

ビデオを用いた運動イメージ再構築訓練の検討 —両側側頭葉前部外傷患者に対して—

宮口英樹¹⁾ 沖田一彦¹⁾ 横田則夫¹⁾
酒井 浩²⁾ 宮本省三³⁾

はじめに

運動イメージは、「実際に体を動かすことなく、心の中でその行為を遂行できる能力 (Roure 1998)」とされる。運動イメージを想起している間には、補足運動野、運動前野、一次運動野、帯状回、頭頂葉、小脳など実際の運動の計画、準備、実行に関与する脳領域が賦活されることから運動イメージは運動計画・実行の心的リハーサルだといわれている (内藤 2001)。例えば、実際に麻痺のある四肢では、運動イメージに要する時間が麻痺のない四肢と比較し長くなることが指摘されている (Sirigu 1995)。また運動イメージと長期記憶との関連も指摘されている (Farah 1984)。リハビリテーションの対象者には記憶に基づいた模倣動作などが障害される場合も少なくなく、例えば失行症とイメージ想起の関連も指摘されている (Roy, Hall 1992, Ochipa ら 1997)。運動イメージが行為のリハーサルを行う役割を担っているとすれば、このような運動イメージを再構成することによる治療介入には大きな可能性があると考えられる。

今回、右手が上手く使用できないとの訴えがあった両側側頭葉前部脳挫傷患者 1 名に対して、その原因を運動イメージがうまく使用できないとの仮説に基づいて認知運動療法の治療介入方法 (Pante 2001) をベースに運動イメージの再構築を目的にビデオを用いた評価・訓練課題の検討を行った。評価の内容と訓練経過について報告する。

1. 運動イメージに関する文献レビュー

運動や動作と運動イメージに関するいくつかの研究をみている。

1) 実際の運動と運動イメージ時の脳活動部位の比較

Decety ら (1988) は書字の遂行時とイメージ時の CBF 量を 18 名の右利き健常者で調べ、運動イメージのみでも両側前頭前野, PM, SMA, 小脳の血流活動を認めている。Grafton ら (1996) は、7 名の右利き健常者の手でものを握る動作およびイメージさせたところ、PET で両群とも側頭葉の活動を確認した。また Roth ら (1996) は 6 名の右利き健常者に手指の対立運動を行わせ、fMRI で運動イメージのみでも PM と psSMA の活動が認められたとし、運動イメージが運動コントロールに関与している可能性を示している。

2) 実際の運動と動作観察時の脳活動部位の比較

Cochin ら (1999) は、20 名の右利き健常者に示指と母指のピンチを行かせたところ、EEG で観察だけでも実行するのと同様の活動が運動皮質、前頭葉で確認されたと報告している。

3) 運動イメージと動作観察時の脳活動部位の比較

Decety ら (1994) は、6 名の右利き健常者に物体把握したイメージおよび把握動作観察時の PET マッピングを行い、運動イメージ時には、帯状回や頭頂下部など運動実行とプログラムに関連した部位、把握動作観察時には、視覚野の他に、帯状回、下側頭葉、下頭頂葉、基底核、小脳

1) 広島県立保健福祉大学, 2) 神戸大学医学部付属病院, 3) 高知医療学院

などの活動を認めている。

4) 運動イメージのみと運動+イメージの脳活動部位の比較

Deiber ら (1998) は、10名の右利き患者に示指と小指運動において運動イメージと運動に伴いイメージを併用させPETでその活動を調べたところ、運動+イメージでは、小脳、視床、対側の前頭葉、運動野で運動イメージのみの場合と比較し活動が増加していたが下前頭葉で減少していたとしている。

5) 行動の模倣と行動の認識に伴う脳活動部位の比較

Decety ら (1997) は、運動観察時において、模倣する意図があった場合には、中前頭回、前補足運動野など運動のプランに関連する部位が活動したと報告している。

以上の運動イメージに関する研究をまとめると、運動イメージによって補足運動野、運動前野、帯状回など実際の運動制御に関与する脳内部位が活動する。運動を観察するだけでも実行するのと同様の活動が見られる。ただし、運動観察時において、模倣する意図があった場合には、中前頭回、前補足運動野など運動のプランに関連する部位が活動し、ただ認識する場合と活動部位が異なる。イメージさせながら運動を行わせるとイメージのみの場合より活動が増加する部位がある、ということが分かる。運動イメージ時での側頭葉の活動は、頭頂葉や前頭葉と比較すると少ないが運動発現におけるネットワークを考慮すると側頭葉領域の損傷は運動イメージの想起に影響を与えることが予測できる。

