

(11)

舞踊技法（ピルエット）の動作分析からみた 回転運動の左右差

(東海大学短期大学部) 村 松 香 織

(お茶の水女子大学) 森 下 はるみ

1. 研究目的

クラシックバレエの特徴には、股関節の外旋（ターン・アウト）と、つま先立ち（ポアント）がある。主な技法としては、「バランス系」、「ジャンプ系」、「回転系」の3つに分類され、それぞれ、「バランス系」ではスタティックな平衡感覚、「ジャンプ系」ではパワー系の運動要素、「回転系」ではダイナミックな平衡感覚が必要とされている^{7,10}。この中でも、クラシックバレエに特有の「回転系」動作は、特に修得が難しいとされていて、実際のトレーニングでは、回転中は「一点を見つめる」など視覚調整の指導やまた、「上肢の広がり小さくする」など回転モーメントの調整等の指導法が一般的である^{5,10-13,19}。一方、身体感覚に関しては、例えば「体軸を一本にする」という程度の指導しか行われていない。回転運動を行う際、身体感覚をとらえることは、ダンサーにとって容易ではないといわれているが、これは回転運動の定義ができていても、遂行レベルの難度が高いためと考えられる。そのような代表的な技法のひとつに、軸脚を変えずに同じ地点で回転する「pirouettes」（ピルエット）がある。これは、クラシックバレエの技法で、回転の開始や持続などに、高度な身体のコントロールが必要とされている。

ところで、人間の身体で、左右対称になっている各器官では、機能により優位な側や左右差が存在し、下肢の場合、supporting legとしてより優位な側と、逆にswinging legとしてより優位な側があ

る^{1-4,8}。我々が観客として舞台を観る場合も、難度の高い技法や見せ場では、ダンサーの左右の役割に差があることに気がつく。もっとも、トレーニング過程では、すべてのテクニックは左右均等に行われ、左右どちらも演じ得ることが理想とされている。しかし、左右差の大きいダンサーがいたり、ダンサー自身が得意側を自覚している技法がある。特に、ピルエットのように片側のみを使用する動作を行うとき、選択的に利用する側が存在する。その場合、ダンサーは自覚症状として、難度の高い技術ほど左右差が大きいと感じているといわれている。

また、近年舞踊における技術の高度化が著しく傷害発生件数の増加が深刻な問題となっている^{6,16-18}。舞踊の高度な技法を、安全に修得していくためには、複雑な舞踊動作のメカニズムをとらえる必要がある。Laws¹⁰⁻¹²や森下ら^{14,15}は、回転運動では、眼球活動による姿勢の制御や反射運動、さらに四肢の協調運動などが関与していると報告している。また、久埜⁹は回転運動の開始期には、身体重心の鉛直方向への加速と同時に、四肢の向心力が発生している、と報告している。これら先行研究では、回転運動の試行を、ダンサーの恣意性にまかせて左右どちらかの回転方向を記録し、運動時の内部的な身体調整機能との関連で考察を行っている。本研究では、ダンサーが回転運動を遂行する際の身体調整や、技術レベルに応じた左右差を明らかにするために質問紙調査を行い、次に映像解析によって重心や体軸の調整メカニズムをとらえた。

2. 方 法

2.1 質問紙調査

舞踊技法における自覚的な左右の役割分化を明らかにするために、質問紙調査を行った。それぞれの舞踊技法について、得意側と感じられる支持脚または踏切脚（右・左・左右・不明）を回答してもらった。

- 1) 対象：お茶の水女子大学・舞踊教育学科に所属する学生 37 人
- 2) 調査対象の技法
 - ① バランス系動作（デベロッパ）
 - ② 跳躍系動作（グラン ジュッテ）
 - ③ 一軸式その場回転系動作（ピルエット・シングル回転，ピルエット・ダブル回転，フェット アン トールナン）
 - ④ 一軸式移動回転系動作（ピケ ターン）

2.2 舞踊の回転動作の分析

2.2.1 対 象

クラシックバレエのトレーニング経験のある健全な女子学生 13 名（上級者 6 人，初級者 5 人）を被検者とした。なお上級者は、トレーニング年数およびコンクールへの参加等を考慮して選定した。初級者については、トレーニング期間が 1 年程度の者とした。

2.2.2 実験内容

舞踊における回転動作「pirouettes en dehors」（ピルエット アン デオール）の 1 回転動作（シングル回転）と 2 回転連続動作（ダブル回転）を左脚支持方向（時計まわり），右脚支持方向（反時計まわり）のうち，被検者のやりやすい側から順に試行を開始した。それぞれ 2 回ずつ試行を行い，失敗のないかぎり 1 回目の記録を採用した。なお被検者は，全員左脚支持側の回転動作を得意側としていた。

2.2.3 記録および分析方法

運動の 3 次元的な記録のために，2 台のビデオカメラで同時撮影を行い，DLT 法を用いた。なお，

被検者の正面から左右 45 度の位置にそれぞれ一台ずつ光軸が直交するようにビデオカメラを設置した。撮影された画像は，Ariel Performance Analysis System を使用して分析した。対象とした身体部位は，頭頂点・オトガイ点・左右耳珠点・左右肩関節中点・左右肘関節中点・左右手根関節中点・左右股関節中点・左右膝関節中点・左右足根関節中点・左右手先および左右足先の 20 ポイントで，ここから合成重心の前後方向，上下方向，左右方向における位置変化および加速度変化を算出した。

3. 結果および考察

3.1 質問紙調査

浅見ら³⁾は，スポーツ選手の利き脚意識は機能側に表れる，と報告している。一方，クラシックバレエの基礎的なバーレッスンでは，ひとつの技法について最初に左脚支持系動作，そして次に右脚支持系動作という順でトレーニングが行われている。そのためダンサーは各技法で，得意な方向を支持脚との関連で認識することが多いといわれている。

