



NIRS計測からみた舞踊行動と脳活動の関係 : 舞踊の見方を中心に

柴, 眞理子 ; 渡辺, 英寿 ; 河村, 弘庸 ; 伊沢, 綾乃 ; 河田, 眞理 ; 東島, 未知 ; 渡邊, 眞子

(Citation)

表現文化研究, 9(1):89-100

(Issue Date)

2009-11-13

(Resource Type)

departmental bulletin paper

(Version)

Version of Record

(JaLCD0I)

<https://doi.org/10.24546/81002904>

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/81002904>



NIRS計測からみた舞踊行動と脳活動の関係 — 舞踊の見方を中心に

Brain Function during Watching, Performing and Imagining the Dance Measured by NIRS

柴真理子 Mariko Shiba 渡辺英寿 Eiju Watanabe

河村弘庸 Hirosune Kawamura 伊沢綾乃 Ayanno Izawa

河田真理 Mari Kawada

東島未知 Michi Higashijima 渡邊真子 Chikako Watanabe

概要

近赤外線光トポグラフィ(以下、光トポ)は、近赤外線を用いて、脳機能を継続的に計測するもので、運動中の脳活動も計測できるという特徴がある。我々は、光トポのこの特徴を生かし、見る・踊る・イメージするという舞踊行動中の脳活動を計測し、脳内機序を検討している。

計測 I では、前頭極(FP)の脳血流量の増加は、舞踊の見方を示す指標となるのではないかとということが示唆された。

そこで、計測 II では、舞踊の見方の異なりがどのような脳活動の異なりとなって現れるかを検討することにした。タスクは、①『動きに注目して見る』—『表現性に注目して見る』②『自分自身が踊っている映像を見る』—『他者が踊っている映像を見る』であり、被験者にはNIRSによる計測と振り返りの記述を求めた。

その結果、『自分自身の踊りを見る』場合、『動きに着目』した見方では運動野とその前方の運動前野の活動が、「表現性に着目」しての見方では前頭極の活動が顕著な傾向が認められ、舞踊の異なる2通りの見方が、それぞれ脳活動の特性と結びついていることが示唆された。

このことから、『自分自身の踊りを見る』場合、前頭極FPの脳血流量の増加は、動きの表現性を見ていることを示す指標となりうるのではないかと推察された。

キーワード: 近赤外線光トポグラフィ、脳活動、舞踊行動、舞踊の見方、身体文化

Abstract

Near Infrared Spectroscopy (NIRS) is a new alternative for noninvasive functional brain mapping which measures brain activities even during body movements. The purpose of this study is to investigate the brain function during watching, performing,- and imagining same dance.

In experiment I, it is suggested that the activities in fronto-polar area is closely related to how the subject watches the dance.

In experiment II, we examined the difference of brain activities according to the differences of strategies in seeing dances from the following viewpoints; ① to watch the dances focusing on pure body movements or focusing on aura, ② to watch video in which the dancer is herself or other person. After the measurement, subjects were asked to describe how they felt during the observation task.

Our results showed that in watching the dances of oneself, the motor cortex and premotor cortex were activated if the subjects focused on the body movement. If they focused on the aura, the fronto-polar area is significantly activated. These definite differences were not observed when they see the dance of other persons.

Our results suggest that in watching dance, there is apparent difference in brain activities according to who dances, i.e. self or non-self and to the strategy of watching i.e. focusing of the movement or aura.

Keywords: *Near Infrared Spectroscopy, Noninvasive Functional Brain Mapping, Dance Behavior, Strategies in Seeing Dances, Body Culture*

1. 諸言

「舞踊の創作過程で、脳はどのような活動をしているのか」「観客の有無によって踊り手の脳の活動は異なるのか」「舞踊を鑑賞する脳の活動は、専門家と一般の人でどのように異なるのか」等々、舞踊行動中の脳の働きに関する問いは、これまで全身運動中の脳機能は計測することができなかつたために手つかずの状態であった。しかし、近年のテクノロジーの急速な発展に伴って計測が可能になり、それらの問いをたてることが可能になってきた。

活動中の脳の様子を体外から計測する技術は非侵襲脳機能マッピングと呼ばれ、その嚆矢はpositron emission tomography (PET・ポジトロン断層法)¹であり、1980年代以降functional Magnetic Resonance Imaging (fMRI・機能的磁気共鳴画像)²を中心に急速に普及した。

PET、fMRIを用いた舞踊に関する研究は、Cerebral Cortex、Current Biology、NeuroImageといった雑誌に散見されるが、PET、fMRIは頭部を固定する必要があり、全身運動をタスクとする舞踊研究とはなっていない。

PET、fMRIが、運動中の脳活動を計測できないのに対し、共同研究者の渡辺らが開発した近赤外線光トポグラフィー (fNIRS: functional near infrared spectroscopy) は、近赤外線を用いて、脳機能を継続的に計測するもので、運動中の脳活動も計測できるという特徴がある。

そこで、執筆者らは、舞踊学と脳科学という異分野の研究者が連携して、近赤外線光トポグラフィー (以下、光トポ) による舞踊行動中の脳活動の計測に着手した。

まず、計測Ⅰでは、踊る・見る・イメージするという多様な舞踊行動中の脳活動を計測し、光トポを用いての舞踊研究の可能性を検討すること自体が目的であった。その結果、舞踊研究における光トポの有用性が示唆され、いくつかの課題も得られた。

そこで、計測Ⅱでは、計測Ⅰで得られた課題の中から、「舞踊の見方と脳活動の関係」に焦点をあてることにした。即ち、被験者に見方を指示して同じ舞踊運動を見せ、異なる2通りの見方で見る際の脳活動を光トポを用いて計測し、舞踊の見方の異なりがどのような脳活動の異なりとなって現れるかを検討することを目的とした。

