

# 琉球大学学術リポジトリ

解説：脳波が私たちに教えてくれること —精神生理学的にみた子どもの発達と音楽の活用—

メタデータ	言語: 出版者: 琉球大学教育学部 公開日: 2007-07-18 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 緒方, 茂樹, Ogata, Shigeki メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/20.500.12000/1028">http://hdl.handle.net/20.500.12000/1028</a>

# 解説：脳波が私たちに教えてくれること —精神生理学的にみた子どもの発達と音楽の活用—

緒方 茂樹

The Meaning of EEG

—Psychophysiological Review of Child Development and Music—

Shigeki OGATA

はじめに

本稿は、「精神生理学（生理心理学）Psychophysiology」的な観点からみた子どもの発達と障害について考えるために、特に私たちが脳波から知りえる事柄を中心テーマに据えて、さらに音楽鑑賞との関わりを例にとりながら、できるだけわかり易くまとめたものであります。脳波については、近年音楽鑑賞との関わりが指摘され、マスコミをはじめとするさまざまなメディアから「アルファ波」に関する情報が流されています。例えば「アルファ波音楽」というようなものが氾濫し、「癒し」や「リラックス」という言葉が盛んに使われていることはよく知られた事実です。アルファ波が出現すれば、すなわちリラックスした状態であるというような内容のことがまことしやかにいわれ、アルファ波という名を利用して様々な商品が売られています。しかし、脳波というものは精神生理学的な手法を用いた研究領域でよく用いられる指標ですが、記録の方法や得られた資料の分析、判定については様々な技術と経験が必要とされます。また先行研究<sup>1)</sup><sup>10)</sup>や私たちが過去に行ってきた研究の結果から、特に音楽鑑賞時の脳波の変化は決して単純なものではなく、実験デザインの設定はもちろん、眠気の問題を含めた覚醒水準の判定や、鑑賞に対する心理的な構えの相

違、あるいは個人のもつ好みなどが十分に考慮されるべきものであることが明らかになっていきます<sup>2)</sup><sup>5)</sup><sup>6)</sup><sup>7)</sup><sup>8)</sup>。すなわち、音楽鑑賞時などにみられるアルファ波の出現と、人間の心身の「リラクゼーション」との関連は必ずしも一対一に対応しているとは限らないといえます。また音楽に関わる教育的な側面のひとつとして、学校現場などにおける実践的な音楽の活用があげられます。特に障害児教育の分野においては、様々な教育活動の中で音楽を活用した取り組みが数多く行われており、音楽が子どもに好まれ、さらに教育的な効果が高いことが知られています<sup>4)</sup><sup>13)</sup><sup>15)</sup>。しかしその一方で、音楽が子どもの発達に対して効果を与える理由は何か？音楽のどの要素が子どもの好ましい反応を引き起こすのか？などについての基礎的な理論背景はまだ見いだされているとはいえないのが現状です。

本稿ではこれらのことを踏まえて、特に障害児教育という範疇に絞りながら、大きく三つの観点から解説をします。まず第一部では基本的な内容として、子どもの成長・発達と障害について精神生理学的な観点から概説します。次に第二部では、脳波から分かることについて具体的な資料を示し、特にアルファ波の変動がもつ意味について詳しく解説します。最後に第三部では、音楽が脳波に与える影響とその効果について、私たちがこれまで

に行ってきた実験的検討と得られた所見について示し、今後の臨床場面への応用の可能性について改めて考え直してみます。これらのことを通じて最終的には、障害児教育における音楽の活用に関わる精神生理学的な研究アプローチの方法について考えていこうと思います。

## 第一部 子どもの成長と発達

### 1. 健常な子どもの成長と発達

子どもは赤ちゃんの時代から乳幼児期、児童期さらには青年期へと、年齢を重ねるに従って成長していきます。ここでいう成長とは単なる身体的な発達のみならず、心理的な面での発達や社会的な面での発達も含めた大きな概念であるといえます。例えば社会的な発達の面を考えてみると、一般に乳児期には自分一人だけの世界から保護者（特に母親）との対人関係が最初に作られ、少しずつその他の人たちとの関係を形成しながら世界を広げていく過程が考えられます。幼児期には他人との関係を形成するために、時にはおもちゃの取り合いでけんかをしたりすることもあります。それは社会的な面での発達を促すために重要なステップのひとつであると考えられます。これらのことから、乳幼児期における療育機関（保育所、幼稚園、通園施設など）では、それぞれの年齢に相応の発達を促すような対応がなされています。その後、子どもたちは身体的な成長とともに児童期を迎え、学校教育を受けるようになり、さらに思春期を迎える青年期には、生理的にも心理的にも様々な変化を体験することになります。不登校が急増するのもこの時期からであることが知られています。この青年期は子どもにとって生理的な面からも、心理的な面からも大人になっていくためのひとつの大きな節目であるといえます。

### 2. 障害のある子どもの成長と発達

先に述べたように、療育機関や学校教育の場面ではそれぞれの年齢に相応の発達を促すような対応がなされています。しかし当然の事ながら、これらの発達のスピードには個人差があります。このことは特に幼児期や児童期前半において顕著であり、各々の子どもに個性があるように発達のス

ピード（発達段階）にも大きな個人差があると考えられます。子どもたちと対応する教職員はこのことを常に念頭におきながら、集団の全体を見渡すと同時に「個に応じた対応」、すなわちそれぞれの子どもに期待される発達を促す対応を考えていく必要があります。このことは近年、様々な課題を抱えている普通学校における教育の場面などにおいて、今後特に強く求められることであると考えられます。