そこで，本調査では，各舞踊技法の得意側動作で使用する支持脚（踏切脚）を調査した（図 1）。まず，舞踊技法の基礎となる「バランス系」動作（図中①）で得意側方向における支持脚は，ドゥバン（前方片脚挙上）について，右脚 35.1%，左脚 56.8%，右左

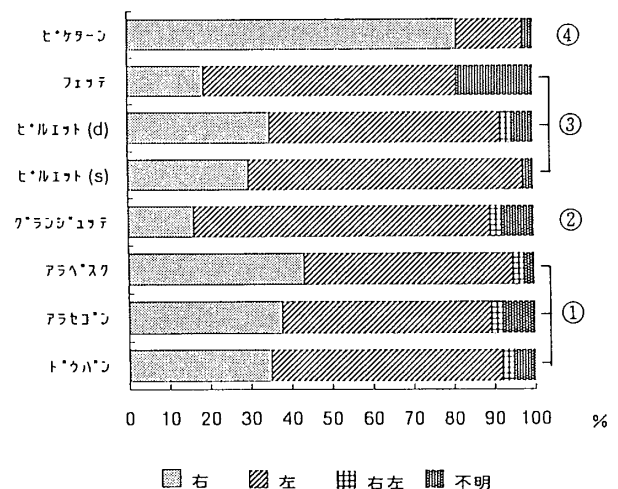


図 1 各舞踊技法における得意側動作の支持脚（グラン ジュッテは踏切脚）

両脚 2.7%, 不明 5.4%であった。アラセゴン(側方片脚挙上)では, 右脚 37.8%, 左脚 51.4%, 右左両脚 2.7%, 不明 8.1%で, アラベスク(後方片脚挙上)では, 右脚 43.2%, 左脚 51.4%, 右左両脚 2.7%, 不明 2.7%であった。これらの動作では, 挙上方向(前方・側方・後方)にかかわらず, 左脚支持側が優位となる傾向がみられた。

また, 両脚を前後に開脚してとぶ「ジャンプ系」動作(図中②)のグラン ジュッテでは, 跳躍の際, 前方の脚が swinging leg で後方の脚が supporting leg, つまり踏切脚となる。得意側での踏切脚は, 右脚 16.2%, 左脚 73.0%, 右左両脚 2.7%, 不明 8.1%であり, 左側優位であった。先程の「バランス系」動作の結果から, 左脚には重心をのせやすく, また「ジャンプ系」動作の結果からさらにパワーの面でも優れているということが推測することができる。

「一軸式その場回転系」動作(図中③)のピルエットでは, 得意な回転の支持脚は, シングル回転では右脚 29.7%, 左脚 67.6%, 左右両脚 0%, 不明 2.7%であった。また, ダブル回転では右脚 35.1%, 左側 56.8%, 左右両脚 2.7%, 不明 5.4%と各回転共に左側優位であった。ダブル回転では, シングル回転よりも左脚支持の割合が減少していた。また, ピルエット・ダブル回転より難度の高いフェット アン トールナンでは, 右脚 18.9%, 左脚 62.2%, 左右両脚 0%, 不明 18.9%という結果を示した。ピルエット・ダブル回転よりも, 得意側がわからない(不明), という回答率が増加していて, この技法については, まだ左右差が確立していない初級被検者の影響が数値に表れたと考えられる。

「一軸式移動回転系」動作(図中④)のピケ ターンでは, 得意側の支持脚は, 右脚 81.1%, 左脚 16.2%, 左右両脚 0%, 不明 2.7%, と右脚優位であった。回転技法でありながら「一軸式その場回転系」動作と異なる結果を示した。しかし, 優位な回転方向は, 「一軸式その場回転系」, 「一軸式移動回転系」動作ともに時計まわりで一致した。つまり, 両者共に回転開始直前には左体側優位に体幹をひねっているといえる。スタティックなバランス系の動

作と異なり, ダイナミックな回転動作の得意側は, 支持脚だけでなく, 体幹の回旋方向も影響すると考えられる。また, 浅見ら¹⁻³⁾の報告によれば, 大学スポーツ選手は, 種目間で差はみられるが, 一般に体幹のひねりやすい側は左側優位であるという。一方, 舞踊を対象とした本調査でも, 得意な回転側で体幹をひねる方向は左側優位となり, これらの結果と一致した。

以上から, 各技法を遂行する際の支持脚に注目すると, 舞踊では下肢の左右の役割分化は存在するといえる。また, 同じ種類の回転であっても, シングル回転とダブル回転とでは, 動作そのものが異なり, 体軸の調整等に差が表れると考えられる。これを以下の画像解析で明確にした。

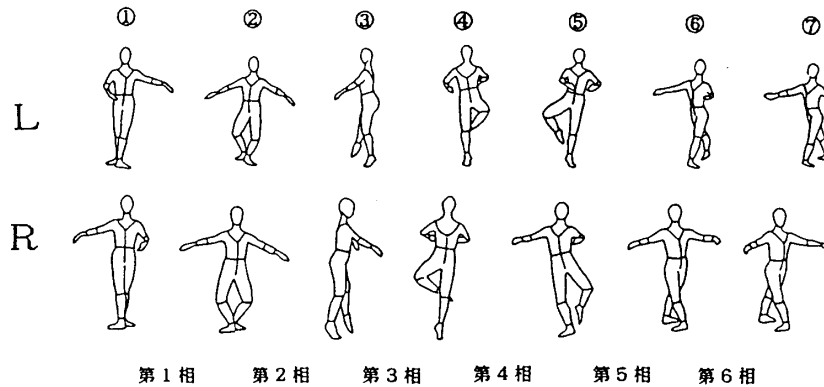
3.2 舞踊の回転動作の分析

図2は, 上級者の回転動作(ピルエット アン デオール)の開始から終了までを示したものである。上の列から順に, シングル回転・左脚支持側(得意側・時計まわり), シングル回転・右脚支持側(不得意側・反時計まわり), ダブル回転・左脚支持側(得意側・時計まわり), ダブル回転・右脚支持側(不得意側・反時計まわり)を示している。