また、計測時の被験者たちの振り返りをめぐる議論の中で、『自分自身が踊っている映像を見る』と、『他者の踊りを見る』では、見方が異なるということが

指摘された。そこで、計測Ⅱでは、自分自身の映像と『他者の踊りを見る』時の脳活動の違いの有無についても検討することとした。

2. 方法

2.1. 近赤外線光トポグラフィー

光トポは神経活動に伴って脳局所におこる血流増加を指標とする。被験者は照射・受光で1ペアを成すプローベを頭皮に付着する(具体的には【図1】にあるようにプローベを帽子につけてあり、その帽子を被る)。そして、近赤外線をあてると、近赤外線(波長:800nm付近)は頭皮・頭蓋骨を透過して頭蓋内に広がり、その反射光を30mmはなれた頭皮上で計測すると脳活動の様子がヘモグロビン(Hb)の増減という指標で計測できる。これを頭部上に格子状に並べることにより、多点で同時連続計測することによって、脳活動の様子を体外から計測することが可能になる。

2.2. 計測手法及び、計測結果の解析方法

実験材料とする舞踊運動の策定が第1の課題であった。そのために、導入的実験時に、軽く跳ぶ、頭を振る、深くしゃがむ、すばやく引く、投げるなど様々な動きを含む舞踊運動を実験材料として、光トポでの脳活動の計測を試みた。その結果、頭を大きく振る動きを除けば実験材料となりうると判断された。しかし、今回は光トポを使つての初めての実験であるため、体幹を大きく使うのではなく、その場での腕や脚の動きから成る23秒の舞踊運動を作成し、それをビデオに収録し、実験材料とした。計測には、48チャンネルの光トポ(日立ETG-4000)を用いた。

計測は、同じ被験者に対し、同じタスクでの計測を3日間実施(一部2日間)、各日とも、計測は日にちを変えて、同じ計測を3回実施。1つのタスクの計測は(安静30秒×タスク)×3+安静30秒とし、結果は平均加算した。また、計測後、被験者に計測中の状態の記録を求めた。

(なお、この記録は計測Ⅰでは、計測メモ程度の目的で記録されたものであり、計測Ⅱでは、計測Ⅰの結果を踏まえて、被験者に計測時の『振り返り』として求めたものである。)

光トポによる計測結果は、【図2】の代表例と凡例に示したように、3つの関心領域(ROI: Region of Interest) (FP: fronto-polar, FT: fronto-temporal, M: motor)に区分し、それぞれのROIに対して渡辺が光トポの反応

の大きさを視察的に0～1に分類した。

1: 明確な活動、0.5: 軽度の活動、0: 活動なし

なお、左右を区別せず統合的に評価した。0から1へと数値が大きいくほど、血流量が多く、即ち脳活動が大きいことを示す。

3つのROIのうち、Mは主として「運動を計画してこれを運動野に送る機能」、FTは「判断や記憶」、FPは「感情や創造性」に関わっていると考えられている。

2.3. 計測 I

- ・計測日: 2008年7月31日、8月11日、8月19日
- ・計測場所: 自治医科大学
- ・被験者: 舞踊教育専攻の女子学生 4名
- ・タスク: ①座位でビデオを見る ②壁に向かって踊る(動きに集中して踊る) ③観客の前で踊る ④座位で動きをイメージする ⑤座位で舞台上で踊っている自分をイメージする

2.4. 計測 II

- ・計測日: 2009年2月12日、2月24日、3月3日
- ・計測場所: 自治医科大学
- ・実験材料: 計測 I の実験材料の舞踊運動を4名の被験者が踊り、ひとりずつ収録したビデオ映像を実験材料とした。
- ・被験者: 舞踊教育専攻の女子学生 4名
- ・タスク: 座位で、見方の指示に従ってビデオの舞踊運動を見る。
 - ①自分自身が踊るビデオ映像を、「個々の動きに注目して」見る(movement)
 - ② 同上 「動きの表現性(動きの雰囲気、流れ、質感、イメージなど)」を見る(aura)
 - ③他者が踊るビデオ映像を、「個々の動きに注目して」見る(movement)
 - ④ 同上 「動きの表現性(動きの雰囲気、流れ、質感、イメージなど)」を見る(aura)

3. 計測 I

光トポを用いての舞踊研究の可能性を検討することを目的とした計測 I では、5つのタスクを取り上げた。タスク①では舞踊運動を見る、タスク②と③では実際に踊る、タスク④と⑤では実際に踊っている自分をイメージするという舞踊行動の側面を課題としている。踊る、イメージするについては、それぞれ2通りの課題を設定した。

実際に踊る2つの課題②③は、前者は自分自身の

動きへの集中が、後者は舞台上で踊る、即ち動きのみならず空間と観客の存在を感じつつ踊る、というように求められる意識が異なる課題である。イメージに関するタスク④はタスク②を、タスク⑤はタスク③をイメージするという関係にある。

【表1.1～1.3】には、タスク②～⑤を遂行している時の3つのROIの脳血流量の解析結果を示した。

3.1. 踊っている時の脳活動

タスク②は『壁の方を向き、動きに集中して踊って下さい。』、タスク③は『観客の方を向いて、ここが舞台だと思って踊って下さい。』というインストラクションの後に、計測を開始した。

【表1】に示すように、『動きに集中して踊っている』時と、『観客の前で踊っている』時のいずれにおいても、運動野とその前の領域M、及び前頭側頭部FTでは、11計測中7計測以上に脳活動がみられる。これに対し、前頭極FPに脳活動がみられるのはタスク②で4計測、タスク③で5計測であり、MとFTに比べ少ない。

