tomasello 14] Tomasello, M.: *A Natural History of Human Thinking*, Harvard University Press (2014). (邦訳『思考の自然史』)
- [Tononi 04] Tononi, G.: An information integration theory of consciousness, *BMC Neuroscience*, Vol. 5, No. 1, p. 42 (2004).
- [Wrangham 09] Wrangham, R.: *Catching Fire: How Cooking Made Us Human*, Basic Books (2009). (邦訳『火の賜物』)