

山形県立米沢栄養大学・山形県立保健医療大学共催公開講座
「子供はなぜブランコから降りようとししないのか ー運動と脳の発達ー」

齋藤 和也

実施期間：令和3年10月9日（土）13:00～15:00

開催形態：オンライン（ライブ配信）

連携機関：山形県立保健医療大学

子供はブランコが好きですね。もう晩ごはんの時間だからと言われても一向に降りようとしません。私も子供の頃楽しかった。でも大人になるにつれてだんだんブランコに乗る機会は減りました。別にブランコが嫌いになったわけではありません。学校や仕事が忙しくなったとか、他の趣味ができたとか、世代交代とか、理由はいろいろつけられますがそれを今回はあえて大人と子供の脳の違いという観点から考えてみましょう。

1. 基本の「き」

1) 脳機能の発達

大人の脳と子供の脳を比べてみますと、脳幹や脊髄はそれほど目立った変化はありません。つまり、生まれてオギャーと泣く頃には既にかかなりの部分が出来上がっています。違いが際立っているのは大脳で、ここは生まれた後も成長を続けます。このような脳の成長の違いは、その働きにも反映されます。つまり、脳幹・脊髄は赤ちゃんにとっても大人にとっても必要な機能を担うのに対し、大人になるにつれて求められるようになってくる機能の多くは大脳が担います。

運動機能にしばって具体的に見てみましょう。脳幹では呼吸、循環、嚥下、眼球運動などが制御され、脊髄では屈曲反射が実行されます。また姿勢、歩行、リーチングなどは脳幹から脊髄にかけての広い領域に関わります。これらは赤ちゃんか大人かを問わず、生存に必須の運動です。

これに対し、生後徐々にできるようになってきた運動は、大脳の発達に伴って後から付け加えられたものと考えられます。これらの運動の中にも、その複雑さによって段階があることに注目してください。たとえば歯を磨くという動作は、朝目が覚めて体を起こし（姿勢）、洗面所まで行き（歩行）、歯ブラシを探して（眼球運動）、それに手を伸ばして掴み（リーチング）と大変複雑な手順を踏みますが、その一つ一つの運動要素は脳幹・脊髄で実行可能な生得的パターンのもので多く、それらを順序よく組み合わせることだけが大脳の役目になります。

しかし音楽に合わせてダンスをする場合などでは、全く新しい運動パターンを学習することが必要です。その分、大脳の果たす役割は大きくなります。そして実際に体を動かすことなく、頭の中だけで運動をすること、つまり運動のシミュレーションは最も高度な機能の一つといえます。これは大脳の発達過程でも最後に獲得されます。

すると、単に生存するという目的ならば脳は必要なさそうです。実際、歯を磨かなくても、ダンスをしなくても生きていけます。では逆に、脳本来の役割は何なのでしょう。

2) 脳の役割

運動をすると様々な感覚が生まれます。視覚、平衡感覚、体性感覚などです。これらは全て運動中に生じますが、実は脳は運動開始以前に、どのような感覚が生まれるかを予測していることが知られています。運動の結果生じる感覚をシミュレーションしているわけです。

さらに、予測するだけでなく、予測した感覚と、実際に運動した結果生じた感覚とのずれを計算し、その誤差が最も小さくなるように運動を修正します。私たちは日常生活の中で、感覚誤差の計算や遂行中の運動の修正を意識することは稀ですが、脳は四六時中これを行っています。そうでなければ、予測と実際の感覚のずれはどんどん大きくなり、目的とする運動を達成できません。

つまり、運動の結果生じる感覚のシミュレーションと、その誤差を最小にするような運動の修正が脳の本質的な機能であると言えます。さらに重要なことは、誤差が生じると、私たちの脳はその大きさに応じて興奮し、遂行中の運動に注意を向ける—それによって運動を修正する訳ですが—ということです。

しかし、生活上のさまざまな運動に対し興奮し注意を払っていたのでは、脳も体も疲れ切ってしまいます。そこで予測精度を向上させて、運動に対する興奮や注意レベルを下げる必要があります。