このことから、観客が視野に入らない状態で動きに集中していても、観客の前であっても、踊っている時の脳活動に相違はみられず、踊っている時の脳活動は、感情や創造性に関わる機能よりも、運動を計画してこれを運動野に送る機能と、判断や記憶といった機能が活発であると推測される。

3.2. イメージしている時の脳活動

タスク④は『実験材料の舞踊運動をイメージしてください。』、タスク⑤は『客席には、人はいっぱい入っています。ダンサー、センターにスタンバイしています。照明が速いフェード・インで入り、踊り始めます。』というインストラクションの後に、計測を開始した。

【表1】に示すように、イメージに関するタスク④⑤では、タスク④のFT以外のROIにおいては半数以上の計測に、即ちタスク④では、M-10計測、FP-6計測、FT-5計測、タスク⑤ではFT-11計測、M-7計測、FP-6計測に脳活動がみられる。

このことから、舞踊行動に対する具体的イメージ内容は異なっても、舞踊行動をイメージしている最中には、運動を計画してこれを運動野に送る機能と、感情や創造性が機能していると推察される。

また、イメージ内容の異なりによる脳活動の相違は、脳活動がみられる計測数の多少から、『舞踊運動をイメージしている』時には、運動を計画してこれを運動野

に送る脳の働きが顕著であり、『舞台上で踊っている自分をイメージしている』時には、前頭側頭部の働きが顕著であることがわかる。このことから、舞台上で踊っている自分をイメージしている時には、見られることによる心理過程がおそらく自分を外から認識しているのに関連している部位であると考えられる前頭側頭部を活性化させるものと示唆される。

3.3. 踊っている時とイメージしている時の脳活動の比較

実際に踊っている時の脳活動と、踊っている自分をイメージしている時の脳活動の比較を行った。

【表1】に示したように、タスク②『動きに集中して踊っている』時と、タスク④『動きをイメージしている』時の脳活動の比較では、どちらのタスクにおいても運動野とその前方の運動前野Mに、多くの計測に活動がみられる点が共通している。そして、実際に『動きに集中して踊っている』時はFPよりFTに、『動きをイメージしている』時にはFTよりFPに脳活動が現れている計測が多い。

これらのことから、動きに集中して実際に踊っている時も、それをイメージしている時も、運動を計画してこれを運動野に送る機能が働き、それと同時に、実際に動きに集中して踊っている時は判断や記憶といった機能が、それをイメージしている時には感情や創造性に関わる脳活動が生起する傾向にあると推察される。

次にタスク③『観客の前で踊っている』時とタスク⑤『舞台上で踊っている自分をイメージしている』時の脳活動の比較では、どちらのタスクにおいても前頭側頭部FTと、運動野とその前方の運動前野Mに多くの計測に活動がみられる点が共通している。相違点については、『舞台上で踊っている自分をイメージしている』時にはFTではすべての計測に、FPでは半数を超える計測に脳活動が現れ、実際に『観客の前で踊っている』時よりも判断や記憶、及び感情や創造性に関わる機能がより働いていると推察される。

以上のような、『動きに集中して踊る—それをイメージする』、『舞台空間と観客の存在を感じつつ踊る—それをイメージする』という2組における踊っている時とそれをイメージしている時の脳活動の比較から、実際に踊るよりもイメージする方が脳の活動が上がる傾向にあると推察される。

3.4. 見ている時の脳活動

計測 I の実験材料の踊り手は、被験者Cであった。従って被験者Cは自分自身の舞踊運動を、被験者A、

B、Dは他者が踊る舞踊運動を見ることとなった。

踊りの見方については、『実験材料の舞踊運動をみて下さい』と指示し、特に見方については指示しなかった。

【表2】に示すように、FT、FP、Mそれぞれ、6計測において脳活動がみられ、この結果からは舞踊を見ている時に、今回計測した3つのROIのいずれかが他のROIに比較してより活動が上がっているという傾向はみられなかった。計測にあたって補足的に被験者に求めた被験者の記述から、『動きそのものを見る、個々の動きに着目して見る』見方と『動きの雰囲気、流れ、質感を見る』の2通りの見方がなされていることがわかり、その記述と計測結果の照合から、踊りの雰囲気、質、イメージなどを見ようとした被験者では、前頭極FPの活動が見られる傾向があった。

また、計測を進めていく中で、同じ踊りを踊っている自分の映像を見る場合と他者の映像を見る場合では脳活動は異なるであろうという仮説が生まれ、【表2】にあるように『自分の映像を見る』と『他者の映像を見る』についていくつかの計測を行った。その結果、自分の映像では初回、前頭極FPは活動せず、その後次第に活動が増加、他人の映像では初回から前頭葉の前頭極FPに活動がみられ、前頭極は、他者評価、客観性という視点から見る場合に活性化すると考えられた。

3.5. 計測 I のまとめ

計測 I では、5つのタスクでの計測を行った。『踊る』と『イメージする』については、一方は『動きに集中して踊る(イメージする)』、他方は『舞台上で踊る、即ち動きのみならず空間と観客存在を感じつつ踊る(イメージする)』という2種類の踊り方、イメージの仕方を課題とした。

その結果は以下のようにまとめられる。

- ① 舞踊を見る、踊る、イメージするという舞踊行動時には、共通して、運動を計画してこれを運動野に送る「運動野とその前方の運動前野」で脳活動が生起している。
- ② 踊っている時の脳活動では、「運動野とその前方の運動前野」及び、判断や記憶といった機能に関係する「前頭側頭部」の活動が上がる傾向がみられた。
- ③ 舞踊行動をイメージしている時の脳活動は、「運動野とその前方の運動前野」と、感情の生起や創造性に関係する「前頭極」の活動が上がる傾向がみられた。

