

# 脳性まひ者の直立姿勢の安定に及ぼす動作法の効果 — 光学的流動により引き起こされる身体動揺との関連 —

干 川 隆

## The Effects of Dohsa-hou for Person with Cerebral Palsy on Body Sway Induced by Optical Flow.

Takashi HOSHIKAWA

(Received October 1, 2010)

The purpose of this study was to examine effects of Dohsa-hou on standing posture of person with physical handicaps induced by optical flow. The stability of the standing posture and weight distribution was measured using a High-Reso Mat sensory system. After four sessions of relaxation and “Tate system” training, the subject had a more stable standing posture indicated by an increase in standing time for herself. The analysis of the results indicated the subject swayed and fell down when she viewed optical flow. Results indicated that optical flow induced the subject to fall down and that the standing time in the forth session increased than that of the first session, and that the weight distribution in the forth session changed more stable than in the first session. In the interview, the subject described a fear of falling down. These findings suggest that change of action through Dohsa-hou affects the perception of optical flow and closely relates with emotion.

**Key words :** person with cerebral palsy, body sway, optical flow, Dohsa-hou, emotion

### I. 問 題

運動制御や姿勢の問題は、外乱刺激に対する身体の支持と反応にかかわる入出力神経機構としての中枢制御モデルによる検討が行われてきた。しかし、最近では発達に寄与する環境的な要因と外部情報と内部表象との相互作用への意識の増加から、運動発達の研究枠組みとしてシステムアプローチが提唱されてきた(Reed, 1982, 1988; Thelen & Smith, 1998; Woollacott & Shumway-Cook, 1989)。これは、障害をもたない乳児が自己産出的な動きと奥行き知覚が密接に関連していること(Campos *et al.*, 1997)や発達過程と光学的流動による影響とが密接に関連していることなどから、固定した段階としての発達としてとらえるのではなく、環境の資源としての組織化の概念が用いられるようになってきている(Thelen & Smith, 1998)。

脳性まひ者の姿勢に関する研究においても中枢神経系の問題としてではなく、むしろ同じ運動発達レベルの分析(Woollacott, Burtner, Jensen, Jasiewicz, Roncesvalles, & Sveistrup, 1998; Burtner, Qualls, & Woollacott, 1998)や同じ姿勢をとらせたときの分析(Woollacott

*et al.*, 1998; Burtner *et al.*, 1998; Sienko-Thomas, Moore, Kelp-Lenane, & Norris, 1996; Brogren, Forssberg & Hadders-Algra, 2001)から、障害のない人との共通点が強調されるようになってきており、環境との関係づけとしての多様なシステムの相互作用による説明が行われるようになってきた(Mattiello & Woollacott, 1998)。このような中枢モデルからシステムアプローチへの移行は、脳性まひ者(児)に対する神経生理学に拠らない治療的な介入の可能性を示唆するものである(Burtner *et al.*, 1998; Sundermier, Woollacott, Roncesvalles, & Jensen, 2001; Hadders-Algra, 2001)。

脳性まひ者と知覚との関連について、最近では中枢神経系の障害の観点よりもむしろ姿勢や動きに制限があることで、認知発達の障害を生じることを示唆した研究がみられるようになってきた(干川, 1993, 2000; 干川・大神, 1989; 佐藤, 1986; Wedell, Newman, Reid, & Bradbury, 1972)。Wedell *et al.* (1972)は、大きさの恒常性が脳性まひ児の生活年齢ではなく、一人で移動できるようになってからの経験の長さに関連していることを示した。佐藤(1986)は、脳性まひ児の身体の緊張と垂直判断の逸脱の方向が感覚-緊張場理論に従うことを示した。さらに干川(1993)は、自分

の身体を基準としたときあるいは人形を基準としたときの上下左右前後などの方向指示の得点が寝たきり群よりも立位・歩行群の方が高かったことから、動作レベルが高いほど方向指示が正確であることを示した。したがって脳性まひ児者の姿勢や動きを詳細に検討することは、障害のない人が1年の過程で習得する姿勢と認知発達の過程を詳細に分析することを可能とするものである(川間, 2002)。

脳性まひ者の姿勢や動きの有用な援助法として動作法がある。動作法は、脳性まひ児の動作不自由の分析から、“意図-努力-身体運動”の一連の心理過程を“動作”と定義し、心理学的な立場から動作変容を目的とした指導法である(成瀬, 1973)。今日、動作法による姿勢や動作の改善の事例報告は枚挙にいとまがない(例えば、千川, 1987; 谷, 1993)。その中で佐藤(1986)は2名の脳性まひ児に対して動作法を実施し、緊張が軽減し立位姿勢が安定するにつれて垂直判断の誤差が小さくなることを示した。千川・大神(1989)も、4名の脳性まひ児に対して動作法を行い、垂直判断が正確になるという結果を得ている。熊谷(1966)は、先天性ミオパチーの9歳児に動作法を実施し、安定した歩行ができるようになった結果、手の操作範囲外にある対象についても左右弁別が可能となった事例を報告し、左右弁別の手がかりとして、安定した姿勢・動作を自主的に使うことを示した。これらの研究の意味するところは、身体軸の形成が外界の知覚や認知にとって重要であるということである。

知覚と行為との相互作用を検討するための一つの方法は、光学的配列の流動による姿勢への影響に関する研究である。光学的配列の流動は、遠近法的構造をもち、その流動によって人は対象の動きだけでなく自分自身の動きをも知覚することができる(Gibson, 1979)。この光学的配列の流動による姿勢への影響は、これまでベクションの知覚に関する研究や、誘導される自己の運動感覚に関する研究として検討されてきた(Dichgans & Brandt, 1978; 狩野, 1991を参照)。光学的配列の流動が運動感覚と同様な情報を提供することは、Leeらによって検討されてきた(Lee & Aronson, 1974; Lee & Lishman, 1975; Lishman & Lee, 1973)。Leeらの実験は“動く部屋”と呼ばれる装置を用いたものであった。この装置では、被験者は動かない床の上で、前後に動く三方の壁と天井に囲まれて立っていた。例えば、前方の部屋の動きは、観察者に身体が後ろに倒れるかのような光学的配列の流動を生じ、動きと同方向の身体動揺を生じた。