まず, シングル回転では, 時間的変化に伴う下肢の変化に注目して動作を6つの相に分類した。すなわち, 第1相は回転開始から両脚屈曲までの期間, 第2相は両脚屈曲から遊脚離床までの期間, 第3相は遊脚離床から180度回転までの期間, 第4相は180度回転から360度回転までの期間, 第5相は360度回転から遊脚接地までの期間, 第6相は遊脚接地から回転終了までの期間とした。

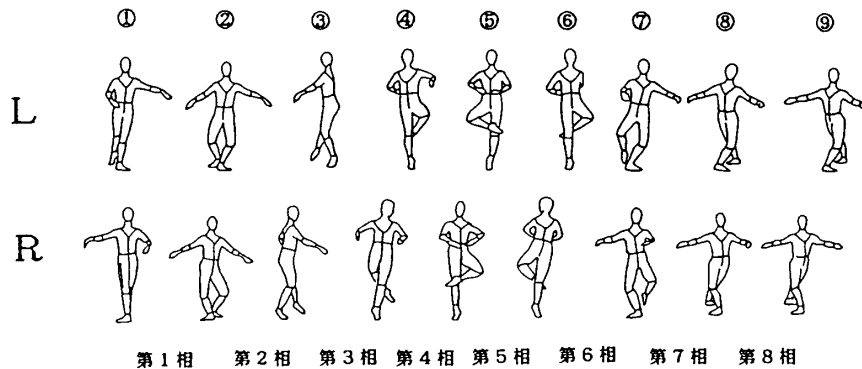
ダブル回転は8つの相に分類した。第1相は回転開始から両脚屈曲までの期間, 第2相は両脚屈曲から遊脚離床までの期間, 第3相は遊脚離床から180度回転までの期間, 第4相は180度回転から360度回転までの期間, 第5相は360度回転から540度回転までの期間, 第6相は540度回転から720度回転までの期間, 第7相は720度回転から遊脚接地までの期間, 第8相は遊脚接地から回転終了までの期間とした。

<シングル回転動作>



①回転開始→②両脚屈曲（プリエ）→③遊脚離床→④体幹180度回転→
⑤体幹360度回転→⑥遊脚接地→⑦回転終了

<ダブル回転動作>



①回転開始→②両脚屈曲（プリエ）→③遊脚離床→④体幹180度回転→
⑤体幹360度回転→⑥体幹540度回転→⑦体幹720度回転→⑧遊脚接地→
⑨回転終了

図2 上級者のピルエット アン デオール

この分類を元に、上級者と初級者の運動所要時間、運動域および重心移動にみられる左右差を検討した。

3.2.1 運動所要時間

(1) 全体的傾向

図3は、上級者（8人）と初級者（5人）における各相の平均所要時間の割合をシングル回転について示したものである。縦軸は全所要時間に対する割合、横軸は相を表している。各試行に対する全所要時間には個人差がみられ、技能には直接関連はないと考えられる。上級者、初級者ともに各試行では第4相にピークがみられた。また、上級者は初級者と

比較して各相で左右差が少なく、特に初級者は、第2相および第6相で左右差が大きく示された。回転の開始期および終了期が技術的に難しく、左右差が大きく表れたと考えられる。

図4は、ダブル回転について図3と同様に示したものである。シングル回転と比較すると、初級者は左右差が減少している。また初級者では上級者のような第6相のピークが示されず、回転終了期の速度調整がうまく行われていないと考えられる。

(2) シングル回転の左右差

図5は、シングル回転動作の所要時間を上級者と初級者それぞれの典型例について示したものであ

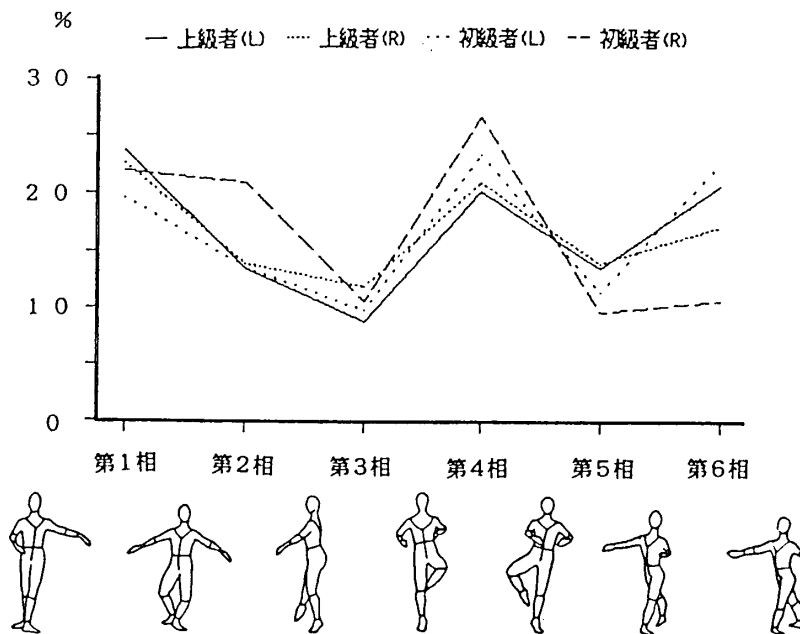


図3 シングル回転における各相の割合 (全体)

