

歌唱中の脳波 Fm θ と自律神経活動について

— 一個人、小集団における認知・情緒・生理的側面の定量的評価 —

竹原 直美 (同志社大学文化情報学研究科)

矢野 環 (同志社大学文化情報学部)

長谷川裕紀 (武庫川女子大学生生活環境学部)

本研究は、音楽療法場面で幅広く用いられている歌唱の様々な形態に着目し、歌唱中の脳波 Fm θ と自律神経活動の分析により、音楽演奏中の治療的効果（認知・情緒・生理的側面）を定量的に評価するための基礎研究である。結果において、歌詞を話すこと・イメージすることは、注意・没頭の状態の指標である Fm θ 波・交感神経系と関係し、唱歌「故郷」の歌唱では、独唱と心地よい状態の指標である Fm θ Power が関係した。また、鼻歌・ギター伴奏付の歌唱・他者と一緒に歌うユニゾン歌唱が副交感神経系と関係することが示された。結果より、緩やかなテンポで運動量の少ない馴染みの曲の歌唱は、歌詞を話すこと・イメージすることと比較して、心地よい心理状態、生理的な鎮静化を促すことが示唆された。

1. はじめに

1.1 研究背景

音楽療法の臨床評価において、用いられた音楽に対象者の注意集中がどの程度向いていたか、快い音楽であったか、また生理的にリラックスできていたかという観点は、これまでセラピストの観察や対象者自身による心理評価やアンケートなどの主観的な評価にゆだねられていたが、より客観的な評価を用いることにより、言語コミュニケーションの難しい対象者の感性評価や音楽療法の科学的エビデンスの構築に役立てることができる。

音楽の注意に関する臨床研究では、リズム機能の様な再現性の高い運動課題において、手のリズムによるタッピング運動の改善により、記憶や推理のような遂行機能、基礎的精神運動能力、心理社会的能力と有意な相関があることが明らかにされている。歌を用いた音楽療法で体系的に適用されているものは、メロディック・イントネーション療法と呼ばれ、表現性失語症などの患者が歌により会話機能を回復する例がある。このように、運動の側面での言語リハビリテーション領域で

は、歌による治療効果が示されているが、心理社会的側面などに注目したコミュニケーション障がい領域における歌の使用の効果については、データ収集の発展途上にある (Thaut, 2006)。

脳波の Fm θ (Frontal midline theta rhythm) は、「前頭正中部付近に最も優勢に出現するシート律動であり、普通は 6~7c/sec の周波数を持ち、精神作業等で増強される。一定の睡眠段階に現れる」と定義されている (山口ら, 1984)。Fm θ の脳内電流源は、前頭前野内側面から前部帯状回と報告されており、これらの部位は、実行機能・認知・情動・自律神経機能等が関与することから、音楽療法の対象者の高次脳機能や心理社会機能面の評価と関わりがある (篠崎ら, 2002)。脳波 Fm θ の出現については、様々な心理・生理的状态と関連した知見が得られており、注意集中・没頭、記憶、作業への動機づけ、覚醒水準と状況不安、性格特性、瞑想を含む変性意識状態、バイオフィードバック訓練、自律神経活動等に関する研究がある (水谷, 2004)。上記の先行研究に挙げられた Fm θ に関わる心理・生理的状态は、歌唱を含めた音楽療法の臨床場面の質的な観察点にも類似す

る (Austin et al, 2011)。

音楽と $Fm\theta$ に関する研究では、ピアノ演奏中の 12 名中 5 名に $Fm\theta$ が出現し、演奏を重ねるごとに出現者率が増加したことが報告されている。更に、 $Fm\theta$ の出現率は、読譜条件よりも暗譜条件で高まることが示されていることから、演奏に慣れた状態で $Fm\theta$ が出現している事が窺える (坂本ら, 1997)。快・不快な感情と音楽に関する研究では、快い音楽を聴いた時に、 $Fm\theta$ パワーが増加し、不快な音楽では心拍数が低下することが報告されている (Sammler et al, 2007)。

本研究では、既存の研究で用いられている脳波 $Fm\theta$ と自律神経活動の指標をもとに、歌唱による認知・情緒・生理的効果を定量的に評価するための測定方法・分析方法に関する基礎研究を行った。

2. 方法

2.1 実験参加者

実験参加者は、成人男女 10 名 (年齢 22–62 歳) である。実験参加者の性別と人数は、女性 2 名、男性 8 名である。実験参加者の内 8 名は同志社大学の学生であり、1 名は教師、1 名は学外の実験参加者である。実験参加者全員が、特別な音楽教育を受けていない非音楽家である。

