

## 研究内容の概説

小路真矢

2019 年 8 月 28 日

## 1 研究のきっかけ

現代の主要産物の萌芽を歴史に探せば、2004 年 Harvard 大学で心理学を専攻していた Mark Zuckerberg が SNS の先駆けとなる Facebook をこの世に生み出し、知っての通り Apple の Steve Jobs と Steve Wozniak らが中心となって 2007 年に初代 iPhone を世に発表した。そして、現在の世界において、人類は SNS 機能を内包したスマートフォンのコネクティビティと利便性を享受している。

しかし、現在の我々の世の中を鑑みれば、スマートフォンが人類に与えたのはそのコネクティビティを主とした恩沢のみならず、ネガティブな受動的態度もあることは否めない。我々は今、未曾有の情報過多社会にあり、それに弾圧され、行動心理学的観点から見れば主体的感情を失ったとも捉えられるような人間が増えているように思われる。

私は以前から、このようなネガティブな風潮を直に感じていた。人間にとって、主体性が失われた状態ほど主観的、本質的な幸せから程遠いものはないはずである。我々は、一刻も早く、そのような人間が増加する現在の状況の打開策を、真摯に考えなければならない段階に差し掛かっている。

このような背景から、私は人間の受動的態度の克服及び主体性の回復を志し、その方法として、脳刺激技術に思い至った。この過程で、私は東野圭吾の小説『虹を操る少年』[6] に間接的なヒントを得ている。

立場として、実体二元論ではなく、物理主義の観点から見れば、種特異性の小さい脳を対象とした脳刺激技術は、客観的にも様々な点（主に実験実行可能性、再現性）において将来性のある技術である。種々の感覚器官への刺激あるいは EMF(electromagnetic field) などを用いて直接的に脳を刺激することで、対象の活動を活性化することが期待できる。

## 2 主体的行動に伴う幸福感の享受

作業仮説として、基本的に人間は常に何かに取り組んでいるとする（人間の定常状態）。この常に取り組んでいる何かというのは、非常に大雑把に捉えてよい。睡眠もその内の一つである。そして、幸せとは、その人間が取り組んでいる行為がその人間自身の願望に沿っているときに感じられる感情であると定義する。よって、人間が幸せを感じるためには自らの願望に沿った行動を起こさなければならない（よって、個々人によって明らかに幸せが異なる。しかし、誰しも願望というものはあるはずであり、どんな人間にも幸せは存在するというのが私の仮定である）。

脳科学者の池谷裕二教授曰く、やる気というのは行動しない人間が作った虚構である [7]。行動すれば、必然的に興味が湧くのである。感情の後に行動があるのではなく、行動の後に感情がついてくるのである。とはいえ、実際にはそもそも行動が起こせないということも度々起こる。行動を起こせなければそもそも幸せを感じることはできない。

行動を起こせない原因の一つとして、ネガティブ思考が挙げられる。過去のネガティブな経験の学習過程によって形成されたネガティブ思考が行動を起こす邪魔をするのだ。

したがって、まずは、今後このネガティブ思考を麻痺させることを目標に研究を進める。主体的行動を実現すれば、同時に幸福感を得ることができるはずである。

### 3 具体的方法

ひとまずの方向性として、私は今後しばらくの間、脳の直接刺激を主として扱うことにする。

クフラー・ニコルス著『ニューロンから脳へ 神経生物学入門』[2][p.6]に以下のような記述がある。「多数の線維からなる神経束を電気刺激したり、他の人為的な手段を用いたりしても、自然刺激によって発生すると同様のインパルス発射パターンを再現することはできない。このようなインパルス発射パターンが再現できなければ、感覚器を経由せずに、神経を人為的に直接刺激して複雑な感覚を引き起こすことはできない。」

しかし、歴史を振り返れば、1963年に神経科学者の Jose Delgado は脳内埋め込みチップを施した闘牛を用いて行った実験で、怒り狂い襲いかかってきた闘牛に外部から電気刺激を与え、落ち着きを取り戻させるということに成功した [1],[5]。これは、行動心理学的には、人為的な電気刺激により感情を操った実例であるとも捉えられる。

このように、脳の直接刺激によってある種の感情あるいは行動を生み出すことに成功している脳刺激技術は、過去においても存在していた。しかし、Delgado の脳内埋め込みチップは脳に侵襲的であり、また標的への的を絞った細かな刺激が難しいという難点があった。

