

教育講演 4

育児環境と発達

高橋 孝雄 (慶應義塾大学医学部小児科)

遺伝シナリオと環境因子の相互作用

ひとの一生において、遺伝子により決められたシナリオと環境からの働きかけは、相互に関わりあいながら健康な心とからだを作り、維持しています。胎内では遺伝因子が、ひとたび生まれた後は環境因子が大きな比重を占めているわけですが、その割合は変化しても、遺伝と環境は生涯にわたって互いに影響しながら作用しています。ひとりの人間を大きな木に例えれば、太い幹や枝は遺伝子によって作られる基本構造にあたり、立派に茂った緑の葉、花や実は豊かな環境によって育まれるものです。

脳を含むすべての組織、臓器は遺伝子によってあらかじめ決められた個体発生のシナリオにしたがって作られますが、シナリオには個性が織り込まれています。そのため、ひとりひとりの体質は少しずつ異なることになります。体質が異なるために、環境に対する反応の仕方も異なります。生体の“反応”には、免疫反応・アレルギー反応ばかりでなく、感情や心の動き、考え方や行動の起こし方などが含まれます。これらが個性・気質と呼ばれるものだと思えば、個性の少なくとも一部は、遺伝子によって生まれる前から作られているのです。気質は遺伝する、と言ってもよいでしょう。

環境によって遺伝子のスイッチがオンになったりオフになったりすることも知られています。環境の個体への働きかけを修飾したり補填したりすることによって、遺伝子が決めたシナリオを書き改めることが可能なわけです。環境が個体に働きかける仕方を修飾したり補填した

りすることが教育の本質だと考えると、教育とは遺伝と環境の相互作用を操作する試み、とも言えます。たとえば、生まれつき読み書きが苦手な方でも、特殊な訓練によって障害を克服することに成功することが知られているのです。

育児環境で遺伝シナリオを書きかえる

環境を制御し遺伝子のシナリオを改変するのに最も適した時期は、ひとが急速な成長発達を遂げる乳幼児期であると考えられます。育児の時期がそれにあたります。つまり育児こそが、最も効率的に行われる遺伝子シナリオの補強・改変作業であり、最初の、そして最大の教育であると言えます。正常に生まれ、正常に育っていく子どもを、養育者が自らの本能に従って、つまり親であれば当たり前のやりかたで、本能的に子どもの成長、発達に関わる過程が本来の育児であるとも言えます。決められたことが決められたように自然に起これば、あたりまえのように、子どもは健やかに育つわけです。一方、もし遺伝子のシナリオに問題があった場合、つまり生まれつきの障害をもっているお子さんの場合、問題を修正するのに絶好の時期も乳幼児期です。多くの発達障害が生まれつきのもの、遺伝子に織り込まれた問題です。早期発見、早期介入の重要性が強調されるのは当然でしょう。

ここでさらに重要なことは、遺伝子シナリオによって予定通り立派に出来上がった心身機能が、劣悪な育児環境によって破壊される可能性もあるということです。たとえば、ラットの母親が生後間もない子どもをなめたり毛づくろい

したりする行動が少ないと、子どもの脳におけるストレスホルモン受容体の量が増加し、脳内で起こるストレス応答反応に変化が起こる、ということが報告されています。つまり、生後早期の育児環境によって脳内の遺伝子レベルが変化し、その結果、子どもの高次脳機能の発達にも変化が起こる可能性がある、ということです。このような動物実験による証拠を示すまでもなく、好ましくない育児環境が子どもたちの発達に影を落とすことが稀ではないことは、実感として理解されると思います。

さて、科学技術の進歩が、子どもを取り巻く環境を変化させています。携帯電話やインターネットの普及は大人の生活を便利で快適にする一方、子どもの成長発達に与える影響について検討される間もなく、子どもの生活の中に浸透しています。科学技術の発展のみならず、環境汚染や自然破壊、家族や学校など子どもを取り巻く環境の変化が、発達途上の子どもの脳に悪い影響を与えるのではないかと感じている方は多いでしょう。しかし、科学的根拠を示すことは大変難しいことで、赤ちゃんの脳について正確にわかっていることは、いまだに脳の体積と重さくらいのものでしょう。

脳の発生における遺伝と環境

脳機能は、遺伝子によって決められたシナリオに従って、胎内で緻密な発生過程を経て周到に準備され、生後の数年間で急速に育まれます。したがって、感情や心の発達の謎を解き明かし、育児環境と発達について考えるためには、脳の発生・成熟過程を科学的に理解することが不可欠です。

大脳皮質は縦軸と横軸の2次元構造をもって機能しています。横軸とは、大脳表面に描かれた機能別の区分です。すなわち、大脳皮質は前頭葉、頭頂葉、後頭葉、側頭葉に分かれ、各々の領域は更に細かく機能的に細分され、“機能地図”を形成しています。たとえば、後頭葉は視覚情報を受け取るばかりでなく、画像を解析し理解する機能も担っています。前頭葉の一部は単純な運動機能を担っていますが、他の部分は人間らしい高度な脳機能に重要です。