学校教育の場面に限ってみると、子どもの教育場面は通常の学級で行われる普通教育と、養護学校や特殊学級で行われている障害児教育（特殊教育）とに大別できます。障害児教育の世界ではそれぞれの子どもがもっている障害に応じた、特別な教育的ニーズ（Special educational needs SEN）に対応した教育がなされています。ここで障害児教育の世界には、身体的な障害を伴う「肢体不自由」、盲、ろう、言語障害などの「知覚障害」、知的障害や情緒障害などの「発達障害」があります。ひとくちに障害児といっても、障害の種別や障害の程度の違いはもとより、複数の障害が重複している場合も多くみられることから、きわめて多様であるといわざるをえません。最近では我が国においても障害種別にとらわれずに、一人ひとりの子どもの自己選択、自己決定、自立・社会参加を目指した「特別支援教育」の重要性がいわれるようになっており、「特殊教育」から「特別支援教育」への移行を図ることが求められています。本稿では特に、多くの場合に知的な障害を伴う「発達障害」に焦点を当てながら、子どもの発達と障害について考えていこうと思います。

実は先に述べた「個に応じた対応」ということは、普通教育の世界では比較的最近いわれだしたことです。障害児教育の世界では子どもの状態が多様であることも相まって、古くからいわれ続けていることです。「個別の指導計画」あるいは「個別の教育支援計画」の作成についても早くからその重要性が指摘されてきました。特に発達障害の子どもたちに対する教育場面では、同じ年齢であってもその発達のスピードの違いが大変大きくみられるのが普通です。担当の教職員は、一人ひとりの子どもの発達段階を見極めながら（いわゆる実態把握をしながら）、その子どものよりよ

い発達を促すような教育的対応を考え、毎日の取り組みを行っています。例えば自閉（症）児の場合、人とのコミュニケーションをとることが苦手な場合が多くみられますが、その中には言葉は話せないけれども人の話は理解できる子もいますし、その逆の子もいます。一方で言葉も話さず、人の話の理解も難しい子がいるのも事実です。担当者は、その子の発達の様子を見極め、実態に応じて絵カードやサイン言語などを活用しながら、スモールステップの原則を守り、コミュニケーションの発達を促していきます。子どもの実態にもよりますが、このような取り組みを粘り強く積み重ねていくことで、子どものコミュニケーション能力は徐々に高まり、それに伴って対人関係などの他の面についても少しずつ発達、改善していきます。

一方発達障害の場合には、心理的な発達のスピードは生理学的な身体発達のスピードに比べて相対的に遅いことが多いようです。すなわち、心理面での発達が身体面（生理面）の発達についていけない可能性があるということです。障害の有無を問わず青年期にかけては思春期を迎え、特に身体的あるいは生理的な面に大変大きな変化がみられます。先に述べた心理面や社会面における発達のスピードと、この生理面の発達のスピードにギャップができやすい青年期は、特に様々な問題が生じやすい時期であるともいえます。例えば自閉（症）児の場合、内的（生理的、心理的）あるいは外的（環境など）変化に対して、ケースバイケースに対処することが苦手であることが多くみられます。そのために青年期を迎えてから急に、てんかんなどの発作を起こしたり、パニックと呼ばれるかんしゃくが増えたりすることもあります。また、この思春期における急激な身体面の成長に、薬物のコントロールが追いついていかないことも少なくありません。青年期における教育的対応は、普通教育、障害児教育を問わず子どもの自我の芽生えを大切にしながら、特に慎重になされる必要があります。

### 3. 精神生理学的にみた子どもの成長と発達

ここからは子どもの全般的な発達を「脳の発達」として捉え直してみます。なぜならば、脳の発達は身体面の発達であると同時に、とりもなおさず

心理的な面や社会的な面での発達にも密接な関係をもっていると考えられるからです。例えば心理学の世界では以前から、快・不快や喜怒哀楽に代表される人間の情動の変化を、血圧や心拍数などの生理的な指標の変化として客観的に捉えようと努力してきました。このことは、緊張することによって口の中が乾くように、人間の心理面（情動）の変化と生理面の変化が表裏一体のものであり、互いに密接に関係しているという事実に基づくものです。このように人間の心理面と生理面の深い関わりに焦点を当てた研究は精神生理学（生理心理学、Psychophysiology）と呼ばれ、20世紀以降、急速に発展してきた研究領域です。この精神生理学の領域では、生理面を表す指標として脳波や心電図などに代表される電気生理学的な指標を用いることが多く、近年のエレクトロニクスの進歩に伴ってより詳細なデータの収集と解析が可能となってきました。特に脳波については、どのようなメカニズムで発生しているのかについてなお不明な部分が多いものの、精神科領域で長く利用されてきたことからデータの蓄積も豊富であり、人間の覚醒水準やてんかん性の発作波の有無、あるいは脳の機能の一部を知る手がかりとしてきわめて有用な指標であるといえます。医学の臨床場面において、MRI（Magnetic Resonance Imaging）などの画像診断や画像処理が全盛の現在にあっても、てんかんの診断などに脳波の記録が欠かせない方法論のひとつであることには変わりはありません。

## 第二部 脳波が私たちに教えてくれること

### 1. 子どもの発達に伴う脳波変化

子どもは身体的な成長に伴って、生理的、心理的さらに社会的にも発達していきます。脳についても同様に発達していくことが知られています。例えば、約140億あるといわれる脳の神経細胞は成長するに従ってネットワークを広げ、発達に伴って複雑な神経回路を形成していきます<sup>10)</sup>。このことは、成長するに従って変化していく脳波の様子からも垣間見ることができます。ここでいう脳波とは脳の神経細胞の活動をマス（一括）として総体的に捉え、頭皮上から電氣的に記録されたもの

