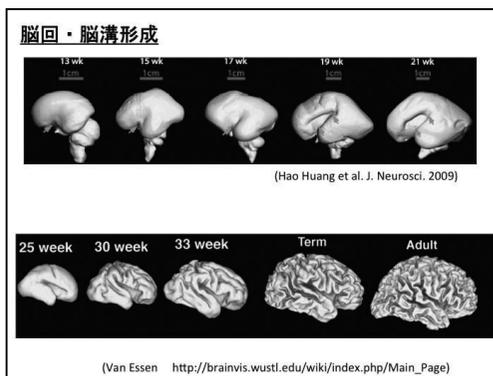


に伝えたいメッセージは、赤ちゃんをよく見ることが第一の基本だということです。その上で、赤ちゃんはどんな性質をもっている存在なのか、一つだけ伝えたいことを言って欲しいと言ったら、自発性ということです。自発的という日本語を皆さんはどのように使いますか。自分の意思でというときにはボランティアという言葉を使うかもしれません。ボランティアに行く時には自発的にいくという使い方をするかと思います。私たちが研究の分野で使っている自発性というのは、赤ちゃんが外から何も刺激がなくても、自分が何か外に対して働きかける力を持っている、そういう定義をしています。赤ちゃんを観察すると、非常にこの自発性が大事であることが分かるというのが今日お伝えしたいメッセージです。

では、実際に自発性にはどんな例があるのでしょうか。例えば、形を自ら作る。皆さんの脳とか身体とか、これらは、受精卵から出発して段々と発生の過程を経て人間の形になるのですが、その形が作られる過程は、非常に自発的なものです。これが第一の例です。第二の例として活動を作るという性質があります。皆さんが会話する時は、様々な言葉を口から発声します。そのような社会的な相互作用などを含めた活動は、実は、最初は自発的なところから始まっています。更に、運動を作る。皆さんが歩いたり走ったり、そういった運動をイメージしていただければいいのですが、これも最初に自発的に作られるというのが非常に大事なことです。今日最もお伝えしたいことは、私たちが、いきいきと生きている特徴は、持続的に外に情報を発信すること。ここで、情報と言っているのは、単にコンピュータで作った情報だけではなくて、皆さんの発する声とか身振り、そういうものすべてを含んだものを情報と言っています。そういったものが私たちの脳とか身体から自発的に作られるという側面を赤ちゃんにみてとることができるといことが結論です。そういうことを具体的にお伝えしたいというのがポイントです。

最初に形を作ることですが、脳がどのように作られるかをお話したいと思います。最初、受精卵から脳が出来上がる時は、一枚のシートのようなものを考えてください。皆さんの脳自体は皺々になって頭蓋骨の中に入っていますが、それを広げると、大体、新聞紙一枚ぐらいの大きさになります。それをぐちゃっと皺をつけて丸めたものが脳だと思ってください。そういう組織が胎児の時に段々と作られるのです。これは、ここを見て欲しいのですが、受精後13週間ぐらい経った時の脳の様子です。段々と脳の形が変わっていきます。これは、21週ですから、妊娠の半ば頃になります。更に進み、だいたい40週間ぐらいで生まれてきます。その時の脳の形を見ると、最初つるつるだったところから、皺ができて、実は新生児の脳の形は殆ど大人の脳の形と同じです。ここでは、同じサイズにして大人の脳と新生児の脳を比べています。実際には、新生児の脳は成人の脳の三分の一ぐらいなのですが、このように並べてみると、皺の様子は、新生児でも大人でも変わらない。皆さん、とても頭を使ったり、学習したりすると脳に皺ができるという話を聞いたことありませんか。これは嘘です。脳の皺は、発生の過程で自発的に作られるもので、赤ちゃんが産まれてくる頃には、大人と同じになっているのです。最近では脳の形をいろいろな機械を使って測ることができて、脳



の形を見ることで、典型的な発達をしている赤ちゃんとは違うかもしれない。将来、少し問題を持つかもしれないというようなことが分かるという研究もあります。以上が、脳が形作られるときの最初の大事なポイントです。

次に、脳というのは、様々な場所がお互いに情報をやりとりして、ネットワークを作っている組織です。実際、脳には、領域どうしを結ぶたくさんの配線が埋め込まれています。これは、乳児期の初期、新生児から3カ月児ぐらいの赤ちゃんの脳の配線の一部を示しています。脳は、右の脳と左の脳からできていて、大体同じような形をしているものが左右一対あるのですが、その右と左の脳をたくさんの数のファイバーが繋げています。これを脳梁というのですが、この赤いところが脳梁を示していますが、要するにもすごい情報が右の脳と左の脳を行ったり来たりしています。その配線をするのが、胎児期に行われている重要なことです。今、インターネットでは、殆ど有線ではなくて無線で行われているので、あまり感じたことがないとは思いますが、皆さんがコンピュータを持っていて、それらをネットワークに繋げようとしたら、線だらけになってしまいます。実際の脳というのは配線だけですが、その配線がうまく調整されるように胎児期には発達が進んでいるのです。13週とか15週、19週胎児の時期の配線の様子を、MRIを使って観察しますと、どこどこが繋がっているかが分かるのです。このように線が段々とできあがって行って、配線ができていく様子が分かると思います。大事なことは、この配線の大概なところは、乳児期初期には既に出来上がっていることです。ですから、生まれてすぐの赤ちゃんは、非常になにもできない未熟な存在だと思われているかもしれませんが、脳の配線の配置はかなり進んでいて、大部分が終わっているといっても過言ではありません。これが二番目に大事なところです。

もう一つ、大事な点がありまして、シナプスという問題です。皆さんは脳の中のニューロンが、シナプスと通じてお互いに情報をやりとりしていることはよくご存知だと思います。では、いつシナプス同士が繋がるのか。脳の配線自体は、大体新生児の時には終わっているのですが、実際に配線の先端でニューロンとニューロンを繋げるにはシナプスを作らなければならない。そのシナプス自体は実は生まれた後に非常に数が増えるというのが大事なポイントです。これは、シナプス形成と呼ばれますが、このグラフを見ると横軸が年齢で縦軸がシナプスの数になっています。ちょうどここが胎児期で、NBというところが生まれるところです。そこからとても数が増えまして、生後2カ月、4カ月、6カ月、10カ月、この辺りでものすごく多くなります。ところがその後、シナプスの数が減っていきます。2歳、5歳、10歳、皆さんの脳の中では、恐らく多かれ少なかれシナプスの数は減ってきている。生後半年ぐらいは、ものすごい勢いでシナプスが増えているので、一秒間にいくつシナプスができていくか数えてみると、途方もない数になります。一瞬、一瞬にシナプスがたくさんできるというのが生後2、3カ月の赤ちゃんの脳で起きていることです。そういうことが起きると、だんだんと脳の働きが出来上がっていくのです。

今の話を少しまとめてみると、ニューロンが発生

シナプス形成と刈り込み

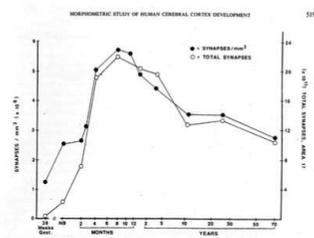
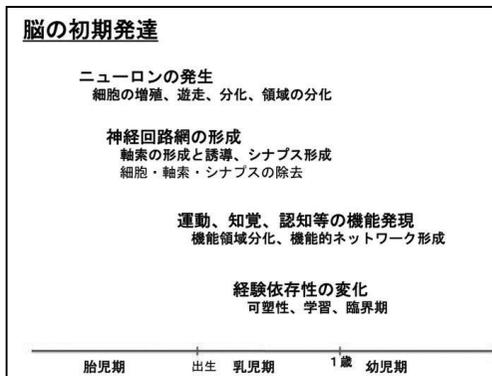


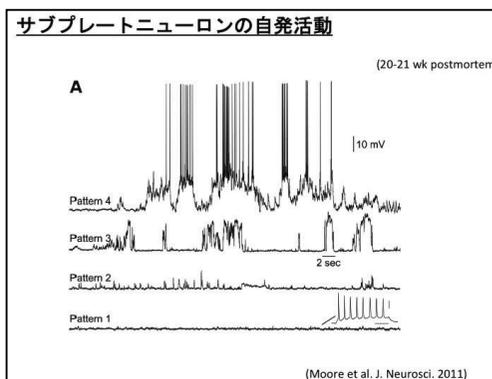
Fig. 1. Synaptic density and total synapses in visual cortex as a function of age.