- ④ 2種類の踊り方の違いによる、脳活動の違いは認められなかった。
- ⑤ 2種類のイメージの仕方では、『舞踊運動をイメージ』時では「運動野とその前方の運動前野」、『舞台上で踊っている自分をイメージ』時には「前頭側頭部」の活動が上がる傾向がみられた。
- ⑥ 実際に踊るよりもイメージの方が脳の活動が活発である傾向がみられた。

計測 I の結果から、脳の活動は個人差が大きく、それは個々の心理過程の差を反映するものと考えられた。しかし共通して、実際に踊る時よりも、むしろイメージのみを行っている時の方が、前頭葉を中心に脳活動が増加する傾向が見られ、観客を意識するとFTが活動することなどから、イメージトレーニングの効果を判定する上で、光トポが有用である可能性が示唆され、また、計測 I では見方に条件をつけなかったが、見方の違いにより脳活動に相違があるであろうことが示唆された。

4. 計測 II

計測 I では、光トポを用いての舞踊研究の可能性を検討し、その結果、舞踊研究における光トポの有用性が示唆された。そこで計測 II では、計測 I で得られた課題の1つである「舞踊を見る」見方に着目しての計測を行った。

4.1. 近赤外線光トポグラフィーによる計測結果の解析

4.1.1. 自分自身の映像を見た場合と他者の映像を見た場合の比較

自分自身の映像を見た (watch self) 場合と、他者の映像を見た (watch not self) 場合の脳活動を比較すると、被験者4人のうち、3人では watch not self の方が活動する部位が広がっている【表3】。被験者Aは、watch self では他の被験者に比べて多くの計測部位に活動がみられ、watch not self では、FPにほとんど活動がみられないなど、他の3人の被験者の計測結果とは異なっている。そこで、ここでは、被験者Aの結果は除外することとする。

watch self と watch not self における2つの計測部位の活動の違いに一定の傾向がみられたのは、『個々の動きに注目して見る』(以下movement)というタスクにおいて、watch self では被験者3人9計測のうち2計測にしかみられなかったFPの活動が、watch not self では6計測に現れている点と、『動きの表現性(動きの雰

囲気、流れ、質感、イメージなど)を見る』(以下aura)タスクにおいては、watch self では3計測にしかみられなかったMの活動が、watch not self では6計測に現れている点においてである。

以上のように、自分の映像を見るより、『他者の踊りを見る』時の方が、脳の活動部位が広がっており、このことは、『自分自身の踊りを見る』ということはあまり強い刺激とならないことを示唆している。

脳の活動部位については、『他者の踊りを見る』時、『自分自身の踊りを見る』という指示があるにも関わらず、FPの活動がみられる。FPは前頭葉下面のいわゆる前頭眼窩野と呼ばれる部分の活動を反映していると考えられ、この部位は主として情動の大きな動きに強く関連していると考えられることから、『他者の踊りを見る』時には、動きに着目するという意識の下でも、感情も働いていると推察される。また、逆に『動きの表現性(動きの雰囲気、流れ、質感、イメージなど)を見る』という指示があるにも関わらず、Mの活動がみられる。今回計測したMとしての部位は運動前野にあたり、主として運動を計画してこれを運動野に送る機能を担っていると考えられることから、動きの表現性を見るという意識の下でも、運動を計画してこれを運動野に送る機能も働いていると推察される。

このように、『movementに着目』或いは『auraに着目』と指示されても、同じような脳活動が生起しており、このことは、インストラクションのみで脳活動のストラテジーをコントロールしきれないことを示唆しており、むしろ結果としての振り返りでどう感じたかが強く関連していると言える。

4.1.2. movementを見る場合とauraを見る場合の比較

まず、他者の映像を見た場合の、『movementに着目』しての見方では、4人12計測のうち10計測にMの活動が、9計測にFTの活動がみられ、FPでは6計測であったのに対し、『auraに着目』しての見方では、MとFTの活動は9計測に、FPの活動は8計測でみられた。

次に、自分自身の映像を見た場合の、『movementに着目』しての見方では、4人12計測のうち10計測にFTとMの活動がみられ、FPでは4計測であったのに対し、『auraに着目』しての見方では、FTとFPの活動は8計測に、Mの活動は6計測でみられた。

自分自身の映像を『movementに着目』して見る時には、主として記憶とのマッチングが取れた時に活動すると考えられる部位であり、判断や記憶に関わるFT前頭

側頭部と、主として運動を計画してこれを運動野に送る機能を担っていると考えられるM運動前野の活動が活発であり、自分自身の映像を『auraに着目』して見る時には、前頭側頭部と感情・集中力などに関わる前頭極の活動が活発であると推測される。

このことから、movement着目時とaura着目時の脳活動の相違は、前者時には運動に関わる脳部位の活動が、後者時には、感情・集中力などに関わる脳部位の活動が活発である傾向にあると推察される。またmovementに着目時にみられたFTの活動がaura着目時にないケースが3例あり、このことは、movement着目時には、aura着目時に比較して、判断や記憶といった理性的な働きが強いのではないかということが示唆された。