それでは動く部屋は、障害のある子どもの立位姿勢にどのように影響を及ぼすのであろうか。先行研究はわずかにダウン症児と脳性まひ児を被験者とした研究

だけである。Butterworth and Cicchetti (1978)は、29.8ヶ月から41.8ヶ月(立位保持の年齢が1.25ヶ月から19.5ヶ月)のダウン症児と立位経験の月齢が対応した障害のない被験者(14.0ヶ月から34.1ヶ月)に動く部屋を用いて姿勢に及ぼす視覚の影響を検討し、ダウン症児が障害のない子どもよりも立位で視覚的な影響を受けること、立位経験が長くなるにつれて視覚的な影響を受けなくなることを示した。一方、Nashner, Shumway-Cook, and Marin(1983)は、支持面と視覚的な流動の両方が移動したときに脳性まひ児が姿勢に影響を受けること、特に運動失調型の脳性まひ児が倒れてしまったことを示し、運動失調型の脳性まひ児が主に感覚組織に障害をもつためであるとしてその原因を考察した。しかし今までの動く部屋を用いた研究は、同一被験者の中で訓練によって姿勢が安定したときに、光学的流動がどのように身体動揺に影響を及ぼすかについては検討していない。わずかに、千川(2000)は、脳性まひ児の立位の指標として“傾く部屋”による光学的配列の流動によって引き起こされる身体動揺を重心計で測定し、動作法によって身体動揺が減少することから自己の身体操作の変化がアフォーダンスの知覚に影響することを示唆した。千川(2000)の被験者は自分で立って歩くことができる被験者であったが、かろうじて一人で立てる人にとって光学的配列の流動がどのような影響を及ぼし、さらに動作法によって立位姿勢が安定したときに、光学的配列の流動により引き起こされる身体動揺はどのように変化するのであろうか。

そこで本研究は、一人で立ち続けることの困難な一人の脳性まひ者を対象に動作法を実施し、その過程での光学的配列の流動が身体動揺に及ぼす影響を調べることを目的とした。著者は研究に先立ち、1)動作法により立位姿勢が安定するであろう、2)一人で立ち続けることの困難な脳性まひ者にとって光学的配列の流動は、倒れるほどの身体動揺を生じるであろう、3)立位姿勢の安定に伴い光学的配列の流動による立位姿勢への影響が減少するであろう、と予想した。

## II. 方法

### 1. 被験者

被験者は一人で立位姿勢をかろうじて保持することができる27歳の女性Aさん(以下A)であった。Aは1歳6ヶ月のときに脳性まひ(アテトーゼ型と痙直型との混合型)と診断された。小学校2年生のときから動作法による月例会をはじめ、小学校3年生から高等学校までは年に2,3回心理リハビリテーションの集団

集中訓練（キャンプ）に参加してきた。その成果として小学校6年のときには十数歩一人で歩くことができてようになっていた。大学卒業後は自宅でコンピュータを用いたメンテナンス業務をしている。大学卒業後は、1週間キャンプに参加することはなくなり、Aは200X-2年より、日頃の仕事による肩こりや腰痛、腱鞘炎の改善を主訴として来談し、原則として月に1回の割合で動作法による支援を受けてきた。移動は主に車椅子を使用し、日常生活動作において入浴洗面の介助を必要としている。なお、研究に際しては本研究の主旨を説明し、同意を得た上で200X年7月、9月、11月にベースライン（以下BL）としての身体動揺の測定と、200X+1年7月に週1回の割合で計4回の身体動揺の測定と光学的配列の流動にさらされたときの身体動揺の測定を行った。

被験者の動作の現況として、Aは援助者によって立位姿勢をとり、うまく立てるときには1分程度一人で立てるが、一人で立ち上がり立位姿勢をとることは難しい状況であった。一人で歩行することは難しく、手すりにつかまれば数歩移動することは可能であった。Aは立位では膝を完全に伸ばすことは難しく、股関節に力を入れて膝が内側に入り、尖足になりがちであった。移動は主に車椅子を利用し、車椅子の乗り降りは一人でできていた。四つ這いで移動すること、坐位や膝立ち位の保持は可能であった。

## 2. 用いた刺激と身体動揺の測定

### 1) 装置

被験者の立つ台の上には身体動揺を測定するためのシートが設置されていた。このシートは、足底圧分布測定システム（ニッタ製 High-Reso Mat システム）の圧力センサーであり、大きさが440mm×480mm、分析能は5mmで圧力センサーが配置されていた。サンプリングタイムは20Hzであり、足底圧力分布測定システムから得られたデータは、インタフェースボードを介してパーソナルコンピュータ（IBM製 Thinkpad T23）により処理され、荷重中心位置として算出された。

### 2) 刺激

刺激はコンピュータソフト（Macromedia Flash MX）により作成した光学的流動パターンであり、黒地に20個の白い点が画面の外周上から中心に向かって1.0秒の速度で移動するものであった（なお、点の直径は1024×768ピクセルの画面の外辺で20ピクセルであり、中心では0.8ピクセルに縮小するようになっていた）。20個の点は0.33秒ごとに外周から中心に向かって移動し、80個の点が同時に中心に向かって移動しているように見えるものであった。刺激はパーソナルコン

ピュータ（Sony製 PCG-R505X/PD）からデータプロジェクター（Sony製 VPD-MX10）により被験者の前にある白いカーテンに投影されるようになっていた。カーテンは被験者を取り囲むように被験者の前方90cm、側方120cmの位置に設置され、カーテンに投影された刺激の視角は、水平180°、中心部で垂直80.2°、周辺部で垂直73.7°であった。刺激の中心は被験者の眼の高さの位置に合わせられた。装置と被験者の関係は、Figure1に示す通りであった。測定はプレイルームを遮光性のカーテンを使用して光が入り難い状況を作り、その中で刺激を提示することによって行われた。

## 3. 測定の手続き

### 1) ベースラインの測定

ベースライン（以下BL）の測定は、援助者が被験者を援助しながら立位姿勢をとらせ、バランスをとれたところで補助の手を離すという仕方では動作法の前後に一人で立位姿勢を保持するときの身体動揺の測定を行った。このとき足の幅は10cmの間隔をあけて立ちやすい位置で立つように指示した。動作法の前では1試行、動作法後はBL1では2試行、BL2とBL3ではそれぞれ3試行測定を行った。測定では疲労を考慮して一人で立位姿勢を保持する場合を最大で60秒までとした。

