

曲線歩行運動における方向調整機序

渡 部 かなえ

【緒 言】

二足歩行運動はヒトの移動運動の最も基本的なものである。

二足歩行運動を運動学的見地からみると、右側上肢と左側下肢が前方に動けば、左側上肢と右側下肢が後方に動くという、対側上下肢の同一方向への運動が、左右交互に行われることによって成立している。運動の方向が直線であれば、ヒトの身体形態が左右対称であり、移動運動のロコモーションが基本的には空間的・形而上的に左右対称であることから、方向調整とは、左右への偏りを防ぐこと、つまりラテラリティ（左右差）を抑制することになる。しかし、運動の方向が曲線であれば、身体の正中面と運動の方向が異なり、ロコモーションを左右で異なったものにして、左右への偏りを調整することで目的とする方向への移動運動を行うことになる。従って方向調整とは、ラテラリティをコントロールして活用することになる。

このように運動姿勢の変化は運動方向の決定に影響を及ぼしていると考えられるが、その運動姿勢に頭部の動きが影響を及ぼしているという考え方がある（猪飼，1944，1947；福田，1981）。また、視覚が運動方向の決定や確認に重要な役割を果たしていることは言うまでもない。

本研究では曲線歩行を行うときに、どのようにして姿勢が調整され、進行方向の調整がなされているかを、姿勢の外観と移動軌跡の変化から観察することを目的として行った。

【方 法】

1. 被験者

20～27才の健常な成人女子10名。

2. 運動課題

実験室内に縦横6 m四方のエリアを設定し、その中でやや早足の曲線歩行を行わせた。曲線とは連続した4つの半円軌跡で、被験者には、4つの頂点の位置が均等なサインカーブを描くよう指示した。右回転から始める試行と左回転から始める試行の2つを課し、どちらの試行を先に行うかは被験者が自由に決めることとした。また歩行のピッチはメトロノームに合わせた138歩/分とした。この歩行は、1) 抑制条件なし、2) 閉眼（視覚の除去）および頸部のギプス固定（頭部の運動の制限：図1）を負荷することによって生じる姿勢と軌跡の変化の「ある・なし」を主な判断基準として、パターン分類を行った。また曲線歩行と比較するために、同じエリア内での直線歩行も行わせた。

3. 記録

姿勢観察は、スタート地点の正面11m、高さ90cmに設置したVTRカメラの撮影記録によって行った。

軌跡は移動位置解析システム（竹井機器製）を用いて行った。送信機を被験者の身体に取り付け、そこから送信される超音波を実験室の天井の四隅に取り付けた受信機で受信した。位置のデータは0.25秒ごとに1つの点として表示される。

さらに、日常あるいはスポーツ動作の実行における動作肢と支持肢を、アンケート調査によって調べた。

4. 解析

運動姿勢は、VTR記録の肉眼的観察によって、パターン分類を行った。

直線歩行は、臨床で使用されている基準を適応し、6mの前進において左右へ1m以上の偏りがあった場合、その方向への偏位ありとした（日本平衡神経学会編、1979）。曲線歩行は、軌跡全体の形を観察してパターン分類を行った。

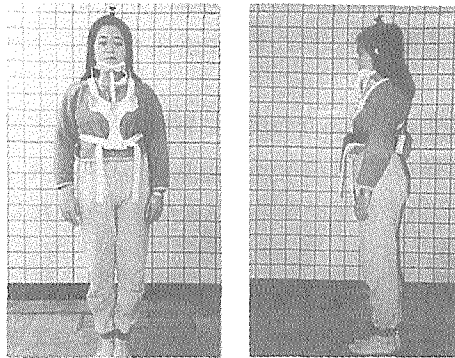


図1：被験者へのギプスと移動位置解析システム送信機の装着



図2：曲線歩行における回転の頂点での姿勢（3パターン）

【結 果】

1. 直線歩行

開眼では、ギプス装着の有無に関わらず、運動姿勢や四肢の動きは左右同じであった。軌跡にも偏位は観察されなかった。

閉眼では、体幹・四肢の動きや姿勢に偏りや左右差はなかった。しかし軌跡は、偏位なし3名、左方偏位6名、右方偏位1名と、7割が偏位を示した。閉眼・ギプスで頸部固定でも、体幹・四肢の動きに偏りや左右差はなかったが、軌跡は偏位なし2名、左方偏位6名、右方偏位2名となった。ギプス固定によって、偏位が発現した、偏位の程度が大きくなったなど、偏位の傾向が変化した被験者は7名おり、頸部固定によって、直進する際の方向の調整が変化することが観察された。

