

ダンスの身体表現における感情認知とインタラクションに関する研究

鹿内菜穂

概要

本研究では、ダンスにおける表現者（ダンサー）と鑑賞者との相互作用、および、複数の表現者間の相互作用について、心理指標を用いた定性的な分析とモーションキャプチャ技術を用いた定量的な分析を行った。

まず、表現者と鑑賞者の相互作用については、鑑賞者がダンスを観察する時、どのような印象や動作特性を手がかりにし、表現者の感情を識別しているかを分析した。その結果、鑑賞者は3つの印象因子と4つの動作因子を手がかりにして、ダンサーの感情を識別していることが分かり、このことに基づいて、感情と印象と動作の間のモデルを構築することができた。

さらに、人間の身体の構造を捨象して、主要関節のみを点で表現した動画映像だけで、鑑賞者が表現者の感情を読み取れるかどうかについても実験した。この結果、点だけの表現でも鑑賞者は感情を正しく認識し、各感情特有の印象が伝わることが分かった。さらに、一般的に識別するのが難しいとされるポジティブな感情を表す動作間の比較も行った。「嬉しい」感情表現と「楽しい」感情表現を示す身体動作を調べた結果、体幹の動作の加速度が、このような違いの曖昧な2つのポジティブ感情の差を表すのに有効であることが分かった。

次に、表現者と鑑賞者との相互作用において、鑑賞者の存在の有無で表現者の心理状態と動作に変化が現れるのかを調べた。その結果、鑑賞者がいる時の方が表現者のポジティブな感情もネガティブな感情も高まることが分かった。さらに、鑑賞者がいる時の方が、速度、加速度、身体の開きの値が大きくなる傾向にあり、また、複雑なリズムで身体全体を動かしていることが分かった。

最後に、表現者間の相互作用について、対面と非対面における動作のタイミングの違いを分析した結果、対面の方が動作の一致度が大きかった。また、複雑なダンス動作では、四肢と体幹を動かして表現者が踊っていること、それぞれの腰と膝が活発に動いていることが分かった。

本研究で得られた結果は、舞踊の分野ではある程度経験的に知られていたことであるが、モーションキャプチャ技術を利用することにより、これらが、はじめて、定量的・客観的に明らかにされたことに意義がある。本研究で得られた知見は、今後の、ダンス教育のための学習・支援システム開発などへ寄与し得るとともに、身体動作に基づく、将来の高度なヒューマン・マシンインタラクション技術開発への基礎的知見を与えるものであると考える。

Perception of Emotions and Evaluation of Interactions Regarding Body Movements in Dance

Nao Shikanai

Abstract

This study investigated emotional and movement characteristics in the interaction between dancers and audience, and the interaction between multiple dancers. Both qualitative and quantitative analyses were performed by using psychological indices and a motion capture technique, respectively.

First problem is that when the audience perceives emotions expressed by dances, what impressions and movement characteristics were used as clues? Factor analyses and covariance structure analysis revealed that three impression factors and four movement factors were used as clues. Based on the results, a movement–impression–emotion model was constructed.

Then, we investigated whether the audience can receive emotions of movements from a moving picture of point-light marks indicating the locations of major body joints. The results indicated that the audience could correctly recognize emotions and obtain impressions that were peculiar to each emotion. Positive emotional expressions in body motion, which are usually difficult to distinguish, were also investigated. The results indicated that the motion acceleration of dancer's body trunk were effective in expressing positive emotions with slight differences.

Next, dancers' emotional states and movements during their interactions with the audience were investigated. The results suggested that positive and negative emotions of dancers increased when there was an audience. Namely, the speed, acceleration, and degree of development of the body have increased. Moreover, the dancers tended to perform movements with more complicated rhythms and used whole body movements.

Finally, we focused on the interaction between the dancers. The comparison results of movement timing between face-to-face and face-to-back conditions suggested that face-to-face condition caused higher synchronization of timing. In addition, the dancers actively used their waists and knees to move their limbs and trunks for complicated dance movements.

The results might be widely recognized as empirical knowledge in the field of dance. However, this study revealed the quantitative and objective evidences for the first time by using a motion capture technique. These results contribute to the development of learning and support system for dance education, and provide basic knowledge for developing advanced human-machine interaction technology based on body movements.

目次

第 1 章序論.....	1
1.1 研究背景.....	1
1.1.1 ダンスとは.....	1
1.1.2 感情とは.....	2
1.1.3 身体表現と感情認知.....	3
1.1.4 ダンスにおける身体表現と表現内容の知覚認知.....	5
1.1.5 身体動作および身体表現におけるインタラクション.....	6
1.1.6 ダンスにおけるインタラクション.....	10
1.2 本研究の目的.....	11
1.3 本論文の構成.....	14
第 2 章表現者と鑑賞者のインタラクション - 鑑賞者の心理 -	16
2.1 感情表現における印象と動作特性.....	16
2.1.1 方法.....	16
2.1.1.1 表現者.....	16
2.1.1.2 表現の種類と実験手続き.....	16
2.1.1.3 鑑賞者.....	17
2.1.1.4 鑑賞実験の手続き.....	17
2.1.1.5 感情の識別の評価.....	18
2.1.1.6 印象項目.....	18
2.1.1.7 動作特性項目.....	18

2.1.1.8	分析方法	19
2.1.2	結果	19
2.1.2.1	感情の識別	19
2.1.2.2	印象の因子抽出	20
2.1.2.3	動作特性の因子抽出	23
2.1.2.4	印象因子と動作特性因子を用いた共分散構造分析	24
2.1.2.5	印象因子を用いた判別分析	27
2.1.3	考察	28
2.2	情報を削減した映像における印象と動作特性	32
2.2.1	方法	33
2.2.1.1	表現者	33
2.2.1.2	表現の種類と実験手続き	33
2.2.1.3	実験装置	33
2.2.1.4	ビデオ映像と点光源映像	34
2.2.1.5	鑑賞者	39
2.2.1.6	鑑賞実験の手続き	39
2.2.1.7	表現された感情の評価	39
2.2.1.8	印象評価	39
2.2.2	結果と考察	40
2.2.2.1	表現された感情の程度	40
2.2.2.2	印象評価項目の比較と各表現の動作特性	43

2.3	ポジティブな感情の表現における印象と動作特徴 - 嬉しい感情と楽しい感情 の比較 -	52
2.3.1	方法	53
2.3.1.1	表現者	53
2.3.1.2	表現の種類と実験手続き	53
2.3.1.3	実験装置	54
2.3.1.4	評価実験用の映像	54
2.3.1.5	鑑賞者	55
2.3.1.6	鑑賞実験の手続き	55
2.3.1.7	評価項目	55
2.3.2	結果	56
2.3.2.1	印象評価項目の比較	56
2.3.2.2	加速度の比較	58
2.3.3	考察	60
第3章	表現者と鑑賞者間のインタラクション - 鑑賞者の有無による 表現者の心理と動作の変化 -	63
3.1	方法	64
3.1.1	表現者	64
3.1.2	鑑賞者	64
3.1.3	ダンス動作の種類と実験手続き	64
3.1.4	実験装置	65

3.1.5	心理状態の評価	66
3.2	結果	67
3.2.1	鑑賞者の有無による表現者の心理的変化.....	67
3.2.2	鑑賞者の有無による表現者の動作特徴の違い.....	69
3.2.2.1	動作特徴量	70
3.2.2.2	身体の開き周波数特性	72
3.3	考察	80
第 4 章 表現者間のインタラクション - 表現者の動作特徴と変化 -		83
4.1	方法	83
4.1.1	表現者.....	83
4.1.2	ダンス動作の種類と実験手続き	84
4.1.3	実験装置.....	85
4.2	結果と考察.....	85
4.2.1	対面と非対面における動作特徴の違い	85
4.2.1.1	対面における身体部位の知覚.....	85
4.2.1.2	タイミング差	86
4.2.2	対面における基礎のダンス動作特徴.....	87
4.2.2.1	タイミング差	88
4.2.2.2	膝の角度	88
4.2.2.3	時系列にみた膝速度の相関関係	89
4.2.3	対面における応用のダンス動作特徴.....	91

4.2.3.1 速度の相互相関行列.....	92
4.2.3.2 Exponential Map を用いた分散共分散構造分析の試み	94
第 5 章総括.....	100
5.1 本研究のまとめ	100
5.2 今後の課題と展望.....	102
謝辞	106
本論文に関連する研究業績.....	109
参考文献.....	112

表目次

表 1	各感情表現における感情の評価得点	20
表 2	ダンスの感情表現における印象項目の因子負荷量.....	22
表 3	ダンスの感情表現における動作特性項目の因子負荷量.....	24
表 4	ダンスの感情表現における判別分析の結果	28
表 5	印象評価項目	40
表 6	喜び表現における印象結果.....	45
表 7	悲しみ表現における印象結果.....	46
表 8	怒り表現における印象結果.....	47
表 9	ビデオ及び点光源の感情表現における印象の主成分負荷量.....	49
表 10	嬉しい感情表現と楽しい感情表現における印象結果	57
表 11	プロダンサーにおける嬉しい感情表現と楽しい感情表現の加速度	60
表 12	ダンス熟練者(a)における嬉しい感情表現と楽しい感情表現の加速度.....	60
表 13	ダンス熟練者(b)における嬉しい感情表現と楽しい感情表現の加速度.....	60
表 14	日本語版 PANAS の項目	66
表 15	ダンサーA～Cにおける速さに関する特徴量	71
表 16	ダンサーD～Fにおける速さに関する特徴量	71
表 17	ダンサーA～Cにおける加速度の大きさに関する特徴量	71
表 18	ダンサーA～Cにおける加速度の大きさに関する特徴量	71
表 19	ダンサーA～Cにおける角度に関する特徴量	72

表 20	ダンサーD～Fにおける角度に関する特徴量	72
表 21	ダンサーA～Cにおける身体の開きに関する特徴量	72
表 22	ダンサーD～Fにおける身体の開きに関する特徴量	72
表 23	一定リズムとアレンジリズムにおける膝角度	89

図目次

図 1	ダンスにおける動作 - 印象 - 感情モデル (The Movements Impressions Emotions Model).....	26
図 2	ダンスの感情表現における判別得点の分布	28
図 3	動作特性と印象と感情認知の関係.....	32
図 4	モーションキャプチャシステムのカメラ (Hawk, Eagle)	34
図 5	点光源映像実験におけるマーカセット	34
図 6	EvaRT での静止画 (上) と Motion Builder での静止画 (下)	35
図 7	喜び表現の映像例	36
図 8	悲しみ表現の映像例.....	37
図 9	怒り表現の映像例	38
図 10	喜び表現の感情評価.....	42
図 11	悲しみ表現の感情評価	42
図 12	怒り表現の感情評価.....	43
図 13	主成分得点のプロット	51
図 14	本実験におけるマーカセット.....	54
図 15	スティックフィギュア映像の例 (左: 嬉しい感情 右: 楽しい感情) ..	55
図 16	観客条件でのモーションキャプチャ	65
図 17	観客・無観客条件実験におけるマーカセット	65
図 18	感情得点合計	67

図 19	各ダンサーの各条件におけるポジティブ感情得点の平均	68
図 20	各ダンサーの各条件におけるネガティブ感情得点の平均	69
図 21	身体の開きとマーカ名	70
図 22	ダンサーAの時系列にみた身体の開き	73
図 23	ダンサーBの時系列にみた身体の開き	73
図 24	ダンサーCの時系列にみた身体の開き	74
図 25	ダンサーDの時系列にみた身体の開き	74
図 26	ダンサーEの時系列にみた身体の開き	75
図 27	ダンサーFの時系列にみた身体の開き	75
図 28	ダンサーAにおける身体の開きのパワースペクトル.....	77
図 29	ダンサーBにおける身体の開きのパワースペクトル.....	77
図 30	ダンサーCにおける身体の開きのパワースペクトル.....	77
図 31	ダンサーDにおける身体の開きのパワースペクトル	78
図 32	ダンサーEにおける身体の開きのパワースペクトル.....	78
図 33	ダンサーFにおける身体の開きのパワースペクトル.....	78
図 34	各条件における基本周波数に対する高調波成分の比率.....	80
図 35	対面条件（左）と非対面条件（中央）の様子，リーダーとフォロワー（右）	85
図 36	対面における相手の身体の知覚	86
図 37	対面と非対面におけるタイミング差	87

図 38	一定リズムとアレンジリズムにおけるタイミング差	88
図 39	各条件と各課題におけるリーダーとフォロワーの膝の速さの相関関係の 変化.....	91
図 40	ダンサーA とダンサーB における全身の速さの相互相関行列	93
図 41	ダンサーD とダンサーE における全身の速さの相互相関行列	93
図 42	Exponential map へのデータ変換	96
図 43	Exponential map へ変換時の例	97
図 44	ダンサーA とダンサーB のダンス動作における分散共分散行列	99

第1章 序論

1.1 研究背景

1.1.1 ダンスとは

ダンスとは、人間の原初的な表現形式の一つであり、限定されたリズムと知覚の機能に従って、定められた空間の中で身体を移動させる連続動作であると定義されている (Demondstine, 1981) . ダンスの芸術形式は二つの目的があり、一つは自分とのコミュニケーション、もう一つは他人とのコミュニケーションとされている (H' Doubler 1998; 柴, 2000) . ダンスは、感情表現や意思表示、思想の伝達の役割も果たす、ある時間と空間内に展開されるリズムカルな身体運動である (片岡, 1991; 阪田・八村, 2007; 柴, 2000) . それは単なる身体動作でなく、個人的な表現から儀式・伝統行事まで多くの社会的機能を果たすのである。ダンスが意図性や創造性が含まれた身体運動であるならば、それはコミュニケーションのメディアともいえるだろう。

西洋の踊りの基礎として位置づけられているのが、クラシックバレエである。ロシアで飛躍的に発展し、厳格に定められた技法を踏襲して振り付けて踊られるダンスのことをいう。全世界で幼児から大人まで踊られ愛されているクラシックバレエのダンス人口は計り知れない。一方、20世紀初頭アメリカにおいて、イサドラ・ダンカンなど芸術の先駆者として知られる人々が、同時代のクラシックバレエと大衆的ショーダンスの平凡さの両方に反発したことから、モダンダンスを生み出す (海野, 1999) . クラシックバレエの様式にとらわれず、感情の表現を自由な形で表すものである。自由な踊りを追求し、身体を締め付けない衣装を身に着け、裸足で即興により踊られることも多いのがモダンダンスである。

教育の歴史からみると、19世紀末より、アメリカとイギリスの学校教育の中でダンスが奨励されるようになった。日本においては、明治時代に、ダンスは遊戯として学校教育に取り入れられるようになり、身体の修練を目的とした、ダンスステップの習得が中心とされた舞踊教育が行われたが、その後モダンダンスの隆盛が背景となって、誰

もが創作し、踊り、鑑賞することを目的とした第二次世界大戦後の舞踊教育へと移り変わった（片岡, 1991）。

平成 24 年度より中学校保健体育において、ダンスは必修化され、創作ダンス、フォークダンス、現代的なリズムのダンスで構成されている。イメージをとらえた表現や踊りを通じた交流を通して、仲間とのコミュニケーションを豊かにすることを重視し、仲間とともに感じを込めて踊ったり、イメージをとらえて自己を表現したりすることに、楽しさや喜びを味わうことが期待されている（文部科学省「武道・ダンス必修化」：http://www.mext.go.jp/a_menu/sports/jyujitsu/1330882.htm）。小学校の体育科目において、ダンスに関する教育は表現運動として行われており、表現、フォークダンス、リズムダンスが学習内容に含まれている。日本において、舞踊教育やダンスを通じた教育は、どの年齢においても自由な発想で、一人一人の感性を大事にしながら表現力を高めること、仲間とコミュニケーションをとりながら楽しむことを目標としてきた。H' Doubler (1998) は、舞踊・ダンスの教育的意義は、身体、想像力、鑑賞力、情緒の発達に役立つことと述べている。具体的に述べると、表現内容の媒介として研ぎ澄まされる身体、表現内容の象徴となる動作を創造し、工夫する想像力、含まれた表現内容を身体動作から見出すことによる鑑賞力、自らが創造し表現することや他者の表現を鑑賞することによって刺激される情緒である（H' Doubler, 1998）。これらの理解と発達を促し、教育とその支援を行うことは、単なる身体運動の発達や身体動作のスキルアップではなく、人間を豊かにするという大事な役割を担っている。

1.1.2 感情とは

私たちは日常生活の中で様々な感情を経験しているが、感情という言葉は心理学や精神医学の用いられる情動、気分、情緒などを含めた総称として用いられている。感情は情動が人の意識に呼び起こされ、人が内的に感じる主観的な経験といわれている（濱ら, 2001）。

情動とは、欲求の満足や阻止に伴って体験され、生物学的基盤によって支えられており、扁桃核、帯状回、海馬、視床の一部を含む大脳辺縁系と呼ばれる部位が情動の発生と深い関連がある（船橋, 2007）。基本情動は、怒り・恐れ・喜び・悲しみ・驚き・嫌悪の 6 種類（Ekman, 1992）や、喜怒哀楽、愛・憎、快・不快、ポジティブ・ネガテ

イブ感情が挙げられることが多い。一方、気分とは、情動が比較的長い間続く状態であり、健康の時の爽やかな気分、病気の時のけだるい気分が挙げられることが多い。気分と情動の違いは、情動は生理学的な興奮が強いのに対して、気分はそれが弱いことであり、情動の持続時間は数秒、数分と短いのに対して、気分は数時間、数日、数ヶ月と続くこともあるといわれている（船橋, 2007; 濱ら, 2001）。

感情は、主観的経験、表情反応、生理反応、認知処理、身体的行為を形成するものとして体系化され、多くの研究によってモデルが構築されている。Plutchik (1986) は、生物には環境の刺激、状況、事象が自らの生存にとって有益か有害かを評価できる機能が生得的に備わっており、有益と評価すればそれに対して接近し、有害と評価すればそれを回避する行動が生じると述べている。感情の中でも情動は生物的機能に応じた行動をもたらし、人はその中で主観的体験として基本的な感情を喚起する。さらに、認知機能が発達すると、様々な状況におかれた時、その状況をどのように認知し、どう解釈するかを、感情の種類や強さで規定している。そして、その認知的評価にはそれぞれの過去の経験や学習が大きく関係しており、さらに複雑な感情の経験が生じるといわれている（船橋, 2007; 濱ら, 2001; Izard, 1996; 高橋, 2008）。

1.1.3 身体表現と感情認知

他者の感情を正しく知覚し理解することは、よりよいコミュニケーションを築くために必要である。感情は言語だけでなく、表情や視線、声、姿勢やジェスチャ、身体動作など非言語にも表れる（Clarke et al., 2005; Coulson, 2004; de Meijer, 1989; Dittrich et al., 1996; Ekman & Friesen, 1978; Montepare et al., 1987; Montepare et al., 1999; Wallbott & Scherer, 1986）。そして、人は顔の表情だけでなく、姿勢や身体動作から他者の感情を読み取ったり、感じたり、理解したりして、コミュニケーションをはかろうとする（大坊, 1998）。つまり、動作が生み出す表現にはその表現内容を知覚認知させる情報が含まれており、人はその情報を受け取っている。そして、その表現内容として感情を非言語情報として扱い、身体表現との関係を明らかにしようとする研究がなされてきた。

感情と姿勢の関係については、心理学分野において著名な Williams James が報告している（1932）。その実験は、頭、体幹、脚、腕、膝の位置を変化させた 347 枚の

写真を用いて、接近、撤退、拡張、収縮、という4つの姿勢を鑑賞者にカテゴリ分けしてもらったというものである。接近の姿勢は対象の方を向くことから興味・関心を示し、撤退の姿勢は対象の方を背くことから拒絶・嫌悪を示す。拡張の姿勢は伸びて反ることから自信・優越を示し、収縮の姿勢は体を丸めることから落胆であると示した。また、身体の部位に着目した Bull (1987) も、頭、胴、腕、脚ごとにカテゴリ化を行い、頭は上を向くのか、下を向くのか、脚はどのように組んでいるか、曲げているか、伸びているかなど、身体部位ごとに動作項目を作成し、学生の姿勢と興味・退屈との関係を示している。興味や退屈、快や不快といった感情は、態度や状態として直感的に理解しやすい。頭や背筋が伸びているとポジティブな感情、頭と肩が前に出て骨盤が引いてあるとネガティブな感情として評価もなされている (Schouwstra & Hoogstraten, 1995)。また、地位の高い者の特徴は、腕を組んだり、腰に手を当てたり、顎で指示を出したりすることも報告されている。プライドは自分の地位や立場を示す感情でもあり、姿勢に表れると示されている (Mehrabian, 1968)。

身体動作による感情の表出や表現は、文化や社会的背景による影響が大きく、学習の産物と考えられている (春木, 2002)。うなずきは無意識に行っている場合と意識的に行う場合があるが、これは同意・賛成の意味を示しており、コミュニケーションには欠かせないツールである。動作の特徴をみていくと、体が伸びるとポジティブな感情が、体が収縮しているとネガティブな感情が予測されるといわれている (de Meijer, 1989)。また活動性が高く拡張的な動作は喜び、同じように活動的で拡張的で、かつ速くて強い動作は怒りの感情と関係がある (Wallbott, 1998, Wallbott & Sherer, 1986)。縮小的で遅く、弱い動作は悲しみと関係がある (Wallbott & Sherer, 1986)。そして、動作から感情を解釈する時には、その形態や速さ、動きの多さや大きさが手がかりになるという報告もなされている (Montepare et al., 1999)。

歩行も感情と関係がある。喜び・悲しみ・怒りの感情について、アクターや実験協力者が表現した歩行場面を観察者が評価した結果、それぞれ歩行者の意図する感情は判別されると実証されている (Montepare et al., 1987; 佐々木, 2005)。感情の判別の手がかりとなるのは、歩行時の姿勢や足取りのテンポ、歩幅、踵や爪先の離地のタイミングである。

このように身体動作と感情との関係、感情の識別や認知について、多くの研究が取り組まれてきた。

1.1.4 ダンスにおける身体表現と表現内容の知覚認知

ダンスは、身体を通して、感情や意思など人が抱える内的なものを表現する（柴，2000）。ダンスそのものに表現者のメッセージが込められている。また、鑑賞者もそのメッセージを受け取ることで感情が引き起こされたり、表現者の思いや考えを巡らせたりする。ダンスや舞踊を通じた表現者と鑑賞者のコミュニケーション性は、表現者が身体を用いて表現内容を表現し、鑑賞者が表現媒体である表現者の身体を見てその表現内容を捉えるところにある。表現者にとって、表現内容を受け取る鑑賞者の存在や見方を意識することは重要であり、表現者と鑑賞者のインタラクションがあつてこそダンスに面白さや魅力があるといっても過言ではないだろう。

ダンスにおける感情表現には、その感情を識別し得る多くの情報が含まれており、先行研究はダンス動作の時間的特徴と空間的特徴を基に、印象と動作特徴との関係を明らかにしてきた。松本（1987）はダンスの表現の構成要素は時性、力性、空間形態性であると定義し、感情語との関係を述べている。例えば、楽しいという表現は時性において速いスピード、力性において高いエネルギー、空間形態性においてスキップやジャンプ、ターンという動作、悲しいという表現においては時性において遅いスピード、力性において低いエネルギー、空間形態性において伸びたり縮んだりする動作を挙げて、それぞれ関連を述べている。Camurri & Volpe（2003）はLaban（1963）の舞踊動作に対する時間、空間、重さの考え方を参考に、重さ、時間、空間、流れの4つの構成要素で感情的な身体動作をカテゴリー化した。喜びの表現は動きが何度も変容し、伸展の動作と関係があり、悲しみの表現は遅いスピードで継続的な動作が含まれており、怒りの表現は動きが何度も変容し、かつダイナミックで断続的な動作が含まれており、急に動いたり止まったりすることが示されている。

神里・星野（1999, 2000）は沖縄の舞踊の一つであるカチャーシを用いて、その踊りの型に対する印象について評価をまとめ、星野ら（2000）やKamisato et al.（2004）はそのカチャーシのモーションキャプチャを行い、印象と動作特性の構造をまとめている。それは、好みと手首の返し、動きの堅さと速さ・静止運動、滑らかさ・ゆっくりし

た印象と下方向への軌道, ダイナミックな印象と奥行き方向への運動, 安定した印象と運動の停留など, 印象と物理的特徴量との関係を明らかにしている. また, 阪田ら (2004) や三戸ら (2007) は日本舞踊を用いて, 印象評価で見出された結果をうけて, 印象の相違は動作のどのような特徴から生まれたのかを, モーションキャプチャで得られた動作データを用いて明らかにしている. 日本舞踊の演目においても, 「スピードのある - ゆっくりした」「強い - 弱い」「急変的な - 持続的な」「アクセントのある - 滑らかな」といった印象は速度・加速度と相関関係にあり, また審美性は回転速度が遅いほど得られ, 力動性は顔の傾きが遅く, それと同時に身体の動作が速ければその印象を受けるなどの報告がなされている.

ダンスの身体動作を定量化した研究では, Sawada et al. (2003) は, ビデオカメラの映像から DLT 法を用いて 3 次元動作解析を行い, 上肢の動作と感情との関係を明らかにした. 速度, 加速度, 移動距離の総和は, 感情を識別する際に手がかりになることを示している. さらに, Sakata & Hachimura (2007) はモーションキャプチャを用いて, ダンスの身体動作特徴と感性情報との関係を定量的に分析している. 最小限の表現単位として松本 (1987) が提案した 7 つの舞踊運動; 楽しげなモチーフ, 寂しいモチーフ, 鋭いモチーフ, 厳かなモチーフ, 躍動的なモチーフ, 流れるようなモチーフ, さりげないモチーフと, 四肢の速度, 加速度, 重心の位置, 動きの体積との関連を示している.

このように, 鑑賞者はダンスにおける身体動作や表現から特定の感情や印象を受け, それは時間的特徴や空間的特徴と関連があることが示されてきた. 鑑賞者は表現者の目に見える動きを通して情報を取り入れ, 表現者の内的なイメージを感じ取っているのである.

1.1.5 身体動作および身体表現におけるインタラクション

身体はあらゆるコミュニケーションの原点となり, それは人間とコンピュータのインタフェースとしての役割を担っている (原島, 2004). そして, 先にも述べたように, 人のコミュニケーションには言語的要素と非言語的要素があるが, よりよいコミュニケーションを築くためには, 表情や声の質, 姿勢やうなずき, ジェスチャなどの身体動作の役割は大きい. ヒューマンコンピュータインタラクションの研究分野では, より自然

で分かりやすいインタラクションを実現させるために、人のコミュニケーション行動が観察され、特に非言語情報が注目されてきた。人の身体動作や印象を直接分析することは、インタラクションシステムの設計に直結し、それがヒューマンインタフェースに導入されるならば、人間に立脚したコミュニケーションシステムが実現できるものと期待されている（渡辺, 2005; Watanabe, 2007）。

相手に自分の気持ちを理解してもらいたい発話において、相手の応答が、通常の100ms～400msより、遅い400ms～800msの間合いである方が、主観的な印象が高くなるという知見がある。人は相手の応答のわずかな間のズレから、相手が自分の状況をどれだけ考慮しているかを推し量っているのである（小島ら, 2007; 平山高嗣ら, 2008）。そこで、対話が上手くいかない時、システムが何らかの働きかけを行って自然さを補おうというアプローチがなされたものがある。テレビ会議などの遠隔の対話では、伝送遅延によって自然な話者交代が難しい。そこで、川嶋ら（2007）は、対話分析から得られた知見に基づいて、人工的に生成した映像刺激を画面に挿入提示することで、話者交代の間合いの冗長さを補償する方法を提案した。対話における円滑な間の実現には、音声のみならず視覚的なモダリティの活用が重要であることを確認している。また、相手の反応として相槌などを適切に生成するためのシステムとして、岡登ら（1996, 1999）は会話全体の韻律情報とピッチパターンを解析し、対話終了時における相槌挿入の適切なタイミングを推定する手法の提案を行った。Cassell et al.（2000）も心理学の知見に基づいて、人の視線やうなずき、ジェスチャや姿勢などの非言語行動が会話中に重要な意味を持つことを明らかにし、その結果を会話エージェントのデザインに適用して効果を確認している。また、Nakano et al.（2003）は、人が対話している映像を分析して、視線、うなずきなどの非言語行動と発話の種類との関係を明らかにし、その結果を会話エージェントに適用している。さらに、人の視線の動きは興味の度合いと関係することを調べ、その知見をヒューマン・エージェントの視線行動設計に適用し、推定したユーザの動きから興味を維持する方法の提案も行われている（Nakano & Ishii, 2010）。

視線やジェスチャを利用した、より自然なコミュニケーションの構築を目指して、ヒューマノイドロボットの開発も進んでいる。ヒューマノイドロボットは、会話場面で相手の方を見るように（注視するように）設定されているものが多く、また、会話中にロ

ロボットが視線を送ると、人は快く感じ、コミュニケーションがとれていると感じることが報告されている（吉川ら, 2007）．Ogasawara et al. (2005) は、話し手、聞き手を決めた時の共同注意、話し手への視線、話し手へのうなずきなど、人と人のコミュニケーションを調べ、その結果を聞き役であるロボットのデザインに適用している．一方で、話し手を見て視線を合わせるだけでなく、話し手が考えている時には適当に視線を外すこともできる音声対話ロボットの開発（松坂ら, 2001; 松坂ら, 2003）や、視覚情報と音声情報を用いて人物追従をする手法も提案されている（Nakadai et al., 2001）．そして、姿勢や体の向き、ジェスチャを加えることによって、人とのコミュニケーションを積極的に促そうとすることもなされている．小野ら（2001）は道案内をするロボットを用いて、腕の上下動作を行わせるだけでなく、ジェスチャや相手に向かい合う身体の向きを解析し、その手法を提案した．そして、Kuno et al. (2007) は美術館における展示物の説明者と来館者の会話行動を分析し、その結果を美術館ガイドロボットに実装し、実際にそのロボットを美術館に導入して、インタラクションの効果を確かめている．

ロボットの動作特徴とそれに対する人の印象を調べた研究では、ロボットの視線、指の軌跡、手の軌跡はコミュニケーションをとる上で重要とされ、それが自然であるほど人はロボットに対して良い印象をもつことが明らかにされており（Kanda et al., 2002; 神田ら, 2003）、いかに自然なコミュニケーションを行えるかに重点が置かれてきた．また、何を行うか、何を話すかではなく、何をどのタイミングで行うか、何をどのタイミングで話し、話さないかまで、近年のロボット研究には求められている．アバターやエージェント、ロボットに対して信頼関係を築き、違和感のないより自然なコミュニケーションをとるために、インタラクション研究においては非言語情報、特に身体動作を分析し、その情報をいかにシステムに取り入れられるかについて取り組まれている．お互いの心が通い合うコミュニケーションの実現に向けて研究は進められている．

コミュニケーションを理解するために、人対人のやりとりに着目し、同調がどのように起きるのか、互いの引き込みはどのように起きるのか、相互作用と協調関係を明らかにする研究は認知科学の分野でも工学の分野でもなされてきた．特に二人の表現者（行為者）の行動が合っていくという現象については、物理的に即した形で報告されている

(Sebanz et al., 2006; Obhi & Sebanz, 2011) . 例えば, 横に並んで座っている二人のリズミカルな動作は徐々に合っていく同期現象が報告されている (Richardson et al., 2005) . 個人間の動作の同期現象を分析するために様々な実験方法も取られてきた (Richardson et al., 2007; Richardson, 2005; Schmidt et al., 1998; Schmidt 1990; Schmidt, 2012; van Ulzen et al., 2008) . これらの研究は, 一人の人間の動作の協調関係の延長として, 相手との動作の同期が起きると考えられている. そのため, 一人の身体動作と同じ原則に従っているかどうかを基本にして分析されてきた (Schmidt et al., 1998). 個人内で行う協調的な動作と, 二人の人が連動して行う動作には, 共通した特徴がみられるということである.

そして, 相手の動きと合っていくためには相手を見ることが重要とされているが, 人は無意識にも合ってしまうという同期の発生も近年明らかにされている (Richardson et al., 2005; Miles et al., 2010; Oullier et al., 2008; Schmidt et al., 2013) . 手の動きにおいて, 無意識に相手の動作に合っていく同期現象が確認されている (高橋・渡辺, 2008) . そして, 同期現象は, 相手とのタッピング (山本・三宅, 2004) やタイミングを合わせた指差しといった基礎的な動きだけでなく演奏表現においても分析されている. 演奏中, 表現者同士は呼吸もタイミングを合わせながら演奏の動作を一致させることが確認され, また演奏として難しい箇所がある場合には, 表現者は相手の顔の表情でなく身体動作の情報を手がかりに合わせているという (河瀬, 2011) . しかし, 相手に合わせることに関する研究の歴史はまだ浅い. 当初は二人の行為者の動作が同期してしまう現象について, 定量的に説明するといった研究が存在していたが, 最近の研究では, 二人 (複数) の人が互いに異なる役割を担って, 一つの行為を実現する仕組みが注目を集めている. 安藤ら (2007) は二人が共同して一つのゴールを達成する時に, どのような身体動作の協調関係がみられるかを調べている. 二人が言葉がけをせずにゴールに向かい, 指だけを用いて棒を運ぶ実験を行った結果, 二人は運んでいる間に相手の動作に注意を払い, 役割分担を変えながら移動していることが報告されている. 複数の人が共同で一つの行為を行うことは極めて日常的な動作であり, それを実現する仕組みを理解しようと, 認知科学の領域も工学の領域も試みている.

1.1.6 ダンスにおけるインタラクション

1.1.4 において、ダンスの表現者と鑑賞者のコミュニケーション性に触れたが、ダンスは一人で踊ることもあれば二人以上の複数で踊ることもあり、表現者同士のコミュニケーションも存在する。ダンスにおいて、相手といかに合わせて踊るか、いかに揃えて踊るかということは練習の時から大事なこととされており、その時に表現者同士がアイコンタクトを取ったり、お互いの顔の表情を見合ったりすることが経験的にいわれてきた。

ダンスのもう一つの重要な側面に、音楽のビートやリズムに合わせることもある。リズムとダンサーの身体動作の協調を分析した研究 (Miura et al., 2011) では、ダンスの基本動作であるアップ動作、ダウン動作を用いて、リズムカルな音に動作を同期させる実験を行っている。その結果、初心者はリズムが速くなるとアップの動作がダウンの動作になってしまい安定した動作が行えなくなり、一方で、熟練者のダンサーは、リズムが速くなってもアップの動作もダウンの動作も転移せず、安定して動作が行えることが明らかになっている。つまり、ダンサーは全身を調整し、リズムが速くなってもリズムに合わせて、安定して動作を行えることが示されている。しかし、リズムや音楽に合わせて、パートナーの動きと合わせることもダンスには必要とされる。そして、相手と合わせるためには、お互いの顔の表情や身体動作を見ること、相手の動作の情報が必要になるが (安藤ら, 2007; 河瀬, 2011) , ダンスを対象にして、その情報がどのように役立てられているか、相手を見ることによる身体動作への影響はあるのか、定量的な分析は十分になされていない。

1.2 本研究の目的

身体動作を記録して表示する技術は進歩し、ヒューマンコンピュータインタラクションの分野では、視線やうなずき、ジェスチャなどを行うロボットやアバター、エージェントの開発が盛んになってきた。さらに、人とのよりよいコミュニケーションを築くために、単に一方的な動作を行うのではなく、相手である人の視線や発話のタイミング、身体の向きなどを理解した上で動作を行える技術開発が注目されてきた。すなわち、マシンの機能の向上だけを目指すのではなく、相手である人と自然な動作を行うこと、人とのよりよい協調が望まれているが、その実現には、その動作のきっかけになる感情の理解が重要であると考えられる。

人の心を対象とする心理学の分野においては、感情の研究は古くから行われ、特に感情がどのように喚起し、表出されるかについて取り上げられてきた。また、身体動作を通じた感情の表出の特徴を捉えたり、カテゴリー化がなされ、感情と身体動作との関係について関心はもたれていた。動作や行動は感情に大きな影響を受けるのである(高橋, 2008)。最近では、身体動作と知覚・認知との関連、知覚・認知が動作に対してどのように貢献をしているかについて、有益な知見が提供され始めてきた(春木, 2002; 樋口・森岡, 2008; Sebanz et al., 2006)。しかし、それらの多くは、一人の表現者や行為者による身体動作を対象としてきた。ダンスや舞踊は、表現者が感情や意思を動作で表現し、鑑賞者もしくはもう一方の表現者がそれに対して何らかの作用を受けることによって成り立つコミュニケーション性がある(柴, 2000)。そして、表現者と鑑賞者の意識は互いに変化し合い、その結果、記憶や印象に残るダンスや舞踊の動作が生まれると考えられる。すなわち、主体者である表現者の身体動作だけに特化した分析だけでは、真にそのコミュニケーションを理解し得るといえない。

本研究の目的は、感情を理解し、将来の高度な協調行動を実現するヒューマンコンピュータインタラクション技術開発への基礎的知見を得るとともに、今後のダンス教育の学習・支援システム開発のために有益な情報を示すことである。そのため、感情や感性の表現こそが目的であるダンスの身体動作に着目し、舞踊の分野において経験的に知られていたものの定量的に分析されてこなかった、表現者と鑑賞者の間にどのような相互

作用（インタラクション）があるのか、表現者間にどのような相互作用があるのかを明らかにする。

まず、表現者と鑑賞者のインタラクションにおいて、これまでダンスの身体動作と印象との関係、感情を表す言葉との関係、感性情報との関係を示す研究がなされてきた。ダンスの動作を説明する際、形容詞や形容動詞などの印象に関連する語が数多く用いられており、数多くの印象語とダンスの身体動作についてその関連性を定性的に評価されてきた。一方、モーションキャプチャの利用もみられるようになり、身体動作の撮影や記録、定量的解析も行われるようになってきた。しかし、その目的はデジタル・アーカイブや芸術・芸能の保存、動作スキルの獲得・向上が重視される傾向にあり、運動情報と印象との関連性を速度や加速度、移動距離を用いて明らかにしたものや、身体動作の物理的特徴量と感性情報との関係性を評価したものは数えるほどしかない。人がイメージする内的なものとダンスの身体動作との関連を理解するために、表現者が表現する内容を鑑賞者は何を手掛かりにして判断しているのか、因果関係については明らかにされていない。そもそも、ダンスの感情表現から鑑賞者は感情を読み取ることができるのか。また、ダンスの感情表現において、どの動きから印象が生み出されるのか。そこで、鑑賞者の主観的評価をもとに、ダンスの動作と印象と感情との因果関係を明らかにする。

また、人は相手の全ての情報が得られなくてもその人らしさを感じたり、状況を理解したりすることができるといわれている（Johansson, 1973）。人間の身体構造を無視した主要関節を点として表現した動き（点光源映像）からでも、感情など相手の状態が知覚可能であると示されており（Kozlowski & Cutting, 1977; Pollick et al., 2001），点光源映像には運動情報が集約されている。このような運動情報のみからでも人は対象とするものを知覚し、その運動学的特徴は人の判断と理解に寄与する。これまでダンスに関連する身体動作の評価の研究は、多くはビデオ映像を用いたものであった。そこで、点光源映像を用いてダンス動作に対する人の感覚・知覚に寄与する運動学的特徴も明らかにする。

さらに、身体動作から表れる感情の識別は、例えば言葉や顔の表情、声に比べて難しく、さらにポジティブ感情として位置づけられる感情を見分けることが難しいといわれている（Frederickson, 1998; Fredrickson & Branigan, 2005; Gross et al., 2010）。ダ

ンスの感情表現を評価したものや物理的特徴について少しずつ報告されてきたが、それは全く異なる6感情や7感情であったり、快・不快感情であったり、ポジティブ感情とネガティブ感情であったり、区別し得るものが対象とされてきた (Camurri et al., 2003; 松本, 1987; Sawada et al., 2003; Wallbott, 1998) . そこで、識別が難しいとされるポジティブ感情 (嬉しい感情と楽しい感情) の表現にもアプローチし、その印象と動作特徴を示す.

