

第2回認知運動療法フォーラム

整形外科疾患に対する認知運動療法の考え方

対談者 沖田一彦・高橋昭彦

身体機械論の限界

沖田 最初に確認しておきたいことがあります。運動出力の程度に応じて、他動運動・介助自動運動・自動運動・抵抗運動というような分類に基づき、セラピストが患者さんの運動を手助けしながら行って学習をさせていこうとする考え方が、運動再教育の基本にあると思います。しかし、筋力が重視される整形外科領域においてさえ、それでうまくいかないことがたくさんありますよね。この問題について、高橋さんはどう考えていますか？

高橋 今から考えると、人間の捉え方の誤りだったということになるでしょうね。すぐに答えを言ってしまうと話が盛り上がりませんので言いませんが、たとえば、参加者の皆さんはホンダのアシモ（註1）って知っていますか？ このアシモはダンスもできるのです。沖田さんは知っていますか？



沖田 一彦（おきた かずひこ）

プロフィール

1959年愛媛県生まれ。高知医療学院理学療法学科卒。国立療養所福岡東病院，新松田会愛宕病院での臨床を経て母校の専任講師に。1992年に認知運動療法と出会う。現在は県立広島大学保健福祉学部（広島県三原市）に勤務。

沖田 知っていますよ、テレビのコマーシャルで見ました。

高橋 アシモは歩行だけでなく、非常に円滑で人間に近い運動ができて

す。それは人間に近いのですけど、しょせん人間ではないのです。何が違うかというところ、アシモに新しいことを教えるのであれば脳に新しいプログラムを組まないといけない。たぶん僕の予想では、アシモは桂浜（註2）では歩けないのじゃないかなと…。

沖田 そうでしょうね。

高橋 なぜ歩けないかというと、砂浜は不連続に波を打っているわけで

す。路面のやわらかさが変わるし、足が砂に沈みます。アシモにそこを歩かせようとすると、コンピュータに新たなプログラムを埋め込む必要がある。だけど、健常者だと、初めていく桂浜でもそこを歩けないという人はいない。では、なぜ人はみな歩いて、アシモは歩けないのか。それは、人には新しいプログラムを組み込む必要がないからです。で、何が違うかというと、ぼくたちは不連続性に対してどう対処していけばいいかを知っているからです。それは、今まで生きてきた経験で培われてきたものです。最近になって、人間はロボットと違うやり方で新しい行為を学習していくということが明らかになってきた。だから、運動療法もこれまでとは違うやり方に変わって来つつあります。以前の運動療法は、いわゆるアシモの行動習得の仕方と同じで、新たな行動のプログラムを脳に組み込もうという考えから考案されていたのですよね。だから、それぞれの行為に必要な要素を分析して、その要素を改善していくことで新たな行動が行えるのじゃないかという仮定の基に作られてきた観があると思います。そのような個別な訓練を行った後に、退院前になると応用歩行訓練と称して、芝生や砂利道、スロープなどに患者さんを連れて行ったりしてい

沖田

る。ちょっと話がゴチャゴチャになってしまいました。

僕も、それに近い話を雑誌で読んだことがあります。アシモみたくいな洗練されたロボットではなくて、開発初期の頃に、まだ足ではなくタイヤをつけて移動していたようなロボットの話です。そのロボットにドアを開けるという動作を行わせることに、ものすごく苦労があったらしい。ドアを開けるところまでプログラムを組み、視覚情報はレンズから得ていた。レンズで取っ手の特性を認識してドアを開けられるようになったとき、ロボット工学の研究者たちはすごく喜んだそうです。ところが、ドアにマジックで黒い点を描くと、とたんにロボットはもうドアを開けられなくなった。そんな話でした。カメラで識別したドアの特性が、たった黒い点一つでその前とは違うわけですよ。さっきの桂浜の話と



高橋 昭彦（たかはし あきひこ）

プロフィール

1969年福岡県生まれ。九州リハビリテーション大学卒業。2005年9月から2006年8月まで認知神経リハビリテーションセンター（イタリア・サントルソ）、小児クリニック（イタリア・ピサ）にて研修を受ける。現在は高知医療学院（高知県高知市）理学療法学科に勤務。

共通しています。人間は黒い点がついていようがいまいが、ちゃんと開けられますよね。そのとき僕も、ロボットのプログラムと人間の学習しているものとはずいぶん違うのだなと思いました。ましてや筋肉とか関節などという運動器の構成要素は、問題の次元がぜんぜん違う。もちろん、筋肉や関節がなかったら人間は生きていけないけど、筋肉や関節がついていだけでも生きてはいけませんよね。そのところは学習を考えたときの大前提というか、僕たちが患者さんに再教育しなくちゃいけないのは何なのだろうかというのが、今日のテーマになるように思います。