を指します。脳波は百万分の数十ボルトの電圧であることから、頭皮上に電極を貼り付けて脳波計という特殊な増幅器を用いて増幅し、さらにペン書き装置で横軸に時間を、縦軸に電圧をとった波の形として記録されます。このように脳波とは読んで字のごとく、「波」の形をして記録されますが、成長に伴う発達や、眠気などによる覚醒水準の変化などによってその波の様子が違います。脳波の発達に限ってみれば、成熟した大人の脳波を示すのはおおよそ16歳以降とされています。従って、生まれたばかりの赤ちゃんの脳波と6歳児の脳波では、明らかに異なった波の様子を示します。このことは、子どもの脳波というものはその成長に伴って少しずつ大人の脳波に近づいていくことを示しており、脳の成熟に伴って脳波もまた変化していくことを表しています。同様に精神科領域では、てんかん性の発作波とよばれる異常波が子どもの成長に伴って少しずつ減少し、脳波全体が改善されていく例もみられます。

それでは先に述べた発達障害の子どもの場合には、脳波の変化はどのように起こるのでしょうか。このことについては様々な障害の種別や程度が考えられなければならないので、その様子は一概ではありませんが、例えば知的障害の子どもの場合などでは発達のスピードは遅いものの、明らかに脳波も発達していく様子が観察されています<sup>3)</sup>。このことは、成長に伴う基本的な脳波の発達が、スピードの違いこそあれ、どの子どもにも必ずみられることを示しています。脳波の発達が脳の成熟を表すひとつの指標であるとするならば、脳波の発達の様子からその子どもの生理的、心理的発達の様子もまた推測することができるかもしれません。このことから、障害児教育の分野で精神生理学的な研究アプローチをすることは未だ困難な面も少なくないのですが、別稿<sup>13)</sup>で述べたように将来的には学校現場のようなフィールドにおける基礎的研究も必要になっていくものと考えられます。

## 2. 基礎律動と異常脳波、誘発電位

先に脳波の発達についてその概要を述べましたが、ここでは改めて脳波から何を知ることができるのかを考え直してみたいと思います。脳波は、

その見方によって基礎律動と誘発電位とに大別できます。ここで小さな池を思い浮かべてください。名前を「脳の池」とでもしておきます。その池が脳であったとすると、表面には常に小さなさざ波がたっていると思います。このさざ波にあたるものが基礎律動とよばれるもので脳神経細胞の全体的な活動を表し、人間が生きている限り、常に休むことなく記録できます(図1-A)。このことから基礎律動は、後で述べる誘発電位に対して自発脳波ともよばれています。逆にいえば、この脳波が観察されなくなったということは脳の活動が停止したこととみなされ、近年盛んに論議されている「脳死」などの判定に用いられています。臨床場面において熟練した専門家は、この基礎律動を視覚的に観察することで、覚醒水準の変化や発達の程度、さらにてんかん性の発作波の有無などについて知ることができます。ここで、てんかん性の発作波としては、突発性異常脳波とよばれる特殊な波形があげられます。この異常波の出現はてんかんに関わる場合が少なくないのですが、このような異常波が観察されたことだけで、直ちにてんかんであるという診断がされるわけではありません。

次に先に思い浮かべた「脳の池」に石を投げ込んだ状況を考えてください。石を投げ込んだことで、池の上に波紋ができたと思います。この波紋にあたる脳波が誘発電位とよばれるものです(図

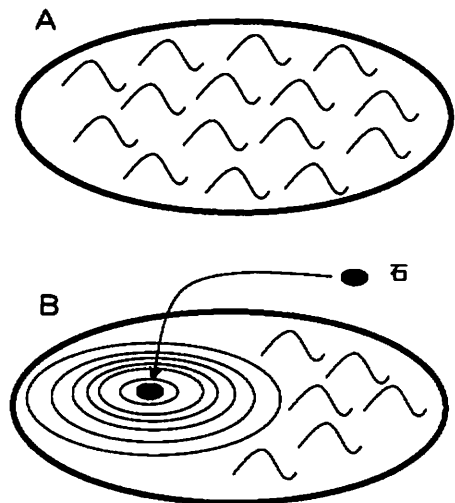


図1. 脳の池 (A: 基礎律動、B: 誘発電位)

表1. 脳波の周波数帯域

デルタ ( $\delta$ ) 波	シータ ( $\theta$ ) 波	アルファ ( $\alpha$ ) 波	ベータ ( $\beta$ ) 波
0.5~3 ヘルツ	4~7 ヘルツ	8~12ヘルツ	13~30ヘルツ