次に、表現者と鑑賞者のインタラクションにおいて、鑑賞者の存在による表現者への影響を考えた. ダンスの身体動作に関する研究は、他者による影響を考慮しない単独動作が中心であった. 実際ダンスパフォーマンスの場面において、観客や一緒に踊る仲間や指導者、つまり自分以外の他者が必ずそこに存在する. ダンス場面において対人との相互作用が存在することは経験的にいわれてきたが、その効果について定量的な検討は十分になされていない. 鑑賞者の存在が表現者の心理や身体動作にどのような影響を及ぼすのか. 鑑賞者の有無で表現者の感情は変化するのか、また身体動作は異なるのか、どのような身体動作の特徴があるのかを明らかにするために、心理評価とモーションキャプチャを用いて、鑑賞者の有無による表現者の心理状態と身体動作の特徴を示す.

最後に、表現者間のインタラクションに着目する. 近年、ヒューマンインタフェースやロボティクスの分野では、複数の表現間やグループの引き込み現象について関心が集まっている. 基礎研究としては、二人のタッピングや指差しの分析が行われ、無意識のうち互いの動作は同期していくことが報告されている (Honma et al., 2008; Nagasaka et al., 2013; 高橋・渡邊, 2008) . しかし、先にも述べたように、ダンス場面においてもそのような同期が経験的にいわれていたが、具体的な数値で示したものはみられない. そこで、二人で踊っている時の表現者の身体動作の特徴を明らかにする必要があると考えた. お互いが見える時と見えない時とでどのような身体動作の特徴があるのか. お互いが見えない時より見える時の方が動作は合うのか. どんなリズムでも二人は合わせることができるのか. モーションキャプチャ技術を用いて、表現者同士の身体動作の協調関係を定量的に示す.

1.3 本論文の構成

本章では、ダンスにおける身体表現に関する先行研究を、舞踊学、心理学、行動科学、工学の分野から学際的に挙げた。ダンスは表現者と鑑賞者(観客)によって生み出され、空間と時間の中で、意図性と創造性を身体動作によって繰り広げるものである。ダンスを行うということは、他者とのコミュニケーションが目的の一つでもあり、表現者と鑑賞者のインタラクション、また表現者同士のインタラクションを定性的かつ定量的に分析する必要性を述べた。

第2章では、表現者と鑑賞者のインタラクションの中でも、鑑賞者の心理に焦点を当てる。鑑賞者も理解しやすいダンスの感情表現を対象とし、ダンスの身体動作からどのような印象を受け取り、どのような情報を手掛かりにして感情を知覚しているか、その身体動作と知覚認知との因果関係を明らかにする。分析には鑑賞者の評価を用いて、多変量解析を行う。また、ビデオ映像と点光源映像を鑑賞実験に用いて、身体表現の情報の違いから鑑賞者の印象の受け取り方について検討し、さらに識別が難しいとされるポジティブ感情表現間の印象と動作特徴についても検討する。

第3章では、表現者と鑑賞者のインタラクションの中でも、表現者の心理と動作に焦点を当てる。鑑賞者の有無で表現者の心理状態は変化するのか、動作の変化がみられるのかを明らかにする。心理状態の変化については PANAS という心理尺度を用いて定性的に分析する。動作の変化と鑑賞者の有無による動作の違いについては、モーションキャプチャで得られたデータより動作特徴量を算出し、周波数解析も行う。表現者にとって鑑賞者の存在とその影響を考察する。

第4章では、表現者間のインタラクションについて、表現者同士の動作に焦点を当てる。二人の同時計測によるモーションキャプチャデータを用いて、対面と非対面による動作特徴、対面におけるリズムの異なる動作特徴、対面における基礎のダンス動作と応用のダンス動作の動作特徴について分析する。表現者間の身体全体の協調関係を明らかにするために、相互相関行列や exponential map を用いた分散共分散行列による分析も試みる。

第5章では、2章から4章で明らかになったことをまとめる。そして、ダンスにおけるインタラクションの知見が、今後どのように応用できるかを考える。ヒューマンインタラクションの分野にどのように用いることができるか、ダンス教育・舞踊教育にどのように役立てることができるかについて言及し、残された課題と展望を述べる。

第2章 表現者と鑑賞者のインタラクション - 鑑賞者の心理 -

2.1 感情表現における印象と動作特性

鑑賞者はダンスの身体表現からどのように感情を知覚し、どのような動きから印象を受けているのか。身体表現を通して何を手がかりに感情を読み取っているのか。先行研究では多くの要因を明らかにしてきたが、身体動作の知覚認知に関する研究の中でもダンスの身体表現を扱う研究は少なく、特に印象と動作特性の関係から感情に焦点を当てた研究はほとんどみられない。本実験での目的は、鑑賞者がダンスの身体表現からどのようにダンサーの意図する感情を認知し、それらを認知するための動きの要因と印象は何かを明らかにすることである。そのために、鑑賞者によって評価された印象と動作特性の関係を示す感情モデルを開発する。探索的因子分析と共分散構造分析を用いてモデルを開発し、さらにそのモデルの有効性を確認するために、判別分析を用いる。因子分析と共分散構造分析で得られた印象因子によってどのように感情を判別できるかを確かめる。

2.1.1 方法

2.1.1.1 表現者

6名の女性ダンサー（平均23.0歳）がダンスの感情表現を行った。女性ダンサーのダンス経験は平均15.4年であり、ダンスコンクールや全国大会で受賞経験もあった。なお、モダンダンスやクラシックバレエの経験をもつダンサーが実験に参加した。

2.1.1.2 表現の種類と実験手続き

ダンサーは3感情；喜び、悲しみ、怒りについて3種類ずつ創作し、表現するよう教示された。また、各感情表現の長さは5秒間であった。ダンサーは最も短いダンスの単位として1フレーズ8カウントをよく数えるが、その1フレーズにおいて十分に表現をすることができる。その1フレーズの長さが約5秒間であるため、評価実験で用いる長さは5秒間と設定した。全身を用いて表現すること、しかし顔の表情はつけずに表現するようダンサーに教示した。ダンサーは3感情について3種類ずつ表現し、6名のダ

ンサーが実験に協力したため、計 54 表現の映像を撮影した。撮影の前に、ダンサーは何度も練習することができた。また、撮影本番時にミスをしてしまった場合は何度も撮り直すことができた。

撮影にはデジタルビデオカメラ 1 台 (Sony 社製) を使用した。撮影範囲は 2 m × 2 m で設定した。

3 感情を鑑賞実験に使い得る映像かを確かめるために、まず顔の表情が付与されていないかを確認し、表情があるものは実験材料として除外した。さらに、撮影に協力した 6 名のダンサーに、その映像がダンスとして認められる感情表現かを確認してもらった。ダンサーが各ダンサーの表現の中で最もよく踊っていたものを選び、その結果、よく踊られて感情が表現されていた上位 18 種類の映像 (各ダンサーの、最も喜びが表現された映像、最も悲しみが表現された映像、最も怒りが表現された映像) を鑑賞実験に用いることとした。

なお、本実験は東京工業大学の倫理委員会の承認を得た。そして、実験前にはインフォームドコンセントを行った上で実験を始めた。

2.1.1.3 鑑賞者

実験に参加した鑑賞者は 192 名 (平均 21.4 歳、男性 60 名、女性 132 名) であった。鑑賞者は、体育でダンスの授業を受けたり、テレビでダンスを見たりしたことがある程度の経験であり、ダンス未経験者であった。

2.1.1.4 鑑賞実験の手続き

鑑賞者は映像が映し出されるモニターの正面に座り、評価を行った。鑑賞者とモニターとの距離は約 2m であり、モニターのサイズは 1.5 m × 2 m であった。18 映像のうち各感情の映像をランダムに提示し、映像提示直後に鑑賞者は評価シートに回答した。鑑賞者は一つの映像につき 120 秒間回答時間を与えられ、その間であれば何度も繰り返し映像を見ることができた。評価シートである質問紙の内容は感情の識別、印象、動作特性についてであった。

2.1.1.5 感情の識別の評価

鑑賞者は、ダンサーが意図した 3 感情；喜び，悲しみ，怒りをどの程度表しているかについて 5 段階評価（1=全く表れていない；5=よく表れている）で回答した。

2.1.1.6 印象項目

各感情表現からどのような印象を受け取ったかを鑑賞者は回答した。鑑賞者は各感情表現を見た後、各印象項目について SD 法（Osgood et al., 1957）による 5 段階評価（1, 5 = とてもそう思う；2, 4 = そう思う；3 = どちらでもない）で回答した。印象項目は、ダンスの身体動作やダンス作品を評価する際に使われる形容詞，形容動詞，動詞から構成される 26 項目（松本, 1987；頭川, 1995）を使用した。さらにクラシックバレエとモダンダンスのダンサーの意見をもとに、現場でよく使われるという言葉の 7 項目を追加した。つまり、計 33 の印象項目を評価実験で用いた。印象項目は、スピードのある - ゆっくりとした，アクセントのある - なめらかな，リズムカルな - 単調な，強い - 弱い，重い - 軽い，広い - 狭い，大きい - 小さい，開いた - 閉じた，上がった - 下がった，横の - 縦の，曲線的 - 直線的，規則的 - 不規則的，急に変わった - 同じ状態が続いた，バランスがとれた - アンバランスな，安定した - 不安定な，自然な - 不自然な，明るい - 暗い，楽しい - 楽しくない，寂しい - 寂しくない，鋭い - 鈍い，迫力のある - 迫力のない，流れるような - 止まったような，複雑な - 複雑でない，動的 - 静的，メリハリのある - 平坦な，緊張 - 弛緩，加速的 - 減速的，断続的 - 連続的，不均等な - 均等な，尖った - 丸い，対称な - 非対称な，伸びていく - 縮んでいく，高い - 低い，である。

2.1.1.7 動作特性項目

各感情表現からどのような動作が見られたかを鑑賞者は回答した。鑑賞者は各感情表現を見た後、各動作特性項目について 5 段階評価で回答した。動作特性項目は、ダンスにおける動作特性を評価する 26 項目を猪崎・松浦（2000a；2000b）より選択した。動作特性項目は、首が上を向く，首が下を向く，腕が曲がる，腕が伸びる，腕が上がる，腕が下がる，脚が曲がる，脚が伸びる，脚が上がる，脚が下がる，体が横に曲がる，体が前に曲がる，体が後ろに反る，歩く，走る，転がる，跳ぶ，回る，滑る，落ちる，落ちたところから戻る，前に進む，斜め前に進む，横に進む，後ろに進む，斜め後ろに進む

む, である. 鑑賞者はこれらの動作特性に対する頻度と速さについて 5 段階で評価した. 対象となる動作が速ければ速いほど評価は 5 を示し, 遅ければ遅いほど 1 を示す, 頻度が多ければ多いほど 5 を示し, 少なければ少ないほど 1 を示した.

2.1.1.8 分析方法

鑑賞者が, ダンサーが意図して表現した感情を識別できるかを確かめるために, 鑑賞者が予測した感情の評価得点の平均と標準偏差を算出し, 2 要因被験者内要因の分散分析を行った. 次に, 感情の背後にあると仮定した印象と動作特性の因子を見つけるため, 33 の印象項目と 26 の動作特性項目について因子分析を行った. 因子分析は観測変数が潜在変数の影響を受けていると仮定し, その潜在変数 (共通因子) を探る手法である. 因子軸の回転は, 印象の項目間や動作特性の項目間に相関関係はあると考えられたため, プロマックス回転を用いた. そして, 感情認知を決定づける因子の関係を明らかにするために, 因子分析で得られた因子を用いて共分散構造分析を行った. 共分散構造分析は, 観測変数間の分散と共分散の構造を分析する手法である. 直接観測できない潜在変数を導入し, その潜在変数と観測変数との間の因果関係を同定することにより現象を理解するための統計的アプローチである (狩野・三浦, 2002). ある変数が別の変数に与えている影響, また変数の双方向の因果関係を確かめることができ, さらに潜在変数と観測変数の両方を用いて因果関係を示すことができるため, 感情を認知する際にどのように印象と動作特性が関係しているかを示すことができる. 最後に, 感情がどの程度判別できるかを確かめるために判別分析を行った. 判別分析は独立変数を用いてカテゴリ分け (本研究では感情を表す程度) をすることを目的としており, 関数を定義することができる.

2.1.2 結果

2.1.2.1 感情の識別

ダンスの感情表現からダンサーが意図する感情を認知できるかを検証するために, 各感情表現から喜び・悲しみ・怒りの感情がどの程度伝わったか, 鑑賞者が予測した感情の評価得点の平均と標準偏差を算出し, 2 要因被験者内要因の分散分析 (ダンサーが意図した感情×鑑賞者が予測した感情) を行った. 結果を表 1 に示す.

ダンサーが意図した感情と鑑賞者が予測した感情とに有意な交互作用がみられ ($F(4,764) = 344.64, p < .01$) , 鑑賞者が予測した感情に有意な主効果がみられた ($F(2,382) = 9.22, p < .01$) . また, 喜びの感情表現, 悲しみの感情表現, 怒りの感情表現それぞれにおいて, 鑑賞者が予測した感情に有意な主効果がみられた ($F(2,382) = 463.63, p < .01$; $F(2,382) = 227.19, p < .01$; $F(2,382) = 108.18, p < .01, respectively$) . Scheffe 法による多重比較の結果, 喜び表現における喜びの認知は悲しみと怒りのそれよりも有意に高く ($p < .01$) , 悲しみ表現における悲しみの認知は喜びと怒りのそれよりも有意に高く ($p < .01$) , 怒り表現における怒りの認知は喜びと悲しみのそれよりも有意に高かった ($p < .01$) . つまり, 鑑賞者はダンサーが意図した喜び, 悲しみ, 怒りの感情を認知できることを示した.

表 1 各感情表現における感情の評価得点

ダンサーが意図した感情	鑑賞者が予測した感情			<i>p</i>
	喜び	悲しみ	怒り	
喜び	4.30±0.88	1.69±0.93	1.75±1.09	喜び>悲しみ** 喜び>怒り**
悲しみ	1.98±1.07	4.24±0.88	2.28±1.18	悲しみ>喜び** 悲しみ>怒り**
怒り	2.46±1.13	2.69±1.21	3.95±0.93	怒り>喜び** 怒り>悲しみ**

平均値±SD ** $p < .01$

2.1.2.2 印象の因子抽出

33 の印象項目の評価得点の平均値と標準偏差を算出し, 因子分析を行う前に確認を行った. 各項目の平均±標準偏差 (SD) が得点圏 1~5 におさまらない 7 項目を, 天井効果・床効果がみられ分布に歪みがあると考えられる項目として, これ以降の分析から

除外した。残りの 26 項目に対して、主因子プロマックス回転による因子分析を行った。解釈可能性から 3 因子を抽出した。3 因子の累積寄与率は 64.59 %であった。固有値は、第一因子 5.73, 第二因子 2.81, 第三因子 1.80 であった。各因子に対して、因子負荷量が .40 以下の項目を削除している。その結果、16 項目で 3 因子構造をもつ尺度となった (表 2)。

第一因子は、「尖ったー丸い」「鋭いー鈍い」「迫力あるー迫力ない」「強いー弱い」など、激しく変化に応じて身体を多いに動かすことをイメージさせると解釈し、ダイナミクスと名付けた。第二因子は、「広いー狭い」「広がっていくー縮んでいく」など空間的なことをイメージさせ、また第二因子に含まれる各項目の平均値が 3 より高いことから、空間的の中でも広がりを見別することに適していると判断し、拡大性と名付けた。第三因子は、「規則的ー不規則的」「不均等なー均等な (逆転項目)」など動きのバランスと表現の調和をイメージさせると解釈し、安定性と名付けた。

作成された 16 項目の印象尺度の信頼性を確認するために、クロンバックの α 係数 (内的整合性を評価する信頼係数) を検討したところ、第一因子では.92, 第二因子では.71, 第三因子では.68 であった。

表 2 ダンスの感情表現における印象項目の因子負荷量

項目	因子1	因子2	因子3	共通性
尖ったー丸い	.91	-.22	-.06	.78
鋭いー鈍い	.89	-.02	.08	.82
迫力のあるー迫力のない	.82	.20	-.07	.75
強いー弱い	.78	.26	-.05	.75
曲線的ー直線的	-.78	.46	-.06	.66
メリハリのあるー平坦な	.74	.18	-.03	.64
緊張ー弛緩	.74	-.37	.11	.58
加速的ー減速的	.67	.37	-.16	.65
広いー狭い	.00	.68	-.08	.44
伸びていくー縮んでいく	.03	.59	.27	.53
横のー縦の	-.20	.58	-.13	.31
高いー低い	.20	.53	.21	.50
規則的ー不規則的	.03	.15	.72	.61
不均等なー均等な	.16	.09	-.69	.44
複雑なー複雑でない	.01	.14	-.51	.23
対称なー非対象な	.07	.16	.46	.31
負荷量平方和	5.42	2.32	1.24	
因子間相関				
因子1	—	.23	.20	
因子2	.23	—	.30	
因子3	.20	.30	—	

2.1.2.3 動作特性の因子抽出

26 の動作特性項目の評価得点の平均値と標準偏差を算出し、因子分析を行う前に確認を行った。各項目の平均±標準偏差 (SD) が得点圏 1~5 におさまらない 14 項目を、天井効果・床効果がみられ分布に歪みがあると考えられる項目として、これ以降の分析から除外した。残りの頻度と速さにおける 12 項目に対して、主因子プロマックス回転による因子分析を行った。解釈可能性から 4 因子を抽出した。4 因子の累積寄与率は 59.84%であった。固有値は、第一因子 6.74, 第二因子 3.35, 第三因子 2.37, 第四因子 1.91 である。その結果、頻度と速さにおける 12 項目=計 24 項目で 4 因子構造をもつ尺度となった (表 3)。

第一因子は、首 (頭) と四肢の身体による伸展運動や上方向の運動によるものと解釈し、上方向への伸展の頻度と速度と名付けた。第二因子は、首 (頭) と四肢の身体による屈曲運動や下方向の運動の速度を評価すると解釈し、下方向への動作の頻度と速度と名付けた。第三因子は、回転と跳躍運動について評価しているため、回転・跳躍と名付けた。第四因子は四肢の屈曲運動の頻度を表しており、それは体を閉じている動作を示していることから内向きの動作と名付けた。

作成された 24 項目の動作尺度の信頼性を確認するために、クロンバックの α 係数 (内的整合性を評価する信頼係数) を検討したところ、第一因子では.89, 第二因子では.82, 第三因子では.79, 第四因子では.66 であった。

表 3 ダンスの感情表現における動作特性項目の因子負荷量

項目	因子1	因子2	因子3	因子4	共通性
脚が上がる頻度	.91	-.19	-.13	.18	.67
脚が伸びる頻度	.83	-.10	.03	.08	.63
脚が上がる速さ	.77	.17	-.14	-.11	.74
脚が伸びる速さ	.73	.19	-.07	-.16	.73
腕が伸びる頻度	.62	-.17	.06	.19	.35
腕が上がる頻度	.56	-.14	.28	.26	.43
腕が伸びる速さ	.50	.33	-.01	-.02	.50
首が上を向く頻度	.47	-.23	.39	.18	.42
腕が上がる速さ	.45	.39	.07	-.03	.53
頭が上を向く速さ	.41	.24	.10	-.16	.40
頭が下を向く速さ	-.22	.77	-.17	.22	.60
腕が曲がる速さ	-.24	.76	.30	.08	.58
腕が下がる速さ	-.01	.68	-.05	.26	.53
脚が曲がる速さ	.04	.66	-.05	.08	.46
脚が下がる速さ	.26	.57	-.03	.31	.59
頭が下を向く頻度	.15	.40	.06	-.06	.30
回る頻度	-.16	-.16	.76	.00	.58
回る速さ	-.04	.21	.67	-.12	.51
跳ぶ頻度	.31	.01	.60	-.17	.59
跳ぶ速さ	.20	.31	.54	-.22	.62
脚が下がる頻度	.27	.11	-.06	.64	.46
腕が下がる頻度	.09	.25	-.15	.59	.45
腕が曲がる頻度	-.27	.10	.46	.54	.53
脚が曲がる頻度	.03	.21	-.12	.50	.31
負荷量平方和	6.29	2.87	1.94	1.40	
因子間相関					
因子1	—	.40	.23	-.16	
因子2	.40	—	.06	.00	
因子3	.23	.06	—	-.04	
因子4	-.16	.00	-.04	—	

2.1.2.4 印象因子と動作特性因子を用いた共分散構造分析

どのような動作の認知から印象が形成され、それらがどのように感情の予測へ影響を及ぼすのか。また、各感情において、動作の認知と印象との間にどのような違いがあるのか。感情表現の予測を規定する要因の関係を明らかにするために、共分散構造分析に

よって分析した。共分散構造分析は、観測変数間の分散と共分散の構造を分析する手法であり、直接観測できない潜在変数を導入し、その潜在変数と観測変数との間の因果関係を同定することにより現象を理解できる（狩野・三浦，2002）。このことから、因子分析と重回帰分析の拡張ともいわれている。動作特性因子と印象因子、感情の評価得点を導入した共分散構造分析の結果を図1に示す。図の向かって左側の、上方向への伸展の頻度と速度、下方向への動作の頻度と速度、回転・跳躍、内向きの動作は因子分析で得られた動作特性因子である。図の向かって中央の、ダイナミクス、拡大性、安定性は因子分析で得られた印象因子である。図の向かって右側の、喜び、悲しみ、怒りは、鑑賞者によって予測された各感情（正しく評価された感情得点）である。変数間のパス係数について、1%水準で有意なパス係数を実線で示している。パス係数は標準化推定値である。図における“e”はエラー変数を示している。モデルの適合度指標は十分に当てはまりのよいモデルであることを示した（root mean square error of approximation [RMSEA] = .08, Bentler's comparative fit index [CFI] = .90, goodness of fit index [GFI] = .92）。

図1より、まず下方向への動作の頻度と速度、上方向への伸展の頻度と速度がダイナミクスへ影響を及ぼしている。また、内向きの動作がダイナミクスへマイナス方向に影響を及ぼしている。下方向への動作の頻度と速度、上方向への伸展の頻度と速度が認知されるほど、また回転・跳躍がより認知されるほどダイナミクスをイメージさせることを意味している。そして、拡大性については、上方向への伸展の頻度と速度がプラス方向に影響を、下方向への動作の頻度と速度および内向きの動作がマイナスに影響を及ぼしている。上方向への伸展の頻度と速度が認知されるほどより拡大性がイメージされることを示した。そして、安定性については、内向きの動作によるマイナス影響と上方向への進展の頻度と速度の影響が確認できる。内向きの動作が少ないほど安定性のイメージが高まることを示すことができた。

そして、喜びについてしてみると、拡大性と安定性が喜びに影響を及ぼしている。拡大性と安定性が高く評価されるほど、喜び感情であると予測させることを意味している。また回転・跳躍、内向きの動作の影響も確認できる。回転および跳躍が多いほど、一方で内向きの動作が確認されないほど、喜びの予測は高まることを示した。

悲しみについては、ダイナミクス、拡大性、安定性が全てマイナス方向に影響を及ぼしている。つまり、ダイナミックに欠け、拡大せず、安定しない動きほど悲しみを予測させることが示された。また、上方向への伸展の頻度と速度が直接マイナス方向に影響しており、内向きの動作が直接影響を及ぼしている。つまり、上方向の伸展が少なく速度が遅いほど、また内向きの動作があればあるほど悲しみが予測されることを示した。

怒りについては、ダイナミクスが怒りの予測に影響を及ぼしている。また、回転・跳躍はマイナス方向に直接影響を、内向きの動作も直接影響を及ぼしている。ダイナミックではあるが、回転や跳躍は少ないほど、また内向きの動作はあるほど、怒りを予測させることが示された。

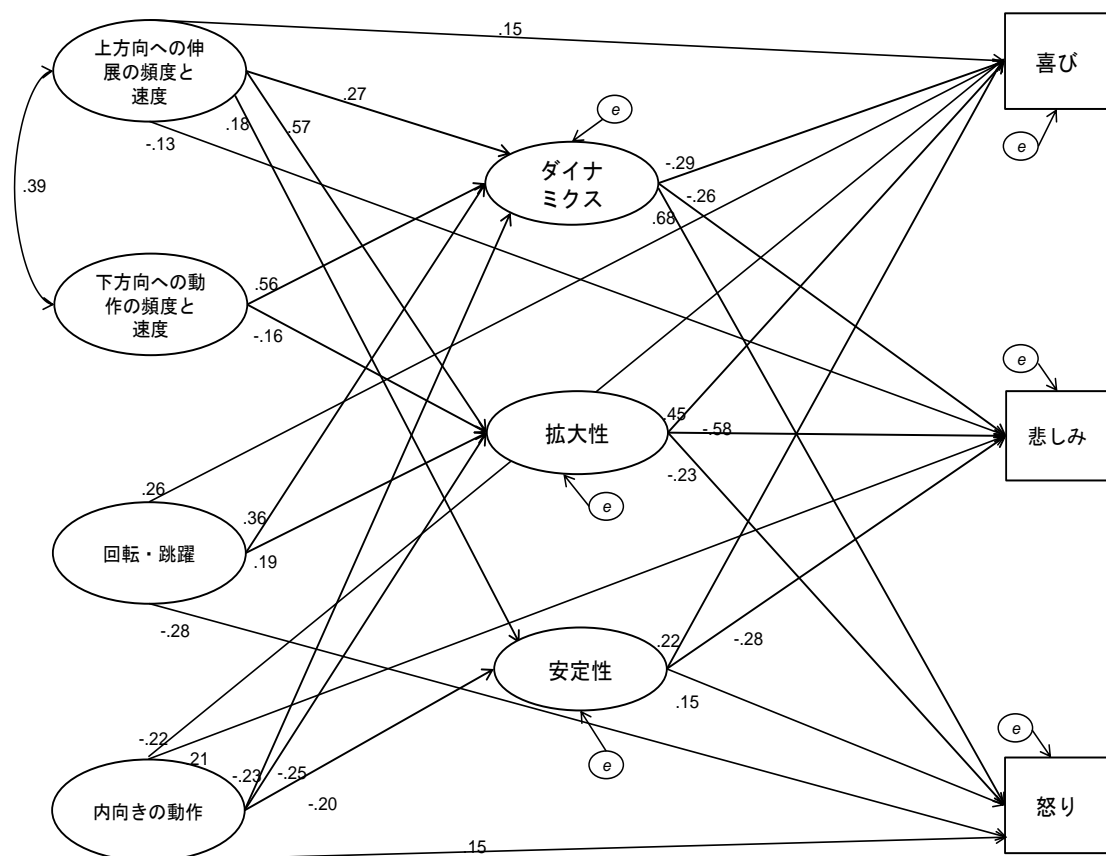


図 1 ダンスにおける動作 - 印象 - 感情モデル (The Movements Impressions Emotions Model)

2.1.2.5 印象因子を用いた判別分析

図1の共分散構造分析の結果より、動作特性因子は印象因子へ影響を及ぼしていることが分かった。そこで、印象因子が喜び、悲しみ、怒りの3感情を識別することが可能かを確かめるために判別分析を行った。その結果、二つの有意な関数が認められた(表4)。

第一関数は3感情の識別に最も貢献しており、固有値は1.19であった。第一関数における標準化された正準判別関数係数は、ダイナミクス0.52、拡大性は0.72、安定性は0.30であった。第一関数では拡大性が最も影響を及ぼしており、次にダイナミクス、その次に安定性であった。各感情の重心の関数は、第一関数において、喜びは0.62、悲しみは-1.53、怒りは0.91であった。つまり、拡大性、ダイナミクス、安定性が高くなるほど喜びと怒りの予測は高まり、悲しみの予測は低くなる傾向を示した。

第二関数において固有値は0.83であった。第二関数における標準化された正準判別関数係数は、ダイナミクスは0.85、拡大性は-0.65、安定性は0.05であった。第二関数ではダイナミクスはプラスに影響を及ぼしており、拡大性はマイナスに影響を及ぼしていた。各感情の重心の関数は、第二関数において、喜びは-1.17、悲しみは0.14、怒りは1.04であった。つまり、ダイナミクスが高くなり拡大性が低くなるほど怒りと悲しみの予測は高くなり、喜びの予測は低くなることを示した。

判別得点の分布を図2に示す。そして、ダイナミクスを x_1 、拡大性を x_2 、安定性を x_3 とすると、第一関数 z_1 は式(2.1)より、第二関数 z_2 は式(2.2)より求められる。

$$z_1 = 0.69 \cdot x_1 + 1.06 \cdot x_2 + 0.39 \cdot x_3 - 7.03 \quad (2.1)$$

$$z_2 = 1.12 \cdot x_1 - 0.97 \cdot x_2 + 0.07 \cdot x_3 - 0.56 \quad (2.2)$$

感情が正しく判別された表現は全体の82.8%と高い割合を示した。よって、本研究で感情を評価する際に用いた印象因子は、ダンサーが表現した感情を判別することに貢献していたといえる。

表 4 ダンスの感情表現における判別分析の結果

Function	Eigenvalue	%Variance Explained	canonical correlation	<i>p</i>
1	1.19	58.9	.74	<.01
2	0.83	41.1	.67	<.01

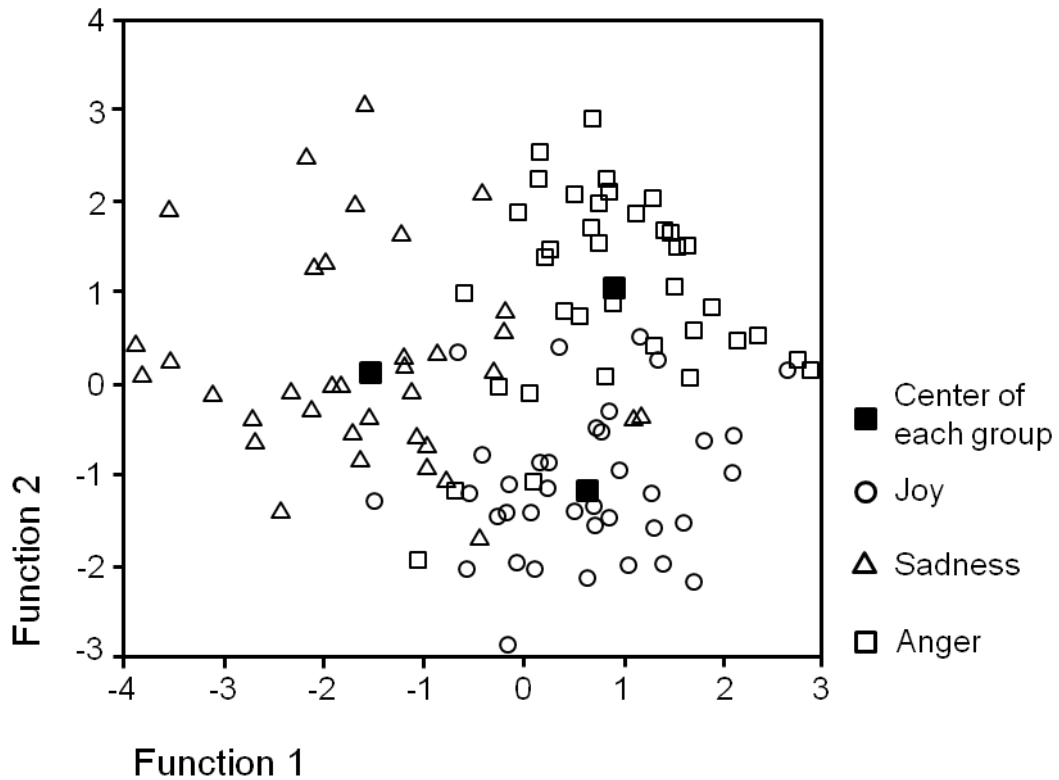


図 2 ダンスの感情表現における判別得点の分布

2.1.3 考察

ダンスの感情表現において、鑑賞者がどのように感情を読み取っているかを分析し、その認知に寄与する要因（因子）を明らかにした。そして、共分散構造分析を用いてダンスにおける動作 - 印象 - 感情モデル (The Movements Impressions Emotions Model) を開発した。

まず、鑑賞者はダンサーが意図した感情を識別できることが分かった。この結果は、身体動作の先行研究の知見を支持している。Boone and Cunningham (1998) や Montepare et al. (1999) は、鑑賞者はジェスチャやサインに含まれた喜び、悲しみ、怒りの感情を鑑賞者が正しく評価できると報告した。また、Wallbott (1998) は俳優の演技における感情でも識別できること、Sawada et al. (2003) はダンスにおける上肢の動きから喜び、悲しみ、怒りの感情を識別できることを示していた。このように、本研究は先行研究の結果を支持し、さらにダンスの全身を使った身体動作から鑑賞者は正しく感情を認知することができることを示した。

そして、印象と動作特性について鑑賞者に評価してもらった。評価より得られた印象項目の得点と動作特性の得点から因子分析を行ったところ、印象はダイナミクス、拡大性、安定性で構成されていることがわかり、動作特性は上方向への伸展の頻度と速度、下方向への動作の頻度と速度、回転・跳躍、内向きの動作で構成されていることが分かった。さらに共分散構造分析を行った結果、動作特性因子は印象因子に影響を及ぼしており、その印象因子が感情の予測に影響を及ぼしていることが分かった(図1)。先行研究では、松本(1987)が提案した感情価と動作との関係、感情と動作との関係や感性情報と動作との関係(Sawada et al., 2003; 阪田・八村, 2007)、印象と動作との関係(神里・星野, 1999; 神里・星野, 2000; Kamisato et al., 2004; 頭川, 1995)が報告されていた。しかし、感情を予測するための、感情の認知に影響を及ぼす印象と動作の要因は何か、人の内的なものを数値化するために合った統計的手法を用いて、その因果関係を示した研究はなされていなかった。

喜びの認知は、拡大性、安定性、回転・跳躍、内向きの動作(マイナス)によって促進され、四肢を使って空間を使うほど、回転や跳躍がなされるほど喜びを喚起させることが分かった。Wallbott (1998) は喜びの表現は拡大的で活動性の高い動作特徴と関連があることを示している。また、松本(1987)は楽しいという表現は力性において高いエネルギーを持ち、空間形態性においてスキップやジャンプ、ターンという動作で構成されていることを述べている。つまり、先行研究では喜びの表現は空間を使い活動レベルが高いことと関連があることを示している。本実験の分析結果もこれらを支持し、

鑑賞者は上方向への伸展や回転・跳躍の動作から空間が使われていることと動作の安定性をイメージし、喜びと判断することを示した。

悲しみの認知は、ダイナミクス（マイナス）、拡大性（マイナス）、安定性（マイナス）、上方向への伸展の頻度と速度（マイナス）、内向きの動作によって作り上げられる。つまり、ダイナミックに欠け、安定性を失うほど、また内向きの動作があればあるほど鑑賞者はそれが悲しみであると認知することが分かった。Brownlow et al. (1997) や Wallbott (1998) は、悲しみの表現はエネルギーを失った動作であることを報告しており、Sawada et al. (2003) も上肢を用いた悲しみの表現は加速度が小さく、移動距離の総和は小さいことを示している。松本は(1987) 悲しみの表現は時性においてスピードは遅く、力性において低いエネルギーが低く、空間形態性において縮む動作を挙げている。先行研究では、エネルギーを失い、ダイナミックに欠ける動作を悲しみの特徴として示しているが、それらに加え今回の分析では、悲しみの表現は内向きの動作から空間を感じさせず、それが鑑賞者の悲しみの判断に貢献していることを示すことができた。

怒りの認知は、ダイナミクス、内向きの動作、安定性、回転・跳躍（マイナス）、拡大性（マイナス）によって作り上げられることを示した。De Meijer (1989) は怒りの表現は力強い動作特性があると述べている。Sawada et al. (2003) は怒りの表現は加速度が大きいことを示しており、阪田・八村(2007) はダイナミックな動作は四肢の速度や加速度と関連があることを示している。先行研究では力強さや速さに関する情報を示しているが、今回の分析では速さに関する動作の評価が怒りの認知に直接影響を与えてはいなかった。しかし、速さに関する評価はダイナミックという印象を与え、それが怒りというものを判断させていたことを明らかにした。さらに、空間を使わず、回転や跳躍がない動作ほど怒りを喚起させることも示している。ダンサーが空間を使わずして何かを動作をする場合には、速度と加速度が必要とされる。今回の結果では先行研究が明らかにしていた怒りと速さとに関連があることを支持するだけでなく、その速さという情報がダイナミックなイメージを持たせ、それが怒りの判断に寄与することを示すことができた(図1)。

判別分析を用いて 3 つの印象因子；ダイナミクス，拡大性，安定性が感情を識別し得るかを確かめ，二つの有意な関数を得ることができた．第一関数は喜びと怒りの知覚認知と悲しみの知覚認知とを判別し，それには拡大性，ダイナミクス，安定性の順で影響を及ぼしていることが分かった．第二関数は怒りと悲しみの知覚認知と喜びの知覚認知とを判別し，ダイナミクス，拡大性（マイナス），安定性の順で影響を及ぼしていることが分かった．つまり，この印象因子を用いた関数でポジティブな感情とネガティブな感情の知覚認知を分けることが可能となった（図 2）．