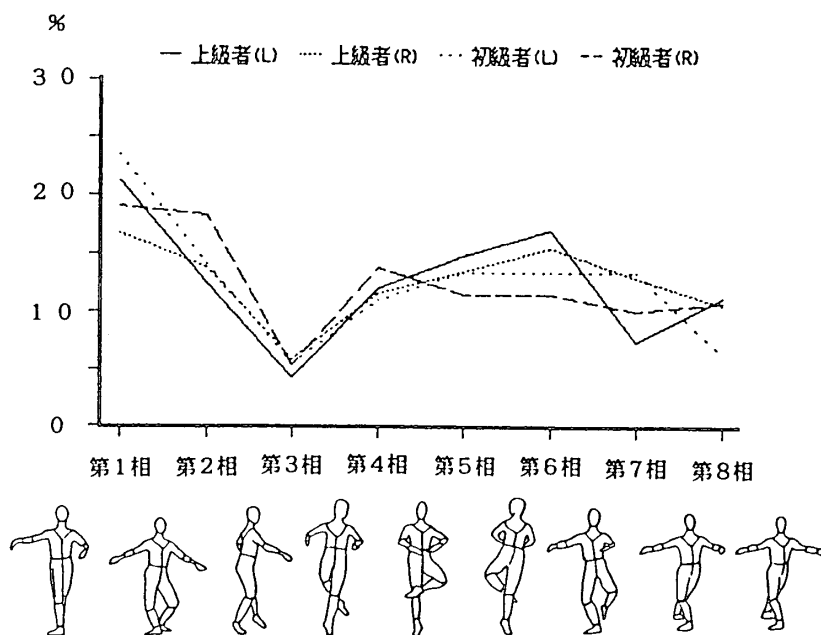


図4 ダブル回転における各相の割合 (全体)

る。縦軸は所要時間、横軸の各棒グラフは左側から順に、上級者の左脚支持側回転(得意側)、上級者の右脚支持側回転(不得意側)、初級者の左脚支持側回転(得意側)、初級者の右脚支持側回転(不得意側)を示し、それぞれ回転中の6つの各相を重ねて示している。

① 上級者について

上級者では、シングル回転動作の全所要時間は、左脚支持側、右脚支持側共に0.57秒であった。左

脚支持側の理想型に対して、右脚支持側では第1、2相が増加していた。回転の開始期に左右差が大きく、加速を得るための身体調整が左右で異なっているといえる。左脚支持側と右脚支持側では、対応する相の所要時間が異なっても、全所要時間が両者ともに同じであったのは、クラシックバレエのトレーニング形態(常に、一定リズムの元に動作を行う)に起因していると考えられる。

② 初級者について

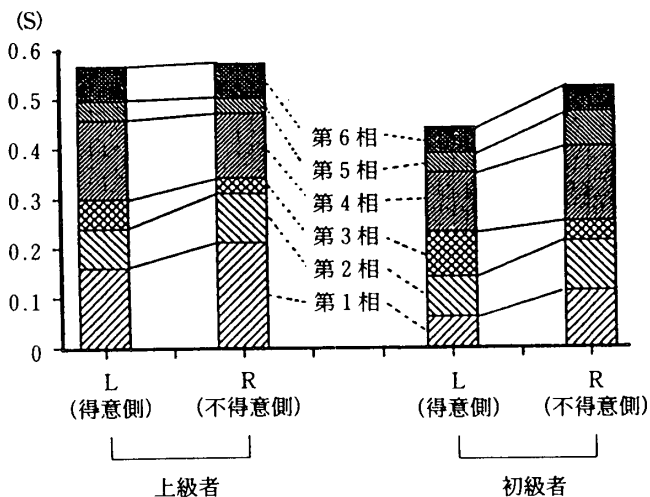


図 5 シングル回転の各相における所要時間

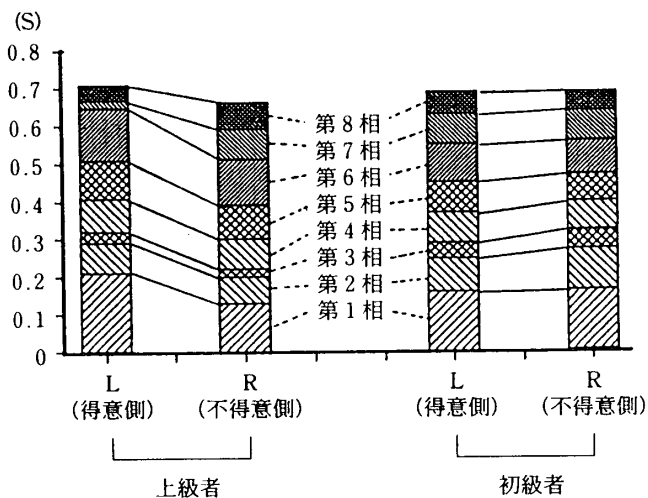


図 6 ダブル回転の各相における所要時間

初級者の典型例では、シングル回転の全所要時間は、右脚支持側で0.08秒短い、ほぼ同じであった。右脚支持側では、第1, 2相が増加し、回転開始期に加速が大きいと考えられる。また、第5相の増加がみられた。初級者にとって、回転終了期に、減速しながら両脚接地のポジションに移行することは技術的に難しく、そのために左右差が表れたと考えられる。