4.2. 被験者の振り返りと脳活動

本研究では、舞踊行動中の脳活動を近赤外線光トポグラフィーを用いて計測すると同時に、舞踊行動の主体である被験者に、行動中を振り返っての記述を求めた。ここでは、計測したROIそれぞれに脳活動が現れた時の、被験者の振り返りをみることによって、ROIの脳活動の特徴を捉えることとする【表4】。ただし、これらの記述から例えばFTの特徴を捉えようとしても、記述にはFTの脳活動のみならず、FPやMの脳活動も含まれている。とりわけ、複数のROIに脳活動がある場合、FT或いはFPの脳活動、及びMの脳活動というパターンが多く、被験者の振り返りはそれぞれのROIの活動と1対1の対応をなしてはいない。そこで、ここでは、記述の中からは、3つのROIのうち1か所だけに脳活動がある計測に対する振り返りの記述から、それぞれのROIの特徴をみ、次いで、それに基づいてFT、FP、Mの脳活動に相当すると推察される記述を抽出し、ROIの脳活動と照合する。

4.2.1. FT(前頭側頭部)について

- ① 「動かしている局部のみに焦点をあて、全体を見ないようにした。“動いている”ということだけを受け止めるように努めた」「自分の雰囲気を見るのは難しかったが見なくてはと思って頑張った」というように意志の力で行動をコントロールする傾向を表す記述がみられた。
- ② 「気になるところがいろいろと見つかった。手の高さ、足の揺れ、もっとこうしたらという思いが出てくる」「分析的に、ここが気になるといような気持ち」「自

分の動きについて、もっと大きく動きたい、伸びが足りない」というように、自分の動きをチェックし評価する傾向を表す記述がみられ、これらの記述は、FTが知識とのマッチングを見ている可能性を示唆する。

4.2.2. FP(前頭極)について

次の①から③は、MとFP(或いはFTにも)に脳活動がみられるが、文脈からMの脳活動はFPの脳活動の前提であると判断されるので、FPの特性としてあつかう。

- ① 「腕の描く軌跡が美しいと感じた」「個々の動きの“非日常性”を感じ、不思議な気持ちになった」「指先の動きの柔らかさが印象に残った」「手を挙げるところでは、ふわっ等、擬態語を伴う見方をしていたよう」など、動きとその動きの感じや印象を捉えている記述がみられた。これはFPの情動の機能を表していると言える。
- ② 「この動きから表現されているものは何だろうとイメージした」「個々の動きは気にならなく、動きから連想されるものをイメージした」「個々の動きが自分にとってどのような意味を持つのか考えた」など、FPの活動は、「イメージする」「意味を考える」といった行動との関連を示す記述がみられた。(これらはいずれも『auraを見る』というタスク時に対する記述である。)

4.2.3. M(運動野とその前方の運動前野)について

- ① 「動きの微妙な間やリズムを感じた」「自分も一緒に踊っているような気分で、リズムや流れを感じた」「間の取り方やリズムの変化・視線に着目」など、間、リズム、流れといった時間要因を感じとることを示す記述がみられた。
- ② 「少しでも自分の身体も動いているような感覚であった」「動いている部位だけを目で追っていた」などのように、動きを見ながら動きをなぞっていることを示す記述がみられた。

5. 考察

本研究では、まず、運動中の脳活動を計測できるという特徴を持つ光トポが舞踊行動中の脳活動の計測に有用であるかを検討し(計測Ⅰ)、その有用性が示唆されたことに基づいて、計測Ⅰで得られた課題の中から、「舞踊の見方と脳活動の関係」に焦点をあてた計測Ⅱを行った。従って、計測Ⅰは、導入的研

究であり、その結果についてはⅡにまとめた。

ここでは、本研究の本題である計測Ⅱの結果に基づいて、「舞踊の見方と脳活動の関係」について考察する。

まず、光トポによる計測結果から、『自分自身の踊りを見る』ケースでは、『movement着目』時には、運動を計画してこれを運動野に送る機能の働きが活発であり、『aura着目』時には感情・集中力などの働きが活発であった。また、『movement着目』時には、『aura着目』時に比較して、判断や記憶といった理性的な働きが強いのではないかということが示唆された。

このように、『自分自身の踊りを見る』場合には、インストラクションの違いを反映した脳活動となっていると推測されるのに対し、『他者の踊りを見る』場合には『movement着目』或いは『aura着目』と指示されても、同じように広い範囲で脳活動が生起しており、このことは、『他者の踊りを見る』場合にはインストラクションのみで脳機能のストラテジーをコントロールしきれないことを示唆しており、むしろ振り返りでどう感じたかが強く関連していると言える。

『他者の踊りを見る』時の方が、『自分自身の踊りを見る』より脳の活動部位が広がっており、『自分自身の踊りを見る』ということはあまり強い刺激とならないことが示唆された。

舞踊を見ている時の脳活動に類する報告が、Emily S. Crossらの“Building a motor simulation de novo: Observation of dance by dancers”にみられる。fMRIを用いたCrossらの研究では、被験者が見るのは他者の動きであり、見方は指定されていないが、実験の内容から、動きを見ていると推測される。そこで、本研究の『動きに注目して見ている』時の光トポの計測結果と、Crossらの報告とを照合する。自分の踊りであっても他者の踊りであっても『動きに注目して見ている』時には、運動野とその前方の運動前野(M)及び、前頭側頭部の働きが活発であるという本研究で得られた結果は、Crossらの運動前野(PM)、一次運動野(M1)、上側頭回(STS)などがsimulationで活性化すると所見と合致しており、計測手段は異なるが、先行研究と同様の結果が確認されたと言えよう。そして、更に、Crossらの研究にはない、『自分の踊りを見る』という見方と、『表現性に注目して見る』見方を設定したことにより、『動きに注目』して『自分の踊りを見ている』時には、前頭極の活性化が低いこと、また『動きに注目』時には運動野とその前方の運動前野(M)が、『表現性に注目』時には前頭側

