運動・動作分析の抱える問題

谷 浩明¹⁾

LECTURE: The Trend of Movement and Motion Analysis.

Hiroaki TANI, MS, RPT¹⁾

1)Dept. of Physical Therapy, Chiba College of Allied Medical Sciences:

100 Hanawa-cho Chiba-city Chiba 280 Japan. TEL +81 043-266-9002.

J. Exerc. Physiol. 8(3):129-134,1993. ISSN 0912-7100. Recieved June 20,1993.

ABSTRACT

This article describes varied problems incidental to the analysis on human behaviors. Movement or motion analysis may have problems not only in its lack of description standard, but also in conflict of consensuses on related knowledge and involved motor skills. The article also points out that future trials for elucidating techniques of investigators will be needed in order to overcome problems in reliability and appropriateness of movement or motion analysis.

Key words: movement analysis, knowledge

要旨

人間の行動を分析する際の様々な問題について触れる。臨床で用いられる運動・動作分析の問題は、その記載の標準化がなされていないといった問題だけではなく、関連する知識ベースの構築、対象とする運動能力に関するコンセンサスの欠如といった点にもあると考えられる。さらに、運動・動作分析の信頼性や妥当性の問題を解決するには、測定者自身の技術の中身を明らかにする試みも今後、必要となることが示唆された。

キーワード: 運動分析、知識

1) 千葉県医療技術大学校理学療法学科 : 千葉県千葉市中央区花輪町111 (〒280)

TEL 043-266-9002.

受付日1993年6月20日

1. はじめに

「動作分析」について語られるとき、その言葉の意味するところの多様性になんともいえない居心地の悪さを感じるのは筆者だけであろうか。本稿では、人間の行動というものを分析する際の問題点を明らかにするなかで、この動作分析に伴う一種の違和感の中身について論じてみたいと思う。

2. 人間の行動の分類

まず、分析する「人間の行動」というものについて整理しておきたい。この行動 (behavior) については①運動 (movement) ②動作 (motion) ③行為 (action) の3側面からとらえる分類がよく知られており、これによれば、運動 (movement) は姿勢 (posture) の時間的な変化であり、体位 (position) や構え (attitude) の変化として記録されるもの、動作 (motion) は運動によって課題 (task) に対して具体的に行われる広義の仕事 (work) との関連でとらえる際の単位、行為 (action) は人間の行動を、そのもつ社会文化的意味・意図などの関連でとらえる際の単位とされている^{1) 2)}。広辞苑においても、運動が「物体が時間の経過につれてその空間的位置を変えること」、動作が「事を行う際の身体の動き」、行為は「広義では、人間のあらゆる動作を指し、狭義では、明らかな目的観念または動機を有し、思慮・選択・決心を経て意識的に行われる意志的動作」とされている。

一般に、理学療法士が臨床で「動作分析」と呼んでいるものは厳密には「運動分析」を指す場合が多い。

3. 分析の手法

身体運動は身体の形態的および生体力学的な拘束条件、環境からの拘束条件、それに力学的法則の3条件の下で起こるとされる³⁾ (図1)。表1は、分析レベルによる分析の対象とその方法をまとめたものである。各手段の詳細についての解説は成書にゆずるが、大切なことは、用いる機器やパラメータの次元が同じでもある一定の固有技術とも呼ぶべきルールが存在することである。同じ時間を扱うにも、行動のレベルでの所有時間と中枢のレベルの反応時間では当然、「差がある」と判断する細かさが異なる。なぜ、その精度が必要とされるのかについては、これまでのその類の仕事において、妥当と認められる線がどのように決められてきたかを知る必要がある。これは、単にその経過を知るというだけではなく、その仕事の中でどのような理屈の組立てかたがされてきたかを知る意味からも重要である。そうすれば、「新しい機器でデータをとってみました」的な単発の分析と