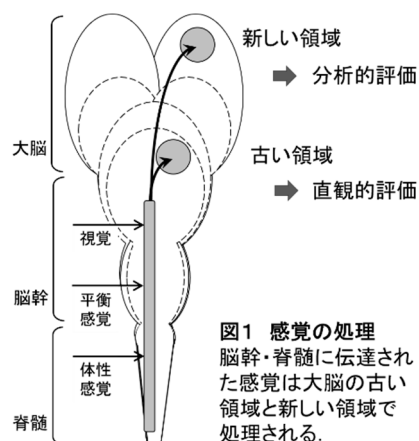
以上が脳に関する「き」です。これを踏まえて、ブランコの話を考えて行きます。

2. ブランコから降りない理由

1) ブランコの評価

ブランコに乗れば、目の前の地平線は上に下に動き（視覚）、体の傾きは刻一刻と変化し（平衡感覚）、その重みに耐えるように全身の筋肉が伸び縮みます（体性感覚）。これらの感覚はすべて脳幹や脊髄へ伝えられ、その後、脳の古い領域と新しい領域で処理されます（図1）。このように脳の2か所で処理されるということは、ブランコに乗った時の感覚を二つの違った視点で評価しているということになります。

脳の古い領域は子供の時期にほぼ完成しているので、ここで行われる評価は、子供でも下せる評価、つまり直観的評価です。一方、新しい領域では分析的評価を行います。つまり、この感覚はどの位自分の立てた予測を裏切って、興奮させてくれるものなのか（良い意味でも悪い意味でも）、といった評価です。



子供では脳の新しい領域は十分に機能していませんから、ブランコの感覚に対する評価はもっぱら古い領域で直観的に行われます。直観的評価は、ある感覚が自分の生存にとって好ましい刺激かどうかという生得的な判断です。

では子どもはブランコに乗ったときの感覚を、自らの生存・成長にとって好ましい刺激であると直観的にとらえているのでしょうか。ここでは平衡感覚に焦点をあてて考えてみます。

2) 耳の中のブランコ

耳の奥、内耳とよばれるところに前庭器官という組織があります。私たちの体に力が加わると前庭器官がそれを感じ取ります。前庭器官の中には、細胞がたくさん並んでおり、そのうちのいくつかは感覚毛を持ち、有毛細胞と呼ばれます。ブランコに乗ると髪の毛が揺れ動きますが、同じように耳の中では有毛細胞の感覚毛が揺れて、その動きが脳に伝えられます。そのおかげで私たちは自分の体にかかる力や加速度を感じとり、その結果、今の位からだか傾いているのか、どの位回転しているのかを認識することができます。この認識のことを平衡感覚と呼んでいます。言い方を変えれば、私たちは耳の奥に小さなブランコを持っていて、そのブランコの揺れを、自分の体の揺れとして認識していることになります。

ではこの耳の奥の小さなブランコはいつごろから揺れ始めるのでしょうか。胎児はお母さんのお腹の中では羊水中を漂います。お母さんが立ったり、座ったり、横になったり姿勢を変えるたびに一緒に動くこととなりますので、妊娠初期から自分の姿勢を維持するための仕組み—それが即ち前庭機能ですが—が必要です。それがないと胎児はお母さんの動きに翻弄されてしまいます。そして実際に発生第8週までには、前庭器官の基本的構造はほぼ完成していると言われていました。第8週といいますと、胎児はまだ子供の親指くらいの大きさです。

3) 脳のトレーニング

大脳内で神経回路が正しく形成されていく過程では、様々な感覚が脳へ入力され、それに応じた適切な運動が出力されます。この入力と出力のセットが繰り返し実行されることで大脳は鍛えられていきます。平衡感覚は大脳のトレーニングのための入力として、早い段階から貢献できることとなります。したがって赤ちゃんの前庭器官を積極的に刺激すると、大脳の神経回路が鍛えられ、その後の運動能力の発達を促すだろうということは想像できます。

ただ、脳には運動以外の働き—記憶・学習・情動・言語・社会性など—も沢山あります。それらに関する神経回路の発達はどうなっているのかということも気になります。

ここで一つ興味深い報告があります。赤ちゃんをあやすときに、体に触れる・笑顔を見せるだけの場合に比べて、「高い高い」のように前庭刺激を加えてあやすと、赤ちゃんは目に映るもの—多くの場合、自分をあやしてくれている人の顔ということになります—に対してより大きな注意を向けるというものです。

何かを学習する、記憶する、あるいは何らかの感情がわくといった私たちの脳の働きは、まず何かに注意を向けるということから始まります。つまり、前庭器官の刺激によって何かに注意が向けられ、それが運動以外の脳機能の発達にも一役買っている可能性が示されたこととなります。

子供がブランコに乗るのが「なぜ」好きかという問いに対しては、神のみぞ知るといったところで、そもそも答えようがありません。しかし、ブランコに乗ることによって、さまざまな脳機能の発達が促進されていると考えることは少なくとも出来そうです。そこで、とりあえずここでは、耳の中のブランコを揺らすことを私たちは直観的に好ましいものとして評価していると考えておくことにします。

