

# 知覚と運動行為 (1)

— 視覚情報と姿勢維持との関連について —

森 司朗\*

## Perception and Motor Action (1)

— the relationship between visual information and control of stance —

Shiro MORI\*

### Abstract

Under routine experience, perception and action are coordinated. This relationship between perception and action may apply to sports experience. Then, the purpose of this study was to survey C. von Hofsten's and U. Neisser's notion based on J. J. Gibson's ecological approach to perception, and to examine the relationship between perception and motor action from the viewpoint of the control of stance.

Hofsten and Neisser pointed out "affordance" as an important factor in the relationship between perception and action. Gibson uses "affordances" to mean perceiver-significant properties in the world.

To examine the relationship between perception and motor action from the viewpoint of the control of stance, three male and two female subjects participated. The task assigned was the control of stance with respect to: two feet, dominant foot, non-dominant foot. Consequently, vision normally improves balance, both in normal standing positions and especially in less practiced stances. This suggests that visual proprioception normally plays a leading role in the control of stance.

From these results it is suggested that perception and motor action are coordinated.

**KEY WORDS:** *Perception, Motor Action, Affordance, control of stance*

### 1. 問題設定

日常生活の中でいろいろな行為をするとき、必ず同時に知覚が伴われているのではないだろうか。例えば、日頃歩き慣れた道でも昼と夜とでは歩きかたに違いを感じるはずである。また、同様な事として、日頃降り慣れている階段でも暗闇の中を降りるときは、昼間降りるのとは違った感じ

で降りるだろうし、さらには、階段を降り終わったのにまだ階段があるかの如く、足を踏み出す場合などよく経験することである。このように日常生活の場面においては、知覚で受ける影響が即時的に行為に対して影響を与えているケースが非常に多くある。このことは、日常の場合だけではなく、非日常的な運動の場面においても当てはまるものだと考えられる。例えば、昼間と夜間では、

\*鹿屋体育大学 National Institute of Fitness and Sports in Kanoya, Kagoshima 891-23 Japan.

走っていてもスピード感覚が全く異なる経験をしたことがあると思う。このランニング速度感覚に関しては、工藤<sup>9)</sup>、工藤<sup>7)</sup>が、ランニング中の速度感覚が昼よりも夜のランニングのほうがペースを速く感じていることを報告している。また、テニスや野球などの動いている物を打ったりするオープンスキルを必要とする運動においては、視覚から入る情報が入力されなかったらスキル自体が完成しない。さらに、走り幅跳びにおいて、踏切板での確に踏み切るために踏切の数歩前で視覚情報に基づく調節を行うことが報告されている(Lee, D. N., Lishman, J. R. and Thompson. J.<sup>10)11)</sup>, James G. Hay<sup>3)</sup>)。このように、知覚と行為は、日常の場面のみに限らず、運動を行う非日常的な場面においても密接に関係している。

では、我々が体育・スポーツ場面で問題にしている「運動」という概念と「行為」の概念とはどのような関連があるのであろうか。

これまでの運動研究においては、運動・動作・行為という用語が重要な意味をもって使用されている。しかしながら、一方ではこの運動・動作・行為という言葉の区別は曖昧性をもったものであり、英語においても区別が曖昧である。また、運動研究の一領域である体育・スポーツの研究においては、運動という用語は、原理研究等<sup>5)</sup>で曖昧性を主張しつつも定義されているが、行為との関係について触れられていない。しかし、これらの用語を区別して用いることは、重要な意味を持つと指摘している研究者もいる(深野<sup>1)</sup>)。これらの研究者の一人である中村ら<sup>13)</sup>は運動学的な立場から運動行動を運動(movement)－動作(motion)－行為(action)に区別してとらえ、以下のように定義している。

「運動とは、姿勢(posture)が時間的に連続的に変化したものであり、身体と重力方向の関係(体位, position), また身体各部の相対的な位置関係(構え, attitude)の変化として記録しうるものである。動作とは、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)との関連で行動をとらえるときの単位となるものである。行為とは、人間の行動をそれのもつ意味・意図な

どの関連でとらえるさいの単位となるものである。」

本論文で問題にしている非日常場面での一般的な意味で使われている「スポーツ・運動」とは、中村らが定義する運動というよりはもっと広義の意味での運動であり、むしろ運動行為ではないだろうか。つまり、一般に体育・スポーツで使われている「運動」という概念が非常に曖昧なものであり、中村が指摘した意味での「運動」よりも広い意味の概念で用いられており、極めて行為に近い概念だと思われる。非日常的な運動の場面に関しては、特にそこでの現象「運動行為」として扱われるのではないだろうか。そこで、本論文で扱う運動とは、むしろ行為としてとらえることにする。