一方、大脳の横軸に沿ってどこを選んだとし

ても、前頭葉であれ、後頭葉であれ、大脳皮質は表層から深層に向けて6層構造をなしています。これを大脳皮質の縦軸と呼ぶことにします。大脳の6層構造は3段階を経て作られます。第1段階は、神経幹細胞の細胞分裂によって神経細胞が作られる過程です。大脳皮質の神経細胞の大半は、側脳室壁を取り囲む特殊な神経上皮から産生されます。ヒトの場合、妊娠6週頃から約3か月間に起こると考えられています。第2段階は、若い神経細胞が大脳表層へ移動する過程、第3段階は、大脳皮質におけるシナプス形成、ミエリン形成などの成熟が進む過程です。生後の神経発達、特に生後1年間の大脳機能の発達には、第3段階、つまりシナプスの形成とミエリンの形成が大変重要です。前頭葉、頭頂葉、側頭葉、後頭葉を機能的に結びつけ、横軸に沿った連携を作り上げる過程、とも言えます。これらは生後1年間の間に急速に進行するものです。近年、MRIなどの画像技術の発達によって、その過程をリアルタイムに見ることが可能になりました。

私どもは、環境汚染が脳の発生に及ぼす影響についてマウスを使って研究してきました。妊娠中に母体がダイオキシンに曝露すると、細胞分裂に関わるp27という遺伝子の発現量が増加し、生まれてくる子どもの脳が小さくなる、ということを見出しました。胎内での環境因子の作用が遺伝子の発現を変化させた結果、脳の発生シナリオが狂い、小さな脳が作られたということです。先ほど、母親の養育態度によって、赤ちゃんの脳内でホルモン関連遺伝子の発現量が増減し、ストレス応答に変化が起こる可能性がある、とお話しました。以上のように、胎内環境や育児環境の変化によって子どもの脳に構造変化が起こる、ということが科学的に裏付けられつつあります。このような変化が実際に子どもの知能や人格形成にどのように関係してくるのか、さらなる検討が必要です。

大脳基底核と心の発達

すでにお話いたしました通り、高度な脳機能を獲得するためには、縦軸（6層構造）を作り上げることはもちろん、横軸に沿った連携（機能地図）を作り上げることで、つまり脳のネット

ワークを育てることが不可欠です。機能地図を育む過程で中心的役割を果たしているのが、大脳の中央に位置している線条体や淡蒼球などの大脳基底核です。大脳基底核は、前頭前野や辺縁系との連携において、子どもの心や感情の発達に大変重要な役割を果たしているとは私は考えております。

大脳基底核は体のスムーズな動きをつかさどり、その障害、たとえばパーキンソン病では、歩行や姿勢の維持が難しくなります。しかしそればかりでなく大脳基底核は、目の動き、心の動きをスムーズに行うためにも重要な役割を果たしています。目は口ほどにものを言い、感情のコントロールがうまく行かないと、手足の動きもギクシャクするのは当然のことと言えるでしょう。大脳基底核を中心とした大脳各部の横の連携は、運動機能の発達のみならず、心や感情の発達にも深く関わっていると考えられるのです。

デジタル情報と想像力

子どもは絶えず外界とコミュニケーションをとりながら成長しています。物の色、形、におい、感触、手を伸ばした時の相手からの反応。自然界における実体験では、外界への働きかけは一方通行ではなく、相手からの複雑な予期せぬ反応を伴っています。この予期せぬ反応とのやり取りこそが想像力を育むと考えられます。予期せぬ事態に順応し、慌てず先を読んでしなやかに行動する。他人の心を推し量り、思いやりのある豊かな人間関係を築く。高度な脳機能の原動力は想像力です。多くの脳科学者たちが、想像力を育むためには実体験が不可欠であると強

調します。

さて、科学技術に支えられた今の生活環境では、おびただしい量のデジタル情報が一方的に押し寄せてくる一方、こちらから働きかける手段は限られており、相手からの反応はあらかじめプログラムされた紋切り型です。遺伝子によって決められた運命的なシナリオが、予想以上に柔軟性に富み、環境因子の働きかけによって、良くも悪くも変化しうるのとは好対照です。実体験に乏しく、大量のデータが高速に一方通行で押し寄せてくるという異質な世界で、現代日本の子どもたちの多くが育っています。それが子どもたちの発達にとって、とりわけ想像力の発達にとってどのような意味を持つのか、長期にわたる縦断的研究が不可欠です。

冒頭で、ひとを木に例え、遺伝子のシナリオによって作られる基本構造は太い幹や枝、環境の恩恵を受けて育まれる成長過程は緑の葉、花や実であると述べました。しかし、どんなに立派な大木でも、大草原に1本だけで生えているのでは健全なひとの姿を表しているとは言えません。異なる個性を持った木々が集まって、互いに影響しあいながら生態系を形成している、林や森のような環境が必要でしょう。さらに、秋になれば、黄色く紅葉する木もあれば、赤くなる木もあり、常緑樹もある。そのような環境が子どもたちばかりでなく、われわれ大人にも必要なのではないのでしょうか。

この講演をさせていただいた学会場の近くには甲府昇仙峡があります。さまざまな色に紅葉した木々が私どもの心を豊かにしてくれるものと思います。遺伝子に織り込まれた個性と、豊かな環境に育まれた想像力の表れでしょう。