本研究で，ダンスの身体表現における動作と印象と感情の因果関係を示したモデルを開発し，喜び，悲しみ，怒りの感情認知に寄与する動作特性とそこから生み出される印象を視覚的に表すことができた（図 1，図 3）．このモデルはダンスの身体表現によるものであるが，ダンサーが意図した感情を鑑賞者は正しく読み取れることを明らかにした．しかし，本研究では身体動作に焦点を当てているため，顔の表情を用いていない．日常生活の中で，私たちはコミュニケーションをとる際に一つの非言語情報や信号を受け取っているのではなく，様々な信号を同時に受け取り，認知処理している．ダンスの場面において，身体動作による表現がまず重要であるが，顔の表情も表現内容の伝達を促したり，後退させたりする．今後，表情と身体動作の組み合わせを考慮し，ダンスの身体表現を扱う場合にも combined perception（de Gelder et al., 1999; de Gelder, 2006; van den Stock et al., 2007）の検討が必要であると考えられる．

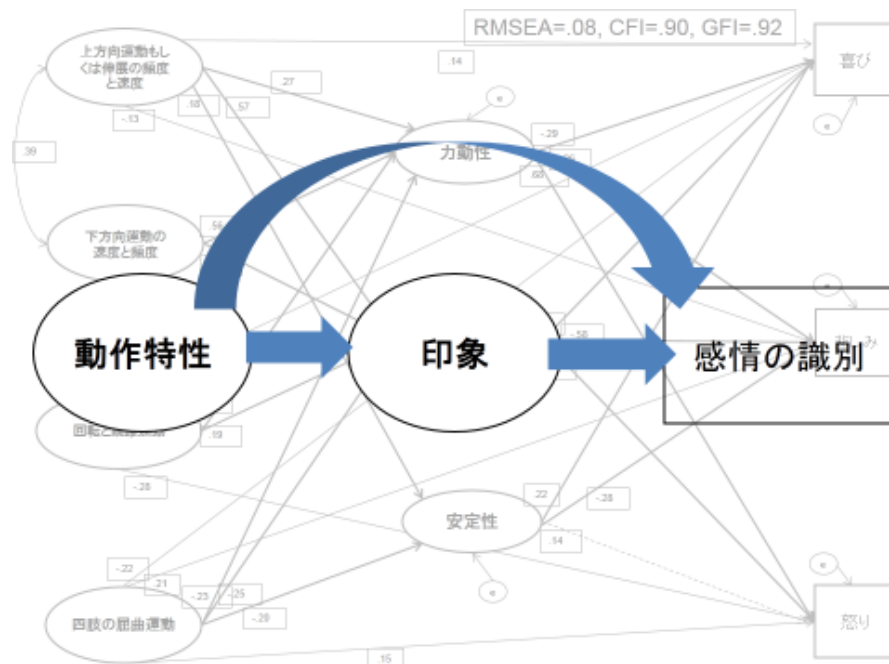


図 3 動作特性と印象と感情認知の関係

2.2 情報を削減した映像における印象と動作特性

2.1 においてダンスの身体表現における感情認知とその手がかりとなる印象や動作特性を明らかにした。鑑賞者は身体表現に内包される感情を鑑賞者は読み取ったり、感じ取ったりすることができることを示した。つまり、ダンスには表現者が表現するための多くの情報が含まれており、身体が作り出す時間的な特徴や空間的な特徴、形態的な特徴などが鑑賞者の予測の手がかりとなる。

一方で、人は表現者の全ての情報がなくてもその人らしさを感じたり、表現者の状況を理解したりすることができるといわれている。身体関節点に光点をつけた生物学的運動 (Johanson, 1973) から、正確に知覚できることが示されている。例えば、性別や感情を識別することは可能であり、また目に見えないものがどれくらい投げられたか、持ちあげたものがどれくらいの重さだったのかを推定することも可能である (Clarke et al., 2005; Dittrich et al., 1996; Kozlowski, 1977; Pollick et al., 2001)。情報が削減されているにも関わらず、人は運動刺激から対象とするものを知覚し、運動学的特徴はその判断と理解に寄与していると考えられている。

そこで、生物学的運動を提示する点光源映像を用いて、ダンスの内包する情報を調べる。点光源映像で再現される刺激は空間時間的情報に集約されている。ビデオ映像で現れる情報量と点光源映像でしか現れない情報量の違いを利用することにより、人間の知覚や認知に寄与される運動学的な特徴を詳細に示し、ダンス特有の動作と鑑賞者の印象を示すことができると考えた。評価実験に点光源映像を使用するものの、ダンスには全身動作を取り入れ、2.1.と同様に表現の種類は感情を表すものとした。

2.2.1 方法

2.2.1.1 表現者

男女6名のダンス熟練者（平均ダンス経験歴8.99年）が実験に協力した。クラシックバレエやモダンダンス、コンテンポラリーダンスに関連したコンクールや公演に出演しているダンサーで、様々な種類のダンス経験を有していた。

2.2.1.2 表現の種類と実験手続き

表現の種類は、喜び、悲しみ、怒りの3感情とした。表現の時間は約15秒間に設定し、表現者は一つの感情に対して3種類を考えて表現を行った。表現者が振りを考える時間を十分にとり、撮影は1名ずつ行った。また、顔の表情はつけずに全身で表現するよう教示した。

2.2.1.3 実験装置

光学式モーションキャプチャシステムMAC3D (Motion Analysis社)を用いて、10台のカメラで計測を行った(図4)。サンプリングレートは180Hzとした。各ダンサーは全身27か所に反射マーカを付け(図5)、マーカ位置をリアルタイムに記録した。同時にデジタルビデオカメラ(Sony社製)2台を、表現者の正面と横に配置し、モーションキャプチャと同期させ撮影を行った。撮影範囲は2.7m×3.6mであった。



図 4 モーションキャプチャシステムのカメラ (Hawk, Eagle)

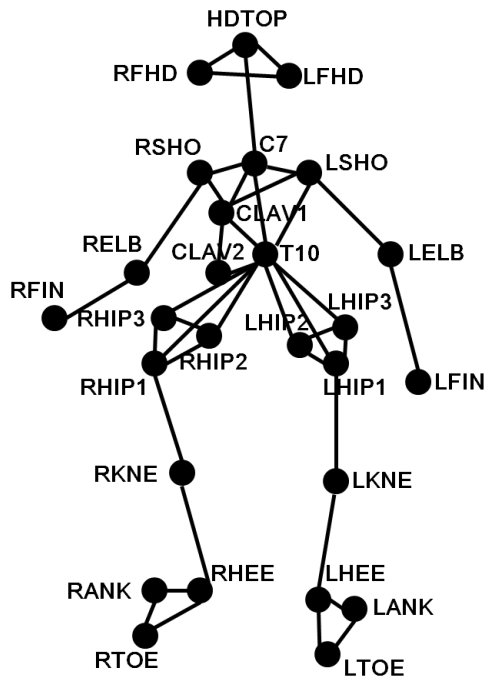


図 5 点光源映像実験におけるマーカセット

2.2.1.4 ビデオ映像と点光源映像

鑑賞実験用の映像を作成する前に、MAC3Dの基幹ソフトウェアであるEvaRTソフトウェア（バージョン5.0.4）を用いて、モーションキャプチャで得られた動作データのマーカ誤認識やノイズを修正した。データは、TRB/TRCと呼ばれるデータ形式で、各マーカの3次元位置座標が時系列に記録されている。点光源映像は、その3次元座標値をもとに、3Dアニメーションソフトウェア（Motion Builder, Autodesk社）を用いて作成した。モーションキャプチャで記録する際は、隠れて欠落したマーカの位置を推定・補間したり、マーカとマーカ間をつなぐリンクを作成したり、それらの位置関係やリンクの伸縮をテンプレートとして保存した上でキャプチャを行うため、各ダンサーの

全身 27 か所にマーカを貼付し記録しているが、鑑賞実験のための点光源の数は先行研究 (Johanson, 1973) に倣い 13 点とした。図 6 は EvaRT によるモーションキャプチャ記録時の静止画と Motion Builder で作成した点光源映像の静止画である。

鑑賞実験のためのビデオ映像は、モーションキャプチャシステムと同期させ、表現者の正面より撮影した映像を用いた。

図 7, 図 8, 図 9 に鑑賞実験で用いた各感情表現におけるビデオ映像と点光源映像の例を示す。

なお、ダンサー6名には、各 3 感情×3 種類を踊ってもらったため、計 54 のデータを取得した。その中で、表現者自身が最もよく表現できたと思うものを、1 感情につき 1 表現選んでもらい、計 18 映像を鑑賞実験に使用した。

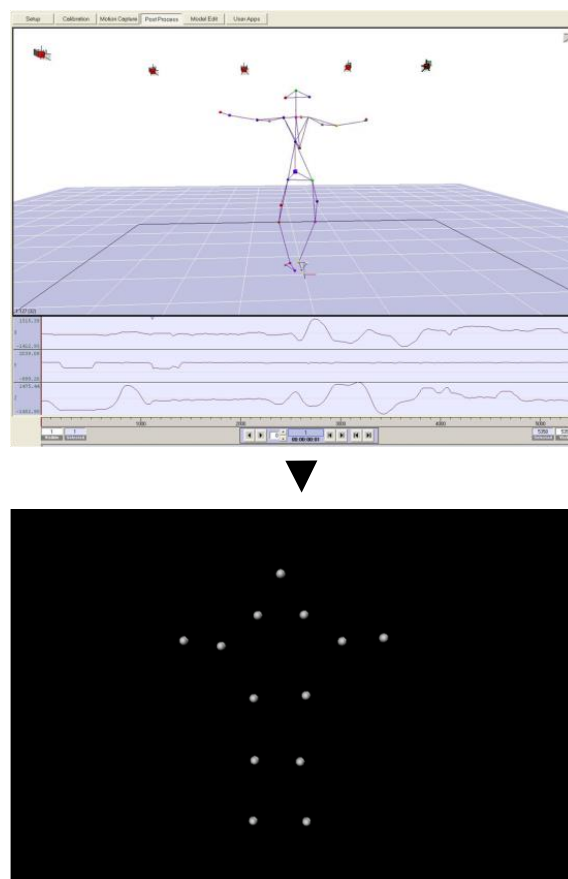


図 6 EvaRT での静止画 (上) と Motion Builder での静止画 (下)

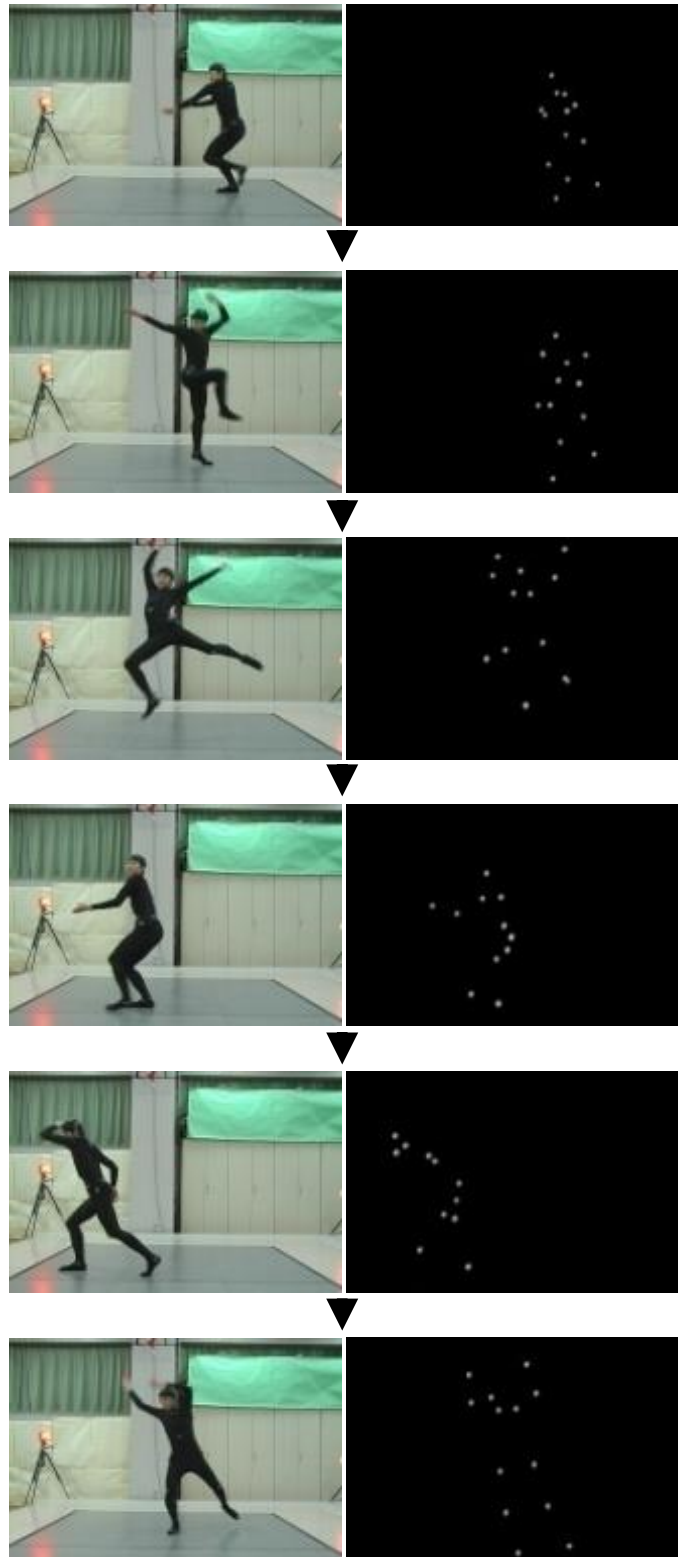


図 7 喜び表現の映像例

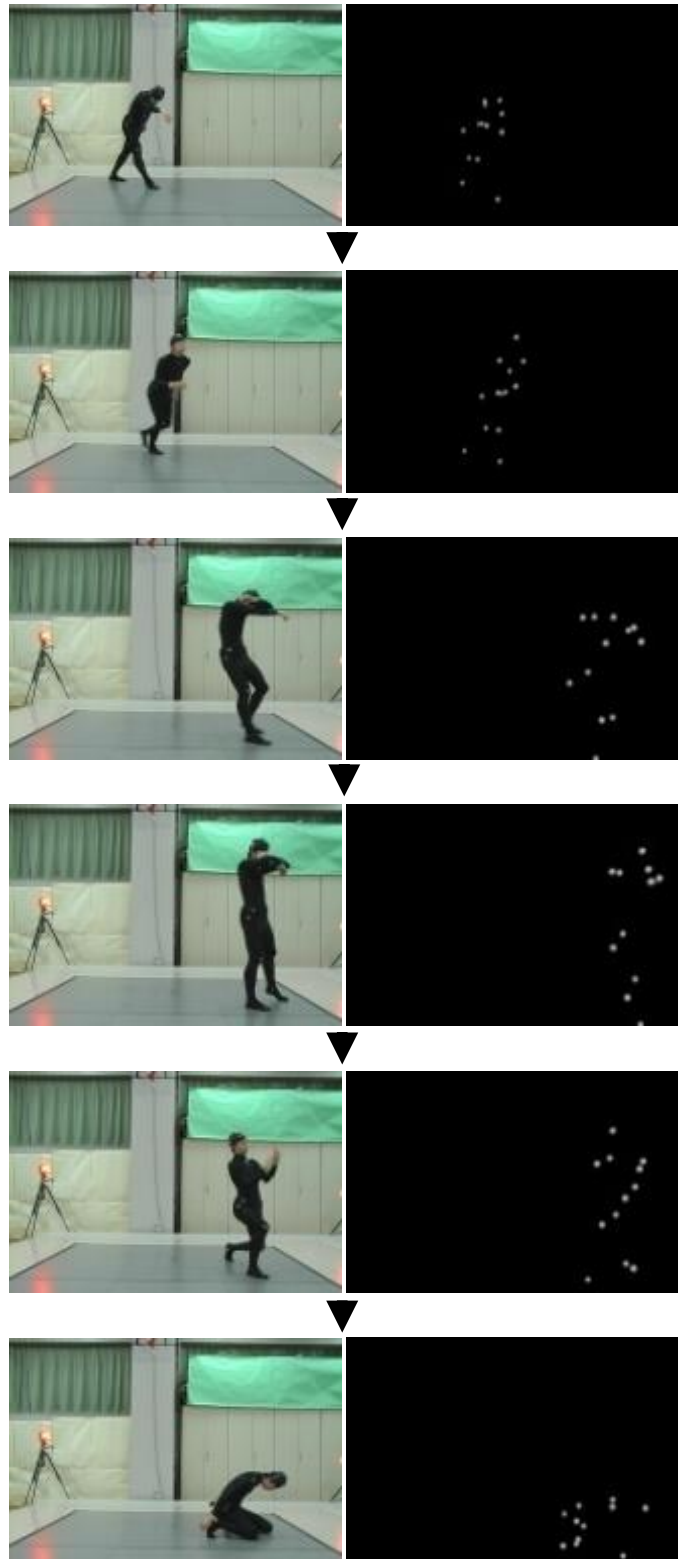


図 8 悲しみ表現の映像例

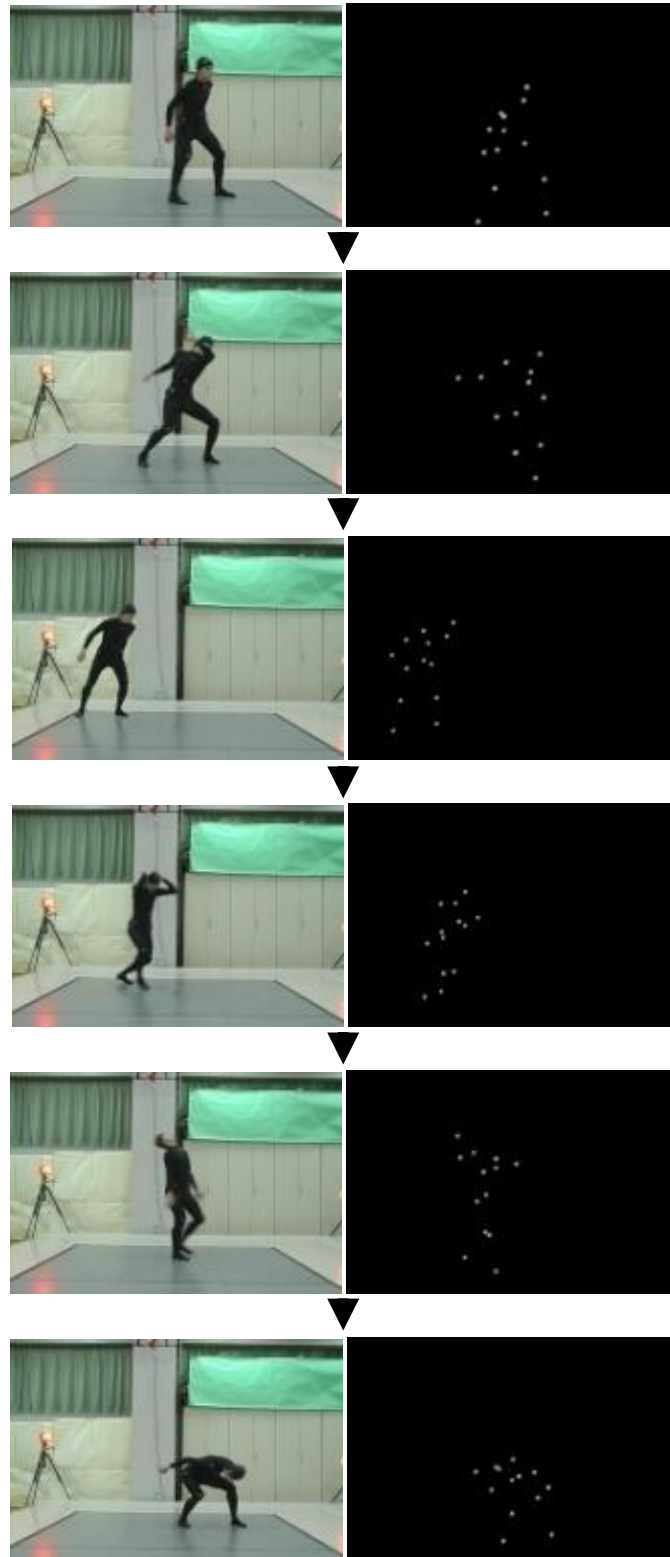


図 9 怒り表現の映像例

2.2.1.5 鑑賞者

ダンス経験者 20 名と未経験者 20 名が鑑賞実験に参加した（男女各 10 名）。経験者のダンスの種類は、クラシックバレエ、モダンダンス、コンテンポラリーダンス、ジャズダンス、ストリートダンス、日本舞踊であった。

2.2.1.6 鑑賞実験の手続き

表現された感情がどの程度表れているか、つまり鑑賞者は表現者が意図する感情を識別することができるか、また感情表現からどのような印象を受けるか、ビデオ映像と点光源映像とにどのような印象の違いがあるかを確かめるため、鑑賞実験を行った。

鑑賞者にあらかじめ評価シートを一通り見てもらい、その後、映像を提示し評価をしてもらった。鑑賞者には、ビデオ映像（18 映像）と点光源映像（18 映像）の計 36 映像のうち、各映像の各感情を 1 映像ずつ提示した。すなわち、鑑賞者は計 6 映像を見て、評価を行った。6 映像の提示の順番はランダムに行い、また 36 映像が偏りなく評価の対象となるよう制御した。

なお、鑑賞者が項目に回答している間、映像は繰り返し流し続けたが、評価をする際にはあまり考えず、感じたとおりに回答するよう教示した。

2.2.1.7 表現された感情の評価

各感情表現の映像から、喜び、悲しみ、怒りの感情がどの程度伝わるか、5 段階評価（5：よく当てはまる～1：全く当てはまらない）で回答を求めた。

2.2.1.8 印象評価

各映像から、表 5 に示す 38 の印象をどの程度受けるか、5 段階評価（5：よく当てはまる～1：全く当てはまらない）で回答を求めた。

表 5 印象評価項目

楽しい	寂しい	鋭い	厳かな	躍動的な
流れるような	自然な	尖った	丸い	鈍い
迫力のある	迫力のない	強い	弱い	曲線的
直線的	メリハリある	平坦な	緊張している	弛緩している
加速的	減速的	広い	狭い	広がっていく
縮んでいく	横の	縦の	高い	低い
規則的	不規則的	均等な	不均等な	複雑な
シンプルな	対称的	非対称的		

2.2.2 結果と考察

2.2.2.1 表現された感情の程度

ビデオ映像と点光源映像の各感情表現から、喜び、悲しみ、怒りがどの程度伝わったか、鑑賞者に5段階評価で回答を求めた。評点平均値を求め、それぞれの感情表現において、感情の項目 × 映像の種類 の 2 要因分散分析により、比較を行った。喜びの結果を図 10、悲しみの結果を図 11、怒りの結果を図 12 に示す。

図 10 は喜び表現の感情項目に対する評価の結果である。喜びの感情表現では、喜びの評価が悲しみや怒り評価よりも有意に高かった。交互作用は有意でなかったが ($F(2,24)=.57, n.s.$)、感情の項目の主効果は 1%水準で有意であった ($F(2,24)=69.16, p<.01$)。ただし、映像の主効果はみられず ($F(2,12)=1.63, n.s.$)、ビデオ映像と点光源映像による影響はみられなかった。

図 11 には、悲しみ表現の感情項目に対する評価結果を示している。悲しみの感情表現においても、悲しみの評価は平均 4 以上であり、喜びや怒りの評価よりも有意に高かった。交互作用は有意でなかったが ($F(2,24)=.81, n.s.$)、感情の項目の主効果は 1%水準で有意であった ($F(2,24)=198.81, p<.01$)。映像の主効果は悲しみの感情表現で

もみられず ($F(1,12)=.84, n.s.$) , ビデオ映像と点光源映像による感情の評価への影響はみられなかった。

図 12 は怒り表現の感情項目に対する評価の結果である。怒りの感情表現においても、怒りの評価は他の感情の評価よりも有意に高かった。交互作用も有意でなく ($F(2,20)=.45, n.s.$) , 感情の項目の主効果が 1%水準で有意であった ($F(2,20)=42.95, p < .01$) . 映像の主効果は怒りの感情表現でもみられなかった ($F(1,10)=.74, n.s.$) .

全ての感情表現において、鑑賞者はダンサーが意図した感情を高く評価していた。ダンサーが表現した感情は十分にその感情を表していたということを示している。しかし、ビデオ映像と点光源映像の差を確認できなかった。それは、鑑賞者は、点光源映像という情報が限られている表現でも、ビデオ映像による全身が映しだされている表現と同じように、表現者の感情を判断することができるということである。点光源映像による感情の識別が可能であることは先行研究 (Clarke et al., 2005; Pollick, 2001) で示されているが、ダンスの感情表現でも識別は可能であることを本研究は示した。

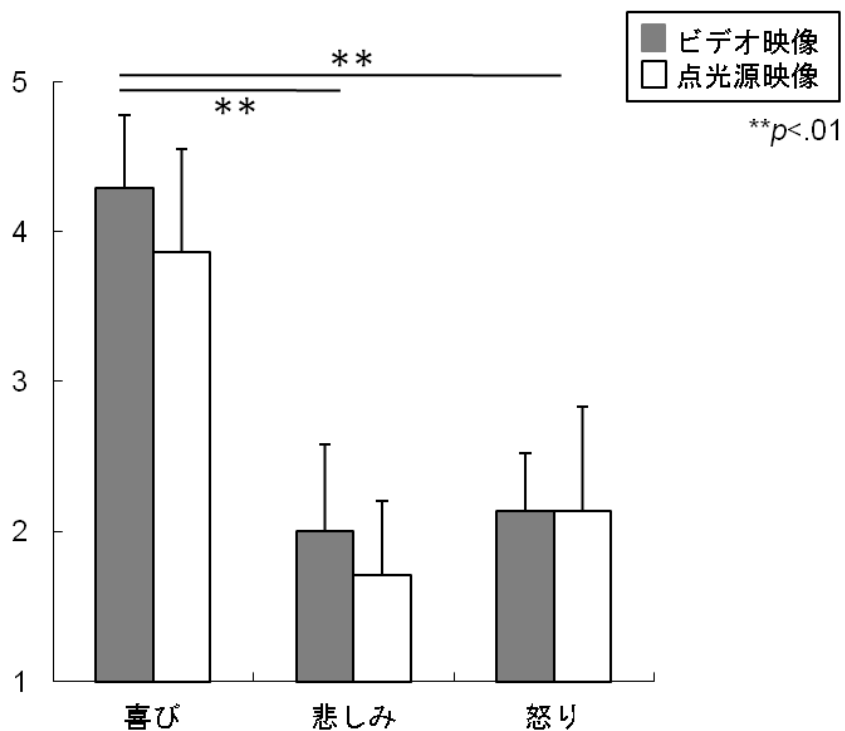


図 10 喜び表現の感情評価

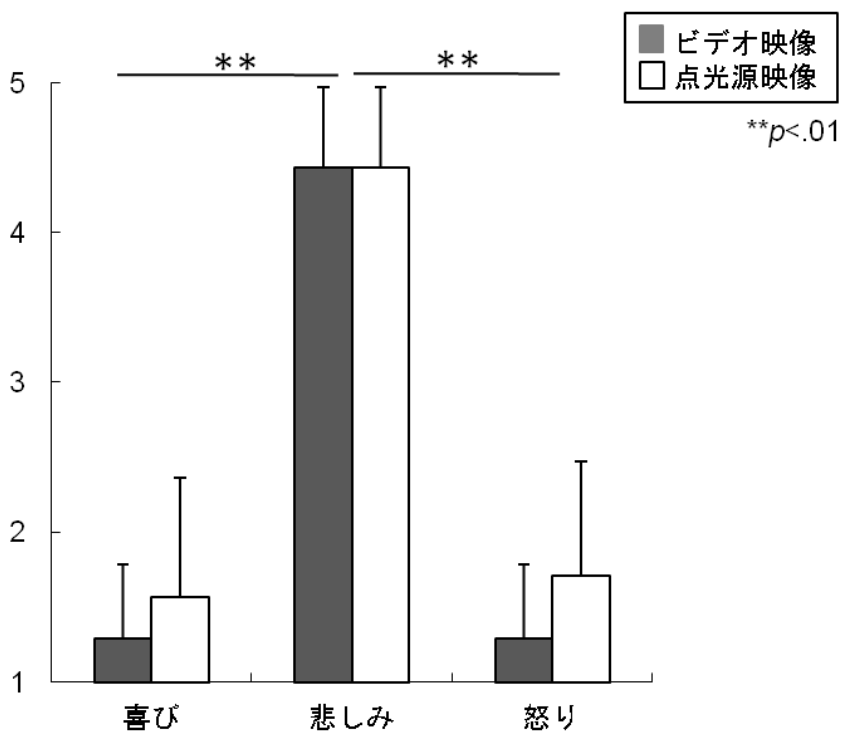


図 11 悲しみ表現の感情評価

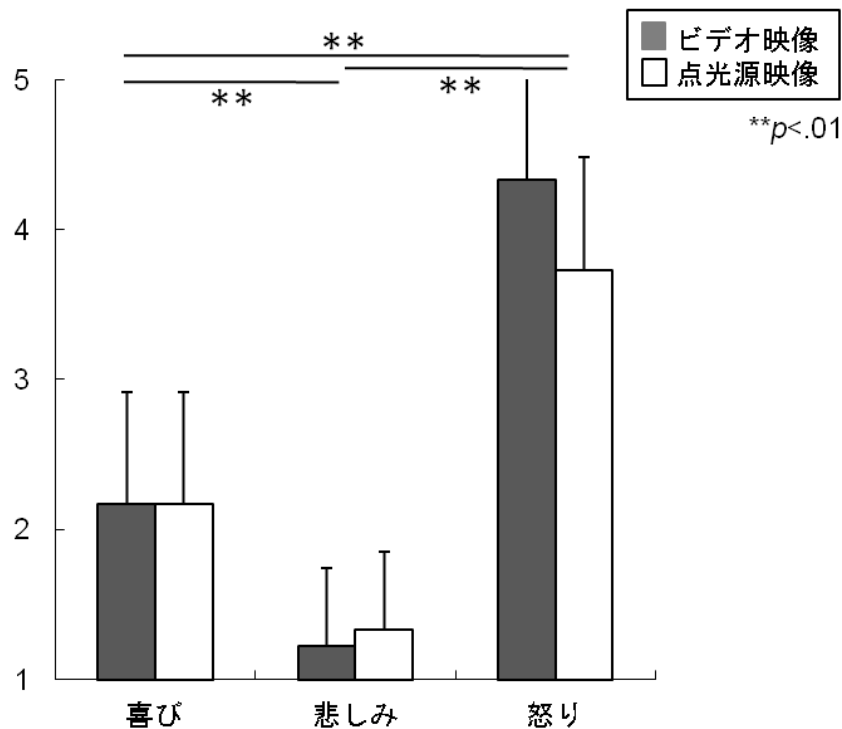


図 12 怒り表現の感情評価

2.2.2.2 印象評価項目の比較と各表現の動作特性

表示される情報が限られているにも関わらず、鑑賞者はどのような情報を集めて、推測し、読み取っているのだろうか。そこで、ダンス特有に含まれるであろう情報を調べるため、印象評価項目を用いて鑑賞者による評価を行い、ビデオ映像と点光源映像の比較を行った。

各表現の各映像から、表 5 に示した印象をどの程度受けるか、鑑賞者に 5 段階評価で回答を求めた。各表現の各映像における計 38 項目の評定平均値と標準偏差を算出した。そして、ビデオ映像の値と点光源映像の値に差があるか、項目ごとに t 検定を行って比較分析をした。結果は表 6～表 8 のとおりである。表中の線で囲まれた値は、平均値が 3.0 以上で、かつビデオ映像と点光源映像とに有意な差を確認できたものである。

表 6 の結果より、喜び表現において「躍動的な」「流れるような」「迫力のある」「強い」「メリハリのある」「加速的」「非対称的」という項目が、点光源映像よりビデオ映像の方が得点が高く、平均値も 4.0 以上であった。

表 7 の結果より，悲しみ表現においては「自然な」「不規則的」「シンプルな」「非対称的」という項目が，点光源映像よりビデオ映像の方が得点が高かった．また，「寂しい」「複雑な」という項目は，点光源映像の方がビデオ映像よりも得点が高かった．

表 8 の結果より，怒りの表現では，「鋭い」「尖った」「強い」「直線的」「メリハリのある」「加速的」という項目が，ビデオ映像では全て平均値 4 以上あり，点光源映像よりも得点が高かった．

表 6 喜び表現における印象結果

印象評価項目	ビデオ映像		点光源映像		<i>p</i>
	平均値	(SD)	平均値	(SD)	
1. 楽しい	4.14	(0.38)	3.57	(0.79)	
2. 寂しい	2.00	(0.58)	1.14	(0.38)	**
3. 鋭い	2.57	(0.98)	1.57	(0.53)	*
4. 厳かな	3.00	(0.00)	1.43	(0.53)	**
5. 躍動的な	4.57	(0.53)	4.00	(0.00)	*
6. 流れるような	4.57	(0.53)	4.00	(0.00)	*
7. 自然な	1.86	(0.90)	1.00	(0.00)	*
8. 尖った	2.00	(0.58)	1.43	(0.53)	
9. 丸い	3.14	(1.21)	4.00	(0.00)	
10. 鈍い	1.00	(0.00)	1.00	(0.00)	
11. 迫力のある	4.43	(0.53)	3.71	(0.49)	
12. 迫力のない	1.00	(0.00)	1.29	(0.76)	*
13. 強い	4.57	(0.53)	3.57	(0.53)	**
14. 弱い	1.86	(0.38)	2.00	(0.82)	
15. 曲線的	3.86	(0.90)	4.00	(0.00)	
16. 直線的	4.00	(0.00)	3.43	(0.98)	
17. メリハリのある	4.57	(0.53)	4.00	(0.00)	
18. 平坦な	1.29	(0.49)	1.29	(0.49)	
19. 緊張している	1.57	(0.98)	1.86	(1.07)	
20. 弛緩している	1.57	(0.98)	1.57	(0.98)	
21. 加速的	4.57	(0.53)	4.00	(0.00)	*
22. 減速的	4.00	(0.82)	2.14	(1.21)	**
23. 広い	4.29	(0.49)	4.00	(0.00)	
24. 狭い	1.43	(0.53)	1.43	(0.79)	
25. 広がっていく	4.29	(0.49)	4.00	(0.00)	*
26. 縮んでいく	2.86	(1.07)	1.43	(0.79)	
27. 横の	4.29	(0.49)	4.00	(0.00)	
28. 縦の	4.29	(0.49)	4.00	(0.00)	
29. 高い	4.43	(0.53)	4.00	(0.00)	
30. 低い	2.00	(1.29)	2.71	(1.38)	
31. 規則的	1.57	(0.79)	2.86	(0.38)	**
32. 不規則的	4.00	(0.00)	3.71	(0.49)	
33. 均等な	2.57	(0.53)	3.14	(0.38)	*
34. 不均等な	2.71	(0.49)	3.00	(0.58)	
35. 複雑な	3.71	(1.25)	3.86	(0.38)	
36. シンプルな	1.43	(0.53)	1.29	(0.76)	
37. 対称的	2.00	(0.82)	2.00	(1.00)	
38. 非対称的	4.00	(0.58)	3.00	(1.00)	*

表 7 悲しみ表現における印象結果

印象評価項目	ビデオ映像		点光源映像		<i>p</i>
	平均値	(SD)	平均値	(SD)	
1. 楽しい	1.00	(0.00)	1.29	(0.76)	
2. 寂しい	3.71	(0.49)	4.29	(0.49)	*
3. 鋭い	1.57	(0.98)	1.14	(0.38)	
4. 厳かな	1.86	(1.46)	1.43	(1.13)	
5. 躍動的な	2.71	(1.60)	1.71	(1.25)	
6. 流れるような	4.29	(0.49)	4.43	(0.53)	
7. 自然な	3.86	(0.38)	1.57	(0.98)	**
8. 尖った	1.86	(1.07)	1.00	(0.00)	
9. 丸い	1.29	(0.76)	1.00	(0.00)	
10. 鈍い	2.71	(0.76)	2.29	(1.60)	
11. 迫力のある	1.43	(0.53)	1.00	(0.00)	
12. 迫力のない	3.86	(0.69)	4.29	(0.76)	
13. 強い	1.00	(0.00)	1.00	(0.00)	
14. 弱い	4.14	(0.38)	4.43	(0.53)	
15. 曲線的	3.86	(0.69)	2.71	(1.38)	
16. 直線的	3.57	(0.79)	3.43	(1.51)	
17. メリハリのある	3.57	(0.53)	3.29	(1.60)	
18. 平坦な	2.43	(0.98)	1.29	(0.49)	*
19. 緊張している	2.43	(0.98)	1.57	(0.79)	
20. 弛緩している	2.43	(0.98)	1.57	(0.79)	
21. 加速的	2.71	(1.25)	3.71	(1.25)	
22. 減速的	4.00	(0.00)	4.14	(0.38)	
23. 広い	1.14	(0.38)	1.71	(1.11)	
24. 狭い	3.57	(0.53)	3.71	(1.25)	
25. 広がっていく	1.00	(0.00)	2.14	(1.21)	*
26. 縮んでいく	4.00	(0.00)	4.29	(0.49)	
27. 横の	3.71	(0.76)	4.00	(1.00)	
28. 縦の	4.14	(0.38)	4.43	(0.53)	
29. 高い	1.43	(0.79)	1.71	(0.76)	
30. 低い	4.43	(0.53)	4.43	(0.53)	
31. 規則的	2.14	(1.07)	2.14	(0.90)	
32. 不規則的	3.57	(0.53)	2.14	(0.90)	**
33. 均等な	2.14	(1.07)	2.14	(0.90)	
34. 不均等な	2.57	(1.13)	2.43	(1.13)	
35. 複雑な	2.14	(0.90)	4.00	(0.82)	**
36. シンプルな	3.43	(0.53)	1.71	(1.25)	*
37. 対称的	1.86	(1.07)	2.43	(1.13)	
38. 非対称的	3.14	(0.38)	2.00	(1.00)	*