これらのことから、左脚支持側と比較すると右脚支持側では、回転開始期により大きな加速を得た後回転を開始するが、回転終了期にはその速度を調節する技術が不足していると考えられる。

(3) ダブル回転の左右差

図6は、シングル回転よりも、高度な技法であるダブル回転の所要時間について示したものである。動作を時間経過にともなって8つの相に分類し、重ねて示した。

① 上級者について

ダブル回転動作の全所要時間は、左脚支持側・右脚支持側でほぼ同じであった。左脚支持側に対して右脚支持側では、第7相が増加していた。これは、シングル回転の初級者と同様の傾向で、回転終了期にかけての身体調整が左右で異なっていると考えられる。

② 初級者について

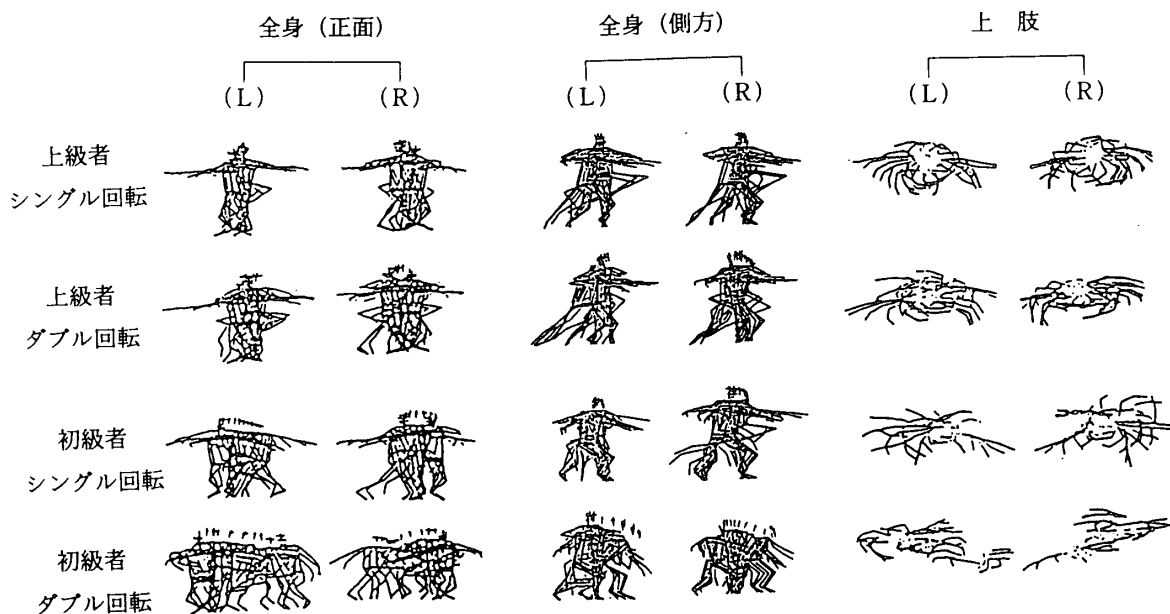


図 7 ピルエットにおけるスティック フィギュア

ダブル回転動作の全所要時間は、左脚支持側、右脚支持側ともに同じであった。被検者が得意と不得意な側を意識しているにもかかわらず、各相の所要時間の割合からは、左右差はないと考えられる。

(4) 上級者と初級者の比較

回転所要時間からみると、上級者・初級者の左右差は異なって表れていた。これは各々の技術レベルに起因すると思われる。

上級者は、シングル回転よりも難度の高いダブル回転で左右差が大きかった。特に、ダブル回転終了期の第7相(720度回転から遊脚接地)に差異は顕著にみられ、この相が技術的に難しいといえる。また、シングル回転では第5相(360度回転から遊脚接地)において左右差は表れず、不得意な側でも身体調整がうまく行われる技術レベルであったと考えられる。

初級者は、シングル回転で左右差が大きく示された一方、ダブル回転では差異はほとんどみられなかった。このことから初級者は、ダブル回転では左右差が表れる以前の技術レベルであったと考えられる。また、シングル回転での左右差は回転終了期の第5相に表れ、上級者・ダブル回転の第7相にみら

れた差の出現と同様の傾向が示されていた。

3.2.2 スティック・フィギュアにおける運動域

図7は、回転の開始から終了までを上級者と初級者について示したスティック・フィギュアである。左から順に、全身を正面からみた図、全身を側方からみた図、上肢を頭上からみた図を示している。それぞれの左側の列は得意側回転(左脚支持)、右の列は不得意側回転(右脚支持)である。また、上の列から順に、上級者・シングル回転、上級者・ダブル回転、初級者・シングル回転、初級者・ダブル回転を示している。

正面および側方からの全身図では、上級者のシングル回転は、右脚支持側で運動域が増加している。ダブル回転では、不得意側の頭部運動域が大きく、体軸が歳差運動(precession)を行っていることが示されている。また、初級者のシングル回転では、支持脚の接地面が移動し、ダブル回転ではさらに並進移動域が大きく示されている。

上肢について頭上からみた図では、上級者・シングル回転の左脚支持側の回転運動は、体軸を中心として円を描いたような運動域となっている。シングル回転・左脚支持側を基準に、シングル回転・右脚支持側、ダブル回転・左脚支持側、ダブル回転・右

