

身体感覚の生起における頭頂葉の役割

○鶴谷 奈津子(つるや なつこ), 大東 祥孝
京都大学大学院 人間・環境学研究科

(要旨) 右上肢の身体感覚・運動感覚に違和感を訴える左後頭頂葉脳腫瘍例において、視覚/運動手がかりを付加した親指探し試験を実施した。結果、閉眼時と比較して有意に成績が向上したのは運動手がかり条件であった。閉眼時の把握動作の困難は深部感覚情報に基づく身体の状態評価の失敗が原因であり、自発的運動により生じた信号が状態評価を改善させたと考えられた。本症例は、Wolpert et al.(1998)の提唱した頭頂葉の身体表象維持機能を支持するものと思われる。

Key words: Body schema 内部モデル 頭頂葉

1. はじめに

身体認識を担う脳内基盤として、神経心理学の分野では古くから‘Body schema’が議論されてきた。頭頂葉病変に伴い多様な身体関連症状が生じることから‘Body schema’と頭頂葉の関わりが推測されたが、その機能の詳細については明らかではない。近年の研究では、‘Body schema’の機能を二分して捉える傾向にある。すなわち、身体に関する知識を蓄える長期記憶的機能と、現在の身体の状態を把握するオンライン情報処理機能である。特に後者は行為の実行に必要とされる重要な機能であり、多くの研究がなされている。

身体のオンライン情報処理を説明する1つの枠組みとして、内部モデル理論が提唱されている。内部モデルとは、身体も含む外界の事象(運動制御など)を脳内で表象する中枢神経系システムであり、運動における入力(感覚フィードバック)・出力(運動命令)情報が利用される(図1)。内部モデルでは目的の異なる2つのモデルが考えられている〔①順モデル:運動命令の遠心性コピーを利用し、運動の結果を予測、②逆モデル:目的の状態を達成するための運動命令を計算〕。この理論により、視覚失調・幻影肢・させられ体験など、身体と行為に関わる様々な病態が説明されている(Blakemore et al., 2002)。

なかでも Wolpert et al.(1998)は、身体感覚が数秒で消失する特異な症状の解釈に内部モデルを利用した。症例 PJ は左頭頂葉損傷により右上肢が「勝手に動いている」、「見ずにいると消えてしまう」などの体験を訴えた。また、閉眼条件下での重さ知覚・位置覚・握力の維持において、初期は正しく知覚・出力が可能だが、どの場合も数秒で感覚が消失してしまう。ただし重りや触点の移動は報告でき、視覚フィードバックがあれば運

動を正しく遂行できる。Wolpert はこれらの症状を、内部モデルにおける状態評価の貯蔵メカニズムの異常に基づく身体表象維持能力の障害とみなし、後頭頂葉の関与を示唆した。

本研究では、PJ と同様に左頭頂葉の脳腫瘍によって右の上下肢に身体感覚の異常を訴えた症例について報告し、身体を表象する内部モデルの働きについて考察した。

2. 症例

2.1 プロフィール

TT. 検査時 14 歳、右利き男性。

[現病歴] 2003年12月、右側にあるものを認識できない、左右の区別ができないなどの症状が現れた後に嘔吐、全身性の痙攣発作を認め入院。この際の頭部 CT・髄液検査では異常はみられず、脳波にのみ異常所見を認めた。抗痙攣剤の内服を継続していたが、2004年2月にMRIにて左頭頂部に脳腫瘍と思われる病変を認めた。同年5月頃から暗記が困難となり、成績が低下。以後、発作が重積化し再入院、MRIにて脳腫瘍を疑われ、京都大学付属病院へ転院。

[既往歴] 正常分娩。1歳6ヶ月、風疹。4歳、左片側聾。12歳、右一過性難聴。

2.2 各種所見

[画像所見] 左頭頂葉を中心に後頭頂葉に広がった脳腫瘍が認められる。

[神経学的所見] 右同名半盲および左聴力の欠如。右上肢において軽度の Barre 徴候(回内)がみとめられたが、感覚知覚、握力は正常。両手ともに、立体認知が可能。触覚性消去なし。拇指探し試験にて、右手を把握対象とした場合に約10cm上方を掴もうとする反応がみられた。