表 8 怒り表現における印象結果

印象評価項目	ビデオ映像		点光源映像		<i>p</i>
	平均値	(SD)	平均値	(SD)	
1. 楽しい	1.67	(0.82)	1.50	(0.55)	
2. 寂しい	1.00	(0.00)	1.00	(0.00)	
3. 鋭い	4.50	(0.55)	4.00	(0.00)	*
4. 厳かな	1.83	(1.33)	1.67	(1.03)	
5. 躍動的な	2.33	(1.21)	2.83	(1.17)	
6. 流れるような	1.83	(0.98)	2.83	(1.17)	
7. 自然な	2.83	(0.98)	1.67	(1.03)	
8. 尖った	4.67	(0.52)	4.00	(0.00)	*
9. 丸い	1.33	(0.52)	1.67	(1.03)	
10. 鈍い	1.17	(0.41)	2.17	(1.47)	
11. 迫力のある	4.33	(0.52)	4.00	(0.00)	
12. 迫力のない	1.17	(0.41)	1.67	(1.03)	
13. 強い	4.83	(0.41)	4.00	(0.00)	**
14. 弱い	1.00	(0.00)	1.67	(1.03)	
15. 曲線的	1.33	(0.52)	2.17	(0.75)	*
16. 直線的	4.67	(0.52)	3.67	(0.52)	**
17. メリハリのある	4.83	(0.41)	4.17	(0.41)	*
18. 平坦な	1.00	(0.00)	1.17	(0.41)	
19. 緊張している	4.00	(0.63)	3.50	(0.55)	
20. 弛緩している	1.33	(0.82)	1.00	(0.00)	
21. 加速的	4.83	(0.41)	4.17	(0.41)	*
22. 減速的	1.83	(0.75)	1.17	(0.41)	
23. 広い	2.17	(0.75)	1.83	(0.98)	
24. 狭い	2.50	(1.05)	1.83	(0.98)	
25. 広がっていく	1.33	(0.52)	2.67	(1.37)	
26. 縮んでいく	3.83	(0.98)	3.17	(1.17)	
27. 横の	4.33	(0.52)	3.50	(1.22)	
28. 縦の	2.83	(1.33)	4.00	(0.00)	
29. 高い	1.50	(0.84)	1.67	(0.52)	
30. 低い	1.50	(0.84)	2.00	(0.63)	
31. 規則的	1.83	(0.98)	1.67	(0.82)	
32. 不規則的	4.00	(0.00)	3.83	(0.41)	
33. 均等な	2.00	(1.10)	1.67	(0.82)	
34. 不均等な	2.50	(1.22)	2.50	(1.22)	
35. 複雑な	1.33	(0.52)	3.83	(0.75)	
36. シンプルな	3.50	(0.55)	1.33	(0.82)	
37. 対称的	2.50	(0.84)	2.50	(0.84)	
38. 非対象的	2.50	(0.84)	2.50	(0.84)	

印象評価項目の比較より、点光源映像でもビデオ映像と同じように鑑賞者は感情を識別し得ることを述べたが、ビデオ映像と点光源映像から受ける印象や得ている情報は異なるものもあるということを示した。ビデオ映像の方が高く評価された印象もあれば、点光源映像の方が高く評価された印象もある。そこで、各感情表現の各映像による動作の特性を少ない次元で位置付けし、図示化することを試みた。印象評価項目を用いて主成分分析を行い、各主成分算出した。感情表現の個々の特徴を掴むために分析を行った。その結果、印象 38 項目から 5 つの主成分が抽出された (表 9)。

第 1 主成分は「迫力のある」「強い」「迫力のない(-)」「弱い(-)」「寂しい(-)」「低い(-)」「狭い(-)」「広い」「楽しい」「不規則」「縮んでいく(-)」「丸い」「鈍い(-)」「メリハリのある」「減速的(-)」「躍動的な」が挙げられており、活動性を反映していると理解できる。

第 2 主成分は「尖った(-)」「流れるような」「曲線的」「緊張している(-)」「高い」「鋭い(-)」「広がっていく」「複雑な」「シンプルな(-)」「縦の」でまとめられている。第 2 主成分は多くの情報がまとめられており、一言では説明しにくいですが、上下方向の空間を用いた踊り特有の流れるような動きがイメージされる。

第 3 主成分は「横の」「直線的」「非対称的」「自然な」、第 4 主成分は「平坦な」「弛緩している」「加速的(-)」, 第 5 主成分は「不均等な(-)」「規則的(-)」「均等な(-)」「対称的(-)」「厳かな」でそれぞれまとめられた。

表 9 ビデオ及び点光源の感情表現における印象の主成分負荷量

	第1主成分	第2主成分	第3主成分	第4主成分	第5主成分
迫力のある	.95	-.15	.02	.06	.05
強い	.94	-.21	.01	.01	.06
迫力のない	-.90	.09	.06	-.13	.03
弱い	-.88	.30	.07	-.13	.04
寂しい	-.88	.26	.15	-.19	.10
低い	-.78	.27	.08	-.07	-.04
狭い	-.70	-.18	.36	-.17	.03
広い	.70	.56	.16	.07	.04
楽しい	.69	.59	.03	.05	.16
不規則的	.62	-.14	.24	.36	.09
縮んでいく	-.58	-.38	.18	-.22	.31
丸い	.57	.56	-.14	.17	.05
鈍い	-.57	-.07	-.07	.37	.17
メリハリのある	.55	-.24	.50	-.31	.24
減速的	-.51	.47	.30	-.06	.29
躍動的な	.46	.46	.00	.34	.39
尖った	.43	-.82	.07	.01	.07
流れるような	-.30	.76	.22	-.16	.21
曲線的	-.05	.75	.23	.29	.09
緊張している	.13	-.69	-.06	.43	.18
高い	.59	.69	.08	-.03	.13
鋭い	.54	-.68	.06	.04	.09
広がっていく	.58	.65	-.20	.05	.13
複雑な	.10	.55	-.26	-.39	-.19
シンプルな	-.27	-.50	.44	.30	.10
縦の	-.28	.48	-.12	-.26	.25
横の	.19	.09	.69	-.30	.18
直線的	.29	-.37	.58	-.30	.10
非対象的	.34	.34	.55	.16	.10
自然な	-.37	-.38	.42	.14	.29
平坦な	-.53	.11	.17	.66	.02
弛緩している	-.32	.18	.27	.63	.13
加速的	.61	-.17	.15	-.62	.10
不均等な	.15	.09	.42	.20	-.65
規則的	-.04	.25	.34	.01	-.58
均等な	.23	.44	.46	.11	-.58
対称的	.05	-.14	.33	-.14	-.55
厳かな	.27	.18	.22	-.15	.38
固有値	11.08	7.21	3.16	2.82	2.41
寄与率(%)	29.15	18.97	8.32	7.43	6.35
累積寄与率(%)	29.15	48.12	56.45	63.88	70.23

さらに、寄与率の高い第1主成分と第2主成分に着目し、各感情表現の映像ごとに主成分得点を割り当て、第1主成分と第2主成分とで構成される2次元平面に位置付けした(図13)。

縦軸は第1主成分であり、活動性を示す指標である。0以上に位置しているものは、ビデオ映像の喜び表現、点光源映像の喜び表現、ビデオ映像の怒り表現、点光源映像の怒り表現である。0以下に位置しているのは、ビデオ映像および点光源映像の悲しみ表現である。

横軸は第2主成分であり、踊り特有の情報と考えられ、上下方向の空間を用いた流れるような動きをイメージさせる次元である。図の右方に喜び表現がまとまって位置づけされており、0付近に悲しみ表現が位置づけされている。また、その中でも点光源映像の方が右寄りである。怒り表現も同様で、全体としては図の左方に位置付けられているが、点光源映像はビデオ映像よりも右に位置し、散らばっている。

喜び表現と怒り表現は活動性を喚起させる情報が含まれ、一方で、悲しみ表現は非活動性を喚起させる情報が含まれていることを示した。つまり、喜び表現は、力強くダイナミックな特性をもち、怒り表現は活動的な動きと関連し、悲しみ表現はエネルギーを失った動きと関連している。これは2.1.2.4の結果である動作-印象-感情モデル(図1)の結果と関連もみられ、舞踊ではない感情の身体動作の特徴を示した先行研究(Wallbott, 1998)も支持している。

また、喜び表現と怒り表現を識別するために寄与しているのが第2主成分といえるだろう。上下方向の空間を用いて流れるような動きの情報が喜びというものをより知覚させ、それらと反対する動きの情報が怒りというものをより感じさせる要因となるといえる。流れるような動きというのは日常生活にはあまり見かけることができない動作であるが、ダンス・舞踊としての表現には重要な動作特性であると考えられる。そして、悲しみ表現と怒り表現、つまりネガティブな感情表現においては、点光源映像はビデオ映像よりも第2主成分の軸の右に位置していた。ネガティブな感情表現は、提示される情報が少ない点光源映像の方が、踊り特有の動きのイメージを喚起させる可能性もある。ネガティブな感情表現において、鑑賞者は提示される少ない情報から(少ないからこそ)イメージを湧かせて感じ取ろうとしている可能性も示唆された。

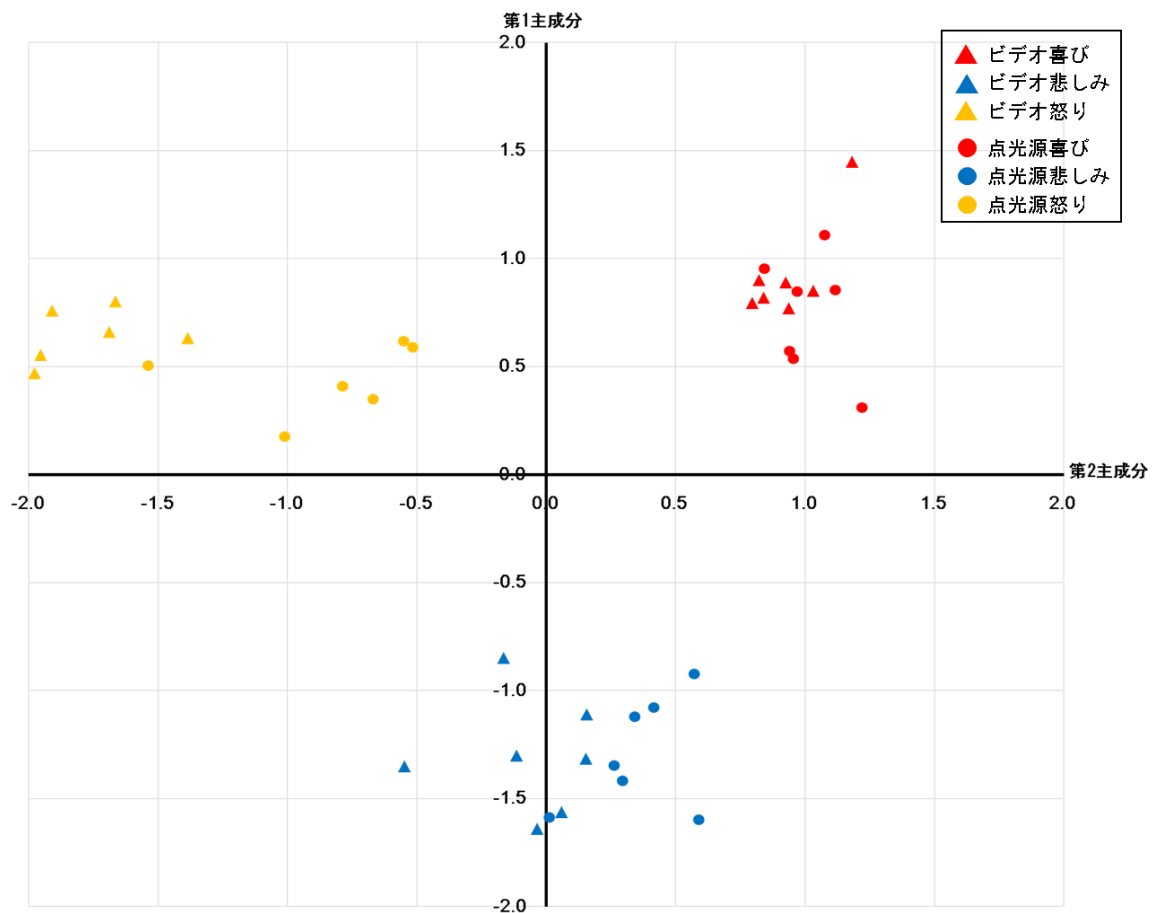


図 13 主成分得点のプロット

ダンスの感情表現にはどのような情報が含まれており、どのように鑑賞者に情報を与えているのか、情報を削減した点光源映像を用いて分析を行った。提示した感情表現の映像が喜び、悲しみ、怒りのどの程度表しているか、ビデオ映像と点光源映像とでどのような印象の違いあるかを調べた結果、ビデオ映像でも点光源映像でも、いずれの感情も十分に表現されており、鑑賞者はダンサーの意図する感情を読み取れることを示した。しかし、ビデオ映像と点光源映像から受ける印象や得ている情報は異なることも分かった。ビデオ映像の方が高く評価された印象もあれば、点光源映像の方が高く評価された印象もある。そこで、主成分分析を行った結果 5 つの主成分を抽出し、特に第 1 主成分と第 2 主成分より概観したところ、喜び表現・怒り表現と悲しみ表現とで異なる特徴、喜び表現と怒り表現とで異なる特徴、点光源映像による悲しみ表現と怒りの表現の特徴を確認できた。

ダンスの全身を用いた複雑な動作であっても、それが人の形やその人の顔の情報がなくても、鑑賞者はダンサーの伝えたい感情を読み取り、その表現特有の印象を感じ取ることができる。一方で、ダンサーは顔の表情を使わなくても、身体動作を用いてダンス表現で、鑑賞者に伝えたい感情を、あらゆる動作に印象を付与して伝え得ることを示した。

2.3 ポジティブな感情の表現における印象と動作特徴 - 嬉しい感情と楽しい感情の比較 -

2.1, 2.2 の結果において、ダンスの身体動作からも人は喜び、悲しみ、怒りの感情を識別し得ることが分かった。しかし、着目した感情とその表現は3種類のみ限定していた。感情の先行研究では、大きく感情を分ける際に valence と action level を用いる(4事象に分けて、positive & high/arousal, positive & low/sleepness, negative & high/arousal, negative & low/sleepness の中に感情を位置づける) ことがある。その中で、特にポジティブ感情に位置づけられる感情を身体動作から見分けることが難しく、鑑賞者が感情を識別する時に、ネガティブ感情よりポジティブ感情の方がエラーが多いことも報告されている (Gross et al., 2010)。ネガティブな感情には意味のある動作やシンボルになるような特有な動きが含まれているから識別しやすく、ポジティブな感情はエンブレムになるような動作ではなく、またポーズで決まるような表現が少ないために識別のエラーが起りやすいといわれている (Frederickson, 1998; Fredrickson & Branigan, 2005; Gross et al., 2010)。例えば人がガッツポーズをしていたら、気持ちは嬉しい、気持ちはポジティブな状態であろうと予測はできる。しかし、嬉しさを伝える時、他にどのような表現ができるだろうか。ポジティブな感情といっても一言で表すには多くの感情が含まれていると考えられるが、私たちは明確にそれを表現でき、一方でその微妙な差異を読み取れているといえるのだろうか。

1.1.4 においても述べたとおり、鑑賞者の知覚認知とダンスの動作特性との関係に着目した研究では、基本的に3つの要素：時間、空間、重さに注目するものが多い。その中でもポジティブな感情表現に含まれる動きについて報告されているものはあり、例えば、楽しい表現にはスピードが速く、エネルギッシュであり、スキップやジャンプ、ターンが含まれる (松本, 1987)。また、喜びの表現 (expressions of joy) には、あるテン

ポの中で多くの変化がみられ、体を伸ばす動きと関係がある (Camurri et al., 2003; Wallbott, 1998) . そして、喜びの表現 (joy) は悲しみの表現に比べて総移動距離が長く、怒りの表現に比べて最大速度は小さい (Sawada et al., 2003) . このように、楽しい表現の特徴や喜びの表現の特徴は、他の感情表現、明らかに質の異なる感情の表現と比べることで報告がなされてきた. しかし、私たちは相手の感情を理解する時、非常に微妙な感情を読み取らなければならない場面に遭遇したり、反対に自分がはっきりした感情を出せず、何とも曖昧な感情を出してしまうことがある. さらに、それが顔の表情のみならず、身体動作から読み取るということは容易いことではない. そこで、2.1 および 2.2 の発展として、同じような感情、微妙で曖昧な感情を対象とし、特に識別のエラーが多いとされるポジティブ感情を扱うこととした. ポジティブ感情である、嬉しい感情の表現 (joyful expression) と楽しい感情の表現 (happy expression) とに、どのような印象の違いがあるのか、また動作特徴について調べる.

2.3.1 方法

2.3.1.1 表現者

3名の男性ダンサーが実験に協力した. そのうちの1名はプロダンサーであり、国内だけでなく世界でも公演を行っている. 他2名はダンス熟練者 (平均ダンス経験歴 6.00年) であり、イベントやコンクール、コンペティションにも出場している.

2.3.1.2 表現の種類と実験手続き

表現の種類は、嬉しい感情 (joyful expression) と楽しい感情 (happy expression) とした. 表現の時間は約 15 秒間に設定し、ダンサーは一つの感情に対して 3 種類を考えて創作し表現を行った. ダンサーは 1 感情について 3 種類ずつ表現し、3名のダンサーが協力したため、計 18 表現の映像を撮影した. 撮影の前にはダンサーは何度も練習することができ、また撮影本番時に失敗をしてしまった場合は何度も撮り直すことができた.

2.3.1.3 実験装置

光学式モーションキャプチャシステム MAC3D (Motion Analysis Corp., California) を用いて, 15 台のカメラで計測を行った. サンプルングレートは 60 Hz とした. 各センサーは全身 32 か所 (図 14) に反射マーカを付け, マーカ位置をリアルタイムに記録した. 同時にダンス動作確認用にデジタルビデオカメラ (Sony 社製) での撮影も行った. なお, 撮影範囲は 3.0m×3.0m であった.

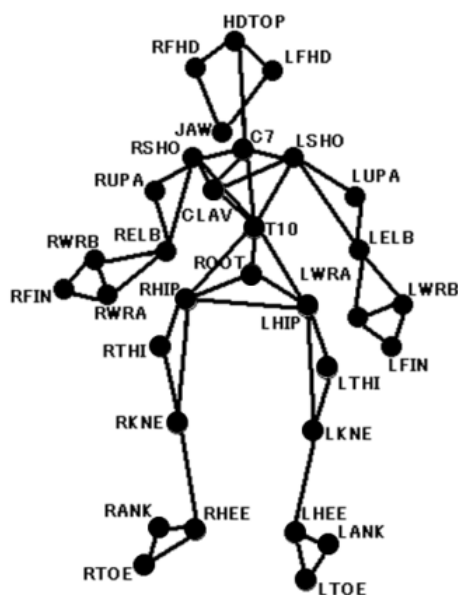


図 14 本実験におけるマーカセット

2.3.1.4 評価実験用の映像

MAC3D の基幹ソフトウェアである EvaRT ソフトウェア (バージョン 5.0.4) を用いて, モーションキャプチャで得られた動作データのマーカ誤認識やノイズを修正し, 鑑賞実験用にスティックフィギュアの映像を作成した. 鑑賞実験でスティックフィギュアを使用した理由は 2 点ある. それは, 表現者が実験協力にすにあたり, 評価の際にビデオ映像の使用を認めなかったことが挙げられる. そして, 2.2 の結果より鑑賞者はビデオ映像でも点光源映像でも鑑賞者が意図した感情を識別できることが分かったことから, ビデオ映像でない映像でも動作を識別できると予測され, また点より線の動きの方が軌道などを含め情報量が多いため, 点光源ではなく線であるスティックフィ

ギョアの映像を使用することが妥当と考えた。なお、スティックフィギュアでのダンス動作の提示は、表現者全員の許可を得ることができた。映像例は以下のとおりである(図 15)。嬉しい感情と楽しい感情で同じダンス動作をしているにも関わらず、動きの大きさが異なっている映像を例としてここに挙げる。

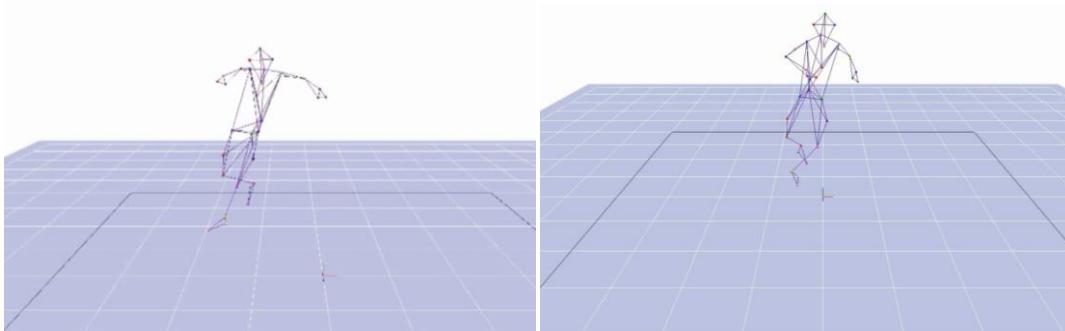


図 15 スティックフィギュア映像の例 (左：嬉しい感情 右：楽しい感情)

2.3.1.5 鑑賞者

ダンス未経験者である 54 名の大学生 (男性 30 名, 女性 24 名) が鑑賞実験に参加した。モーションキャプチャに関する知識はなく, ダンス動作の鑑賞実験の経験もなく, テレビ番組や体育でダンスを見たことがある程度の経験歴であった。

2.3.1.6 鑑賞実験の手続き

パソコンの画面に表れたスティックフィギュアによるダンス動作からどのような印象を受けるか, 鑑賞者に映像を見てもらい, 評価をしてもらった。鑑賞者にあらかじめ評価シートを一通り見てもらい, その後, 嬉しい感情と楽しい感情の映像をランダムに提示した。鑑賞者が項目に回答している間, 各映像を繰り返し流し続けたが, 評価をする際はあまり深く考えず, 感じたとおりに回答するよう鑑賞者に教示した。

2.3.1.7 評価項目

各映像から表 10 に示す印象をどの程度受けるか, 鑑賞者に 5 段階評価 (5 : よく当てはまる ~ 1 : 全く当てはまらない) で回答を求めた。評価項目は計 50 あり, 2.1.1.6

で用いた項目から 14 項目, 2.1.1.7 で用いた項目から 36 項目を選択し, 実験に使用した.

2.3.2 結果

2.3.2.1 印象評価項目の比較

嬉しい感情表現と楽しい感情表現から各印象がどの程度伝わっているのか, どのように印象が異なるのか違いをみるために, 鑑賞者に 5 段階評価で回答を求めた. 評点平均値と標準偏差を求め, 項目ごとに対応のある t 検定を行い比較した. 結果は表 10 に示す. 表中の線で囲まれた値は, 平均値が 3.0 (どちらともいえない) 以上で, かつ嬉しい感情表現と楽しい感情表現とに有意な差を確認できたものである.

表 10 の結果より, 嬉しい感情表現 (joyful expression) において「楽しい」「躍動的な」「迫力のある」「強い」「加速的」「減速的」「拡がっていく」「高い」「非対称的」「速い」「アクセントのある」「大きい」「下の」「突然の」という項目が 3.0 以上かつ楽しい感情表現のその項目より得点が高かった. 一方で, 楽しい感情表現において「流れるような」「滑らかな」という項目が 3.0 以上かつ嬉しい感情表現のその項目より得点が高かった.

表 10 嬉しい感情表現と楽しい感情表現における印象結果

項目	嬉しい感情表現		楽しい感情表現		p
	平均値	(SD)	平均値	(SD)	
楽しい	4.51	(0.56)	4.00	(0.00)	*
寂しい	2.00	(0.58)	1.14	(0.38)	**
鋭い	2.57	(0.98)	1.57	(0.53)	*
厳かな	3.00	(1.00)	3.43	(0.53)	
躍動的な	4.57	(0.53)	4.00	(0.00)	*
流れるような	4.00	(0.00)	4.57	(0.53)	*
自然な	1.86	(0.90)	1.00	(1.00)	
尖った	2.00	(0.58)	1.43	(0.53)	
丸い	3.14	(1.21)	4.00	(0.00)	
鈍い	1.00	(0.00)	1.00	(0.00)	
迫力のある	4.57	(0.53)	4.00	(0.00)	*
迫力のない	1.00	(0.00)	1.29	(0.76)	*
強い	4.57	(0.53)	3.57	(0.53)	**
弱い	1.86	(0.38)	2.00	(0.82)	
直線的	4.00	(0.00)	3.43	(0.98)	
平坦な	1.29	(0.49)	1.29	(0.49)	
緊張している	1.57	(0.98)	1.86	(1.07)	
弛緩している	1.57	(0.98)	1.57	(0.98)	
加速的	4.83	(0.38)	4.14	(0.38)	**
減速的	4.00	(0.82)	2.14	(1.21)	**
広い	4.29	(0.49)	4.00	(0.00)	
狭い	1.43	(0.53)	1.43	(0.79)	
広がっていく	4.29	(0.49)	4.00	(0.00)	*
縮んでいく	2.86	(1.07)	1.43	(0.79)	
横の	4.29	(0.49)	4.00	(0.00)	
縦の	4.29	(0.49)	4.00	(0.00)	
高い	4.43	(0.53)	2.50	(0.84)	**
低い	2.00	(1.29)	2.71	(1.38)	
規則的	1.57	(0.79)	2.86	(0.38)	**
不規則的	4.00	(0.00)	3.71	(0.49)	
均等な	3.14	(0.38)	3.14	(0.38)	
不均等な	2.71	(0.49)	3.00	(0.58)	

複雑な	3.86	(0.38)	3.71	(1.25)	
シンプルな	1.43	(0.53)	1.29	(0.76)	
対称的	1.29	(0.82)	3.00	(1.00)	**
非対称的	4.00	(0.58)	2.00	(1.00)	**
速い	4.77	(0.53)	4.00	(0.00)	**
遅い	2.00	(0.82)	2.41	(1.21)	
アクセントのある	4.14	(0.53)	2.00	(0.00)	**
滑らかな	3.58	(0.90)	4.43	(0.49)	*
大きい	4.29	(0.49)	3.14	(0.38)	**
小さい	1.43	(0.53)	1.43	(0.79)	
開いた	4.29	(0.49)	4.14	(0.38)	
閉じた	2.86	(1.07)	1.43	(0.79)	
上の	4.29	(0.49)	4.00	(0.00)	
下の	4.29	(0.49)	3.00	(0.00)	**
突然の	4.57	(0.53)	3.71	(0.49)	*
同じ状態の	1.57	(0.79)	2.86	(0.38)	*
安定な	1.57	(0.53)	3.14	(0.38)	**
不安定な	3.43	(0.53)	3.29	(0.76)	

* $p < .05$ ** $p < .01$

2.3.2.2 加速度の比較

2.3.2.1 の結果より、嬉しい感情表現と楽しい感情表現からでは異なる印象がもたらされることが分かった。嬉しい感情表現では、「楽しい」「躍動的な」「迫力のある」「強い」「加速的」「減速的」「拡がっていく」「高い」「非対称的」「速い」「アクセントのある」「大きい」「下の」「突然の」という項目が、楽しい感情表現のそれより得点が高かったため、特に「躍動的な」「強い」「加速的」「アクセントのある」「突然の」に注目した。これらの印象や感性情報はダイナミズムと関連しており（松本, 1987）、さらに速さや加速度の動作特徴と関連している（Sakata & Hachimura, 2007; Sakata et al., 2003）。そこで、嬉しい感情表現と楽しい感情表現の印象と加速度との関係を分析した。

モーションキャプチャで得られたデータの3次元座標値より加速度を算出した。加速度を算出した身体部位は、腰、右肩、左肩（図13のROOT, RSHO, LSHO）である。これらの身体部位は体幹を示し、どのダンスのジャンルにおいても体を動かす上で重要である。実験中のダンス動作は約15秒間であったが、カウント数でいうと16カウント（16ビート）である。各感情表現の16カウント×3試行、つまり48カウント分の平均加速度を算出し、それらを比較分析に用いた。嬉しい感情表現と楽しい感情表現における加速度を、*t*検定を用いて比較した。なお、プロダンサーとダンス熟練者との加速度に違いがみられたため、今回はダンサーごとに嬉しい感情表現と楽しい感情表現の加速度の比較を行った。表11にプロダンサーの結果を、表12にダンス熟練者(a)の結果を、表13にダンス熟練者(b)の結果を示す。

表11のとおり、プロダンサーの嬉しい感情表現と楽しい感情表現の加速度に有意な差はみられなかった。それは、腰、右肩、左肩のいずれも有意差がみられなかった（腰： $t(94) = 1.48, n.s.$, 右肩： $t(94) = 1.56, n.s.$, 左肩： $t(94) = 1.12 = n.s.$ ）。

しかし、ダンス熟練者の嬉しい感情表現と楽しい感情表現の加速度には有意差を確認することができた（表12, 表13）。ダンス熟練者(a)の腰、右肩、左肩の全ての身体部位において、嬉しい感情表現の加速度平均は、楽しい感情表現の加速度平均よりも有意に高かった（腰： $t(94) = 3.76, p < .01$, 右肩： $t(94) = 3.40, p < .01$, 左肩： $t(94) = 4.37, p < .01$ ）。また、ダンス熟練者(b)の腰と左肩において、嬉しい感情表現の加速度平均は、楽しい感情表現の加速度平均よりも有意に高かった（腰： $t(94) = 2.39, p < .05$, 右肩： $t(94) = 1.14, n.s.$, 左肩： $t(94) = 2.12, p < .05$ ）。ダンス熟練者の結果より、楽しい感情表現より嬉しい感情表現の方が加速度は大きく、対象とした身体部位を稼働域の広い四肢ではなく体幹にしたにも関わらず、嬉しい感情表現は楽しい感情表現に比べてダイナミックな動作の特徴があることを示唆した。

表 11 プロダンサーにおける嬉しい感情表現と楽しい感情表現の加速度

加速度 (cm/s ²)	プロダンサー				<i>p</i>
	嬉しい感情表現		楽しい感情表現		
	平均値	(<i>SD</i>)	平均値	(<i>SD</i>)	
腰 (Root marker)	3.33	(2.32)	2.67	(2.13)	<i>n.s.</i>
右肩	3.54	(3.67)	2.78	(2.10)	<i>n.s.</i>
左肩	3.44	(3.76)	2.85	(2.22)	<i>n.s.</i>

表 12 ダンス熟練者(a)における嬉しい感情表現と楽しい感情表現の加速度.

加速度 (cm/s ²)	ダンス熟練者 (a)				<i>p</i>
	嬉しい感情表現		楽しい感情表現		
	平均値	(<i>SD</i>)	平均値	(<i>SD</i>)	
腰 (Root marker)	2.33	(1.67)	1.33	(0.91)	**
右肩	2.44	(1.76)	1.43	(1.14)	**
左肩	2.45	(1.67)	1.27	(0.90)	**

** $p < .01$

表 13 ダンス熟練者(b)における嬉しい感情表現と楽しい感情表現の加速度.

加速度 (cm/s ²)	ダンス熟練者 (b)				<i>p</i>
	嬉しい感情表現		楽しい感情表現		
	平均値	(<i>SD</i>)	平均値	(<i>SD</i>)	
腰 (Root marker)	2.41	(1.90)	1.66	(1.09)	*
右肩	2.26	(1.55)	1.92	(1.25)	<i>n.s.</i>
左肩	2.46	(1.82)	1.81	(1.12)	*

* $p < .05$

2.3.3 考察

ダンスにおける嬉しい感情と楽しい感情の違いを明らかにし、その判別に寄与するパラメータは何かを調べるために、モーションキャプチャ実験と鑑賞者による評価実験を行った。嬉しい感情表現と楽しい感情表現は、鑑賞者による印象が異なり、さらに表現者の腰と肩の加速度の大きさも異なることを確認した。

嬉しい感情と楽しい感情は同じポジティブな感情として分類される (Gross et al., 2010) にも関わらず、印象は異なっていた。嬉しい感情表現からは、「楽しい」「躍動的な」「迫力のある」「強い」「加速的」「減速的」「拡がっていく」「高い」「非対称的」「速い」「アクセントのある」「大きい」「下の」「突然の」という印象が楽しい感情表現よりも高く、楽しい感情表現からは「流れるような」「滑らかな」という印象が嬉しい感情表現よりも印象高いということが分かった。これは、嬉しい感情表現が楽しい感情表現に比べてより強く、激しく、刺激があることを示唆している。嬉しい表現は楽しいという度合いや強弱が強かったために、「楽しい」という印象項目において、楽しい感情表現より嬉しい感情表現の方がそれは高かったのかもしれない。そして、楽しい感情表現は強くなく、アクセントも少なく、突然起こるような感情ではなく、一方で流れるようで持続的なポジティブな感情であることを示唆した。

動作解析として加速度の比較を行った結果、嬉しい感情表現と楽しい感情表現とに有意差があり、嬉しい感情表現の加速度は楽しい感情のそれより大きいことが分かった。速さや加速度は動きの強さを説明する動作特性であり (Camurri et al., 2003; Sakata & Hachimura, 2007; Sawada et al., 2003;)、本研究では嬉しい感情には楽しい感情に比べて強さが含まれており、それぞれ感情の大きさの違いがあることを示した。

本研究ではポジティブ感情の間にも微妙な違いがあることを示し、身体動作からの感情にも関わらず、ダンサーはその微妙な違いを表現し、鑑賞者もその微妙な違いを認識し得ることを示すことができた。顔の感情表現 (表情) は、基本的に 6 感情：喜び、悲しみ、怒り、驚き、不安、嫌悪である (Ekman, 1992; Ekman & Friesen, 1971; 1975; 1978)。身体動作の感情表現においては、喜び、悲しみ、怒り、不安、誇り、満足の感情に分けたり (Mehrabian, 1968; Wallbott, 1998)、ポジティブ感情とネガティブ感情とで分けたり、活動的か沈静的かのレベルで分けてきた (Gross et al, 2010)。顔の表情に比べて、身体動作だけで感情を判別するのは難しく、特有の動きからポジティブな感情の微妙な違いを識別する方法も提案されていなかった。しかし、本研究において、ダンス動作の一部のポジティブな感情ではあるが、嬉しい感情と楽しい感情の違いを印象と加速度から示すことができ、これは曖昧な感情を知覚する時や判別する時の手掛かりになると考えられる。また、ダンスにおいて表現を創作し生み出す際、CG アニ

メーションやゲームキャラクタの動きを表現する際にヒントになると思われる。ヒューマノイドロボットにダンス動作を再現する際も、速さや角度だけでなく、特に加速度のデータが貢献し得ると考える。

最後に、プロダンサーの結果について考えたい。プロダンサーの嬉しい感情表現と楽しい感情表現の加速度に有意な差がみられなかった。理由の一つに、今回分析に用いた加速度データは全て平均をとっていたことが考えられる。ローデータも確認したところ、プロダンサーの加速度の標準偏差や分散は、全ての身体部位において大きかった。これは、プロダンサーの動作が単に加速していたのではなく、ダンサーは全身を用いて加速したり減速したりしていたことを示す。プロダンサーによる表現は特化しているものであり、それを一般化しようとするのは難しいということの意味しているかもしれない。芸術からの観点から考えると、プロダンサーは他のダンサーと異なる表現が求められ、それができるからこそプロとして認められる。プロダンサーや芸術家の動きや身体運動を調査する時には平均化した結果を得ようとするだけでなく、それぞれの特別な結果や事例を考慮しなければならない。一方で、ダンス熟練者は基本的な動きをしっかり身につけており、特別な自由な表現というより型にはまった動きもでき、初心者にもわかりやすい表現を行うことができる。特に、ダンス初心者やダンス学習者にとってダンス熟練者の動き方や映像はスキルを身につける上で参考になる。本研究のダンス熟練者の結果より、嬉しい感情や楽しい感情を表現する時は体幹である腰や肩の動きも重要であることを示すことができた。全く異なる感情を表現する際には、動かしやすい四肢を用いることで十分かと思われるが、同じポジティブ感情や曖昧な感情間で違いを表現する際には、普段は意識しにくい体幹をいかに動かすかということをご提案することができた。

第3章 表現者と鑑賞者間のインタラクション - 鑑賞者の有無による表現者の心理と動作の変化 -

第2章では、鑑賞者に焦点を当て、鑑賞者がダンサーの意図する感情の身体表現について、どのような動作から感情を読み取り、印象を受け取るかを明らかにした。では、ダンサーは鑑賞者からどのような情報を知覚し、ダンス動作に活かしているのだろうか。鑑賞者は表現者に影響を与えているのだろうか。鑑賞者の有無で表現者の動作に変化は起きているのだろうか。

演芸や演奏においては、楽しさが生まれる瞬間には、表現者から鑑賞者（観客）への働きかけだけでなく、鑑賞者から表現者への働きかけも含む双方向のダイナミックな相互作用が存在しているといわれている（池上・重野, 2009; 野村・丸野, 2006）。そして、楽しませようとする表現者と楽しもうとする鑑賞者とが協調し合い一つの関係が生まれ、楽しいという刺激が共有され、コミュニケーションが生まれるという（野村・丸野, 2007）。表現者と鑑賞者の関係については、伝統的には、間に着目して議論されてきた。表現者と鑑賞者間の間が両者の協調の程度を示し、それは絶えずダイナミックに揺れ動く性質を持つといわれている（中込, 2001）。

表現者と鑑賞者の相互作用は絶えず変化し得るが、ダンス動作に着目し、他者の存在がダンサーに及ぼす影響について定量的な分析を行ったものは多くない。また心理学の分野において、他者の存在や環境が主体者に影響を及ぼすという観点で、緊張やあがりの研究がなされているが（Cerin, 2003; de Moja & de Moja 1986; 佐藤・安田, 2001; 田中・関谷, 2007; Watson et al., 1988）、ダンスのような競技性が低く、パフォーマンス時に緊張と楽しさのアンビバレンスな感情が芽生えるであろう心理状態に着目した研究はなされていない。

そこで、鑑賞者である観客の有無でダンサーの心理状態と動作にどのような違いがあるかを分析し、鑑賞者による表現者への影響を確かめる。心理状態の変化の評価には、日本語版 PANAS（Positive Negative Affect Schedule）（佐藤・安田, 2001）を使用する。また、ダンス動作の解析には光学式モーションキャプチャを用いて動作データを