2.2 実験課題

実験課題には、臨床現場において馴染みの歌唱の曲として用いられている、唱歌「故郷」の一番の歌詞を用いた。課題の詳細を以下に示す。

課題は、歌詞を話す (speaking)、独唱 (singing)、鼻歌を歌う (humming)、イメージする (imaging)、実験者のギター伴奏に合わせて歌う (guitar)、実験者と二人で声をそろえて歌う (unison) の 6 条件を実験参加者自身がランダムに遂行する課題を設定し、実験前後に安静条件を加えた。

実験中のギター伴奏とユニゾン歌唱の演奏は、実験者が生演奏で担当し、音楽療法現場での歌唱を用いた個人音楽療法に近い形態を想定した実験を行った。また、言葉を話すことや歌唱に伴う筋運動によるノイズが、脳波に混入することを防ぐために、実験参加者は口を小さく開け、ささやくように話し、歌うよう指示された。

2.3 実験プロトコール

実験プロトコールは、実験前後に安静 (各 2 分間) を挟み、6 条件 (各 2 分間) の課題をランダムに行った。

2.4 生体情報の計測と分析

生体情報の計測に関しては、全ての条件において、座位、閉眼状態で施行し、各条件の計測時間は、後の心電図の分析のため、2 分間と設定した。脳波の“ $Fm\theta$ ”は、水谷 (2004) と Sammler et al (2007) の先行研究より、音楽療法対象者の『認知的 (注意集中状態)・情緒的側面 (心地よい状態) の評価の科学的指標』として使用できると考え、生理的側面の指標として心電図・呼吸 (自律神経活動) の計測を加えた。

生体情報の計測には、日本光電製 (EEG-1100 シリーズ、解析プログラム FOCUS・QP-220A) を使用し、後の分析には、Microsoft office Excel、R を使用した。

2.4.1 脳波の測定と分析

脳波の測定は、エレクトロキャップを装着し、専用のジェルを各部位に投入して計測を行った。国際 10/20 法に従い、両耳朶連結を基準として、Fp1, Fp2, F3, F4, F7, F8, C3, C4, T5, T6, P3, P4, O1, O2, Fz, Pz の 16 部位より導出した。サンプリング周波数 1000Hz で A/D 変換し、パーソナルコンピュータ (DELL Precision PWS380) 内のハードディスクに格納した。図 1 に、脳波の測定部位を示す。

脳波の分析は、山口ら (1984) の $Fm\theta$ の定義に従った。情緒的側面の指標として $Fm\theta$ の含有量 < $Fm\theta$ の Power 値 >、認知的側面の指標とし

電極の配置 (10-20 法)

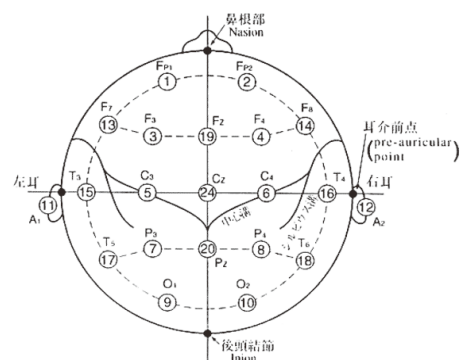


図 1 電極の配置 (10-20 法)

て Fm θ の比率 < Fm θ / 背景脳波の定量的な Fm θ 波 > を Fz に出現する 6 ~ 7Hz (周波数帯域 $6 \leq \text{freq} < 8$) の脳波より width 2048 shift256 の短時間フーリエ解析を用いて求めた。

脳波の定量的分析手法は、Leuchter と Cook ら (1994) のコーダンスの求め方に類似する。コーダンスの求め方の詳細は、脳波の絶対パワー (与えられた一つの電極でのある周波数バンドにおけるパワーの量) と相対パワー (前スペクトルに対するある周波数帯域に含まれるパワーの%) からの相補的な情報を求める方法を用いた (浅田, 2010)。

2. 4. 2 心電図・呼吸の測定と分析

心電図の測定は、心電図用クリームを電極部分に塗り、右手・左足首に心電図クリップを装着し、第Ⅱ誘導法により導出した。

心電図の分析は、取得データより R-R 間隔時系列を算出した。R-R 間隔時系列を 15 秒の重複区間を設けた上で、30 秒毎に分割し、区間毎に MEM 法を用いて周波数解析を行った。自律神経活動の分析については、R-R 間隔時系列より心拍数 (HR) を求め、副交感神経系の指標は HF 成分 (0.15 ~ 0.40Hz) の積分値とし、交感神経系の指標は LF 成分 (0.05 ~ 0.15Hz) から LF/(HF+LF) を求めた。

