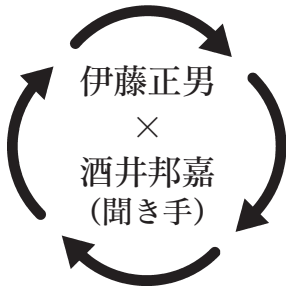


第3回

現代神経科学の源流



ジョン・C・エックルス【後編】



(前号からの続き)

エックルスの二元論

伊藤 この『Evolution of the Brain: Creation of the Self』(邦題:『脳の進化』)は、エックルス先生がすごい勉強をして書いた本なのですが、ちょっと行き過ぎた話も載っていて。

酒井 心に関する憶測的な説が、後半に出

てきますね。エックルス先生の「心脳問題」に関しては、やはり理解が難しいところですね。

伊藤 うーん。やっぱりカトリックの信仰にすごく影響されてるんですね。カトリックでは、人間の心と、肉体である脳を別々に考えるんですね。いささか乱暴に言うと、人間の心というのは、胎児が妊娠して胎内で育っているどこかの時点で、神様が脳に挿入するという考えが、カトリックの

心脳問題

心は脳から生じたものか、あるいは脳を超えたものなのかという問題。大きく4つの見解に分けられる。①一元論：心と脳は1つになっていて分離することができない。②二元論：心と脳は別のものであり、両者は分離することができる。③唯心論：真に存在するのは全知全能の神であり、人間の心はその一部分で、物質的な事象は二次的な存在に過ぎない。④唯物論：

物質的な脳だけが実在であって、心は脳の産物である。

二元論

世界や事象の根本的な原理として、相反する2つの原理や基本的要素から構成される概念。例えば、善と悪、光と闇、天と地、精神と身体などである。一元論に対立する考えとして英国の東洋学者ハイド (Thomas Hyde; 1636-1703) が呼んだことに始まる。

デカルト

1596年にフランスで生まれる。幼少期からイエズス会の修道院で学び、ポアティエ大学で法律学と医学を学んだ。大学卒業後、オランダ軍に入隊する。オランダ軍は当初から数学や物理学を取り入れていた。そこで、ガリレオ・ガリレイの落体の法則の実験などを行い、自然現象が数学で計算できる素晴らしさを痛感する。除隊後もこの理論を追究し、1637年に方法序説を書き上げる。その中の有名な言葉“我思う、故に我あり”(Je pense, donc je suis)で自分の存在価値を表わそうとした。パリ第5大学はルネ・デカルト大学とも呼ばれており、現在のパリ市内地図にも名を残す。またスウェーデンで亡くなるが、頭蓋骨は現在でも保存されており、日本でも1999年の「大顔展」の際に展示された。

教義の背景にある。そういう考え方がベースにあるので、脳というのが心とは別ものだという考え方から離れることができないわけ。

酒井 極めて明快に、むしろ「二元論」だと主張されたわけですね。

伊藤 そう。戦闘的二元論だ(笑)。

酒井 もしそのときに、伊藤先生が「正しいのは一元論なんだ」と言っていたら大変なことになってましたね(笑)。

伊藤 そう(笑)。それは非常にしんどい議論になりますよね。エックルスの90歳のお祝いをドイツでやったんです。それで皆、集まったんだけど、そういう場でそういう話を本人がやり出す。だいたい、自然科学者というのは、ほとんどみんな一元論でしょう。だから抵抗するわけですよ、エックルスが二元論の話をして。そうすると、ますます機嫌が悪くなって(笑)。あれは本当に困ったなあ。

エックルスの考えは**デカルト** (René Descartes; 1596-1650) の考えと似てるんですけどね。デカルトは、「心は脳の外にあって、脳に働きかける」と言ったのを、エックルスは、「心は脳に働きかけるけれども、脳もまた心に働きかける」という「相互作用二元論」なんですよね。それを哲学として議論していればいいんだけど、実際の脳に当てはめて説明しようとなると大変なことになる。脳の一部、運動野の前の辺りが魂と交流する場所で——「連絡脳」と言っていました——、脳と心の交流する窓口だと。

脳そのものの前頭葉が、脳と心の問題を考えるうえで大事な部位だというのは確かだけど、信号が脳の外へ出ていくということは、ちょっと考えられない。連合野の他の部分から信号が流れてきて、相互作用が脳の中で起こっているということはたぶん言えるんでしょうけど。

