



じつきょう 理科資料

NO. 68

サイエンス・プラザ

脳科学とニセ脳科学

大阪大学大学院 生命機能研究科教授 藤田 一郎

はじめに

1990年代後半から今日まで10年以上に渡り、脳に関する書籍やテレビ番組を頻繁に目にする。こうした現象は、脳科学の急速な発展とそれに対する社会の期待を反映しており、研究現場にいる脳研究者の一人として、本来、私は喜ばなくてはならない。脳科学の現状、可能性、おもしろさを伝える書籍やテレビ番組はあってしかるべきだし、脳科学の成果が医療・介護・教育などに適用されることは求められて当然である。しかし、脳科学の成果に基づいたという生活指南や育児法に関する本やテレビ番組、脳に効くと称する商品の多くに、私は懸念を持たずにいられない。それは、そのようなものの中に脳に関する非科学的な情報いわゆる「ニセ脳科学」が数多く盛り込まれているからである。

「脳は10%しか使われていない」「右脳の発達を促すことが創造的な仕事をする上で大事である」「テレビゲームをやると前頭葉機能が低下し、

それが“切れる”子供たちの出現の原因になっている」「単純計算の繰り返しトレーニングで、脳の老化を防ぎ、コミュニケーション能力や自制心を上げることができる」など、多くの人が耳にしたことがあるだろう。これらの言説は科学的根拠が著しく弱いにも関わらず、広く世間に広まっている。

本稿では、これまでの脳科学の発展の歴史と現状を概観したあと、脳科学を装った「ニセ脳科学」の持つ問題点を考えてみよう。

神経科学の成立

脳に関する近代的研究は19世紀後半から始まった。当初は、解剖学、生理学、行動学、発生学など、長い伝統を持つ学問領域の中で独立に行われていたが、1970年代には、脳に関する様々な研究が互いに接点を持つようになり、神経科学という分野が誕生した。

当時の研究の多くは、神経細胞または神経回路レベルの研究に重点が置かれていた。例えば、ど

◆ も く じ ◆

| | | | |
|----------------|---|--------------------|----|
| サイエンスプラザ | | 授業実践 | |
| 脳科学とニセ脳科学…………… | 1 | サイエンスクラスの取り組み…………… | 11 |
| トビックス | | 光発芽種子の実験…………… | 14 |
| 最古の人類像を求め…………… | 5 | 高校生へ私が選んだ1冊の本 | |
| サイエンスカフェ | | 森博嗣の半熟セミナ | |
| 大科学実験の舞台裏…………… | 8 | 博士、質問があります！…………… | 16 |

のように一つの神経細胞から次の神経細胞の情報を送ることができるのかとか、ある神経細胞は脳のどの場所から入力を受けているかというような問題の探求である。1980～90年代になると、人や動物の行動や知覚・認識・意思決定などの心の出来事と脳の間を問うような研究が多くなされるようになった。また、分子生物学、物理学、数学などの分野からも多くの人が脳研究に入ってくるなどして、より広い学際研究領域として発展し、1990年代ころから、脳科学という言葉が使われ始めた。

脳科学発展の転機

今日の脳科学の隆盛と発展には数多くの要因があるだろうが、その契機となった1980年代の四つのできごとを指摘しておこう。

まず第一は、脳の構造や機能に関する基本概念のいくつかが整理され、それ以後の研究の道筋が見えたことである。たとえば、記憶というのは一種類ではなく複数の種類に分類され、それぞれは脳の異なる部位により担われていることが確立した。また、視覚神経経路の概要が明らかになり、霊長類の大脳皮質には30を超える領野が350を超える神経結合を介して連絡し合っていることが判明した。「見る」というできごとの背景で、たくさん場所で情報を順番に処理しながら、しかも複数の経路がネットワークとして働くことで実現していることがわかってきたのである¹⁾。これらの進展は、記憶や視覚の研究にとどまらず、脳の持つ様々な機能の研究に対しても見通しを与える効果を持った。

第二の要因は、脳の構造と活動を画像化する数々の技術の登場である。ポジトロン断層法(PET法)、脳磁図法(MEG法)、核磁気共鳴画像法(MRI法)など、様々な原理に基づいて脳の構造や活動を調べる方法が一挙に実用化された。この技術革新は、人の脳の機能の本格的な研究を可能にしたと同時に、心理学者、教育学者、経済学者など様々な学問領域の研究者の脳研究への直接的参画を促すことになった。

第三は理論脳科学という研究分野の確立である。

1980年代までの神経科学は実験研究が中心であった。実験結果そのものは定量的に解析されていたものの、実験結果から数理モデルを構築したり、モデルから未知データを予測するという研究は、少数の例外を除いてなされていなかった。1980年代以後、コンピュータの急速な普及とともに、理論的側面を前面に出した研究が増え、神経科学全体の中で重要な分野として成長した。このような理論研究は、実験や観察で要素の性質や相互作用の全容を明らかにすることが困難な「脳」という複雑なシステムを理解する上で必須のものである。