### 2) 光学的配列の流動による身体動揺の測定

月に1回の割合では、顕著な変化を生じることが難しいと判断し、200X+1年7月に週に1度の割合で計4セッションにわたって、動作法の前後で1)一人で立位姿勢を維持するときの身体動揺の測定と、2)光学的配列の流動にさらされたときの身体動揺の測定を各セッションで2～3試行実施した。1)の測定は、BLの測定と同様な手続きであった。2)の測定では、被験者は援助されながら立位姿勢をとり、光学的配列が流動する中で援助者が手を離してから倒れるまで（倒れる方向に荷重中心が移動する直前）の身体動揺を測定

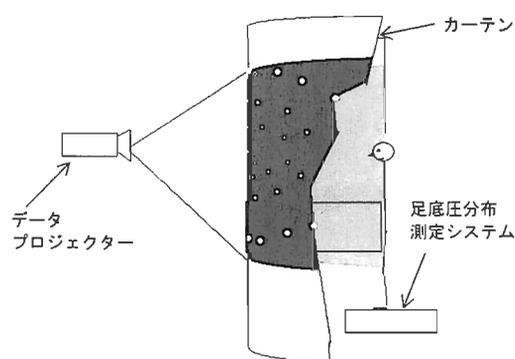


Figure 1 実験装置と被験者の概要

した。すべての測定が終了した後に被験者は、内省報告が求められた。

### 3) 姿勢保持時間の測定

一人で立位姿勢をどの程度保持できるかの姿勢保持時間は、足底圧分布測定システムの上で身体動揺を測定しているときの様子を、デジタル8mmビデオカメラを用いて測定し、撮影されたビデオを分析することに算出された。このときのサンプリングタイムはビデオカメラに測定されているカウンター(33.33ms)を元に1秒単位で算出した。

## 4. 動作法の手続き

動作法の手続きは以下の通りであり、BLセッションと実験セッションでも動作法の課題は同じ内容であった。なお、動作法では著者が援助者(以下トレーナー)として援助した。このとき力を弛める課題のときにトレーナーは、Aが自分で力を弛める実感が持てるように他動的に動かさすぎないように援助した。また、動きの課題のときにトレーナーは、間違った動きのときは抑え正しい動きのときは増幅しながら、実際にさわりトレーナーのつかんだ所感をその都度言語化して確認しながら進めていった。

### 1) 全身のリラクセーション

まず全身の力を抜く感じを促すために、あぐら坐位での背反らせ、躯幹ひねりを行った。あぐら坐位の背反らせ課題は上体を後方・左右に弛めることであった。

### 2) 肩周りと腕の弛め

Aが日頃のコンピュータ作業のために肩こりを主訴としていたことから、あぐら坐位での肩の反らせ、上下の動き、肩胛骨の下の弛め、また臥位での肩周りの弛めと腕あげ・肘の屈伸ばしの単位動作課題を行った。

### 3) あぐら坐位・膝立ち位での腰の前後の動き

肩こりをはじめ肩周りに緊張が強いことは、Aが腰を上手に伝えておらず肩でバランスをとるために生じることから、あぐら坐位で上体を前方・左右にゆっくり倒しながら股関節の弛めを行った。股関節や腰を弛めてから、あぐら坐位で腰を後方に落としてまた直の姿勢まであげていく腰を前後に動かす課題を行った。

### 4) 立位での踏みしめ

立位姿勢をとり補助しながら前(足の指の付け根)と後ろ(かかと)で踏みしめること、左右での踏みしめ、片脚に体重をのせておいての内側と外側の踏みしめている感じの違いを確認した。

## 5. 分析方法

結果は、1)立位姿勢の保持時間、2)両足で立位姿勢保持時の身体動揺、3)左右の足のバランス、から分

析することにした。

### 1) 立位姿勢保持時間

立位姿勢保持時間は、デジタル8mmビデオカメラによって撮影された記録をコマ送りで分析することにより、補助の手が放された時間から倒れそうになって補助の手がかかるまでの時間を立位姿勢保持時間とした。

### 2) 両足での立位姿勢保持時の身体動揺

両足での立位姿勢保持時の身体動揺は、①Y方向での移動距離(立位時の前後方向の身体動揺の最大と最小の範囲)、②X方向での移動距離(立位時の左右方向の身体動揺の最大と最小の範囲)、③Xの距離とYの距離によって囲まれた面積、④単位軌跡長(10秒間に移動した累積移動長)、⑤平均面積(両足の接地している面積)、⑥平均面積の分散(接地している面積のばらつき)、であった。

### 3) 左右の足のバランス

対象者の場合に立位姿勢をとるには、左右の足でうまく踏みしめて立つことが必要であった。このため、立位姿勢の安定性を調べるもう一つとして、右足左足のそれぞれの接地面積の違いと、荷重のバランス(全荷重を100%としたときのそれぞれの足の荷重の割合)を指標とすることにした。

## Ⅲ. 結果

### 1. 動作法による主な変化

わずか4セッションであったが、日頃、Aは肩こりの原因となっていた肩周りの力を弛めることができ、セッション4では以前のような肩の慢性緊張を感じることはなくなった。また、それまであぐら坐位を保持し続けるのも困難であるように股関節に力を入れて膝が上がってきてしまっていたが、膝を床に踏みしめるように力を入れることができてきた。股関節や腰の弛緩に伴い、あぐら坐位で腰を前後に動かす感じが明確になっていった。

立位では、前後左右に踏む感じや、片脚に体重をのせて内側と外側で踏みしめる感じも明確になり、立位までのつかまっの立ち上がりも以前よりも支援が少なくなっていった。

### 2. ベースラインセッションにおける立位姿勢の安定

#### 1) 姿勢保持時間

3回のBLセッションでの直立姿勢を一人で保持できる姿勢保持の時間を示したものが、Table 1である。Table 1では実験試行前の4ベースラインセッションの

Table 1 BL 期における動作法の前後での姿勢保持時間の変化

BL		平均保持時間	各試行の時間
1	PRE	46.0	
	POST	48.5	37, 60
2	PRE	23.0	
	POST	36.3	20, 29, 60
3	PRE	24.0	
	POST	46.0	30, 48, 60