(Huttenrocher: Neuropsychologia, 1990)

して、神経のファイバーができ、その後シナプスが作られるというのが、胎児期から新生児期を経て数年で起きることです。このような脳の発達を基礎として赤ちゃんは、運動をコントロールしたり、いろいろなものを知覚したり、認知機能が発達したりしてきます。更に一人ひとりの赤ちゃんが違う体験、経験をしますから、その赤ちゃんに応じた個性も脳の中で作られていくということがあるわけです。以上、基本的な脳の形がどうやって自発的に作られるかをお話しました。ですからこれが、脳の発達を形という側面から見た大雑把なまとめになります。

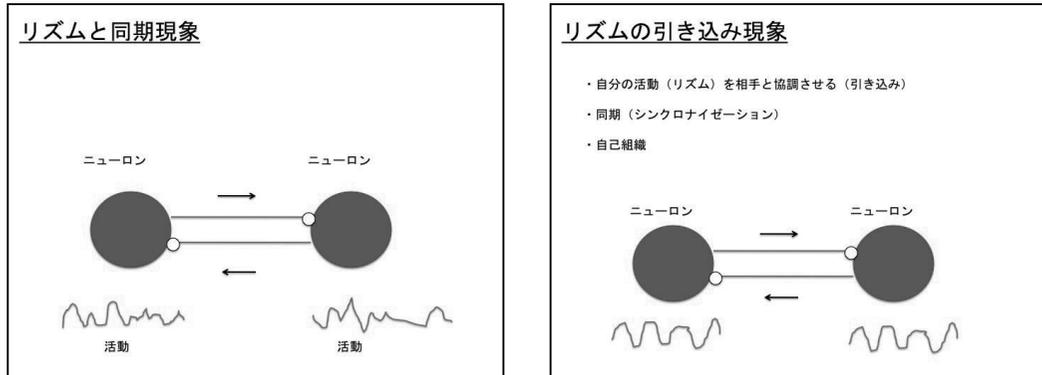


次に、このような形が作られた時に、どのように活動ができるかというお話をします。そこで、次に脳の活動が作られる仕組みをお話します。この図は少し専門的になってしまいますが、動物などの脳に細い針のような電極を刺して、脳の中のニューロンがどのように活動しているかを調べているのです。これは人間の場合にはできないのですが、動物などで見ますと、実は、胎児期の脳の神経細胞を取ってきますとこのように、非常に激しく活動しています。もっと面白いことは、こういった活動は、多くの場合リズムを持っているのです。つまり、発生の初めの時期から、脳の中では神経細胞がリズム的に活動しているのです。脳波をご存知だと思いますが、脳波は、脳で作られた自発的活動の電気の変化を調べているもので、アルファ波とかいろいろ周波数のリズムが測れるのです。基本的に、脳は外から何も刺激がない状態でも非常にダイナミックな活動を作り続けることができるのです。



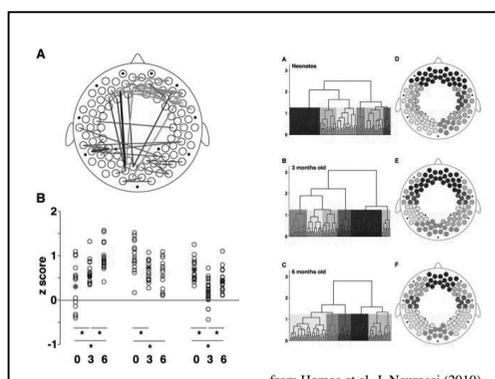
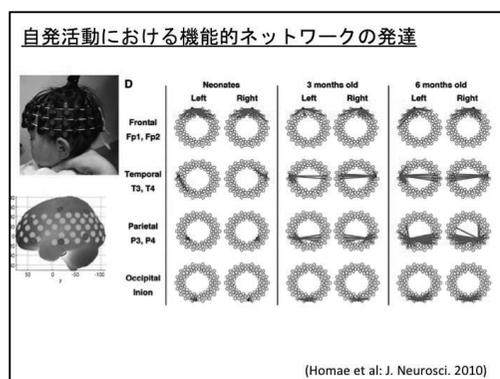
一つのニューロンが、自発的に活動していた時に、ニューロン同士がこのようにやり取りします。これは、先ほど言いましたシナプスのモデルだと思ってください。シナプスを介して2つのニューロンが情報をやり取りする時に一体何が起きるのかということを、少し理論的な立場からお話したいと思います。この一つの丸は一つのニューロンという表現をしていますが、この一つの丸を一人の人間とみなしてもそう大きくは変わらないのです。もし、この人がリズム的に手を叩いているとします。隣の人にも勝手に手を叩いているとします。そうすると多くの場合、皆さん手を叩けば拍手はお互いに耳で聞いているので自然に拍手が揃ってくるということが起きます。コンサートなどでも、基本はばらばらに拍手をしていると思うのですが、時々会場の中でリズムがシンクロして拍手が揃うことがありますが、実は脳の中の神経細胞が活動する時には、そういうことがたくさん起きています。これをリズムの引き込み現象といいます。自分の活動、自発的に作った活動を相手と協調させるという仕組みです。これを引き込みといいます。別の言い方としては、同期、シンクロナイゼーションという言葉もあります。少し難しい言葉

ですが、このように自分の活動を相手の活動と合わせたりするのは、ある意味、ひとりでに起きることなので、そういう現象を自己組織現象と言ったりします。いずれにしても、脳の中でたくさんの神経細胞がシナプスで相互作用するとこのようなことが起きているのです。



このような状況が本当に起きているのかをどのように見たらいいのか。これは私たちの研究室で使っている脳の活動を測る仕組みを表しています。これは、レジメにはないのですが、動画を見てください。赤ちゃんの頭に脳の活動を測る装置を装着します。これは赤ちゃんの目の前に出ている絵です。こういう暗いところに花火が出ている状況で、時々、モバイルのおもちゃの映像が出てきます。これを赤ちゃんは、一生懸命見ているわけです。このような映像を見ている時に一体、脳の中でどんなことが起きているのかといったことが、10年ぐらい前から調べることができるようになりました。ですから赤ちゃんの脳の活動の性質を書いた教科書は、ほとんど存在していない。それぐらいまだ新しいことなのです。この装置は、非常に安全なものです。頭の上から近赤外線という弱い光を当てると、頭の中で吸収されるのですが、吸収されずに戻ってきた光が一部出てくるという仕組みです。この近赤外線は普通に太陽の光に含まれている光の一つだと考えてください。もし、懐中電灯を持って頭にかざすとその辺りが少し明るく照らされると思うのですが、実は近赤外線を同じように懐中電灯と思って当てているというような状況です。たくさん活動をした場所には、酸素を供給する仕組みがありまして、酸素をたくさん含んだ血液がここに集まってくる性質があります。ですから脳全体を見ていると、非常に酸素がたくさん集まっているところが刻々と変化していきまして、その場所を見ると今どこがたくさん活動しているのかが分かります。この装置を使いますと、脳のいろいろな場所で活動が起きていることが分かります。具体的に見てみると、頭のいろいろな場所でどんな活動が起きているか、94箇所の点で測ることができます。この赤ちゃんの頭の中での脳の様子は、大体このような形になっています。これは、黄色の点で示しているところが活動をしていることを示しています。こういうデータを、例えば、新生児、3カ月児、6カ月児でそれぞれ調べてみるとどのようなことが分かるのか。これは、頭を上から眺めたところですから上の方が、おでこの方です。そしてこの横のところが左右の耳があるところで、後ろ側が後頭葉と呼ばれているところです。そうしてみると、新生児の時は前頭葉と呼ばれているところは、たくさん同期して活動します。同期というのは、シンクロして活動することです。ですからリズムを合わせて活動しているところが実は前頭葉にあるということが分かったのです。ところが他の場所はあまりはっきりし

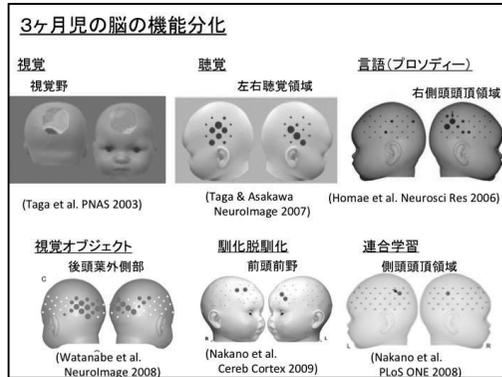
ない。3カ月児になりますと、例えばこの右の耳の上の辺りと左の耳の上の辺りを結ぶ線ができてくるのです。ここが一緒に活動しているということは何を意味しているのか。恐らく、右の脳と左の脳を繋いでいる、脳梁を通して、リズムが同期して活動しているところがきれいに見えてくる。ここに何があるか。実は聴覚野と呼ばれているところで、基本的に音の信号が脳に入ってきて、脳で処理される場所なのですが、要するに右の耳の上のところと左の耳の上のところにある聴覚野同士がこうやって同期して活動していることが分かります。6カ月ぐらいになりますと、いろいろなところがさらに一緒に活動するようになってきて、ネットワークを形成します。これを機能的ネットワークと呼びます。このように、脳の異なる場所が揃って活動し情報のやり取りが生後3カ月、6カ月ぐらいになるまでできるようになることが分かります。これは本当に最近分かったことで、これまでは、実際に赤ちゃんの脳の中で一体何が起きているのかは、誰も見たことがありませんでした。ところがこのような装置を使って覗いてみると、確かにこういう場所とこういう場所が活動をしていて、ここと一緒に活動しているのが分かってくるというのが研究の最先端で起きていることです。