最後に、分子生物学が脳科学へ本格参入したことを挙げておかねばならない。遺伝子の単離と塩基配列の決定技術が進歩し、その技術が脳研究にも適用され、アセチルコリン受容体のアミノ酸全配列の決定を皮切りに、数多くの生体機能分子の構造が明らかになった。また、1992年には、遺伝子ノックアウト技術の最初の脳研究への適用がなされた。この技術を使ってある特定の遺伝子を(したがって、その産物である特定のタンパク質を)マウスから除去すると、脳の形態や動物の行動にどのような変化を起こすかを調べることが可能となった。

脳科学は広範な領域で大きな成果を次々とあげており、今日では、精神・神経疾患の治療、ロボットや情報通信技術への適用、ブレイン・マシン・インターフェイス技術の開発、経済学やマーケティング、さらには育児、教育への適用などの応用的側面を多く持つようになり、社会とのつながりがより直接的なものになっている。それに伴い、脳ブームとも呼ぶべき事態が発生した。

脳ブームの実態

ここ数年、毎日、「脳」という文字が題名や目次に含まれている新刊が出版されている。テレビや雑誌にも「脳を活性化する」といった番組や記事が溢れ、「脳に効く」というふれ込みで食品やサプリメントが商品化されている。これらが、意味ある情報を伝え、正しい科学的根拠に基づいた商品であるならば問題はない。しかし、実際には、

脳科学から見ると疑わしい言説や商品が多い。またアンケートをとってみると、科学的根拠のない情報が多くの人にとっては信憑性があるものとして受け入れられている様子が浮かびあがる。「あの有名企業が、根も葉もないような製品を売るはずがない」「何らかの根拠があるからこそ世にでまわっているはず」と解釈されているのである。そして危惧すべきことに、科学的に不確かであったり誤ったりしている情報の一部が、学校や障害児施設や高齢者施設に忍び込みつつある。その一例が「脳トレ商品」である。

脳の迷信ケーススタディー：脳トレ商品

腕立て伏せやダンベルなどにより筋肉を鍛え、健康やスポーツ能力の向上をめざすように、「単純な知的課題を繰り返すことで脳を鍛え、認知能力全般を向上させる」というのが、いわゆる「脳トレ商品」のコンセプトである。各社から多くの脳トレ商品が世に出回っている。はたして、それらの商品を用いることで、その宣伝が謳うように、認知能力の向上やボケの防止、コミュニケーション能力の向上が望めるのであろうか₂₎。

脳トレ効果の根拠とされるもの：脳機能イメージング

これらの商品が「脳を鍛える」とする根拠の第一は、トレーニング内容である単純計算を速く解いているときに、脳が「活性化している」という脳機能イメージング（機能的核磁気共鳴画像法；fMRIと略す）のデータである。第二は、単純計算や音読の訓練を6カ月にわたり行ったアルツハイマー型認知症患者は、行わなかった患者に比べて、前頭葉機能検査のスコアやコミュニケーション能力が向上していたという研究結果である。

神経細胞は、活動電位と呼ばれる電気パルスを使って情報を軸索の末端へ伝え、そこからシナプスを介して他の細胞へ情報を伝える。活動電位発生のたびに細胞内にナトリウムイオンが流入し、細胞外へカリウムイオンが流出する。長期的に活動電位の発生を維持するためには、ナトリウムを細胞外にくみだし、カリウムイオンを細胞内にとりこまなくてはならない。この過程にはエネルギーを必要とし、このエネルギーはATP（アデノ

シン3リン酸）により供給される。細胞においてATPを生成する過程には酸素とブドウ糖が必要で、これらは血流に乗って脳にやってくる。酸素は赤血球が運ぶヘモグロビンに付加している。fMRIは、酸素のついたヘモグロビンと酸素のついていないヘモグロビンを区別する。酸素がついたヘモグロビンが集まっている場所は、新しい血液が増えた脳部位であり、新しい血液が集まってきた場所はすなわち神経細胞が活発に活動している場所である。この原理により、被験者の脳内の血流量変化を画像化することで、神経細胞が活発に働いている脳部位を知ることができる₃₎。