呼吸の測定は、鼻と口にエアフローセンサーのセンサー部分を合わせ、サージカルテープで固定し装着した。呼吸の分析は、自律神経活動との関連を調べるために、呼吸周期波形から、2 分間の呼吸数を求めた。

2. 4. 3 小集団の生体情報データにおける個人差の調整

生体情報のデータには、指標間の値の差、観測値の個人差がみられるため、元データのままで、全実験参加者の全体的な傾向を見るのが難しい。そのため、本研究では、各実験参加者の全条件の値を 0 ~ 1 に基準化したデータを生成し、各実験参加者で値の正規化を行った後に、他の分析にかけるという方法を用いた。

3. 結果

3. 1 Fm θ power・Fm θ 波と自律神経活動の関係

Fm θ power・Fm θ 波と自律神経活動の平均値の相関係数は、次のとおりである。Fm θ power は、副交感神経系 (PNS: Parasympathetic nervous system) (cor=0.578)、心拍数 (cor=0.823) と関係した。Fm θ 波は、交感神経系 (SNS: Sympathetic nervous system) (cor=0.849) と関係した。Fm θ power と Fm θ 波の各々の指標は、自律神経活動の働きが亢進と抑制の逆方向に働くことが示された (表 1 参照)。

表 1 Fm θ power・Fm θ 波と自律神経活動の相関係数

	Fm θ power	PNS	HR	SNS	Fm θ
Fm θ power	1				
PNS	0.578	1			
HR	0.823	0.929	1		
SNS	-0.505	-0.824	-0.838	1	
Fm θ	-0.597	-0.572	-0.723	0.849	1

3. 2 呼吸と各指標・各課題との関係

表 2 呼吸と各指標の関係

	breath
SNS	0.758
PNS	-0.955
Fm θ	0.426
Fm θ Power	0.021
HR	-0.849

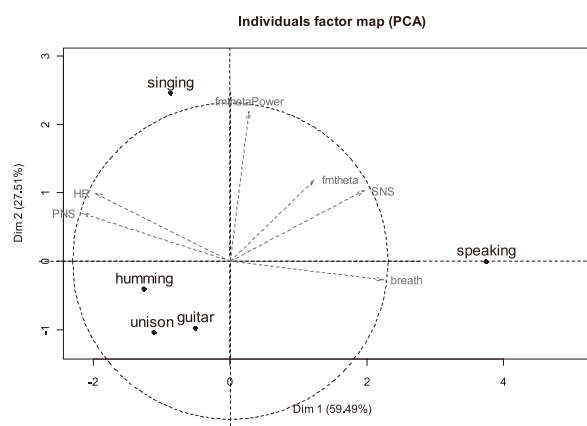


図 2 呼吸と各指標・各課題との関係

呼吸と各指標の関係については、イメージ課題において欠損値がみられたため、全ての課題と指

標との関連をみることができなかったが、歌詞を話す課題と呼吸数の増加・交感神経系の亢進・Fm θ 波の増加との関係が示された（表2・図2を参照）。

3.3 個人ごとの評価

データの基準化により、図3で示したように、異なる生理指標を統合して視覚化し、個人ごとに評価する方法が可能となった。

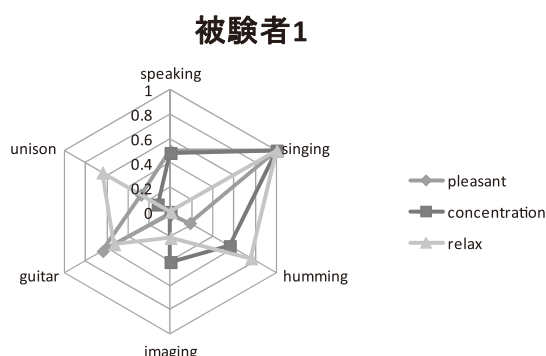


図3 個人評価のグラフ

3.4 Fm θ ・自律神経活動と各課題に関する主成分分析の結果

Fm θ ・自律神経活動と各課題に関する主成分分析の結果によると、次の様な関係が示された。独唱条件は、Fm θ powerと心拍数の増加と関係し、ハミング・ユニゾン・ギター伴奏条件は、副交感神経系の亢進と関係することが示された。また、イメージする・歌詞を話す条件は、Fm θ 波の増加・交感神経系の亢進と関係した(図4参照)。

3.5 多重因子分析の結果

次に、Fm θ ・自律神経活動と各課題に関する多重因子分析 MFA (Multiple Factor Analysis) の結果を示す。MFA は、「因子分析」ではなく、主成分分析の範疇である。