取得する。動作特徴量を算出し、体の開きの変化、体の開きの周波数解析を行い、観客の有無で動作に違いがあるか、リズムの取り方に違いがあるかを確認する。

3.1 方法

3.1.1 表現者

6名の男性ダンサー（平均21.5歳）が実験に協力した。経験暦は、ダンサーAは5.5年、ダンサーBは5.5年、ダンサーCは4.5年、ダンサーD～Fは1.5年であった。ダンサーA, B, Cは指導経験を有しており、ダンサーD, E, Fは指導経験はなかった。

3.1.2 鑑賞者

鑑賞者15名が観客として実験に参加した。そのうち2名はダンス経験者であり、他13名は体育でダンスの授業を受けたり、テレビでダンスを見たりしたことがある程度の経験であった。

3.1.3 ダンス動作の種類と実験手続き

ダンサーはダンスの基礎動作とされる足踏み（ステップ）を行うよう教示された。その動作を8カウント×2（8カウントを2回繰り返したもの）を行ったものを1試行とした。

ダンサーは観客条件（鑑賞者がいる状態）と無観客条件（鑑賞者がいない状態）で、各条件において3試行ずつ行った。またダンサーによって条件の順番はランダムにした。ダンサーは鑑賞者と1.5m離れた位置で向かい合うように立って踊り、鑑賞者には収録中に手拍子をしたり体でリズムをとったりするように指示をした。無観客条件は実験室には鑑賞者がいない環境であるが、実験の都合上、実験従事者2名はその場におり、ダンサーは誰もいない方向を向いて踊った。実験の様子を図16に示す。

なお、本実験では、A Skillz and Krafty Kutsの“Gimme the Breaks”（112BPM）を曲に用いており、全ダンサーの全試行において同じ時間だけで曲を流した。

各条件のダンス動作を収録後、ダンサーは自分自身の心理状態について評価と内省報告を行った。



図 16 観客条件でのモーションキャプチャ

3.1.4 実験装置

光学式モーションキャプチャシステム MAC3D (Motion Analysis 社) を用いて、10 台のカメラで動作の計測を行った。サンプリングレートは 60Hz とした。各ダンサーは全身 32 か所に反射マーカを付け (図 17) , マーカの位置をリアルタイムに記録した。なお、撮影範囲は 3.0m × 3.0m であった。

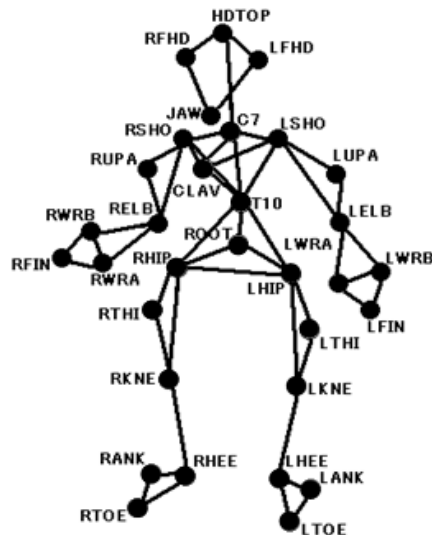


図 17 観客・無観客条件実験におけるマーカセット

3.1.5 心理状態の評価

本実験でダンサーの心理状態を評価するために、日本語版 PANAS (Positive and Negative Affect Schedule) (佐藤・安田, 2001) を使用した。これは、Watson et al (1988) が開発したものを佐藤・安田 (2001) が日本語版として作成した感情評定尺度である。PANAS はいくつかの感情を Positive と Negative に二分し、それぞれ 8 つの下位項目に回答することで両方の感情を得点化できる。PANAS は、他の心理評定尺度と比べて項目数が少ないために短時間で実施できることや、Positive と Negative とで独立した次元で測定できることが特徴である。

本実験では、日本語版 PANAS の各項目において 6 段階評価 (6 : 非常によく当てはまる～1 : 全く当てはまらない) でダンサーに回答を求めた。8 下位項目の回答で得られたポジティブ感情得点とネガティブ感情得点を算出し、これを心理状態の指標とした。表 14 は日本語版 PANAS の 8 下位項目である。

表 14 日本語版 PANAS の項目

Positive	Negative
活気のある	びくびくした
誇らしい	おびえた
強気な	うろたえた
気合の入った	心配した
きっぱりとした	苦悩した
わくわくした	びりびりした
機敏な	恥じた
熱狂した	いらだった

3.2 結果

3.2.1 鑑賞者の有無による表現者の心理的变化

観客条件および無観客条件におけるダンサーのポジティブ感情得点の平均値を算出し、 t 検定を用いて比較した(図18)。その結果、ポジティブ感情得点の平均値は、無観客条件より観客条件の方が有意に高かった($t(17) = 8.31, p < .01$)。同様に、観客条件および無観客条件におけるダンサーのネガティブ感情得点の平均値を算出し、 t 検定を用いて比較した(図18)。その結果、無観客条件より観客条件の方が得点は有意に高かった($t(17) = 6.81, p < .01$)。

ネガティブ感情得点はポジティブ感情得点より低かったものの、無観客条件より観客条件である方がポジティブ感情もネガティブ感情も高くなることを示した。

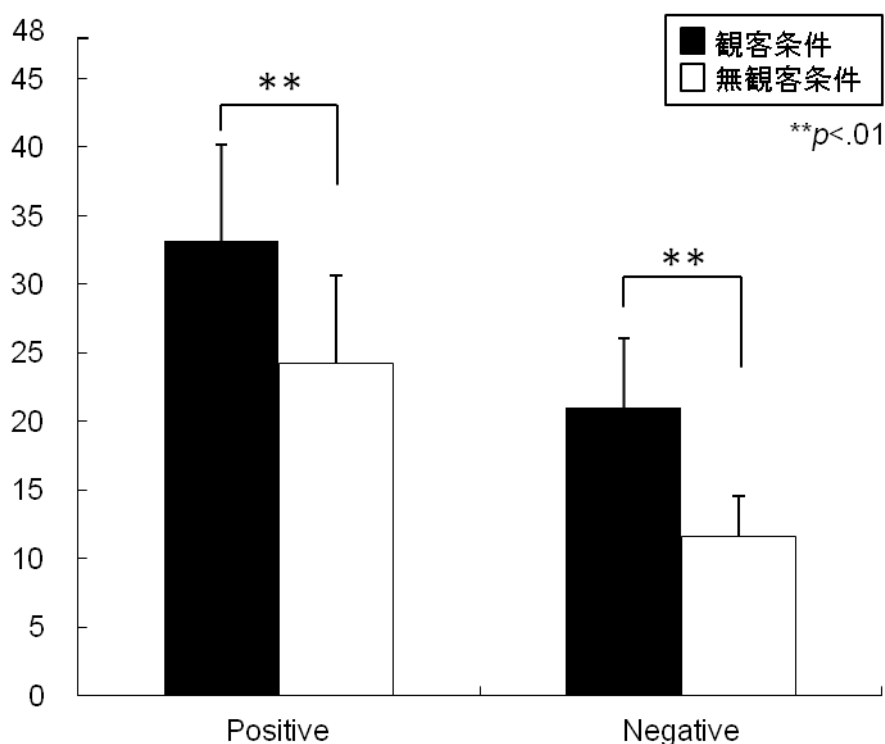


図 18 感情得点合計

図18が示すとおり、無観客条件よりも観客条件の方がポジティブ感情もネガティブ感情も高かった。しかし、生のデータを確認したところダンサーによって条件による得

点の違いがあり、またダンサーの経験歴（ダンサーABC:ダンサーDEF）によって違いがあると考えられたため、ダンサーごとに観客条件と無観客条件の比較を行った。

各ダンサーの観客条件および無観客条件のポジティブ感情得点の平均値を算出し、それぞれ t 検定を用いて比較した。ポジティブ感情得点の結果を図 19 に示す。ダンサー A, B, D, E, F は無観客条件より観客条件の方が有意にポジティブ感情得点が高く、ダンサー C は観客条件と無観客条件との間にポジティブ感情得点の有意差はなかった

(A: $t(2) = 15.59, p < .01$, B: $t(2) = 1.11, p < .05$, C: $t(2) = 0.55, n.s.$, D: $t(2) = 13.00, p < .01$, E: $t(2) = 19.05, p < .01$, F: $t(2) = 32.00, p < .01$) .

ダンサー C は観客がいてもいなくてもポジティブ感情の違いはみられなかったものの、その他のダンサーにおいては観客がいた方がポジティブな感情が高くなることを示した。

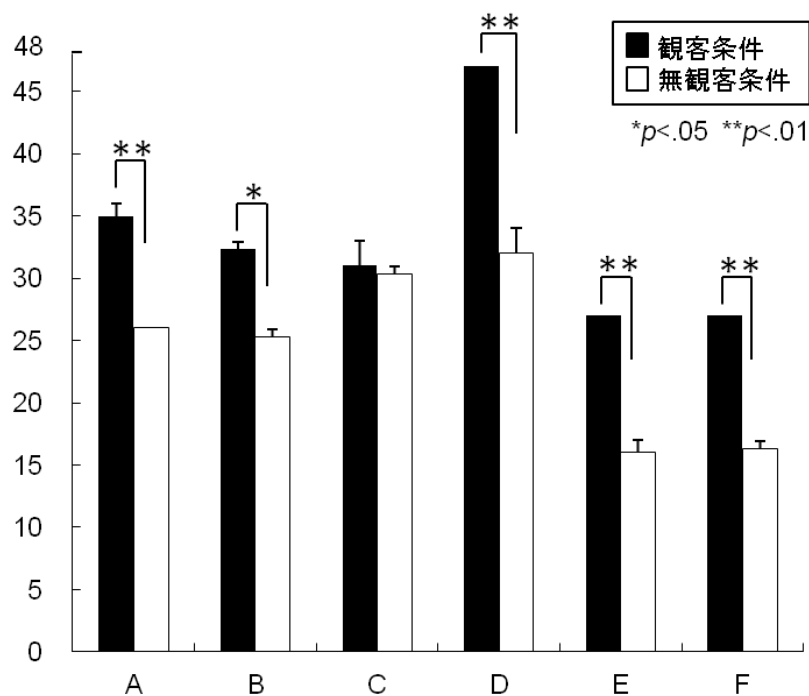


図 19 各ダンサーの各条件におけるポジティブ感情得点の平均

次に、各ダンサーの観客条件と無観客条件のネガティブ感情得点の平均値を算出し、それぞれ t 検定を用いて比較した。図 20 はネガティブ感情得点の結果を示している。ネガティブ感情得点においては、ダンサー A, B, D, E は無観客条件より観客条件の

方が有意に得点は高く、ダンサーC、Fは観客条件と無観客条件との間に有意差がなかった (A: $t(2) = 12.12, p < .01$, B: $t(2) = 12.12, p < .01$, C: $t(2) = 3.05, n.s.$, D: $t(4) = 27.58, p < .01$, E: $t(2) = 34.64, p < .01$, F: $t(2) = 3.00, n.s.$) .

ダンサーA, B, D, Fは確かに観客条件の方が無観客条件に比べてネガティブ感情の得点が高い。しかし、48点中半分である24点を超えたのは、Eの観客条件の場合だけである。観客がいた方がネガティブ感情も高くなることを示したが、ポジティブ感情に比べれると低かった。

図19と図20よりダンサーの経験歴による違いは確認できず、一方で各ダンサーの個人差を考慮しなければならないことを示唆しているが、ダンサーは観客がいた方が心理状態はポジティブになる傾向、またネガティブな感情も増加する傾向を示した。

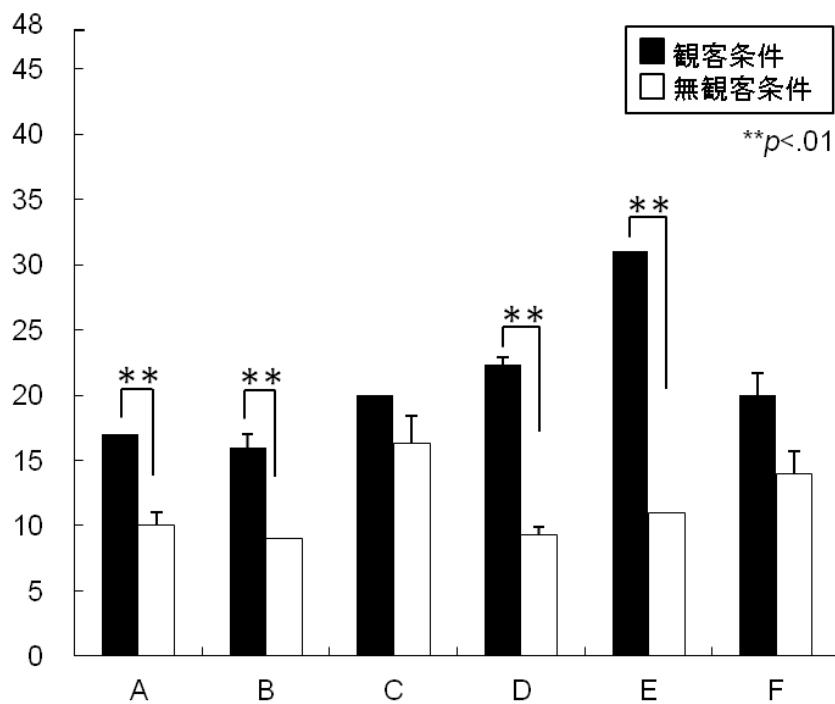


図 20 各ダンサーの各条件におけるネガティブ感情得点の平均

3.2.2 鑑賞者の有無による表現者の動作特徴の違い

3.2.1の結果より、鑑賞者の有無でダンサーはポジティブな気持ちになったり、ネガティブな気持ちになったり、感情の変化が起こることが示された。では、身体動作に変

化は起きているのだろうか. 鑑賞者の有無によってダンス動作にどのような違いが表れているのか. そこで, 各ダンサーの身体動作の特徴量を算出し, 鑑賞者の有無による特徴量の違いを分析した.

3.2.2.1 動作特徴量

ダンスの身体動作の特徴量として, 各身体部位の速さの平均値と標準偏差 (表 15, 表 16), 各身体部位の加速度の平均値と標準偏差 (表 17, 18), 首と腰と左腰, 右腰の角度の平均値と標準偏差 (表 19, 表 20), 身体の開きの平均値と標準偏差 (表 21, 表 22) を各ダンサーおよび条件ごとに算出した.

なお, 身体の開きは, 1 試行の中で頭頂部および左右手足が胸からどれだけ離れていたかを示す指標である. 図 21 のとおり各三角形の頂点を, 頭 (HDTOP), 胸 (CLAV), 右手 (RFIN), 左手 (LFIN), 右つま先 (RTOE), 左つま先 (LTOE) とし, 各線分の長さを算出した. そして, ヘロンの公式を用いて各三角形の面積を計算し, フレームごとにその 5 面分の面積の総和を算出した. そして, 1 試行中の平均値を身体の開きを示す指標とした.

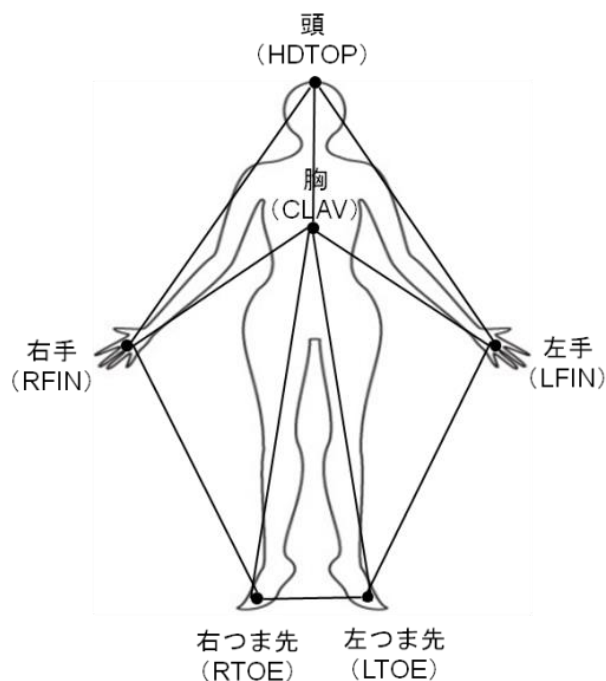


図 21 身体の開きとマーカ名

表 15 ダンサーA～Cにおける速さに関する特徴量

cm/sec	A				B				C			
	観客条件		無観客条件		観客条件		無観客条件		観客条件		無観客条件	
	平均	(SD)	平均	(SD)	平均	(SD)	平均	(SD)	平均	(SD)	平均	(SD)
頭	76.26	(31.44)	58.44	(25.56)	107.82	(31.26)	100.68	(30.60)	85.08	(47.94)	84.48	(47.34)
腰	72.12	(27.54)	55.08	(22.20)	74.04	(23.94)	73.98	(22.80)	73.50	(28.08)	68.22	(26.16)
左肩	58.02	(28.98)	44.22	(20.82)	111.66	(36.90)	103.80	(34.56)	89.76	(45.66)	91.56	(50.46)
右肩	64.08	(30.72)	46.26	(22.20)	104.64	(34.92)	105.72	(36.00)	98.70	(53.16)	98.64	(52.32)
左肘	85.26	(28.98)	69.72	(29.64)	116.46	(47.82)	115.38	(42.96)	104.70	(48.60)	119.88	(63.00)
右肘	87.60	(39.90)	65.28	(29.28)	99.12	(47.40)	97.20	(44.28)	103.08	(46.62)	114.96	(51.30)
左手	231.12	(95.16)	191.46	(88.08)	154.80	(59.40)	157.80	(57.54)	179.88	(87.42)	209.10	(96.06)
右手	225.06	(98.16)	191.82	(84.72)	134.28	(44.04)	130.14	(45.18)	165.00	(80.58)	182.76	(90.18)
左かかと	100.14	(94.08)	73.80	(69.90)	102.78	(100.50)	100.08	(96.48)	99.06	(96.54)	105.36	(101.46)
右かかと	89.76	(102.42)	70.92	(82.14)	86.40	(92.04)	84.36	(88.50)	101.88	(105.06)	99.42	(107.16)

表 16 ダンサーD～Fにおける速さに関する特徴量

cm/sec	D				E				F			
	観客条件		無観客条件		観客条件		無観客条件		観客条件		無観客条件	
	平均	(SD)	平均	(SD)	平均	(SD)	平均	(SD)	平均	(SD)	平均	(SD)
頭	63.30	(31.80)	61.98	(34.62)	54.60	(23.46)	46.80	(27.90)	63.12	(29.94)	69.18	(34.02)
腰	58.68	(20.04)	55.02	(18.84)	49.32	(22.86)	52.74	(26.22)	46.86	(20.70)	50.58	(19.62)
左肩	74.46	(26.76)	66.72	(22.80)	48.12	(24.24)	50.94	(26.88)	62.94	(27.78)	72.18	(29.40)
右肩	69.24	(22.50)	65.22	(22.68)	41.40	(23.64)	46.14	(25.02)	61.08	(28.80)	68.82	(31.02)
左肘	125.10	(48.12)	92.46	(35.70)	81.84	(30.42)	86.34	(33.18)	77.70	(28.68)	89.04	(34.26)
右肘	100.20	(47.10)	80.58	(35.64)	78.84	(26.82)	82.92	(30.00)	59.94	(25.38)	72.54	(28.20)
左手	165.66	(75.42)	103.38	(51.72)	147.54	(71.28)	166.02	(76.26)	146.70	(71.82)	175.80	(82.02)
右手	151.74	(91.86)	113.40	(68.64)	155.46	(65.94)	175.02	(74.22)	64.50	(28.08)	88.14	(41.22)
左かかと	79.98	(75.36)	82.26	(79.14)	45.72	(42.18)	45.66	(42.18)	49.50	(46.92)	53.76	(50.40)
右かかと	85.92	(90.78)	80.82	(86.88)	42.78	(41.82)	46.74	(46.14)	43.86	(46.02)	46.38	(49.14)

表 17 ダンサーA～Cにおける加速度の大きさに関する特徴量

cm/sec ²	A				B				C			
	観客条件		無観客条件		観客条件		無観客条件		観客条件		無観客条件	
	平均	(SD)	平均	(SD)	平均	(SD)	平均	(SD)	平均	(SD)	平均	(SD)
頭	-0.02	(13.35)	-0.04	(11.54)	0.02	(17.73)	-0.03	(17.67)	0.02	(20.35)	-0.03	(19.88)
腰	-0.01	(14.45)	0.06	(11.93)	0.09	(12.62)	0.08	(11.98)	0.07	(14.39)	-0.01	(13.09)
左肩	-0.04	(14.12)	-0.02	(10.78)	0.08	(19.98)	0.08	(18.49)	-0.01	(18.87)	-0.02	(20.17)
右肩	-0.07	(15.58)	-0.08	(11.39)	-0.05	(18.67)	-0.04	(19.19)	0.02	(22.18)	-0.01	(20.92)
左肘	0.01	(15.63)	-0.03	(11.36)	0.25	(14.09)	0.13	(14.95)	0.04	(17.86)	0.10	(22.73)
右肘	-0.15	(15.58)	-0.09	(11.39)	-0.22	(16.85)	-0.20	(17.21)	-0.01	(17.76)	-0.10	(19.94)

表 18 ダンサーA～Cにおける加速度の大きさに関する特徴量

cm/sec ²	D				E				F			
	観客条件		無観客条件		観客条件		無観客条件		観客条件		無観客条件	
	平均	(SD)	平均	(SD)	平均	(SD)	平均	(SD)	平均	(SD)	平均	(SD)
頭	0.01	(16.18)	-0.05	(16.45)	0.02	(9.01)	0.01	(11.86)	0.02	(12.74)	0.04	(14.30)
腰	0.04	(13.73)	-0.04	(11.79)	0.02	(11.81)	0.02	(13.17)	0.01	(9.22)	0.01	(8.74)
左肩	-0.07	(14.68)	-0.04	(13.70)	0.01	(11.16)	0.01	(11.63)	0.02	(12.91)	0.02	(13.42)
右肩	-0.02	(13.60)	-0.07	(13.03)	-0.02	(10.41)	0.01	(10.79)	-0.05	(12.76)	-0.02	(13.84)
左肘	-0.01	(17.28)	-0.08	(14.62)	0.08	(10.91)	0.05	(11.26)	0.05	(10.57)	0.02	(14.46)
右肘	0.01	(15.03)	0.03	(12.46)	0.06	(10.41)	-0.02	(10.20)	-0.07	(10.92)	-0.01	(11.81)

表 19 ダンサーA～Cにおける角度に関する特徴量

°	A				B				C			
	観客条件		無観客条件		観客条件		無観客条件		観客条件		無観客条件	
	平均	(SD)	平均	(SD)	平均	(SD)	平均	(SD)	平均	(SD)	平均	(SD)
首	11.61	(18.21)	13.47	(7.56)	-20.62	(9.59)	18.57	(10.24)	15.08	(12.35)	16.67	(11.55)
腰	35.44	(1.85)	34.92	(0.94)	33.59	(1.15)	32.94	(1.38)	43.15	(0.84)	49.16	(1.23)

表 20 ダンサーD～Fにおける角度に関する特徴量

°	D				E				F			
	観客条件		無観客条件		観客条件		無観客条件		観客条件		無観客条件	
	平均	(SD)	平均	(SD)	平均	(SD)	平均	(SD)	平均	(SD)	平均	(SD)
首	20.55	10.90	32.63	10.43	9.24	3.22	10.43	4.21	25.83	9.89	22.56	12.46
腰	43.28	1.37	44.67	1.05	51.85	1.33	54.83	0.81	48.60	0.99	50.05	1.54

表 21 ダンサーA～Cにおける身体の開きに関する特徴量

cm ²	A				B				C			
	観客条件		無観客条件		観客条件		無観客条件		観客条件		無観客条件	
	平均	(SD)	平均	(SD)	平均	(SD)	平均	(SD)	平均	(SD)	平均	(SD)
身体の開き	7696.08	(1090.19)	7209.38	(921.00)	7855.61	(502.92)	7333.46	(577.33)	6345.28	(588.59)	6440.31	(491.35)

表 22 ダンサーD～Fにおける身体の開きに関する特徴量

cm ²	D				E				F			
	観客条件		無観客条件		観客条件		無観客条件		観客条件		無観客条件	
	平均	(SD)	平均	(SD)	平均	(SD)	平均	(SD)	平均	(SD)	平均	(SD)
身体の開き	6809.79	(626.76)	6336.24	(606.00)	5684.98	(780.46)	6529.04	(1025.70)	5718.28	(729.75)	5833.74	(922.94)

3.2.2.2 身体の開き周波数特性

2章で述べたとおり，ダンスにおいて空間を用いて表現することは相手に伝えるために重要である．そこで，全身を開いたり閉じたりする指標として身体の開きに着目し，観客条件と無観客条件における身体の開きの分析を進めた．ダンサーAの時系列データを図22，ダンサーBの時系列データを図23，ダンサーCの時系列データを図24，ダンサーDの時系列データを図25，ダンサーEの時系列データを図26，ダンサーFの時系列データを図27に示す．

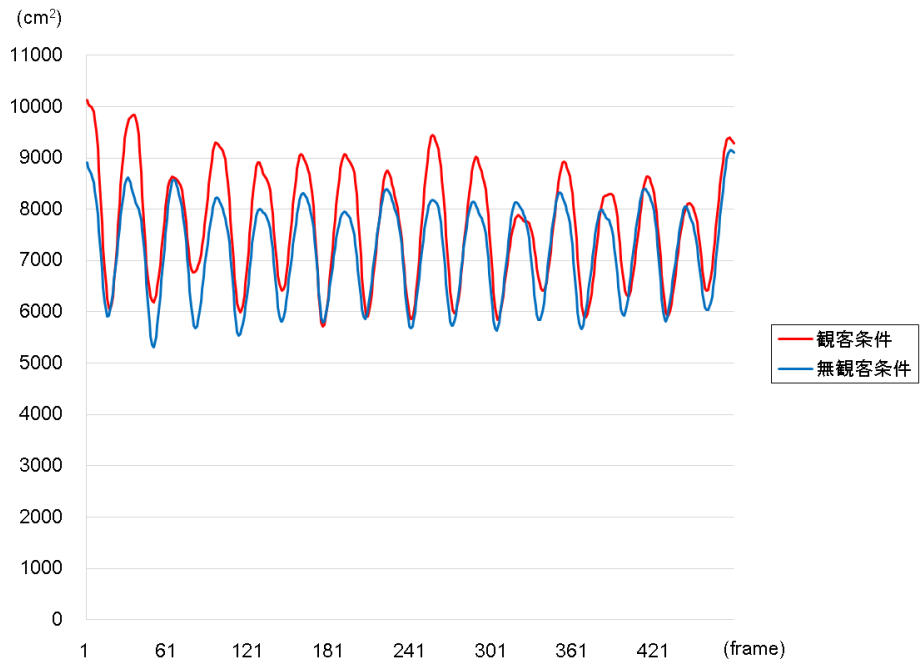


図 22 ダンサーA の時系列にみた身体の開き

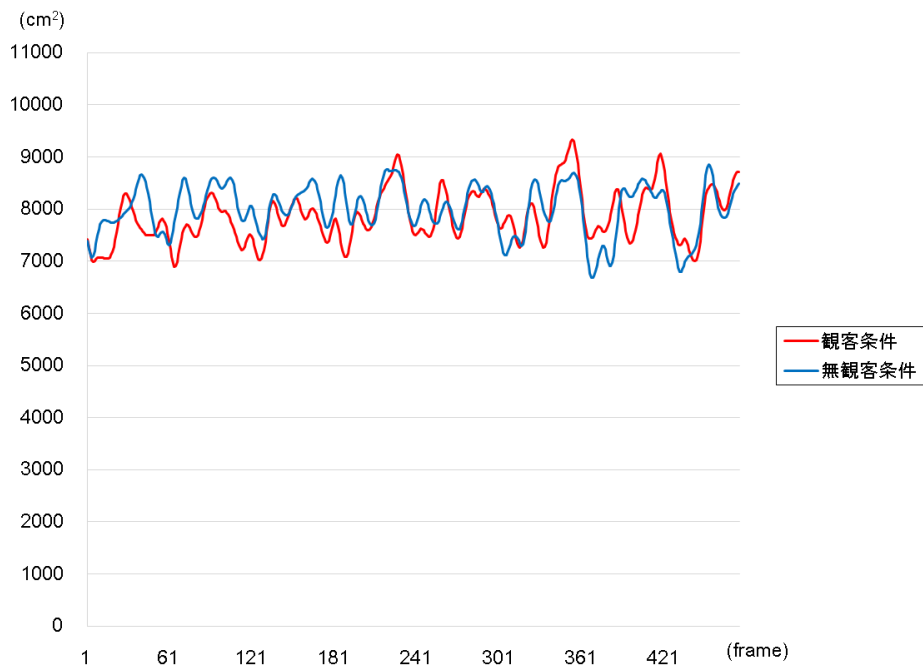


図 23 ダンサーB の時系列にみた身体の開き

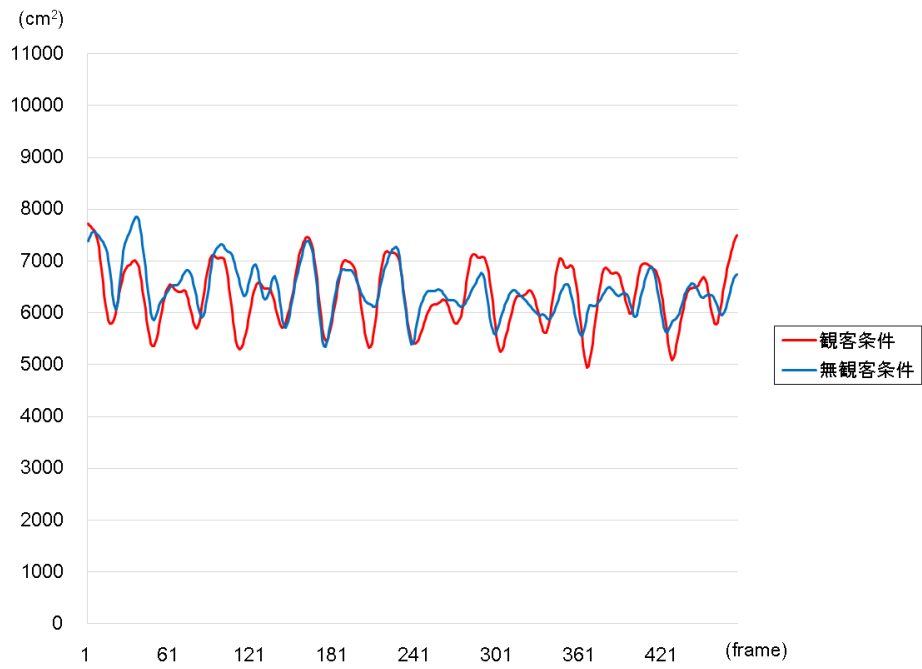


図 24 ダンサーCの時系列にみた身体の開き

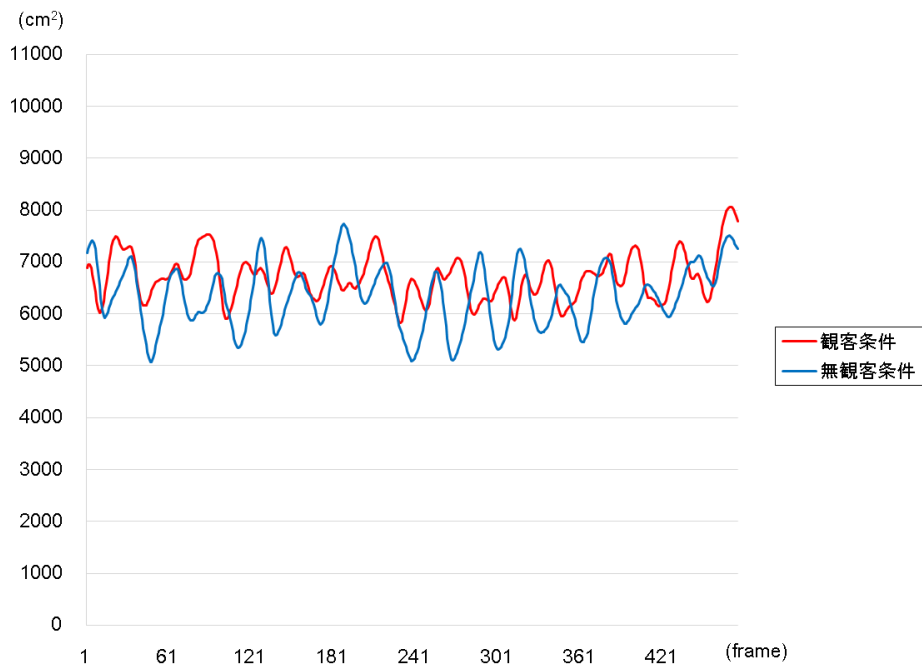


図 25 ダンサーDの時系列にみた身体の開き

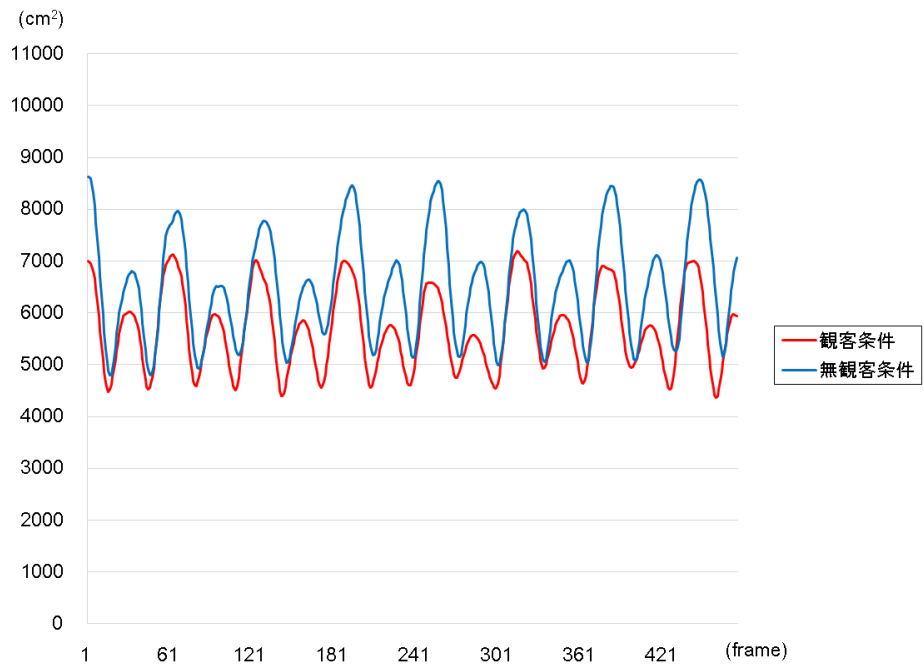


図 26 ダンサーEの時系列にみた身体の開き

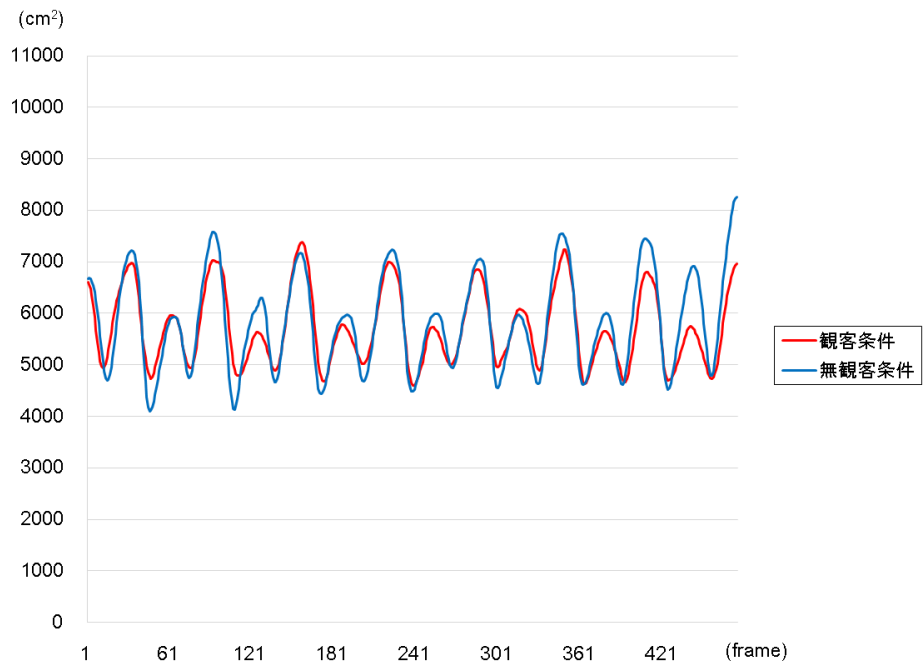


図 27 ダンサーFの時系列にみた身体の開き

時系列データを確認すると、ダンサーAとダンサーCにおいては観客条件の方が無観客条件に比べて身体をよく開いている（図22, 図24）。ダンサーBにおいては、踊り始めは無観客条件の方が身体を開いているが、後半になって観客条件の方が身体を開いている（図23）。一方、ダンサーDは動作そのものが安定しておらず、観客条件の方が身体を開いている時あれば、無観客条件の方が身体を開いている時もあり、その変容はフレームごとに様々である（図25）。そして、ダンサーEとダンサーFは観客条件より無観客条件の方が身体を開いている（図26, 図27）。ダンサー個々人と、ダンサーの経験歴によって身体の開き方に違いがあると考えられること、また全体的にみた時に1フレームあたりの身体の開きの相が各ダンサーで異なっている。同じダンスの基礎動作であるステップを行っているにも関わらず、条件によって波形に違いがある。そこで周波数解析を行い、身体の開きの周波数特性の分析を行うこととした。

各ダンサーの身体の開きの時系列データに対してFFT（高速フーリエ変換）を行い、得られたパワースペクトルをもとに条件間の違いを比較した。サンプリング周波数は21Hzとした。また、パワースペクトルにおいて、基本周波数0.025Hz成分の値は他の高調波成分に比べ極端に大きくなるので、高調波成分による十分な比較が行えない。そこで、基本周波数を除外し、第2高調波0.051Hz以上のパワースペクトルについて比較を行った。ダンサーAの結果を図28、ダンサーBの結果を図29、ダンサーCの結果を図30、ダンサーDの結果を図31、ダンサーEの結果を図32、ダンサーFの結果を図33に示す。縦軸はパワースペクトルの値、横軸は周波数を示している。