以上のように我々が非日常的な場面である、スポーツ場面で行っている「運動」を本論文においては行為－運動行為－としてとらえるとき、この運動行為は、日常場面での「知覚と行為」と同様に密接な関連があるはずである。そこで本論文においては、この日常場面、運動場面の両者で密接な結びつきがあるとされる「知覚と行為」の関連について、Gibson ギブソンの生態学的な視点から考察している Hofsten と Neisser の 2 人の研究者の考えに基づいて知覚と行為の関連を概観し、さらに、知覚と運動行為の関連について、姿勢コントロールと視覚情報との関連について検討を加えた。

## 2. 知覚と行為の関連について

この知覚と行為の関連については、いろいろな立場で論じられるであろうが、ここでは、Gibson の生態学的なアプローチに基礎を置いて考察している Hofsten と Neisser に注目する。

### 1) 知覚と行為に関する Hofsten の考え

Hofsten<sup>4)</sup>は、知覚と行為が機能的に分離しがたいはずなのに、伝統的なアプローチでは、知覚は静的なイメージで扱われ、活動性を欠いたものとなり、結果として知覚と行為とが切り離されてきたことを批判している。彼は知覚と行為の関連について、知覚と行為は互に関係づけて研究されなければならないとし、その関係については、た

だ単にすべての行為が知覚に基づいているばかりでなく、「知覚することがそれ自体一つの行為—探索行為でもある。」と述べている。彼は、知覚の重要な特性の一つとして即時性(immedacy)をあげ、このことは、行為との結びつきにおいて重要な意味を持つと述べている。また、彼は、知覚は行為の役割を導き出し、その文脈で考慮されなければならないとする、Gibsonの生態学に基礎をおいた生態学的なアプローチを支持している。その中でも特に、知覚者にとって重要な特性としてGibson<sup>2)</sup>によるアフォーダンス(affordance)をとりあげている。佐伯<sup>16)</sup>によると、Gibsonは「生体の活動を誘発したり方向付けたりする性質」をアフォーダンスと名付けたとしている。Hofstenは、さらに、このアフォーダンスの考えを踏まえ、さらに行為の特性について、第1に、行為は課題の要求に関して変化する、第2に、行為はいつもコントロールされなければならない、と述べている。つまり、知覚の機能が、このアフォーダンスを認識することによって、行為を導き出しており、その結果として、これらの行為の特性を定義していると思われる。

## 2) 知覚と行為に関する Neisser の考え

Neisser<sup>12)</sup>は、「知覚」という語は、感覚系による情報の獲得を指しており、「行為」という語は、身体的動作を指しているとし、それゆえに彼は、知覚と行為の科学的な議論の第一歩として、情報抽出と運動制御の両方を論じることのできる術語が必要であると記している。また、彼も Hofstenと同様にGibsonの生態学的な視覚論の考えを重視し、その中でもアフォーダンスの考えを重視している。彼によると我々が知覚するとき、我々はこのアフォーダンスを見ており、行為する時は、このアフォーダンスを利用していることになり、知覚と行為は同じ単位によって組織されていることになる、と指摘している。

以上のように、HofstenとNeisserはともに知覚と行為は密接に関連していることを指摘し、さらに、この知覚と行為を結び付ける重要な術語として、アフォーダンスを指摘している。つまり、我々が知覚とするときは、外界に存在するこのアフォ

ーダンスを直接引き出し、このアフォーダンスにもとづき行為しているのである。例えば、Lee, D. NらやHayらの報告によると、走り幅跳びの踏切の場合、踏み切り板の数歩前までの助走においては、運動のプログラム制御に従って、ある意味では自動的に行われるが、踏切に際しては、この残り数歩で調整を行っている。このことは踏切に際して、知覚された踏み切り板により正確に乗って踏み切るという行為を行わなければならないのだが、踏切板までの数歩の調整において視覚を利用しているのである。しかし、当然のことだが、知覚して行為しているとすれば、この走って踏み切るという一連の速い動作は完了しないのである。すなわち、動きながら調整するという場合、この知覚と行為の間に存在する何かがあるはずである。それが、Gibsonが定義したアフォーダンスではないだろうか。このアフォーダンスが知覚と行為を結び付ける重要なカギとなると思われる。