Table 2 実験試行での立位姿勢保持時と OF 時における動作法の前後での姿勢保持時間の違い

セッション	立位姿勢時			光学的流動時	
		平均保持時間	各試行の時間	平均保持時間	各試行の時間
1	PRE	30.7	7, 25, 60	7.7	3, 4, 16
	POST	54.4	37, 41, 58	2.7	2, 2, 4
2	PRE	60.0	60, 60	6.7	3, 8, 9
	POST	60.0	60, 60, 60	14.3	3, 10, 30
3	PRE	51.0	42, 60	7.0	6, 8
	POST	60.0	60, 60	8.3	3, 5, 17
4	PRE	60.0	60, 60	11.3	2, 5, 27
	POST	60.0	60, 60, 60	19.3	4, 8, 46

動作法前後の変化を示している。BL での 3 回の動作法前の平均保持時間は、31 秒 (23 ~ 46 秒) であったが、動作法後は平均で 43 秒 (20 ~ 60 秒) に増加していた。

## 2) 両足での身体動揺の変化

次に両足での身体動揺の変化を動作法の前後で比較すると、Y 方向の移動距離では差はないものの① X 方向の移動距離では動作法前に平均で 7.39cm だったものが、動作法後には 9.88cm へと増加していた。② 単位軌跡長では動作法前に 3.04cm だったものが動作法後には 3.61cm であった。また平均面積の動作法の前後では著しい差は見られなかったが、③ 接地面積の分散において、動作法前に 10.38 だったものが動作法後には 8.78 へと減少していた。

また、動作法の前後の枠をこえてすべての試行をみたときに、試行に 20 ~ 60 秒の範囲でばらつきがみられた。このため、短期姿勢保持試行 (30 秒以内に倒れた試行でばらつきの大きい 1 試行を除く 4 試行) と長期保持試行 (45 秒以上保持できた 5 試行) を比較することにした。その結果、① 単位軌跡長は短期姿勢保

持試行で 3.38cm だったものが、長期姿勢保持試行で 3.19cm へとわずかに減少していた。② 接地面積の分散は 10.27 が 8.00 へと減少していた。それ以外には著しい差異はみられなかった。

## 3) 左右の足のバランスの変化

動作法の前後における左右のバランスの違いをみるために、① 左右の接地面積の違いを動作法の前後で比較すると動作法前に、平均で左 67.55cm<sup>2</sup>、右 58.50cm<sup>2</sup> であったものが動作法後には、左 63.67cm<sup>2</sup>、右 61.62cm<sup>2</sup> と右足の接地面積が増えている。荷重の左右の割合をみると、動作法前に左 46.69% だったものが動作法後には 50.60% へと変わっていた。

次に、2) の分析と同様に長期と短期保持試行を比較すると① 左右の接地面積の違いは、短期試行では、左 66.15cm<sup>2</sup>、右 55.59cm<sup>2</sup>、長期試行左 66.57cm<sup>2</sup>、右 62.89cm<sup>2</sup> であった。また左右の足への荷重の割合では、短期試行で 49.37%、長期試行で 48.30% と差はみられなかった。

### 3. 実験試行における動作法の前後での変化

#### 1) 姿勢保持時間

実験試行における姿勢保持時間は、Table 2とFigure 2に示す通りであった。Table 2、Figure 2から明らかなようにセッション1で30.7秒が45.4秒へ、セッション2と4では動作法の前後でも60秒間姿勢を保持することができた。セッション3では、51秒が動作法後に60秒へとわずかに増加しており、動作法後に姿勢保持の時間が増えておりセッション1よりも他の試行で保持する時間が長かった。

#### 2) 両足での身体動揺の変化

① X方向の移動距離では、動作法前に平均5.86cmだったものが動作法後に6.34cmと増加していた。しかし、セッション2ではX方向の移動距離が動作法後に減っていた(Figure 3)。② XとYの最大値最小値によって囲まれた面積の大きさは、動作法前に平均49.59cm<sup>2</sup>だったものが動作法後には平均53.51cm<sup>2</sup>へと増えていた。これも増えたセッション(1と3)と減ったセッション(2と4)があった。③ 単位軌跡長では、動作法前に3.99cmだったものが動作法後には3.80cmとわずかに減少していた。セッションごとの変化を見るとセッション1では動作法により単位移動距離が著しく減少していたが、その後はほとんど変化が見られていなかった。

④ 両足の接地面積の動作法の前後の変化は、セッション3,4ではわずかに減少がみられたが、セッションにわたっても動作法の前後においても著しい変化は見られなかった。また、両足の接地面積の分散からみた動作法の変化では、姿勢保持時ではセッション1と3では増加を、セッション2と4では減少することが示された(Figure 4)。

#### 3) 左右の足のバランスの変化

左右での動作法の前後での違いを見るために、①左

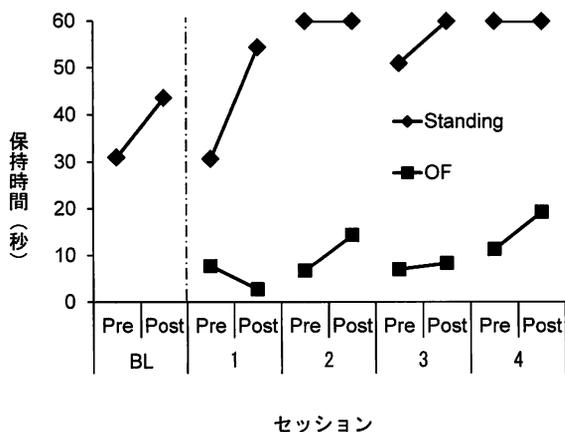


Figure 2 姿勢保持時とOF時の動作法の前後での姿勢保持時間の変化

右の足の接地面積と②左右の荷重の割合を算出した。①については、動作法前に左で平均66.78cm<sup>2</sup>、右で平均62.69cm<sup>2</sup>だったものが、動作法後には左で平均67.75cm<sup>2</sup>、右で平均62.89cm<sup>2</sup>とほとんど差がなかった(Figure 5)。②について左右の足にかかる荷重の割合を示したものがFigure 6である。Figure 6から明らかなように、動作法前に左足にかかる荷重が全体の46.90%であったが動作法後でも左足にかかる荷重は46.55%でほとんど変わらなかった。セッション1では左足に動作法前に48.79%荷重していたものが、動作法後に45.08%へとわずかな変化を示していた。セッション3,4では左足に45%加重している割合は動作法の前後でも変わらなかった。