2. 症 例

62歳、男性、右利き。

主訴：右手が上手く使えない。

現病歴：平成9年8月7日、工事現場で4階から転落。脳外科入院。左急性硬膜下血腫、両側頭葉脳挫傷。

頭部MRI画像では両側側頭葉前下方にT1W1にてlow、T2W1にてhighを呈する不整

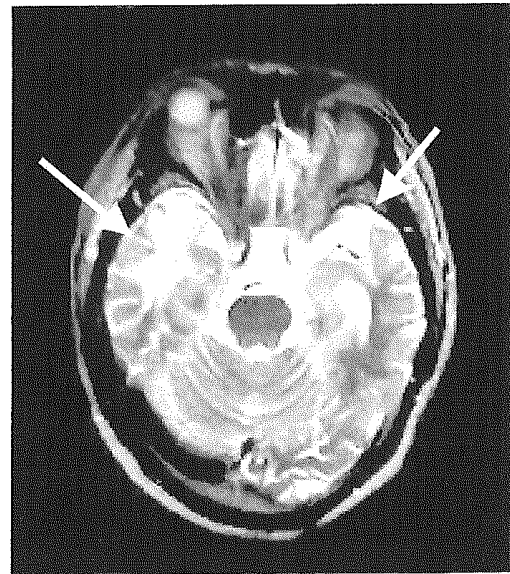


図1 頭部MRI画像

形 abnormal intensity area が認められた (図1)。臭覚過敏あり。約2ヵ月入院後、自宅退院。自立歩行可能だが右片足立ちが不可。右手が臀部に届かずお尻が拭けない。母指と環指、小指との対立ができない。

神経学的所見：意識清明、見当識正常。視知覚正常。発語、嚥下機能正常。握力右16.5kg、左20.5kg。筋緊張は、正常。感覚障害なし。

簡易上肢機能検査 (STEF) 右78/100、左87/100。

高次機能所見：レーヴン色彩マトリックス検査27/36。三宅式記銘力検査 有関係7-9-9、無関係1-2-4。ベントン視覚記銘力検査形式A 7/10。

症例の臨床動作観察を行ったところ次のような結果得られた。

- ・上肢の模倣動作をさせると関係ない関節を同時に動かしてしまうことがある。
- ・上肢の動作時に過度な筋緊張が認められることがある。
- ・運動の方向性に関するエラーが見られることがある。
- ・動いている関節に注意を向けることができるが、名称 (特に肘) が言えないことがある。

3. 訓練方略

症例は、明らかな失行症状は認められなかったが、上肢動作時にぎこちなさが認められた。また、症例は中学卒業以来、左官業に従事しており、かなり器用であったという点から考えても、ぎこちなさが受傷によるものであると判断された。そこで各関節の運動機能には問題がみられないが、運動を構成するイメージに問題があると考え、訓練方略を組み立てるにあたっては、運動の随意的発現には視覚、体性感覚、言語といった多種感覚の統合が必要であるとしてリハビリテーションの治療技法を示している認知運動療法の概念 (Perfetti ら 1998) を取り入れた。これは頭頂葉、前頭葉、側頭葉から構成される運動発現のシステムを再構築することを目的とする。

4. 方法

視覚 (ビデオの内容) から得られた情報から適切な身体の関節部位に注意を向けることによって体性感覚情報 (模倣) および言語情報 (可動している関節部位の言語化) に変換することができるかどうかを訓練および評価の方法とした。

上肢の単関節運動、2関節複合運動、3関節時系列運動の19課題をビデオテープに録画したものを作成し、症例の自宅のビデオ再生機を用いて訓練を行った。自宅での訓練を行うにあたっては、訓練の内容を説明し、特に模倣動作では関節部位の運動感覚を想起するよう指導し、実際に訓練室で内容を理解しているかを確認した後に実施した。1日の訓練回数は最低2回とした。

a. ビデオの内容

課題①～⑤ 単関節運動 (肩, 肘, 手関節のいずれかが可動するもの), 課題⑥～⑪ 2関節複合運動 (肩, 肘, 手関節のうち二つの関節が同時に可動するもの), 課題⑫～⑲ 3関節時系列運動 (肩, 肘, 手関節の運動がいずれかの順序で行われるもの) である (図2)。各課題は、2回ず