## 3. 姿勢に関する知覚と行為の関連性について

このように知覚と行為はアフォーダンスを中心に密接に結び付いていると思われる。この観点において他の研究を概観したとき、佐々木の姿勢の研究<sup>15)</sup>が参考になる。

佐々木は、動きのコントロールに関する従来の中枢支配説に対して、前述のHofstenらのような立場を「中枢支配型を積極的に捨てることでまったく視点を異にする運動制御モデルの可能性を模索する動向がある。」として、このような理論的な流れを「アクション理論」と呼んでいる。彼によるとアクション理論は、脳の指令がからだの動きをコントロールしているという立場をとらず、外部の情報、特にからだの動きを制御している知覚情報に注目しており、そこでの鍵概念は、HofstenやNeisserと同様にGibsonのアフォーダンスの考えである、と述べ、このアフォーダンスのことを「価値付けられた情報」と定義している。さらに、彼はこのアクション理論の立場から「姿勢」の問題を研究している。彼によれば、従来の静止の姿勢論では、「立つ」ということは、重力へのリアクションではなく、環境に向いわれわれがとって

る能動的なアクションであるとしている。

佐々木が指摘するように、われわれの「姿勢」は、知覚情報の変化に伴って変化している。つまり、知覚によって行為が変化しているのである。この変化は、知覚によって抽出されたアフォーダンスによって、行為が導かれることを基礎としている。この立場で考えると、ある一定の姿勢を保持しようとしても、視知覚で抽出される情報が変化すれば、同時に、行為にもなんらかの変化が生じるはずである。実際我々は、静止して直立しているつもりでも、微妙な揺れが存在している。同様に、閉眼状態で片足バランスをとる場合は、開眼状態での片足バランスよりも難しいという経験は誰しもが味わったことがある事ではないだろうか。このように、両足であろうと片足であろうと、姿勢の維持にとっては、視知覚によって入力された情報が不可欠なのである。

#### 4. 姿勢コントロールと視知覚の関連について

##### 目 的

以上のように知覚と行為が密接に関連している例として、アクション理論の研究対象である「姿勢」の問題がある。この直立姿勢や片足姿勢に関しては、これまでに多くの研究が行われてきている。これらの研究の一つである Lee and Lishman<sup>10)</sup>は、姿勢をコントロールするための要因として、前庭器官 (Vestibular)、関節 (Articular)、視覚 (Visual) の3要素をあげている。その中でも、彼らは、姿勢のコントロールにおいては、前庭器官や関節から得られる機械的な自己受容の情報 (mechanical proprioceptive information) よりも視覚的な自己受容の情報 (visual proprioceptive information) のほうが、より重要な役割をしており、さらに、バランスがくずされればくずされるほど、視覚情報に依存すると報告している。つまり、姿勢、あるいはバランスを維持するためには視覚情報が重要になってくるのである。このことから、視知覚が姿勢のコントロール、すなわち行為に関して重要な役割と担っていることが示唆さ

れる。ここでの姿勢維持のコントロールという行為は前述した非日常的な運動場面で行われる運動行為としてとらえられるのではないだろうか。例えば、片足でのバランスを維持コントロールすることは運動能力の中の平衡感覚を調べるための検査で用いられている。この様に運動能力を測定する項目に入っていることは、この姿勢を維持コントロールすることが様々な運動技能の基礎としての重要な役割をしているためであり、運動技能においてはより重要な要因の一つであるためだと考えられる。そこで本研究においては、知覚と運動行為の関連性について実証するために、直立姿勢と片足姿勢におけるバランスコントロールに対して視知覚がどのような影響を及ぼすかについて研究することにした。

##### 方 法

- 1) 被験者：大学生5名 (男子3名, 女子2名)
- 2) 課題：課題は、以下の12の姿勢をフォースプレートの上で行うことであった。

- ①開眼状態で直立姿勢を30秒維持
- ②閉眼状態で直立姿勢を30秒維持
- ③開眼状態で利き足での姿勢を30秒維持
- ④閉眼状態で利き足での姿勢を30秒維持
- ⑤開眼状態で非利き足での姿勢を30秒維持
- ⑥閉眼状態で非利き足での姿勢を30秒維持
- ⑦反転眼鏡 (上・下) を着用して直立姿勢を30秒維持
- ⑧反転眼鏡 (上・下) を着用して利き足での姿勢を30秒維持
- ⑨反転眼鏡 (上・下) を着用して非利き足での姿勢を30秒維持
- ⑩反転眼鏡 (左・右) を着用して直立姿勢を30秒維持
- ⑪反転眼鏡 (左・右) を着用して利き足での姿勢を30秒維持
- ⑫反転眼鏡 (左・右) を着用しての非利き足での姿勢を30秒維持