これは少し専門的なのですが、先ほど、脳を上から見たところで、線で繋がっているところというのは、一緒に活動している場所を表していきまして、新生児、3カ月児、6カ月児になるに従って、脳の特定の場所が特定の役割を担うような領域がきれいに整然と仕上がっていく様子が見えてきます。そういう研究を通じて分かってきたことを次にお話します。

これを見ていただきたいのですが、3カ月児の赤ちゃんの脳は一体どの程度働いているのか。ということに対して、大分答えが見えてきた。後でいくつか実例をお見せしますが、例えばものを見たり、いろいろな音を聞いたり、言葉を聞いたりという、知覚に関わる現象があるのですが、実際に赤ちゃんの脳でどうなっているのか。赤ちゃんがいろいろと刺激を与えられている内に段々と、その刺激に飽きてきたり、新しいものに注意を向けたり、物と物の結びつきがこうなのだとか学習したりといった様々な現象に対して、脳のどの辺りがどのように働いているのかが分かってきています。大体3カ月児というのは、かなり賢い。大人と同じような場所がかなり働いていることが分かってきています。脳科学の教科書を見ると書いてあると思うのですが、視覚の場合だったら後頭部の視覚野が働きますし、音を聞いた時には、左右の側頭葉の聴覚野の周りが働く。言葉のさまざまな特徴を脳がどのように処理をしているかも、非常に大事な問題です。今急激に研究が進んでいるところですが、例えば、言葉の抑揚に関

わる処理が、実は、この右半球のこのような場所だということも分かってきています。それから、単にものを見るということだけではなくて、例えばおもちゃを見ると、何か意味のないものを見る時にどのような働きの違いがあるのかについても分かってきました。それから、同じものが刺激としてずっと与えられると飽きてしまうというのが、前頭葉の一部の働きと関係しています。



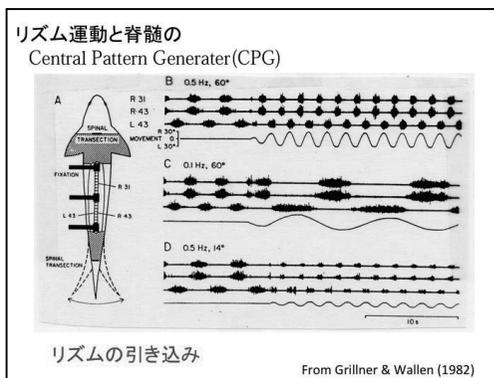
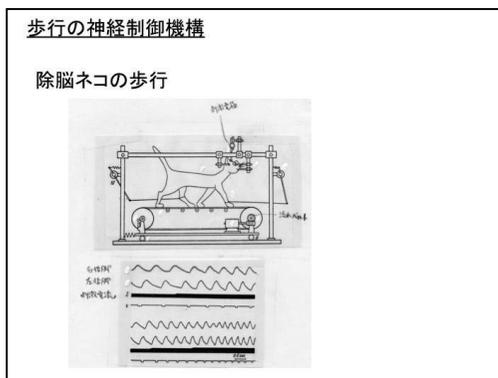
先ほど学習と言いましたが、側頭連合野というところが学習に関係しているということもはっきりとしてきています。

というわけで、今日の大きく分けて2つ目の話として活動を作るという話をしましたが、覚えておいて欲しいのは、3カ月児ぐらいになるとかなり大人に近い脳の活動を見せている。これは意外と早いと思われると思いますが、そういう性質があるのがこのまとめです。

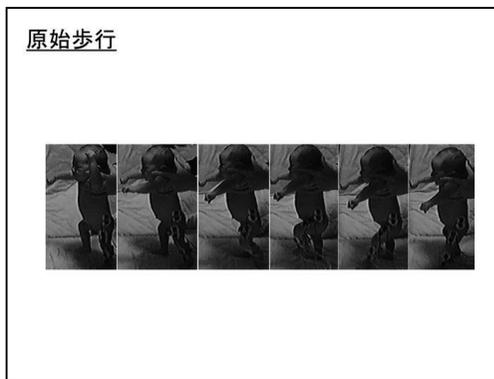
では、3つ目のお話をしますが、これは、運動を作るということです。動きをどのようにして作るのか。脳の中で神経細胞がどのように活動しているのかというのを外からは見えませんが、我々外から見ていて人がいきいきと動いているのは分かります。運動を見るのは、とても楽しいことです。そこで、赤ちゃんの運動ということに関してお話をしたいと思います。これは、少し、理論的なお話なのですが、運動をすることは実はとても難しいことです。その難しい理由の一つは、たくさんの部位を同時にコントロールしなければならないということです。私たちは、自分が歩いたり、ものを取ったり、そういった身体の動きをすることに何の不自由もないので、それがいかに難しいことかということあまり気が付きません。例えば、赤ちゃんが仰向きで寝たきりの状態から寝返りができるようになって、座って、立ち上がって、はいはいをして、歩き始める、そういったプロセスを見てみると、運動をすることがどれほど難しいことかがよく分かると思います。一方で、例えば成人で、脳に障害を受けた時に運動ができなくなるというケースを見ても、やはり私たちが普通にしている運動がいかに難しいことかが分かると思います。そのエッセンスは、たくさん要素がある。たくさんの場所を同時にコントロールしなければならない。たくさんあるということを理論的に自由度といいます。Bernstein というロシアの学者が運動というのは自由度問題だと言ったのです。

脳が運動をどのように制御しているかという研究の背景を少しお話したいと思います。これは、ネコを対象とした研究です。ネコは非常に俊敏に歩いたり走ったりします。そういった動作が脳神経系の一体どこでどのようにして調節されているのかを多くの研究者が調べてきました。これは、非常に昔に調べられたのです。神経系には、大脳、中脳、小脳、脳幹、脊髄から構成されています。脊髄は背骨のところをずっと走っています。このように神経系にはいろいろな場所がありますが、ネコが歩く時の歩行のリズムというのは、一体どこで作られているのかを調べた研究者がいます。結論から言いますと、実は、脊髄のところにもリズムを作るような神経回路網があることが分かったのです。それを証明するために、非常に面白いような実験なのですが、脳を切断してしまうという少し荒っぽいことをしてしまっ

実は脳がなくてもネコは脊髄で自分でリズムを作って歩くことができるということが調べられています。同じような例でもう少し分かりやすいと思いますが、皆さん、お寿司屋さんなどで活きのいい魚をそのまま活き造りで食べる時にまだ動いていることがあります。これも魚の脊髄のところには、身体を左右に振って泳ぐということを司る神経系がありまして、そこでリズムを作っているのです。このリズムが、今日のポイントの一つである自発的に作られている。要するに外から、脳がこういうタイミングでリズムを作りなさいというのではなくて、脊髄のところで、自発的にリズムが作られている。そのリズムに対して、例えば尻尾を振ったりする時に、尻尾を振ると尻尾がどれぐらい振ったかという感覚神経からその自発的な神経回路網に信号が戻ってきますので、それによって外のリズム、これは、外から与えた尻尾のリズムなのですが、それが元々、脊髄で作られているリズムと違っているとその外のリズムに合わせてリズムを作るような仕組みがある。早く尻尾を振れば早くリズムを作るし、ゆっくり尻尾を振れば、ゆっくりリズムをする。これも先ほどと同じ引き込みの話ですが、こういうことが起きるのです。

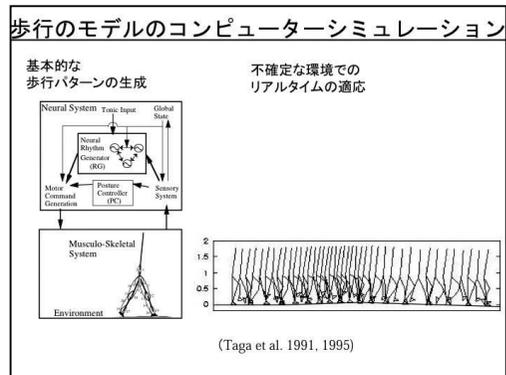


では、ヒトの赤ちゃんを見てみましょう。これは生まれて1カ月の赤ちゃんです。こうやって条件を整えてあげると、いかにも歩いているようなことが可能なのです。これは、原始歩行と呼ばれています。なぜ原始歩行なのか。当然、生まれて1カ月の赤ちゃんは、まだ仰向けに寝ている時期ですので、寝返りすることもできませんし、自分で歩くことなどはできません。ところがこのように姿勢をうまく整えてあげると、殆ど歩くのと似たようなパターンを自ら作り出す、自発的に作り出すことができるということを示しています。先ほどの動物の研究から類推しますと、恐らく脳がそれほど足の動きを制御しなくても、脊髄の中に自発的にリズムを作るような回路があると、こういった動きは自然とできるだろうということが予想されています。恐らく、そういう仕組みによってこの運動の基本的なパターンが作られているということがここで話をしている大事なことです。