ある脳トレ本には、簡単な計算問題を速く解いているときには、考え事をしているとき、テレビを見ているとき、複雑な計算問題を解いているときに比べて、前頭葉を含み広範囲に活動の上昇が見られることを示すfMRIデータが示されている。この結果から、その本は「脳を鍛えるには、簡単な計算を速く解くことが有効であることがわかります」と結論しているが、fMRIのデータは、ある課題時に、脳のどこで血流量が増大したかを示すだけである。血流量の一過的な増加がその脳部位の機能を向上させるという脳科学的知見は皆無である。ところが、この実験結果は、宣伝文の中では、「脳が活性化する」、「脳の働きを高める」として紹介されている。多くの人々は、これらの言葉を聞いて、「脳が元気になる」、「脳の機能が向上する」というようにとらえるだろう。しかし、上述のように、fMRI研究で「activationがあった」というのは、ある特定の部位で神経細胞が活動した結果、脳の血流量が増加したことを意味するだけであり、脳の機能の向上を意味しない。

もう一つの根拠とされるもの：学習行動療法

『脳トレ本』の効果のもう一つの検証として、アルツハイマー型認知症患者に実験が行われた。単純計算や音読をさせたグループとそうでないグループに分け、半年後に前頭葉の機能を調べたところ、トレーニングを受けた人たちに、認知機能低下の防止、前頭葉機能の改善、さらにはコミュニケーション能力が向上したと報告されている₄₎。

しかしこの研究では、適切な対照群が設定されていなかった。トレーニングを受けた人たち（実験群）には、スタッフが計算や音読の間違いを正したり、助言を与えたりしていた。そのため、若い人と話せるというだけで元気が出て頑張ろうと思った人がいた可能性や、半年後のテストにおいて仲良くなったスタッフの期待に応えようとした人がいた可能性を排除できなくなる。一方、比較対象となった人たち（対照群）には、スタッフとの交流を持つことは配慮されていなかった。この違いが、6カ月後の成績に影響を及ぼすことは多いにあり得る。

論文著者らの解釈は、「単純計算や音読を行うことによって、前頭葉機能が向上し、その効果が他の脳機能に転移することによって、コミュニケーション能力を含めた日常機能も改善した」というものである。しかし、スタッフと定期的に会話を続けることで気持ちが明るくなり、前頭葉機能テストに頑張っ て取組んだ結果、良い成績になったかも知れないのである。また、明るい気持ちになったので、人とも会話をしてみる気になっただけという解釈もできる。

以上見てきたように、現段階では「脳トレ」商品の効果を実証する科学的根拠は著しく薄弱である。

迷信の連鎖

これら「脳トレ」商品の販売・流布とは独立に、小学校の授業の導入に用いると児童の集中力が高まるとして開発されたのが「百ます計算」である。「百ます計算」の導入を地方自治体が後押しすることまで起きている。その一方で、「百ます計算」の過剰な利用が、「考える力」や「論理を積み上げる力」の育成に本来使われるべき時間を浸食し、子供たちのこれらの能力の低下を心配する声がある。この心配に対して、「単純計算の繰り返しは前頭葉機能を高める」、「前頭葉は創造性の源である」、「単純計算よるトレーニング効果は様々な脳機能に転移する」、「これらの効果には脳科学的根拠がある」という弁護がなされているのだが、その根拠とは、上で検討した通りの著しく

薄弱なものである。このように、もともとの研究結果とその解釈には大きな問題がありながら、それに基づいた商品が連鎖的に生み出され、また誤った引用をされながら、教育法の根拠としてまで引用されるということが起きているのである。

最後に

筆者は、脳ブームを社会学的に検討する専門家ではない。学生むけの課題探求型授業としてこの問題を取り扱い、その成果をウェブサイト（「脳の迷信、脳のうそ」）で発表したことから、その後も情報発信を続けることになった。それは、本稿で示した脳トレ商品の検証などは「脳の研究者でないといけない」という多くの方からの声に背中を押されているからである。

誤解のないようにしておきたいが、私は「単純な知的課題を繰り返すことで脳を鍛え、様々な認知的な能力全般を向上させる」可能性を否定しているのではない。現在、販売されている商品の根拠となった研究には問題があり、脳トレ効果の根拠にはなりえないことを述べた。いくつかの考慮に値する研究が出てきているものの、この問題の科学的決着はまだついておらず^{5) 6)}、今後さらなる検討がなされるべきと考える。

参考文献：

- 1) 藤田一郎「『見る』とはどういうことか～脳と心の関係をさぐる」（化学同人、2007）
- 2) 藤田一郎「脳ブームの迷信」（飛鳥新社、2009）
- 3) 藤田一郎 脳の中はどうやって見るの？～MRIのしくみ．RikaTan, 7 : 82-85, 2010.
- 4) Kawashima R et al : Reading aloud and arithmetic calculation improve frontal function of people with dementia. J. Geront: MED SCI 60A:380-384, 2005.
- 5) Owen MA et al : Putting brain training to the test. Nature 465:775-778, 2010.
- 6) Jaeggi SM et al : Improving fluid intelligence with training on working memory. Proc. Natl. Acad. Sci.: 105 : 6829-6833, 2008.