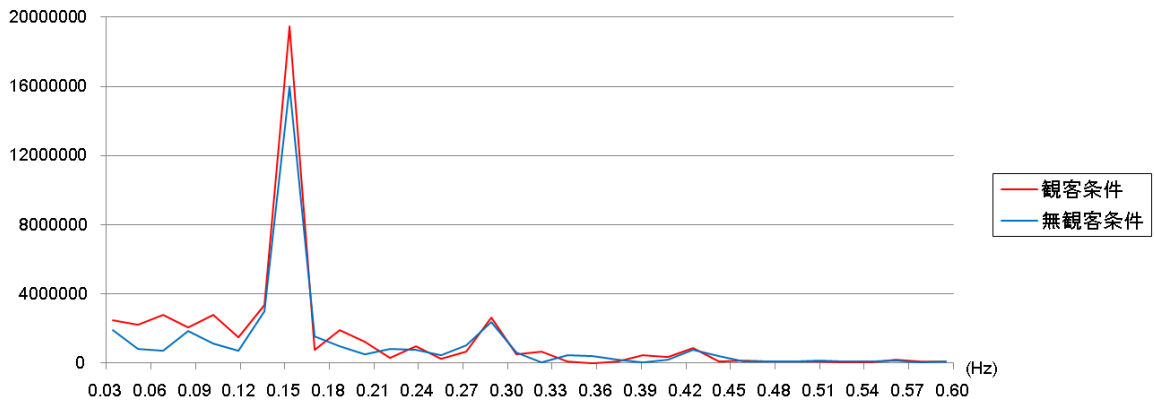


図 28 ダンサーAにおける身体の開きのパワースペクトル

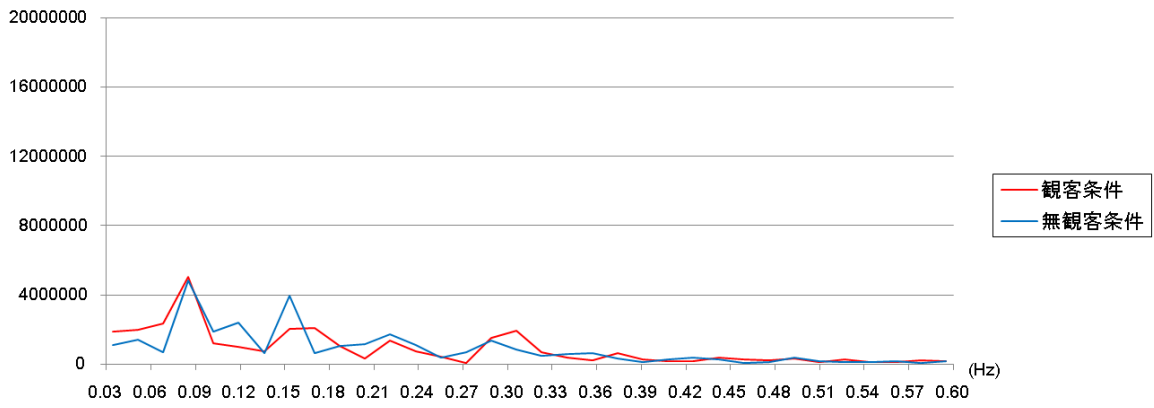


図 29 ダンサーBにおける身体の開きのパワースペクトル

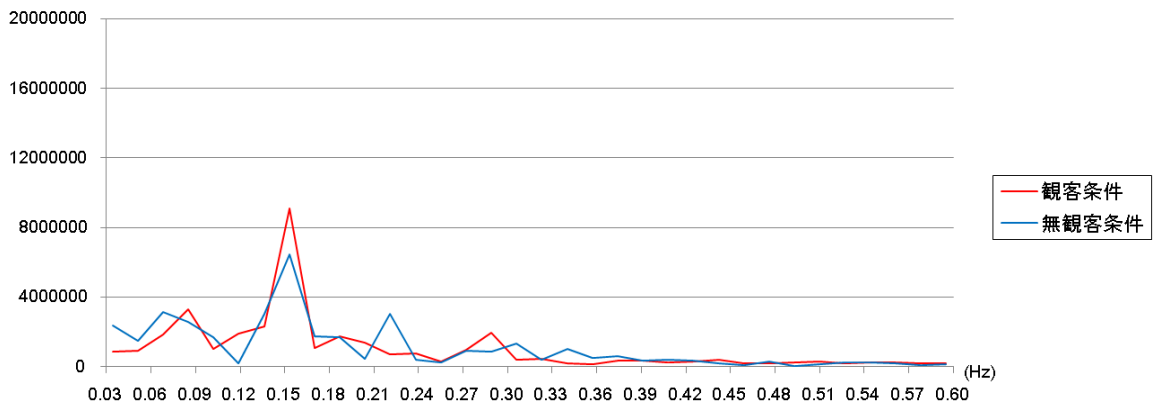


図 30 ダンサーCにおける身体の開きのパワースペクトル

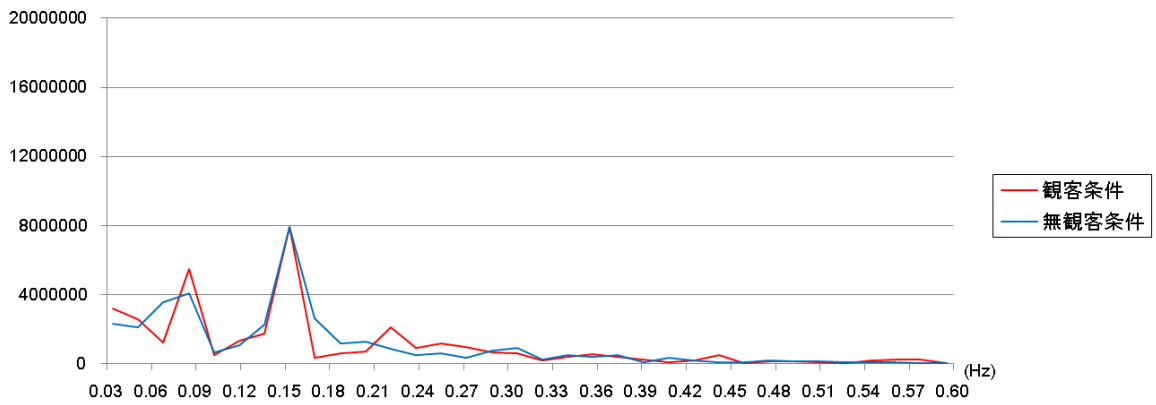


図 31 ダンサーDにおける身体の開きのパワースペクトル

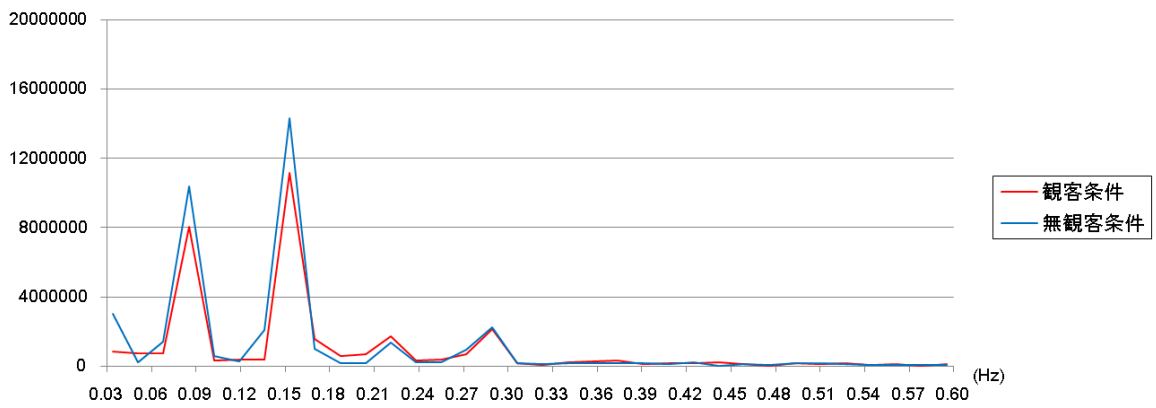


図 32 ダンサーEにおける身体の開きのパワースペクトル

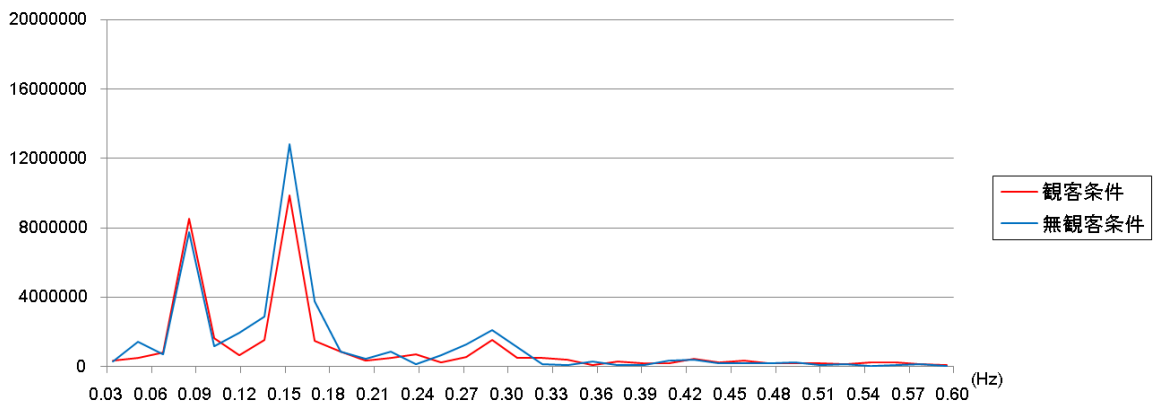


図 33 ダンサーFにおける身体の開きのパワースペクトル

いずれのダンサーにおいても 0.15Hz から 0.16Hz 付近に鋭いピークがみられ、また経験歴の長いダンサーA とダンサーC については観客条件の方がパワーは大きくなっている。一方で、経験歴の浅いダンサーD, ダンサーE, ダンサーF については無観客条件の方が振幅が大きくなっていた。またダンサーB においては 0.15Hz より弱い 0.09Hz にもピークが表れた。

一般的に、ダンス動作の波形において高調波成分が多いほどより複雑な動き、もしくは一定なリズムでなく複雑なリズムを刻んでいると考えられるため、ここでは、基本周波数成分に対する高調波成分の割合を求め、各条件間での比較を行うこととした。基本周波数に対する高調波成分の割合は以下の式で算出した。

すなわち、パワースペクトルの第 i 高調波成分を p_i とするとき、基本周波数成分 p_1 に対する、第 2 から第 10 高調波成分までの高調波成分の総和の割合 R_h を、以下の式 (3.1)により求める。

$$R_h = \frac{\sum_{i=2}^{10} p_i}{p_1} \quad (3.1)$$

基本周波数成分に対する高調波成分の割合を各条件で比較した結果を図 34 に示す。

図 34 が示すとおり、高調波成分の含まれる割合は、観客条件と無観客条件とで異なっていた。ダンサーA とダンサーC においては観客条件の方が高調波成分の比率が高く、ダンサーD, ダンサーE, ダンサーF においては無観客条件の方が高調波成分の比率が高かった。ダンサーB においては比率にほとんど違いがみられなかった。ダンサーA とダンサーC はダンスの経験歴が長く、ダンサーD, ダンサーE, ダンサーF はダンサーA ~C に比べて経験歴は短く、ダンスの指導経験も少ない。経験歴が長いダンサーについては観客がいた方が複雑なリズムも刻むことができ、観客がいない方が一定のリズムを刻むこと、経験歴の短いダンサーについては観客がいた方が一定のリズムを刻み、観客がいない方が複雑なリズムを刻むことを示した。観客の有無、およびダンス経験歴が身体を開いたり閉じたりする動作に影響を及ぼすことを示した。

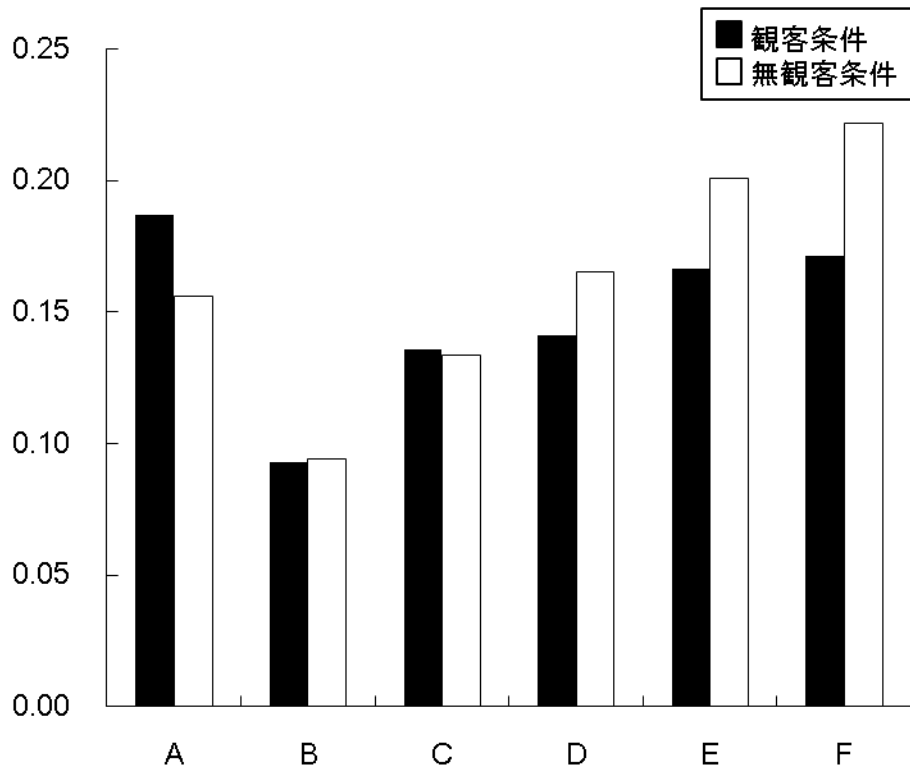


図 34 各条件における基本周波数に対する高調波成分の比率

3.3 考察

ダンス場面において、鑑賞者がダンサーの心理状態と動作に及ぼす影響を調べるために、観客がいる条件といない条件を設定し、条件間でダンサーの心理状態および身体動作にどのような違いがあるかを確かめた。

日本語版 PANAS を用いて心理状態の評価を行ったところ、個人差はあるものの、観客条件の方がダンサーのポジティブな感情得点もネガティブな感情得点もどちらも高くなる傾向を示した。観客条件の方が、つまり、ダンサーは鑑賞者がいたほうが、心理状態は変化することを示した。他のスポーツ競技においては、試合や本番など、いわゆる力を発揮しなければならない場面におかれると緊張や不安などネガティブな感情が高まることが報告されているが (de Moja & de Moja 1986; 田中・関谷, 2007) , 本研究のダンスの結果では、ポジティブな感情もネガティブな感情も高くなることを示した。両方の感情が高まることにおいて、ダンサーのダンス経験の違い、そしてパーソナリティの違いは無視できない。ダンスの経験が短ければ、ダンスの経験が長い人に比べて人

前で踊り慣れておらず緊張が高まった可能性は考えられる。また、モーションキャプチャ実験という、普段踊る時とは異なった特別な環境で踊ったことも、経験歴に限らず全ダンサーに緊張感を与えた可能性がある。そして、個々人のパーソナリティと感情との関係は密接に関係している（濱ら, 2001; Izard, 1996）。そもそも人前に出ることが恥ずかしいダンサー、緊張しやすいダンサー、不安になりやすいダンサーがいて当然であり、そのようなパーソナリティがポジティブ感情を下げたりネガティブ感情上げたりした可能性も考えられる。そのため、今後パーソナリティも評価しておくことが重要であり、課題としてより多くのダンサーに協力してもらい、感情とパーソナリティとの関係を踏まえた上での調査が必要とされる。

そして、身体動作の特徴量を算出した結果、観客がいる時に特徴量の数値が大きくなるダンサーもいれば、観客がいない時の方が特徴量の数値が大きくなる場合もあり、個人差によるところが大きかった。そこで、身体の開きに着目して周波数解析を行ったところ、ステップ動作の周波数特性および観客・無観客条件における周波数特性を確認できた。ダンス経験の長いダンサーAとダンサーCにとっては、観客のいる方が身体を大きく開いて複雑なリズムを刻んでいること、ダンス経験の短いダンサーD、ダンサーE、ダンサーFにおいては観客のいない方が体を大きく開いてリズムを刻んでいることが分かった。

心理状態の結果も合わせてみると、ダンサーAは観客がいる時の方がポジティブ感情もネガティブ感情も高まり、かつ身体を大きく開いて複雑なリズムを刻んでいた。ダンサーBにおいては観客がいる時の方がポジティブ感情もネガティブ感情も高まったが、観客の有無で動作の違いはみられなかった。反対に、ダンサーCにおいては観客の有無で感情の違いがみられなかったにも関わらず、動作は観客がいた方が大きく身体を開いて動いていることが分かった。一方で、ダンサーD、ダンサーE、ダンサーFは観客がいる時の方がポジティブな感情もネガティブな感情も高まり、心理状態の変化がみられたものの、動作は観客がいない方が身体を大きく開いてリズムを刻んでいたことが分かった。ダンサーD～Fはダンス経験が短く、観客がいた方が感情の面では高まっていたものの、動作が一定になってしまい、一方で観客がいない方が自由に大きく体を動かしたと予想される。また、ダンサーDとEは観客条件の時にネガティブ感情が高かった

が、その観客がいたために、動きが委縮してしまった可能性も考えられる。鑑賞者の有無で表現者の心理にも動作にも変化が起きることは分かったが、その変化の仕方はダンサーの個人差もあること、そしてダンス経験歴によって違いが示された。特に、ダンス経験が短い場合、その心理状態と身体動作のパターンが様々である。ダンサーは人前で踊るようになるためには、心理状態と身体動作の両方をコントロールしなければならないが、今後その個人差、特にパーソナリティとダンス経験（熟練者、経験者、初心者）を十分に考慮した研究が求められる。

第4章 表現者間のインタラクション - 表現者の動作特徴と変化 -

第2章と第3章では、表現者と鑑賞者のインタラクションに着目した。では、表現者同士にはどのようなインタラクションが存在しているのだろうか。ダンスの場面には表現者が一人で踊ることもあるが、もちろん複数で、グループで、大人数で踊る。そこでアイコンタクトをしたり、顔の表情を確認したり、相手の息を感じながら、つまり非言語情報を駆使しながら踊る。そして、ダンスはリズムに合わせてたり、音楽に合わせてたり、指導者やパートナーである相手に合わせたりすることも重要になる (Miura et al., 2011)。

同期や同調の基礎研究だけでなく、演奏の身体動作の研究では、いかに二人がタイミングを合わせて演奏しているか (山本・三宅, 2004)、演奏者はどのような視覚的方略をもって相手と合わせようとしているか (河瀬, 2011) など、表現者同士の協調関係に着目した研究がなされている。しかし、ダンスの身体動作の研究において、リズムや音でなく、人にどのように合わせることができるかについて定量的に明らかにしたものはほとんどみられない。

そこで、本実験では、ダンスにおける表現者同士の影響を明らかにするため、二人が対面してダンスを行う条件と一方が相手の背中しか見られない条件、また意識して相手に合わせる条件と、意識して相手に合わせない条件を設定して、二人の身体動作をモーションキャプチャする。表現者間における対面の効果と、どのようにして二人のダンス動作が合ったり合わなかったりするのかを定量的に明らかにする。

4.1 方法

4.1.1 表現者

6名のダンス熟練者 (平均年齢 22.5 歳) が実験に協力した。ヒップホップ、ロック、ソウルダンスなどストリートダンスに関連したダンス経験を有していた (平均ダンス経験歴 5.17 年)。

4.1.2 ダンス動作の種類と実験手続き

ダンサーはランダムにペアを組み、二人のダンサーは互いに 1m 離れて立ちダンスを行った。実験で用いたダンスの動作は、基本動作であるダウン・アップ動作と、実験の都合上、左右の動きを抑えたダウン・アップ動作を含む自由なダンス動作である。ダウン・アップとは、ダウン（屈曲）とアップ（伸展）を繰り返す動作である。このダウン・アップはダンスのリズム感をつけるための練習として重要であり、基礎的なダンス動作とされている。なお、Miura et al. (2011)のダンス実験においてもダウン・アップ動作を用いているが、この研究ではダンス熟練者であればダウン・アップ動作がアップ・ダウン動作になるような転移は起きないことを証明している。本実験では、アップ・ダウンよりも比較的簡単なダウン・アップの動作を用いることとした。このダウン・アップ動作と自由なダンス動作は、いずれも 8 カウント× 4（8 カウントを 4 回繰り返したものを）を 1 試行とした。

ペアになった二人のダンサーのうち、一人はリーダーとし、もう一人はフォロワーとした。

対面条件と非対面条件を設定し、対面条件は二人のダンサー向かい合い、非対面条件はリーダーがフォロワーに対して背中を向ける状態である（図 35）。

対面条件と非対面条件において、それぞれ同期課題と非同期課題を設定した。同期課題は、リーダーの動きに対して、フォロワーが動きを合わせるように行うこと、非同期課題は意識して合わせないように行う課題である。フォロワーには、非同期の方法として強弱をつけたり、アクセントをつけたり、タメたりする方法があることを助言し、また静止はしないよう教示を行った。

テンポは各リーダーの動きやすい速さに任せたが、計測前に 120 BPM のリズム音をリーダーに聴いてもらった。モーションキャプチャの際にはそのリズム音は流さなかった。また、キャプチャ中にミスをした場合、やり直したい場合には何度も計測し直せることをダンサーに伝えた。

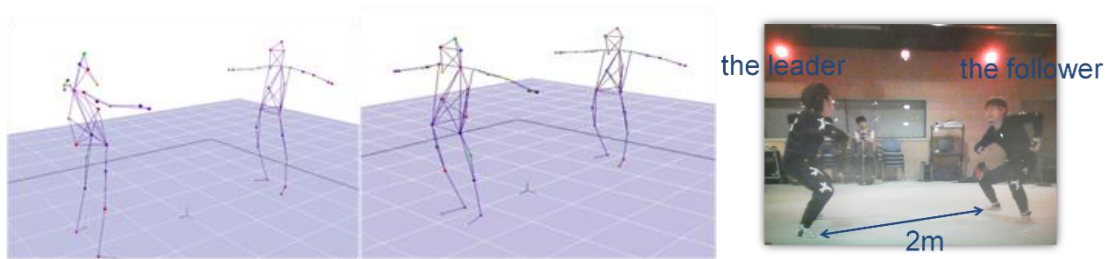


図 35 対面条件（左）と非対面条件（中央）の様子，リーダーとフォロワー（右）

4.1.3 実験装置

光学式モーションキャプチャシステム MAC3D (Motion Analysis 社) を用いて，10 台のカメラで動作の計測を行った(カメラは図 4 と同様)．サンプリングレートは 120Hz とした．各ダンサーは全身 32 か所に反射マーカを付け，マーカの位置をリアルタイムに記録した．マーカの位置は前章と同様，図 17 のとおりである．なお，撮影範囲は 3.5m × 3.5m とした．

4.2 結果と考察

4.2.1 対面と非対面における動作特徴の違い

4.2.1.1 対面における身体部位の知覚

ダンサーに自身のダンスがよくできたものについて 5 段階評価 (1: 全くできなかった～5: よくできた) を行ったところ，全試技において 3.0 (普通) 以上の評価であった．最も低い評価のものは，フォロワーの対面条件における非同期課題のもので，その平均得点は 3.67 であった．

そして，動作の特徴を調べる前に，ダンサーが相手のどこを見て合わせたり合わせなかったりしているのかを調べた．二人で対面で踊っている際，相手のどの部分 (身体部位) を見ているかについて実験後にダンサーに回答を求めた．頭，顔，腕，手，胸，腰，脚，つま先，かかと，上半身，下半身，全身に複数回答で選択してもらった．全回答数を 100% とし，回答結果をまとめたものが図 36 である．

全体と上半身，顔の回答数が多く，対面条件において，ダンサーは相手の特定の身体部位を見ているのではなく，顔を含めた相手の全体を見るという傾向を示した．

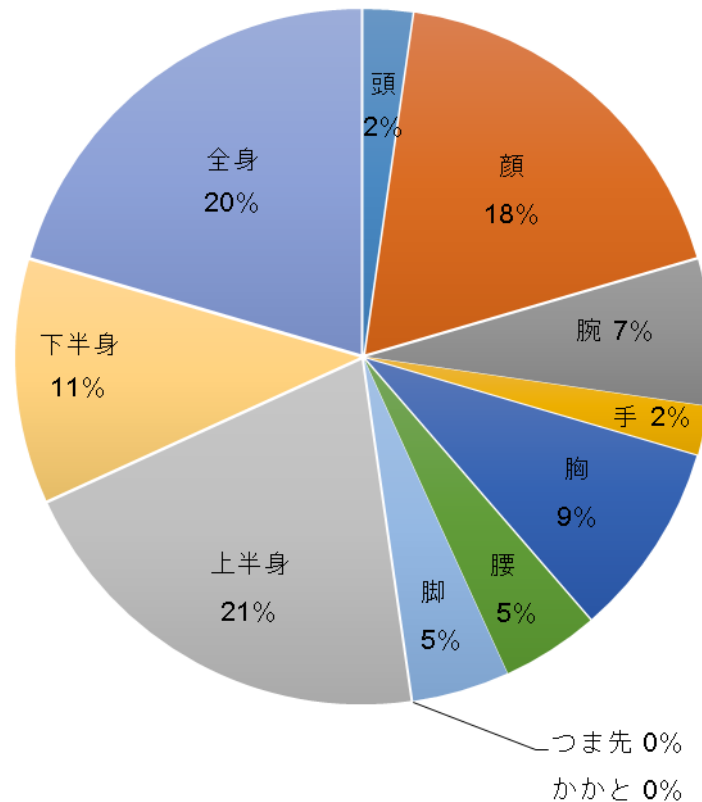


図 36 対面における相手の身体の知覚

4.2.1.2 タイミング差

対面と非対面によって動作に違いがあるかを確認するため、基礎のダウン・アップ動作に焦点を絞り、対面条件、非対面条件における同期課題、非同期課題のリーダーとフォロワーのタイミング差の平均値と標準偏差を算出した。結果は図 37 のとおりである。2 要因（条件 × 課題）の分散分析を行ったところ、交互作用が認められた ($F(1, 764)=108.37, p<.01$)。単純主効果の検定を行ったところ、対面条件においても非対面条件においても同期課題・非同期課題の主効果は有意であった ($F(1, 764)=912.22, p<.01$; $F(1, 764)=239.65, p<.01$)。したがって、対面条件の非同期課題より同期課題の方が、また非対面条件の非同期課題より同期課題の方が、タイミングの差が有意に小さいことが示された。また、同期課題・非同期課題の単純主効果も有意であった ($F(1, 764)=13.09, p<.01$; $F(1, 764)=123.29, p<.01$)。同期課題のタイミング差は、非対面

条件より対面条件の方が小さく、また非同期課題のタイミング差は非対面条件より対面条件の方が大きいことを示した。

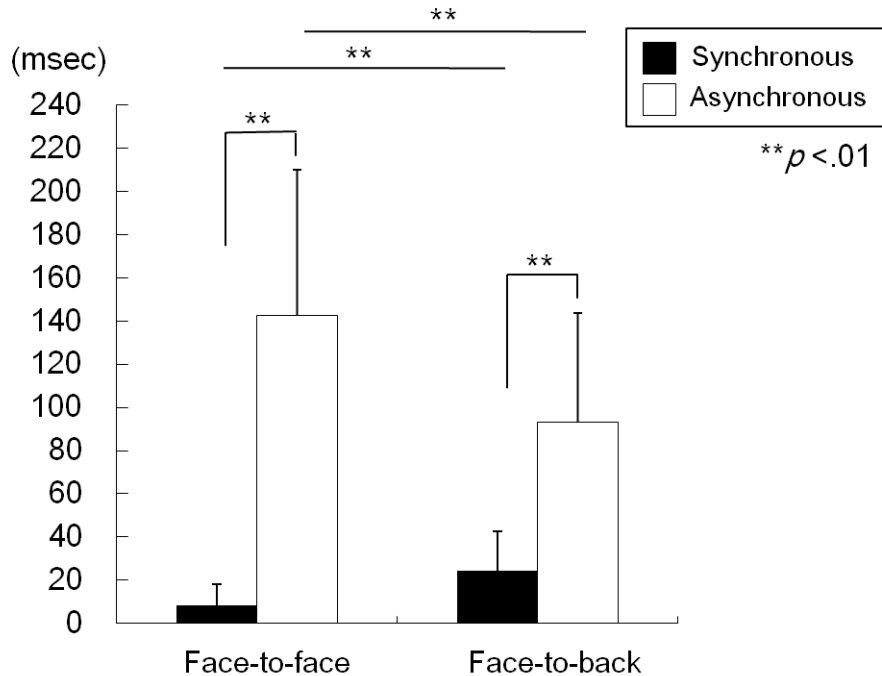


図 37 対面と非対面におけるタイミング差

4.2.2 対面における基礎のダンス動作特徴

4.2.1 より、基礎のダウン・アップ動作におけるタイミングの差を分析し、対面と非対面の違いを確認したところ、対面の方が同期課題においてタイミングの差は小さく、また非同期課題においてタイミングの差は大きいことを示した。しかし、基礎のダウン・アップ動作であったため、リズムが一定であった。ダンサーにとって、それは簡単な動作と課題であり、合わせやすいリズムであったこと、またフォロワーはリーダーの動きに合わせたのではなく、惰性的にリズムをとり、その動作を繰り返し行っていた可能性もある。そこで、ダウン・アップ動作においてリーダーのリズムを変化させる追加実験を行った。4.2.1 で行った一定のリズムを一定リズム条件とし、リーダーのリズムを変化させたリズムをアレンジリズム条件とした。対面において、フォロワーはリーダーの動作のリズムが変化しても、相手とタイミングを合わせられるかを分析する。

4.2.2.1 タイミング差

ダンサーが互いに対面している時の、基本リズム条件・アレンジリズム条件における同期・非同期課題を設定し、リーダーとフォロワーのタイミング差の平均値と標準偏差を算出した。結果は図 38 に示す。2 要因（条件 × 課題）の分散分析を行ったところ、交互作用は有意でなかった ($F(1,764)=.967, n.s.$)。しかし、単純主効果の検定を行ったところ、群間には差がみられ ($F(1, 764)=915.19, p<.01$; $F(1, 764)=236.10, p<.01$)、一定リズム条件においてもアレンジリズム条件においても、非同期課題より同期課題の方がタイミング差は小さかった。つまり、アレンジ条件というリズムが多少変化しても、ダンサーは合わせようとした時に相手と動作を合わせられることが分かった。

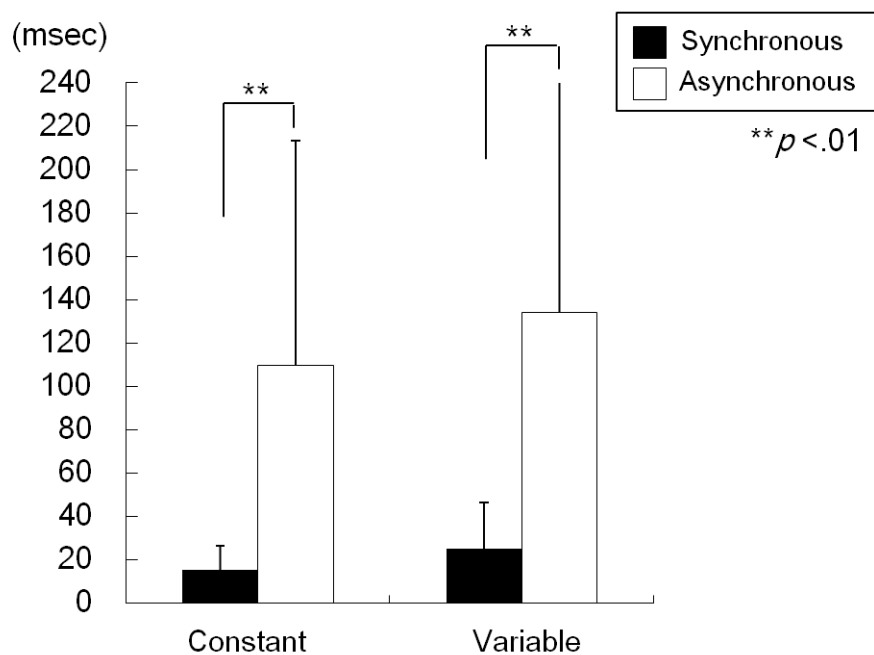


図 38 一定リズムとアレンジリズムにおけるタイミング差

4.2.2.2 膝の角度

一定リズム条件とアレンジリズム条件における同期課題、非同期課題のリーダーとフォロワーの膝角度の平均値と標準偏差を算出した。ダウン・アップ動作が伸展と屈曲を中心とするダンス動作であるため、膝部位に着目した。結果は表 23 のとおりである。

2 要因（条件 × 課題）の分散分析を行ったところ、交互作用は有意であった（ $F(3,1146) = 5.04, p < .01.$ ）。リーダー群とフォロワー群の角度を比較するため、各条件と各課題において t 検定を行った。一定リズム条件においてもアレンジリズム条件においても同期課題ではリーダーとフォロワーの角度の違いに差はみられなかった。一方で、一定リズム条件において非同期課題ではリーダーとフォロワーの角度に違いがみられた。しかし、アレンジリズム条件の非同期課題においてはリーダーとフォロワーの角度に違いがみられなかった。つまり、一定のリズムで合わせようとした時と同じように、リズムが多少変化してもダンサーは相手と同じように曲げたり伸ばしたりすることができることを示唆した。

表 23 一定リズムとアレンジリズムにおける膝角度

	同期	非同期	同期	非同期
	一定リズム	一定リズム	アレンジリズム	アレンジリズム
リーダー	88.13 (14.82)	89.62 (42.82)	84.73 (49.18)	88.72 (51.68)
フォロワー	82.33 (18.28)	61.43 (67.58)	81.07 (43.04)	98.14 (47.11)
p	<i>n.s.</i>	$p < .05$	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>

4.2.2.3 時系列にみた膝速度の相関関係

4.2.2.2 と同様に膝に着目し、全試技の膝の速さを算出した。そして、各条件の各課題におけるリーダーとフォロワーの膝速さの相関関係をみるために、スピアマンの相関係数を算出した。一定リズム条件とアレンジリズム条件の同期課題と非同期課題におけるリーダー群とフォロワー群の膝の速さの相関係数を算出し、それを時系列（32 カウント）で示した（図 39）。

一定リズム条件でもアレンジリズム条件でも非同期課題では正の相関がみられたが、相関係数は低かった。そして、相関係数が高くなることはなく、1 カウント目でも 25 カウント目でも相関係数は低かった。一方で、一定リズム条件の同期課題では正の相関がみられ、相関係数が高かった。またアレンジリズム条件でも同期課題に正の相関がみ

られ、相関係数は高いことを示した。さらに、踊り始めた1カウント目でも時間の経過した25カウントでも継続的に相関係数が高いことを示した。

一定リズム条件の同期課題だけでなく、アレンジリズム条件の同期課題も相関係数は高く、二人が同じような速さで動いていたことが分かった。対人との同期現象の研究では、二人が横に座っていたり二人が足振り動作をしていたりすると、その姿勢のゆらぎや足振りのリズムは合っていくことが報告されている (Richardson et al., 2007; Richardson, 2005; Schmidt et al., 1998; Schmidt, 1990; Schmidt, 2012; van Ulzen et al., 2008)。本研究のダンスを用いた実験結果でも、同期とまではいえないものの、リーダーとフォロワーが合っているということを示した。またダンス動作の32カウントまでの二人の速さの相関係数を求めたところ、常に相関は高い傾向にあり同じように動いていることは分かったが、時間の経過とともにその一致度が高くなるかについては、32カウント以上の長さの動作を行い再検証する必要がある。そして、人は無意識にも合ってしまうという同期の発生も近年明らかにされている (Richardson et al., 2005; Miles et al., 2010; Oullier et al., 2008; Schmidt et al., 2013)。しかし、非同期課題の結果をみると、32カウントまでではあるものの、リーダーとフォロワーの速さの相関係数は低く、動作が合っていないといえる。4.2.1.2のタイミング差についても同期課題より非同期課題のズレは大きかった。無意識のうちに人は相手の動作や姿勢と同期してしまう一方で、合わせないように意識した時に、特にダンサーは合わせないことも可能であることを示している。ダンサーは合わせないための身体のコントロールができており、特有のスキルを持っている可能性も示唆した。

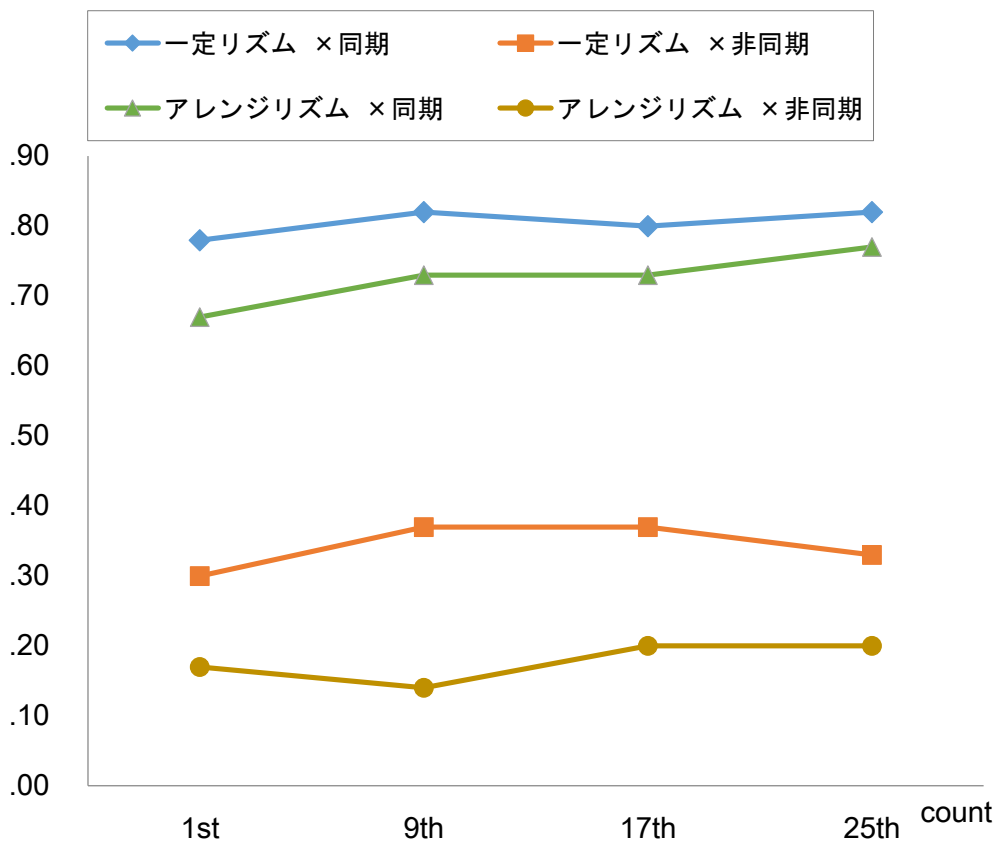


図 39 各条件と各課題におけるリーダーとフォロワーの膝の速さの相関関係の変化

4.2.3 対面における応用のダンス動作特徴

4.2.2 では基礎の動作に限定し、表現者間の動作を分析した。対面では非対面よりダンサー同士のタイミングの差は小さく、また一方のリズムが変化してもタイミング差はある程度小さく、膝の角度も近似しており、さらに速さも相関関係が高いことを表した。しかし、ダンスには数多くの種類があり、基礎的な動作ですら種類は豊富にある。そこで、実験環境とデータ取得の都合上、制限はあるものの、応用のダンス動作としてダウン・アップ動作とステップ動作を含む自由なダンス動作をダンサーに行ってもらい、それを応用のダンスとしてモーションキャプチャを行った。