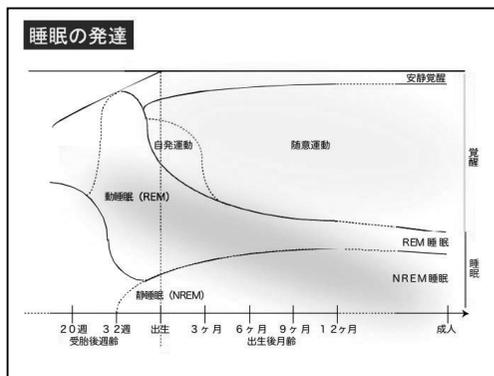
これは、先ほどお見せした図と同じですが、2つの神経細胞がお互いに情報をやり取りするとリズムが揃うというのを示しています。さらに、脳と身体の間でもリズムのやりとりが行われて、それが非常

にうまく協調することが実は運動を作ることの重要なエッセンスであることがここまでの結論です。ですから、例えばいきいきと動いている状態はそのまま脳の状態を反映していると考えてもいいのではないかと思います。赤ちゃんが動いている様子は、実は脳の動いている、活動している様子をかなり反映している。だからこそ、赤ちゃんの動きを観察するというのは、赤ちゃんの特徴を知るのに非常に大事な要素である。恐らくそこから、身体を動かすことが脳の発達にとっても重要な役割を果たしているのではないかということが予想されます。そういったことをもう少しいろいろな方向から研究しているようなアプローチもあります。例えば、コンピュータのシミュレーションで、先ほどの歩くという動作を脳のリズムと身体のリズムが協調して動く様子なども調べられたりしています。皆さん最近いろいろなロボットが作られているのを目にしたいと思います。本田技研が作っている有名なロボットがありますが、そのロボットはうまく歩いたり踊ったり、お盆を持って水を運んだりといろいろなことができるのですが、そのロボットにどのような脳の仕組みがあるのかというと、まだまだ人の脳と同じような仕組みであのような動きを作り出しているのでは必ずしもないです。そういう意味では、コンピュータで身体の動きを非常に詳細に決めて、その通りに実現するよというやり方で制御しています。例えば、原子力発電所にロボットを送り込んでも、恐らく今のロボットでは、不測の事態に対応しにくい。恐らく人間の脳は、非常にフレキシブルで柔軟ですので、そういったことにうまく対応できるような性質を持っているはず。そのエッセンスとしては、脳と身体がダイナミックに情報をやりとりしていることが非常に大事なことです。



生まれたばかりの赤ちゃんの動きを見ますと、非常に複雑な動きをしていることが分かります。皆さん、生まれて数カ月の赤ちゃんが仰向けになっている状態をじっと何も声もかけずに観察してみたら、一体何を感じるでしょうか。今、動画をお見せします。これは生まれて1週間ぐらいの赤ちゃんの動きですが、始終手足を動かしています。これは自発的な動きです。なぜこんなに動くのか。これは私にも答えられないです。大人が仰向けになってもこのように手足を動かしますでしょうか。しません。見慣れていると、当たり前のように思いますが、これは非常に不思議な現象です。こんなに、自発的に身体を動かす。私たちの研究グループでは、このような動きが何のためにあって、これが脳の発達にどういう関係にあるのかを調べたりしています。そのために右側の方に絵が出ていますが、手足にたくさんボールをつけて、そのボールをカメラでボールがどのように動いたかを詳細に見ていきます。そうすると、赤ちゃんが生まれてから14日目、55日目、82日目と見てみると、段々と身体の動かし方が変わってきていく様子が分かります。そして、身体の動かし方が変わっていくことが実は脳の活動、脳の働きが非常に変わっていくことと強く関係していると考えられます。その証拠に、こういった動きが典型的な赤ちゃんと違うということが見つかった場合に、この赤ちゃんが将来的にある種の問題を抱える可能性があることが、ある確率で予測できるかもしれない。そういうようなことも研究しています。

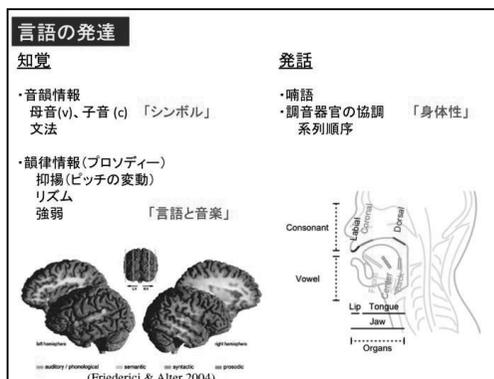
さて、これから最後のところになりますが、今まで形とか活動とか運動に特化した話をしていましたが、もう少し一般的に発達でおもしろい現象をいくつか見ていきます。そこでやはりキーワードは自発性ということでお話します。赤ちゃんの発達の中でとても重要なことの一つは、寝ることです。睡眠研究というのは、最近とても脚光を浴びています。睡眠の最中に脳は、とてもよく活動しています。恐らく寝るといのは、単に寝るだけではなくて、起きている時のいろいろな出来事を整理したりするなど、様々な役割があると言われてます。赤ちゃんは、1日の大半を寝て過ごすわけです。これは横軸が年齢で縦軸が一日のうちどれぐらい寝るかというのを示していますが、新生児の時はかなりの割合で寝ています。ところが寝ている割合が3カ月、6カ月と進むに従って、起きて動いたり覚醒したりという割合が増えてきますが、この寝るというのが脳にどういう働きをしているのか。実はこれはよく分かっていないんです。昔から寝る子は育つと言います。経験的にあまりうまくねんねができないとそこに隠れた問題があるといったことも言われます。こういったことは寝るということが脳の発達そのものにごく重要な役割を果たしているだろうということを示唆しています。今、科学的な研究はその辺りも少しずつ解き明かそうとしています。一応今日はそういうことを言うに留めておきます。



それから、これは少し前にお話しましたが、赤ちゃんにとって、世界を目で見て知覚するのは、とても大事なプロセスです。それが、どのように発達の過程でできていくのかに関しては、これまでの多くの研究がかなり長い年月をかけて解き明かしてきています。英語で申し訳ないのですが、生まれてから3カ月、6カ月、12カ月とそれぞれ見るということに関して、どんな特徴が整然と発達していくのかがここには書かれています。見るものには色や形、お母さんだったり、他の人だったりといろいろな処理をしなければならぬのですが、それを脳が、どのように処理しているのかも、最近分かってきています。これは先ほど、ビデオでお見せしたのと同じなのですが、おもちゃを見せた時と幾何学的な模様を見せた時とで脳の活動が違うということがいろいろと分かってきています。2カ月ぐらいの赤ちゃんでは、こういう刺激の質に因らずに割りと広い場所が活動するのですが、3カ月児になりますとよりそれぞれの視覚的な刺激の特徴に応じた場所が活動するようになってきます。先ほど3カ月児の赤ちゃんが比較的大人と近い脳の働きをしていると言いましたが、そういう側面が分かってきました。

それから言葉の発達、これは非常に大きなテーマになっています。言葉を獲得する時に、知覚と発話という2つの大きな側面があります。赤ちゃんが発話できるようになるのは、大体1歳以降です。が、知覚の方は進んでいまして、生まれたばかりの赤ちゃんでも、例えば、英語と日本語を交互に聞かせる、日本語と英語が違うことに気が付いているらしいというデータがあります。ですから知覚の発達は非常に早くから進んでいます。特に知覚の音の内容を大雑把に音韻情報と韻律情報の2つに分けて考えましょう。音韻情報は所謂、「あ・い・う・え・お」という母音や「ば・び」などのそれぞれに付いている

子音のように、言葉の単位になる情報です。こういったものがきちんと処理をされないと言葉を理解することができないわけです。一方、韻律情報は、英語ではプロソディーと言われていて、言葉の抑揚、あるいはピッチや周波数が変動を表しています。よく、お母さんが子どもに話しかける時に、非常に強調をして話をすることがあります。これをマザリーズと一般的には言いますが、それが赤ちゃんにとって非常に大事ではないかということが繰り返し指摘されていますが、それが脳の中でどのような仕組みを持っているのかは後でお話します。そういった抑揚、リズム、強弱は、実は、言葉というよりは音楽に近い情報を持っています。音楽を受容するような性質がやはり脳でどのように発達するのか、これも大きな問題になっています。