評価指標は、水谷 (2004) と Sammler et al (2007) の先行研究をもとに、Fm θ powerとHRの平均値を心地よい状態の指標として pleasant と定義し、Fm θ 波と交感神経系の平均値を注意集中の指標 concentration と定義した。副交感神経系は、生理的な鎮静化を示す指標 relax と定義した。

この手法が対象とするデータは、通常の<変数—ケース>のタイプであり、行列の形式で与えら

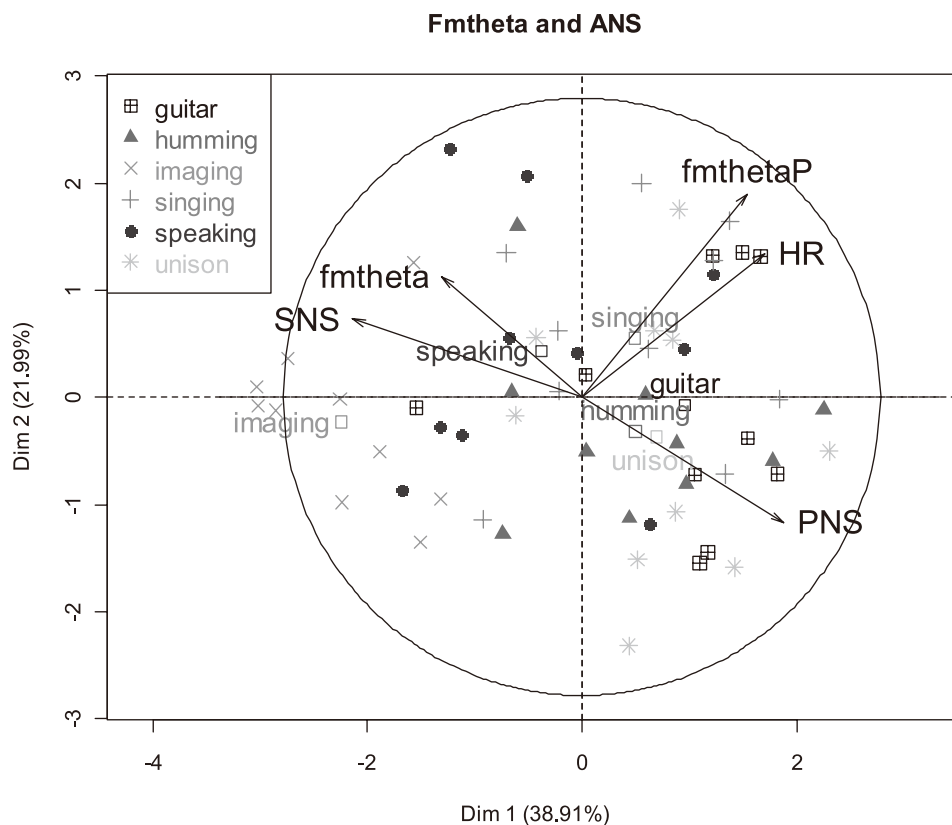
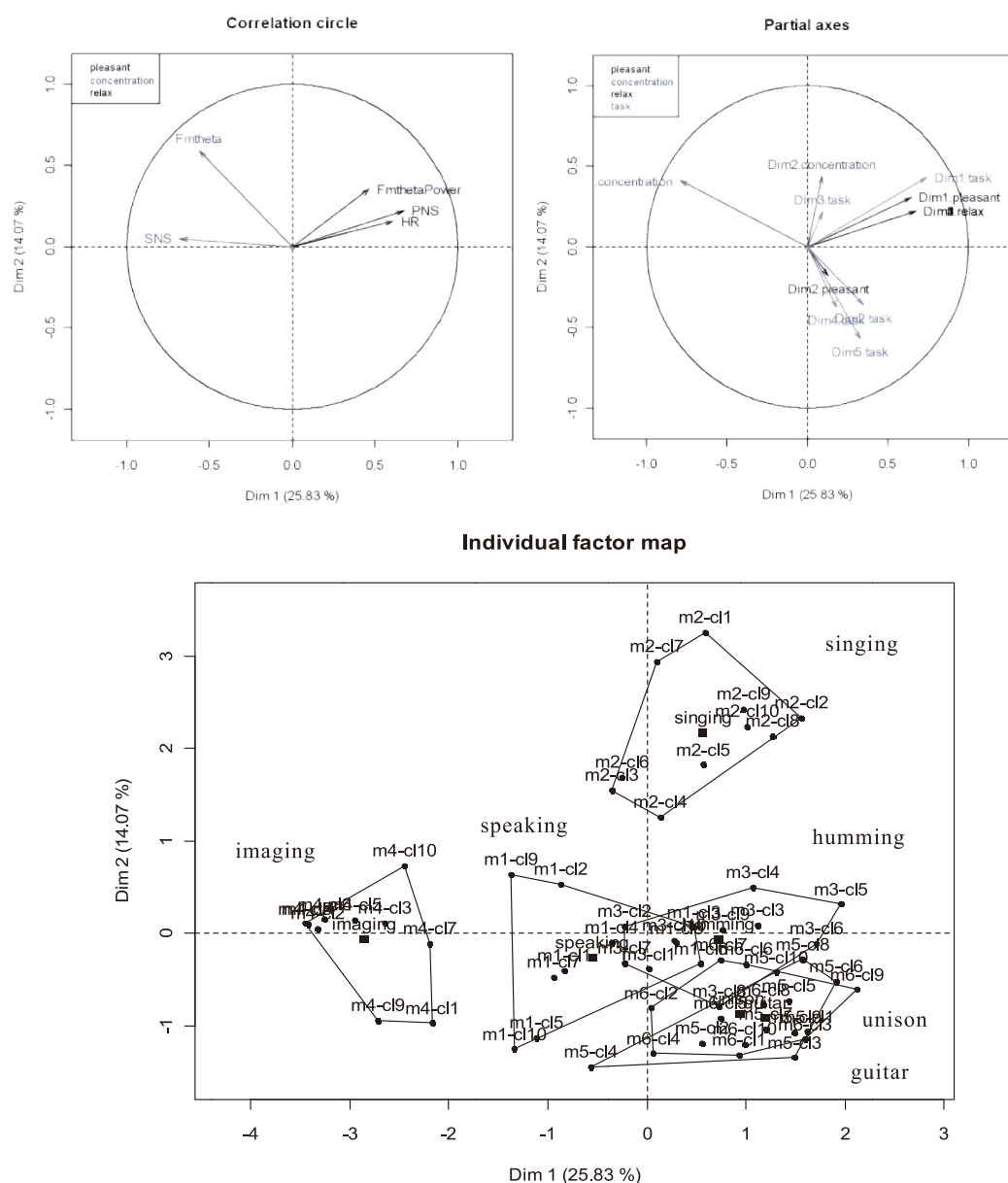


