

学校の成績は遺伝か？それとも環境か？

1. 始めに

中学や高校で成績が極めて優秀な生徒がクラスにいます。「親も優秀だから、ああいう生徒には敵わない。あれは遺伝だよ！」という安易に考えてしまうことは意外に多かったかもしれません。さらに、兄弟姉妹も優秀だと、「やはり親の遺伝が子の成績に強く影響する」という考えを強くしてしまいます。しかしながら、学習環境を整えてしっかり学ぶ生活を続けると、誰でも成績は伸びてくるという考えも、最近では、一般的に受け入れられるようになりつつあります。それでは、このような一見矛盾する内容をどのように考えたら良いのでしょうか。

2. 遺伝と環境は身体内では密接に影響しあっている

「遺伝子とか遺伝情報」とは先天的なものであり、それらを受け継いだ人の体内では自動的に働くものである。そして、「環境」はむしろ後天的なものであり、生後の様々な体験をしていく中で獲得されるものという考え方がありました。しかし、今やこれらに関する考え方や捉え方が一部訂正する必要性が生じてきました。すなわち、学校の成績に関しては、遺伝か環境かという二者択一を迫るようなものではなく、両者は多少なりとも相互に影響し合うものであることが次第に明らかになってきました。

3. エピゲノムは環境と遺伝子をつなぐメカニズムである

生まれながらにして何らかの才能に恵まれた人々がいるのは確かな事実であり、その場合には、両親から受け継いだ遺伝子の働きが大きいと考えることは合理的であると考えられます。そして、そのような遺伝子探索の研究は、20世紀の研究としてこれまで盛んになされてきました。

しかしながら、近年、環境が私たちの遺伝子の働きに影響を与えるという事例も数多く明らかになってきました。そのメカニズムの一端が次第に明らかになるにつれ、環境要因（どんな生活環境で育ったか）と遺伝要因（どんな遺伝子を受け継いだか）は切り離せないくらい密接な関わりがあることが明らかになってきています。このような環境と遺伝子の関連性を強固にするメカニズムは、今日「エピゲノム」という遺伝子の働きを調節する新たなメカニズムとして体系的にまとめられるようになってきました。

米国でのある調査研究で、学校の成績が優秀な学生のIQ（知能指数：脳の働きを示す指

標であるが、現代ではIQテストは普通に学校では行わない)を調べたところ、バラバラであることが判明したのです。つまり、成績の良い学生は、必ずしもIQは高くないということが判明したのです。それでは何が影響しているかという観点でいろいろな学生集団を調査対象として調べたところ、物事を自分の意思で継続しようとする学生、即ち、やり抜く力(grit)を持っていることが、一番成績が伸びてくることが明らかになってきたのです。

gritとは生まれながらに身につけている能力(先天性能力:遺伝的要因)というのではなく、むしろ後天的に色々な体験を通じて身につけてくる能力(環境要因)と考えられています。

4. エピゲノムは胎児でも十分働いている

実は、環境が私たちの体内の遺伝子の働き方に影響を与えるのは、幼若な時ほど強く影響する傾向があります。特に、胎児期や乳幼児を取り巻く環境で一部の遺伝子の働きエピゲノムで決まると、生涯にわたってそれらの影響が強く出現することが明らかになっています。例えば、第二次世界大戦中に妊婦さんとなった母親から終戦後まもなく生まれた子供は、「中高年になった時、生活習慣病やメンタルな病気に罹患しやすい」というデータが数千人規模のコホート研究から明らかになっています。戦時下では、食糧事情が悪く妊婦さんといえども十分な栄養を確保できなかったと考えられますから、お腹の胎児の栄養状態も極めて悪かったと想像されます。

そのため、胎児は胎盤を流れるお母さんの血液から少ない栄養分を効率よく吸収しようとして、胎児自身の栄養分吸収に関わる遺伝子の働きを最大限まで高めようとしたと考えられます。このような母体環境によって栄養物の吸収や代謝パターンに関する遺伝子の働きが決まってしまうと、戦後食料事情が改善してきた時代でも食欲に栄養分を吸収しようとする遺伝子の働きは変わらないと考えられ、中高年あたりでは過食気味の傾向が助長されてしまうと推測されています。その結果、生活習慣病に罹患しやすくなると考えられています。