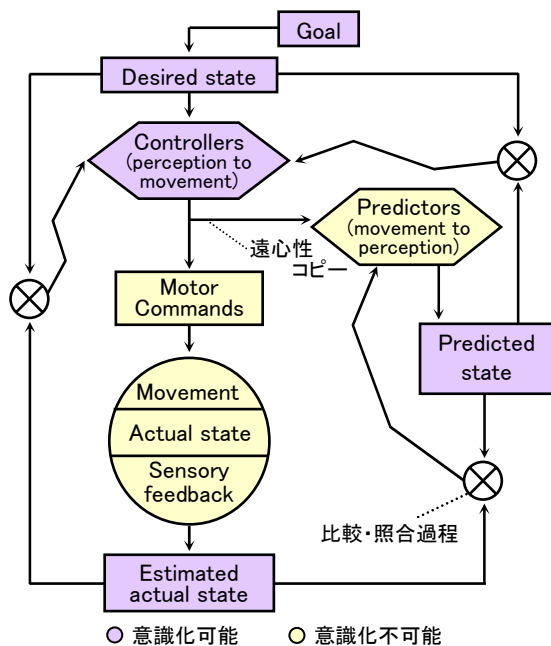


図1 内部モデル: Blakemore et al.(2002)より改変引用

[神経心理学的所見] 意識清明、行動不全なし。MMSE 26/30。失算、失書、手指認知障害。右上下肢(主に右上肢)に対して、「じっとしていると、ちゃんと腕があるという感じが薄れる」「(運動時に)思い通りに動いている気がしない」などの違和感。また、横になり安静にしている状態では、右上肢の肥大あるいは浮遊のような感覚が生じる。いずれの場合も、当該部位を注視すると違和感は消失する。

3. 実験

本例の右上肢に対する違和感を調査するため、左右手で遂行に違いを観察された拇指探し試験を系統的に実施した。

【手続き】 片手の親指のみを伸ばし、両手を膝の上に乗せた状態を試行開始時の姿勢とした。口頭で試行開始を告げ、検査者はターゲットとなる腕の手首部分を持ちランダムに動かした後、特定の位置で固定。検査者の「はい」という合図でターゲットの指を反対の手で掴むよう求めた。ターゲットの位置には、患者の身体を中心として垂直軸を右・中心・左、水平軸を上・中・下と分けし、さらに体から遠い場合(肘が伸びきった状態)と近い場合(肘が曲がった状態)に分類した。各ターゲット位置につき1試行設け、試行数は1条件につき垂直軸(3)×水平軸(3)×遠近(2)の18試行。

【条件】 TTの親指に対する把握動作がどのような要因により困難となっているのか検討するために、2つの手がかり条件を設けた。

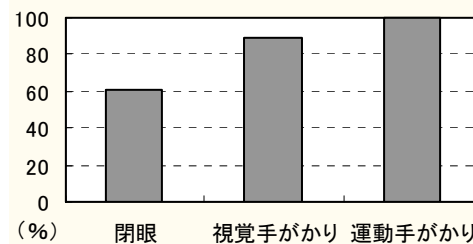


図2 拇指探し試験における各条件(右手)の正答率

- ①閉眼条件: 上記の課題を目を閉じた状態で行う。
- ②視覚手がかり条件: ターゲットの移動が止まるまで追視し、把握段階のみ目を閉じる。
- ③運動手がかり条件: 目を閉じた状態だが、ターゲットが停止した後に合図に伴い自発的に親指の屈伸運動を行い、その後で把握。

以上の3条件について、左右各手をターゲットとして課題を行った。

4. 結果と考察

全条件でターゲット位置の効果はなかった。手の左右別に各条件の正答率を算出したところ、左手をターゲットとした場合は全条件で正答率が100%であった。右手をターゲットとした場合を対象として、閉眼条件(61%)と各手がかり条件の正答率を比較したところ(図2)、運動手がかり条件(100%)の正答率が有意に高いことが示され($\chi^2(1)=7.8$, $p<.01$)、一方、視覚手がかり条件(89%)では有意傾向ではなかったものの閉眼条件との成績差は有意ではなかった($\chi^2(1)=3.2$, $.05<p<.1$)。

TTは閉眼状況での物品に対するリーチングが可能であったことから、目標位置への到達動作自体には問題がないと考えられる。よって、今回の課題ではターゲットとなる指の位置の計算、すなわち深部感覚に基づいた身体の状態評価が困難であったと考えられる。Wolpert et al.の症例と同様に、本例においても運動信号の生起により状態評価の改善が観察されたが、視覚手がかりは有意な効果をもたらさなかった。この原因としては、視覚に基づく座標系と深部感覚に基づく座標系という2種類の身体座標系の存在が考えられる。本例では後者の座標系が障害されており、前者の情報がうまく統合されなかったのかもしれない。あるいは、運動手がかりは自発的運動であったため、運動意図に伴い発生した遠心性情報が状態評価の処理を活性化させたのかもしれない。

<文献>

- Blakemore SJ et al. (2002) Trends in Cognitive Science, 6, 237-242
Wolpert D et al. (1998) Nature neuroscience, 1, 529-533.