研究体制の開放性を堅持し、外国の科学者や医療従事者の教育訓練に無用の障壁を設けることのないよう、心掛けなければならないということであろう。ある程度の制限は必要であるが、科学技術を管理する取り組みは、疾患発生を把握して封じ込めるための新たな試験や治療法の開発など、科学の進歩による安全保障推進の必要性和調和したものでなければならない。

そのようなことをすれば機密性の高い情報や技術をテロリストに渡すことになると主張する人もあろうが、これによってその種の危険性がさほど増すことはない。規制があっても、それなりの費用で生物兵器を研究したいと考える者はいるものである。旧ソビエトの細菌戦研究の第一人者であったKen Alibekは、イランや北朝鮮などの国々がかつての同僚たちを迎え入れたと話している⁵。実際のところ、アメリカの科学を管理するだけで生物兵器技術の流出を阻止することはできないのである。

それどころか、アメリカの科学は外国出身の科学者に大きく依存しており、科学に関して孤立主義を推し進めることは対生物テロ研究の妨げとなるであろう。科学に関する情報や事物の入手規制が研究に課す明らかな障壁はともかく、科学面での外国人の養成を規制すれば、対象国では疾患発生を把握と封じ込めに重要な技術、つまり生物テロに対する全世界的戦略のカギとなるものを確立することが遅れるだろう。求められているのは科学面で人材を養成して全世界に広めることであり、科学に関して孤立化を図ることではない。

筆者のThomas Mayは、ウィスコンシン医科大学 (Medical College of Wisconsin, Milwaukee, Wisconsin 53226, USA) に所属している。

1. World Health Organization
http://www.who.int/csr/sars/country/table2003_09_23/en
2. Clarke, R. Against All Enemies: Inside America's War on Terror, Ch. 7 (Free Press, New York, 2004).
3. US Department of State. National Strategy for Combating Terrorism (February 2003).
<http://usinfo.state.gov/topical/pol/terror/strategy/#intro>
4. Rudman, W. et al. Emergency Responders: Drastically Underfunded, Dangerously Unprepared. Report of an Independent Task Force Sponsored by the Council on Foreign Relations (2003).
5. Alibek, K. & Handelman, S. Biohazard, Ch. 20 (Hutchinson, London, 1999).

私たちは時間には追いつけない

自分の言ったことを理解するまでの間に、脳の中では何が起きているのか。

原文: Time waits for no man

Nature Vol.429(243-244)/20 May 2004; www.naturejpn.com/digest

Mind Time: The Temporal Factor in Consciousness

by Benjamin Libet

Harvard University Press: 2004. 288 pp.

\$29.95, £19.95, €27.70

Kevan Martin

「私」が発したあなたへの愛の言葉を、私自身が実際に耳にするまでの間、私はあなたを愛していることに気づけなかった。『何ということをお口にしてしまったのだろう』と一瞬思った。だが次の瞬間、それが真実であることに私は気づいたのだ」

バートランド・ラッセルは、オットリン・モレルとの深夜の会話をこのように綴っている。この一節は、本書、すなわち意識における時間的因子に関するBenjamin Libetの論文集の基本命題をとらえている。Libetは長い間、さまざまな実験を行ってきた。本書はその結果に検討を加えたもので、これらの実験結果によってラッセルの正当性が証明されると著者は考えている。「現実の事象は、私たちがそれを意識的に認識する約0.5秒前に発生している」というのが著者の基本命題だ。残念ながら、私たちは絶対に現実には追いつくことができないのだ。

神経生物学者と心理学者による認識と意識の研究は、今では研究の主流となっており、若手研究者でも意識についての研究を進めれば、十分な予算を得てキャリアを積むことができる。だが、そうではない時代もあった。著者は大学での終身在職権を得て、研究テーマを「意識」に切り替える踏ん切りがついた、とFrancis Crickの意識に関する著書 *The Astonishing Hypothesis* (Simon & Schuster, 1994) には記されている。この研究テーマの変更は、私たちにとっては幸運な出来事だった。本書は、著者のこれまでの研究成果の回顧展のようなものだ。ちょっとした先祖返りの趣があり、この研究分野に関して最近出版される体裁の良い書物というよりも、著者の指導教官だったJack Ecclesの初期の著作物に

近いものがある。しかし、いったん読み始めれば、すぐに著者の熱心な個人指導に引き込まれるという清新な作りの書物である。

著者にとって脳神経外科医Bertram Feinsteinと共同研究ができたことは幸運だった。この共同研究で著者は、局所麻酔をかけられて意識のある状態で脳外科手術を受けている患者の脳新皮質を調べることができた。また著者は、体性感覚野を電氣的に刺激すると、皮膚の特定位置での触覚を意識的に知覚できるというWilder PenfieldとHerbert Jasperの発見も利用した。