また、戦時中だといつ爆撃などがなされるか、いつ地上軍の敵が攻撃してくるかということに戦々恐々としてしまい、妊婦さんも極度のストレス下で暮らすことが多かったと想像されます。そうすると、おそらくストレスホルモン(コルチゾールやアドレナリンなど)が過剰に放出され、脳内では様々な影響(慢性的な炎症など)がもたらされたと想像されます。これらの結果、自閉症やうつ病などの発症率も高くなってきたのであろうと想像されています。

最近では、乳幼児が両親から虐待を受けるとか、虐待までもいかななくてもあまり愛情を注いでもらわないという例が問題となることがあります。そのような環境で育った子供達に共通する特徴は、一般にストレスには弱い「ひ弱な子」になってしまいます。成長しても、その後の社会ではうまく順応していけない比率も増えてくるという報告もあります。実際、動物実験でもほぼ同じ内容の論文報告が相次いでなされています。

それでは、成長して大人になった場合でも、環境による遺伝子への影響は存在するのかというと、必ずしもそうではありません。10代でも20代でも環境からの適切で継続的な刺激にうまく反応して、それまで発揮されなかった能力が開花するという例は枚挙にいとまがないほどです。

加齢が進んだシニア世代になっても、新たな学びに挑戦する人々は少なくありません。若い時ほどの急激な上達は望めなくとも、それなりに身についてくるようです。70代で韓国語学び始め数年間で日常会話程度まで上達してきたとか、その後中国語に挑戦し次第に使いこなせるようになってきたという話がNHKの番組にもありました。これは外国語という新たな脳の使い方で、これまでよく使わなかった脳の可塑性を高め、外国語に関わる脳部位で遺伝子発現が大きく異なってきたと想像されます。

また、不幸にして途中で失明してしまうと、一次視覚野である後頭葉の使い方が大きく影響を受け、肌や指の感覚が鋭くなるとか、(ヘルパーさんをお願いした買い物のお後における)財布の中身をよく記憶できるようになったという例もあります。それゆえ、健康寿命が伸びている時代に、新たな環境で新たな学びをする方々も増えているように感じます。

5. メンタルトレーニングがスポーツや学びに応用されている

社会で暮らしていると、ごく稀には大きな犯罪や災難にあってしまい、精神的なケアなしではなかなかうまく自立した生活ができなくなる場合もあります。有名な話として例示されることが多いのは、地下鉄サリン事件(1995年)でしょうか。その事件に遭遇し、たまたま被害を受けた方々の中には、救急車のサイレンを聞くと、当時の状況が思い出されるというフラッシュバック(PTSD)がずっとあとあとまで影響してしまうということが問題となったケースです。そのような時、心理学や心療内科の分野ではその忌まわしいフラッシュバックを弱めていこうとする精神療法や環境療法が薬物療法と共に治療としてなされることが多いようです。実際、うまくいくケースが多いという報告が数多くなされています。

一方、動物実験でその科学的根拠を明らかにしたグループが存在します。MITの利根川進先生のグループです。彼らは光で脳の一部を自由自在に働かせることができる特殊な遺伝子改変マウスを作製致しました(2015年)。そして、そのマウスをうつ病のモデル実験に応用したのです。通常、学習行動にはオスマウスを使うのですが、そのマウスに楽しい

経験させ（例えばメスと同居させるとか、広々としたしかも隠れ家のあるマウス本能をくすぐるような環境などにしばらく過ごさせるとか）、その後、簡易的なうつ病的状態の誘発処置を施したのです。すると、マウスはうつ病的な行動を示すのですが、その際、光刺激で海馬を刺激すると、短期記憶として残っている楽しい思い出をモデルマウスに想起させることができるのです。

利根川氏の論文では、その楽しい思い出を全く想起させないうつ状態が続くのに対して、光で楽しい思い出を何度も想起させると、早期の回数（光刺激）とうつ病的状態の抑制が比例するという結果でした。これらのことから、一般にメンタルセラピーとして行われている治療方法の正しさが、動物実験でも証明されたと考えられます。また、海馬と側坐核（楽しいと感じる報酬系の部位）を結ぶ神経回路が存在するという証明にもなったのです。勿論、マウスのうつ病モデルとヒトのうつ病とは同一に扱えるものばかりではなく、この方法はヒトのうつ病には必ずしもあてはまらないとする批判的な見方があるのも確かです。