ここで一つ面白い例をお見せしたいと思っているのですが、赤ちゃんにこのような音を聞かせます。

映像音声：「万国博覧会は昨年開催された」

多賀：これは普通の音声です。これに対してコンピュータで特別な処理をかけて次のような音に変えてしまいます。

映像音声：「万国博覧会は、昨年開催された」

多賀：昔のロボットが話しているような感じです。今の2つの違いは何か。抑揚が有るか無いかです。この抑揚の有る無しは、赤ちゃんの脳の中でどのように処理をされているのかを調べますと、やはりきちんと違いに反応しています。3カ月児の赤ちゃんまで調べてみますと、この右半球のある場所が今の2つの音の違いに応じて活動を変えるということが分かっています。ですから、確かに赤ちゃんは抑揚を手掛かりにして言葉を知覚しているということが分かっています。もう一つ、こちらは、楽器音のような音を鳴らしています。

映像音声：「音」

多賀：これが1番目の音です。

映像音声：「音」

多賀：これが2番目、3番目がこれです。

映像音声：「音」

多賀：問題は、この3つの音の配置の違いを赤ちゃんが分かるか。それを脳に聞いてみるという研究です。確かに赤ちゃんの脳のある場所、これも右半球のある場所なのですが、そういうところできちんと、今の3つのパターンの違いを分けて聞いているらしいことが分かっています。ですから、非常に抽象化された刺激ですが、赤ちゃんははっきりと分けて聞いているということが分かります。ここから言葉の発達、特に知覚の側面について考えてみますと、発達の初期は、言葉を処理するような仕組みと音楽を処理する仕組みがかなり脳の中でも比較的オーバーラップしているのですけれども、段々と、音楽は音楽、言葉は言葉、もちろんこの間にはありますが、そのようにより特化したような神経の仕組みができるようになっていくということが言えます。

これは、赤ちゃんが同じ刺激を繰り返し受けると、段々と飽きて欠伸をして注意なくなってしまうのですが、急に違うものがくると、興味を復活させる。それが脳のどの活動と対応しているのかという話です。

これは、先ほど、自発運動、赤ちゃんが仰向きになって動いているのは一体何のためにあるのかという話をしたのですが、これを少しさまざまな発達の領域と関連させようという試みをしています。面白いのは、音楽への身体の動かし方で引き込みが起きることを、実は最近見つけました。この動画を見てください。これは、何も音が鳴っていない時です。そしてこれが音が鳴った時です。これはあまりまだ反応をしていないのですが、「ドラム音」これは多分、凄いの一言に尽きると思うのです。このような振る舞いというのは常識的ではなくて、これ位の赤ちゃんにこういう音楽を聞かせても、普通は中々このような動きは観察できない。研究室に何十人、何百人という赤ちゃんを呼んできて、このようなことを観察していくと、一握りの赤ちゃんが、このような行動を垣間見せてくれることが分かりました。これは理屈から言うと、恐らく赤ちゃんは先ほどのこちらの話でいうと自分で自発的に動きを作ることができる。その動きが耳から聞いた音のリズムに自然に引き込まれるという性質があっても全くおかしくありません。

もう一つ、これは最後ののですが、モビール学習というのをお見せします。ここにモビールがぶら下がっていて、それを時々見ているのですが、始終身体をもじもじ動かしている。それが赤ちゃんの特徴です。何のためにこうしているのか分かりません。これが自発的な運動の状態です。私たちの研究室では、このように手足にボールをつけて、そのボールの位置をカメラで撮ってボールの位置がコンピュータでどこにあったかを一目で分かるようにしています。この赤ちゃんの手とモビールを紐で繋ぐと何が起きるかということです。明らかに動かし方が変わってくる。大事なことはこれ位の月齢の赤ちゃんというのは、まだ自分で手を伸ばしておもちゃを掴むということが出来る前の赤ちゃん、そういう赤ちゃんに仕掛けを作ると、もともと自分の身体が動いているということを利用して、段々とその動きを変えて、おもちゃを自分で動かすことができるということが分かっています。

まとめに入ります。このように、発達という現象を私たちはいつも見ているのですが、それは、元々、自分が持っている遺伝と環境要因が相互作用して刻々と自らが変化する過程。その中でさまざまな行

動、活動、運動、形が自発的に作られるものと捉えることができる。それが具体的に最近の研究では、脳の中でどんな形が作られているとかネットワークが形成されているのかとか、どんな活動やリズムが形成されているのかということが実証的に分かっているということです。大事なことは脳と身体、身体と周りの環境というのは、相互作用するもので、その中で私たちのさまざまな行動とか認知とかが発達していくという様子が見えているわけです。

これは最後のレジュメのところですよ。まだまだ分かっていないことがたくさんありまして、その中でとても大事なことが3つあります。「寝る」「遊ぶ」と「食べる」です。とにかく寝て遊んで食べるという生活には少し憧れたりしますが、3つの側面というのは、赤ちゃんにとってとても大事なことです。しかし、そういった大事なことの科学的根拠があまりよく分かっていない。寝るということが一体脳の発達にどんな役割を及ぼしているのか、遊ぶことはなぜよいのか。食べるということに関しても非常に大きな問題があります。実際に食べ物が発達にどのような影響を及ぼすのか、妊婦が食べるものが赤ちゃんにどのような影響を与えるのか、そういうことを含めて、まだまだ謎に満ちていて、今後50年、100年をかけて、私たちは明らかにしていかなければいけない問題であると思います。これは最後のメッセージになりますが、なるべく赤ちゃんをよく見る、観察する。その上で、それぞれの行動の背後の仕組みは、あまりよく分かっていないので、当たり前のこととは考えないで、特にその仕組みがどうなっているのかという疑問を持つ。そういうことが赤ちゃんを知る上で非常に大事ではないかと思います。これは、私たちの研究仲間です。東京大学の赤門の左側の入ったところすぐに私たちの研究室があります。大体、年間に数百人のボランティアの赤ちゃんが来ます。赤門で待ち合わせをして、研究室に案内して、いろいろな研究をしています。いろいろな人たちと研究をして、日々赤ちゃんがいかに不思議な性質に満ちているのかを勉強している毎日です。ありがとうございました。

一色：多賀先生、ありがとうございました。後半が更に面白くなってきたのですが、時間がなく申し訳ございません。やはり、脳と身体というのは、密接に連携されていることがはっきりと分かりました。発達の道筋のところでは、最後の課題でも出しましたが、まだまだ具体的な、知覚や認知の発達の中身まで、例えば今、参加している学生の皆さんが目指している保育園、幼稚園、小学校で、教育的に具体的に何かを指し示すところまではいっていないというお話でした。それでも、赤ちゃん、人間は実は、自発性、リズムを持っているという、すばらしいお話を伺いました。では、続いてパネリストの坂井先生にお話をさせていただきます。

坂井：総合子ども学科の坂井です。私は、乳幼児の音声がどのように変化をしていくかということや発声との関係で研究しています。言葉はどのように歌になっていくのか、最終的には、日本語はどんな歌になりたがっているのかを研究課題としてます。最初は4、5歳の子どもの歌唱を分析していましたが、段々と赤ちゃんの方に年齢を下げたていってみますと、乳幼児の音声というのは、本当にびっくりします。不思議で、この辺りのことについては是非、多賀先生に伺いたいと思っているのです。私はずっと赤ちゃんの音声を聞いてきていますけれども、乳児の音声というのは、大人の音声よりすごいと思っています。

いくつか聞いていただきます。真似をして欲しいと思いますので、よく聞いてみてください。

映像音声：「ばば」

坂井：これは、日本人の12カ月の赤ちゃんです。アラブ語のようです。真似をしてみましょうか。難しいです。大人でも中々真似にくい。これはピッチの変動が大人では真似できません。

映像音声：「赤ちゃん音声」

坂井：この辺りは歌っているようです。真似できますか。中々真似できません。12カ月ぐらいですが、韓国語のように聞こえます。これは1歳になる前の乳児の音声ですが、何となくリズムを感じませんか。この子どもは、8カ月ぐらいから3音を塊にすることができるようになってきているのです。もう一度聞いてください。

映像音声：「赤ちゃんの音声」

坂井：三つの音をひと塊にして発声しています。「た・け・て」と単調に言っているわけではありません。少し真似できないほど、音声の跳躍があります。

映像音声：「あかちゃんの音声」

坂井：とても表現力があると思います。これらの乳幼児の音声がどのようなリズムや抑揚からなっているのかを調べてきています。これは、14カ月の音声です。聞いてください。

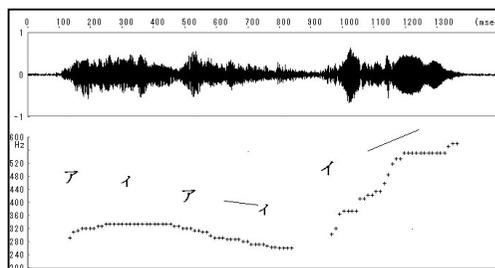


図1 広い声域（14カ月）
図の上部は音声波形、下部はピッチ曲線

坂井：「あいあいー」と言っているようです。文字にすると「アイアイー」と言っていますが、実はもっとアトラクティブな「アイアイ」と上は600ヘルツ近くの高さまであがっていつているのです。子どもの声域は、年齢と共に段々と広がっていくと言われていています。4歳、5歳ぐらいまでは、5度ぐらい、ドからソぐらいの音程がなかなか歌えないと言われてっていますが、赤ちゃんの時から十分に高い方のドより高い音ができます。授業でもその話をしました。その時の音声を聞いてもらいましょう。