反射学でシェリントンが考えていた、脊髄からだんだん上がっていくという道筋をね、エックルス先生もたどったんだね。EPSPだけでなく、IPSPも使いながら、いろいろな細胞が繋がって回路網が

できていくから、それを解き明かしていくことが大事だという考えはあったんですね。だから、反射経路を追跡していくという仕事にも、かなり力を入れていましたね。

酒井 『脳の進化』¹⁾という本では、特に進化という問題を意識されていたと思うのですが、人類の進化の総論から始まって、言語を含めたコミュニケーションに関する議論が最初の章にあって、それから辺縁系や情動系、視覚、学習記憶に入っていく。そういう章立てになっているのがかなり新鮮でした。1990年頃は、私がまだ言語を専門にすることをまったく考えていなかった時期ですが、この本の前半にはそういう強烈なインパクトがありました。「人間の脳が、どうしてこれほどまで特別なのか」という視点を、私はこの本から受けたんですね。その当時までに発表されていた、言語野にまつわる話が豊富に入っています。

伊藤 書いたのは、何歳ぐらいのときかなあ。

酒井 原書の出版が1989年ですから、86歳ですか。

伊藤 86歳か。すごえな(笑)。

酒井 伊藤先生も、2年後に本を書いたただくと並びますね……(笑)。

伊藤 もう1つ、『How the Self Controls Its Brain』²⁾という本が最晩年(1994年)に出ている、その本も二元論の話。あのへんは、ついていくのが難しい。

脳のすべてを調べれば、全体を語れるのか

酒井 やはりシナプスからどこまで心の理解に迫れるのかというのが、エックルス先生の生涯のテーマだったんでしょうね。

伊藤 1つの山みたいにつながっているのか、ものすごい断崖があって行けないのか。

酒井 その辺りは、あまりその後の研究者にないようなスケールの大きさだと思います。

伊藤 うん。ちょっといま下火になってい

ますね。皆、少しくたびれたんじゃないかな（笑）。以前はかなり議論があったんですけどね。

酒井 最近だと、研究テーマが細分化されすぎていますね。シナプスの研究をやっている人たちはシナプスだけをやるし、細胞膜の蛋白質やリン酸化をやっている人たちはそれだけをやって、興味が限定的になっていっているように思えるんです。

そういうところから脳の神経回路や、実際の人間の心の働きまでつなげていくような、何かそういう筋の通ったストーリーが必要だと思うんですけども。それには大いに speculation（憶測）が必要ですよ。それをあえて最初にやったというところが、エックルス先生の個性的な魅力であり、科学者として大きいところなのかなという気がします。

伊藤 そうですねえ。1990年頃、バチカンの法王庁でのシンポジウムを、「脳の機能的デザイン」とかいうテーマで、エックルスが主催したんです。公式にはエックルス主催の最後のミーティングだったと思います。

ところが、やはり結果は惨憺たるものでね。エックルスの主張に、誰も「うん」とは言わないわけですよ。僕が聞いても、やっぱりおかしいと思った。「心が脳に直接働きかける」というわけ。どうやって働きかけるのかというと、錐体細胞の中に受け皿がある。エックルスはそれを“サイコン”と呼んで、その受け皿に心が下りてきてドッキングすると言う。

“サイコン”がある証拠に、脳の皮質を調べると、それに合うような面白い構造がある。これが心と脳の接続している構造だって。

そんなこと、もちろん誰も信用しない。「これはただのアーティファクト（無意味な産物）じゃないか」と解剖学者は言うし、惨憺たるもの（笑）。さらに心がセロトニンとかのモジュレーター物質を分泌することで、神経細胞の働きを変えていくというんだ。セロトニンが神経細胞の興奮性を変えろというのはいま理解されていること

だけど、なぜ心がモジュレーター物質を出すのかがわからない。

だから、「それは単なる空想で、証拠にはならない」と皆に反対されちゃって、エックルス先生はプンプンに怒っちゃった。何とも変な会でした（笑）。

あれだけ解析的に優秀な仕事をした科学者が、こういう integration（統合）の方向へ向くと、いかに無力か、というのを思い知らされた感じがありましたね。それは、エックルス先生が悪いんじゃないで、われわれの思考はそういう方向に、うまく働かない。だから、オチとしては、ちょっと悲しいね。

ニューロンであれ、シナプスであれ、解析的に調べていって、脳にある特異的な要素をすべて極めていく。それが全部わかってても、脳と心の問題はさっぱりわからないとは言いにくい。