図1 身体運動分析の研究のステップ (文献3)より

いうものも少なくなると考えられる。

この表の分類に入らない行為 (action) については、それが社会を記述する基本的な単位ということである以上、社会 (科) 学の範疇になると考えられる。行為の分析というのは、運動や動作の分析と異なり、行為が社会の中で行為として理解されるメカニズムを分解して解明することが困難である。しかし、このメカニズムを括弧にいれたまま、理解というものがどういう働きをするのか考えてみることはできるといわれる⁴⁾。この方法論の違いは、地域リハビリテーションの重要性を考えると、将来、検討すべき問題になると思われる。

4. CAMARCについて

運動分析に関しては、多くの研究が行われてきているにもかかわらず、その知見が臨床的な場面に翻訳されにくいという印象は強く持たれている。LeoとFioretti⁵⁾ はこれは次のような点に原因があると説明する。

①運動分析の技術はすでに診断の下った運動障害の臨床的な意志決定、および保存的な治

表1 身体運動の分析レベルとその方法・手段 (文献³⁾より)

分析レベル	観察/記録	方法/手段
行動 (心理学)	パフォーマンス測定 スコア ゴール達成度 帰結の恒常性	正答/失敗 所要時間 変化性
運動 (生体力学)	運動学的 (kinematic) 変位, 速度, 加速度 主観的観察	電気角度計 加速度計 映画, 連続写真 ストロボ, VTR
	運動力学的 (kinetic) 力, 重心	トランスデューサー ひずみ測定器 ロードセル
筋 (生理学)	生体観察 筋作用, 筋生理 骨・関節作用	視診, 触診 筋電図
中枢	神経・脳活動	脳波, 誘発電位
神経学	情報処理	CNV
神経生理学	機能局在	反応時間
認知科学		

(Higgins 1977, 一部改変)

療の効果をみるうえで便利な道具という位置づけであること

②この技術の妥当性に対する批判は、運動能力というのが何であるかに対して一致した見解が得られていないことだけでなく、一般に被験者が要求される運動課題の単純さといった点にもある。実際、通常、被験者あるいは患者は、一定の速度での直線平地歩行といったような簡単に標準的な運動課題を完遂するように要求される。このような課題は坂道や階段、方向を変えるとといったような毎日のより複雑な課題からはかけ離れている。

③方法と技術の信頼性 (その方法が本来もっている不正確さを管理するという意味において) についての技術的な問題: 皮膚の動きによるアーチファクト、関節の固定された回転軸の仮定、測定装置の正確性、推定される質量の信頼性と妥当性、それらが慣性力、モーメントにいかに関与を与えるかなど

④臨床および実験におけるプロトコルの標準化の欠落。これが得られたデータとそれに対する知識ベース (KB: knowledge base) の有効な結びつきを阻んでいる。

彼らは、②については、近年の長時間モニターが可能な小型の機器の発展、実際の日常生活に沿ったセッティングで操作可能な機器の有効性がこの問題の解決に寄与するだろうと述べている。③については臨床家自身が機器を用いる運動分析の技術と生体力学の基本的原理にもっと慣れるべきだとしながら、複雑になった方法論、装置に関しては「ユーザにとって使いやすいインターフェース (UFI: user friendly interfaces)」によって支えられ、導かれるべきであるとしている。これらの問題は、ヨーロッパに限った話ではなく、わが国でも十分そのまま当てはまる話だと考えられる。

こういった問題点に対して欧州ではCAMARC (Computer Aided Movement Analysis in a Rehabilitation Context) と呼ばれる

プロジェクトが作られている。これはAIM (Advanced Informatics in Medicine) プログラム下でECによってサポートされる研究プロジェクトであり、次のようなことをその目標として掲げている。

- 1) 様々な測定システムに対して適したハードウェアとソフトウェアのインターフェースによる現存の装置の統合
 - 2) 運動分析の経験を評価する包括的なKBの定義とこのような知識に適した表現の実践
 - 3) データ収集と処理に関するプロトコル、様々な臨床応用の目的にあった機器の包括的な発展に関する最も大きなコンセンサスの定義
 - 4) ネットワークによって利用可能となる可能性をもったKBの構築
 - 5) 定量的データによる医療知識の発展とユーザの間でのコミュニケーションが容易なUFI (user friendly interfaces) の評価
- 実際には、このプロジェクトの前段階として "Assesment of Clinical Protocols" と呼ばれるワークショップが開かれている。これは、様々な運動分析の結果に関する臨床間でのコミュニケーションの障害が、一貫した臨床知識ベースの発展を遅らせているといった問題を解決するためのものとされている。その中身は、運動分析の技術に関する検討だけでなく、現在、用いられている臨床のプロトコルの検証、それらのうまくいっている要素と不安定で欠点となり得るポイントの評価、技術と方法論の観点からの適切な傾向の確認といった内容が盛り込まれている。

