

## 3 脳と体験

黒川 伊保子（株式会社 感性リサーチ 代表取締役）

### 私の経歴 —人工知能の分野におけるアプローチ—

私はもともと人工知能のエンジニアで、1983年に新世代コンピュータ開発機構という研究機関に配属されました。そこで10年間人工知能の研究を行い、当時担当していたロボットと人の対話に関する研究では、言葉が脳の感性の領域に非常に深く突き刺さっていることに気がきました。日本語で言えば、大和言葉由来の母音が響く優しい言葉と、漢語由来の子音が響くクールな言葉があり、どちらを使うかによってロボットの見え方さえも変わってしまうのです。また、男女でも脳の感性は大きく違います。ロボットと人間が共存するためには、このような脳の見えない領域を研究しようと気付いたのが28年前でした。そこから脳の感性の領域の出来事を機械の上に数値化して乗せるという研究をやり終えた時に男の子を産みました。21年前のことです。

私ども人工知能の分野では、脳生理学とは違うアプローチの仕方をしています。どのような入力にどのようなファンクションが用意され、そしてそれがどんな出力をされるのか、脳を一つの装置として見立てていきます。私はロボットを鏡にして人間の脳を見つめてきました。

### 脳は日々学習する器官である

脳は日々学習する器官です。この場合の学習、脳科学で言う学習効果というのは、神経回路の書き換えです。ニューロンの接続の閾値いきいちの書き換えも含めまして、神経回路の書き換えのことを学習と言います。脳は1千数百億とも言われる膨大な数のニューロンを、枝葉のように分岐しています。多いものでは数十本の枝葉がついているのですが、それらをつなぐ神経線維によって、それぞれ天文学的な数の回路を有しています。1千数百億と言われるニューロンですが、実は大脳に数百億、小脳に1千億と言われていまして、小さな小脳にはニューロンがぎっしり詰まっているのです。

脳科学の世界では20世紀は大脳の世紀、21世紀は小脳の世紀と呼ばれています。20世紀には大脳生理学が花開き、21世紀になると感性の領域、小脳に光が当たりました。小脳は身体制御と空間認知を司っている場所で、体験から法則を見出し、無意識のうちにその法則を走らせることができる装置なのです。しかも、そこからイメージを作り出すことまで担当しており、発想力、意欲、集中力など、さまざまなものの根幹となっているのではないかとされています。例えば、図形を認識するニューロンの中には、丸が分かるニューロン、横長が分かるニューロンがあります。この2つのニューロンが神経線維の間に電圧がかかることによって一緒に立ち上がると、横長の楕円が分かります。人の顔を認知する時



黒川伊保子氏

には、数十のニューロンと一緒に立ち上がると言われていますが、私たちの神経細胞は、1つ1つは非常にシンプルな認識を行い、それらが組み合わさることで、より複雑な認識へとなっていくのです。この組み合わせ、すなわち回路の構成を作り上げていくのが日々の学習です。これらの回路は、心が動くことをきっかけに日々書き換えられており、脳はその持ち主が生きる環境において終生洗練され続けています。

## 脳と睡眠

脳は寝ている間によくなっています。記憶や認識を司っている海馬という器官は、脳の持ち主が起きている間は、身の回りで起きていることや思考空間の認知に忙しく、「ただ、流している」状態ですが、脳の持ち主が眠りに入ると、意識領域の信号が減衰して「目の前の出来事の認知」の必要がなくなるため、知識構築モードに入ります。一方起きている間の脳は、体験をデータとしていったん保持します。心を動かすと、脳には「今夜ここを知識にするよ」というサーチポイントが立ちますが、そのためにはセロトニンと言われているホルモンが必要です。セロトニンは、早起きと朝ご飯によって脳に充填されますが、一日中脳に影響します。セロトニンがたくさん出ているお子さんは、サーチポイントが多く立ち、穏やかな充足感を感じやすくなるのです。脳の持ち主が眠ると、今度はメラトニンといわれる睡眠を作る物質が出てきて、このメラトニンのおかげで思考領域の信号が途絶え、海馬が活躍できる時間がやってきます。豊かなメラトニン睡眠ができるのは、夜中の10時から2時です。