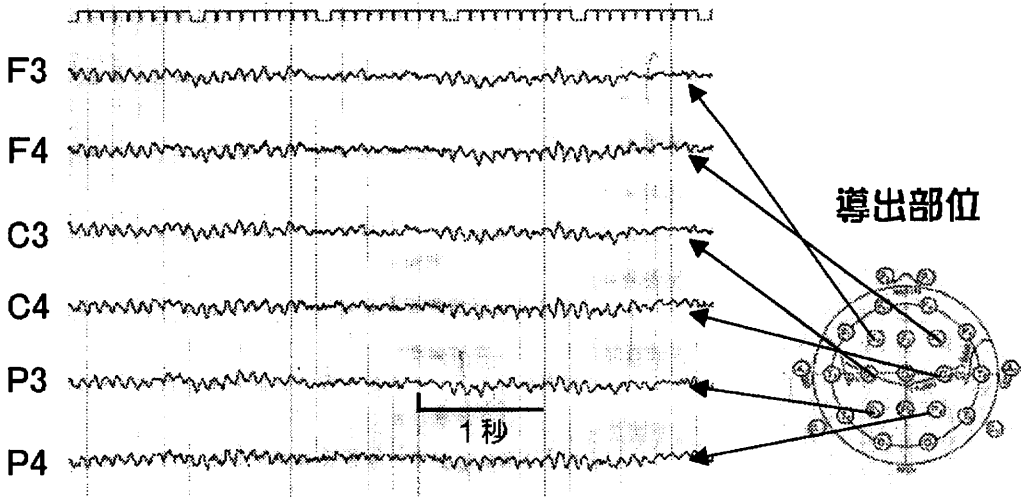


図2. 覚醒安静閉眼状態とアルファ波

1-B)。この誘発電位は実験的な場面で用いられることが多く、視覚刺激や聴覚刺激などを人間に与えることで意図的に脳波上に変化を起こさせ、その変化の様子から刺激をどのように人間が受け取っているかを知ろうとするものです。また、近年盛んに行われている実験的な検討として事象関連電位がありますが、これもまた誘発電位と同じ考え方によるものです。ブザーのような単純な聴覚刺激を呈示するのではなく、音程の異なる複数の音を混在させる、音の強さを変えるなど、与える刺激のモダリティ（種類）を様々に工夫することでより高次の脳機能を探ろうとする方法のひとつです。

### 3. アルファ波と覚醒水準

具体的な脳波の様子について、ここでは特にアルファ波を中心にみながら説明を進めていきます。脳波は電氣的に記録された「波」として観察されますが、先の「脳のパル」の場合でもそよ風が吹いているときにはさざ波がたっていますが、強い風が吹いた時には大きな波がたっているでしょう。

このことは脳波についても同様で、眠気などの人間の状態によって波の様子は大きく変化します。脳波は様々な波が複合して形成されていますが、基本的にはひとつひとつの波の幅（周波数：単位はヘルツ）と高さ（電圧：単位はマイクロボルト）のふたつの情報をもっています。例えば10ヘルツの脳波はアルファ波と呼ばれ、1秒間に波が10個出現する場合を指します。脳波の場合には特にこの周波数の情報が重要視されていて、その周波数の帯域ごとに名前がつけられています（表1）。これらの周波数の波が混ざり合いながら脳波は構成されているのですが、人間の状態によって優位な脳波の周波数成分（どの帯域の脳波が多く含まれるか）というものが決まってきます。例えば、ぐっすりと眠った時には、デルタ波が優位に出現することが知られています。シータ波は、眠気から浅い睡眠にかけて優位に出現する波です。また一般的に名前がよく知られているアルファ波は、「安静にして醒めており、さらに目を閉じた状態」、すなわち「覚醒安静閉眼時」に優位に出現します（図2）。しかしこのアルファ波は、目を開けたり、

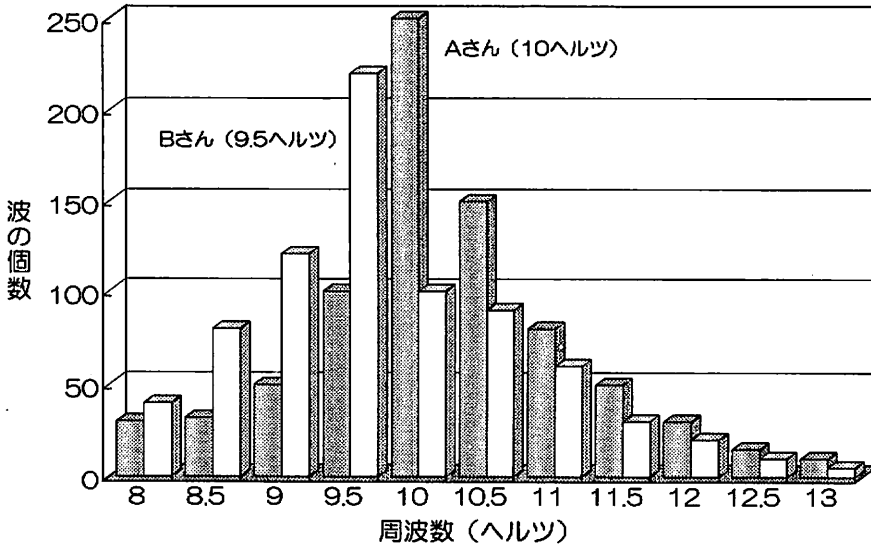


図3. アルファ波の中心周波数 (2名を比較して)

眠くなったり、さらには緊張が高まったりした場合には逆に出現しにくくなります (アルファ波抑制)。ベータ波は様々な条件で他の帯域の脳波に混在しますが、覚醒時に目を開けた場合のように、アルファ波が抑制された時などに多く観察されます。

このように、基礎律動を観察することで人間の覚醒水準を正確に知ることができます。中でもアルファ波はその出現の様子を詳細にみることで、微妙な覚醒水準の違いを推定できるきわめて有効な指標であるといえます。しかし、アルファ波の量の増減について検討する際には、後述する初期値の法則などを考慮しながら常に相対的な見方をする必要があります。さらにアルファ波の変化から微妙な覚醒水準の違いを推定するには、コンピュータなどを用いて詳細に周波数解析を行い、中心周波数の変化などをみることが必要となります。

### 3-1. アルファ波の中心周波数

アルファ波は10ヘルツ (Hz) を中心に、8から12ヘルツの間の周波数をもつ波の総称です。すなわち8ヘルツであっても12ヘルツであっても同じアルファ波と呼びます。このアルファ波は、子どもの場合には8ヘルツ前後の遅い周波数を示しますが、成長するにつれて周波数が徐々に速くな

り (脳波の発達)、個人差はありますが、大人の場合おおよそ10ヘルツ前後が優位となります。この優位なアルファ波の周波数を「中心周波数」と呼びます (図3)。また後述するように大人であっても、眠気をもよおすとわずかにアルファ波の中心周波数が遅くなることがあります。