頭部(FT)が活性化する傾向にあることを捉えることができたと言えよう。

次に、光トポによる計測結果と振り返りとの照合結果から、舞踊の見方と脳活動の関係は次のようにまとめられる。

1. 舞踊を見る際、①意志の力で見方をコントロールする傾向にある、②自分の動きをチェックし評価する傾向にある場合に、FT(前頭側頭部)の脳活動が活発になる。
2. 舞踊を見る際、①動きの感じや印象を捉えている②イメージしている、考えている場合に、FP(前頭正中部)の脳活動が活発になる。
3. 舞踊を見る際、身体部位や個々の動きに着目して自分でも動かさないまでも、その動きを体でなぞっている場合に、M(運動野とその前方の運動前野)の脳活動が活発になる。

以上のように、『自分自身の踊りを見る』と『他者の踊りを見る』では、脳活動に違いが認められた。『他者の踊りを見る』場合には、movementに着目しての見方とauraに着目しての見方における脳活動が類似しているが、『自分自身の踊りを見る』では、movementに着目した見方では運動前野の活動が、auraに着目しての見方では前頭極の活動が顕著な傾向が認められ、舞踊の異なる2通りの見方が、それぞれ脳活動の特性と結びついていることが示唆された。

このことは、『自分自身の踊りを見る』場合、前頭極FPの脳血流量の増加は、動きの表現性を見ていることを示す指標となりうるのではないかと推察される。今後、被験者を増やして計測を積み重ねることによって、脳活動を踊りの方の指標にすることも可能になるのではないかと考える。

本研究は、光トポを用いての初めての舞踊行動研究であり、舞踊行動中に計測された脳の活動が、人間の創造力、思考力、感情のコントロールといった機能とどのように関係するのか、その意味についての詳細な討議・検討に至らなかった。

今後は、手軽に非侵襲的に運動中の計測が可能であるという光トポの利点を生かしたタスクを考案し、様々な舞踊現象を脳活動から捉え、その脳内機序の検討を進めていきたい。

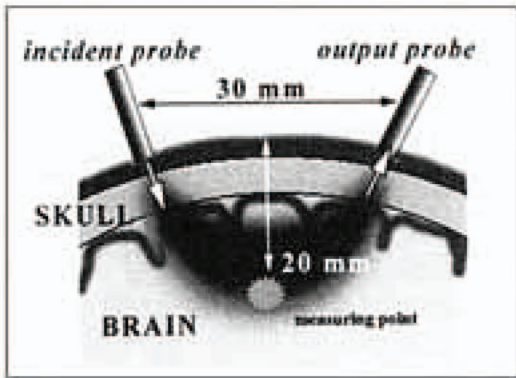


図1 Hitachi NIRS system

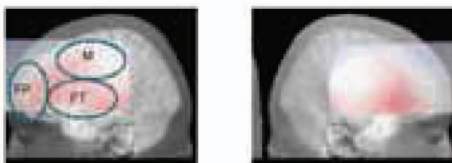


図2 代表例と凡例

表1.1 踊る・イメージする(FT 前頭側頭部)

タスク 被験者/日	踊る		イメージする	
	②動き	③観客の前	④動き	⑤舞台
A 8.11	0.5	0.5	1	1
A 8.19	0	1	0	1
B 7.31	1	1	1	1
B 8.11	1	0.5	0	1
B 8.19	0	1	1	1
C 7.31	1	0	0	1
C 8.11	0	1	0	1
C 8.19	0	0	1	1
D 7.31	0	0	0	1
D 8.11	1	1	0	1
D 8.19	1	1	1	0.5
合計	5.5	7	5	10.5

注：②動きに集中して踊る ③観客の前で踊る
④動きをイメージ ⑤舞台上で踊っているイメージ

表1.2 踊る・イメージする(FP 前頭極)

タスク 被験者/日	踊る		イメージする	
	②動き	③観客の前	④動き	⑤舞台
A 8.11	0	0	1	1
A 8.19	0	0	0	0
B 7.31	0.5	0	0.5	1
B 8.11	0.5	0.5	0	0.5
B 8.19	0	0	0	0
C 7.31	0	0	1	1
C 8.11	0	1	1	1
C 8.19	1	1	1	1
D 7.31	1	1	1	0
D 8.11	0	0	0	0
D 8.19	0	1	0	0
合計	3	4.5	5.5	5.5

表1.3 踊る・イメージする(M 運動野とその前方の運動前野)

タスク 被験者/日	踊る		イメージする	
	②動き	③観客の前	④動き	⑤舞台
A 8.11	1	1	1	1
A 8.19	1	1	1	0
B 7.31	0.5	1	1	1
B 8.11	1	1	1	1
B 8.19	1	0	1	1
C 7.31	1	1	1	1
C 8.11	1	1	1	1
C 8.19	0	0	1	1
D 7.31	1	1	1	0
D 8.11	1	1	0	0
D 8.19	0	0	1	0
合計	8.5	8	10	7

表2 みる

タスク 被験者/日	watch not self			watch self		
	FT	FP	M	FT	FP	M
A 8.11	0.5	1	1			
A 8.19	1	0	1			
B 7.31	1	1	1			
B 8.11	1	0	0			
B 8.19	0	0.5	0	1	0.5	1
C 6.23				1	0	1
C 7.31				1	0	1
C 8.11				1	1	1
C 8.19	1	1	1	0	1	0
D 7.31	0	1	1			
D 8.11	0	1	1			
D 8.19	1	0	0	1	0	0
合計	5.5	5.5	6	5	2.5	4

表3-1 みる(watch self)