### 4. 光学的流動にさらされたときの身体動揺の変化

#### 1) 姿勢保持時間

また、光学的流動のないときのセッション1から4までの平均姿勢保持時間が55.5秒であったのに対して光学的流動にさらされたとき(Optical Flow時:以

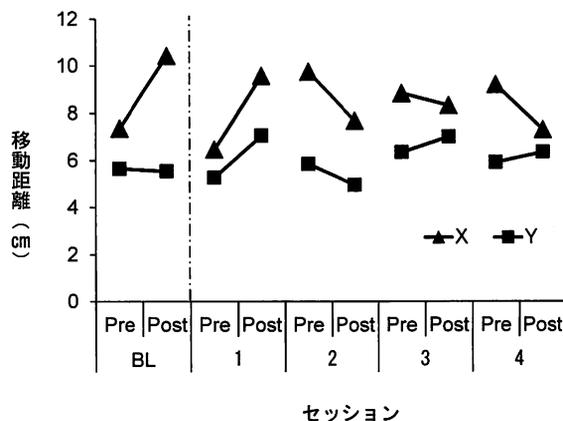


Figure 3 姿勢保持時のX方向とY方向の移動距離からみた動作法の前後での変化

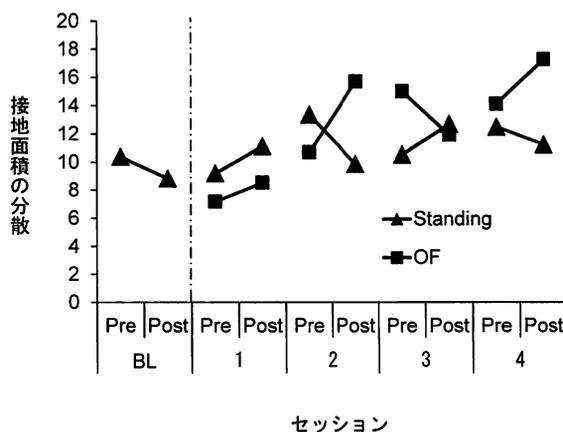


Figure 4 両足の平均接地面積の分散からみた姿勢保持時とOF時の動作法の前後での変化

下 OF 時) の平均姿勢保持時間は 9.96 秒であった (Table 2, Figure 2). このことから, 光学的流動は対象者の立位姿勢に大きく影響を及ぼしていた. 光学的流動にさらされたときの姿勢保持時間は, セッション 1 で動作法前 7.7 秒動作法後 2.7 秒だったものがセッション 4 では動作法前 11.3 秒, 動作法後 19.3 秒と増加していた. セッションの前後でも減少したセッション 1 を除いていずれのセッションも増加していた.

2) 両足での身体動揺の変化

両足での身体動揺の変化では, ① Y 方向の移動距離, ② X 方向の移動距離, ③ X と Y によって囲まれた面積, セッションによって動作法後に増加しているものもあれば減少しているものもあった. ①について Figure 7 に示しているように, X 方向での移動距離は, セッション 1 とセッション 3 において動作法前に大きな移動距離を示したが動作法後に減少していた. Y 方向での移動距離はセッション 3 の動作法前で移動距離が大きかった. ④単位軌跡長においてもセッションによって動作法の前と比べて動作法後に増加したもの (セッション 1) と減少したもの (セッション 3, 4) が見ら

れた (Figure 8).

⑤動作法の前後における両足の接地面積の違いは, 動作法の前後では著しい変化はみられなかった. また, 両足の平均接地面積の分散 (Figure 4) は, セッション 3 で動作法後に動作法前と比較して減少していたが, 他のセッションでは変動は増加していた.

3) 左右の足のバランスの変化

OF 時における左右の足の平均接地面積の違いは, Figure 9 に示す通りである. 動作法前に左で平均 66.81cm<sup>2</sup>, 右で 52.90cm<sup>2</sup>であったものが, 動作法後には左で平均 57.37cm<sup>2</sup>, 右で平均 59.37cm<sup>2</sup>となっており, 右の接地面積が増えていた. また, 1セッション, 2セッションでは左右の平均接地面積がまちまちであったが, セッション 4 になると動作法の前後での変化は少なくなってきた. また左右の足にかかる荷重の割合からみた動作法前後の変化は, Figure 10 に示す通りである. 荷重の割合は左に動作法前に平均 55.56%であったものが動作法後には 48.64%へと変化しており, セッション 4 では姿勢保持時の割合に近くなっていた.