高橋 筋力増強訓練や関節可動域（ROM）訓練などを主体とする理学療法の歴史は長いのですが、このような介入がなぜ失敗したかというのを明確にしていくべきだと思います。例えば、何週間かROM訓練するとROMは拡大します。筋力も同様に、訓練をすれば増強します。そういう結果は出ているのに、なぜこれが失敗だと言われるのか。理由のひとつは、それらが改善しても、肝心な行動に変化が必ずしも起こらないということです。一番分かりやすい例でいくと、トレンデレンブルグ跛行（註3）をしている患者さんが、中殿筋は強化できたのに跛行が取れないというのはなぜかというふうに考えていかないと、この訓練が正しいかどうかは判断できないと思うのです。沖田さんは、その点についてどう思いますか。

沖田 その問題は僕も、整形外科疾患の患者さんに対する運動療法を行っている中で、最初に気になったことだったですね。整形外科領域の現場にいたら、誰でも気付いていることだと思いますが、大腿四頭筋が健側の80%まで回復しても膝折れが消失しない人、中殿筋の筋力がほぼ正常まで回復しているのに体幹の傾斜が取れない

人って、結構たくさんいらっしゃいますよね。このような事実は、自分の中で運動療法の問題を考えていく大きなヒントになりました。なぜなら、それは筋肉を力源としか考えていないからです。ところが筋に収縮命令を出しているのは脳なので、とても筋力だけで異常な動作の説明ってつかないですよね。でも、少なくとも当時、そんなことは学校で教えられていなかったもので、トレンデレンブルグ跛行とか膝折れのような異常歩行は、力源としての筋力の低下でしか説明されていなかった。そこから考えを拡張することができなかったのです。高橋さんもそうじゃなかったですか？

高橋 そうですね。ROMにしても、例えば、膝関節の変形性関節症(OA)の方の歩行を入院前に分析すると、膝をほとんど屈伸せずに歩いている状態です。それで、入院中にROM訓練を一所懸命して90〜100度のROMが獲得できた。しかし、退院するときには、また術前と同じような歩き方で帰っていくのです。そういうことを何度も経験しているうちに、いったい自分は何をしているのかと悩みはじめました。僕たちは時間をかけて訓練し、患者さんも努力してROMは改善したけど・・・、っていう疑問がすごくあったのです。結局、パフォーマンス自体が変わらない限り、価値はないのだという結論に達しました。それでROM訓練や筋力増強訓練などを主体とする運動療法とは決別した。

沖田 実際に動作解析装置で分析したら変わっていないかったですよね。高橋 そうです。300例ぐらいの症例を分析しましたが、基本的に歩き方というのはなかなか変わらないというのがよく分かりました。沖田 患者さん自身もそれに気が付いていない。高橋 はい。患者さんもベッド上で膝が曲がることに対しては、満足し

ているというか、「良くなりました」と言ってくれますけど、歩く時にはその能力が使えていないところまでは気付いてない患者さんが多い気がします。

沖田 たぶん気付いてないでしょうね。参加者の皆さんもそういった整形外科の患者さんで術後の運動療法を実施された時、患者さんの歩行をビデオで撮って見せてあげてください。患者さんはびっくりされるはずですが、「私って、こんな歩き方しているのですか」と！これってすごく大事な問題です。整形外科の患者さんは、脳には損傷を受けていないですよ。だからROMや筋力が回復したら、理論的には動作レベルも元のとおり改善しなくちゃおかしいですよ。解剖学や運動学を基にした理論だと、治らなくちゃいけないはずなのに、実際には治らないことが多い。この問題を考えていくうちに、たとえ運動器の障害であっても、機械論だけでその方の病理を語ることはできないのではないかと考えるようになったわけです。

高橋 例えはですね、骨盤は歩行にとって非常に重要な部ですが、なかなか分析しづらいところです。歩行分析をしている立場から言うと、足部だと、一般的に反射マーカを外果と第5中足骨に貼ります。そうすることで足部を一個の塊、つまり剛体として扱います。骨盤もポインティングは上前腸骨棘と大転子にとって、骨盤はひとつの剛体として扱います。でも、こういう分析では、非常に大事なことを見逃してしまふ。それは、もし本当に足がそのような剛体に過ぎなかつたら、僕らはかなり違う歩き方をせざるを得ないということです。しかし、そのような分析によって得られたデータが客観的だと言われ、現在のほとんどの研究がデザインされています。ある論文では、骨盤がまっすぐに、中間位にと

れないと下肢の支持性は獲得できないという説明がされています。確かに、骨盤が傾いていると支持性は極端に落ちます。では、どうやって骨盤を水平にするか。もし骨盤が傾いている患者さんが、「自分の骨盤は今の状態がまっすぐです」と言ったら、「骨盤をまっすぐにして歩いてください」という言語指示は意味を失ってしまう。そんな状態だと、せっかく詳細に分析したバイオメカ的な情報はまったく生かされず、水の泡になってしまふ。僕は、このような現象が今のリハビリテーションにおいて非常に大きな問題として挙げられると思っています。

沖田 確かに。」「もっとまっすぐにしてください」、「もっと力を入れてください」と、第三者であるセラピストがいくら指示しても意味はないということになりますよね。理学療法士や作業療法士は、筋力やROMの問題の改善を図るとともに、何らかのパフォーマンス課題を患者さん提示することで動作の再教育を行おうとしてきました。最近では、筋肉や関節に個別にアプローチする要素還元的な治療には問題が多いことに多くのセラピストが気付いてきています。そこで、動作をバイオメカ的に分析して、その結果に基づき動作を指示していくという運動療法が重視されるようになってきています。ところが僕がすごく気になっているのは、パフォーマンス課題をやることで、相手に何が教えられるかということなのです。そこがもともと大事なところなのに、ほとんど論議されませんよね。