図4 Fm θ ・自律神経活動と各課題の関係 主成分分析

図5 Fm θ ・自律神経活動と各課題の関係 多重因子分析

れる。分析においては、変数をグループに分けて指定することができるという利点がある。また、そのグループは、量的変数のグループであっても、質的変数のグループであってもよく、単一の変数からなるグループでもよいとされている。これらの点から、生理指標と心理指標のデータを統合的に分析する時や、本研究の様な心地よいが集中もしているというような音楽認知に関わる複雑な構造の理解を考慮する例など、複数の指標間と課題間の関係を多重的に解釈する場合において適切な分析方法であると考えられる（矢野, 2011）。

MFA では、本研究の主成分分析の結果と水谷（2004）・Sammler et al（2007）の先行研究の指標

の用いられ方に従い、グループの定義を行った。量的変数は、Fm θ power と HR を心地よい状態の指標 pleasant と定義し、Fm θ 波と交感神経系（SNS）を注意集中の指標 concentration と定義した。また、副交感神経系（PNS）を生理的な鎮静化を表す指標 relax として定義した。質的変数は、実験課題を task と定義して分析した結果を示す（図5を参照）。

MFA の結果によると、第二主成分においては、独唱と注意集中に関する指標が関係するようになり、心地よい状態の指標が、独唱条件だけでなく、ハミング、ギター伴奏、ユニゾン条件の歌唱条件にも関係するという結果が示された。また、リラッ

クスの指標は、特にハミング条件との関係が示され、イメージや言葉を話す課題と比較して、歌唱に関する課題とリラクスの指標が関係する傾向が示された。

4. 考 察

本研究では、実験者自身が音楽療法士であることから、生演奏でより自然な歌唱を用いた個人音楽療法の形態を維持した状況下で実験的研究を行ったこと、これまで別々の指標として用いられてきた $Fm\theta$ power と $Fm\theta$ 波の双方の定量的分析の結果を考慮したことが重要な点である。また、脳波 $Fm\theta$ と、従来から音楽の生理的効果の科学的指標として用いられている自律神経活動の指標を照らしあわせることで、 $Fm\theta$ power が鎮静系と関係し、 $Fm\theta$ 波が覚醒系と関係するという、各々の指標において自律神経活動の働きが逆方向に働くことを示す結果が得られた。