映像音声：「ホタルノオナカミマショウガアルヨ」

坂井：これは全く自発的な音声です。膝の上に図鑑を載せて、蛍のページだなどと思っただけいきなり歌い出したのです。もう一度聞いてください。

映像音声：「ホタルノオナカミマショウガアルヨ」

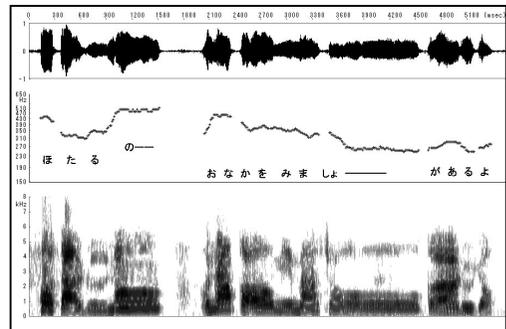


図2 自発的歌唱（4歳0カ月）
図の上部から音声波形、ピッチ曲線、広帯域スペクトログラム

坂井：私たちが何かを作曲しようとしたら、この言葉、あの言葉ととても考え、時間がかかります。ですが、子どもの自発的な歌は一瞬で作られます。1秒もかからないうちにページを捲った瞬間にこの歌を歌い出すのです。4歳ぐらいの音声です。

映像音声：「かめむしのうたをうたいます。かめむしはね、かめむしはね、かめむしのうた、かめむしのうた、かめむし、かめむしかめむし、かめむしのうた、かめむしのうた、かめむしむし、かめむしはだいすき、だいきらいなこもいるけど、かめむしはそのこにはきらいなこには、かめむし、ついてくる、それから、いえまで、おおきいのがはいてくる、よね、これでおしまい」

坂井：これも本当にページを捲った途端に、「これは何?」と言ったので、「かめ虫よ」と答えると、いきなりかめむしの歌を歌いました。かめむしが何なのか分かっていないのですが、その形からこれは、どうも追いかけてこられると困ると思ったのか、瞬間的に歌を作りました。本当にいつも思うのですが、乳幼児の方が我々よりも音声的にも発想的にもハイレベルで、段々とそれがなくなっていくのではないかと思います。大人になっていくと、中々そういう自発的な音声が出せなくなっていく。この辺りのところが、2歳、3歳の辺りは、自発的な音声の方がとてもアトラクティブというか、表現力が大きい。先ほど多賀先生がプロソディーの話をしていましたが、プロソディーが豊かで、のびのびとしている。それから先生はマザリーズについてもお話されましたが、お母さんがいろいろなことを子どもに話かける時にとっても抑揚をつけて話される。しかしそれを真似る子どもの音声よりも、子ども自身が自発的に発している音声の方がとても抑揚が広がったりします。この辺りを先生に伺いたいです。自発的なことと例えば真似るということの脳の動きの違い、一体脳はどうなっていくのか。例えば、自発的歌唱は4歳がピークと言われています。その後、どうなっていくのか。先ほどの先生がお話されたシナプスの図では、シナプスは4歳ぐらいがピークでその後減っていっているところを見ると、段々と脳は、発達しなくなっているのか、その辺りを伺いたく思っております。

一色：坂井先生、ありがとうございました。坂井先生からのお話がありましたが、その辺りのコメントを多賀先生をお願いします。

多賀：今、坂井先生の方から赤ちゃんの方がこんなことができて、発達するに従って、むしろできることが狭まっていくのではないかという主旨のお話がありました。私もそういうことは赤ちゃんの大事な特徴だと思います。よく知られている現象に、赤ちゃんが言葉を獲得する時に、最初は、いろいろな国の言葉を知覚できたり、発声する時にもいろいろな母音を発声することができるのに、むしろ、経験によってできることが狭まってきたり、固まってきたりすることがよく知られています。先ほど私がいくつか見せたビデオの中で、初めに仰向けに赤ちゃんが、全身運動をする動きは、とても複雑で、何かダンスをしているような振る舞いがあります。赤ちゃんの言葉を真似してみるというのがありましたが、赤ちゃん、新生児の動きを真似してみましようと思ったら、中々難しいと思います。そういう意味で一般的に、発達とか、教育ということを考えた時に、段々こういうことをやれるようになるというのを足していって教えていくということと、初めに自発的にいろいろなことができて、むしろ、段々と制限が加わって、できることが固まってくるということで、見かけ上、大人よりも赤ちゃんの多様性の方が大きいということが実はとても大事ではないかと思っています。恐らく、脳の活動についても、特に初期の脳の活動は、同じ刺激が入ってきた時にも、いろいろなところが同時に活動したり、非常に複雑なことが起きるのですが、段々と発達が進むに従って、特定の場所である処理が行われるようになっていたりして、むしろ、活動が決まった形になってくる。先ほどシナプスの話をしましたが、シナプスとか脳の配線を見ても、段々と無駄なところを削ぎ落としているようなことが起きています。ですから、教育の現場で、赤ちゃんにたくさん音を聞かせたり、たくさんいろいろなことをさせるとシナプスが増えて、どんどんいろいろなことができるのでそうしましようという話があるのですが、実は、逆かもしれなくて、シナプスは要らないところがどんどん発達して削られていく。むしろ減っていくのです。減っていくことによってあることができるようになることが起きるわけです。赤ちゃんが元々いろいろなポテンシャルを持っていて、その中から必要なものが選ばれたりしていくことが発達の一つの重要な側面ではないか、行動を見ているとそうだし、脳の仕組みを見ても、そういう部分がかなりあるのではないかと考えています。

坂井：ありがとうございました。

一色：内容の濃いシンポジウムとなりましたが時間が参りました。学生さんの質問、コメントを受ける時間がなくなりました。関心を持っている学生さんは是非この後も参加していきましょう。では、第一部を終了いたします。

【休憩】

一色：第二部を始めます。第一部では、それぞれの先生の熱のこもったお話をさせていただきました。いろいろなことで、質問やコメントがあると思いますのでお願いいたします。

一般 A：胎児期の脳の動きに興味があって、疑問を持っているのですが、2つほど質問があります。最近、

新聞で読んだのですが、乳児期の三分の一ぐらいは刺激に対して怯えるというか刺激に対して過敏に反応する子どもと三分の二ぐらいは平気である子どもがいるらしいのですが、なぜそのようなことが起こるのか、ご存じであれば教えていただきたいと思います。それからもう一点ですが、所謂、男性脳と女性脳がありますが、あれも胎児期に決まるということを知りましたが、どうなのでしょう。

多賀：今のご質問ですが、お答えできることと分からないことがございます。知覚過敏という話がありまして、これは、赤ちゃんというよりは一般的に刺激に対する感受性が強い方と弱い方、いろいろなバリエーションがあるということは、医学的にもあって、そういうことが実際に赤ちゃんにも刺激に対する感受性が強い場合とそれほどでもないことがあるのは、容易に想像できることです。おっしゃられたような三分の一という数についてはどういう根拠が分かりませんが、とにかくバリエーション、違いはあるというのは恐らくそうだろうと思います。ただ、そのことが本当にいいことか悪いことかはまた別の問題かと思えます。

一般 A：その過敏な人というのは、発生の時期にそのようなことができるのか、それとも生まれた後で何らかの外界からの刺激でそのような過敏性と過敏でない人の違いができるのでしょうか。

多賀：一般的には、多分、両方の可能性があるのではないかと思います。結局どちらかにというのは難しいのではないかと思います。やはり知覚は、所謂それを受容するリセプターというレベルになると、どういったんばく質が発現するかと関係していると考えられますが、それが、個人によってかなり違うことは恐らく胎児期からあるということが、可能性としては考えられます。また、別の可能性としては、神経系というのは、とても可塑性にとんでいきますので、刺激を受けたり、受けなかったりということによって、感受性が生後、どんどんと変わってくることも一方であるので、生まれつきか後天的かというような問いに対しては、中々シャープにこちらですと答えることはできないのではないかと個人的には考えます。

一般 A：胎児期にもいろいろな刺激を受けているということでしょうか。

多賀：所謂、五感に対応するようなものは、それなりにあると思います。例えば、一番重要だと言われているのは、触覚機能です。自分自身が身体を動かすことによって生じる感覚は、恐らく胎児ではとても大事なことで、例えば、子宮にぶつかったりとか自分自身の身体が力を受けたりなどは、常に脳にインプットされます。音に関しても、ある程度の音の情報は、恐らく羊水の中に浸かっているとはいえ、それなりの音は入ってくるわけですし、明暗もある程度は感じられるようです。というのは、お腹の中にいる胎児に対して光を操作したり、音を聞かせたりそういう実験的な研究によってある程度感じているだろうということは分かりますし、味なども感じているだろうと思われます。