高橋 僕は、大前提として、理学療法や作業療法は行動を変える治療法だという視点に立つところから始めないといけないと思っています。行動の変化には必ず脳の変化を伴うはず。整形外科の患者さんは、行動が変容しているのです。では、整形外科の患者

さんの脳が変容しているのかと言われたらどうでしょう？

沖田 基礎研究では興味深い結果が出ていますが、一般的には知られていないでしょうね。例えば、サルも指に対応する頭頂葉の感覚野は5本の指別々にマッピングされています。そこで、中指と薬指を人工的に縫い付けてしまうと脳の対応領域のマッピングが別々だったものが一緒になってしまう（註4）。整形外科の患者さんもある関節が十分動かないまま、他の関節の異常な運動の組み合わせで歩いていたら、きつと脳でのマッピングが変化しているはずですが、でも、まだ人間では確認されていないから、整形外科の患者さんの歩行障害にどうして脳が関係してくるのだ、というのが一般的な認識でしょうね。

高橋 沖田さんは、その逆の研究結果を知っていますか？ その研究はサルじゃなくて人間で行われたものです。癒合指ってあるでしょ。先天的に指がくっついていてる病気です。これを整形外科的にメスで分離します。そして、分離する前と後の患者の脳活動を比較した研究があるのです。二症例の癒合指症例が対象となっているのですが、一例は感覚が残っています。もう一例はあまり感覚が良くなって、いわゆる鈍麻の状態で分離されました。結果的には二人とも脳の活動部位が細分化していくわけですけど、感覚が残っている人のほうがより鮮明に、今までは一体化していた感覚野が細分化して活動しはじめるという結果が出ています（註5）。

沖田 結局、運動器の損傷の場合でも、脳が変わることでは運動行動は変わらないということですよ？

高橋 そうです。
沖田 やはり、先ほども言いましたが、パフォーマンス課題を繰り返して行わせることで、患者さんは何を学習するのかという問題はす

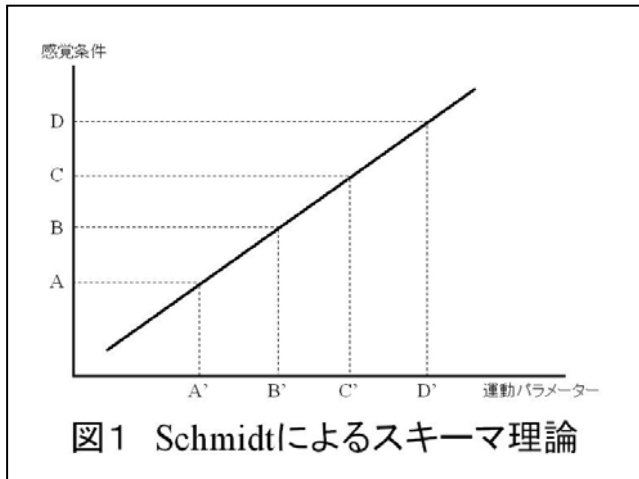
ごく大事だと思うのです。ある動作を反復させていけばパフォーマンスが向上するようにみえますが、それは患者さんが何を学習したからそうなったのか。それが分かったら、もっと適切な治療介入ができるはずですよ。この問題を考えるのに、まず踏まえておかなければならない重要なことがあります。ある運動を遂行するために必要なパラメーターは莫大、というかほとんど無限だということなんです。運動の調整には3つのパラメーターがありますよね。どの筋を動員するか、それで運動の方向が決まります。あと、動員した筋の収縮とそのタイミングです。空間の座標は無限です。例えば、今僕が目の前にあるこのペットボトルにリーチする場合、ペットボトルがここよりも1センチでもずれたところに置いてあるだけで、リーチに必要な運動パラメーターはずいぶん変わるはずなんです。だから、ある位置に置いてあるペットボトルを取る練習を何度行っても、それに必要なパラメーターを学習しているにすぎないのです。よく、訓練室ではできるのに自宅ではできませんとか、訓練室ではできるのに病棟ではできていませんなどという問題がありますよね。僕たちは、これを患者さんの依存などという心理の問題に置き換えて考えがちです。でも、僕はそうではないと考えています。その人が環境において記憶すべき運動パラメーターは無限にあるのに、それらのごく一部を治療課題と称して練習していることが本質的な問題ではないのかと思うのです。無限にある運動パラメーターをすべて動作の反復練習によつて記憶することはできない。そうすると、人は動作によつて何を学習しているのか。そのことをうまく説明したのがシュミット（註6）だと思うのです。無限にある運動パラメーターを有限の脳に学習させることはできないわけで、そうすると学習してい

るのはシュミッドの言う運動のスキーマだと考えるが妥当だと思ふのです。それが長期記憶として脳に保存されていなかったら、このペットボトルの位置が1センチ違えば、もう手は伸ばせないはずで、最初に話したロボットみたいに…。