うつ病の治療効果はさておき、私達には「辛いことがあっても楽しいことも同時に予定されていると、ヒトはより積極的になれる」という経験をしている方が多いかと思われませんが、報酬系を刺激する手法を教育やスポーツにうまく取り入れることは「モチベーションを高めるより積極的なアプローチの一つとしての可能性が高い」と予想されます。事実、今日ではこのような手法や技法が盛んに利用されているように感じます。

試験が近づいて来ても、試験後の楽しい計画があれば、辛いことはいつまでも続かないし、その次に楽しいことが待っていると意識して、試験もうまく乗り切れるのではないのでしょうか。おそらく、そのような経験を積み重ねていけば、やり抜く力も身についてくるでしょうし、楽しい思い出を維持している短期記憶の神経回路では望ましい遺伝子発現をもたらす結果にもなっていると考えられます。

堀井学氏（現在は自民党衆議院議員）は元アイススケーターでしたが、現役時代、プレッシャーに弱いというイメージがありました。しかしながら、その欠点を克服しようと、ある時から毎回の練習で「オリンピック本番を意識した動きを繰り返し、練習最後にはメダルを獲得したというウイニングランまでセットで行う」イメージトレーニングをしていたそうです。その結果、リレハンメルオリンピック（1994年）では銅メダルを獲得したのですが、常に報酬系まで刺激するという手法を使って練習していたと考えれば、その先見性には驚きを感じます。スケート選手を辞めてから、しばらくはそのイメージトレーニング法に関するビジネスに関わっていたようです。

6. 疾患の治療を目指した創薬にも関わっている

エピゲノムの現象が明らかになるにつれ、遺伝病の原因遺伝子の働きを抑えるとか、悪性腫瘍の原因となるいくつかのガン関連遺伝子の働きを制御することが医学研究の大きな目

標の一つになってくると考えられます。現在のところ、自由自在に個々の遺伝子の働きを制御できるところまで進んでいないのが現状です。

しかし、侵襲を加えることの少ない方法として、環境による遺伝子の発現制御に影響を与える現象は、すでに多くの分野から注目されているのは事実です。例えば、アルツハイマー病（AD）の研究では、どのような環境が認知症患者さんの進行を抑えるために有効かという視点でなされており、ユマニチュードの対応も、ある意味、大いにエピゲノム効果をうまく応用している看護技術であるとも考えられます。

大部分のADは、1つあるいは2つ種類ほどの少数の遺伝子が強く発症を引き起こす遺伝性アルツハイマー病（家族性AD）ではなく、生活習慣病型のAD（孤発性AD）と考えられています。つまり、孤発性ADでは、複数の遺伝子の不具合が積み重なって発症につながっていくと考えられます。それゆえ、生活習慣（環境要因と言える）をより理想的なものに改善することでMC I（ADになる前のおだやかな認知障害が出初めている時期）にならないような創意工夫は大いに期待できると考えられています。

一方、薬でエピゲノムによって決められたある状態を大きく変換できないだろうかという研究もどんどんなされています。ある種のがんの治療や遺伝病に効くという薬剤探索や合成研究がどんどんなされており、エピゲノムのメカニズムを標的とする創薬研究がどんどん盛んになる時代もそう遠くないと予感されます。

7. まとめ

私たちを取り巻く環境というと、天候、大気、土壌、水質などを含めた地域や住環境などの外部環境をイメージする方が多いかもしれませんが、環境には、食習慣、睡眠・休息、適度な運動、ストレスコープ、楽しみや夢中になれる何か、気のおけない人々との交流、あるいは、最近読んだ新聞の記事や Y o u T u b e など全て含まれます。

私達一人一人にとって張り合いがあり、十分楽しめるもの、あるいは、好きなものであれば（反社会的なものでない限りは）、どんなことも望ましい環境になると思われまし、エピゲノムの現象を健康維持にむけた対策につながると期待されます。そのようなことを取り入れたメリハリのある日々を過ごすことができれば、きっと長寿で健やかな人生を過ごしていけることでしょう。