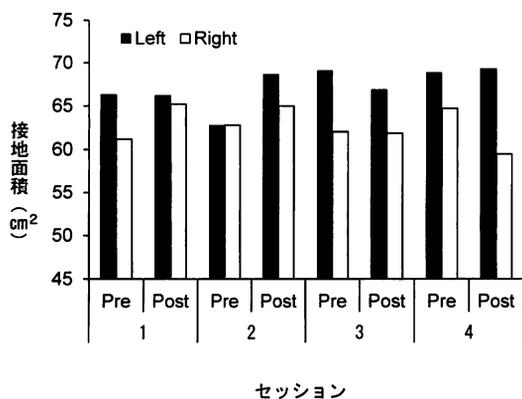


Figure 5 左右の足の平均接地面積からみた姿勢保持時の動作法の前後での変化

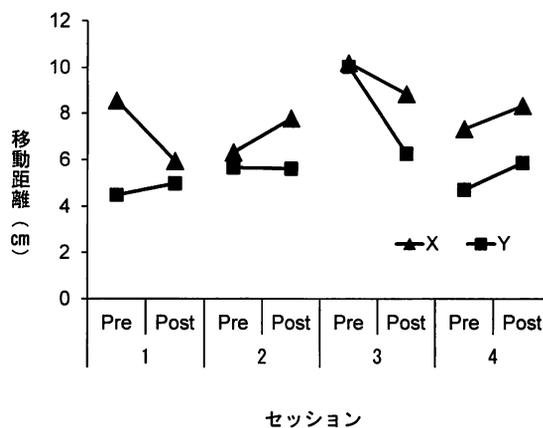


Figure 7 実験試行姿勢保持時の X 方向と Y 方向の移動距離からみた動作法の前後での変化

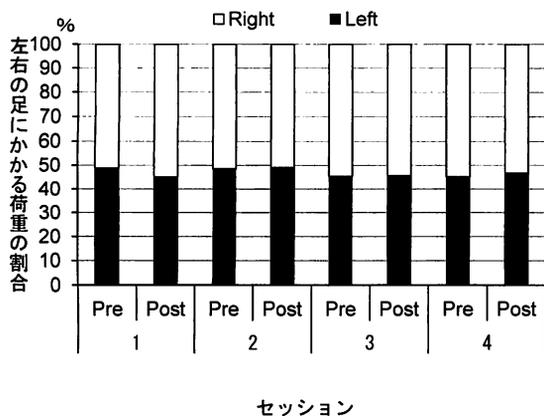


Figure 6 左右の足にかかる荷重の割合からみた姿勢保持時の動作法の前後での変化

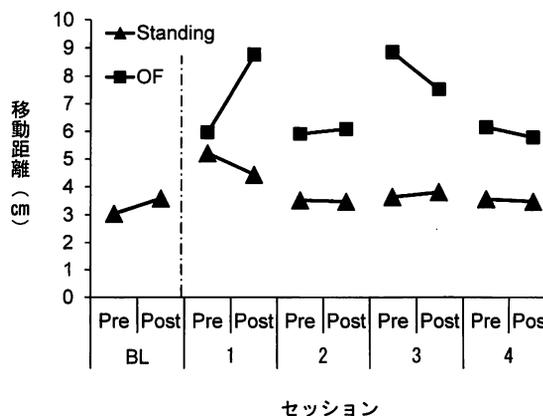


Figure 8 立位姿勢時と OF 時の単位軌跡長からみた動作法の前後での変化

#### 4) 被験者の内省報告

セッション1では、動作法前に光学的流動にさらされたときの内省として、“立ちにくい、ドットに吸い込まれていくよう、自分で立つ位置がわからない、怖い”と報告していた。動作法後に光学的流動にさらされたときには“目が慣れてくるけど、頭が変になる。回転がおかしくなる、引き込まれる感じはそれほどでもなかった”と報告していた。

セッション2では、“慣れたけど吸い込まれる感じはある。前回よりも怖くはなかった”と報告しその原因について立位姿勢そのものの保持が安定したことを述べていた。また動作法後に光学的流動にさらされたときの感想について被験者は、“回数を重ねるにつれて慣れてはきたが、点が動き始めるときに怖い”と述べ左足に疲れがみられ、がくがくしていたと報告した。

セッション3では、股関節の痛みを気にしておりそれが日常において誤った力の入れ方をしているためなのかどうかはわからなかった。動作法後の光学的流動にさらされた後に被験者は、“点を見るのには慣れてきたが姿勢が不安定であり、右脚にのりにくく左にいつてしまう”、“光学的流動にさらされていない立位するときもからだがねじれてしまって立ちにくかった”と報告していた。

セッション4では、動作法後のインタビューの中で光学的流動にさらされたときの感想について、“自分自身をうまくコントロールできたときには、うまく動かずにできた”と述べ、3試行目は点の動きがゆっくりと感じ怖くなかったこと、引き込まれる感じも少なかったことを報告していた。また、手続きとして光学的流動にさらされているときに補助の手を放されることについて“一人で安定して立っている感じをつかんでいるときに光学的流動にさらされると大丈夫ではないか”と報告していた。光学的流動にさらされずに普通に立っているときは、自分自身でもこのくらいで立っている位置がわかり、そのときは怖くないとのこ

とであった。また本研究に関連して被験者は、“日常生活でも、大きな音や高速道路を走っているときなどでからだか‘びくっ’として怖さを感じており、その怖さを取り除くことができないか”との思いを述べていた。

## IV. 考 察

### 1. 動作法による立位姿勢の安定について

結果から、BLで動作法前31秒の保持時間が動作法後には平均で43秒へと増加していた。さらに実験セッションではセッション1で動作法前に平均30.7秒であったものが、動作法後には54.4秒へと増加し、セッションを重ねるにつれて疲労しないように設定した最大範囲の60秒に達する割合が増加していた。このことから、動作法の前と比較して動作法後に姿勢が安定したことは明らかである。したがって、動作法により立位姿勢が安定するであろうという仮説1は立証されたことになる。

足底圧分布測定システムによって示された変化から、姿勢を保持する時間が長いときに共通してみられる特徴は、1) 両足の接地面積の変動と2) 左右のバランスをあげることができる。1) はBLの長期-短期姿勢保持試行において長期に姿勢を保持できるときに分散が少なく、短期に姿勢を保持しているときには分散が大きいことから明らかである。このことは、他のXY軸上の移動距離や単位軌跡長ではそれが、思わず姿勢を崩して移動してしまったものなのか、姿勢を保持するなかでバランスをとって移動しているものかを区別することが難しいからである。これに対して重心点は移動するものの接地面積は安定して立っているときには著しくは変わらず、バランスを崩すときに増減が見られることからその分散に姿勢の特徴が現れると推測される。この現象は、バランスを崩しそうになってしまう