5. 価値観をめぐる

田中繁氏は、「動作の解析」という論文⁶⁾のなかで、運動学的方法により動作解析を行う場合の共通の問題点として "真の" 関節角度、"真の" 座標値ということに触れている。氏は、ランドマークによる動作の計測やエル

ゴンによる関節角度の計測に対して学会などで発せられる「それは真の(関節)角度を表しているのか」とか「それは真の(関節の)位置を表しているのか」といった質問は実りがないように思えると述べ、彼らが前提としている「骨の動きが(人間の)真の動きである」ということは、動作を解析する上での自明の前提ではないと主張している。この前提の問題は、運動・動作分析を考えるうえで興味深い。最近、動作分析が話題となっているのは、いわゆる臨床で行われている動作分析が様々な意味で多様なために、学校がこの技術の教授を困難だと考えている背景がある。そこで、なんらかの標準を設けようというのが現在の動きである。しかし、大部分の臨床家が、この記載の標準の必要性を認めただけで、なお、動作分析の抱える問題はそこが中心ではないと考えているだろう。なぜならば、彼らは、データの記載というのが、それだけでは意味をなさないことを知っているからである。見ること、把握することは、視点を持ち、選びとり、余計なものを捨てること⁷⁾である。この視点にあたる感受性、価値観の違いが、経験豊富な臨床家とそうでない者(学生など)の間でまったく異なるものを見せてしまうのである。「見る」というのは「刺激の受容」と「解釈」の2つを重ねた営みで、本来、分割不可能なものであり、「同じ感覚与件(sense data)を受け取ってこれに異なった解釈を与える」ということではない⁸⁾。これは理論負荷性(theory-ladenness)の問題であり、記載の問題ではない。理論負荷的であるということは、動作分析における「見る」ということが様々な知識体系の投影があって初めて可能だということに他ならない。つまり、分析を行う最初の時点で違いがあるわけだ。臨床家が記載の標準化に対する違和感(例えば、「標準化することに意味があるのだろうか」といった)を持つのは、この感受性(価値観)の問題がきちんとした形で扱

われていないという思いのあらわれであろう。しかし、学生との分析の違いが理論負荷性の問題に帰するとしても、いわゆる習熟した理学療法士がほぼ共通の感受性（価値観）を背負っていると考えてよいのだろうか。

ここでいう感受性とは理学療法士が観察する対象について抱いているイメージである。これが、理学療法士の中ではそれなりの説得力をもっているというのは、実は、このイメージというものが理学療法士の常識をなぞっているからにすぎないということに我々は自覚的であるべきだろう。しかし、これは、だからといってすべてそういったものがないというような主張をするものではない。イメージが共通しているという点に何らかの法則があると考えること自体を否定する理由にはならない。むしろ、感受性に関する共通理解の可能性があると考えた方がよい。ここまでは、自覚的であることによってたどりつける。しかし、このさきを考えるには、感受性（価値観）の共通する点をどのように見だして整理していくが必要となる。

ここに現在の動作分析の持つ中心的な問題があると考ええる。我々はこれらの感受性から引き出された経験的事実を整理し、知識として構築していく、あるいは感受性の部分を明らかにしていくためのよりよい言葉を持ちあわせていないのである。（この言葉の問題は、先述の記載の問題とは若干、意味が異なる。）ここでのひとつひとつの経験的事実とされるものはいわゆる定性的な用語で述べられている。このため、これらを知識ベースといった形に集約するためにはある一定の決まりごとが必要となる。この過程を経て、はじめて経験的事実は固有技術になるのではないだろうか。