### 3-2. アルファ波の部位差

頭皮上の部位ごとにアルファ波の出現の様子は微妙に違うことが知られており、多くの場合では後頭部の電圧が最も高く (アルファ波の後頭部優位)、さらに中心部から前頭部にかけて広がっていきます (図4)。このことは脳の機能局在 (脳のある決まった場所に視覚など決まった機能が存在していること) に密接な関係をもっていると考えられます。このアルファ波は、目を閉じている状態であれば大多数の人にみられますが、中にはほとんどアルファ波の出現がみられない人もおり、中心周波数や出現量には個人差がみられます。アルファ波は「覚醒安静閉眼時」に出現しやすい波ですが、この状態ではデルタ波やシータ波はほとんどみられず、ベータ波が混在しながらもアルファ波が正弦波のように連続ながら出現し続ける様子が観察できます。

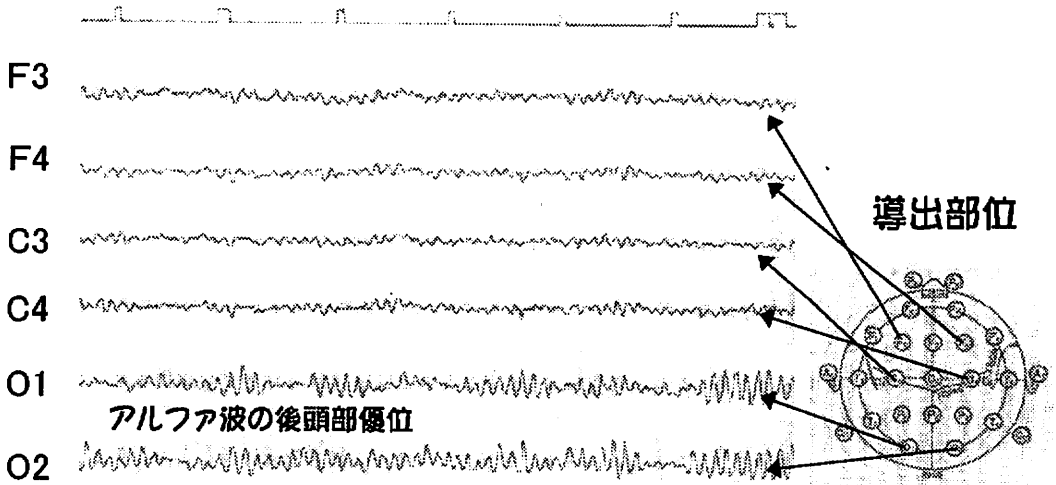


図4. アルファ波の頭皮上における部位差

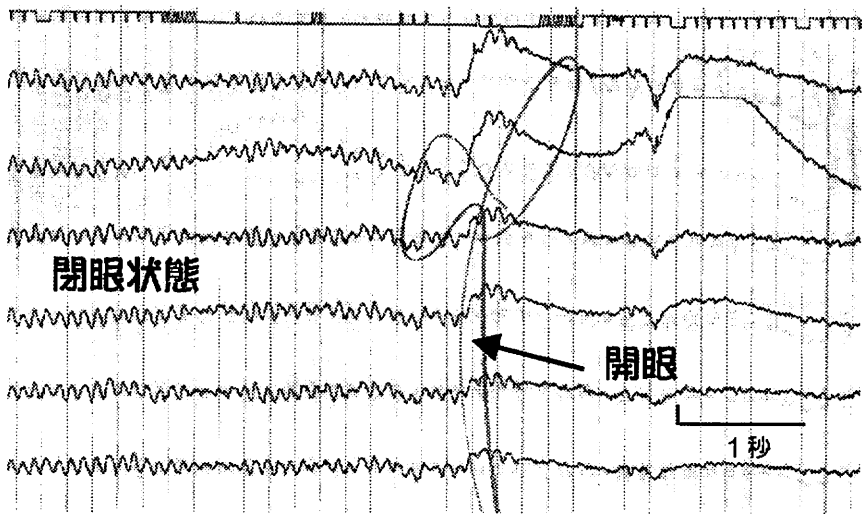


図5. アルファ波とその抑制

### 3-3. アルファ波抑制

アルファ波抑制については先に触れましたが、目を開けたり、閉眼時であっても極度に興奮したり、緊張するとアルファ波は出現しにくくなります(図5)。このことから、脳波研究の黎明期にはアルファ波抑制は覚醒水準の上昇を意味すると考えられました。すなわち強い緊張や怒りのように覚醒水準が必要以上に上昇すると、アルファ波は減少するということです(過覚醒)。このこと

から「覚醒安静閉眼時」に暗算をさせるとアルファ波抑制が生じる場合があります。しかし一方で、私たちの経験の範囲内では相当複雑な暗算をさせてもアルファ波の抑制が観察されないこともありました。同様に悪臭を嗅いだときのように被験者にとってきわめて不快な条件下においても、「覚醒安静閉眼時」であれば多くの場合アルファ波の抑制はみられませんでした。このことから、アルファ波の出現している状態が常に心理的な面から



## 覚醒安静閉眼時 眠気の状態（睡眠ステージ1）

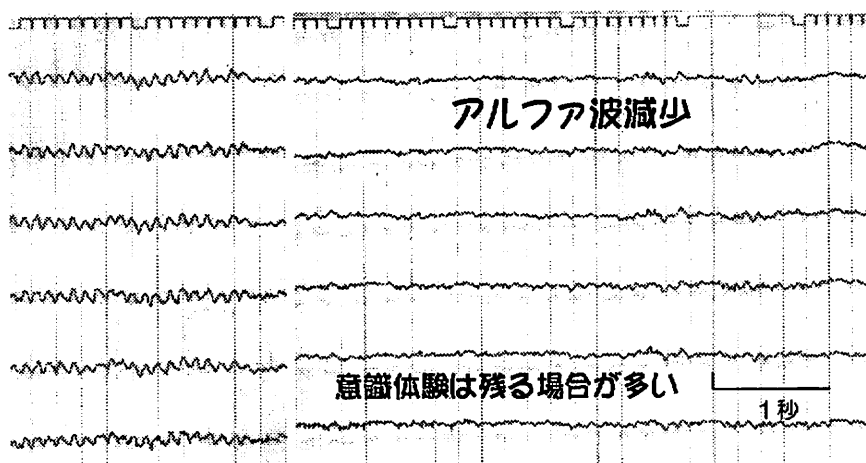


図6. 覚醒水準の低下とアルファ波の減少

みて「心地よく快の状態」に対応しているとは限らないことを示していると考えられます。これらのことから、視察的にみた範囲内においてアルファ波は覚醒水準の低下（眠気）にはきわめて鋭敏な変化を示しますが、それ以外の場合ではむしろ変化が捉えにくい脳波ではないかと考えられます。