## 他人から熱心にすすめられると脳は興味を失う

脳が心を動かしやすい条件は、偶発性です。脳にとってはおそらく偶発ではないのですが、脳は欲しがっているものを無意識のうちに見つけていこうとします。熱心にものを勧めたり、結果をほめすぎたりすると脳は興味を失う傾向にあるのです。理想は本人が発見し、好奇心を感じ、望んで参加することです。従って、体験とはいえ恣意的すぎる与え方も望ましくないと思うので、このさじ加減は難しいです。

座学について、私は否定しているわけではありませんが、急いではいけないと思っています。謎解きや失敗の体験なしに、手っ取り早く結論や成功ルールを導き出す方法を学ぶことは、プロセスの回路を貧弱にします。脳に必要な経験を十分にしないで先に教わることは、新しいことを発明したり、人と人との関係の中で上手に生きたりしていくことができる脳にはなりにくいのではないのでしょうか。

## 「楽しむこと」もキーワードである

そしてもう一つ重要なことは、楽しむというキーワードです。私は、去年世界選手権の3連覇を達成した時の内村航平選手のインタビューにとっても感動しました。「試合中何を考えているのですか」という質問に、「人は、僕が身体を回転したり、ねじったり、着地しているのを見ているだろうけど、僕自身は世界が回転したり、ピタッと止まるのを見えています。これが面白く、楽しんでいるうちに競技は終わります。」と答えていました。内村選手は、生理学、物理学的にあり得ない角度から体を起こしてピタッと止まります。奇跡に近い演技は、脳が楽しんでいるからできるのだと思いました。金メダルや義務感や報酬のためではなく、楽しんでいるから、大脳系の回路ではとてもできない小脳系の回路の奇跡が起こるのです。ただし、楽しめと言っ

でも楽しめないのです。楽しむためにはセロトニンとドーパミンが出ていなければいけないです。ドーパミンはスポーツでしか出ないので、このあたりもまた体験にしっかりと絡んでくるキーワードだと思います。

### 0～3歳は感性の時代（ことばの獲得と思考のスタート）

脳の成長と体験の話をしていこうと思います。0歳から3歳、脳は感性の時代です。赤ちゃんは人生最多の脳神経細胞、いわゆるニューロンを持って産まれてきます。神経細胞は認知のために使われるものなので、感じる力は大人には想像もつかない高さなのです。発達心理学に新生児の発達動作実験というのがありますが、私も息子で実験してみました。焦点が合わずぼんやりしている新生児の目の前20センチくらいのところに大人の口を持っていき、舌を出しゆっくりと横に出したり入れたりを繰り返すと、なんと新生児が真似をします。大人も目の前の人ニコッと笑ったら、ついつられて笑いますが、脳の中には鏡の脳細胞と呼ばれるミラーニューロンがあり、これは目の前の人表情筋を自分の表情筋の神経回路に写し取ってしまう細胞で、赤ちゃんの時にはすごく多いのです。この能力によって赤ちゃんは言葉を獲得していきます。大人が話しかけたら、その話しかけた時の発音の口の筋肉の動きを、既に脳の体験としてし始めています。赤ちゃんは世界中の母音を目の前でネイティブの人が発音さえしてくれば、正確に発音できる能力があります。なので、早くに言語教育を始めることは早計なのです。赤ちゃんは、最初周りの大人の音声で揺られて聞こえています。話しかけによって、日本語の領域に脳がグーッと集約してきますと、世の中の音声は明確に聞こえるようになってくるのです。言葉の認知には、スキンシップと母語による働きかけがとても大事です。授乳中にツイッティングしているお母さんがいますが、赤ちゃんの顔を見ないで携帯を触ることで、いったい何語に長けた赤ちゃんが育つのでしょうか。また、こういう時に英語で話しかけるお母さんにも私は警告を発しています。授乳中の赤ちゃんと言えば、アイコンタクトして母語で喋りかけられるということが、大事な体験になるわけです。