ダウン・アップ動作の実験に協力してもらった6名のダンサーに再び協力してもらった。しかし、二人のダンサーの同時計測で、かつ自由度のあるダンス動作のデータ取得は決して容易ではなかった。そのため、今回は実際にダンサーがその場でペアで踊ったデータの中で、モーションキャプチャ時にノイズの少なかったデータを用いる。そのた

め、後に示す速度の相互相関関係の結果に用いたデータは2ペア（ダンサーAとダンサーB、ダンサーDとダンサーE）、分散共分散構造分析の結果に用いたデータ1ペア（ダンサーAとダンサーB）と少ない結果となるが、分析を試みる。

4.2.3.1 速度の相互相関行列

4.2.2.3 で示したダウン・アップ動作の速さの相関関係は、動作が屈曲と伸展を繰り返す動作であったことから膝をよく使っていると考えられ、ダンサー間の膝に着目した。そして、一定リズムでもアレンジリズムでもダンサー同士が対面で合わせようとしたものは相関関係が高かった。では、応用のダンス動作ではリーダーとフォロワーの両者の身体動作はどのように協調し合っているのか。膝だけでなく全身の協調関係の分析を試みた。

ダンサー6名のうち、ダンサーAとダンサーB、ダンサーDとダンサーEの対面における同期課題のデータを用いて、各身体部位の速さの相関行列を求めた。リーダーとフォロワーの同じ身体部位（対面であるため左右は逆）に対して相互相関係数を求め、行列表記をした。その結果を図40と図41に示す。各フレームにおける身体部位同士の速さの変化が類似している場合、相関係数は高くなる。なお、図中の赤色のマスはそれぞれ相関係数が0.7以上のものを示し、橙色のマスはそれぞれ相関係数が0.40以上0.69以下のものを示す。

	Head	Lshoulder	Lelbow	Lhand	Rshoulder	Relbow	Rhand	Neck	Spine	Lhip	Rhip	Lknee	Lheel	Ltoe	Rknee	Rheel	Rtoe
Head	0.73																
Lshoulder	0.60	0.40															
Lelbow	0.25	0.52	0.55														
Lhand	0.20	0.27	0.29	0.36													
Rshoulder	0.56	0.47	0.13	0.16	0.60												
Relbow	0.33	0.56	0.36	0.08	0.25	0.16											
Rhand	0.20	0.0	0.32	0.44	0.11	0.22	0.35										
Neck	0.73	0.39	0.10	0.10	0.59	0.17	0.14	0.57									
Spine	0.63	0.50	0.17	0.07	0.55	0.13	0.09	0.59	0.45								
Lhip	0.31	0.22	0.22	0.17	0.22	0.26	0.17	0.26	0.23	0.42							
Rhip	0.33	0.24	0.11	0.08	0.21	0.19	0.15	0.22	0.19	0.48	0.44						
Lknee	0.53	0.54	0.56	0.33	0.59	0.39	0.34	0.45	0.42	0.45	0.49	0.72					
Lheel	0.31	0.36	0.33	0.33	0.36	0.19	0.39	0.22	0.34	0.14	0.13	0.82	0.71				
Ltoe	0.20	0.22	0.23	0.25	0.32	0.34	0.37	0.33	0.31	0.12	0.20	0.20	0.29	0.13			
Rknee	0.46	0.40	0.22	0.16	0.45	0.26	0.04	0.46	0.34	0.44	0.45	0.73	0.76	0.24	0.77		
Rheel	0.37	0.33	0.26	0.16	0.37	0.27	0.09	0.35	0.23	0.11	0.22	0.80	0.78	0.27	0.84	0.75	
Rtoe	0.25	0.29	0.24	0.13	0.39	0.38	0.09	0.31	0.14	0.11	0.26	0.26	0.26	0.27	0.24	0.24	0.17

図 40 ダンサーA とダンサーB における全身の速さの相互相関行列

	Head	Lshoulder	Lelbow	Lhand	Rshoulder	Relbow	Rhand	Neck	Spine	Lhip	Rhip	Lknee	Lheel	Ltoe	Rknee	Rheel	Rtoe
Head	0.85																
Lshoulder	0.76	0.54															
Lelbow	0.22	0.43	0.35														
Lhand	0.12	0.19	0.29	0.33													
Rshoulder	0.74	0.60	0.13	0.19	0.63												
Relbow	0.23	0.39	0.35	0.09	0.35	0.36											
Rhand	0.12	0.14	0.30	0.34	0.11	0.13	0.33										
Neck	0.67	0.18	0.21	0.09	0.24	0.20	0.19	0.49									
Spine	0.63	0.22	0.20	0.04	0.29	0.13	0.04	0.50	0.55								
Lhip	0.23	0.24	0.32	0.15	0.22	0.16	0.17	0.12	0.13	0.44							
Rhip	0.25	0.24	0.32	0.07	0.20	0.19	0.14	0.12	0.15	0.44	0.44						
Lknee	0.73	0.66	0.36	0.33	0.65	0.39	0.35	0.45	0.44	0.45	0.41	0.77					
Lheel	0.51	0.64	0.33	0.30	0.59	0.33	0.35	0.42	0.42	0.34	0.33	0.72	0.76				
Ltoe	0.10	0.20	0.19	0.04	0.20	0.13	0.19	0.11	0.11	0.10	0.12	0.10	0.12	0.10			
Rknee	0.76	0.60	0.32	0.19	0.63	0.26	0.34	0.39	0.44	0.44	0.45	0.77	0.74	0.23	0.78		
Rheel	0.57	0.58	0.33	0.15	0.57	0.27	0.30	0.38	0.43	0.30	0.32	0.78	0.78	0.23	0.78	0.70	
Rtoe	0.12	0.14	0.14	0.15	0.12	0.10	0.14	0.13	0.14	0.11	0.12	0.12	0.22	0.22	0.14	0.14	0.12

図 41 ダンサーD とダンサーE における全身の速さの相互相関行列

図 40 と図 41 において、ダンサーAB のペアも、ダンサーDE のペアも、頭部と両肩、頭部と首の相関係数が高い。また、肩同士、肩と膝との相関係数も比較的高い。首と腰の部位については、それぞれ両膝との相関係数が比較的高い。そして、膝については、膝同士、膝と踵との相関係数が高い。ステップ動作という足を動かす動作にも関わらず下肢全体の相関係数が高く、さらにリズムをとる時にそのリズム感が表れる肩と腰の相関係数も比較的高かった。二人の表現者は合わせる事が難しいと予想される脚の使い方だけでなく、体幹をも合わせながら踊っていることが分かった。

4.2.3.2 Exponential Map を用いた分散共分散構造分析の試み

モーションキャプチャ技術の利用は、コンピュータグラフィックスの制作や人体の運動解析、ヒューマノイドロボットの動作教示などのために拡大している。そして、自身でキャプチャを行わない場合、あらかじめ用意されたモーションキャプチャデータを研究で扱う場合には、カーネギーメロン大学 (CMU) コンピュータグラフィックスラボの CMU Graphics Lab Motion Capture Database を使うことが標準とされてきた。これら CMU のデータやコンピュータグラフィックスの制作においてよく用いられるモーションキャプチャデータ形式が、BVH である。これは、対象のリンク構造と関節角度値の時系列から表現されている。

本論文の中で使用してきたモーションキャプチャデータは、各マーカの 3 次元位置座標が時系列に記録された形式であった。この形式の問題点は、データ取得時の表現者の体格の大きさやマーカの位置の違いを分析前に処理しなければならないこと、そして 3 次元位置座標のため、方向の情報が抜け落ちていることが挙げられる。そこで、体全体を身体部位ごとに分割し、その身体部位の関節に回転角度を与え、さらに骨格構造における上位部位に対する下位部位の相対角度を与えると、表現者の体格差やマーカの位置の違いの影響は除くことができる。また、各関節の全方向の動作を記録するために、各身体部位の骨格を剛体セグメントとして扱い、回転角度を 3 自由度の剛体姿勢として記述する必要がある (Miura et al., 2010)。そこで、ダンス動作を各関節動作の集合対とみなし、動作の方向を含んだ二人のダンサーの体全体の協調関係の分析を試みた。

Grassia (1998) と Miura et al. (2010) を参考に、各関節角度を exponential map の 3 次元ベクトルで記述した。3 次元の回転表現は、行列、オイラー角、quaternion などがあるが、exponential map は 3 次元の回転を 3 次元空間のベクトルとして表わそうという試みである。回転表現の問題を簡単に挙げると、行列は 3 つの数で十分なところ 9 つの数字を使うために 6 度の冗長性が含まれてしまう。また、quaternion は 4 次元の回転を扱い、直感的に理解が難しい。さらに、オイラー角は、ある方向を表すために用いる 3 つのオイラー角の数値がたくさん存在してしまい、ジンバルロック (例えば、x 軸と y 軸に 90 度曲げると、x 軸と z 軸の回転方向が一致してしまうため、曲げられない方向が生まれ、自由度が一つ減る) という問題は避けられない。これらの角度表現

に比べて exponential map のメリットの一つに、パラメータが 3 つであること、つまり回転の自由度が 3 つであるため最小のパラメータで表現できることが挙げられる(回転は、屈曲・伸展、回内・回外、内転・外転で構成する)。

本研究で用いたモーションキャプチャデータは全て Motion Analysis 社の実験装置で得られた TRB/TRC 形式の 3 次元位置座標データであったため、まずこれを exponential map へ変換を行う必要があった。そこで、データ変換を図 42、図 43 に示すとおり行った。図 42 のマスはソフトウェア及びプログラム名を示し、TRC, TRB, HTR, BVH, C3D, AMC はデータ形式を示している。モーションキャプチャシステム (MAC3D) およびその基幹ソフトウェアである EvaRT にて 3 次元座標値を TRB/TRC 形式で取得し、EvaRT のプラグイン Calcium を用いて座標値データからキネマティックモデリング計算を行い、身体セグメント (ボーンモデル) のデータを HTR 形式で得た。なお、HTR は Hierarchical Trance formation Rotation という Motion Analysis 社独自のフォーマットである。さらに、HTR データをアニメーションソフトウェアの Motion Builder で BVH 形式に変換した。BVH は Biovision 社が提唱したフォーマットであり、先にも述べたように対象のリンク構造を記述する HIERARCHY 部と関節角度値で動作を記述する MOTION 部の二つの構成によりデータが表現される。座標系は右手系であり、回転はオイラー角形式で記述される。そして、その BVH データを、立命館大学理工学研究科画像システム研究室出身 (現・Bangkok University) の Worawat Choensawat 氏が開発したプログラムによって、exponential map へ変換した。

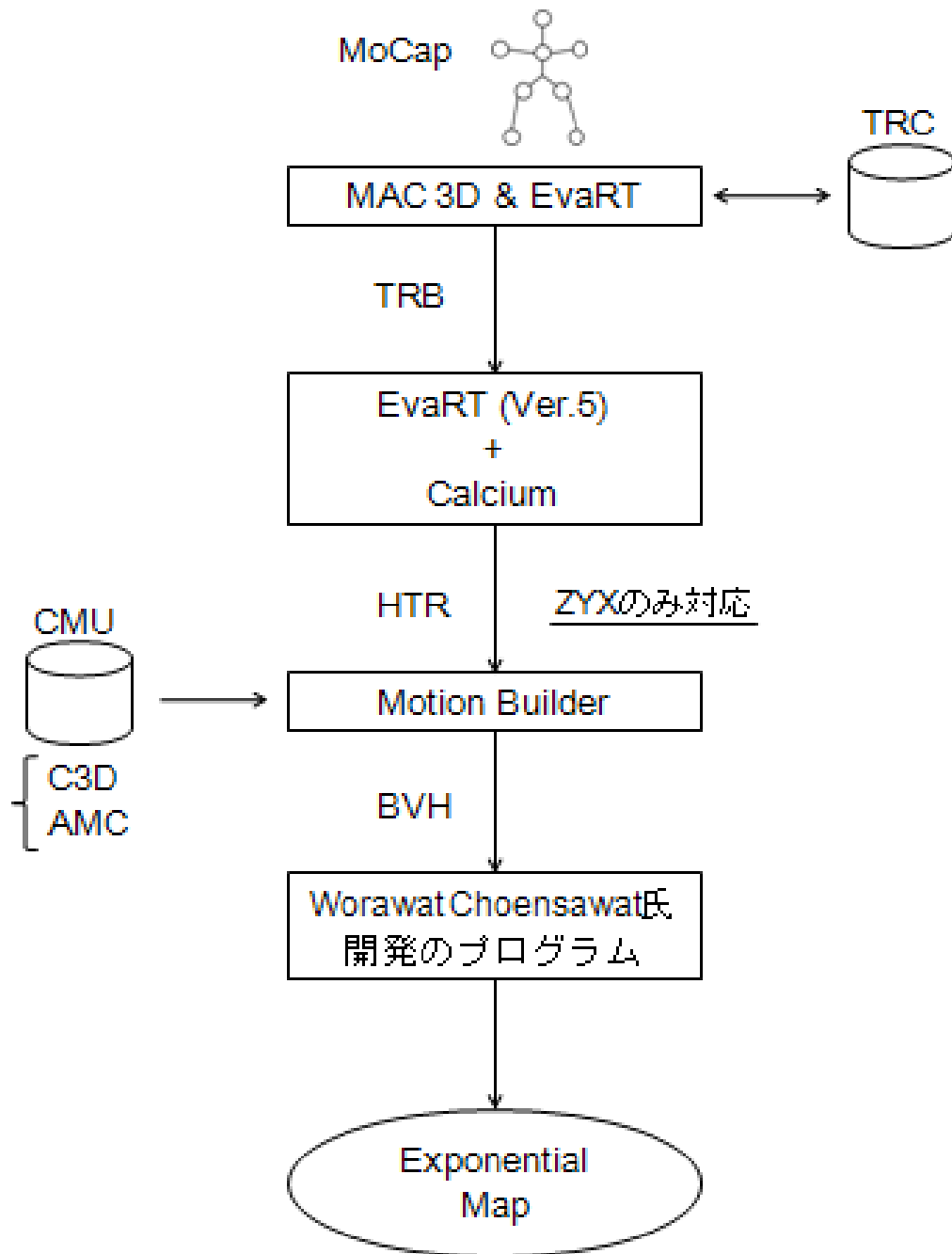
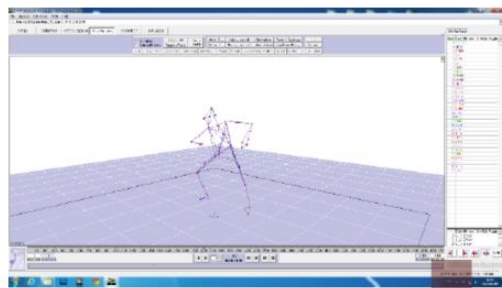
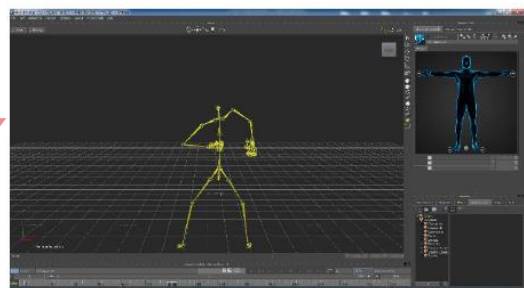


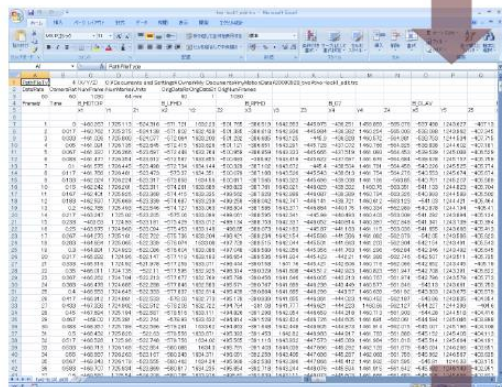
図 42 Exponential map へのデータ変換



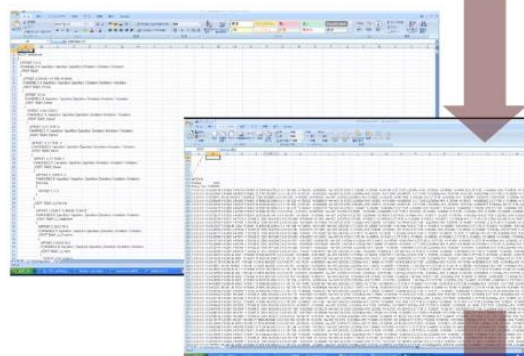
EvaRT 上の TRB/TRC のアニメーション



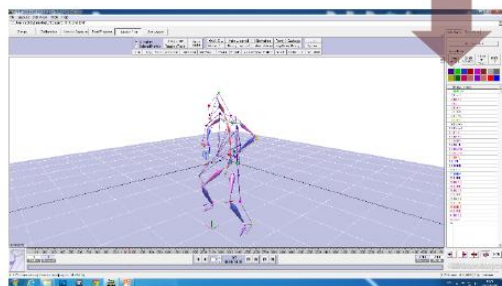
Motion Builder で BVH に変換



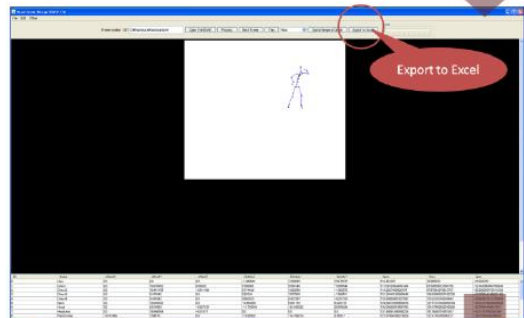
TRC データ例



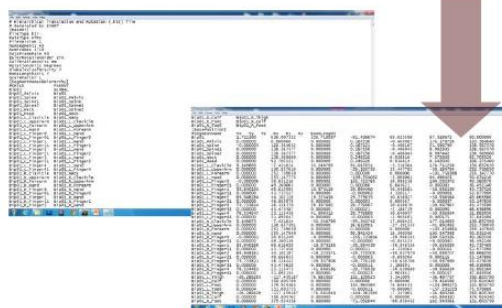
BVH データの例



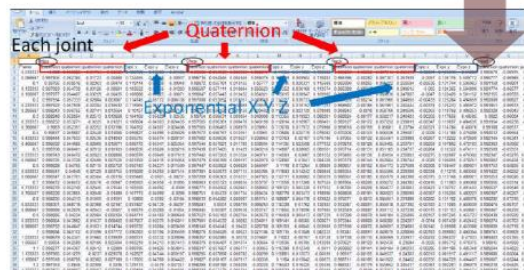
Calcium でボーンモデルを作成 & HTR に変換



Exponential map に変換



HTR データ例



Exponential map データ例

図 43 Exponential map へ変換時の例

Exponential map にデータを変換後、ダンサーA とダンサーB の対面における同期課題の応用のダンス動作について、以下の式を用いて分散共分散行列を与える。

$$S_x^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \quad (4.1)$$

$$S_{xy} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y}) \quad (4.2)$$

$$\begin{bmatrix} S_x^2 & S_{xy} & S_{xz} \\ S_{yx} & S_y^2 & S_{yz} \\ S_{zx} & S_{zy} & S_z^2 \end{bmatrix} \quad (4.3)$$

ダンサーA とダンサーB の応用ダンス動作の時系列データの分散共分散行列において、対角要素は各身体部位の動作の分散を表す（図 44）。また縦軸がダンサーA、横軸がダンサーB である。それぞれの身体部位が活発に動くほど分散は高い値となり、図 44 において赤く示されている。また、身体部位において関連性のある動作がみられた場合も共分散の値が変化するため、赤もしくは青で表示している。

図 44 の結果より、ダンサーA の両腰とダンサーB の両腰、ダンサーA の両膝とダンサーB の両膝が活発に動いており、動作の関連性があることが確認できる。また、ダンサーA の肩とダンサーB の肩、ダンサーA の肩とダンサーB の腰の分散が高いことを確認でき、それぞれの身体動作に関連があることが示された。

ダンサーAB 両者の膝や肩、腰に関連があることが今回の結果で示しているが、これは 4.2.3.1 で示した相互相関関係の結果とも関連するところがある。二人のダンサーは腰や膝などを見ていないにも関わらず（図 36）、その身体部位は同じようにまた活発に動いており、また肩と腰という体幹も二人のダンサーは動かして踊っていることが分かった。

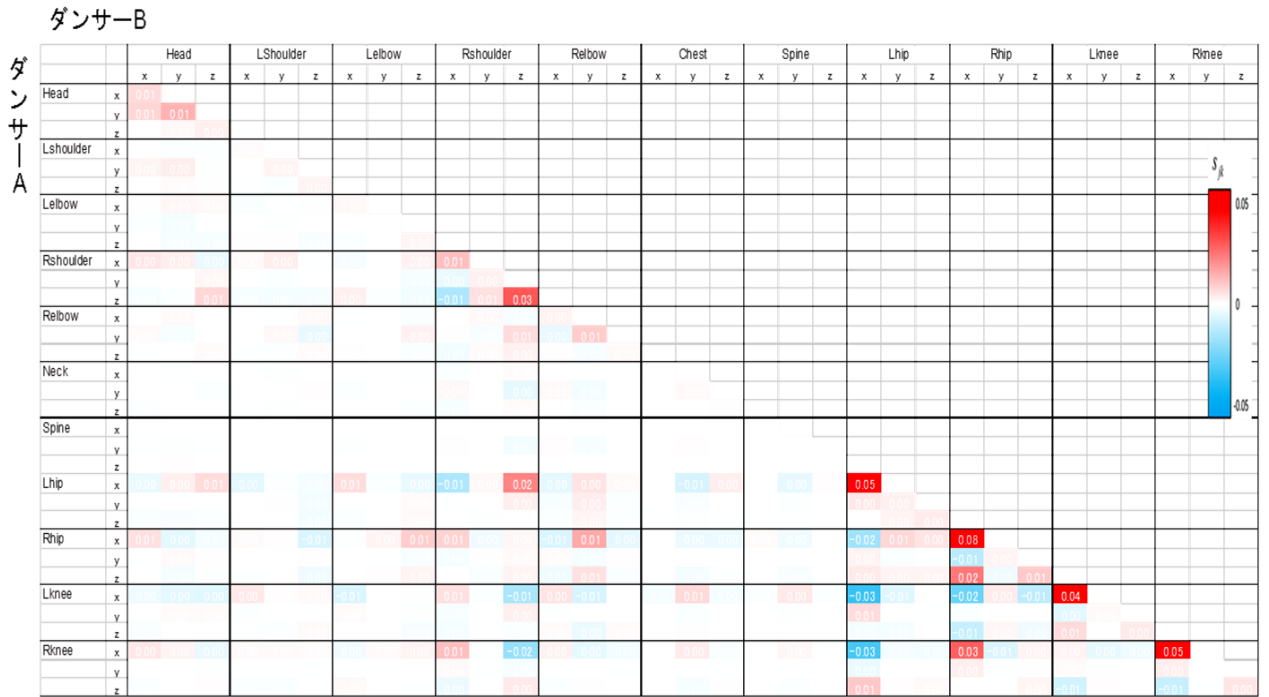


図 44 ダンサーA とダンサーB のダンス動作における分散共分散行列

第5章 総括

5.1 本研究のまとめ

本研究は、ダンスにおける表現者と鑑賞者のインタラクション、表現者間のインタラクションについて、心理指標を用いた定性的な分析およびモーションキャプチャを用いた定量的な分析を行った。

第2章において、表現者と鑑賞者のインタラクションの中でも、鑑賞者の心理に焦点を当てた。まず、鑑賞者は表現者が意図する感情を読み取ることができるかについて調べた。ダンサーが喜び・悲しみ・怒りの感情を表現したものを、鑑賞者が鑑賞し、評価を行った。その結果、鑑賞者はダンサーが表現した感情を正しく識別することができ、ダンスの身体動作から感情を読み取ることが可能であることが分かった。そして、どのような動作から印象が生み出されるかについて調べた。感情の読み取りと同様、ダンサーが感情表現を行い、それを鑑賞者が鑑賞し、印象と動作特性について評価を行った。鑑賞者の評価を用いて因子分析を行った結果、ダイナミクス、拡大性、安定性という印象を表す3つの因子と、上方向への伸展の頻度と速度、下方向への動作の頻度と速度、回転・跳躍、内向きの動作という動作特性を表す4つの因子を抽出した。さらに共分散構造分析と判別分析を行った結果、各感情表現とそれら特有の因子が有意に関わっていることを示し、ダンスにおける動作と印象と感情のモデルを構築した。すなわち、動作とその印象は感情の読み取りに寄与することを明らかにした。

人間の身体構造を無視した主要関節を点として表現した動き、つまり運動情報だけで、鑑賞者はダンサーの意図する感情を読み取ることができるかについて調べた。モーションキャプチャでダンスのモーションデータを取得後、CGアニメーションソフトウェアにより点光源映像を作成した。鑑賞者がダンスのビデオ映像と点光源映像を鑑賞し、評価を行った結果、運動情報のみの点光源映像でも鑑賞者はダンサーが意図して表現した感情を正しく読み取ることが分かった。さらに、各感情表現の印象について主成分分析を行った結果、5つの主成分を抽出し、各感情表現の各映像の特徴を見出した。第1主成分は活動性を示す指標であり、第2主成分はダンス特有の流れるような動きをイメージさせる指標であった。ダンスの感情表現が運動情報に集約された場合でも、活動性と

ダンス特有の流れるような動きは、感情を読み取る際の手がかりとなることを明らかにした。これは鑑賞者の感情読み取りについて捉えるだけでなく、ダンスの学習者にとって鑑賞者の見方を考慮した表現力をつけるために有効な知見である。

さらに、感情の識別が難しいとされるポジティブ感情の表現にアプローチした。ダンスにおける嬉しい感情表現と楽しい感情表現において、印象と動作にどのような違いがあるかを調べた。プロのダンサーとダンス経験者に嬉しい感情表現と楽しい感情表現を行ってもらい、モーションキャプチャを行った。また、鑑賞者が各感情表現を鑑賞し評価を行った。その結果、嬉しい感情は「躍動的な」「迫力のある」「強い」「加速的」「速い」「アクセントのある」などの印象が高く、楽しい感情は「流れるような」「滑らかな」という印象が高かった。嬉しい感情表現は楽しい感情表現に比べてより強く、激しい特性があることを示唆したため、動作解析を行ったところ、嬉しい感情表現の肩と腰の加速度は楽しい感情のそれよりも大きいことが分かった。ダンスの身体動作における嬉しい感情と楽しい感情の違いについて、特に加速度が曖昧な感情を識別する際に貢献し得ること、体幹である腰や肩の動きが重要であることを示した。

第3章では、表現者と鑑賞者のインタラクションの中でも、表現者の心理と動作に焦点を当てた。まず、鑑賞者の有無で表現者の感情は変化するかを調べた。感情の評価にはPANASを使用し、表現者に踊った後にPANASについて回答してもらい、鑑賞者の有無で感情得点に違いがあるかを分析した。その結果、鑑賞者がいた時の方がそうでない時より、ポジティブな感情もネガティブな感情も高まることが分かった。そして、鑑賞者の有無で表現者の身体動作は異なるかについても調べた。モーションキャプチャでダンスの動作データを取得し、各身体部位の速さ、加速度、身体の開きについて特徴量を算出した。鑑賞者がいた時の方が速さや加速度、身体の開きの値は高い傾向になることが分かった。さらに身体の開きについて周波数解析を行ったところ、ダンス経験の長いダンサーにおいて、鑑賞者がいた時の方が特有のリズムをとって身体全体を動かしており、一方で、ダンス経験の短いダンサーは鑑賞者がいない時の方が身体を開いたり閉じたりしてリズムをとっていることを示した。鑑賞者は表現者に影響を与え、表現者は鑑賞者の有無で感情がポジティブにもネガティブにも変化し、動作の特徴も異なることを明らかにした。

第4章では、表現者間のインタラクションについて、表現者同士の動作に焦点を当てた。ダンサーがペアになり、一人はリーダーとして、一人はフォロワーとして実験に参加し、モーションキャプチャを用いて二人の同時計測を行った。はじめに、表現者同士の対面の効果を調べるために、お互いが見えない時より見える時の方が動作は合うのかを調べた。その結果、表現者は踊っている時に上半身、全身、表情など、相手の全体を見ており、さらに対面と非対面における表現者間の動作のタイミング差を比較したところ、対面である方がそうでない時よりも一致度は高かった。すなわち、表現者は互いに見えて、互いが合わせようと意識した時に動作は合うことを示した。次に、対面であるならば、表現者はどんなリズムでも相手に合わせるができるかについて調べた。ダンスの基礎的なダウン・アップ動作に限定して実験を行い、その特徴量を分析した。その結果、リズムが一定である時と同様に、リズムが変化しても表現者の動作のタイミング差は小さく、角度にも違いはみられなかった。また膝の速さに着目し、相関係数を算出したところ、表現者間の速さは相関係数が高く、さらに時系列でも連続して高かった。そこで、応用のダンスとしてステップを含んだ動作を用いて追加実験を行い、表現者間の動作を分析した。表現者同士の身体全体の速さの相互相関行列より、頭と両肩、頭と首、両肩と両膝の相関関係がみられ、二人の表現者は四肢だけでなく体幹も動かして踊っていることが分かった。さらに、**exponential map** を用いた分散共分散行列より、二人の各腰、各膝が活発に動いていることが分かった。**exponential map** の使用は今後データ数を増やす必要性はあるが、3次元位置座標の結果と同じような傾向であることから、複数の表現者の身体全体の協調関係を表す際に有用であることを示した。

5.2 今後の課題と展望

本研究より、表現者と鑑賞者のインタラクション、表現者同士のインタラクションにおける基礎的知見を得た。これは従来の舞踊学や心理学の分野で定性的に調べられていたことに加え、モーションキャプチャ技術の利用により定量的に分析を行い、ダンスにおける身体動作と感情との関係および身体動作の特徴を数値化したことに意味がある。

しかし、身体動作と感情と印象との因果関係を明らかにしたが、3種類の感情を取り上げて導き出したものである。ヒューマンコンピュータインタラクションの分野やエンタテインメントの分野では、より人間らしい表現を生成するため、場面に適した感情を身

体動作に与えようと試みられている。感情は常に一定とは限らず、また二つ以上の感情が同時に喚起することを私たちは経験的に知っている。今後、感情の度合いや複数の感情に含まれる情報を整理する必要がある、またその感情と動作との関係を明らかにすることが課題として残されている。また、今回全身を用いた表現を扱ったものの、顔の表情による表現は行っておらず、全身と顔を同時に用いて表現した場合とその認知 (combined perception) も検討する必要がある。

また、鑑賞者の有無における表現者の感情と身体動作の分析を行い、鑑賞者の存在が表現者の心にも体にも影響を与えることを明らかにした。しかし、着目したのは表現者であり、鑑賞者の反応や動作はこちらで制限を与えた。鑑賞者は、確かにそこに存在するだけで意味があり、表現者の心も体も変化する。しかし、今後鑑賞者の反応を変化させ、実場面に近いかたちで実験環境を作り出し、鑑賞者の動きと表現者の動きの両方を定量化することで、ノリが生まれる瞬間を科学的に捉えることができるかもしれない。なお、予備実験として鑑賞者のモーションキャプチャを試みたが、実験設定は容易でない。複数の鑑賞者と表現者の同時計測を行うには、準備と工夫が必要であることは言うまでもない。

そして、表現者間のインタラクションを分析するために、exponential map の使用に挑戦した。方向の情報を含めて身体全体の協調関係を示す時に有用であり、また CG アニメーションはオイラー角や quaternion など角度表現で身体動作を示すこともあるため、汎用性の高さに期待できる。しかし、3次元位置座標から exponential map へ変換することは多くのプログラムと作業が必要であり、時間とスキルを要する。また、モーションキャプチャ後のデータにおけるノイズ除去や編集作業は、最後は人が行うのが現状である。この作業工程とそれにかかる時間と煩雑さは、多くの分野でモーションキャプチャが利用されるようになった今でもそう変わっていない。今後 exponential map による手法を確立する必要がある、二人の身体動作の協調関係について、事例に留まらない結果を得る必要がある。

身体動作は人間のコミュニケーション手段の一つである。本研究のダンスにおける感情表現の知見は、身体を媒介にした伝達手段という意味でも、舞踊の分野だけでなく様々な分野に応用することが可能であると考えられる。近年ヒューマノイドロボットの技術

が進み、少子高齢化社会に向けてロボットの活躍は期待が大きい。それは、単に人間の生活を支援するために機能の充実や安全性の確保が求められているのではなく、例えば癒しを与えたり、感情理解ができたり、文化を共有したり、生活が豊かになるための技術開発が目標とされている。アイコンタクトや身振り手振りのできる案内用ロボットやリハビリテーションロボットに加え、型のある舞踊や振り付けのあるダンス、ゆっくりとした動きの太極拳をすることができるヒューマノイドロボットは、エンタテインメントロボットの発展として今注目を集めている (<http://www.aldebaran-robotics.com>)。今後人間とマシンが高度な協調関係を築くための技術開発に、人対人の身体動作と感情に基づく本研究は基礎的知見を与えると考える。

そして、本研究で得られた結果は、ダンス教育のための学習・支援システム開発などへ利用できると考える。単に CG アニメーションを提示し学習者に興味を引くだけでなく、感情に合わせた動作の変化を行えるシステムや、パラメータに含めた振り付けとその記録を行うシステム、遠隔教育において動作特徴を評価するシステムの構築が可能になると思われる。一方的な動画やアニメーション、コンテンツの提供だけでは、ダンスの学習効果を上げることや継続的に練習することは難しく、ビデオ教材と何ら変わりが無い。むしろ最近のビデオ教材は内容も質も良く、授業で用いられることが多い。動作と感情、動作と印象に関する知見は、ダンスの表現者と鑑賞者の双方向の学習を進めるために有効であると考えられる。

また、昨年度より中学校の保健体育科目においてダンスが必修となり施行されている。慌てるように体育教員は民間のスクールに通い始め、踊りやプログラムを習得しており、一方でダンスプログラムを提供するスクールやワークショップを開く大学が増えている。多くの学校が注目しているのは、現代的なリズムのダンスであるという。ダンスを始めて行う教員にとってはテクニックの習得は難しいが、教育現場における表現活動や行事（例えば、運動会や体育祭のダンスや応援の振付構成）において、創作することも簡単なことではなく、特にグループによる創作は容易ではない。ダンスのための Web 利用や遠隔操作の応用は、多くの人とダンスを身近に簡単に共有することが可能になり、ダンスに対する学習者の興味を高めるだけでなく、指導者もより効果的にプログラムを用意することができると思われる。今後、様々な人や条件、環境において、多くの人

共通理解をもって質の高いダンス教育を行うためには、ダンスを感覚で捉えるだけでなく、客観的に捉えることが必要であり、本研究でのモーションキャプチャ技術を利用したダンスの定量化は、そのファーストステップとして資するところが大きい。

ダンスの根源は、感情に揺さぶられて体が動くことといわれており、身体を通して、運動形式の中に思いや印象を描き出すことがダンスであると定義されている。個人がそれぞれ異なった性質を持っているからこそ、あらゆる可能性で表現できるという意味で、ダンスは相手に伝えるための適した方法である。子どもたちや学習者の感性と審美的な知覚が発達するような手助けを行い、また彼らの表現力を育むために、今後もダンスの身体動作に関する研究を続け、科学的なデータに基づいて、指導と支援に役立てる必要があると考える。

謝辞

博士論文を作成するにあたり、多くの方々のご指導とご支援を賜りました。一人一人お会いして御礼を申し上げたい気持ちでいっぱいです。限られたスペースですが、ここに感謝の意を記したいと思います。

八村広三郎教授には御礼の言葉以上の言葉はないものかと探すばかりです。大学院を途中で辞め、かつ文系出身だった私を引き受けて下さり、ご指導頂きましたことを心より感謝申し上げます。舞踊の定量化研究において第一人者の先生にご指導頂きましたことを大変幸せに思います。かつて先生が仰って下さった「門前の小僧習わぬ経を読む」という言葉が、理工学研究科の博士課程でやっていく上で時に不安に駆られた私の支えとなっておりました。先生の名に恥じぬよう、舞踊・ダンスを科学する難しさから諦めぬよう、これからも研究に、そして大学教育に力を注ぎたいと思っております。まだまだ未熟ではございますが、これからもご指導宜しくお願いいたします。

亀井且右教授、田中覚教授、仲谷善雄教授には、ご多忙のところ、情報理工学に関する貴重なご意見、先生方の専門分野からのご指摘を頂き、大変勉強になりました。急なお願いにもご対応下さり、審査のためにお時間を割いて頂きまして、誠にありがとうございました。謹んで御礼申し上げます。

群馬工業高等専門学校の崔雄助教には、モーションキャプチャの全てをご指導頂きました。崔雄先生のおかげで、大がかりな実験を全て遂行できるようになりました。厳しく優しくご指導頂きましたことを、心から感謝申し上げます。

八村研究室の Ross Walker 教授、長谷川恭子助教、博士研究員の李亮さん、Bangkok University の Worawat Choensawat さん、博士課程後期課程の鶴田清也さん、Chulapong Panichkriangkrai さん、山本泰則さん、秘書の西出優子さん、OBの皆さま、後輩の皆さんにおかれましては、本当にお世話になりました。博士課程後期課程から、プログラミングもよくわかっていなかった外から来た人間を、あたたかく優しく迎えて下さり、毎日楽しく充実した時間を過ごさせて頂きました。ありがとうございました。日常会話が英語になったことも今振り返るとなんて幸せな環境だったのでしょうか。東京-関西間、日本-外国間は物理的距離がありますが、私にとっては皆さんがとても

近く感じます。どうかこれからも八村研究室の人間として繋がっていただけると幸いです。

Thank you very much for your kindness and support.