つ繰り返され、2回繰り返された後に指示の内容を実施するものである。各課題間には5秒～15秒の間隔をもうけた。全課題終了には約15分必要である。訓練および評価で用いた指示の内容は以下のとおりである。

1. 動いている関節 (肩, 肘, 手) の言語化 (課題①～⑪)
「動いている関節の名前を教えてください」
2. 運動順序の言語化 (課題⑫～⑲)
「動いた関節を順番に教えてください」
3. 動作の模倣 (課題①～⑲)
「実際に動きをまねしてください」

b. 評価

評価は、課題で用いた指示の内容に応じて、動いている関節 (肩, 肘, 手) の言語化および運動順序の言語化についてはその正誤数によって、動作の模倣においては使用する関節のエラー、運動方向のエラー、運動順序のエラーのいずれかに該当した場合の正誤数によって評価を行った。また、総合的な上肢運動機能の客観的評価として簡易上肢機能検査 (STEF) (満点100点) を用いた。これは、立方体やピン移動などを時間的に計測した10の検査から構成されるものであり、症例の年齢 (60-69歳) における右上肢の正常範囲は88-100である。

5. 訓練経過および結果

訓練は平成12年9月25日から11月2日まで実施し、評価はこの間5回行った。図3は動いている関節 (肩, 肘, 手) の言語化および運動順序の言語化の正解数をパーセントで示したものである。症例は、複数の関節に同時に注意を向け言語化することが可能であったが、身体部位の中で肘関節が他の部位と比較し表現しにくいと言った。運動順序の言語化では、初回評価時には75%の正解率で、これは肩と肘の運動順序を間違えることが多かった。しかし、訓練開始から3週間後には間違えることはなくなり、この頃から肘関節を言語化することが容易になってきたと言った。模