しかし、科学技術の進展により、EMF を用いて脳刺激を行なう TMS(経頭蓋磁気刺激法) が発明され、より正確かつ非侵襲的に脳の直接刺激が可能になった。TMS を用いれば、脳に磁気を当ててニューロンの活動を変化させることができる。つまり、脳に物理的な危害を及ぼすことなく、脳の特定の場所の機能を一時的に低下 (または上昇) させることができるのだ。

この技術をひとまずの具体的な脳刺激手段とする。

### 4 神経科学入門

神経科学の原理として、脳を含む中枢神経から末梢神経に命令が与えられ、人間の体は主として末梢神経により制御されるとする。つまり、脳からトップダウン式に人間の身体は制御される。

脳は約 1000 億個の神経細胞 (neuron) から構成されている。ニューロンは他の体細胞と異なり、細胞本体に加えて樹状突起 (dendrite) と軸索 (axon) をもつ。それぞれのニューロンから伸びる軸索は他のニューロンの樹状突起と接続する。しかし、この二つは物理的に直接は接続されず、化学的に間接に接続する。この連結構造をシナプス (synapse) と呼ぶ。脳にはシナプスが数百兆個存在する。

感覚器官 (網膜など) に外部からの刺激が入力されると、特定のニューロンの軸索の根本から活動電位 (action potential) あるいは神経インパルス (nerve impulse)(これらは同一のもの) が生じる。活動電位が生じることに呼応して、軸索中の活動電位発生点の近縁に存在するチャンネル (外部との物質のやり取りを行なう) からイオンが流入し、それが活動電位の伝達を助ける (活動電位の減衰を防ぐ)。すなわち、外部刺激の入力

活動電位の誘起    チャンネルの開口    イオンの流入    活動電位の誘起    ... という流れで連鎖反応が起こり、最終的に活動電位が軸索末端まで伝達される。活動電位が軸索末端に到達すると、イオンを含む神経伝達物質 (neurotransmitter) が通常、シナプス小胞 (synaptic vesicle) に包まれて軸索末端から発せられ、ニューロン間を漂い、一方のニューロンのチャンネルを介してそのニューロンに侵入する。

細胞内外の電位差、すなわち膜電位 (membrane potential) は通常 - 70 mV であり、定常状態 (すなわち膜電位が - 70 mV の状態) においてニューロンは不活性である。膜電位はシナプスとチャンネルを介して外部からイオンが入ってきた場合に变化する。イオンの流入は、シナプスを介して陽イオンが入ってくる興奮

性 (excitation) と、陰イオンが入ってくる抑制性 (inhibition) とに大別される。陽イオンがニューロン内に入ってきた場合は膜電位は上昇し、逆に陰イオンが入ってきた場合には低下する。複数のシナプスからの入力 of 総和として、膜電位が 0 mV に向かって上昇 (脱分極 (depolarization)) し、閾値 ( - 55 mV) を上回った時点でニューロンは活性化する。ニューロンが活性化すると、ニューロンの細胞本体に近い軸索の根本から活動電位が発生する。

このようにして入力系からの刺激が神経系 (nerve) を伝播する。外部からの直接的刺激も同様のプロセスを辿ると考えられる。

## 5 展望

前述したように、停滞した人間活動とその精神活動を打開し、人間の自発的な活動を促すとともに人間の幸福感を助長するための一つの手段として、脳刺激技術を採用する。

今後は、現在の主要な非侵襲的脳刺激技術として挙げられる TMS の動作原理を理解した上で、これを改良し、より広範な応用を考えて EMF を遠隔的に操作できる技術を模索していく。

また、これまでの神経科学における実験的成果を踏まえて、ひとまずは生理学的、解剖学的にネガティブ思考に関わる脳の部位を特定しなければならない。ネガティブ思考が作動しないことが、主体的な行動に至る一つの強い条件だと考えられるからである。

また、これを特定することは直接的あるいは間接的にうつ病を含めた種々の精神病の治療にも役立つことが期待される。

## 参考文献

- [1] Jose Delgado 『Physical Control of the Mind: Toward a Psychocivilized Society』 (1969)
- [2] クフラー・ニコルス 『ニューロンから脳へ 神経生物学入門』 (廣川書店, 1980)
- [3] フロイド・E・ブルーム他 『新 脳の探検』 (講談社, 2004)
- [4] 高橋康 『脳と力学系』 (講談社, 1997)
- [5] 『日経サイエンス 2月号』 (日経サイエンス社, 2006)
- [6] 東野圭吾 『虹を操る少年』 (講談社文庫, 1997)
- [7] 『「簡単にやる気を出す方法を教えてください！」 脳研究者「やる気なんて存在しない」』  
<https://r25.jp/article/540681193689662300>