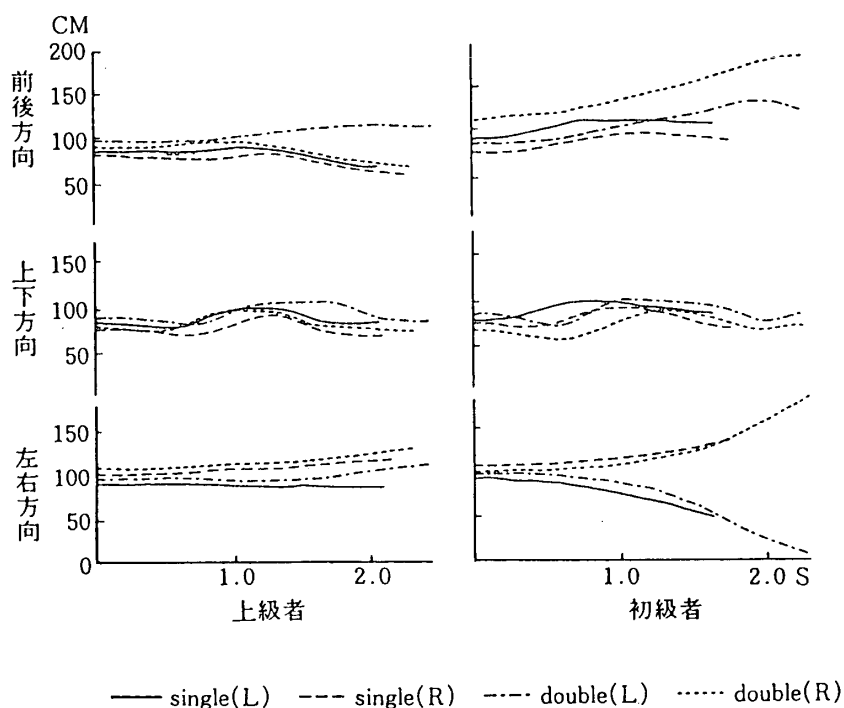


図8 ピルエットにおける重心の位置変化

脚支持側と移行するにつれて、運動域は横広がり、楕円形へと変形している。また、初級者のシングル回転のスティック・フィギュアは、体軸を中心に楕円形に近い運動域がみられるが、ダブル回転では完全に崩れている。また、シングル回転、ダブル回転ともに左右差は表れていない。つまり、初級者の回転方向では左右の回転方向共に、体軸の垂直維持が困難なことが示されている。

以上から、上級者のスティック・フィギュアでは、体軸の歳差運動は回転方向にかかわらず観察されたが、右脚支持側の回転運動で顕著に示されていた。さらに、左右差は、シングル回転よりもダブル回転で大きく表れた。また、初級者は、回転方向による差は、はっきりと示されなかった。体軸の移動形態は、左脚支持側・右脚支持側ともに上級者と異なり、支持脚の接地面が大きくずれて、並進運動を伴っていた。運動域における左右差は各々の技術レベルに応じて表れるが、左右差よりも技術レベルの差の方が大きいことがわかる。

3.2.3 重心移動

(1) 位置変化

図8は、ピルエットにおける重心の位置変化を示したものである。6つのグラフは、それぞれ上級者(左列)と初級者(右列)の典型例について、表している。それぞれの列は上から順に、前後方向、上下方向、左右方向を示している。また各グラフは、4種類の回転動作、すなわち左脚支持側・シングル回転(得意側)、右脚支持側・シングル回転(不得意側)、左脚支持側・ダブル回転(得意側)、右脚支持側・ダ

ブル回転(不得意側)を示している。縦軸は変位、横軸は時間経過である。

初級者は、シングル回転およびダブル回転で、左支持脚側回転を得意側と自覚していたにもかかわらず、各方向では左右差よりも、それぞれの試行の差が大きく示されていた。上級者・シングル回転では、左右差はあまり顕著ではなかったが、ダブル回転では、前後方向と上下方向で差が大きく表れた。特に、ダブル回転・左脚支持側では、他の3つの試行と比較すると異なった変位を示していた。これらから、回転運動における熟練とは、左右同等のトレーニング結果から、比較的容易な技法では左右差が少なくなることだといえる。一方、難度の高い技術では振り付け等の影響から片側偏重のトレーニング形態がとられ、左右差が大きくなると考えられる。

(2) 上級者の左右差

図9は、シングル回転における重心の加速度変化を上級者の典型例について示したものである。横軸は回転開始直前の最大膝屈曲時を0とし、回転終了までの時間経過を示している。上のグラフから順に、前後方向(前方向を+)、上下方向(上方向を+)、左右方向(右方向を+)を表している。太線は左脚支持側回転(得意側)、細線は右脚支持側回転(不得意側)を示している。

シングル回転の全体的な傾向は、上下方向の加速度が最も大きく、それと比較すると、左右方向では変化が少なかった。前後方向および上下方向では、それぞれ両脚支持期である遊脚離床直前と遊脚接地以降の時期に、力が発揮されていた。片脚支持期は、