- 3) 装置：

これまで、視知覚を乱す方法として、Lee and Aronson<sup>8)</sup>や Lee and Lishman<sup>9)</sup>がおこなった

mooving roomなどが使用されてきた。しかし、本研究においては、反転眼鏡を使用することにした。この反転眼鏡は、プリズムを使って、外界の風景を上下、あるいは左右を反転させるものである。積山<sup>17)</sup>は、この反転眼鏡を着用した初期に共通する主な現象として、空間定位の喪失、自己身体の分裂、視覚の動揺、動作の困難が生じ、その後しだいに外的な刺激に順応していき、適応的な空間認知を成立していくと述べている。また、彼はこの反転眼鏡を使用して実験を行った結果、「私たちの空間認知は、受動的な刺激受容のプロセスだけでは成立せず、外界に働きかけるアクティブな経験の積み重ねの結果、形成される視覚-運動表象に多くを負っている。」と記述している。このことは、逆に反転眼鏡を利用することで、Leeらが実験に用いた mooving room と同様に、視知覚を乱し、視覚と運動表象の結び付きを分離することが可能だと考えた。

また、今回は被験者のバランスの変化を測定するために、グラビコーダ(GS-100: アニマ株式会社)を用いておこなった。このグラビコーダは、人のからだのゆれを重心の位置変化などを測定することで診断しようとするものであり、視覚情報の混乱によってどの様な重心のゆれが生ずるかを測定するために使用した。

#### 4) 手続き

まず、各被験者はこれからやる姿勢のことについて説明を受け、その後、グラビコーダのフォースプレートの上に立ち、「はじめ」の合図で、各課題の条件に従って測定が行われた。片足バランスの各条件の内、途中でバランスを失い両足をつい

てしまった時は、その段階で測定を終了した。また、課題の中で反転眼鏡を使用した場合は、5人のうち3人は上下反転から、残りの2人は左右反転から行った。

#### 5) 測定を行った従属変数

測定を行った内容は、以下の4項目についてである。

- (1) 重心動揺距離
- (2) 1秒当りの重心動揺距離
- (3) 重心動揺集中面積

### 結果および考察

#### 1) 両足の立位姿勢でのバランス

立位姿勢におけるバランスに、視覚情報がどの様に影響を与えるかについて、開眼、閉眼、上下反転、左右反転の4条件での重心の揺れを調べたところ、表1のような結果になった。

視覚情報が安定して入力される開眼での立位姿勢の方が、視覚情報を遮断したり、乱したりした立位姿勢よりも重心の動揺が少なく安定したバランスを維持していた。このことは、立位姿勢においても入力される視覚情報によって姿勢のバランスが壊される可能性があることを示唆している。この結果は、Lee and Lishmanらの報告と同様に、姿勢のコントロールにおいては、前庭器官や関節から得られる機械的な自己受容の情報(mechanical proprioceptive information)よりも視覚的な自己受容の情報(visual proprioceptive information)のほうがより重要な役割をしていることを示唆している。しかしながら、両足での立位姿勢は片足での立位姿勢よりもより安定した姿勢であり、視

Table 1. Means and Standard Deviation for standing on the two feet

	開眼	閉眼	反転眼鏡	
			上・下反転	左・右反転
重心動揺距離	29.154 (6.578)	46.128 (15.412)	37.644 (9.313)	42.250 (16.766)
1秒当りの重心動揺距離	0.968 (0.219)	1.532 (0.514)	1.250 (0.310)	1.404 (0.558)
重手動揺集中面積	0.72 (0.33)	0.94 (0.38)	0.93 (0.28)	1.34 (0.46)

( )の数値はSDを表示

Table 2. Means and Standard Deviation for standing on the dominant foot

	開眼	閉眼	反転眼鏡	
			上・下反転	左・右反転
1秒当たりの重心動揺距離	3.294 (0.692)	7.370 (2.000)	8.264 (2.167)	11.838 (4.801)
重心動揺集中面積	1.12 (0.14)	4.12 (2.07)	5.51 (1.91)	7.89 (3.12)