一般 A：男性脳と女性脳のこともお願いします。

多賀：それも専門ではないので、正確なことは申し上げにくいのですが、基本的には、ホルモンなどの分子レベルの違いが、はっきりと表れてくることによって、やはり男性か女性かということが起こるのですが、もちろんそれも、非常に遺伝的な要因が強いという一方で、ホルモンが環境ホルモンによって多少影響されるという側面も報告されています。ですから、脳の発達に対しても、男性的な脳と女性的な脳は確かに大きさとか働きに関しても、違うかもしれない。例えば、言語野は左側にあることが多いのですが、その割合が男女で違うかもしれない。その他いろいろ、男性と女性という性の分化に関わる脳の仕組みは、とてもホットな話題ではあると思います。

一色：多賀先生が今日お話になった赤ちゃんの脳と身体の発達、坂井先生のお話はその一部分の音楽、音の問題のお話でした。まずは、そういうテーマで何か質問、コメントがあればお願いいたします。何かございますでしょうか。

一般B：今日はありがとうございました。2点質問がございます。私は、5歳と1歳の2児の父親です。今回のお話、赤ちゃんの脳と身体の発達ということで、自発性で形を作るのは、お腹の中にいる時期に作られるというのが主な形だと思うのですが、活動を作るまたは運動を作るというのは、出生してからのものが大きいと思いますが、今は幼児教育という形でこういう教育をしたいというのが出てくる中で、活動、運動を作るという中で周りの親なりはどうやって子どもに接していけばいいのか。保育士、幼児を育てていく方々がどういうことに重点を置く、お話では観察することが大切だとおっしゃっていましたが、観察をしてどういう働きかけをすればいいのか。やはり働きかけ過ぎは駄目なのか、働きかけも必要なかを教えていただきたいのが一点です。

もう一点は、幼児教育ですとリトミック教育というのが流行っているのですが、音声を取り入れて身体も動かしてというのは、幼児教育でも取り入れられていますが、幼児教育としては音を取り入れて活動するのが、一番大切なのかというのが疑問に思っているのですが、いかがでしょうか。

多賀：これを見ると、発達に良い悪いを述べると言うのは、結構難しいことです。何々をすると脳科学的には良いとか悪いとかと世間では言いますが、私の持っている専門的知識から良い悪いを答えるのは難しいです。但し、非常に主観的な立場から述べさせていただきますと、一つ大事なことは、あまり邪魔をしないということです。例えば、赤ちゃんは自発的に動くことをしますし、周りからいろいろな刺激がきた時に、赤ちゃんが興味を持てばそれに対して向かおうとするし、赤ちゃんが望まなければ、ほとんど馬の耳に念仏のような状態が実際には起きるわけで、そういう情報の取捨選択をする能力が、ある程度は赤ちゃんにもあるし、身体を動かしたりすることに関しても動きたいから動くし、動かたくなければ動かないという側面があるので、まずそれは、そんなに邪魔をしなくていいかなと思います。むしろ行き過ぎた教育、無理やり何かタスクをさせるとか、音を聞かせるとかそういうことに対してやや批判的な目を持っているという立場に相当します。それは非常に主観的な考えです。その一方で、リトミックのような、要するに身体を動かしたり、音楽を聴いたりするという経験そのものは、豊かなもの

で、それ自体は素晴らしいことだと思います。とはいえ、リトミックを子どもに1日3時間させるのはいかとなると、それは誰が見ても恐らくやり過ぎになります。その辺りの塩梅というのは、科学的に答えが出るものではない気がしています。英才教育でも、非常に早い時期から例えば楽器のトレーニングをしなければ決して世界的なバイオリニストを育てることは、それは事実として難しいですが、必ずしも、そういう厳しいトレーニングを幼児期からすることがすべての赤ちゃんにとっていいかというと、それに耐え得る子どももいるでしょうし、そうでない子どももいるでしょうし、それはある意味、親が選択することであって、これが良い悪いの価値観、科学的にこれが良い悪いというのは決めにくいのではないかとというのが私の立場です。

一色：他の方でいらっしゃいますでしょうか。

一般C：大阪から参りました。昔、大好きなおばあちゃんが来ると、赤ちゃんがむずかっけていてもニコニコと笑いだすというような、大好きなおばあちゃんの顔を見たら赤ちゃんの機嫌がよくなるというおばあちゃん細胞というのが脳の中にあると言われていたことがありました。今は、先生のように研究されている方は否定されるようなことだと思うのですが、今日のお話の中で、赤ちゃんがおばあちゃんの顔を見た時に脳のどの辺りが光るのか、視覚野か、おばあちゃんの顔だと認識して結びつけるところなのかその辺りを教えていただきたいのです。

多賀：赤ちゃんが人の顔をどのように分かってくるかという研究はかなり進んでいきます。そういう意味でいうと、必ずしもおばあちゃん細胞がないとは言えません。文字通り、何か脳におばあちゃん細胞が最初からあって、それが好きなおばあちゃんと結びついてということはそうではないかもしれませんが、脳の比較的ある限定された部分には、顔、目がついて鼻があって、口がここにあってという配置に非常に強く反応する場所があります。そういうものを手掛かりにして、人の顔をしっかりと捉えて、それが更に、自分のおばあちゃんなのか隣のおばあちゃんのかも実はとても微妙な差異なのですが、それをしっかりと区別する仕組みが存在します。また、それが初めからあるのか発達の段階でできていくのかも実はよく分かっています。脳の比較的ある決まった場所に、顔に反応するような場所があるというのは、科学的に証明されています。

一色：他にいらっしゃいますか。

一般D：自然環境復元の活動をしている者です。今日のお話の中で自発性について非常に関心を持って聞かせていただきました。先生のご専門の脳、脊髄の神経系、赤ちゃんや幼児が、極端に言うところの胎児ですが、身体を動かしているのは脳とか神経からの刺激を利用してコントロールする器官だと思うのですが、それ以外に何か要素があるのではないかと素人ながら考えました。それは、脳とか神経など既に進化した細胞組織ではなくて、もっと身体自身、今日のお話の中に身体と脳とが一体になってい

るというお話でしたが、その身体の中そのものにも、そういう要素があるのではないかと、極端にいうとDNAになると思うのですが、そういう点から脳科学、赤ちゃんの発達に関心を持っていて、細胞そのものが一つの脳のような役割を果たすようなことが人間の発生の初期から、子ども期にかけてあると思うのですが、いかがでしょうか。

多賀：一つの受精卵から私たちの身体ができるために、同一の遺伝情報を持った細胞が所謂、分化というプロセスを経て、あるものは神経細胞になるし、あるものは肺の器官になるし、足になるしということが起きるわけです。その中で神経系が持つ役割は、昔から議論されているように、比較的、個体の一生の中で、他の組織よりもむしろいろいろな刺激を受容し、記憶をするという側面を含めて生涯を通じて、とても大きく変わりうる場所です。そういうところから言うと、一つの一般的な解釈かもしれませんが、やはり情報を作り続ける器官ということで、他のものもそうですが、独特の役割を担っているのが神経系ではないかと言えるのではないかと思います。ただ、一般的には、脳というのは、抽象的なことをただ考えたりとかものを覚えたりとか何かを考えるなどのそういう側面だけが比較的一般的に強く意識されているのですが、やはり赤ちゃんの発達というのを考えた時に、身体を動かすとか何かを感じるという基礎的な部分ともう少し抽象的に考えたりすることが、最初は一つのシステムから段々と分かれていくのだということが、大事なことなのではないかと思っています。そういう仕組みを知るために、赤ちゃんの脳とか身体を見ることによって、例えば私たちの考え方がどうなっているのかとか、自己とは何かという哲学的なところまで含んだ話に繋がるのではないかと考えています。

一般D：実は、子どもと自然の関わりを勉強しているのですが、子どもが自然に関わる場合に外からの働きかけや刺激が非常に大事なものであると思います。しかし、これは、政治の世界の場合も同じです。政治になってきますと、自我に目覚めて、ますます理性的にもの考えるという刺激の受け方ですが、子どもの場合は、そうではなくて、ストレートに自然を受け入れる。それはやはり、子どもや赤ちゃんの身体の中に何かがある。それは、非常に抽象的な言葉ですが、私たちは内なる自然と呼んでいるのですが、その内なる自然は何なのかとなってくると、それは脳の働きや神経系の働きだけではなくて、もう一つ何か、身体の中にあるのではないかと疑問を抱いています。