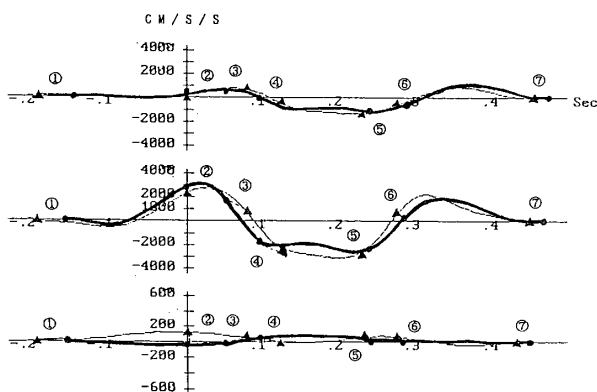


図9 上級者・シングル回転における重心の加速度変化

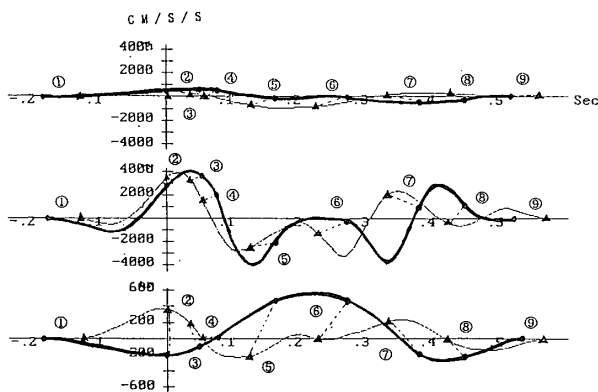


図10 上級者・ダブル回転における重心の加速度変化

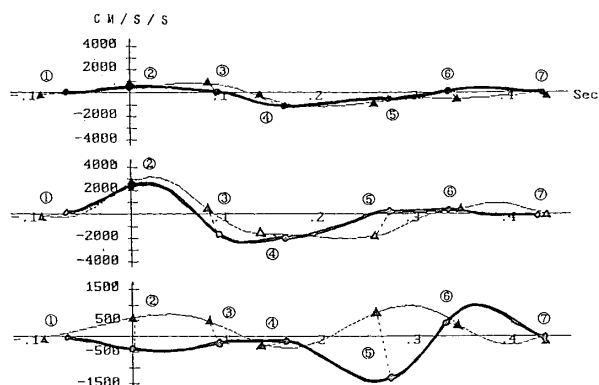


図 11 初級者・シングル回転における重心の加速度変化

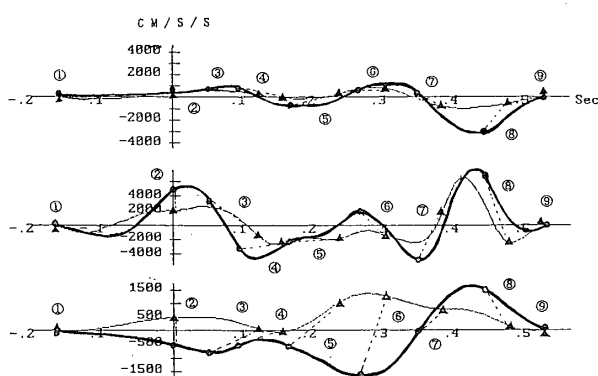


図 12 初級者・ダブル回転における重心の加速度変化

減速しながら回転が行われていた。また、各方向で左脚支持側と右脚支持側のカーブは、ほぼ同じパターンを示していた。図 8 のスティック・フィギュアからも示されるように、上級者・シングル回転では、左右差が少ないことがわかる。

図 10 は、同様にダブル回転について示したものである。シングル回転と比較すると、ダブル回転では、各方向で左右差が大きく表れていた。前後方向では、シングル回転の方がそれぞれの試行中の変化は大きかったが、各方向でのパターンの差はダブル回転で大きく示された。各運動方向による体軸の調整法は、シングル回転とダブル回転とは、異なると考えられる。また、上下方向では、位相のずれはみられるが、他の方向ほどカーブのパターンにあまり差は表れなかった。左右方向では、シングル回転と比較すると、顕著に加速度が増加していて、回転中は体軸が左右方向に大きく傾斜していたと考えられる。

(3) 初級者の左右差

図 11 は、シングル回転における重心の加速度変化を初級者の典型例について示したものである。

シングル回転では、上級者と同様に、上下方向の加速度が最も大きく、また、左右方向では、上級者よりも加速度が大きく示された。一方、前後方向および上下方向のカーブは、左右回転方向ともにゆるやかで、上級者のような抑揚のある回転が行われていなかったといえる。

図 12 は、ダブル回転動作について示したものである。特にダブル回転では、左右差というよりも、それぞれの方向でばらつきが大きく、各試行がうまく成立していないと考えられる。特に、遊脚接地期に加速のピークが存在し、回転終了期には回転速度に対して体軸の調整が十分に行われなかったと考えられる。

(4) 上級者と初級者の比較

Laws¹⁰⁻¹²⁾ はピルエットを行うには、回転初期に回転速度をいかに得るかが重要であるといっている。試行の中で適切な時期に力の大きさや方向をコントロールできることが回転運動を行う際の技術であり、今回の重心の加速度変化において、上級者は左脚支持側でより優れて示されていた。上級者は、特にダブル回転の左右方向において左右差が顕著に観察された。初級者は、上級者ではあまり顕著でなかった前後方向や上下方向でも、回転開始期や終了期に左右差が表れた。一方、上級者の加速度変化とはパターンが異なっていて、得意側においても回転技術が十分に修得されていなかったと考えられる。また、回転動作の重心および体軸の調整は、左脚支持側と右脚支持側では、前後方向、上下方向および左右方向における運動のとらえ方が異なり、その差がそれぞれ左右差として表れたといえる。さらに、左右差はダンサーの技術レベルで起こり、基本的な技法の場合、トレーニングを積むほど差は少なくなるが、逆に非常に高度な回転技法の場合は片側偏重のトレーニングが行われ、左右差の増大とともにその影響は他の舞踊動作にも多く与えられると考えられる。

4. ま と め

舞踊技法の回転動作において左右差が存在することを明らかにした。質問紙調査では、舞踊専攻の学生 37 人を対象に、各舞踊技法にみられる下肢の自覚的な役割分化を調査した。また、実験的方法では、舞踊専攻の学生 11 人を対象に、ピルエットのシングル回転とダブル回転について、3次元の画像解析を行った。その結果、以下のことが得られた。

1. 質問紙調査から、舞踊技法（バランス系、ジャンプ系、回転系）を行う際、得意側で使用する支持脚（踏切脚）は、主に左側に優位であった。舞踊における、下肢の左右の役割分化は存在していた。