2. 曲線歩行

(1) 運動姿勢

曲線歩行で観察された姿勢は、直線歩行時のそれとは異なっていた。1) 体軸を回転の中心に傾斜させ、2) さらに腰部で分節して上体は直立させる(下肢は回転の中心側に傾斜している)、3) 上体を進行方向に捻転させる、などの方法で遠心力に対処して曲線上の歩行運動を遂行していた(図2)。また全ての被験者で、頭部が回転し、体幹に先行して進行方向に向いていた。

(2) 姿勢と軌跡

図3-1, 4-1, は回転の頂点での運動姿勢であり、図3-2, 4-2, は、曲線歩行課題での移動軌跡である。

なにも抑制がない場合、頭部の進行方向への先行や体軸の回転の中心側への傾斜が見られる(図3-1, A上)。この場合、回転半径は深く、半円は小さくて小回りが利いている(図3-2, A上)。これをギプスで固定すると、頭部の動きがなくなるだけでなく、体軸の傾斜も減っている(図3-1, A下)。この場合の軌跡は、回転半径は浅く、半円も大きく、大回りになっている(図3-2, A下)。ギプス装着によって、9名の被験者に、このような姿勢と軌跡の変化が観察された。

ギプス固定の有無に関わらず姿勢にあまり変化のない例(図3-1, B)では、軌跡にもあまり変化がない(図3-2, B)。この被験者は、ギプス装着の有無に関わらず、頭部の先行はあまり顕著ではなく、体軸の回転の中心への傾斜は少なかったが、上体の進行方向への捻転がかなり顕著であった。

曲線方向への歩行運動における身体調整は一樣ではなく、いくつかの方法がある。多くの被験者は頭部の進行方向への先行と体軸や下肢の傾斜によってそれを行っていると考えられるが、それとは異なる調整方法を行っており、従ってギプス固定によるネガティブな影響をあまり受けることなく運動が遂行できる被験者もいる、ということが観察された。