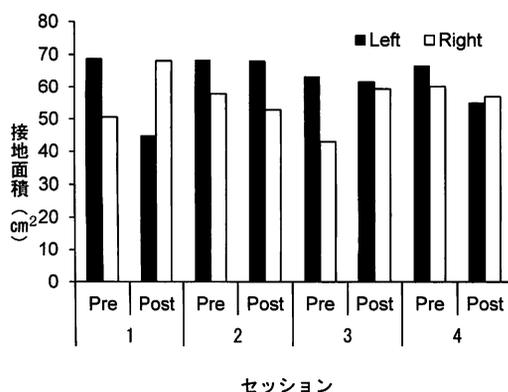


Figure 9 OF時の両脚での接地面積からみた動作法の前後での変化

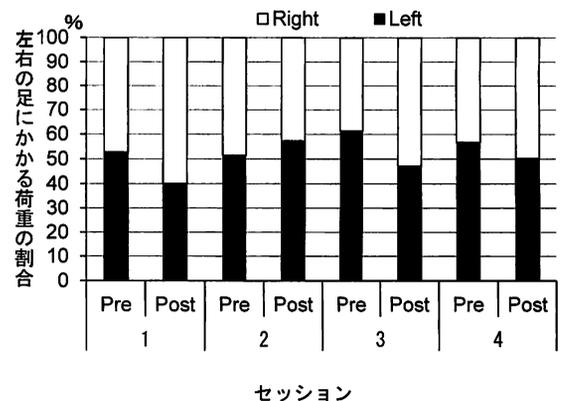


Figure10 OF時での左右の足にかかる荷重の割合みた動作法の前後での変化

うとかかとが浮いて足の裏全体で踏めることのできない対象者の特徴を顕著に現わしている。この現象が他の人に当てはまるかどうかは今後検討する必要がある。

次に対象者の立位姿勢の特徴を顕著に示した指標として、2)の左右のバランスの違いをあげることができる。結果からみると60秒まで姿勢を保持できるときの対象者の接地面積は、左に66cm<sup>2</sup>、右62cm<sup>2</sup>であり、配分は左に46%がこの姿勢の状況で対象者にとって一番立ちやすい位置とすることができる。つまり右足の接地面積は狭いものの左足よりも多く荷重がかかった位置が対象者にとって立ちやすい位置である。このことはBLの長期姿勢保持試行や実験セッションでの60秒保持した結果と一致する。一方、BLの短期姿勢保持試行のように右足が50cm<sup>2</sup>台のときにはバランスを崩しやすいとすることができよう。このように考えると、実験セッションではセッション1が荷重の割合が左48%となっているが、右足の接地面積は60cm<sup>2</sup>を超えていた。この事実から、対象者は実験に入る前からBLの時に比べて安定した姿勢を保持することが増えて来ていたと推測することができる。また単位軌跡長にみるようにセッション1のみが大きくその後に変化が見られないことを考えると、動作法によって変化としてセッション1の変化がそのままセッション2以降に継続していたと考えることができる。このことは対象者がこれまで動作法による支援を長年受けてきており、これまでの月に1度の割合での支援では、積み重ねには成らないものの週に1度の割合だとその変化を持続することができることを示唆している。

## 2. 光学的流動の立位姿勢に及ぼす影響と動作法の効果

光学的流動の立位姿勢の変化として、光学的流動のないときと比較すると光学的流動は明らかにその姿勢保持の時間に影響を及ぼしていた。対象者は短いときにはわずか2秒で倒れてしまっており、それがないときと比較すると光学的流動が対象者の立位姿勢に大きな影響を及ぼしていたことは明らかであった。動作法前と比べて動作法後にはセッション2で30秒間、セッション4で46秒間姿勢を保持することが可能となっていた。このことから、動作法の中で立位姿勢での踏みしめやその前提となる全身のリラクゼーションを対象者が実感をもって体験した結果として、立つ感じが明確になることによって対象者が光学的流動にさらされても姿勢を保持することができたのであろう。

足底圧分布測定システムに示される姿勢の変化では、姿勢を46秒間にわたって保持できていたときには、対象者の接地面積は、左に68cm<sup>2</sup>、右61cm<sup>2</sup>であり、配分は左に49%と対象者にとって立ちやすい位置で

あった。それ以外では、接地面積は右が平均で50.92cm<sup>2</sup>と非常に狭くなっており、荷重の割合もセッションによってばらつきがみられていた。したがって、立つ感覚をつかめることで光学的流動にさらされても、さらされないときと同様の立ち方をするのができ、その結果、光学的流動の姿勢への影響が少なくなったと推測される。Lee & Aronsonは“動く部屋”を用いて立ちはじめの乳児を被験者としたときに揺れたり倒れたりした結果について、大人が乳児と違って十分に発達した機能的な足関節をもつものとして説明していた(1973)。またNashnerらは感覚の重み付けのしなおいと表現して、その状況の中での情報の組織化について言及している。本研究の結果でも、それまで思わず倒れることをアフォードしていた情報が、わずかに揺れることをアフォードするものへとそのアフォードの知覚が変化しており、その背景にはNashnerらが指摘するような感覚情報の重みづけのし直しの過程があったことは十分に推測することが可能である。しかし、動作法による4セッションの変化としてとらえると、単純な意識的な重み付けの切り替えというよりも、体験に基づく積み上げとしての感覚情報の組織化として考えることができる。

干川(2006)は、状況に合わせて情報を組織化するプロセスの中で、意識的な修正を行う表象準拠方略と意識下での感覚間の重みづけを行う身体準拠方略の二つについて言及した。本研究の結果でも、対象者が動作法を通じて体験したことは、意識下での感覚間の重みづけを行う身体準拠方略の機能であったことが推測される。

## 3. 立つことのもつ情動的な意味

本研究で被験者の実験後のインタビューから予想外だったことは、光学的流動にさらされたときに“怖い”との情動的な感情を示したことであった。対象者はすでに大人であり、また光学的流動にさらされていないときにはほぼ、最大限の60秒まで姿勢を保持できるようにまで変化していた。つまり、運動能力の上では一人で立位姿勢を保持することが可能であったのにもかかわらず、“怖い”という情動反応が身体の緊張を強くして足が突っ張り、かかとを浮かせるという状況を生み出していた。このことは、足底圧分布での接地面積が少なくなったことに示されていた。

このエピソードは、立つということが単純に生理学的・機械的な機構によって制御されるものではなく、過去の心理的な外傷体験(転倒体験)を思い起こさせる情動的な機構がさらに支配していることを示唆するものである。動作法の過程では、実感をもって自分の身体を弛め動かすことにある。つまり、動作法におけ

る重力に応じて自分のからだを動かすという自体操作のもつ意味は、単に動きそのものの改善を目的とするだけでなく、このような情動的な反応を抑え肯定的な情動反応に切り替えることにあるのではないか。また、這うなどの自己産出的な動きが母親との情動的なつながりや共同注意と密接に関連していること (Campos *et al.*, 1997) と合わせて考えると、立つことは単なる運動発達の意味としてではなく、主動感に代表されるように実感をもってからだを自分で制御しているという情動的な意味を持つものであろう。したがって、そのような心理的な営みは心理療法として動作法が機能する重要な要因であるに違いない。

#### 4. 残された課題

本研究では足底圧分布システムを用いて、光学的流動によって引き起こされる身体動揺に及ぼす動作法の効果を客観的にとらえようとしてきた。接地面積の分散や左右のバランスなどの指標は、姿勢の変化の改善の指標として使うことができる。しかし、従来、姿勢研究で用いられている Y 方向の移動範囲や単位軌跡長では、姿勢を保持しようとしてしなやかに揺れながらバランスを取る場合と、崩れそうになってしまっただけで身体動揺が生じる場合との区別をつけることは難しいという限界をもち、今後さらに踏みしめ域 (千川, 2000) や周波数分析などを用いることによりその違いを明確にする必要がある。