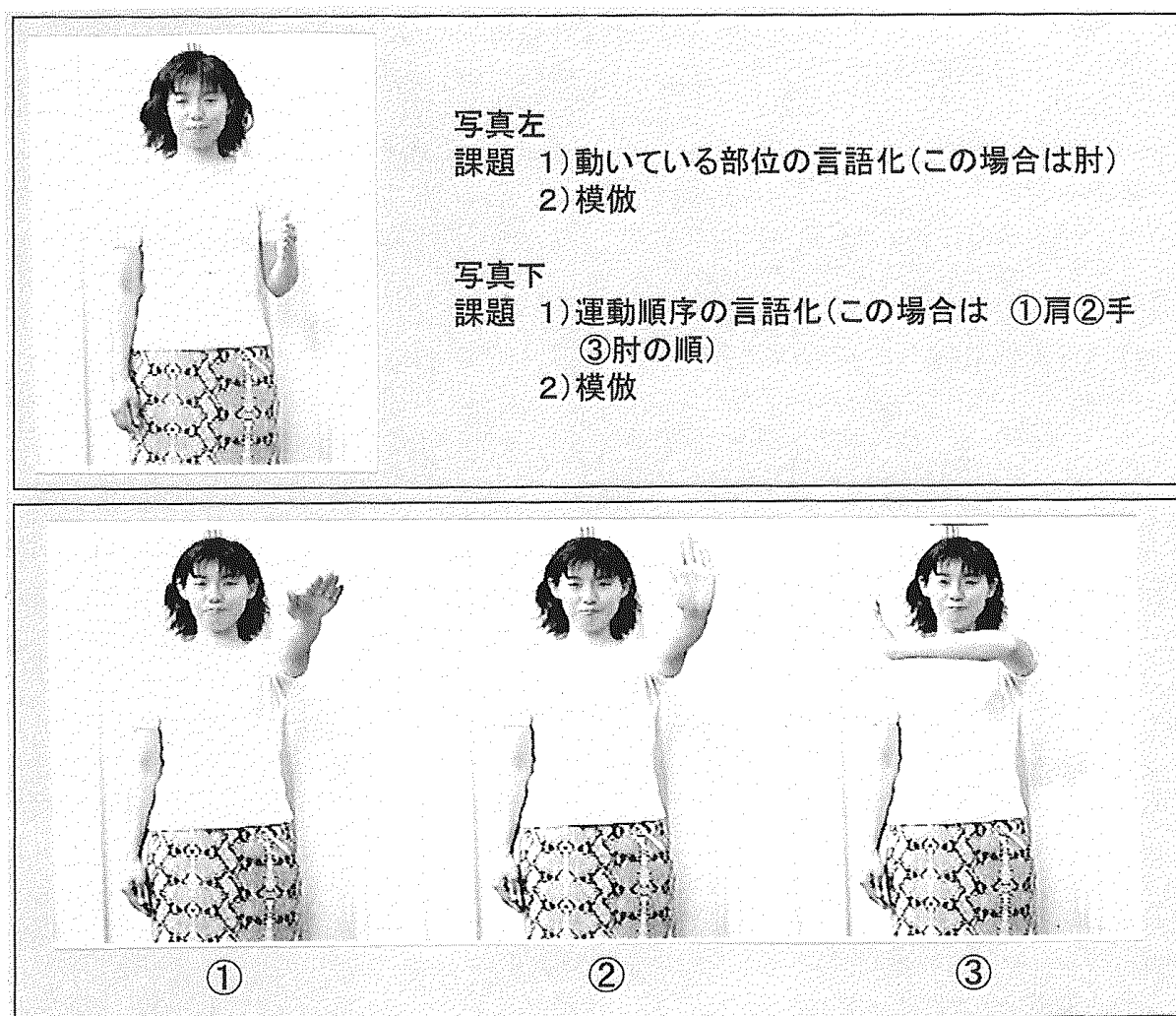


図2 訓練に用いたビデオ課題の例

倣動作は、課題の中で最も正解率が低かった。図4のように訓練開始から1ヵ月の間は正解率も60%程度で変化なく、動作時に過度な筋緊張が認められたり、動作時に関係ない関節を同時に動かしてしまったり（使用する関節のエラー）、運動の方向に関するエラーや運動順序のエラーが見られた。しかし、1ヵ月を経過した頃から正解率が80%になり最終評価時には90%を超えるようになった。この頃には、他人が行う単純な動作を模倣する際のエラーが少なくなってきた。

簡易上肢機能検査の成績は、初回評価時(9/25)右78,左87から最終評価時(11/2)右84,左89であり、訓練を行った右上肢機能は正常範囲には入っていないが得点の向上する割合が大きかった。

6. 考 察

本症例は、軽度の言語性、視覚性の記銘力の低下が認められたが、上肢の個々の関節運動機能には問題が認められず、失行的な要素も明らかではなかったことから、上肢が構成する運動空間イメージに問題があると仮定し治療介入を行った。運動イメージは、いわゆる運動時の筋感覚の「感触」を伴うイメージを含み、身体の形態や位置、関係などの内的な情報により形成される身体イメージ(身体図式)よりも能動的な意味を持っている。われわれは、臨床で身体を「イメージできない」患者に接することは少なからずあるが、「うまくイメージを使用することができない」と