(3) 視覚の影響

8名の被験者で、閉眼によって頭部の先行動作が消失した(図4-1, A)。

閉眼で先行動作が消失した時の軌跡は（図4-2，A下），開眼時（図4-2，A上）に比べると，回転半径が浅くなり，小回りが利かなくなっていた。

閉眼しても頭部の先行動作が消失しない例では（図4-1，B），動作姿勢が変化しないので，軌跡のパターンもほとんど変わらなかった。

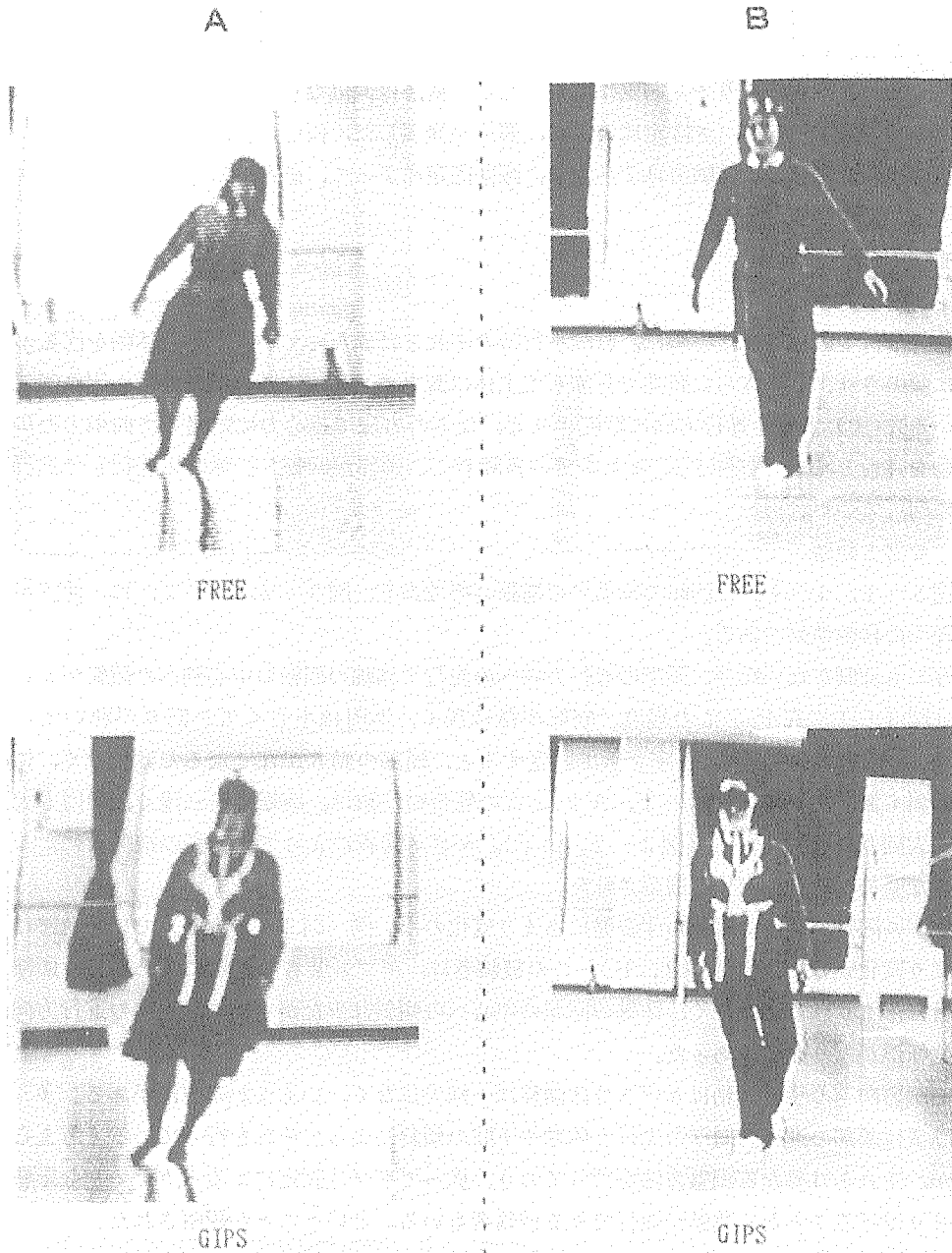


図3-1：頸部ギブス固定の有無と運動姿勢の変化

【議 論】

曲線歩行運動では、直線歩行とは異なる運動姿勢が観察された。

曲線歩行において頭部が進行方向に体幹よりも先に向くことが、体幹を回転の中心に傾斜させる等のアクティブな運動姿勢につながり、方向調整能を反映していると考えられる。