酒井 そうですね。

伊藤 だから、エックルス先生は、わからんものを無理にくっつけて非難されちゃったんですけど、いまのサイエンスではそれはつながらないという宿命があるわけね。この溝を越えるにはどうしたらいいのかということを考え出すとノイローゼになるね（笑）。ノイローゼになって、一元論的に割り切ることにして、シコシコ顕微鏡でも見てたほうがいい……ということになっちゃう（笑）。誰かがいつか解くのかなあ。

ペンフィールドの二元論

酒井 私が同じような印象を持ったのが、1891年生まれのパンフィールド（Wilder Graves Penfield; 1891-1976）なんです。彼が最晩年に書いた本³⁾は、はっきり二元論なんですよ。ペンフィールドもシェリントンの弟子ですし、この本の第1章は「シェリントン教授の疑問——心は脳の働きに過ぎないのか」から始まります。そこには、「研究の対象を動物の脳から人間の脳へ変えたのも、人間の脳の仕組みを解き明かして、心の働きがそれによって説明されるかどうかを見きわめたいと思ったから

サイコン (psychon)

要素的な心的事象のこと。これに対する脳内の対応物として約200個のニューロンから成る大脳皮質の基本的受容単位としてデンドロン (dendron) がある。心と脳の相互作用はサイコンとデンドロンの単位的な相互作用に基づいて考察できるものであり、その相互作用はデンドロンの各シナプス前小胞格子において効果的になされるという仮説をエックルスは立てた。

ペンフィールド

1891年にワシントン州東部スポケーンで生まれる。プリンストン大学在学中はフットボール選手として鳴らし、大学卒業後は短期間ではあるが、コーチとして迎えられる。奨学金を得てシェリントンの下で学んだ後、ジョンズホプキンス大学で医師資格を得る。その後オックスフォードで研修中に、医学教育の巨匠ウィリアム・オスラーとも出会う。

アメリカ帰国後、当時権威であったハーベイ・クッシングの下で外科のノウハウを伝授され、てんかん手術に応用する。しかし、ニューヨークの神経学者には受け入れられず、モントリオールに移る。

ホームクルス（体部位局在）を提唱したことで有名で、若い頃は一元論者であり、自宅の庭石にペンキで“ヌース=脳”という図式を書いた。ヌース (noûs) は心または精神という意味である。ところがいくら研究を重ねても、脳の内部には自己意識の中枢はみえてこず、一元論を捨てて、二元論者となる。その際、庭石に書いた“ヌース=脳”の“=”の上に大きく“?”を書き入れた。

注作成

菊池雷太（汐田総合病院神経内科）

である」というくだりがあります。

ところが、結論として次のように述べています。

「私自身は、心を脳の働きのみに基づいて説明しようと長年にわたって努めた後で、人間は2つの基本的な要素から成るといふ説明を受け入れるほうが、素直ではるかに理解しやすいと考えるに至った。(中略) 脳の神経作用によって心を説明するのは、絶対に不可能だと私には思える。」

ペンフィールドほど人間の脳を解析的に見た人はいないわけです。何千例という脳外科の手術をこなし、しかも、無麻酔下で大脳皮質に直接的に電気刺激を加えて、その反応を患者の言語反応として見ているわけですからね。

伊藤 そうですね。

酒井 ペンフィールドもエックルスも、本当は、「心は脳のどこにあるのか」という局在を知りたくてずっと研究を続けていたのでしょうか。しかし、彼らの到達した最後の結論は、「心は脳にはない」ということになってしまったわけで(笑)。

伊藤 うん(笑)。きっとそうね。局在していない。

酒井 大脳皮質の直接刺激が手法として難しいのは、同じ場所を後から刺激しても、まったく同じような言語反応や心的状態が再現するとは限らないということです。つまり、電流の強度などが同じで、刺激の場所がまったく同じだったとしても、脳の生理的状态が変われば、当然違った信号の流れができてしまい、前とは違った細胞群が活性化される。だから、科学的には極めて捉えにくい結果が出てしまうのでしょう。ただ患者本人は、非常にはっきりと、「ああ、懐かしい風景が見える」とか言って、そういう心的な体験を具体的に報告しているわけですね。

なぜペンフィールドは、こうした現象から二元論という結論に到達したのか、という疑問が、私も学生時代からずっと解けないわだかまりのように残っていました。エックルス先生も、そういう宿題を遺していかれたということなんですね。