### 3-4. 覚醒水準の低下とアルファ波

アルファ波は覚醒水準の低下、すなわち眠気に対してきわめて鋭敏に変化を示し、この変化は視察的にも明らかに観察されます。例えば「覚醒安静閉眼時」から眠気が生じ、覚醒水準が低下しはじめるとアルファ波は徐々に出現量が減少し、さらにうとうとしたような状態から浅い睡眠の状態になるとアルファ波はほとんどみられなくなります（図6）。このような状態では、アルファ波の代わりシータ波の出現が増加してきます。このことから、視察的に睡眠段階を判定するための国際判定基準では、覚醒から睡眠に至る過程を判断するためにこのアルファ波の出現量を基準としています。この国際判定基準<sup>12)</sup>によれば、例えば20秒間をひとつの判定区間として定め、アルファ波の出現量がその区間全体の50%を下回った場合には、ステージ1（睡眠の第一段階）と判定し、覚醒段階（ステージW）とは区別しています。コンピュータなどを用いて詳細なアルファ波の周波数解析を

行うと、覚醒水準の低下に伴ってアルファ波の電圧が低下することがわかります。さらに最もアルファ波がよく出現しているときの中心周波数（例えば10ヘルツ）に比較して、眠気があると優位な周波数も減少する（例えば9.2ヘルツに減少）こともわかります。このように覚醒水準の低下とアルファ波の出現はきわめて密接に関係しており、視察的には同じようにアルファ波が観察されている状態であっても、本人の覚醒水準にはある一定の幅があり、微妙な意識水準の相違が生じている可能性を考えることができます。

### 3-5. 初期値の法則

ここからはアルファ波の増加が意味することを考えてみようと思いますが、それには「初期値の法則」<sup>17)</sup>について触れておく必要があります。「初期値の法則」については、人間は常に一定の状態にあるわけではないということを前提として考える必要があります。例えば同じ音楽を鑑賞していたとしても、毎回必ず同じ状態で鑑賞しているとは限りません。体調の良し悪しや気分の変化、あるいは眠気などによって鑑賞のあり方（心理的構え）は容易に変化するものだと考えられます。図7は眠りの状態から覚醒した場合の脳波ですが、覚醒に伴うアルファ波の増加がみられます。「初期値の法則」によれば、観察している今の状態は

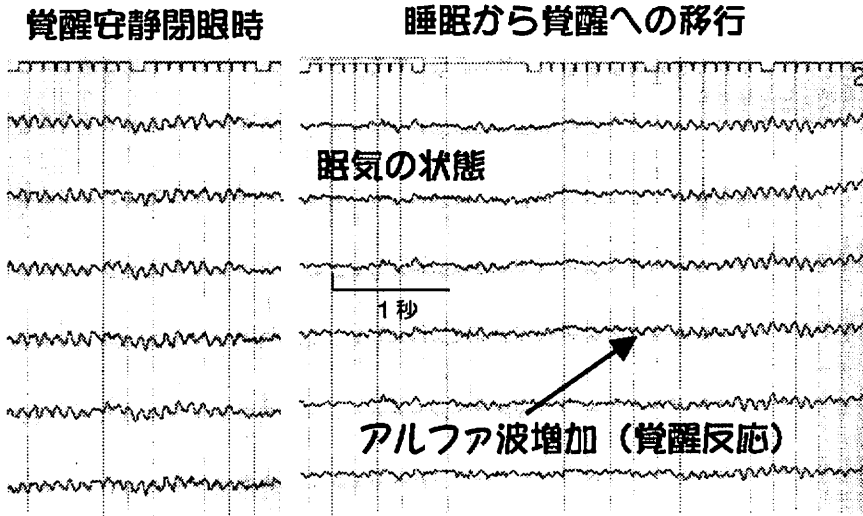


図7. 覚醒に伴うアルファ波の増加

その直前の状態（初期値）によって変化しうる（意味合いが異なる）ということになります。アルファ波についていえば、観察している状態の直前の状態が、興奮した過覚醒の状態なのか、眠りから覚めたばかりの状態なのかによって、現在観察している脳波のもつ意味は当然変わってくるということになります。例えばアルファ波抑制は、覚醒安静閉眼の状態から目を開けた場合に起こりますが、一方で睡眠から覚めたばかりの状態では目を開けることによって逆にアルファ波が増加することが知られており、初期値の法則を表す分かりやすい例だと考えられます。このことはまた、アルファ波の量の増減について検討する際には、必ず初期値の法則を考慮しながら、相対的な見方をする必要があるということを示しています。

### 3-6. アルファ波の出現が意味すること

これまでに述べてきたようにアルファ波は、過覚醒でもなく、睡眠でもない、ある一定の幅をもった覚醒水準の範囲内においてのみ優位に出現する帯域の波であるといえます（図8）。実際の脳波記録の際によくみられることですが、被験者（患者）の多くは初めて脳波を記録するような場合に不安を感じ、結果的に緊張するのが普通です。緊張するということは覚醒水準が高まっているということを示しますので、多くの場合アルファ波