( ) の数値はSDを表示

Table 3. Means and Standard Deviation for standing on the non-dominant foot

	開眼	閉眼	反転眼鏡	
			上・下反転	左・右反転
1秒当たりの重心動揺距離	3.202 (0.340)	8.178 (2.814)	10.800 (5.286)	11.418 (5.482)
重心動揺集中面積	2.33 (1.38)	5.61 (2.78)	7.86 (4.31)	5.29 (1.46)

( ) の数値はSDを表示

Table 4. The number of success or failure for standing on the foot

		開眼	閉眼	反転眼鏡	
				上・下反転	左・右反転
片足(利き足)	保持	5	5	3	3
	失敗	0	0	2	2
片足(非利き足)	保持	5	4	3	3
	失敗	0	1	2	2

( ) の数値はSDを表示

覚以外の前庭器官、関節にもかなり依存して姿勢維持のコントロールを行っている。このため、より前庭器官や関節の要因への依存を少なくした場合での姿勢維持コントロールでの視覚の影響を調べた。

## 2) 片足の立位姿勢でのバランス

片足の立位姿勢でのバランスに関しては、さらに2つの姿勢を考える必要がある。つまり、その片足が利き足、非利き足での2つの姿勢である。利き足は非利き足と比べ、走り幅跳びの踏切足やサッカーボールを蹴るときに軸足などいろいろな形で、これまでにバランスをとるための経験を積んでいると考えられる。また、逆に非利き足では、利き足よりもバランスをとる経験が少なく、利き足に比べて前庭器官や関節から得られる機械的な

自己受容の情報に依存する傾向が少ないのではないだろうか。そこで、この各足に関して、開眼、閉眼、上下反転、左右反転の4条件での重心の揺れを調べたところ、表2、表3のような結果になった。

また利き足に関しては表4に示すように、30秒間のバランスを保持できなかった者が、開眼、閉眼の被験者には一人もいなかったのに対して、反転眼鏡を用いて入力されてくる視覚情報の混乱を生じさせた場合は、上下反転で1人、左右反転で2人が保持できなかった。また、1秒当たりの重心動揺距離や重心集中面積、重心動揺標準偏差のそれぞれに関しても開眼での片足立ちが最も揺れが少なく、ついで閉眼、上下の反転、左右反転の順序で重心の揺れが大きくなっていった。

非利き足に関しては、閉眼で1人、上下反転で2人、左右反転で2人の被験者が30秒間の片足バランスの姿勢維持コントロールができなかった。1秒当たりの重心動揺距離は、開眼での片足立ちが最も短く、ついで閉眼、上下の反転、左右反転の順序で距離が長くなっていた。重心動揺集中面積、重心動揺標準偏差についても開眼状態が最も重心が安定しており、上下反転が最も安定していなかった。

このように、利き足、非利き足両方とも両足での立位姿勢維持よりも視覚情報に依存している割合が高かった。このことは、前庭器官や関節の要因への依存を少なくした場合、より姿勢維持コントロールに視覚が影響を与えていることを示唆している。

以上のことより、姿勢、あるいはバランスを維持するためには視覚情報が重要になってくることが示唆された。このことにより、視知覚が姿勢のコントロール、すなわち運動行為に関して重要な役割を担っており、知覚と運動行為の関連性が認められた。

## 5. 全体の考察

これまで知覚と行為—運動行為—の関連性について考えてきた。

HofstenやNeisserらは、この知覚と行為は密接に関連しており、その密接な結び付きの重要な要因としてアフォーダンスの存在に注目している。つまり、我々が知覚する時はこのアフォーダンスという不変項を介してすでに行為が導き出されているというのである。この現象を説明するために彼等は直接知覚(Direct Perception)<sup>13)</sup>をあげている。我々は、実際に知覚した時には、すでに運動行為を開始している。例えば、ハードルを跳び越す場合に、ハードルに向かって踏み切る前にはすでに振出し足は前に出て跳び越す姿勢になっている。もちろん視覚情報なしでは決してハードルは跳ぶことは出来ない。つまり、ある情報が知覚されたときにすでに行為は開始されているのである。すなわち、ある情報がここではアフォーダンスと言うことになる。我々が運動行為を行うとき