タスク 被験者/ROI	watch self					
	① movement			② aura		
	FT	FC	M	FT	FC	M
A 2.12	1	0	1	1	0	1
A 2.24	1	1	1	1	1	1
A 3.3	1	1	1	0	1	1
B 2.12	0	0	1	0	1	1
B 2.24	1	0	0	0	1	0
B 3.3	1	0	1	1	1	0
C 2.12	1	0	1	1	0	0
C 2.24	0	0	0.5	1	1	0
C 3.3	1	0	0	1	0	0.5
D 2.12	1	0	1	0	1	0
D 2.24	1	1	0.5	1	1	1
D 3.3	1	1	1	1	0	0
合計	10	4	9	8	8	5.5

表3-2 みる(watch not self)

タスク 被験者/ROI	watch not self					
	③ movement			④ aura		
	FT	FC	M	FT	FC	M
A 2.12	1	0	1	0	1	1
A 2.24	1	0	1	1	0	1
A 3.3	0	0	1	1	0	0
B 2.12	1	0.5	1	0	1	1
B 2.24	1	0	1	1	1	1
B 3.3	0	1	0	0	1	0.5
C 2.12	1	0	1	1	1	0
C 2.24	1	1	1	1	1	0.5
C 3.3	0	1	1	1	0	0
D 2.12	0.5	1	1	1	0.5	1
D 2.24	1	1	1	1	1	0.5
D 3.3	1	0	0	1	0	1
合計	8.5	5.5	10	9	7.5	7.5

表4 被験者の振り返りと脳活動

ROI	タスク		振 り 返 り
FT	S	M	<ul style="list-style-type: none"> ・気になるところがいろいろ見つかった、手の高さ、足のゆれ、もっとこうしたらという思いがでてくる。 ・分析的に、『ここが気になる』というような気持ちを持ちつつ動きを追っていた。 ・どのように動いたか思い出し、確認していた。 ・自分の癖などが目につく。 ・意識的に個々の身体部位に着目するようにした。
	S	A	<ul style="list-style-type: none"> ・自分の雰囲気を見るのは難しかったが、見なくてはと頑張ってしまった。 ・雰囲気を見るときは、どこがどう動いているかはどうでもよく、身体を中心あたりを支点にし、全体を見ているようにした(そうしてみた)。 ・癖や、間の取り方の気持ち悪さが気になって、それが先立ってしまっていた。 ・自分が気持ちよく動いているところは、その動きがつくりだしている軌跡や空気の流れ、また、呼吸を感じるけれど、見ていて間の悪いところは、それが気になって入りこめない。 ・自分の動きについて、もっと大きく動きたい、伸びが足りない。 ・身体全体や周囲を含む、映像の全体を見ていた。
	NS	M	<ul style="list-style-type: none"> ・動かしている局部のみに焦点を当て、全体を見ないようにした。“動いている”ということだけを受け止めるように努めた。 ・動いている身体部位のみに着目した。 ・見慣れた映像だったので、思い出しながら見ていた。
	NS	A	<ul style="list-style-type: none"> ・動きに対するダンサーの意図(何を大切にしようとしているか)、身体を囲む空間の変化に着目した。 ・“動き”にとらわれないようにと努めていたような気がする。 ・表情、全身、周囲まで全体を見ていた。
FP	S	M	<ul style="list-style-type: none"> ・動きの部位のみに着目して見るよりも、カタチの変化を見るという面で楽しめた。 ・今までにはあまり感じなかった個々の動きの‘非日常性’を感じ、不思議な気持ちになった。指先の動きの柔らかさが印象に残った。
	S	A	<ul style="list-style-type: none"> ・自分の雰囲気というものはあまり好印象ではなかった。 ・個々の動きが自分にとってどのような意味を持つのかということについて考えた。 ・この動きから表現されているものは何だろうとイメージした。 ・見慣れていない自分の姿に違和感を覚え、また、気になるところもあり、なかなか表現性や雰囲気を感じるどころまでいけない。 ・手を挙げるところでは、「ふわっ」など、擬態語を伴う見方をしていたように思う。 ・動きだけを見ているときは違う見え方だったため、少しだけ緊張感があった。
	NS	M	<ul style="list-style-type: none"> ・“どんなふう動いているか”と、注意深く動きに注目して見た。
	NS	A	<ul style="list-style-type: none"> ・腕の描く軌跡が美しいと感じた。 ・個々の動きは気にならなく、動きから連想されるものをイメージした。全部のタスクの中で一番面白いと感じた。 ・動きから連想されるイメージ(たとえば自然の風景やその人のいる場所など)を思い浮かべながらみた。 ・画面の中にいる人ときちんと向かい合って、その人が表現しようとしていることを頑張って捉えようと努力した。 ・動きは、どうしても目がいくが、説明的にとらえないよう、擬音語、擬態語のようなもので自分に返していたように思う。 ・動きの流れと一緒に呼吸を感じた。動きの流れやエネルギーを感じた。 ・少し緊張感があった。映像の中の人の緊張感を感じ、自分も緊張した。全身や周りの様子が見えた。動きだけを見たときより集中できた。
M	S	M	<ul style="list-style-type: none"> ・動いている部位だけを目で追っていた。少しだけ自分の身体も動いているような感覚であった。
	S	A	<ul style="list-style-type: none"> ・動きの微妙な間やリズムを感じた。 ・間の取り方やリズムの変化、表情、視線に着目した。
	NS	M	<ul style="list-style-type: none"> ・動いている部位だけを目で追った。・動いている部位を目で追っていた。全体は見えてこなかった。 ・動きの細かい部分、どうい道をとって動いているかをみた。・動きを追うような感じでみた。
	NS	A	<ul style="list-style-type: none"> ・自分も一緒に踊っているような気分で、リズムや流れを感じた。

注:ROI FT(前頭側頭部) FP(前頭極) M(運動野とその前方の運動前野)

タスク S(watch self) NS(watch not self) M(movement) A(aura)