高橋 スキーマっていう言葉は、今は一般的な用語になっていますよね。それは、法則とか規則とかいう意味で解釈するというのは間違っていますか？

沖田 いや、当たっていると思います。要するに、感覚と運動に関する相関係数ですよ。それが身体の部位とか、あるいは動作のカテゴリとか、そういったくくりで、一つではなくいくつも記憶されているのではないのでしょうか。

高橋 ここは大事なところで、スキーマは存在するとしても、じゃあスキーマが保存されていればどんな運動もできるのかというそれだけでもだめじゃないでしょうか。これはペルフेटティ先生が、「機械と人間とは違う、人間はシステムだ」と書いていますよね。この場合のシステムというのは法則を知っているということ为前提としていますが、大事なものは、これが書き換えら



れないといけないことです。このことは「創発」(註7)という言葉で表現されています。新たな状況になったときにその法則が、変更できるというところも人間らしさ、人間としての生物学的システムであり、人間らしい学習の特徴ということ。ちよつと話が難しくなってきたので、ここで参加者の方たちに確認してみましようか。皆さんは運動スキーマの考え方がわかっていますか？ 若い学生の方は知らないかもわかりませんね。アメリカの運動心理学シュミッドが70年代に発表したものです(図1)。スキーマは感覚と運動の相関で表されます。縦軸が感覚条件で横軸が運動パラメーターを表します。Aという感覚条件、言い換えれば環境条件ですよ。その条件では、このA'という運動パラメーターで成功したとします。動員する筋の種類とその収縮の強さとタイミングですね。その条件で運動を行ったら成功したとします。成功したかどうかを「結果の知識」と言います。成功した場合の運動パラメーターが記憶されます。次にBという感覚条件のときに運動を行うと、今度はB'でやったら成功しました。Cの条件ではC'で成功したとしましょう。これを複数経験すると、図のような相関線ができてきます。そして次に、経験したことの無いDという感覚条件がきました。では、どうすればその条件での運動が成功するかというと、A、B、Cで対応した運動パラメーターの関係性からすれば、おそらくD'という運動パラメーターで筋収縮を行えば運動は成功するだろうという予測がつく。感覚条件の差がどんなに変化しても、あとは予測がつくわけです。

この関係性が長期記憶として保存されれば、運動が学習されたと考えられるのが、かなり荒っぽいのですが、スキーマの考え方は高橋さんが冒頭で言っていましたよね。桂浜に行ったらアシモは

歩けないと。この考え方からすればアシモは、A、B、Cに対するプログラムはされているけど、人間がプログラムしていないDという条件だったらもうできないということになるのではないのでしょうか。ペルフェッティ先生は、「シユミットのスキーマ理論は面白いけども、あれだけで人間の運動学習を語ることはできない」と言われているんですけど、僕は、このスキーマ理論についてというのは基本的には間違っていないと思っています。

反射をどう捉えるか

高橋

ここでシステムの話に戻りたいと思います。システムとは何かというのを考えたいと思います。システムというのはいろいろな要素をもっている。例えば車もシステムだと言われればシステムなのです。そういうシステムと人間のシステムとの違いということを考えていかなければいけない。それはさつき僕が言ったように、新たなことを生み出す能力、創発という表現をしますが、この創発を可能としたものが人間のシステムだと解釈できますよね。そうすると、認知運動療法は運動のルールを教えていると解釈できませんか？

沖田

そう思います。この問題を考えるのに、パブロフ（註8）の条件反射に関する研究が役に立ちます。彼は運動ではなくて消化器系つまり胃液や唾液の分泌という自律神経系の働きで条件反射の研究をしました。ところがパブロフは、犬を用いた条件反射の実験でノーベル賞もらったあと、研究を続けた。それ以降の研究は、条件反射の変化についてが一番大きなテーマだったようです。彼は、条件付けされた犬でも、嫌いな人が肉を見せても涎が

出なかったことに気付きました。そこでメトロノームを1分間に60拍鳴るときに餌をやった。条件付け、つまり学習が終了してから、今度はメトロノーム回数を1分間に40拍にしました。ところが40拍にしたら涎がでない。そこで40拍で鳴らしたときだけ餌を与えたら今度は40拍で涎が出て、60拍では涎が出なくなりました。つまり条件反射に可変性があることを証明したのです。彼が一連の研究を通して言いたかったのは、人間はそのときの感覚情報への意味づけが相当柔軟にできるため、運動行動の可変性がきわめてバリエーションに富んでいるということだったようです。100年も前に、認知運動療法の基本的なことと同じことを言っていたのです。

高橋

今の沖田さんの話を聞いて、リカンツォーネ（註9）の感覚野の変化についての研究を思い出しました。刺激を与えると感覚野がその刺激に対応して変化するということは、数年前から言われていましたが、彼はさらにいろいろな識別を同時にサルに要求していました。例えば聴覚の識別をさせながら刺激を与えるなど、要は対象者が注意を払う対象を変えていったのです、いろいろなモダリティーで。そうすると、注意の対象を変えていくことで相当に脳のマッピングは変わっていくという結論が得られた。パブロフの話でも、どこに注意を向けるかによって、まあ自律神経系なのでそこまでは分からないですけど、マッピングが変わっていく可能性が高い。