また、体軸および下肢の回転の中心側への傾斜は、回転加速度による遠心力に対処するためであったと考えられる。

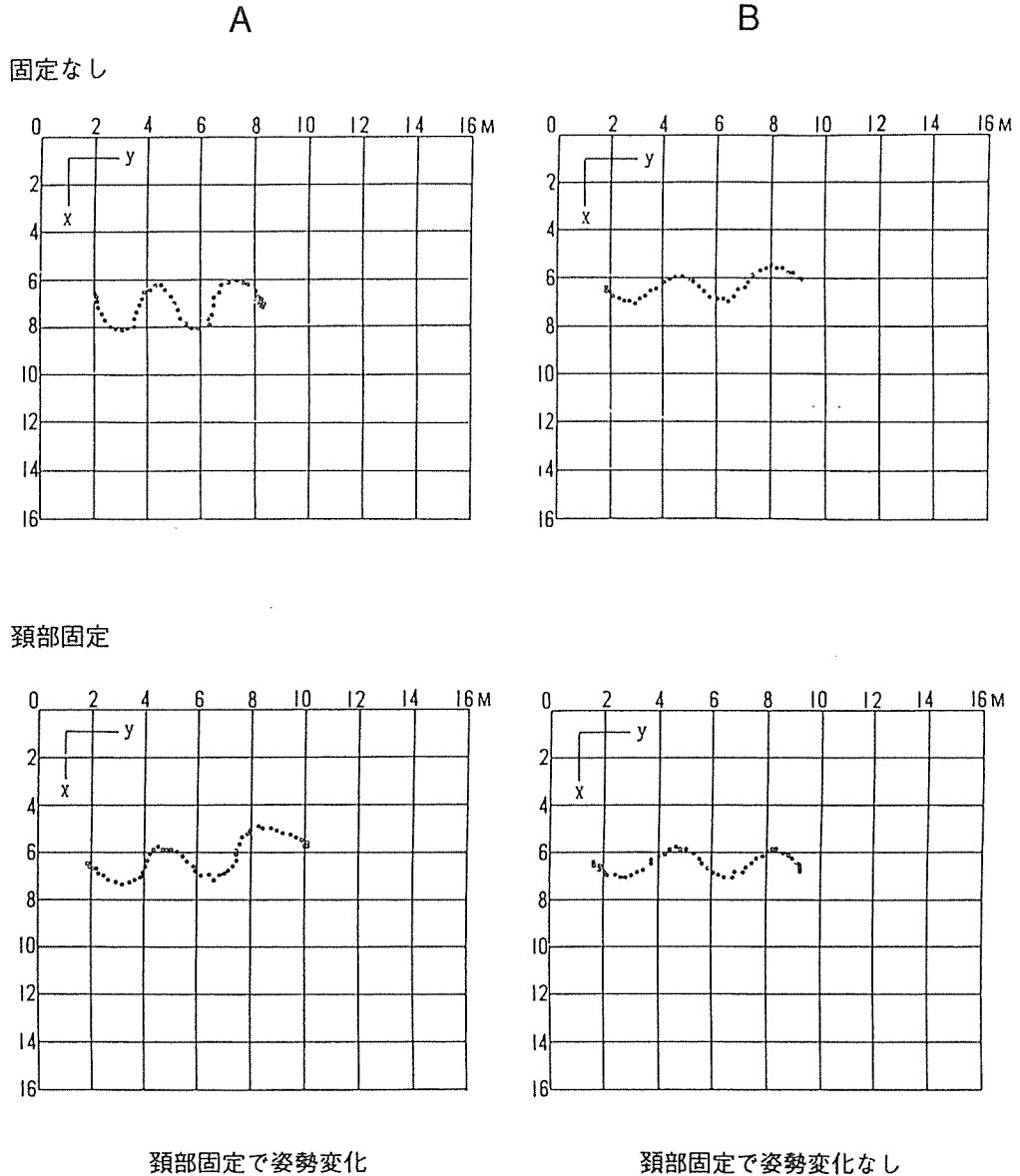


図3-2：頸部ギブス固定の有無と軌跡の変化

では、曲線歩行における進行方向への頭部の先行（体幹に対する捻転）は、何を意味するのだろうか？ 頸部のギブス固定を受けた被験者の大部分が、曲線歩行運動に適合する姿勢を取りにくくなったという事実は、頭位変化がこれらの姿勢の保持に積極的に関わっていることを示唆している。閉眼により頭部の偏位を示さなくなった被験者では、視覚情報の除外により、進行方向を積極的に見るための動作、すなわち頭位の偏位、が抑えられたと考えら