立命館大学日本文化デジタル・ヒューマニティーズ拠点の赤間亮教授、稲葉光行教授、鈴木桂子教授、矢野桂司教授はじめ拠点関係者の皆さまにおかれましても、御礼申し上げます。拠点のプログラムは大変充実しており、国際会議には何度もチャレンジさせて頂きました。アカデミック以外の著名な先生方との研究、学科を越えた諸先輩方や仲間との出会いは何物にも代えがたい財産です。分野を越えて学んだ経験は、拠点の教育プログラム修了生としても今後大学教育に活かしたいと考えています。今後とも宜しくお願いいたします。

産業社会学部の遠藤保子教授には舞踊学や文化人類学の視点からご指導賜りました。厚く御礼申し上げます。当初実験では慣れていないことも多く、遠藤研究室の皆様にご迷惑ばかりかけてしまいました。そのような中でも、プロのダンサーやアフリカのダンサーの生のダンスを目の前で拝見させて頂きました。これまでの研究成果を、舞踊教育に活かすべく現場に還元したいと思っております。今後ともご指導の程宜しくお願い申し上げます。

同志社大学文化情報学部の阪田真己子准教授には身体表現、認知科学、伝統芸能、エンタテインメントと研究テーマが近いこともあり、多くのことを勉強させて頂きました。また論文や就職のことで落ち込んでいた時には励ましを頂戴し、先生からたくさんのパワーを頂きました。大事な時を支えて下さりありがとうございました。「仕事は何でもする」という先生の姿勢を見習い、私も一大学人として仕事に全うします。これからも宜しくお願いいたします。

スポーツ健康科学部の伊坂忠夫教授、東京工業大学博士研究員の野澤むつこさんにおかれましては、博士課程をやり直すチャンスを与えて下さいました。私が今ここに立っているのは伊坂先生と野澤さんのご尽力のおかげです。巡り巡って今は体育畑に帰って参りましたが、工学・情報学で学んだことを現場に役立てたく、今後ともご指導頂けましたら幸いです。

東京工業大学の石井源信名誉教授，小谷泰則助教，石井研究室 OBOG の皆さまにおかれましては，気持ちを伝えるべく適切な言葉が見つかりません。研究のいろはをご指導頂き，公私ともに多くのことを経験させて頂きました。研究室を飛び出した後も，理工学の中で心理学ならではのエッセンスを研究や後輩指導に取り入れることができましたのは，東工大石井研究室で学んだからだと思っています。これまでの全てに深謝するとともに，今後先生方にお返しすることができるとすれば，大学人となった今，学生指導に役立てることだと思っています。本当にありがとうございました。

日本女子大学の澤田美砂子講師には感謝の念に尽きません。研究テーマを舞踊の身体表現や感情表現とする憧れの先輩であり，憧れの研究者でいらっしゃる先生の背中をいつも追いかけておりました。それ故に自分では何もできないこと，このままでは自分が研究者としてやっていけないと思い東工大を飛び出しましたが，その後も親身にご相談に乗って下さいました。そして今は同じ職場で働かせて頂いております。立命館で学ばせて頂いたことに誇りを持ち，次は先生の右腕になれるよう精進したいと思っています。今後とも宜しくお願い申し上げます。

一人一人のお名前は載せられませんが，実験に快くご参加下さったダンサーの皆さま，鑑賞者の皆さま，多くの方々にご協力頂きました。改めまして感謝申し上げます。

最後になりましたが，いつもどんな時も味方でいてくれた両親に感謝の意を表します。博士課程に進学すると決めた時，そして東工大を辞めて立命館でやり直すと伝えた時の二人の表情を今でも鮮明に覚えています。どれだけ心配をかけたでしょう。関西に一人で飛び出してみたものの，やはり家族の支えがなければ研究の道に向けて生きてはいけませんでした。しかし，たくさんの方々にご迷惑をおかけしながらも，今こうして自分のやりたいと思ったことを仕事にでき，研究を続けられて幸せです。たくさん勉強させて頂いたことを次は目にみえる形で社会に還元できるよう精進します。そして，後回しにしてきた親孝行をこれから少しずつできたらと思います。

2013年9月

鹿内菜穂

本論文に関連する研究業績

【著書（分担執筆）】

1. 鹿内菜穂（石井源信・楠本恭久・阿江美恵子・編）：現場で生きるスポーツ心理学，第7章自己表現力を養う感情表現教育，2. 感情表現と非言語的コミュニケーション，杏林書院，pp. 166-173, 2012.

【審査付き学術論文】

1. Nao Shikanai, Misako Sawada, & Motonobu Ishii: Development of the Movements Impressions Emotions Model: Evaluation of Movements and Impressions Related to the Perception of Emotions in Dance, *Journal of Nonverbal Behavior*, 37 (2), pp. 107-121, 2013.
2. Nao Shikanai & Kozaburo Hachimura: Face-to-face Effects on Interpersonal Interactions during Dance Movements, *Journal of Convergence Information Technology*, 8 (10), pp. 1100-1109, 2013.

【審査付き国際会議発表】

1. Nao Shikanai, Misako Sawada, & Motonobu Ishii: Study on Observers' Impression in Dance, *The 12th FEPSAC European Congress of Sport Psychology*, pp. 611-614, Thessaloniki, Greece, September 2007.
2. Nao Shikanai & Misako Sawada: Impressions from Point-light Displays of Dance Expressions: Differences in dance experience of observers, *The 27th ICAP International Congress of Applied Psychology*, Melbourne, Australia July 2010.

3. Nao Shikanai & Kozaburo Hachimura: Relations between Kansei Information and Movement Characteristics in Point-light Displays of Dance, *HCI2011 Human Computer Interaction International 2011*, Florida, USA, July 2011.
4. Nao Shikanai & Kozaburo Hachimura: Effects of Facial Expressions on Recognizing Emotions in Dance Movements, *12th International Multisensory Research Forum*, p. 782, Fukuoka, Japan, October 2011.
5. Nao Shikanai & Kozaburo Hachimura: Comparing Movements of Up-down Dance Coordination by Using Motion Capture, *Supporting Digital Humanities 2011*, pp. 1-7, Copenhagen, Denmark, November 2011.
6. Nao Shikanai, Kozaburo Hachimura, Misako Sawada, & Motonobu Ishii: Kansei Information and Movement Characteristics Related to the Expression of Joy in Dance – An investigation for analyzing rousing and stimulating dance motions, *SNPD 2012 13th ACIS International Conference on Software Engineering, Artificial Intelligence, Networking and Parallel/Distributed Computing*, pp. 399-404, Kyoto, Japan, August 2012.
7. Nao Shikanai & Kozaburo Hachimura: A Fundamental Study on Synchronous Dance Movements between Two Dancers in Face-to-face, *Ro-Man 2012, 21st IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication*, pp. 1039-1044, Paris, France, September 2012.
8. Nao Shikanai & Kozaburo Hachimura. Interpersonal Perception and Timing of Dance Movements in Face-to-face Dances, *MMSP 2012, the 2012 IEEE International Workshop on Multimedia Signal Processing*, Banff, Canada, September 2012.
9. Nao Shikanai & Kozaburo Hachimura: Comparison of Kansei Information between Joyful and Happy Expressions in Dance, *HCI2013 Human Computer Interaction International 2013*, pp. 611-619, Las Vegas, USA, July 2013.

【国内学会発表】

1. 鹿内菜穂・澤田美砂子・石井源信：舞踊の感情表現における印象評価に関する研究－鑑賞者の経験の有無による比較検討－，日本スポーツ心理学会，第34回大会研究発表抄録集，pp. 208-209，東京工業大学，2007年11月。
2. 鹿内菜穂・澤田美砂子・石井源信：舞踊の感情表現における鑑賞者の心理状態の変化，日本スポーツ心理学会，第35回記念大会研究発表抄録集，pp. 142-143，中京大学，2008年11月。
3. 鹿内菜穂・八村広三郎：ダンスのアップダウン動作における二者間の身体動作特徴，情報処理学会人文科学とコンピュータ研究会，情報処理学会研究報告人文科学とコンピュータ研究会報告，2011-CH-90(5)，pp. 1-4，同志社大学，2011年5月。
4. 鹿内菜穂・澤田美砂子・八村広三郎：点光源映像を用いた舞踊動作の識別と印象評価，日本認知心理学会，第9回大会発表論文集，2011(2011)，p. 93，学習院大学，2011年5月。
5. 鹿内菜穂・八村広三郎：相手意識がダンスの同期・非同期動作に及ぼす影響，日本心理学会，第75回大会発表論文集，pp. 666，日本大学，2011年9月。
6. 鹿内菜穂・八村広三郎・澤田美砂子：舞踊の感情表現における感性情報の評価－ビデオ映像と点光源映像を用いた主観的評価実験－，情報処理学会人文科学とコンピュータ研究会，情報処理学会研究報告人文科学とコンピュータ研究会報告，2011-CH-92(2)，pp. 1-8，国立国語研究所，2011年10月。

参考文献

- [1] 阿江通良, 藤井範久: スポーツバイオメカニクス 20 講, 朝倉書店, 2005.
- [2] 安藤敏彦, 鈴木渉, 松元啓介: シアターゲームにおける非言語コミュニケーション, 電子情報通信学会技術研究報告. HIP, ヒューマン情報処理, 107 (60), pp. 1-6, 2007.
- [3] Bernieri, F. J.: Coordinated movement and rapport in teacher-student interactions, *Journal of Nonverbal Behavior*, 12, pp. 120–138, 1988.
- [4] Brownlow, S., Dixon, A. R., Egbert, C. A., Radcliffe, R. D.: Perception of movement and dancer characteristics from point-light displays of dance, *The Psychological Record*, 47, pp. 411–421, 1997.
- [5] Boone, R. T., Cunningham, J. G.: Children's decoding emotion in expressive body movement, *Developmental Psychology*, 34, pp. 1007–1016, 1998.
- [6] Bull, P.: *Posture and Gesture*, London: Pergamon Press, 1987.
- [7] 舞踊文化と教育研究の会 (編): 松本千代栄撰集 3 人間発達と舞踊動作, 明治図書, 2008.
- [8] 舞踊文化と教育研究の会 (編): 松本千代栄撰集 第 2 期 研究編 舞踊運動学領域, 明治図書, 2010.
- [9] Camurri, A., Lagerlöf, I., Volpe, G.: Recognizing emotion from dance movement: Comparison of spectator recognition and automated techniques, *International Journal of Human Computer Studies*, 59, pp. 213–225, 2003.
- [10] Cassell, J., Sullivan, J., Prevost, S., Churchill, E. F.: *Embodied conversational agents*, The MIT Press, Massachusetts, 2000.

- [11] Cerin, E.: Anxiety versus fundamental emotion as predictors of perceived functionality of pre-competitive emotional states, treat, and challenge in individual sports, *Journal of Applied Sport Psychology*, 15, pp. 223-238, 2003.
- [12] Chartrand, T. L., Bargh, J. A.: The chameleon effect: the perception-behavior link and social interaction, *Journal of Personality and Social Psychology*, 76, pp. 893–910, 1999.
- [13] Choensawat, W., Takahashi, S., Nakamura, M., Choi, W., Hachimura, K.: Discription and reproduction of stylized traditional dance body motion by using labanotion, *Transactions of the Virtual Reality Society of Japan*, 15 (3), pp. 379-388, 2010.
- [14] Clarke, T. J., Bradshaw, M. F., Field, D. T., Hampson, S. E., Rose, D.: The perception of emotion from body movement in point-light displays of interpersonal dialogue, *Perception*, 34, pp. 1171–1180, 2005.
- [15] Coulson, M.: Attributing emotion to static body postures: Recognition accuracy, confusions, and viewpoint dependence, *Journal of Nonverbal Behavior*, 28, pp. 117–139, 2004.
- [16] 大坊郁夫: しぐさのコミュニケーション—人は親しみをどう伝えあうか—, サイエンス社, 1998.
- [17] de Gelder, B.: Towards the neurobiology of emotional body language, *Nature Reviews Neuroscience*, 7, pp. 242–249, 2006.
- [18] de Gelder, B., Bocker, K. B., Tuomainen, J., Hensen, M., Vroomen, J.: The combined perception of emotion from voice and face: Early interaction revealed by human electric brain responses, *Neuroscience Letters*, 260, pp. 133–136, 1999.
- [19] de Meijer, M.: The contribution of general features of body movement to the attribution of emotions, *Journal of Nonverbal Behavior*, 13, pp. 247–268, 1989.

- [20] de Moja, C. A., de Moja, G.: State-trait anxiety and motocross performance, *Perceptual and Motor Skills*, 62, pp. 107-110, 1986.
- [21] Dimondstine, G (加藤橘夫監修): 子どものためのダンスの授業, ベースボールマガジン, 1981.
- [22] Dittrich, W. H., Troscianko, T., Lea, S. E. G., Morcan, D.: Perception of emotion from dynamic point-light displays represented in dance. *Perception*, 25, pp. 727-738, 1996.
- [23] Ekman, P.: Argument for basic emotions, *Cognition and Emotion*, 6, pp. 169-200, 1992.
- [24] Ekman, P., Friesen, W. V.: Constants across culture in the face and emotion, *Journal of Personality and Social Psychology*, 17, pp. 124-129, 1971.
- [25] Ekman, P., Friesen, W. V.: *Unmasking the human face: A guide to recognizing emotions from facial expressions*, Englewood Cliffs, NJ; Prentice-Hall, 1975.
- [26] Ekman, P., Friesen, W. V.: *Facial action coding system*, Consulting Psychologists Press, 1978.
- [27] Ekman, P., Sorensen, E., Friesen, W. V.: Punctual elements in facial displays of emotion, *Science*, 164, pp. 86-88, 1969.
- [28] Fledman, R. S., Rime, B. (ed): *Fundamentals of Nonverbal Behavior*, New York: Cambridge University Press, 1991.
- [29] Fox, E., Mathews, A., Calder, A.J., Yiend, J.: Anxiety and sensitivity to gaze direction in emotionally expressive faces, *Emotion*, 7, pp. 478-486, 2007.
- [30] Fredrickson, B. L.: What good are positive emotions?, *Review of General Psychology*, 2 (3), pp. 300-319, 1998.

- [31] Fredrickson, B. L., Branigan, C.: Positive emotions broaden the scope of attention and thought-action repertoires, *Cognition and Emotion*, 19 (3), pp. 313-332, 2005.
- [32] 船橋新太郎 (藤田和生編): 感情科学 感情の神経科学, pp. 85-107, 京都大学学術出版会, 2007.
- [33] Gallese, V., Fadiga, L., Fogassi, L., Rizzolatti, G.: Action recognition in the premotor cortex, *Brain*, 119, pp. 593-609, 1996.
- [34] Gladys, A.: Creative rhythmic movement for children, Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall, Inc., 1954.
- [35] Grassia, F. S.: Practical parameterization of rotations using the exponential map, *The Journal of Graphics Tools*, 3 (3), pp. 29-48, 1998.
- [36] Gravetter, F. J., Wallnau, L. B.: *Statistics for the Behavioral Sciences* 8th edition, Belmont: Wadsworth, 2009.
- [37] Gross, M. M., Crane, E. A., Fredrickson, B. L.: Methodology for assessing bodily expression of emotion, *Journal of Nonverbal Behavior*, 34, pp. 223-248, 2010.
- [38] 濱治世, 鈴木直人, 濱安久: 感情心理学への招待, サイエンス社, 2001.
- [39] 原島博, 井口征士 (監修): 感性情報学 感性的ヒューマンインタフェースの最前線, 工作舎, 2004.
- [40] 春木豊 (編): 身体心理学, 川島書店, 2002.
- [41] Hasegawa, A., Okanoya, K., Hasegawa, T., Seki, Y.: Rhythmic synchronization tapping to an audio-visual metronome in budgerigars, *Scientific Reports*, 1, p. 120, 2011.
- [42] H' Doubler, M.N.: *Dance: A creative are experience*, Madison, WI: The University of Wisconsin Press, 1998.
- [43] 樋口貴広, 森岡周: 身体運動学 知覚・認知からのメッセージ, 三輪書店, 2008.

- [44] 平山高嗣, 大西哲朗, 朴惠宣, 松山隆司: 対話における顔向けを伴う働きかけが同意・不同意応答のタイミングに及ぼす影響, ヒューマンインタフェース学会論文誌, 10 (4), pp. 385-394, 2008.
- [45] 星野聖, 神里志穂子, 新垣武士: 舞踊における運動と印象の関係性の定量化, 電子情報通信学会技術研究報告. HIP2000-44(2000-11), pp. 67-74, 2000.
- [46] Honma, M., Kumada, T., Osada, Y., Nagai, M.: The synchronized stepping - Automatic imitation behavior between persons-, The Japanese Journal of Psychonomic Science, 27, pp. 127-128, 2008.
- [47] 池上真平, 重野純: コンサート作品における聴衆の反応と演奏評価の関係, The AGU Journal of Psychology, 9, pp. 1-9, 2009.
- [48] Issartel, J., Marin, L., Cadopi, M.: Unintended interpersonal co-ordination: 'Can we march to the beat of our own drum?', Neuroscience Letters, 411 (3), pp. 174-179, 2007.
- [49] 伊藤宏司: 身体知システム論, 共立出版, 2005.
- [50] 岩下豊彦: SD 法によるイメージの測定, 川島書店, 1983.
- [51] 岩田無為, 佐々木康成, 春木豊: 歩行スタイルからの感情識別および特性抽出, ヒューマンサイエンスリサーチ, 10, pp. 57-67, 2001.
- [52] 猪崎弥生, 松浦義行: 舞踊における動き(body action)の質(quality)を評価するための主観的尺度の構築: 動的力性(kinetic force)の観点から, 体育学研究, 45 (1), pp. 54-64, 2000a.
- [53] 猪崎弥生, 松浦義行: 舞踊における動き(body action)の質(quality)から見た動きの構造について: 動的力性質(kinetic force)の観点から, 体育学研究, 45, pp. 385-398, 2000b.

- [54] Izard, C. E.: Innate and universal facial expressions: evidence from developmental and cross-cultural research, *Psychological Bulletin*, 115, pp. 288-299, 1994.
- [55] Izard, C. E. (荘巖舜哉監訳): 感情心理学, ナカニシヤ出版, 1996.
- [56] James, W.T.: A study of the expression of bodily posture, *Journal of General Psychology*, 7, pp. 405-437, 1932.
- [57] Johansson, G.: Visual perception of biological motion and a model for its analysis, *Perception & Psychophysics*, 14, pp. 201-211, 1973.
- [58] 神里志穂子, 星野聖: 沖縄舞踊における運動特性と感性情報との関係, 電子情報通信学会技術研究報告. HIP, ヒューマン情報処理 99 (451), pp. 49-54, 1999.
- [59] 神里志穂子, 星野聖: 舞踊における手指軌道の運動特性と主観的印象との関係映像情報メディア学会技術報告, 24 (38), pp. 47-51, 2000.
- [60] Kamisato, S., Odo, S., Ishikawa, Y., Hoshino, K.: Extraction of motion characteristics corresponding to sensitivity information using dance movement, *Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics*, 8, pp. 167-178, 2004.
- [61] 神田崇行, 今井倫太, 小野哲雄, 石黒浩: 人-ロボット相互作用における身体動作の数値解析, 情報処理学会論文誌, 44(11), 2699-2709, 2003.
- [62] Kanda, T., Ishiguro, H., Ono, T., Imai, M., Mase, K.: Multi-robot cooperation for human-robot communication, *Proceedings of the 2012 IEEE International Workshop on Robot and Human Interactive Communication*, pp. 271-276, 2002.
- [63] 金子公宥, 福永哲夫 (編): バイオメカニクス 身体運動の科学的基礎, 杏林書院, 2004.
- [64] 狩野裕, 三浦麻子: グラフィカル多変量解析 目でみる共分散構造分析, 現代数学社, 2002.

- [65] 片岡康子: 舞踊の意味と価値, 舞踊教育研究会編, 舞踊学講義 1, 大修館書店, 1991.
- [66] 河瀬諭: アンサンブル演奏に用いられる視覚的手がかり: ピアノデュオのタイミング調整, 電子情報通信学会技術研究報告. HCS, ヒューマンコミュニケーション基礎, 111 (190), pp. 93-98, 2011.
- [67] 川嶋宏彰, 西川猛司, 松山隆司: 落語の役柄交代における視覚的間合いの解析, 情報処理学会論文誌, 48, pp. 3715-3728, 2007.
- [68] ケネス・ローズ (蘆田ひろみ監訳): やさしいダンスの物理学, 大修館書店, 2005.
- [69] 小島敦, 川嶋宏彰, 松山隆司: 他者理解を伴う発話における間合いの解析, ヒューマンインタフェースシンポジウム 2007, 2413, pp. 635-638, 2007.
- [70] Kozlowski, L. T., Cutting, J. E.: Recognizing the sex of a walker from a dynamic point-light display, *Perception & Psychophysics*, 21, pp. 575-580, 1977.
- [71] Kuno, Y., Sadazuka, K., Kawashima, M., Yamazaki, K., Yamasaki, A., Kurozuka, H.: Museum guide robot based on sociological interaction analysis, *HCI 2007*, pp. 1191-1194, 2007.
- [72] Laban, R.: *Modern educational dance*, London: Macdonald & Evans, Ltd., 1963.
- [73] 松本千代栄: 舞踊研究: 課題設定と課題解決学習 II - 運動の質と感情価日本女子体育連盟紀要, 1, pp. 53-89, 1987.
- [74] 松坂要佐, 於久健太郎, 小林哲則: 多機能ロボット開発のための情報共有アーキテクチャの設計と実装, 電子情報通信学会論文誌, D-I, J86-D-1 (5), pp. 318-329, 2003.
- [75] 松坂要佐, 東条剛史, 小林哲則: グループ会話に参加する対話ロボットの構築システム, 電子情報通信学会論文誌, D II, J84-D-2 (6), pp. 898-908, 2001.
- [76] Mehrabian, A.: Relationship of attitude to seated posture, orientation and distance, *Journal of Personality and Social Psychology*, 10, pp. 26-30, 1968.

- [77] Miles, L. K., Griffiths, J. L., Richardson, M. J., Macrae, C. N.: Late to coordinate: Contextual influences on behavioral synchrony, *European Journal of Social Psychology*, 40 (1), pp. 52–60, 2010.
- [78] 三戸勇氣, 篠田之孝, 川上央, 丸茂美恵子: 日本舞踊における観者の心理と動作の関連性について, 日本認知心理学会第 5 回大会発表論文集, 2007 (2007), p.??, 2007.
- [79] Miura, A., Kudo, K., Ohtsuki, T., Kanehisa, H: Coordination modes in sensorimotor synchronization of whole-body movement: A study of street dancers and non-dancers, *Human Movement Science*, 30 (6), pp. 1260-1271, 2011.
- [80] 三浦佳世: 知覚と感性の心理学 動きの知覚, pp. 41-62, 岩波書店, 2007.
- [81] Miura, T., Mitobe, K., Yukawa, T., Kaiga, T., Taniguchi, T., Tamamoto, H: Extraction of motion characteristics in dances by statistical analysis of joint motions, *情報処理学会論文誌*, 51 (2), pp. 658-671, 2010.
- [82] 宮本圭太, 阪田真己子: Locking ダンスにおける質評価指標の定量化, *情報処理学会研究報告, IPSG SIG Technical Report*, 2009-CH-82 (4), pp. 1-8, 2009.
- [83] Montepare, J. M., Goldstien, S. B., Clausen, A.: The identification of emotions from gait information, *Journal of Nonverbal Behavior*, 11, pp. 33–42, 1987.
- [84] Montepare, J. M., Koff, E., Zaitchik, D., Albert, M.: The use of body movements and gestures as cues to emotions in younger and older adults, *Journal of Nonverbal Behavior*, 23, pp. 133–152, 1999.
- [85] Montepare, J. M., Zebrowitz-McArthur, L.: Impressions of people created by aged-related qualities of their gaits, *Journal of Personality and Social Psychology*, 55, pp. 547–556, 1988.

- [86] Nagasaka, Y., Chao, Z. C., Hasegawa, N., Notoya, T., Fujii, N.: Spontaneous synchronization of arm motion between Japanese macaques, *Scientific Reports*, pp. 1-7, 2013.
- [87] 長島知正, 久保洋, 魚住超, 金木則明: 感性と情報 新しいモノづくりのために, 森北出版, 2007.
- [88] 中込重明: 話芸の間, *日本の美学*, 33, pp. 48-59, 2001.
- [89] 中森義輝: 感性データ解析, 森北出版, 2000.
- [90] Nakano, Y. I., Ishii, R.: Estimating user's engagement from eye-gaze behaviors in human-agent conversations, *Proceedings of International Conference on Intelligent User Interfaces*, pp. 139-148, 2010.
- [91] Nakano, Y. I., Reinstein, G., Stocky, T., Cassell, J.: Towards a model of face-to-face groudng, *Proceedings of Annual Meeting on Association for Computational Linguistics*, 1, pp. 553-561, 2003.
- [92] Niedenthal, P.M., Halberstadt, J.B., Margolin, J., Innes-Ker, A.H.: Emotional state and the detection of change in facial expression of emotion, *European Journal of Social Psychology*, 30, pp. 211-222, 2000.
- [93] 野村亮太, 丸野俊一: ユーモア生成過程にみられる演者と観客による関係システムの解明, *Cognitive Studies*, 14 (4), pp. 494-508, 2007.
- [94] 野村亮太, 丸野俊一: 落語の演者が用いる語りの方略がおもしろさに与える影響, *笑い学研究*, 13, pp. 13-23, 2006.
- [95] Obhi, S. S., Sebanz, N.: Moving together: Toward understanding the mechanisms of joint action, *Experimental Brain Research*, 211, pp. 329-336, 2011.
- [96] Ogasawara, Y., Okamoto, M., Nakano, Y. I., Nisnida, T.: Establishing natural communication environment between a human and a lisnter robot, *Proceedings*

- of the Symposium on Conversational Informatics for Supporting Social Intelligence and Interaction Situational and Environmental Information Enforcing Involvement in Conversation, pp. 42-51, 2005.
- [97] 岡登洋平, 加藤佳司, 山本幹雄, 板橋秀一: 韻律パターンの認識を用いた相槌挿入とその評価, 情報処理学会研究報告, 音声言語情報処理, 21, pp. 33-38, 1996.
- [98] 岡登洋平, 加藤佳司, 山本幹雄, 板橋秀一: 韻律情報を用いた相槌の挿入, 情報処理学会論文誌, 40 (2), pp. 469-478, 1999.
- [99] 小野哲雄, 今井倫太, 石黒浩, 中津良平: 身体表現を用いた人とロボットの共創対話, 情報処理学会論文誌, 42 (6), pp. 1348- 1358, 2001.
- [100] Osgood, C., Suci, G., Tannenbaum, P.: The measurement of meaning, Chicago: University of Illinois Press, 1957.
- [101] Oullier, O., de Guzman, G. C., Jantzen, K. J., Lagarde, J., Kelso, J. A. S.: Social coordination dynamics: Measuring human bonding, Social Neuroscience, 3 (2), pp. 178–192, 2008.
- [102] Plutchik, R.: Emotion: A psychoevolutionary synthesis, Harper & Row, 1986.
- [103] Pollick, F. E., Paterson, H. M., Bruderlin, A., Sanford, A. J.: Perceiving affect from arm movement, Cognition, 82, pp. 51–61, 2001.
- [104] Richardson, M. J., Marsh, K. L., Isenhower, R. W., Goodman, J. R. L., Schmidt, R. C.: Rocking together: Dynamics of intentional and unintentional interpersonal coordination, Human Movement Science, 26 (6), pp. 867–891, 2007.
- [105] Richardson, M. J., Marsh, K. L., Schmidt, R. C.: Effects of visual and verbal interaction on unintentional interpersonal coordination, Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 31 (1), pp. 62–79, 2005.

- [106] リッチモンド, V. P., マクロスキー, J. C. (山下耕二編訳): 非言語行動の心理学, 北大路書房, 2006.
- [107] Rizzolatti, G., Craighero, L.: The mirror-neuron system, *Annual Review of Neuroscience*, 27, pp. 169–192, 2004.
- [108] Rossberg-Gempton, I.E. & Poole, G.D.: The relationship between body movement and affect from historical and current perspectives, *The Arts in Psychotherapy*, 19, pp. 39-46, 1992.
- [109] Rossberg-Gempton, I.E., Dickinson, K., & Allin, S.: The effect of open and closed posture on pleasant and unpleasant emotion, *The Arts in Psychotherapy*, 20, pp. 75-82, 1993.
- [110] Rozin, P., Taylor, C., Ross, L., Bennett, G., Hejmadi, A.: General and specific abilities to recognise negative emotions, especially disgust, as portrayed in the face and the body, *Cognition and Emotion*, 19, pp. 397–412, 2005.
- [111] Runeson, S., Frykholm G: Kinematic specification of dynamics as an informational basis for person-and-action perception: expectation, gender recognition, and deceptive intention, *Journal of Experimental Psychology: General*, 112, pp. 585-615, 1983.
- [112] Russell, J.A.: A circumplex model of affect, *Journal of Personality and Social Psychology*, 39, pp. 1161-1178, 1980.
- [113] Russell, J.A., Fernandez-Dols, J.M.: *The psychology of facial expressions*, Cambridge: Cambridge University Press, 1997.
- [114] Sakata, M., Hachimura, K.: KANSEI Information processing of human body movement, *Lecture Notes in Computer Science*, 4557, pp. 930–939, 2007.
- [115] 阪田真己子, 八村広三郎: 身体動作における感性情報の関係モデル構築, *表現文化研究*, 6, pp. 194-202, 2007.

- [116] 阪田真己子, 丸茂祐佳, 八村広三郎, 小島一成, 吉村ミツ: 日本舞踊における身体動作の感性情報処理の試み - motion capture システムを利用した計測と分析 -, 情報処理学会研究報告, 2004-CH-61, pp. 49-56, 2004.
- [117] 佐々木康成: 感情に基づく歩行動作の識別について—演技者を用いた研究—, 感情心理学研究, 12, pp. 56-61, 2005.
- [118] 佐藤徳, 安田朝子: 日本版 PANAS の作成, 性格心理学研究, 9, pp. 138-139, 2001.
- [119] Sato, W., Yoshikawa, S.: Spontaneous facial mimicry in response to dynamic facial expressions, *Cognition*, 104, pp. 1–18, 2007.
- [120] Sawada, M., Suda, K., Ishii, M.: Expression of emotions in dance: Relation between arm movement characteristics and emotion, *Perceptual and Motor Skills*, 97, pp. 697–708, 2003.
- [121] 七類誠一郎: 黒人リズム感の秘密, 郁朋社, 1999.
- [122] Sebanz, N., Bekkering, H., Knoblich, G.: Joint action: Bodies and minds moving together, *Trends in Cognitive Sciences*, 10 (2), pp. 70–76, 2006.
- [123] Scherer, K.R.: Expression of emotion in voice and music, *Journal of Voice*, 9, pp. 235-248, 1995.
- [124] Scherer, K.R.: Vocal communication of emotion: a review of research paradigms, *Speech Communication*, 40, pp. 227-256, 2003.
- [125] Schmidt, R. C., Bienvenu, M., Fitzpatrick, P. A., Amazeen, P. G.: A comparison of intra- and interpersonal interlimb coordination: Coordination breakdowns and coupling strength, *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 24 (3), pp. 884–900, 1998.
- [126] Schmidt, R. C., Carello, C., Turvey, M. T.: Phase transitions and critical fluctuations in the visual coordination of rhythmic movements between people,

- Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 16 (2), pp. 227–247, 1990.
- [127] Schmidt, R. C., Morr, S., Fitzpatrick, P., Richardson, M. J.: Measuring the dynamics of interactional synchrony, *Journal of Nonverbal Behavior*, 36 (4), pp. 263-279, 2012.
- [128] Schmidt, R. C., O'Brien, B.: Evaluating the dynamics of unintended interpersonal coordination, *Ecological Psychology*, 9 (3), pp. 189–206, 1997.
- [129] Schlosberg, H.: The description of facial expressions in terms of two dimensions, *Journal of Experimental Psychology*, 44, pp. 229-237, 1952.
- [130] Schlosberg, H.: Three dimensions of emotion, *Psychological Review*, 61, pp. 81-88, 1954.
- [131] Schouwstra, S., Hoogstraten, J.: Head position and spinal position as determinants of perceived emotional state, *Perceptual and Motor Skills*, 81, pp. 673-674, 1995.
- [132] 重永實: 感情の判別分析からみた感情音声の特性, *電子情報通信学会論文誌*, J83-A, pp. 726-735, 2000.
- [133] 柴真理子: 舞踊はコミュニケーション, 身体性とコンピュータ, 共立出版, pp. 364-375, 2000.
- [134] 柴田傑, 湯川崇, 海賀孝明, 門脇さくら, 横山洋之, 玉本英夫: 舞踊譜自動生成のための自己組織化マップによる動作の分割化, *秋田大学工学資源学部研究報告*, 28, pp. 17-24, 2007.
- [135] Shiratori, T., Nakazawa, A., Ikeuchi, K: Dance-to-music character animation, *Computer Graphics Forum (EUROGRAPHICS2006)*, 25 (3), pp. 449-458, 2006.

- [136] Siegman, A.W.: Expressive correlates of affective states and traits, In Siegman, A.W., Feldsten, S. (Eds.), *Nonverbal behavior: A Multi-Channel Perspective*, New Jersey: Erlbaum Associates, pp. 37-68, 1985.
- [137] 曾我麻佐子, 海野敏, 安田孝美, 横井茂樹: 3DCG によるバレエ振付のための体系的符号化と創作支援システム, *芸術科学会論文誌*, 3 (1), pp. 96-107, 2007.
- [138] Sorce, J.F., Emde, R.N., Campos, J., Kilnert, M.D.: Maternal emotional signaling: its effect on the visual cliff behavior of 1-year-olds, *Developmental Psychology*, 21 (1), pp. 195-200, 1985.
- [139] 高橋康介, 渡邊克己: 無意識的な手の動きにおける 2 者間の同期, *電子情報通信学会技術研究報告. HIP, ヒューマン情報処理* 108 (282), pp. 111-116, 2008.
- [140] 高橋雅延: 認知と感情の心理学 感情の基礎, pp. 15-31, 岩波書店, 2008.
- [141] 田中孝文: R による時系列分析入門, シーエーピー出版, 2008.
- [142] 田中美吏, 関矢寛史: ゴルフ競技におけるポジティブおよびネガティブ感情とパフォーマンスの関係, *人間科学研究*, 2, pp. 93-99, 2007.
- [143] Trevarthen, C., Daniel, S.: Disorganized rhythm and synchrony: early signs of autism and Rett syndrome, *Brain and Development*, 27 (Suppl 1), pp. 25-34, 2005.
- [144] 上坂吉則: MATLAB プログラミング入門, 牧野書店, 2010.
- [145] 海野弘: モダンダンスの歴史, 新書館, 1999.
- [146] van den Stock, J., Righart, R., de Gelder, B.: Body expressions influence recognition of emotions in the face and voice, *Emotion*, 7, pp. 487-494, 2007.
- [147] van Ulzen, N. R., Lamoth, C. J. C., Daffertshofer, A., Semin, G. R., Beek, P. J.: Characteristics of instructed and uninstructed interpersonal coordination while walking side-by-side, *Neuroscience Letters*, 432 (2), pp. 88-93, 2008.

- [148] Wallbott, H. G.: Bodily expression of emotion. *European Journal of Social Psychology*, 28, pp. 879–896, 1998.
- [149] Wallbott, H. G., Scherer, K. R.: Cues and channels in emotion recognition, *Journal of Personality and Social Psychology*, 51, pp. 690–699, 1986.
- [150] 渡辺富夫: 対話における話し手の音声と聞き手のうなずく動作との同期現象の分析法, *日本機械学会論文集*, 53(489), pp. 1128-1131, 1987.
- [151] 渡辺富夫: 身体的コミュニケーション技術とその応用, *システム/制御/情報: システム制御情報学会誌*, 49 (11), pp. 431-436, 2005.
- [152] Watanabe T.: Human-entrained embodied interaction and communication technology for advanced media society, 16th IEEE International Conference on Robot & Human Interactive Communication, pp. 31-36, 2007.
- [153] 渡辺富夫, 大久保雅史: コミュニケーションにおける引き込み現象の生理的側面からの分析評価, *情報処理学会論文誌*, 39 (5), pp. 1225-1331, 1998.
- [154] Watson D., Clark, L.A., Tellegen, A.: Development and validation of brief measures of positive and negative affect: The PANAS scales, *Journal of Personality and Social Psychology*, 54, pp. 1063-1070, 1988.
- [155] 山本知仁, 三宅美博, 共同演奏における演奏者間コミュニケーションの解析, *計測自動制御学会論文誌*, 40 (5), pp. 563-572, 2004.
- [156] 吉川雄一郎, 篠沢一彦, 石黒浩, 萩田紀博, 宮本孝典, 応答的注視ロボットによる被注視感の呈示, *情報処理学会論文誌*, 48 (3), pp. 1284-1293, 2007.
- [157] 頭川昭子: 舞踊のイメージ探究, 不昧堂出版, 1995.
- [158] Aldebaran Robotics: <http://www.aldebaran-robotics.com>
- [159] CMU Graphics Lab: <http://mocap.cs.cmu.edu/>
- [160] 文部科学省 武道・ダンス必修化:
http://www.mext.go.jp/a_menu/sports/jyujitsu/1330882.htm