沖田

パブロフも言っています、なかにはメトロノームを識別できない犬もいたと。個体によって周波数を識別する能力にはすごく差があったそうですよ。先ほど、1分間に60拍のメトロノームを40拍に変えたら条件反射が変わったという話をしましたが、40拍に変

えても変わらなかった犬もいたのです。そこでパブロフが言いたかったのは、条件反射の可変性は60拍と40拍を識別する能力があるかどうかにかかってくるということです。これは学習にとって非常に大事なことです。さっきスキーマの話をしましたけど、参加者の皆さんも良く考えてみてください。

ください。このスキーマの相関性が、仮に図2のような相関関係になっただらどうでしょう。Aの運動パラメーターはA'です。しかし、異なる感覚条件のBでも、運動パラメーターはA'とあまり変わらないB'です。さらにこれだけ離れたCでもC'で、運動パラメーターにほとんど変化はない。では、相当離れたDがきたらどうなるでしょう？やはり同じような運動パラメーターでしか反応できないでしょうね。片麻痺患者の共同運動では、どんな感覚条件に対しても同じような運動出力しかできません。認知運動療法では原始的運動スキーマと言っていますが、これが原始的になるとすると、極端な話、この相関性が一本の垂直線になるのかもしれない。どんな感覚条件でも同じパラメーターでしか反応できない。ましてや、未経験のDに対する予想などつかない。

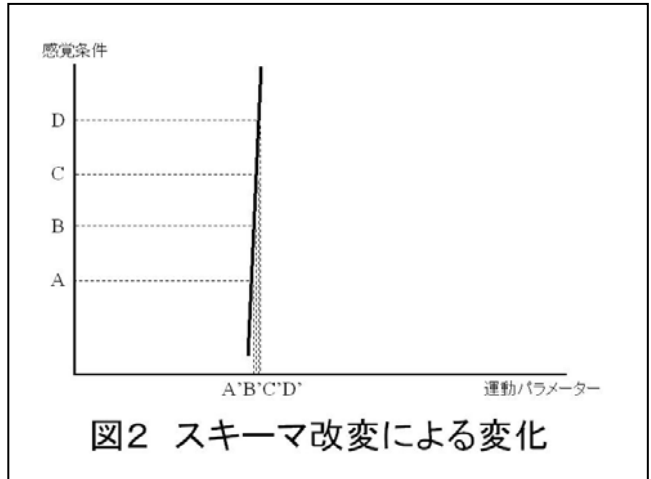


図2 スキーマ変化による変化

ここがすごく大事なことで、この相関の傾きが何で決定されるかというところ、このAとCの感覚条件の差異が分かっているかどうかだと思うのです。要するに識別能力ですよね。だから、それが学習の基本中の基本ではないかと思うのです。

高橋 分かりますね。

沖田 AとBとCが識別できなかったら、AもBもCも情報として同じなわけです。そうするとそれらの情報に対する運動反応は一定のものになってしまう。その識別に重要になるのは、さっき高橋さんが紹介したリカンツォーネの話にもでてくる注意だと思えます。注意がなかったら僕ら健常者でも識別できません。注意がでなくなるといえるのは、運動学習にとって致命的だと思います。すると、注意には必ず対象がいりますから、患者さんには何に對して、どのようなところを、どう注意を向けるかを教えることが、学習にとってもっとも大事ということになりますよね。そして、戦略としては、運動を変えて知覚を変えようというよりも知覚を変えて運動を変えるストラテジーの方が常識的な感じはしますね。

沖田 というより、それしかできないでしょうね…。

高橋 僕はそう思います。

沖田 少し話を戻していいですか。僕は理学療法士と作業療法士が陥っているある誤りがあると思います。パブロフは条件反射ですよ。でも、あれは心理学で言えば学習と捉えられています。普通、教科書には反射と言っているのは脊髄レベルのことが書いてありますよね。学生は反射と言っているのは脊髄で起こるものだと思います。日本語で言う反射の概念は非常に広い。パブロフのやった実験は脊髄で起こっているわけではないので、反射というところの捉え方を、少し教育でも変えないといけないのではないかと思うのです。

反射が脊髄レベルで起こると考えると、もうどうしようもないわけです。介入できない。例えば、逃避反射みたいに熱いものを触って引込めるというようなものには、外部から介入はできません。すよね。だけど、それを学習であると考えれば、変更できる可能性が高い。この点は、参加者の皆さんも注意してほしいところ。例えば、よく言われているのが伸張反射の扱い方です。伸張反射なんかもこれは引張れば収縮するという脊髄ループでの反射だと捉えてしまうと、もう介入の余地がないわけですよ。だけどこれが、もつと上位の脳が絡んでいる現象だとすると、伸張反射と言うのが正しいのかどうか分からないですが、介入の余地が出てくると思うのです。