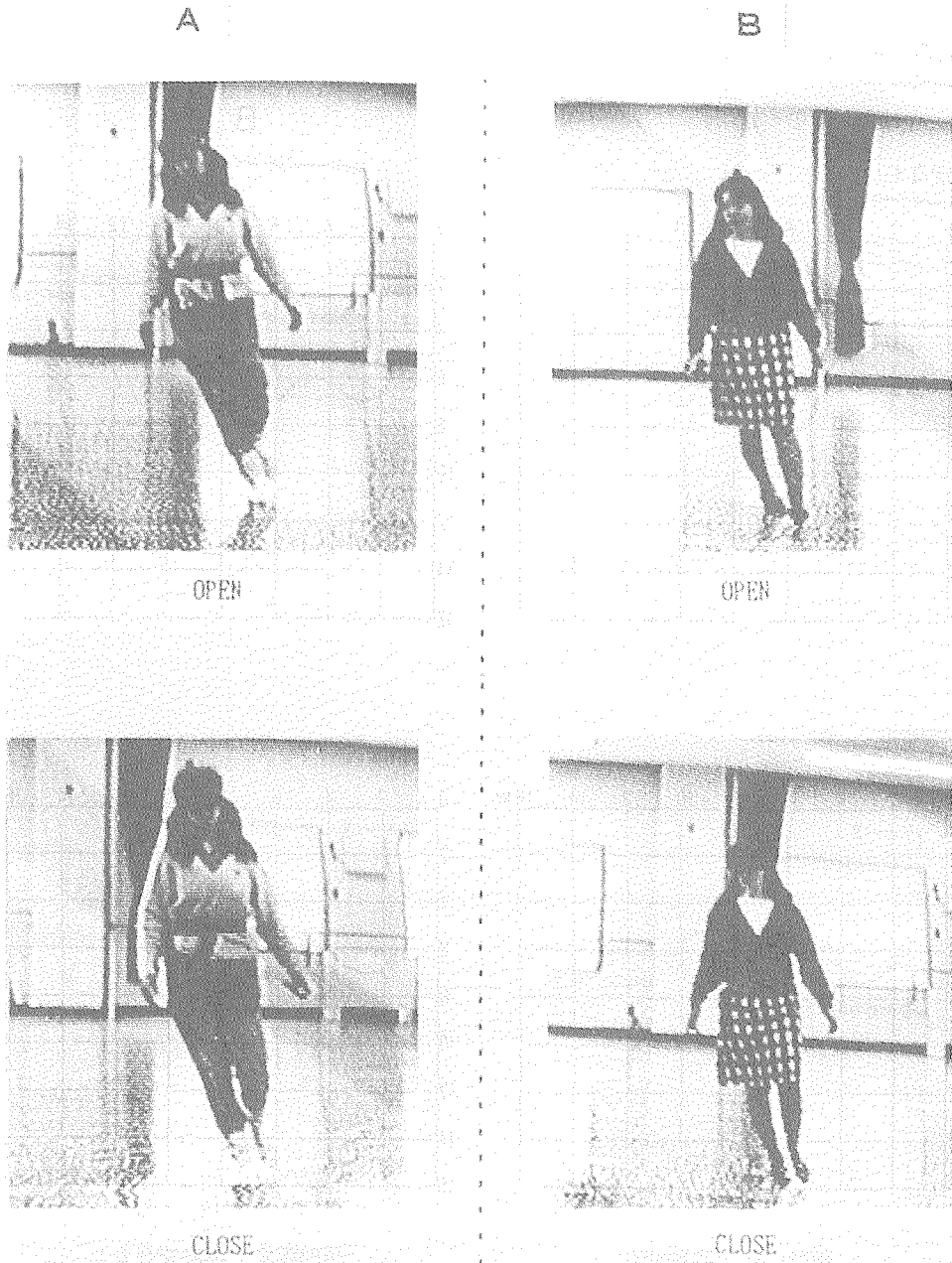


図 4-1：開眼・閉眼と運動姿勢の変化

れる。この条件下で体軸の傾斜角度が低下し、軌跡に乱れが生じたことは、頸部のギブス固定の場合と同様な機序によると考えられる。

森下 (1973) は、曲線歩行以上に大きな回転加速度のかかる舞踊動作 (tour chaine : 両足を踏みかえながら、舞台を左右または斜めに連続回転をしながら横切る技術) の解析を行い、回転初期には、熟練の程度に関わらず頭部が体軀に先行して回転方向に向けられることを報告している。また Krestownikow (1951) は、頸部をコルセットで固定すると様々な回転運動の動作が変化し、スキーやスケートではその軌跡に滑らかさがなくなることを報告