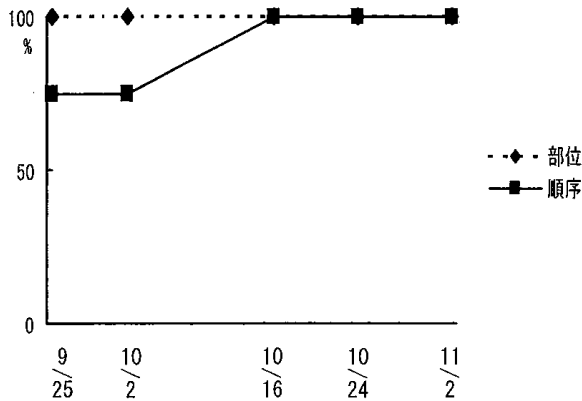


図3 動いている関節(肩, 肘, 手)部位と運動順序の言語化
縦軸: 正解率%, 横軸: 月日

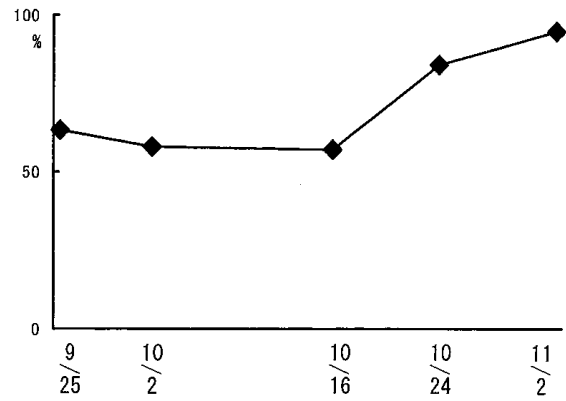


図4 運動の模倣
縦軸: 正解率%, 横軸: 月日

いう観点で患者をみる事がなかったように思われる。運動イメージの生成には、視覚、体性感覚、言語間の多種感覚モダリティによる情報の統合が関与していると考えられ、特に言語情報との統合において、Broca野が運動イメージの生成に関与している可能性が指摘されている (Rizzolatti 1996) ことは重要だと思われる。本症例では、視覚からの情報を言語化することと実際の模倣動作を通じて体性感覚として関節運動を意識することによって運動イメージの再構成を図ることを試みた。その結果、いずれの項目においてもエラーが減少し課題実施時の運動が訓練開始時と比較しなめらかになった。本症例では、今後記憶との関連を考慮しなければならないと思われるが、運動のぎこちなさのように原因となる病態を明らかにすることが困難な場合、運動イメージの再構成を視野に入れた治療介入を考慮することは有効かもしれない。そして、今後訓練効果を明らかにしていくためには、身体運動イメージを用いたリハビリテーションの効果判定のための研究デザインが必要だと思われ、検討課題としたい。

文 献

1) Cochin S, Barthelemy C, Roux S. et al. : Observation and execution of movement. Similarities demonstrated by quantified electroencephalography. Eur J Neurosci 11 : 1839-1842, 1999
 2) Decety J, Philippon B, Ingvar D. H. : rCBF land-

scapes during motor performance and motor ideation of a graphic gesture. Eur Arch Psychiatry Neurol Sci 238 : 33-38, 1988

3) Decety J, Perani D, Jeannerod M. et al. : Mapping motor representations with positron emission tomography. Nature 371 : 600-602, 1994
 4) Decety J, Grezes J, Costes N. et al. : Brain activity during observation of actions. Influence of action content and subject's strategy. Brain 120 : 1763-1777, 1997
 5) Deiber M. P, Ibanez V, Honda M. et al. : Cerebral processes related to visuomotor imagery and generation of simple finger movements studied with positron emission tomography. Neuroimage 7 : 73-85, 1998
 6) Farah, M J : The neurological basis of mental imagery : A componential analysis. Cognition 18 : 245-272, 1984
 7) Grafton S. T, Arbib M. A, Fadiga L. et al. : localization of grasp representations in humans by positron emission tomography. 2. Observation compared with imagination. Exper Brain Res 112 : 103-111, 1996
 8) 内藤栄一 : 運動実行と運動感覚を内的にシミュレートする運動イメージ。認知運動療法研究 1 : 10-33, 2001
 9) Ochiba C, Rapcsak SZ, Maher LM. et al. : Selective deficit of praxis imagery in ideomotor apraxia. Neurology 49 : 474-480, 1997
 10) Pante F : Use of motor imagery as a therapeutic intervention in cognitive therapeutic exercise

- (フランカパンテ：認知運動療法における治療介入としての運動イメージの使用). 認知運動療法研究 1 : 46-55, 2001
- 11) Perfetti C, 宮本省三, 沖田一彦：認知運動療法. 運動機能再教育の新しいパラダイム. 協同医書出版, 1998
 - 12) Rizzolatti G, Fadiga L, Gallese V. et al. : Premotor cortex and the recognition of motor actions. *Cog Brain Res* 3 : 137-141, 1996
 - 13) Roth M, Decety J, Raybaudi M. et al. : Possible involvement of primary motor cortex in mentally simulated movement. A functional magnetic resonance imaging study. *Neuroreport* 7 : 1280-1284, 1996
 - 14) Roure R, Coller R, et al. : Autonomic nervous system responses correlate with mental rehearsal in volleyball training. *Eur J Appl Physiol* 78 : 99-108, 1998
 - 15) Roy E. A, Hall C : Limb apraxia : A process approach. In L. Proteau & D, Elliott (Eds.), *Vision and motor control* (pp. 261-282). Amsterdam:Elsevier, 1992
 - 16) Sirigu A, Cohen L, et al. : Congruent unilateral impairments for real and imagined hand movements. *Neuroreport* 6 : 997-1001, 1995