沖田

パプロフが面白いことを言っています。食べ物を入れて吐き出さず、ただって反射的に涎が出ます。彼は、食べ物を口に入れて涎が出るのは「非条件反射」で、食べ物やるたびに鐘を鳴らすなどの条件を与えて涎が出るという反射が誘発されるのを「条件反射」と呼びました。涎が出るという自律神経の反射的な働きさえも、そこで与えられる感覚条件によって変化するという意味で条件反射という言葉を使ったのです。それらは学習され可変性をもっている。とすると、正確に言えば、もうそれは条件反射ではなくて条件反応と言ったほうが表現としては適切だったのでしょね。

高橋

当研究会の会長である宮本さんも、よく伸張反射を伸張反応と表現したほうがいいと言われているのですが、そっちの方が正しいということでしょうか？

沖田

そうですね。

高橋

ここは非常に大事なところですが、実際に片麻痺患者さんの伸張反射っていろいろは変化するのかもしれないかと言え、介入によっ

ては変化していくわけです。よく情報というのは差異のことであると変わりますが、環境情報の差異が分かってくると伸張反射は確かに変わります。ということは、伸張反射も脊髄レベルで起こっているαモーターニューロンが云々という説明ではなくって、そのメカニズムをもっと高次な大脳皮質まで含んだところから考えを変えていかないと。

沖田

僕もまさにそう思います。例えば、先日ある患者さんが来られました。右片麻痺の患者さんでしたが、その患者さんに立ってもらったのです。すると強い内反尖足が出現しました。それで「痛い、ダメだ」と言われるのです。健側に荷重をかけながら、「足首が極端にねじ曲がっているから、これじゃあとても立てない」と言われるのです。僕は、どうして下を見てもないのに足が内反になっているのが分かるのですかと聞きました。患者さんは、「痛いから分かる」と…。彼には痛覚の情報は入っているのですよね。それで、「痛いから内反になっているのがわかるでは困る。痛みが起ることは否定しません。そのうえで、きちんと足の裏がついているのと、足が内側にこまねいているのでは何か違いがありませんか」と、今度は座位になってもらって聞いてみたのです。そうしたら今度は、「親指が地面についているかどうかで分かる」と。それでもう一度立位になってもらって、今度は僕がきちんと患側の足底をまっすぐに着かせてあげたのです。そして先ほどと同じ質問をすると、今度は注意が痛みに向かないのです。「言われてみれば、何か違う気がする」と。それを言われたとたんに内反の緊張が急激に落ちました。このことで僕は、高橋さんが言われたように、反射というのはより上位の中枢からの制御を非常に良く受けているということを実感しました。

何を教えるべきなのか

沖田 整形外科の患者さんの話にもどりましょう。股OAの患者さんにビデオを見せると、「私って、こんなに傾いて歩いているのでしょうか？」と言ったという話が出ましたよね。外から見たらすごく傾いていて、その状態で何年も歩いてきた。それをビデオに撮って見せても、分からない方がすごく多い。結局、あるパフォーマンスを行っているときに、身体に起こっている感覚に注意がいていないのではないのかと思うのは僕だけでしょか？

高橋 僕が驚かされたのは、すごく動揺しながら歩く患者さんに、「えらく揺れますね」と言ったら、「揺れていますか？」と言うわけです。それで、「目をつむってください、目をつむり視覚情報を遮断した状態で歩いてみて下さい」と言って歩いてもらったのです。そしたらその患者さんは、「揺れていませんね」と言いました。脳の注意が視覚情報に多く払われていた状態では、なかなか自分の揺れは感じられなかったのですが、視覚情報を遮断したら容易に感じた症例の経験でした。

沖田 なるほど。今のはトレンディング歩行の話だったので、骨折の患者さんでも、ギブスをカットして今日から部分荷重を始めますと言っても、「右と左で体重をかけた感覚が全く違う」とよく言われますよね？あるいは「足の裏に薄皮が一枚入っていて、自分の足で体重をかけているように思いません」とか、「変な感じでふわふわしている」と言われますよね。別に地面がふわふわしている、変わっているわけではないしギブスをする前と一緒なんですけど、そんなことを言われますよね。そうすると歩いている時に、そういった患者さんはどこに注意をはらってどんな

知覚をしているのだろうかと思うのです。これは患者さんに聞いてみたらいいと思うのですが、ほとんどの方が分かっている。それで、皆さん同じような歩き方をされる。整形外科の患者さんって、例えば、踏切のフェイズがほとんどない、ダブルニーアクションが消失している、足底を全面接地する、あるいは踵から接地してもそのフェイズが極端に短いという特徴がありますよね。靭帯損傷だろうが股関節の人工関節置換術後だろうが関係ない、患者さんはみな同じような歩き方になっているように感じませんか？また、松葉杖を取って今日から全荷重だというから指示があっても、その日のうちに一発でスタスタ歩ける患者さんなんていませんよね？ほとんどの方が「もう2、3日杖を貸して下さい」と言われます。松葉杖で歩いている時はスムーズに歩いていたのが、はずしたとたん、さっき話したような歩き方に戻っちゃう。あれって筋力の問題や関節の問題では絶対じゃない。結局、損傷した下肢でどういう知覚がなされているのかという問題に帰着するしかないと思うのですが、いかがですか？