心電図による診断システムの例をひく。ジョゼフ・ステファン研究所のイバン・ブラトコのチームは、心電図の複合型不整脈診断のためのシステムをつくる際に、心臓学者の協

力によって得られた「・・・の原因による異常では・・・という波形になる」といった62の規則にしたがって働くコンピュータ・モデルを作った。これによって彼らはそのままでは10万種類以上になる波形を、可能な組み合わせなどから588の波形リストまで絞りこんだ⁹⁾。これは、単に専門家の経験的知識を集約するという点だけではなく、それによって新しい因果関係の知識を作り出している点が大事である。しかし、これを臨床で用いている動作分析に応用するには我々が動作分析の際に用い、自明としている記述の概念をもう一度いちから疑い、より一般性の高いもの（＝他分野でも翻訳し得る言葉の枠組み）に置き換えていく再構築の作業が必要であろう。なぜなら、心電図の記述は、いくら定性的な言語で書かれているとはいえ、その病理学的所見との比較から基準関連妥当性が保証されている点が動作分析とは大きく異なるからである。さきの言葉の問題とはこのことを指しており、前節のCAMARCプロジェクトの目的の中の知識ベースに適した表現の実践と一致する。そこには、単なる言葉の定義だけではなく次のようなことも含まれるだろう。我々は異常歩行の分析において、機器を用いるかどうかにかかわらず、正常化からの逸脱という観点を持ち、正常に近づくことを治療目的として持つことがある。しかし、正常パターンは病的歩行にとって、もしくはリハビリテーションの目的としては不適当であるかもしれないという示唆もある。我々はこの使い分けに関して明確な基準を持っているだろうか。Marshallら¹⁰⁾は、コンピュータ・シミュレーションにより、正常データの最適化の基準（例えば、関節トルクの総計を最小にする、セグメントの角加速度を最小にするなど）のどれを変化させた場合、代償パターンの固定した腓骨神経麻痺歩行、股関節固定術患者歩行に近づくかを検討している。これなどは、疾患別の動作分析に関する新し

い共通の知識といったものに寄与するであろう。

また、この他にも、可能性としては、分析者自身のスキルといった観点からのアプローチも考えられる。

これらのアプローチによって、これまで理学療法士のなかで共通了解とされてきたものを明らかにできるならば、はじめて、動作分析の技能が他の分野でも翻訳可能な技術となるのではないだろうか。

6. おわりに

理学療法の世界で動作分析と呼ばれるものに焦点をあてて、その問題点を明らかにしようとして試みた。

書くにあたっては、他の運動・動作・作業分析に関する成書、論文で詳しく論じられていることは必要最小限にとどめ、縮小再生産とならないように心がけたつもりだが、全体としてまとまりに欠ける内容となったことは否めない。

また、厳密さを欠き、中途半端となってしまう価値観の問題については、今後、行為(action)レベルも含めて考えていきたい。

引用文献

- 1) 中村隆一、齋藤宏:基礎運動学 第3版。
医歯薬出版.1987.
- 2) 中村隆一:中枢神経系の理学療法
- 3) 中村隆一、齋藤宏:臨床運動学 第2版。
医歯薬出版.1990.
- 4) 小浜逸郎、橋爪大三郎、竹田青嗣、村瀬学、
瀬尾育生:試されることば。JICC出版局。
1991.
- 5) Tommaso Leo and Sandro Fioretti.:
Assesment of clinical protocols, Human
Movement Science., 10:515-525, 1991.
- 6) 田中繁:動作の解析 理学療法 4(1):19-23,
1987.
- 7) 竹田青嗣:はじめての現象学.海鳥社.1993.
- 8) 村上陽一郎:科学のダイナミックス, サイエンス社, 1980.
- 9) ドナルド・ミッキー、ローリー・ジョンストン、木村繁訳:創造するコンピュータ
AI「人工知能」入門. TBSブリタニカ.
1985.
- 10) R.N. Marshall and L.S. Jennings.:
Performance objectives in the stance
phase of human pathological walking,
Human Movement Science., 9:599-611, 1990.