4) 大人と子供

では大人になるにつれ、この評価は変わっていくのでしょうか。大人の場合は、脳の古い領域での評価に、もうひとつ新しい領域での評価が加わります。子どもの評価は直観という軸の上での一次元での評価でしたが、大人ではもう一つの軸が加わって、二次元で評価するようになります(図2)。

脳の新しい領域が成熟するということは、運動に伴う興奮や注意レベルをさげることでした。したがって大人で新たに加わった軸は、運動に伴う興奮の大小を表していることとなります。脳が成熟するに従い予測精度が向上し、興奮の度合いや運動に向けられる注意は小さくなります。例えば、子どもを公園に遊びに連れて行って、自分も久しぶりにブランコに乗ってみたいとします。最初のうちは大きな興奮が呼び起こされるかもしれません。あるいは逆に子供の時ほどは上手く乗ることができず、あちこち注意を払わなくてはブランコから落ちてしまうかもしれません。しかし2度3度と乗って行けば感覚誤差はどんどん小さくなり、それにつれて興奮や注意も小さくなります。これがいわゆる「飽きてきた」状態です。

しかし子供では、そもそもこの軸が短いので、どれだけブランコにのっても予測が向上する余地は少なく、乗るたびに大きな興奮状態が得られ、「飽きることなく」なかなか降りてくれない、と考えることができそうです。

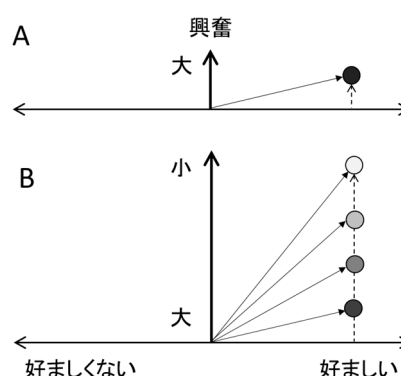


図2 子供と大人の感覚評価
A 子供 B 大人

3. 蛇足

今回、子供のブランコ好きについて勝手気儘に考えているうちに、その脳のしくみが意外にいろいろな話題に関連づけられる(かもしれない)ことに気がきました。例えば、お子さん、お孫さんについて次のような悩みをお持ちの方はいらっしゃるでしょうか。

「うちの子は何をやっても長続きしません」

長続きしない理由は様々あるでしょうが、小さいお子さんなら、今やっていること

が、そもそも直観的な「好きさ」を感じるような対象ではなのかもしれません。もう少し大きなお子さんが「飽きる」ということでしたら、脳の予測精度が上がってきたサインと前向きに捉えるべきかもしれません。この場合は、予測を裏切り続けてくれる何かが必要です。少なくとも、説教や反省文は意味がないでしょう。

「子供の食べ物の好き嫌いに困っています」

ブランコに乗った感覚が脳で二つの視点で評価されるというお話をしました。味覚や嗅覚についても同じことが言えます。そして子供が主に直観的な評価を下すというものそのまま当てはまります。つまり子供は生き抜いていくのに有利なように、生まれながらに好ましい味と好ましくない味を区別します。好ましいのは甘味とうま味で、これは自分にエネルギーを与えてくれます。好ましくない味は苦味と酸味で、これはその食べ物が毒を含んでいる、腐っていることを意味します。したがって子供の味覚は単純であるべきで、好き嫌いは必要悪です。仮に子供に成熟した味覚があり、道端の雑草を口に入れては、「すごく苦いし舌先もピリピリするけれど悪くない」とか言いながら食べ続けるようでは、いずれ悪いものに中るでしょう。生存には不利なわけです。これも脳で二次元的評価が可能になる時期を待てば自然に解決して行くことも少なくないでしょう。むしろ問題なのは—この期間を我慢できずに良かれと信じて余計なことをしてしまう—大人のほうかもしれません。

「最近、子供が嘘をつくようになりました」

ある調査では子供が初めて嘘をつくのは5歳前後ということです。それ以前のお子さんは、「おじいちゃんお口がくさい」みたいな本当のことをついつい言ってしまいます。

嘘をつくためには、その嘘が相手に通用するかどうか、本当のことを言うと相手が傷つかないかどうかといったシミュレーションが欠かせません。ですから、お子さんが初めて嘘をついた日は、脳のシミュレーション記念日として盛大にお祝いしましょう（私は説教してしまいました）。

どのお悩みも解決にはほど遠いのですが、脳の視点から眺めてみると、すこし景色が変わったような気がしてきませんか。