図版出典

図 1 執筆者(渡辺・柴)が作成。

図 2 執筆者(渡辺)が作成。

注

- 1 PET: ポジトロン(陽子線)を放射する核物質でラベルした薬品を静注して、その物質の体内での分布を体外から計測する検査である。神経伝達物質の分布や、神経活動の画像化に利用されている。
- 2 fMRI: 特殊なMRIの手法を用いて、神経活動に並行して起こる脳血流の増減を体外から計測して、神経活動の起こった部位を画像化することができる。

参考文献

- 1 Beatriz Calvo-Merino, Daniel E Glaser, et al., “Action Observation and Acquired Motor Skills: An fMRI Study with Expert Dancers”, *Cerebral Cortex Advance Access Published*, 2004, pp. 3-7.
- 2 Beatriz Calvo-Merino, Daniel E Glaser, et al., “Seeing or Doing? Influence of Visual ad Motor Familiarity in Action Observation”, *Current Biology* 16, 2006, pp. 1905-1910.
- 3 Emily S. Cross, et al., “ Building a motor simulation de novo: Observation of dance by dancers ”, *NeuroImage*, Vol. 31, 2006, pp. 1257-1267.
- 4 柴真理子、渡辺英寿他 「近赤外線光トポグラフィを用いた舞踊行動中の脳機能計測」『第60回舞踊学会大会抄録集』舞踊学会、2008年、7頁。
- 5 柴真理子、渡辺英寿他 「NIRS計測からみた舞踊の見方と脳活動の関係」『第11回日本光脳機能イメージング研究会抄録集』日本光脳機能イメージング研究会、2008年、32頁。
- 6 Steven Brown, et al., “The Neural Basis of Human Dance”, *Cerebral Cortex*, 2006, pp. 1157-1167.
- 7 渡辺英寿他 「近赤外線光トポグラフィを用いた失語症回復過程の計測」『高次脳機能研究』25(3)、日本高次脳機能障害学会、2005年、215-223頁。
- 8 渡辺英寿 「光トポグラフィによる能機能の計測」『BRAIN and NERVE』第59巻第5号、医学書院、2007年、459-466頁。
- 9 渡辺英寿 「近赤外線光トポグラフィによる能機能計測」『脳21』 Vol.10 No.3、金芳堂、2007年、81-86頁。

渡辺英寿(わたなべ・えいじゅ)

自治医科大学脳神経外科教授。医学博士。脳神経外科医。日本脳神経外科学会理事(情報委員長)。専門はてんかん外科、コンピュータ支援外科。1976年に東京大学医学部を卒業。東京大学、三井記念病院、都立墨東病院を経て、東京大学医学部生理学教室で神経生理学を研鑽。その後、西ドイツエルランゲン大学脳神経外科に留学。帰国後、東京警察病院でてんかんをはじめとする機能神経外科を中心に活動。外科部長を経て、2004年に現職。ニューロナビゲータや光トポグラフィーなど機器の開発研究を行う。Watanabe E, Yamashita Y, Maki A, Ito Y, Koizumi H, “Non-invasive functional mapping with multi-channel near infra-red spectroscopic topography in humans”, *Neurosci Lett* 205, 1996, pp. 41-44.

河村弘庸(かわむら・ひろつね) 東京クリニック。東京女子医科大学元教授。脳神経外科医。

伊沢綾乃(いざわ・あやの) 自治医科大学大学院。

河田真理(かわた・まり) お茶の水女子大学大学院。

東島未知(ひがしじま・みち) 同上。

渡邊真子(わたなべ・ちかこ) 同上。

■Notes on the Contributors

Mariko Shiba (Ph.d.) is a professor of Ochanomizu University and a professor emerita of Kobe University. Her major research has been done in the fields of body expression, dance and dance education. She recently published a paper “Dance as motion media –What the process of body expression tells–”, *Transactions of the SICE*, Vol. 48, No. 6, 2008, pp. 489-494 (Sakata & Shiba) and “Dance– Presentation of self –understanding of a human being–”, *Journal of Chikyu-Jin*, Vol. 6, No. 1, 2008, pp. 52-57. She is on the board of trustees of Society for Dance Research and Society for Mind-Body Science (Japan).

Eiju Watanabe is a professor and chairman of department of neurosurgery, Jichi medical university. He graduated university of Tokyo in 1976. He was trained in neurosurgery and neurophysiology. His main works were development of neuronavigator and near infrared optical topography. He is specialized in epilepsy surgery and functional neurosurgery. Watanabe E, Yamashita Y, Maki A, Ito Y, Koizumi H, “Non-invasive functional mapping with multi-channel near infra-red spectroscopic topography in humans”, *Neurosci Lett* 205, 1996, pp. 41-44.

Hirotsune Kawamura, Tokyo Clinic, Neurosurgeon, Past professor of Tokyo Women’s Medical University.

Ayanno Izawa, Jichi Medical University Graduate School of Medicine.

Mari Kawata, Ochanomizu University Graduate School of Humanities and Sciences.

Michi Higashijima, do.

Chikako Watanabe, do.

■執筆者について

柴真理子(しば・まりこ)

お茶の水女子大学大学院教授。神戸大学名誉教授。博士(学術)。専門は舞踊学・舞踊教育学。2006年10月に神戸大学からお茶の水女子大学へ異動。最近の論文に「モーション・メディアとしての舞踊——身体表現のプロセスが伝えるもの」『計測と制御』第48巻第6号、計測自動制御学会、2009年(阪田真己子と共著)、「舞踊——人間の自己理解の呈示」『地球人』第6巻第1号、ビイング・ネット・プレス、2008年など。舞踊学会及び人体科学会理事。

E-mail: shiba.mariko@ocha.ac.jp