高橋 沖田さんがよく言われている、「代償はなぜ起きるのか」についての考え方がありますよね。あれには重要な側面があります。ゴールドシュタイン（註10）も全体性の理論で説明していますが、要は代償が起こるのは脳の組織化過程の問題なのです。脳の学習過程というのは、もう皆さんも何回も見えていますよね、認知運動療法のいろいろな書籍に図が載っていますから（図3）。そこには学習過程、自動化過程、代償過程が模式図で描かれています。そこで問題になるのは、代償過程では何が省略されているかということです。患者さんは、例えば、ここからここまで歩いて行きたいというとき、脳はそこに行くこと、つまり運動の結果だけを考

沖田

えているのです。運動のプロセスにはあまり注意が払われない。僕は、これが代償運動の根本的な問題だと思っています。

なるほど。先ほど描いた図2のような改変スキーマですべて説明できるとは思いませんが、代償運動も先ほどの話と同じ枠組みで

説明できないでしょうか？ 整形外科で肩の損傷の患者さんは、皆さん同じような代償運動をする。また、先ほど話した下肢の損傷の患者さんが、靭帯損傷だろうが人工関節だろうが、同じような異常歩行を呈する。この現象をうまく説明できるのじゃないかと思うのです。結局は、知覚とか注意とか識別の問題ではないのでしょうか。何かが分かるということは識別ができるということだと思います。識別ができなければ、本来異なるはずの情報に違った意味を付与することができない。A情報とB情報の意味の違いが見出せないから、図1のような相関性はいつまでも得られない。そうすると、運動反応の、多様性はでてこない。多様な運動反応を起こしうるためにはどうしたらいいのかというと、僕は整形外科の患者さんでも認知プロセスを働かせて、今の環境情報に対し

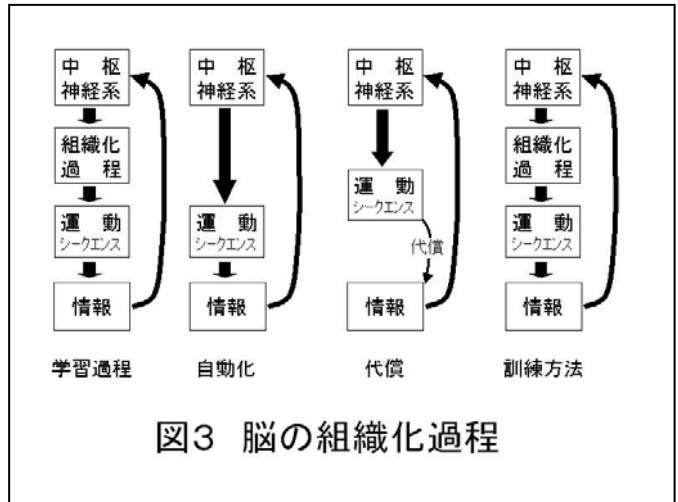


図3 脳の組織化過程

てもっと細かな、つまり図2のA'B'C'のように、あんなに詰まった反応じゃない多様な反応ができるようになるということが一番大事なことじゃないかと思っています。

高橋

トレンデンブルグ跛行が起こっている時に何が組織化されてないかということを考えてみると、外部観察的に明らかにおかしいのは、股関節と肩の位置関係ですよね。普通、健康者が健側下肢で立脚すると股関節の真上に肩があるという状態ですが、患者さんではこれが崩れています。この時、股関節と肩関節の位置関係を教えていかないといけない。組織化過程というと漠然としてよく分からないですが、患者さんに何を教えていかなければいけないかと考えていくと答えが見やすくなります。股関節でなくても、例えば膝が遊脚期に屈曲しないまま歩いている患者さんがいるとします。この場合も、股関節と膝と踵の位置関係がわかっていないのでは、と考えてみるのです。もちろんそれがわかるようになってきたらといって異常歩行は改善しないかもしれませんが、歩行は連続したものなので、ボタンタッチするように情報が変わってきますから。ただ、仮説を検証する価値はあります。そういう歩き方をしている人に、まずはその仮説を確かめる必要があると思います。トレンデンブルグ跛行のある患者さんに、股関節の上に肩があるかどうか、患者さん自身がどの程度わかっているか確かめてみてください。立位で他動的に肩をずらしてみたらいい。まずは肩を股関節の真上に、今度は内側に、そして外側に方を移動させて、患者さんがその位置関係を適確に答えることができるかどうか確認してみます。そして、それができない患者さんには、いかにしてそれを教えるかというように考えていく必要があると思います。

沖田 賛成ですね。次のことをダブルニーアクションが消失している患者さんに試してみてください。健常者の場合は立脚後期に踵が拳がりながら膝が屈曲してくるのですが、整形外科の患者さんの場合は、踵の挙げ下げをしながら膝を屈伸してみてくださいと言ってもできない方が多いですよ。だから、膝が屈曲しないまま骨盤を挙上して遊脚に移るわけです。「足の裏に薄皮が一枚入っていて…」