の出現は抑えられます。しかし安静状態を続けていることで、被験者はその状況に少しずつ慣れてくるのが普通です。状況に慣れてくることで緊張がとれてきて、結果的に記録開始時点に比較してアルファ波の出現量が増加するケースが多くみられます（図9-A）。逆に睡眠中の被験者を覚醒させた場合には、アルファ波が消失した状態からアルファ波が出現する覚醒状態に移行するのですから、当然アルファ波は増加します（図9-B）。また逆に脳波の記録に慣れている被験者（患者）では、記録中に安静状態を保ち続けることで覚醒水準が低下し、睡眠状態に移行してしまう例が数多くみられます（図9-C）。臨床的な記録場面ではそのまま自然睡眠に移行させて、睡眠脳波の記録をとってしまうことが多いようです。この場合には、その被験者が最も安静である状態（アルファ波が最もよく出現する状態）から引き続いて覚醒水準が低下していくわけですから、結果的にアルファ波の出現量は減少することになります。熟練した専門家は、記録された脳波上の筋電図の混入や眼球の動きなどの artifacts（アーチファクト：人工雑音）を見極めながら、その被験者が最も安静である状態の基礎律動を特定し、脳波を判定していきます。このようにアルファ波の増加や減少には様々な要因が含まれており、それに対する意味づけは決して容易なものではありません。

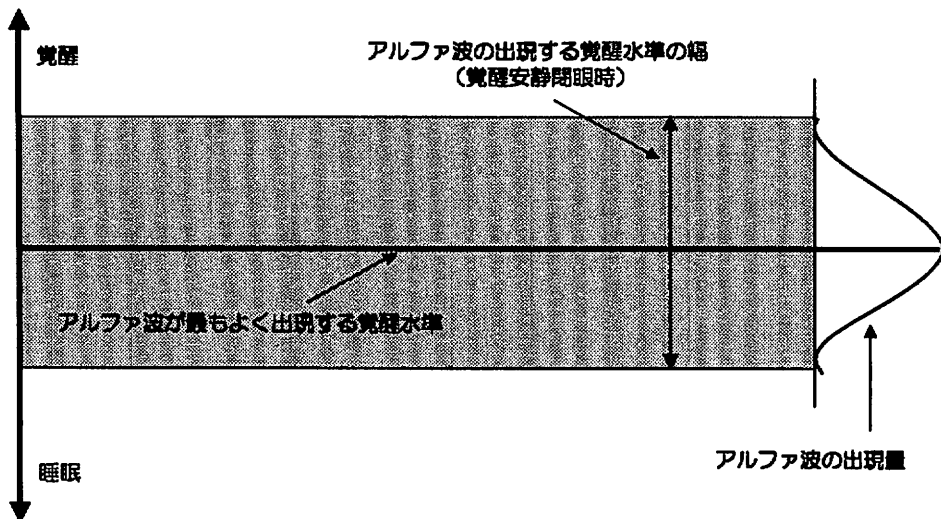


図8. アルファ波の出現する覚醒水準

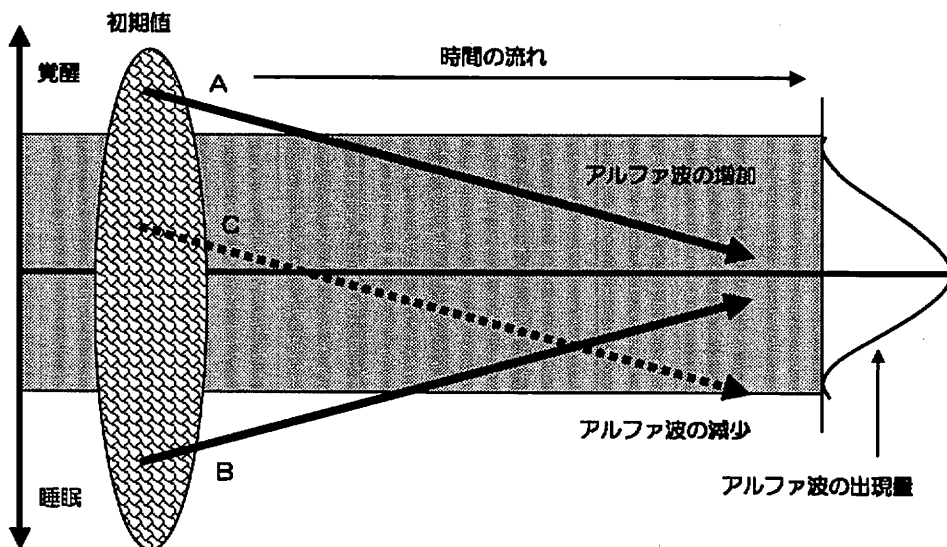


図9. 初期値の法則とアルファ波の増減

比較対照する条件は何なのか、開閉眼の状態や記録前の被験者の状態はどうであったのかなど、実験条件を十分に整えておく必要があります。さらに前述したように、心理的にきわめて不快な状況下におかれてもアルファ波は出現する可能性もありますので、実験中の被験者の内省報告についてもまた、詳細に調査しておく必要があります。

以上のことから、アルファ波の増加がすなわち「リラックス」や「安静」を示すものではないこ

とは明らかであります。安静時に目を閉じて醒めていればアルファ波が出やすいことは事実ですが、アルファ波の増加が必ず「リラックス」の状態と対応しているとは限りません。すなわち、「逆は必ずしも真ならず」ということが当てはまる好例であろうといえます。