呼吸数と自律神経活動、実験課題との関係においては、歌詞を話す条件と呼吸数の増加、交感神経系の亢進が関係し、歌唱条件では、呼吸が減少、副交感神経系が亢進したことが窺える。

上記の点については、今後、更にデータを蓄積し、 $Fm\theta$ に関する定量的な分析方法や、歌唱による呼吸の変化が自律神経活動にどのように影響するのかという点について、検討を重ねる必要がある。

分析結果より、本来、歌うということは、注意集中や緊張状態が関与することが予想される。しかし、本研究の結果によると、唱歌「故郷」のように緩やかなテンポで運動量の少ない馴染みの曲の歌唱では、歌詞を話すこと、イメージすることと比較すると、認知面では、注意集中に与える影響が少ないが、情緒的には、快的な刺激となり、生理的にも鎮静化された状態をもたらすことが示唆された。また、独唱条件は、快い状態と関係し、ギター伴奏、ユニゾン、ハミング条件は、副交感神経系と関係を示したことから、歌唱形態による効果の違いの傾向が示された。

これらの結果より、言葉を話すことやイメージすることと比較すると、緩やかなテンポの馴染みの曲の歌唱は、注意を喚起することよりも、情緒的高揚や生理的な鎮静化を目的とすることに意味を持つと考えられた。このような結果は、歌を用いることが、言葉のみの提示よりも楽しさや意欲を

高める働きをもたらすことや、歌によるリラクセーション効果 (Brownell, 2002; Kramer, 1978; Uhlig, 2006) を定量的に評価することに繋がる。

しかし、テンポが速く、旋律が複雑な楽曲の歌唱や激しい運動量を伴う歌唱、歌による即興演奏などにおいては、別の効果が期待される可能性があることから、他の楽曲や歌唱形態を考慮した歌唱の効果についても検証を重ねる必要がある。

ここからは、本研究により得られた仮説を、歌唱を用いた音楽療法の臨床現場でどのように生かすことができるのかという点を考察する。

まず、はじめに、ギター伴奏による歌唱とユニゾン歌唱について、これらの課題は、臨床に置き換えるとセラピストと対象者の交流的な活動であるが、共に生理的に鎮静的な効果をもたらすという結果が示された。これらの結果は、セラピストが伴奏や声で対象者に寄り添う時に、もしくは対象者がセラピストの声や楽器に注意を傾けて演奏する時に、歌唱時の呼吸やテンポが統制され、独唱よりも鎮静的な効果が促進された可能性が考えられる。主成分分析の結果では、ユニゾン課題の方がより副交感神経系の亢進と関係する傾向がみられた。今回は、音声録音データを取得していないが、今後は、時系列の呼吸データと音声録音データの間関係をみることにより、実験者と実験参加者の声や楽器の相互交流がどのように実験参加者の演奏に変化をもたらす、治療効果を促すのかという点について、明確にすることも重要課題となる。ハミング歌唱においては、心地よい状態と副交感神経系が関係したことから、ハミング歌唱により、快い落ち着いた心理生理状態になることが、安定した声の生成に良い影響を与える可能性が考えられた。これらの点から、心地よい声の獲得やリラクセーションを目的とする時に、ハミング歌唱を用いることの重要性が挙げられる。ハミングの心理的效果については、William (2011) の報告において、Beilock の研究により、ハミングが人前で何かをする前のストレス時の緊張を緩和することが示されている。

独唱条件が他の課題に比べて快い状態と関係した点については、先行研究での指標の用いられ方と対応すると、実験参加者は、一人で歌う時に最も快い状態に導かれたことが説明できる。また、MFA の結果においては、独唱と注意集中状態が関係する傾向が示されたことから、独唱では、他

の歌唱条件よりも歌詞や自分の声に注意が働く可能性が示唆された。

従来の歌唱を用いた臨床過程においては、言語療法的アプローチ、発声学に基づく教育的アプローチ、対象者とセラピストや対象者と他者による声と声、声と伴奏などの相互交流に重きがおかれる傾向にある。しかし、音楽療法の中にみられる歌唱の中で、セラピストが声や楽器で対象者を快い状態に導くという役割を担うことも重要な要素ではあるが、対象者自身の歌声を尊重し、無伴奏により対象者自身が心地よいと思う声を自由に創造することにより、対象者が自らを癒すような時・空間を共有することが、声による治療効果を導くことに繋がると考えられる。ケーススタディでは、対象者自身の声を用いて快い感情へと導いたことが、後のコミュニケーションとして声を用いることへの意欲の向上に繋がり、声の模倣が自閉症児の言語能力の緩やかな発達を支援したという症例が報告されている (Uhlig, 2006)。本研究は、対象者自身の声による心地良い体験が、対象者のコミュニケーション能力の側面に働きかけるという臨床例の科学的根拠の構築に役立てることができると考えられる。