高橋 という方の中には、踵が拳がったところからも分からない人がいる。もちろん感覚障害はないですよ。また、ヒールオフの時に膝の屈伸の程度を問うと、わかっていない方がいます。識別できていないのだから全く異なる筋出力しか出せない、そんな感じがします。はじめに3次元動作解析の話で出しましたが、足関節や足部が一つの剛体になっていると言いましたよね。患者さんの脳が足をそのように捉えていると、実際に足をそういうふうにししか使うことしかできない。セラピストがしなないといけないのは、ここにはた

くさんの関節があつてたくさん動きができるということをお教えることです。学生に教えるように、これは何関節といって球関節で、ということをお教えるではありません。例えば足部の中足指節関節(MP) 関節で言うのと分かりやすいのですが、MP 関節が中間位にある時と伸展している時との違いというように、感じの違いをお教えるということです。

沖田 そうですね。それが運動出力の信号になっているわけですからね。だから、例えば踵が着いているのかどうかも分からない、MP 関節が伸びているのか曲がっているのかも分からないと言ふことは、先の図1で言う感覚条件としてAとBとの差異が分からないということ。AとBの情報は全く異なるのに、それがほとんど変わらないとしか認識できないなら、運動反応としてのA、

B'との距離は近くなってしまいます。僕は、整形外科的な障害に
おいても、やっぱり注意を働かして精緻な知覚を行うことがやっぱり大事になるのでないかなと思います。

高橋 このことを、身体の細分化の重要性と表現してもいいでしょうか？

沖田 イタリアのグループはそういう使い方をしていますよね。だって、例えば、足底において最低でも2点で圧の違いが分からなかったら、圧が移動したかどうかは認識できないですよ。身体の細分化は知覚を成立させるのに絶対必要な条件だと思いますよ。

高橋 お互い話したら止まらないですね(笑)。今日は、どうもありがとうございました。

沖田 こちらこそ、ありがとうございました。

(2008年11月1日 高知医療学院にて)

註1 ホンダのアシモ

アシモ (ASIMO) は、本田技研工業が開発し、ホンダエンジン
アリング株式会社が開発している世界初の本格的な二足歩行ロボ
ット。予測運動制御によって重心やゼロモーメントポイント
(ZMP) を制御して自在に歩くことができる。階段の上り下り、
旋回・ダンスなども可能。ASIMOと似た名称は「Advanced Step
in Innovative Mobility」新しい時代へ進化した革新的モビ
リティ」の略である。

註2 桂浜(かつらはま)

桂浜は、高知県高知市南部に位置する太平洋を臨む海岸。土佐民

謡「よさこい節」にも詠われる高知市を代表する観光名所の一つ。
坂本龍馬の銅像が太平洋を望んで立っている。

註8 パブロフ

Ivan Petrovich Pavlov (1849-1936)。帝政ロシアおよび旧ソビエト連邦の生理学者。1902年に唾液が口の外に出るよう手術した犬で唾液腺を研究中、飼育係の足音で犬が唾液を分泌していることを発見。そこから条件反射の実験を行った。初期には消化腺の研究を行い、1904年にノーベル生理学・医学賞を受賞した。本対談に出てくるパブロフの研究にまつわる逸話は、「ダニエル・P・トーデス『パヴロフ―脳と行動を解き明かす鍵―』(大月書店、2008)に記載されている。

註3 トレンデレンブルグ跛行

トレンデレンブルグ跛行(Trendelenburg's gait)とは、患側下肢で体重を支持したときに反対側の骨盤が下がり、上体は同時に患側に傾く特徴的な跛行。変形性股関節症などで認められる。

註4 Allard J, et al: Reorganization of somatosensory area 3b representations in adult owl monkeys after digital syndactyly. J Neurophysiol 66: 1048-1581, 1991

註9 リカンツォーネ

Gregg H Reanzone。サルの手指に振動刺激を与えると、サルの手指に対応する頭頂葉の体性感覚は改変される。しかし、リカンツォーネは、この時、手指に振動刺激を与えながらも、サルは注意をそらすために音を聞かせ、その音の周波数の識別という経験に対して餌を与えた。この結果、振動刺激を与えた手指の体性感覚野の改変は起こらず、音の周波数を識別する側頭葉の領域が数倍に広がった。脳の可塑性は注意という認知能力の活性化に依存して生じたのである。

註5 Moshner A, et al: Somatosensory cortical plasticity in adult humans revealed by magnetoencephalography. Neurobiology

90: 3593-3597, 1993

註6 シュミット

Richard A Schmidt (1941 -)。『運動学習とパフォーマンス―理論から実践へ―』(大修館書店、1994)などの著書で知られる。スキーマ理論や運動学習に関して、いままも研究を続けている。

註10 ゴールドシュタイン

Von Kurt Goldstein (1878 - 1965)。全体論的立場から失語、失明、失認、小脳症状等の分析に一時代を築いたドイツの神経病学者であり、ゲシュタルト理論の立場から脳の機能を解釈しようとした。

註7 創発(そうはつ)

創発(emergence)とは、部分の性質の単純な総和にとどまらない性質が、全体として現れること。局所的な複数の相互作用が複雑に組織化することで、個別の要素の振る舞いからは予測できないようなシステムが構成される。