多賀：非常に単純な考え方をしますと、身体の世界というのも、実は脳と密接に相互作用しているのが現実の世界で、脳だけを見ても駄目ですし、脳を含む身体だけを見ても駄目です。外の世界だけを見ても分かりません。これらが一体になって刻々と変わっていくという状況が、世界で起きていることだと思います。先ほどおっしゃったことに関係するかもしれませんが、脳の中にも例えば進化の過程で様々な変化があって、それが間接的に自然を表現していることは恐らくあると思います。そのようなことでお答えになるか分かりませんが、脳、身体、環境の間の関係性をすべてまとめて理解する必要があるのではないかと。そして特にそれが赤ちゃんの発達を見るのに大事ではないかと思っているわけで、そこに何か原理的なものとか私たちが知らない働きがあるかもしれないというのは常に感覚と

してあります。

一般E：左脳は理性、右脳は感情と、左と右と違うのですが、理科系に進む人は、左脳が発達していると言われるのですが、これは、左脳が発達しているから理科系が好きになっていくのか、それとも、理科系が好きだから左脳が発達するのか、所謂、鶏が先か卵が先か、どうなのでしょう。

多賀：最高難度の質問ですね。この問題をすり替えますと、私たちがよく涙が出るから悲しいのか、悲しいから涙が出るのか、特に情動という側面において私たちは、何か悲しい出来事が起こった時に、身体の反応として涙が出るのがあって、それを後づけ的に脳で悲しいのだと理由づけをしているという説があります。これは、鶏が先か卵が先かと議論される一つの典型的な例なのですが、よく分からない。問題は、今おっしゃったのは元々脳の組織に何か特異な素地があって、それが発現することが大事なのか、後から思い込んで一生懸命数学を勉強すると、結果としてそういう能力が開発されるのか。それはAかBかという問題ではないとしか言いようがないと思います。どちらの側面も有り得ると思います。やはり脳自身は個人個人で違いますし、そういう意味での能力も個人によって多様です。すべての人が等しく同じ数学的能力を持つということがあり得なくて、脳の組織が違えば得意な部分とそうでない部分があってもあると思います。それを何かある意味克服したり、違った角度から、数学でもいろいろな数学のレベルがあつて天才のような人の数学は必ずしも万人の数学ではないし、でも所謂、普通の数学を努力すれば理解できたりというのはあるので、それによって脳が変わっていくという側面はあると思います。結論から言うと、依然として鶏が先か卵が先かというのは、多分誰も答えられないのではないかと思います。

一色：今のお話はとても面白かったのですが、先ほどご講演していただいた時に引き込み現象がある、段々と引き込まれていくという今のお話からいうと、私は放送業界にいたのですが、実は、NHKでは到底できなかつたことが一つあります。それは、いかにテレビを見ている人たちが引き込まれるようにするかということで、これは、実は民放の方で始めたのですが、お笑いなどで、皆が笑っていないにも関わらず笑っているように笑い声や拍手を入れたりすることによって、テレビを見る人が引き込まれて笑ったりするという現象があるようだということが実際に起こりました。そういう意味からすると、どちらが先かということではありませんが、どちらからでも引き込みが有り得るのではないかと思います。そういう引き込み現象と関係があるというのはどうでしょうか。

多賀：また更に問題が難しくなりました。引き込みという性質を単にリズムが揃うということを超えて、いろいろなところに適応できると思います。今おっしゃったことは、ある種、場の雰囲気というのが相互に形成されると理解しているのですが、それは、先ほどの脳と身体と環境というものの間で、実は引き込みみたいなものが成立することはいろいろな側面であつて、それは人と人とのコミュニケーションでもそうでしょうし、もっと大きなレベルでもお互いに整合性、お互いを助けるという作用は、あらゆる

面が出てくるのかもしれないという感覚はもっておりますし、実際にそのようなことが起きているのではないかと思います。

一色：それが人間とかではなくて、他の生物でも起こっているし、生き物でなくても起こるということを先生のご著書でも書いておられました。それにびっくりしました。人間だからそのようなことがあるのかと思っていたのですが、それが、命とは別のところで起きる。命を持った人ともものと同じように起こることに驚きました。

多賀：結局、命というものが何かというのがとても難しいのですが、潮の満ち引きのリズムと生き物とか人間は深く結びついています。一方で私たちは生き物としてリズムを刻んでいますが、自然界も毎日太陽が隠れて出てというリズムがあって、その間で、ある種の調和的なもの、場合によっては壊すものが常にできては消えてということが起きていて、そういう意味においては、命と命のないものの境目というのが微妙な問題だというのが引き込みの面白さかと思っています。

一色：ありがとうございます。他にどなたかいらっしゃいますか。

一般F：私は引き込み現象というのは、動物と共通のものかと思っていました。先生が、魚の脊髄の運動のお話をされたので、動物的な側面を人間が持っている証拠かと思ったのですが、そのエントレインメントと脊髄と脳というのは別なのでしょうか。

多賀：基本的に神経系の中にいろいろな場所があって、まず脳があって、中脳、脳幹、小脳という割と形が違う組織があって、その下にずっと脊髄が繋がっている。そこで、主役を成している細胞はすべてニューロンという意味では、皆同じです。但し、身体を動かすリズムを司ったりするのは脊髄の中に存在して、そうでないものはもっと大脳の方に存在するというように、かなり役割が違います。ただ、大脳の神経細胞の間にも引き込みのようなことは起きますし、それはあらゆるところで起きる現象の一つではあります。

一般G：坂井先生に、音楽に関して聞かせていただきたいのですが、私は以前、子どもにピアノを教えていました。けれども、何度練習しても弾けないというカリズムの取れない子どもがいたのですが、脳に関係あるのでしょうか。

坂井：脳は専門ではありませんので分かりませんが、やはり、個々の子どもに備わっているリズム感があると思います。先ほど、リトミックの話が出ましたが、その子どもが動きたいリズム、タイミングがあると思いますので、それは、ある一定のリズムにすぐに対応できなくてもおかしくないと思います。そういう子どもはもちろんいると思います。

一色：多賀先生、それについて何かございますか。

多賀：俗に音痴とリズム音痴と言います。音痴については、定義すると、音の高さが取れない。先天的に、音の高さが取れないという子どもがいるのは医学的に報告されていて、アミュージアと言われてたりします。そういうケースはありますし、恐らく、リズムがうまく取れないのも、やはり脳の特定の場所の働きが少し違うことに原因を求めることができるかもしれないと思います。ただやはり、坂井先生がおっしゃる通り、子どもの能力にバリエーションがあると思いますので、それは個性なのか障害みたいなことになるのかというのは、線引きが難しいかと思えます。ただ、そういう議論というのは神経科学の方でも今あると思います。

一色：他の方でいらっしゃいますか。

後藤：こちらで心理学科の教員をしております。多賀先生のお話でとても勉強になりました。自発性というのが、まず一番大事とおっしゃられていましたが、今途中から参加させていただいたので、お話いただいているかもしれないのですが、自発性ということと引き込みということは模倣ではなくてというお話でしたが、その模倣ということの発生で、原始模倣もありますが、その辺りはどのようにお考えでしょうか。

多賀：それはとても重要なポイントで、よく新生児模倣という現象が教科書に出ているようなレベルで知られています。例えば、親が新生児にベロベロと舌を出すと、赤ちゃんも舌を出すという現象を新生児模倣と言います。ところが、そういう行動は、その後の発達であまり見られなくなる傾向がありまして、それが1歳ぐらいになってきますと意図的に真似をすることができるようになるという変化がある。そういうことが現象としてあることはいろいろなところで言われています。そのメカニズムはまだはっきりしていない。これは、個人的な考えですが、模倣とかの基礎には、先ほどの原始的な模倣のようなものが基盤としてあって、別に真似をしようとしなくても、勝手に身体と一緒に動いたりとかそういう側面があると思います。それが引き込みの一つの面で、先ほど、音楽に合わせて足をキックする動画をお見せしましたが、あれが意図的に音に合わせて足を動かそうというようにしているのではないと解釈しています。むしろ、ひとりでの足の動きが音に合ってしまう、引き込みが起きるというものなのですが、それが、発達が進むことで、意図的にできるようになることが、新しい認知の獲得の現象として説明できるのではないかというのが解釈でして、そこに脳の変化が大きく関わっているだろうと思っています。ただ、その辺りの詳しいメカニズムの議論がいろいろとあって、これがそうだという話ではないと思います。

一色：21世紀は脳科学の時代と言われています。脳科学のことですべてのことが分かるということを一般的に感じたりしていたのですが、今日のお話を伺っているとまだ、基礎の基礎のところでもいろいろなことが見えてきているということで、特に、脳と身体は非常にたくさん連携をしているということが一

番印象に残りました。それと「寝る」「遊ぶ」「食べる」この3つの側面、赤ちゃんにとっては、大切なことだということでありました。そういうことが解明されるには50年、100年かかる。これももう少し加速的に進んでいかないか、そして、発達というところの部分でいうと、子どもたちの教育にも具体的にもっと結びついていける脳科学であって欲しいと思いました。これで終了いたします。どうもありがとうございました。