局在論と全体論

酒井 伊藤先生が先ほどおっしゃったように、多くの脳科学者は、一元論的に割り切って解析的なやり方を採用することで、心の局在の問題をあえて避けて通っているのでしょうか。

伊藤先生は『小脳と大脳』⁴⁾以降、「自由意思はどこから出てくるのか」という一番難しいテーマを、常に取り上げていらっしゃいます。物質的、解析的に考えると、自由意思のようなものが無から生じることはないとわかります。それでも人間は、意欲というものが突然フツと湧いてきたり、ある疑念がフツと浮かんだり、いいアイデアがパッと閃いたり、そういう離散的な現象を日常的に体験しています。そういう心的体験は、どういうきっかけから意識に上ってくるのか、その答えが知りたいですね。

解析的に調べていくと、心のさまざまな現象が局在論で一元論的に説明できるということになり、個々のシナプスや神経回路網で起こっている電気現象の積み重ねとして、人間の精神も科学的に理解できる、という可能性はまだ残っていると思います。

ただ、私のように言語の研究をやっていると、投稿した論文に対する査読で、全体論の立場からの反論が返ってくることもあるんです。それは決して珍しいことではなくて、「最近の脳科学では局在論は流行らないんだ」とか、「実はフロイトが正しかったのだ」といった一方的な主張がみられることもあるんですね。

いまの脳科学は、そういう意味で混沌としていて、時代を逆戻りしてしまった感も、実はあるのです。局在論に基づく解析的な仕事の積み重ねが最終的には勝利する、という夢を私はまだ捨ててはいないのですけれども(笑)。残っている多くの難問にどのように光を当てていくかということが重要なのだと思います。

この危機感は、今日の対談が始まる前に、伊藤先生がおっしゃっていた、「神経

科学はいま、曲がり角にあるようだ」という問題意識と、何か共通したものがあられるのかもしれないですね。

伊藤 学会では、全体論をやると悪口を言われるよね (笑)。サイエンスそのものが解析的で、還元論に基づいて進んでいる。

酒井 そうですね。ところが、全体論を擁護する人たちは、平気で「脳はネットワークですから」という言い方をするんです。でもそれは、非常に表面的なネットワークの捉え方なんです。

伊藤 うん、それもそうだね。脳は途方もない複雑なネットワークだものね。それをわれわれもまだよく理解していない。脳を本当に理解できたら、心を持ったロボットができますね (笑)。脳科学は最終的に、非常に大切な問題へと向かうでしょう。脳の仕組みがわかっているならば、つくることができはずだから。

酒井 そこまで行くにはまだまだ遠いですね。

伊藤 そうですね。でも、まだ今はずいぶん下のほうだけど、反射学の時代よりは少しずつ上がってきてるでしょう。随意運動とか、情動とか、そういうレベルまで理解がかなり進んでいる。だから心という問題は、連続的に到達できる目標なのか、あるいは途中で大きな断絶があって、解析的な方法ではたどりつけない目標なのか、その感じ方の違いでしょうね。

思考における大脳と小脳の関連性

酒井 意識的な随意運動については、大脳のシミュレーション・モデルが小脳につくられるという伊藤先生のお考えがありますが、思考についてはいかがでしょうか。大脳にはどのように思考が生まれるのでしょうか？

伊藤 うーん、思考の内容まではなかなかねえ。脳科学では、アイデアというのは頭頂連合野に生じて、それを前頭前野が操作するのが思考だと考える。頭頂連合野にできたアイデアを前頭前野があっちに向かせたり、ひっくり返したりして操作するのが

思考だというふうに喩えますよね。

酒井 ええ。

伊藤 そうすると、頭頂連合野にできているアイデアのコピーを小脳がつくる。そうすると前頭前野はそのコピーを相手に操作して、同じような思考ができる。両者の違いは、小脳の場合は無意識にプロセスが進むけれども、頭頂連合野の場合には意識に上っている。だから、意識した思考を繰り返しているうちにコピーができて、無意識の思考に切り替わるというわけ。

確かに、同じことを考え続けていると、どこかで無意識になっちゃうね。それで、自分では忘れていたけれども、2～3日経ってからヒョッと思い出すよね。「ああ、あの問題の解決はこうだ」と (笑)。