著者の最初の発見は、パルス列による刺激を200~500ミリ秒間続けなければ、触覚が意識的に知覚されないということだった。この時間的なずれ(「mind time」)から、著者は、「time-on説」を提唱するようになった。この仮説によれば、意識的な知覚体験をするためには適切な脳の活動が500ミリ秒以上続くことを要し、脳の活動時間がそれより短いと無意識の精神機能があらわれる可能性が生じるとされる。極めて速い反応時間の事例、例えば陸上競技の100メートル走の一流ランナーの足が、スターターのピストルの発射からわずか130ミリ秒後にスターティングブロックから離れていることを説明するためには、この仮説の後半部分が必要となる。この事例では、一流の短距離走者は、スターティングブロックから足が離れた後にピストルの発射を認識することが示唆されている。しかし脳外科手術を受けている患者の脳の状態をもとに、世界新記録を樹立するような運動選手の脳の状態を本当に推定できるものだろうか。

視覚系の場合には、人間の視覚野を電氣的に刺激しても、眼内閃光という小さな光の点ぐらいしか生じない。これは、1960年代前半にGiles Brindleyによって発見された。またBill Newsomeたちは、サルにMTという視覚野を直接電氣的に刺激した時にサルの運動知覚が影響を受けるのは、電氣的刺激と現実の

視覚刺激を組み合わせた場合だけであることを発見した。直接的な電氣的刺激だけでは、知覚は生じない。あるいは少なくともサルが報告できるような知覚は生じない。そのため、動物モデルを使って、このテーマを研究することは難しかった。

皮膚に触れることで感覚神経に生じる単一インパルスは検出可能であることから、著者の実験結果に対する一つの批判として、脳を刺激する実験における大脳皮質活性化の時空間的パターンが、かなり粗い点が指摘されている。通常は皮膚の一領域によって生じるニューロン活動が実験において人工的に引き起こされているため、脳は、単にその活動を文字通り理解しようとベストを尽くしているだけとも考えられる。そのためには脳神経プログラムによる解釈が必要となっており、通常よりも時間がかかっているのかもしれないのだ。

著者の学説の中で最も物議をかもしているのは、「人間は刺激を直ちに認識していると主観的に考えているため、主観的なタイミング

とニューロンのタイミングは分離してしまっている」という考え方だ。さまざまな実験結果に基づき、著者は、刺激を直ちに認識しているという感覚は幻想であり、その原因は、私たちが最初の大脳皮質での活動を基準に経験のタイミングを考えている点にあると考えている。大脳皮質の活動は、実際に皮膚に触れてから約10～30ミリ秒後に生じているのだ。このような正確な時間的計算のすべてが行われる神経メカニズムについては、もちろんのことながら解明が進んでいない。

よく言い間違いをする読者にとっては慰めになるかもしれないが、私たちが行動の意思をもってから、実際に行動を起こす原因となる脳内事象が発生するまでに300～500ミリ秒の遅れがあり、これは感覚事象の場合と同じなのだ。こう考えると、ドッペルゲンガー（本人の分身）というゾンビが運転する高級車の中で「意識的な自己」が後部座席でのんびりと座っているように見え、当然のことながら「実際に意図をするのは誰なのか」という難問に突き当たる。この場合、私たちができる最

善のことは、乗っている高級車が、時々違う方向に曲がろうとする時に、ハンドルに手を伸ばすことのように思われる。これは、それほど奇妙なことではないかもしれない。一流の音楽家が披露する熟練の技は、頭で考えるより速いスピードで行われると考えられるからだ。

著者の研究によって恩恵を受けているのが、哲学者たちだ。確かに著者の実験と Larry Weiskrantz の盲視の発見は、実験心理学が現代の心の哲学に貢献した顕著な例と言わざるを得ない。第一次視覚野に広範囲の損傷がある人間とサルは、臨床的には目が見えないのだが、Weiskrantzは、このような人間とサルに物体の位置と形の推測を強制する実験を行って、予想以上に正確な推測が得られることを発見した。ところが哲学者たちは、著者の才能を Weiskrantz ほど高く評価しなかった。特に Paul Churchland、Ted Honderich と Daniel Dennett は、著者の実験方法、実験結果や考え方を攻撃した。（公正を期すならば、これ

らの哲学者たちは、お互いを攻撃しあってもいた。）彼らが困惑したのは、著者が、意識の役割について、ときどき行動を拒否するようなオブザーバーとしての役割に追いやってしまった点だった。この著者の考え方は、身体機構が心によって制御されているとするデカルト学派の考え方、そして心と脳内事象を同視する唯物論的な考え方のいずれをも危うくする内容だったからだ。

もちろん著者も、批判には答えている。しかし批判に答えるために考え出した新しい学説では、脳から生じる「意識的な精神野（conscious mental field）」という形で幽霊を呼び戻してしまっているのだ。これは行き過ぎかもしれない。本書に示された命題に賛成するかどうかは別としても、著者の先駆的な実験成果が、確かに私たちに刺激を与えるものであったことは認めなければならない。■

評者の Kevan Martin は、ETH/チューリッヒ大学ニューロインフォマティクス研究所 (Institute of Neuroinformatics, ETH/University of Zurich, Winterthurerstrasse 190, Zurich 8057, Switzerland) に所属している。