3歳は関係性認知の黎明期にあたります。自分と外界との関係性を探るために、言うことを聞かないようにみえる期間なのです。だめって言ったことばかり繰り返して腹が立つという状態が起こるのですが、これは因果関係を知るために脳がやっていることなのです。

### 4～8歳は小脳の発達期（からだとイメージの関係性の獲得）

4歳から8歳は、小脳の発達期です。小脳は8歳までにほぼ基本的な機能は取り揃えます。小脳の発達臨界期と言語の獲得臨界期はイコールなので、8歳までに母語が確立しないと、母語喪失という状態が起こり、二足歩行、コップの水を飲む、あるいはコップに水を注ぐ、なども8歳までに獲得しておかないと、後に獲得が難しいと言われていています。また、音楽や芸術などのセンス、空間認知力、数学や物理の世界観にも大きく関わっています。つまり、脳が作り出して創出してくるあらゆることに、小脳が大きく寄与していることになります。小脳の鍛え方は一つしかありません。それは、身体制御の体験、スポーツ、それから遊びです。楽器の演奏や歌うこと、お手伝い、工作、などの多くの身体制御の体験だけが、小脳を鍛えていくのです。

『脳を鍛えるには運動しかない』という翻訳本が、2009年に日本でベストセラーになりました。ハーバード大学医学部准教授のレイティ博士の著書で、イリノイ州ネイパービル203学区のハイスクールの試みが書かれています。この学区のいくつかのハイスクールが成績をものすごく上

げたので、ハーバード大学が視察に行ったところ、運動をしていただけなので驚いたという話があるのです。イリノイ州はアメリカの中では、経済的にも思想的にも中庸でごく平均的な地域とされるところです。体育の先生だった新任の校長が、ゲームによりボーッとした顔で学校に来る生徒たちを非常に憂慮して、エクササイズルールを作ります。特典を受けられるので子どもたちは体育の授業に出てくるようになり、結果、生活習慣が良くなり、健康になったということです。先生は当初の目的を達したわけですが、実はそこには大きなおまけがあった。副産物として成績の劇的な向上を生んだのです。

そこで分かったのは、運動をすると、学習効果を上げる二つのホルモン、ドーパミンとノルアドレナリンという脳内神経伝達物質が同時に分泌されるということでした。ドーパミンはニューロン信号を結び付け、好奇心を作り出します。セロトニンとドーパミン過多になりますと多動症になってしまいますが、この信号の抑制を担当しているのがノルアドレナリンです。ドーパミンとノルアドレナリンは、運動以外では同時に出すことができません。運動は、非常に重要な脳のための要素だったのです。これからいろいろな形でどんな運動やどんな体験がこれらのホルモンに働きかけるかが出てくると思いますが、脳の神経回路の学習効果を上げるという意味で言うと、先にお話したセロトニン、メラトニン、ドーパミン、ノルアドレナリン、この4つの脳内神経伝達物質が毎日きちんと出ていることが、とても重要ということになります。

さて、母語成熟のポイントです。3歳まではマザーリングと言って、スキンシップとアイコンタクトと語りかけです。そして、7歳までは共感のある会話が必要で、相手の言葉を反復してあげるのが重要です。そして7歳からは、社会性のある会話の体験です。特に1年生と2年生学校の先生には「あやかさん、ハサミを取ってください」のような丁寧語を使っていたきたいと思います。また、この時親は、絶対に学校と先生の悪口を言ってはいけません。理由は、母語完成期に出来上がった思考の枠組みは、長く深く脳に影響するためで、この時期に周囲の大人の意図をネガティブに解釈する癖がつくと、生涯に渡ってネガティブシンキングの行動を呈することがあるので、気をつけないといけないと思います。