また、筆者自身が、実際の臨床における歌唱を用いた音楽療法を行う中においては、音楽療法の後に、日常生活の中で対象者の歌唱行動が増えたという報告を聞くことがある。このことは、セラピーを通して歌唱という行為が対象者自身を癒す手段となり、対象者自らが自己治癒的な働きを持つ新しい習慣を発達させたことを意味する。このように、日常的に自らの声により自らが癒される心地よい体験を創造することを目的することは、運動の側面に働きかけるリハビリテーションや技術の向上を目的とする音楽教育、音楽演奏と異なる目標を持った、音楽療法内で用いられる対象者の持つ声の効果を生かした治療的な要素となる。

このように、歌唱を用いた音楽療法の効果を示すためには、量的な側面だけでなく、音楽療法場面と日常生活場面の対象者の表現行動の変化を調査するための質的研究が必要となる場合がある。筆者は、音楽療法場面での認知・情緒・生理的側面における良好な変化が、療中・療法後の対象者の言語・音楽表現の変化と、生活場面での社会性の変化にどのように影響するのかという点に注目している。今後は、本研究で使用した認知（注意集中・没頭状態）・情緒（快い状態）・生理（覚醒・

鎮静）的側面の定量的評価、対象者の言語・音楽表現と社会性の側面に関する質的評価を併用した臨床応用研究を遂行する予定である。

分析方法については、複数の量的・質的指標を統合的に分析する場合、本研究の様に、実験参加者内でデータの基準化を行うことや、各指標間の関係が先行研究などにおいて示されている場合は、指標をグループ化し、MFA にかけることにより、それぞれの指標の意味付けや多重関係を考慮した結果をみることができる。従来の科学研究法は、臨床前・臨床後のデータを全て揃えてから、基準化を行い検定することが主流であった。しかし、音楽療法の臨床場面では、短期・長期的なビジョンの経過観察により、仮説を重ねながら臨床を進めていく過程が重視されることから、本研究の分析方法を用いて、臨床毎に得られたデータを基準化し、その時その時の個人、集団における複数の心理・生理状態を統合的に把握しながら、後の臨床に生かしていく様な、仮説設定を考慮した評価方法が適しているのではないかと考える。本研究の分析手法は、今後、音楽療法の質的・量的双方の多様な観察点を総合的に評価し、仮説設定を行う段階において活用できる方法である。

音楽療法の臨床研究は、量的研究と質的研究が独立した形で実践・研究がなされており、現段階において学際的視点の体系的な研究方法は確立されておらず、様々な研究法が試されている状況にある。音楽療法のエビデンスを獲得するためには、臨床場面と実験的研究の齟齬の問題を解決し、音楽療法の臨床にみられる独特の考え方、見方を形態化した臨床構造に基く科学研究法が必要と考える。今後は、本研究で考慮した個人ごと小集団での定量的評価と、伝統的な質的研究の両視点の情報を蓄積・分析することにより、現場の音楽療法士が音楽療法の対象者や臨床の形態・目的に合わせた臨床評価方法の検討を行い、細かい仮説を重ねながらデータを構築し、臨床研究法が確立した時点において、評価指標を統一した上での大規模な臨床応用研究を行うことが望まれる。

また、脳波 Fm θ 波の出現率は、8～11歳の若年層で最大となる傾向が示されているが、詳しい統計値の報告はなされていないことから（堀，2008）、歌唱を含めた音楽演奏に関わる認知・情緒・生理的な機能と発達年齢の關係に注目した基

礎研究を行うことも今後の課題である。

現在は、心身に障がないの健康な人を実験参加者としたが、将来的には、遠隔的に計測できる手法などを用いて、できるだけ音楽療法の臨床過程を忠実に再現する形態の中で、音楽療法の対象者の中でも認知・コミュニケーション障がい領域、情緒障がい、注意障がい、気分障がい、不安障がい領域の対象者に注目した臨床応用研究を行う予定である。

謝 辞

本研究を遂行するにあたり、多方面からのアドバイスをいただきました、同志社大学文化情報学部、武庫川女子大学音楽学部の諸先生方、長時間の実験にご協力いただきました実験参加者の皆様に、心より感謝申し上げます。