指標の確立とも合わせて、被験者の体験過程に焦点を当てた動作法の変化が、このような客観的な尺度によってどこまで測定することができるかの課題が残されている。おそらく事例によってその尺度は異なるであろうし、いくつかの指標を組み合わせることで、動作法の効果が明らかにできるのであり、今後さらに被験者を増やすことにより、その妥当性を明らかにする必要がある。

#### 参考文献

- Brogren, E., Forssberg, H., & Hadders-Algra, M. (2001). Influence of two different sitting positions on postural adjustments in children with spastic diplegia. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 43, 534-546.
- Burtner, P.A., Qualls, C., & Woollacott, M.H. (1998). Muscle activation characteristics of stance balance control in children with spastic cerebral palsy. *Gait and Posture*, 8, 163-174.
- Butterworth, G., & Cicchetti, D. (1978). Visual calibration of posture in normal and motor retarded Down's syndrome infants. *Perception*, 7, 513-525.
- Campos, J.J., Kermoian, R., Witherington, D., & Chen, H. (1997). Activity, attention, and developmental transitions in infancy. In P.J. Lang, R.F. Simons, & M.T. Balaban (Eds.), *Attention and Orienting: Sensory and Motivational Processes*, Hillsdale, New Jersey: Erlbaum. 393-415.
- Dichgans, J., & Brandt, T. (1978). Visual-vestibular interaction: Effects on self-motion and postural control. In R. Held, H. Leibowitz, & H. Teuber (Eds.), *Handbook of sensory physiology*, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Forssberg, H., & Nashner, L.M. (1982). Ontogenetic development of postural control in man: Adaptation to alerted support and visual conditions during stance. *Journal of Neuroscience*, 2, 545-552.
- Gibson, J.J. (1979). *The ecological approach to visual perception*. Boston: Houghton Mifflin. 古崎 敬・古崎 愛子・辻 敬一郎・村瀬 旻 訳 (1985). 生態学的視覚論：ヒトの知覚世界を探る。サイエンス社。
- Hadders-Algra, M. (2001). Early brain damage and the development of motor behavior in children: Clues for therapeutic intervention? *Neural Plasticity*, 8, 31-49.
- 千川 隆 (1993). 脳性まひ児の方向概念の発達に関する研究。特殊教育学研究, 30(5), 19-27.
- 千川 隆 (2000). 脳性まひ児の立位姿勢の安定に及ぼす動作訓練の効果：光学的配列の流動により引き起こされる身体動揺を指標として。特殊教育学研究, 38(2), 11-20.
- 千川 隆 (2006). 状況の認知的枠組みとしての自体軸。風間書房。
- 千川 隆・大神英裕 (1989) 脳性まひ児における重心の動揺と垂直判断の関連。九州大学教育学部紀要 (教育心理学部門), 33(2), 151-158.
- 狩野千鶴 (1991). 自己運動知覚と視覚系運動情報。心理学評論, 34, 240-256.
- 川間健之介 (2002). 肢体不自由児の姿勢－認知発達との関連を中心に－。特殊教育学研究, 39(4), 81-89.
- 古賀精治 (2002) 脳性まひ者に対する動作法の効果に関する運動力学的分析。特殊教育学研究, 40(2), 243-250.
- 熊谷英子 (1996) 臨床動作法による姿勢・動作の改善が視空間知覚に及ぼす影響。リハビリテーション心理学研究, 24, 13-21.
- Lee, D.N., & Aronson, E. (1974). Visual proprioceptive control of standing in human infants. *Perception and Psychophysics*, 15, 529-532.
- Lee, D.N., & Lishman, J.R. (1975). Visual proprioceptive control of stance. *Journal of Human Movement Studies*, 1, 87-95.
- Lishman, J.R., & Lee, D.N. (1973). The autonomy of visual kinaesthesia. *Perception*, 2, 287-294.
- Mattiello, D., & Woollacott, M., (1997). Postural control

- in children: Development in typical posturations and in children with cerebral palsy and down syndrome. *Clinics in Developmental Medicine*, 143/144, 54-77.
- 成瀬悟策 (1973) 心理リハビリテーション. 誠信書房.
- 成瀬悟策 (1999) 動作訓練. 心理リハビリテーション研究所.
- Nashner, L.M., Shumway-Cook, A., & Marin, O. (1983). Stance posture control in select groups of children with cerebral palsy: Deficits in sensory organization and muscular coordination. *Experimental Brain Research*, 49, 393-409.
- Reed, E.S. (1982). An outline of a theory of action systems. *Journal of Motor Behavior*, 14, 98-134.
- Reed, E.S. (1988). Applying the theory of action systems to the study of motor skills. In O.G. Meijer, & K. Roth (Eds.), *Complex movement behaviour: 'The' motor-action controversy*. Amsterdam: North-Holland Publishing Company, 45-86.
- 佐藤 暁 (1986). 脳性まひ児(者)における身体の緊張布置と垂直判断との関連. *教育心理学研究*, 34, 73-78.
- Sienko-Thomas, S., Moore, C., Kelp-Lenane, C., & Norris, C. (1996). Simulated gait patterns: The resulting effects on gait parameters, dynamic electromyography, joint moments, and physiological cost index. *Gait and Posture*, 4, 100-107.
- Sundermier, L., Woollacott, M., Roncesvalles, N., & Jensen, J. (2001). The development of balance control in children: Comparisons of EMG and kinetic variables and chronological and developmental groupings. *Experimental Brain Research*, 136, 340-350.
- Thelen, E., & Smith, L.B. (1998). Dynamic system theories. In W. Damon & R.M. Lerner (Eds.) *Handbook of child psychology: Fifth edition*. New York: John Wiley & Sons, Inc. 563-634.
- Wedell, K., Newman, C.V., Reid, P., & Bradbury, I.R. (1972). An exploratory study of the relationship between size constancy and experience of mobility in cerebral palsied children. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 14, 615-620.
- Woollacott, M.H., Burtner, P., Jensen, J., Jasiewicz, J., Roncesvalles, & Sveistrup, H. (1998). Development of postural responses during standing in healthy children and children with spastic diplegia. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 22, 583-589.
- Woollacott, M.H., & Shumway-Cook, A. (1989). *Development of posture and gait across the life span*. Columbia: University of South Carolina Press.