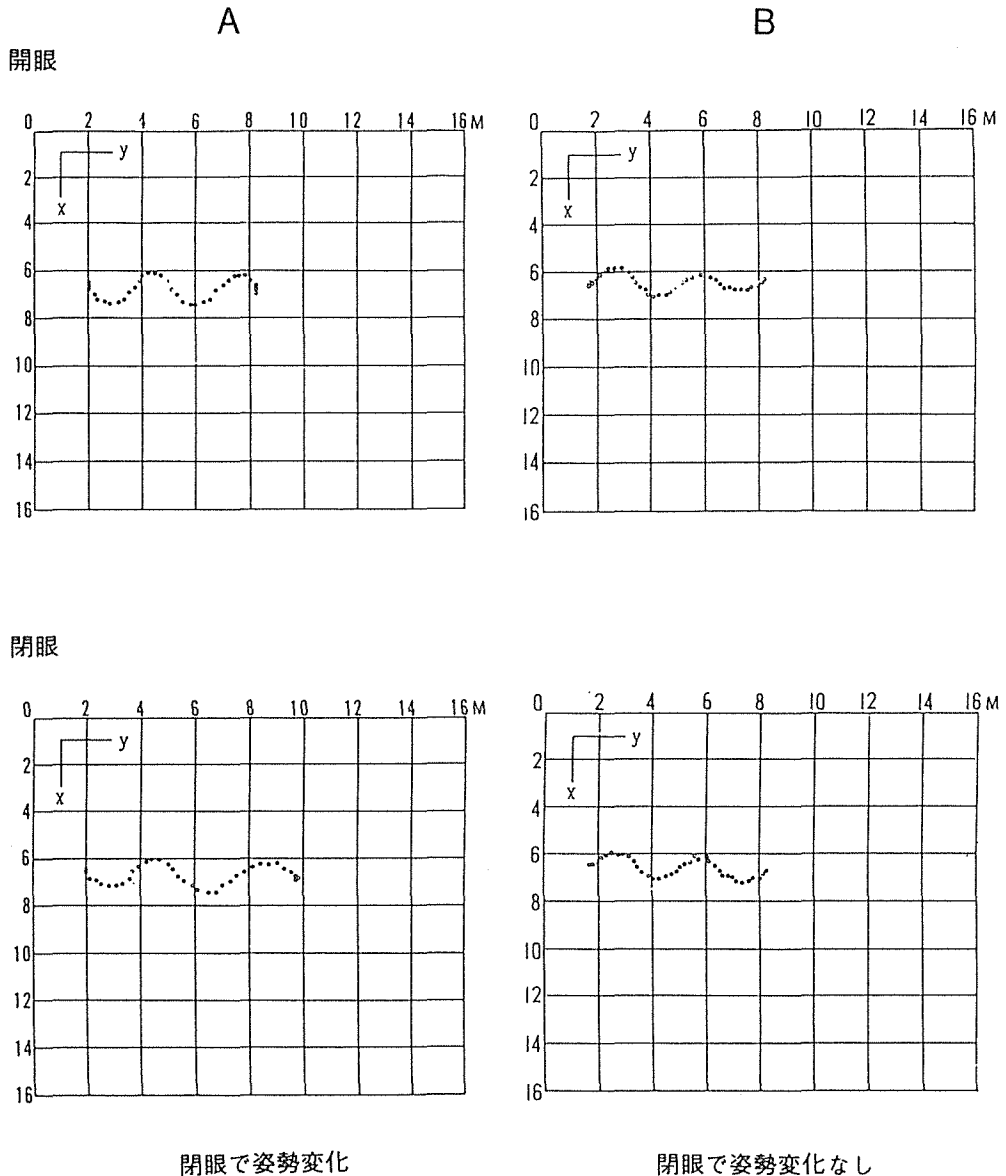


図 4-2 : 開眼・閉眼と軌跡の変化

している。水野ら（1965）も、スキー滑走において、頸部をギプスで固定すると姿勢が変化しパフォーマンスが低下することを報告している。

以上のことから、曲線歩行における方向調整は、体幹・体肢の運動姿勢の変化によってなされており、そして後者はさらに頭部の動きに影響を受けている、と考察した。

参考文献

- 1) 福田精：運動と平衡の反射生理，医学書院，1957，pp. 367.
- 2) 猪飼道夫：頸反射の研究，日本生理学会誌 vol.9, 654-663, 1944.
- 3) 猪飼道夫：姿勢反射の研究とその応用，日本生理学会誌 vol.12, 11-17, 1947.
- 4) Krestownikow, A.N.: Physiologie der Körperübungen, VEB VERLAG & GESUNDHEIT / Berline, 1951.
- 5) 水野忠文，水野忠和：スキー滑走時における頸ギプスにおけるキネシオロジー的研究-歩数・タイム・身体諸角度を中心として-，体育の科学 vol.10, 206, 1965.
- 6) 森下はるみ：舞踊における回転動作の研究 [I] -tour chaine について，体育の科学 vol.23, 246-253, 1973.
- 7) 日本平衡神経学会編：平衡機能検査の手引き，南山堂／東京，1976，pp.196.

(1996年11月22日 受理)