は必ず、このアフォーダンスという外界に存在する情報を知覚しているのではないだろうか。

このことは、本研究の中で行った両足、片足での姿勢維持のコントロールにおいて、視覚情報の混乱が姿勢維持のコントロールである運動行為にかなりの影響を与えていたという結果とも一致するものである。この場合、反転眼鏡の使用した時は、姿勢を維持コントロールするために必要なアフォーダンスが視覚においてうまく知覚されなかった。その結果として、通常の開眼の状態よりも重心の動揺が激しく、片足でのバランス保持の場合は、保持に失敗する場合も存在した。

このように運動行為を考えていく場合、知覚、特にどの様にしてアフォーダンスを知覚していくのかが重要になってくる。このアフォーダンスの認識のためには、これまでの運動行為の研究を自然文脈の中でとらえなおす必要があると思われる。言い換えると、これまでの運動行為の研究の方向としては、運動の組織単位に運動をとらえ、解釈していく、つまり、運動をミクロな観点からとらえようとする傾向があったように考える。しかし、運動行為をとらえる場合、もう一つの方向であるマクロなより自然文脈的な視点からの解釈も今後、必要なのではないだろうか。

## 参考文献

- 1) 深野佳和：運動・動作理論に関する一考察，翔門会編「動作とこころ」pp.382-393，九州大学出版会，1989.
- 2) ギブソン(古崎 敬，古崎愛子，辻敬一郎，村瀬 旻共訳)生態学的視覚論—ヒトの知覚世界を探る，サイエンス社，1985。(The ecological approach to visual perception. Boston, Houghton Mifflin, 1979.)
- 3) Hay, J.G.: The Approach Run in the Long Jump. Track Technique, 105, Fall, 3339-3342, 3362, 1988.
- 4) Hofsten, C. von.: Perception and Action. pp80-96 in Frese, M. and Sabin, J.(ed.) Goal Directed Behavior: The Concept of Action in Psychology. New Jersey, : Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, 1985.
- 5) 木村真知子：運動とは何か，中村敏雄，高橋健夫編「体育原理講義」pp.34-44，1987.
- 6) 工藤孝幾：ランニング速度に関する研究，スポーツ心

- 理学研究, 12: 85-87, 1985.
- 7) 工藤孝幾, 根本昌樹: 夜間ランニングの速度感覚に関する研究, スポーツ心理学研究, 15: 35-41, 1988.
  - 8) Lee, D. N. and Aronson, E.: Visual proprioceptive control of standing in human infants. *Perception and Psychophysics*, 15, 529-532, 1974.
  - 9) Lee, D. N. and Lishman, J. R.: Visual proprioceptive control of stance. *Journal of Human Studies*, 1, 87-95, 1975.
  - 10) Lee, D. N., Lishman, J. and Thompson, J.: Visual guidance in the long jump. *Athletics Coach*, 11, 26-30, 12, 17-23, 1977.
  - 11) Lee, D. N., Lishman, J. and Thompson, J.: Regulation of Gait in Long Jumping: Human Perception and Performance. *Journal of Experimental Psychology*, 8(3), 448-459, 1982.
  - 12) Neisser, U.: The Role of Structures in the Control of Movement. pp.97-108 in Frese, M. and Sabin, J. (ed.) *Goal Directed Behavior: The Concept of Action in Psychology*. New Jersey, : Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, 1985.
  - 13) Neisser, U.: From direct perception to conceptual structure. pp.11-24 in Neisser, U. (ed.) *Concepts and Conceptual Structure*. New York, : Cambridge University Press, 1987.
  - 14) 中村隆一, 佐直信彦: 中枢性運動障害の障害学-神経生理学的アプローチ-, 宮城県医師会報, 423: 108-113, 1981.
  - 15) 佐々木正人: 姿勢が変わるとき, 佐伯 胖, 佐々木正人編「アクティブ・マインド-人間は動きのなかで考える-」pp.87-110, 東京大学出版会, 1990.
  - 16) 佐伯 胖: アクティブ・マインド-活動としての認知-, 佐伯 胖, 佐々木正人編「アクティブ・マインド-人間は動きのなかで考える-」pp. 1-24, 東京大学出版会, 1990.
  - 17) 積山 薫: 視覚-運動表象による見えの成立-逆さめがね実験-, 佐伯 胖, 佐々木正人編「アクティブ・マインド-人間は動きのなかで考える-」pp.25-54, 東京大学出版会, 1990.