そういった説明はできるんですけどね、その肝心の「アイデア」というのがどういうものなのか、まだわからない。僕は、いまの脳科学の一番の問題は、大脳皮質のネットワークに、アイデアなどの知識的な情報をどうやって符号化しているかがわからないことだと思う。運動のコードが小脳にできるということは、そう難しいことではないですね。これは、実際にコンピュータでシミュレーションできるから。

ところが、観念とか、概念とか、アイデアのような知識的な情報は、どうやってネットワークに表現されているのかわからないですね。どんなふうに変換されているのかなあ。

最近、小脳は運動だけじゃなくて、認知機能にも関係があるといわれていて、状況証拠はだいたい固まっているんですよ。実際に小脳の外側のほうが働かなくなると、喋り方ではなく、言語の理解がおかしくなる。運動を伴っていないような行動に、異常が実際に出る。

だけど、同じ小脳の回路で、一方は運動の情報、つまり物理的な世界の情報を扱う。他方はアイデアの情報、いわばマインドの世界であって、「心の中でどう思うか」という情報を扱うことになる。そうしたら、同じ回路でこの2つの世界に対応できるのか。それは、ものすごい疑問ですよ

ね。

あるいは、心の世界の情報というのは大脳のほうで処理し変換して、運動の情報と同じような格好で小脳に送られるとすれば、小脳の問題は片づくわけだ。けれども、最後は大脳の回路がどうやってそういう心の世界の情報を表現できるのか、それが一番の問題。それが解けたら、脳の問題は全部解けちゃうと思うんだがなあ。それこそロボット化できちゃう。

酒井 うーん、これは難問ですね。

伊藤 そういうことを考えている哲学者はいますかね (笑)。

酒井 それは、やっぱり一元論的に考えてくれるような哲学者が必要ですね。

伊藤 うん、文系の研究者には二元論者がものすごく多くてね。この前亡くなった元最高裁判事の団藤重光さんに話を聞いてもらったことがあるけれども、「あなた是一元論だ」って叱られた (笑)。刑法なんかでは、自由意思の問題が大きいので、一元論だけでは律しきれないんですね。やっかいなジレンマですねえ。

ナイス・ストーリーをつくれ

酒井 それでは最後に、印象に残るエックルズ先生のお言葉を教えていただけますか。

伊藤 “Let’s make a nice story”——「ナイス・ストーリーをつくれ」というのは、しょっちゅう言ってたね。彼は本質的には実験家なんだけど、ただデータ主義じゃなくて、「そこからいい仮説を導け」という意味だと思います。ただ、最後に本人は少々つくり過ぎた感があるけどね…… (笑)。

シェリントンがみた夢を引き継いで、シ

ナプスなどの問題を解明し続けてきて、最後に大脳で一元論か二元論かの決着をつけるようなハメになって、敗北してしまったけれど、それは、現在の神経科学の限界をみせたという側面もあるんだよね。だから、エックルズ先生が越えられなかった一元論と二元論の溝というのは、これからの神経科学が向き合わなきゃいけない問題として、やっぱり残ってますよね。

本質的には一元論だけで済むような世界なのに、それがなぜ人間で二元論化されちゃうのか、どこにその原因があるのか……。それを考えないといけないね。

酒井 長時間にわたり、奥深いお話を本当にどうもありがとうございました。

(了)

文 献

- 1) Eccles JC: Evolution of the Brain: Creation of the Self. Routledge, London, 1989/伊藤正男 (訳): 脳の進化. 東京大学出版会, 東京, 1990
- 2) Eccles JC: How the Self Controls Its Brain. Springer-Verlag, Berlin and New York, 1994
- 3) Penfield W: The Mystery of the Mind. Princeton University Press, Princeton, 1975/塚田裕三・山河 宏 (訳): 脳と心の正体. 法政大学出版局, 東京, 1987
- 4) 伊藤正男: 小脳と大脳. 伊藤正男教授退官記念. 東京大学医学部生理学第一講座, 東京, 1989 [再録: 脳と心を考える (第6章)]. 紀伊國屋書店, 東京, 1993]

伊藤正男……東京大学名誉教授。東京大学第一生理学教室教授、日本学術会議会長、理化学研究所脳科学総合研究センター所長を歴任。1959～1962年の約3年間、オーストラリア国立大学のエックルズの下に留学。

酒井邦嘉 (聞き手)……東京大学大学院総合文化研究科教授。本誌編集委員。