### 9～12歳は脳の黄金期（脳神経回路を増やすとき）

9歳から12歳は、脳の黄金期です。この3年間で神経回路が劇的に増えます。この時に重要なのは、早寝、早起き、朝ご飯、適度な運動と読書です。読書は、日常にありえない体験を脳に補足をします。体を動かすのが億劫になる頃でもあるので、体を動かす体験の楽しさを再確認させてあげたい時期でもあります。

### 13～15歳は大人型の脳への変化期

13歳から15歳では、脳の知識構造、知識データベースが子ども型から大人型に変わります。体験をすべて記憶する脳から過去の類似事象に照らして、差分だけを認知して記憶する脳に変わります。類似事象に対して脳が瞬時に判断しようとするため、誤作動が起こってしまうのです。とても心が優しい子どもなのに「死んじゃえば」と友達に言うのも、こんなに愛している母親を「くそばばあ」と言うのも、脳の誤作動です。一生のうち最も不安定な脳です。

15歳、大人脳が完成します。中学生の3年間は、死ぬほど寝ますよね。寝ている間に大人脳型にデータ変換しまして、15歳の誕生日直前に完成するようです。

### 15歳～30歳代、単純記憶力のピークへ

15歳から28歳の14年間、脳は単純記憶力のピークを迎えます。ここからは徹底的に勉強したらいいのではないかと思います。単純記憶力はいわゆる記憶力、たくさんの情報を素早く仕入れて長くキープする力です。「世の中どうなってるの?」、「どうしたら得ができるの?」、「どうしたらモテるの?」、と脳の感性の領域は著しい入力思考に変わっていきます。健康な脳なら、恋をしても、遊んでも、仕事をして命がけにできる時で、がむしゃらな入力装置と化しているのです。逆に出力装置として見た時、この14年間はあまり有効ではありません。脳は自分が何者なのか28歳まで知らないからです。この時期に必要なことは、好奇心に駆られたこと、あるいは先達の達人から与えられたことを死に物狂いでこなすことです。

30歳前後になりますと、脳は単純記憶力のピークが過ぎます。自分の立ち位置が見え、社会的自我が立つのが30歳の誕生日前後ですが、30代の脳は一生のうち最も苦しい10年を過ごすことになります。装置としては混迷を極めているからです。この時点では、脳の中の神経回路の優先順位がついていなので、たくさんの選択肢が浮かび、選ぶのに迷い、選んだ後にまた惑うという状態が起こるのです。このため、30代は、様々なことに挑戦し痛い思いをすることが大事なのです。

### 40～60歳代、成熟脳へ

40歳前後になりますと、苦しい10年間も終わりを告げ、脳はある程度の洗練をみまして、そんなに失敗をしなくてもいいようになります。余分なものも捨てられていますから、物事がつかみやすくなっています。その優先順位がついてくると逆に始まるのは、物忘れです。

50代半ばには、連想記憶力がピークを迎えます。連想記憶力は物事の本質や人の資質を見抜く力。トラブルの対応力や事業戦略力にも寄与する力で、脳を装置として見立てると、50代半ばが最も使いがいがいい脳みそです。将棋の米長名人は、インタビューにこう答えています。「20代の時は何百手先も読めたが、50代になるとそんなわけにいかないんだ。しかし、なぜか50代のほうが強いんだ。勝ち手しか見えん。」—これこそが連想記憶力の力なのです。56歳以降は新



講演後の質疑応答の様子

しいことを受け入れるのはかなり苦しいですが、混とんとした状況の中から何をすればいいかを一瞬にして見抜く力は、誰にも負けなくなってくるといったことなのです。

60代の脳は本質が抽象化します。60代になりますと、本質の回路は抽象化して、もっともつと本質に入っていくのです。そして人間でないものの本質まで直感で感じるようになるようです。私はまだですが、野に咲く花にも人生の本髄を教わるような気持ちになってくる。これは本人が謙虚になったのではなくて、脳の本質回路の洗練が極まったということです。もう一つ、身体を動かすとうつを予防するセロトニンが出ます。青少年だけではなく、60代でも体験が必要なのかと思います。

(平成24年6月8日、国立オリンピック記念青少年総合センターにてご講演)