文 献

- 浅田博 (2010). Fm θ 研究の最近の動向, 臨床脳波, 52, No.1, pp.50-57.
- 浅田博 (1986). 過呼吸賦活と Fm θ , 脳波と筋電図, 14, p.91.
- Brownell, M. D. (2002). Musically adapted social stories to modify behaviors in students with autism: Four case studies. *Journal of Music Therapy*, 39, pp.117-144.
- Diane Austin · Felicity Baker · Sylka Uhlig (2011). *Voicework in Music Therapy: Research and Practice*, Jessica Kingsley Pub, pp. 41-62.
- 百々尚美・柿木昇治 (1994). コンピュータゲームと Fm θ の出現, 臨床脳波, 36, pp.243-247.
- 林 博史 (1999). 『心拍変動の臨床応用—生理的意義, 病態評価, 予後予測—』, 医学書院, pp.28-35.
- 久恒辰博 (2009). 『シータ脳を作る 人生を成功に導く脳波の出し方』, 講談社.
- 堀忠雄 (2008). 『生理心理学 人間の行動を生理指標で測る心理学の世界 基礎編 12』, 培風館, pp.71-105.
- 石原務・出海光子 (1975). Fm θ と想像的課題, 臨床脳波, 17, pp. 381-384.
- 石原務 (1987). 安静時に出現する Fm θ と精神活動, 臨床脳波, 29, pp.522-525.
- 石川智治他 (2008). 深い感性の客観評価指標の検討—音再生における評価語と生理特性との関係—, 感性工学研究論文集: 感性工学, 7(4), pp.727-732.
- Kramer, S.A. (1978). The effects of music as a cue in maintaining handwashing in preschool children. *Journal of Music Therapy*, 15, pp. 136-144.
- Leuchter AF · Cook IA · Lufkin RB et al. (1994). Cordance: a new method for assessment of cerebral perfusion and metabolism using quantitative electroencephalography. *Neuroimage*, 1, pp. 208-219.
- Michael H. Thaut. (2006). 三好ら (訳). 『リズム, 音楽, 脳: 神経学的音楽療法の科学的根拠と臨床応用』, 共同医書出版社, pp.60-72.
- Mizuki Y, et al. (1984). Appearance of frontal midline theta rhythm traits. *Folia psychiatric et Neurologica Japonica*, 38, pp.451-458.
- 水谷充良 (2004). 『新 生理心理学 2 巻 心理生理学の応用分野』 宮田洋 (監修), 北大路書房, 5 章, pp.40-53.
- 水木泰他 (1980). Fm θ 出現に及ぼす薬物の影響, 臨床脳波, 22, pp.332-336.
- Mukasa, H. (1980). The influence of alcohol on the appearance of frontal midline theta activity. *Folia Psychiatric et Neurologica Japonica*, 34, pp.1-8.
- 村井靖児 (2008). 音楽療法におけるところ・わざ—音楽療法と脳科学—, 日本音楽療法学会誌, Vol.8, No.2, pp.103-108.
- 坂本奈津江他 (1997). ピアノ演奏中に認められる脳波上の変化について Fm θ 波を中心として, 日本バイオミュージック学会誌, Vol.14, No.2, pp.157-166.
- Sammler D, et al. (2007). Music and emotion: Electrophysiological correlates of the processing of pleasant and unpleasant music. *Psychophysiology*, 44(2), pp.293-304.
- 佐藤弥他 (2000). Fm θ 出現時における自律神経活動の変化, 42(2), pp.103-107, 臨床脳波.
- Sylka Uhlig. (2006). *Authentic Voices -Authentic Singing: A Multicultural Approach to Vocal Music Therapy*. Barcelona Publishers.
- 篠崎和弘・石井良平・鶴飼聡 (2002). Fm θ 波の脳内電流源, Vol.44, No.10, pp.664-668, 臨床脳波.
- 谷嘉代子 (1978). 作業への動機づけ Fm θ , 20, 臨床脳波, pp. 115-120.
- William Harms. (2011). A change in perspective could be all it takes to succeed in school -Study finds stress boosts performance for confident students, but holds back those with more anxiety-. *U Chicago News* <<http://news.uchicago.edu/article/2011/08/09/change-perspective-could-be-all-it-takes-succeed-school>> (August 9, 2011).
- 矢野環 (2011). Rcmdr のプラグイン (5) -FactoMineR ⑤ MFA-, ESTRELA, 財団法人 統計情報研究開発センター, 2011 年 12 月号.
- 山口雄三・石原務・水木泰 (1984). Fm θ の定義・判定基準について, 脳波と筋電図, 12, p.87.