2. 回転所要時間から、上級者はダブル回転で左右差が大きく、初級者はシングル回転でより明らかな差が観察された。それぞれの左右差は、回転終了期に表れていた。

3. 上級者のスティック・フィギュアから、右脚支持側回転では、歳差運動が顕著に示されていて、体軸調整に左右差があると考えられる。一方、比較すると初級者の左右差は、明確に表れなかった。

4. 重心の変位および加速度変化から、初級者は左右差よりも各試行の差が大きく、上級者は難度の高い技法で左右差が顕著に観察された。

又、回転の開始期と終了期に左右差が大きく表れ、遊脚の離床と接地の際の身体調整が難しいことが示された。

5. 上級者および初級者は、認識および遂行のレベルで回転動作に左右差がみられたが、それぞれの

技術レベルに応じた差であった。

参 考 文 献

- 1) 浅見高明, 多田繁, 岡田修一: スポーツ選手の一側優位制(左右差)の比較検討, 筑波大学体育科学系紀要, 4(11), 99-109, (1981).
- 2) 浅見高明: 大学スポーツ選手の利き側の特徴について, バイオメカニズム学会誌, 6, 129-136, (1982).
- 3) 浅見高明, 石島繁: 大学スポーツ選手の利き側に関する調査研究, いばらき体育・スポーツ科学, 5, 40-57, (1990).
- 4) Arnheim, D.D. & Pestoles, R.A.: *Developing Motor Behavior in Children*, 88-89, The C.V. Mosby Company, (1973).
- 5) Brasis, C.: *An Elementary Treatise upon the Theory and Practice of the Art of Dancing*, 47-53, (1977).
- 6) Ernest, L.W.: A survey of dance injuries, *New Direction in Dance*, (1989).
- 7) 福田精: 運動と平衡の反射生理, 医学書院, (1957).
- 8) 木村邦彦, 浅枝澄子: ヒトの四肢の一側優位性について, 人類学雑誌, 82(3), 189-207, (1974).
- 9) 久埜真由美: クラシックバレエにみられる回転運動のバイオメカニクス, 体育の科学, 42(10), 803-812, (1992).
- 10) Laws, K.: *The Physics of Dance*, Schirmer Books, 45-67, (1983).
- 11) Laws, K.: The physics of dance, *Physics Today*, 13(8), 24-29, (1985).
- 12) Laws, K.: An analysis of turns in dance, *Dance Reserch Journal*, 11(1), 12-19, (1987).
- 13) Laws, K.: Physics and pas de deux, *New Direction in Dance*, (1889).
- 14) 森下はるみ: 舞踊における回転動作の研究 [I], 体育の科学, 23(4), 246-253, (1973).
- 15) 森下はるみ, 山本高司: 舞踊における回転動作の研究 [II], 体育の科学, 23(5), 320-329, (1973).
- 16) 森下はるみ, 高尾明子: 舞踊による障害・怪我にかんする諸調査, 体育の科学, 43(3), 221-225, (1993).
- 17) 武藤芳照: シンクロ, フィギュア・スケート, バレエに伴う傷害, *Jpn. J. Sprts Sci.*, 4(3), 179-183, (1985).
- 18) 小川正三: 女性クラシックバレエダンサーの下肢に関する諸問題について, *Jpn. J. Sprts Sci.*, 5(8), 532-538, (1986).
- 19) Werner, H.P. & Burton, E.C.: *Learning Through Movement*, 146-148, The C.V. Mosby Company, (1979).

KINEMATIC ANALYSIS OF LATERAL DIFFERENCES IN PIROUETTES EN DEHORS

Kaori MURAMATSU* and Harumi MORISHITA**

* *Tokai University Junior College*

** *Laboratory of Human Movement, Ochanomizu University*

Questionnaire surveys and motor performance tests were performed on 37 female students in the Department of Dance and Physical Education, Ochanomizu University, to investigate lateral differences in dance movements. Some typical movements employed for the classical ballet—balance (Développé), jump (Grand jeté) and turns (Pirouettes en dehors, Fouetté en tournant, Tour piqués)—were examined.

The questionnaire survey showed that students tend to prefer the left lower limb as the supporting leg for each movement.

Especially pirouettes en dehors were studied in detail by means of 3-dimensional graphical analysis (Ariel Performance Analysis System) of 11 students who had been trained for classical ballet. They were divided into advanced or beginning groups according to their skillfulness.

The ratio of time required for each phase of pirouettes en dehors to the whole motion was analyzed with—the aid of the 3-dimensional graphics. Single rotations were broken down into 6 phases and double serial rotations into 8 phases. The advanced group showed large lateral differences: more for double serial rotations than for single rotations. The beginning group showed the opposite tendency. Large differences were found at the end of the rotations in both groups.

Precessional rotation—which unavoidably accompanies pirouettes en dehors—was analyzed for each group with stick figures.

Large lateral differences indicated in the double serial rotations for the advanced group could neither be recognized in the double serial rotations nor in the single rotations in the case of the beginning group.

Large differences in the displacement of the centre of body mass are shown in the beginning group based on analysis of every movement. Larger lateral differences were shown in the double serial rotations than in single rotations in the advanced group.

In the case of the advanced and beginning group, the changes in acceleration of the centre of body mass indicate large lateral differences at the beginning and the end of rotations. It seems to be difficult for both groups to control the long axis during rotations, especially in the two phases when the swinging leg leaves the floor and touches it again.

From the conscious and functional point of view, lateral differences in dance movements indicated between the advanced and beginning groups are reasonably explained from their level of skill.