## 覚醒安静閉眼時

## 受動的音楽鑑賞時の一例

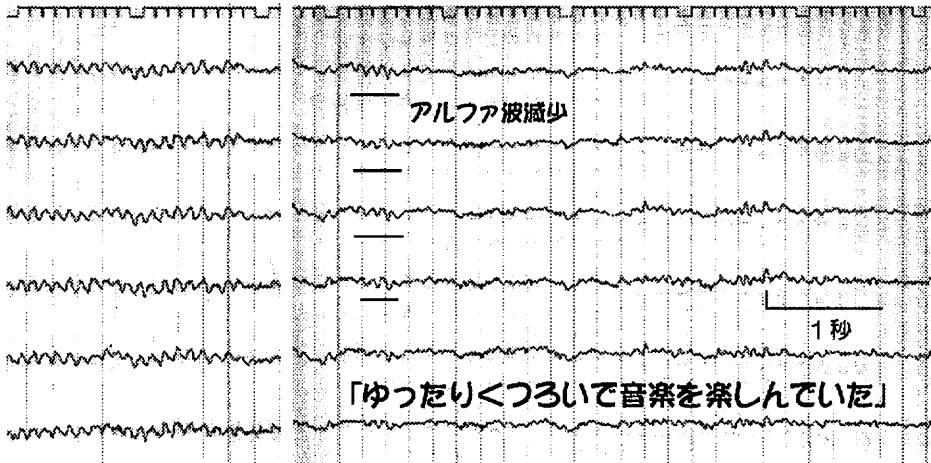


図10. 受動的音楽鑑賞時の意識状態

### 第三部 音楽鑑賞時の脳波の変化について (私たちのこれまでの経験から)

最後に私たちが過去に行ってきた実験的な検討について簡単に触れておきます。これまでに行ってきた実験から音楽鑑賞時（クラシック音楽）の脳波をみると、多くの場合アルファ波の減少にみられるような覚醒水準の低下を思わせるデータを示していました（図10）。それにもかかわらず、被験者の内省を聞くと「ゆったりくつろいで音楽を楽しんでいた」とするものが多くみられたのです。被験者の中には実験中に「クラシックコンサートに行くといつも演奏中は目を閉じて気持ちよく聞き入っている。しかし演奏終了と同時に、急に目が覚めたようにはっきりして拍手をしていることがよくある。演奏中には眠っていたという意識はないのだが、その状態によく似ていた。」といった詳しい内省報告もみられました。すなわち、アルファ波がむしろ減少した、明らかな覚醒とも睡眠ともつかない過渡的な意識の状態 で音楽を楽しんでいたとする例を数多く認めたのです。通常は入眠移行期に相当するこのような意識状態が単なる眠気によるものなのか、あるいは音楽を鑑賞することによってもたらされた、何らかの特異的な意識状態であるのかを検証するために、過去15年以上にわたって実験的検討を続けてまいりまし

た<sup>5) 6) 7) 8)</sup>。

研究の当初においては、実験時に音楽鑑賞時と比較対照する音響条件として、単なる安静状態（音響刺激なし）や一定音圧のホワイトノイズ（白色雑音）などを用いたことから明らかな結果はみいだせませんでした<sup>5)</sup>。しかし対照となる音響条件に工夫をこらすことによって、音楽鑑賞時には生理的な覚醒水準としてはやや低下したような状態にありながらその状態を維持し、明らかな覚醒や睡眠の状態に移行することがむしろ少ないことがわかってきました。図11は、比較対照する楽曲と同一の音圧変動をもつホワイトノイズ（変調雑音）を新たに作成し、音楽鑑賞時と比較したものです。ここでは、8名の被験者に対して、のべ154回の実験を行った平均を示しています。いずれの音響条件下においても音圧変動に伴う覚醒水準の変動が観察されますが、その変動の幅は音楽鑑賞時にはより狭いことがわかります。逆にいえば、変調雑音を聴取していた時には、自然睡眠への移行を外部からの音響刺激で邪魔をされ、強制的に覚醒させられているような状態が繰り返されているといえます。それに対して音楽鑑賞時には、音圧変動による覚醒水準の変動はあるものの、全般的に見て入眠移行期に相当する意識状態を維持する傾向にありました。多くの被験者（8名中6名）はこのような状態にありながら、「ゆった

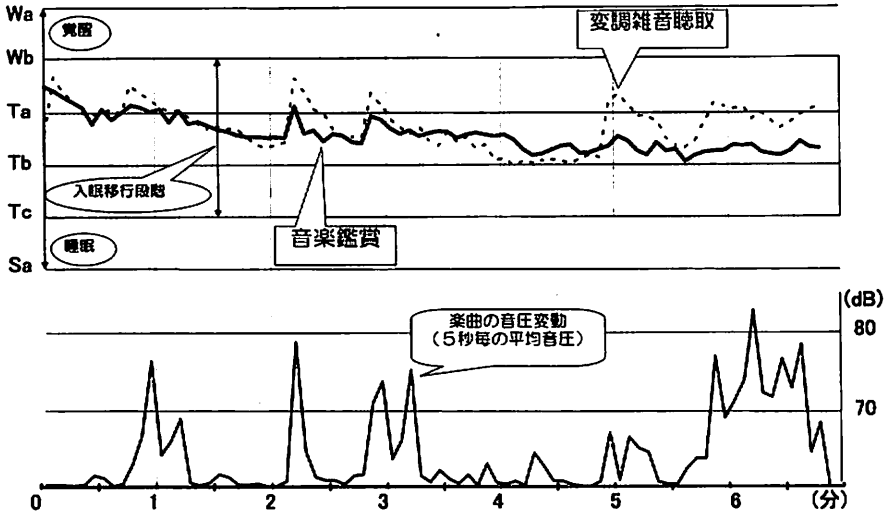


図11. 音楽鑑賞時と変調雑音聴取時の覚醒水準と音圧の変動  
 (被験者 8 名に対してのべ154回行った実験の平均値)  
 (OGATA 1995年を一部改変)

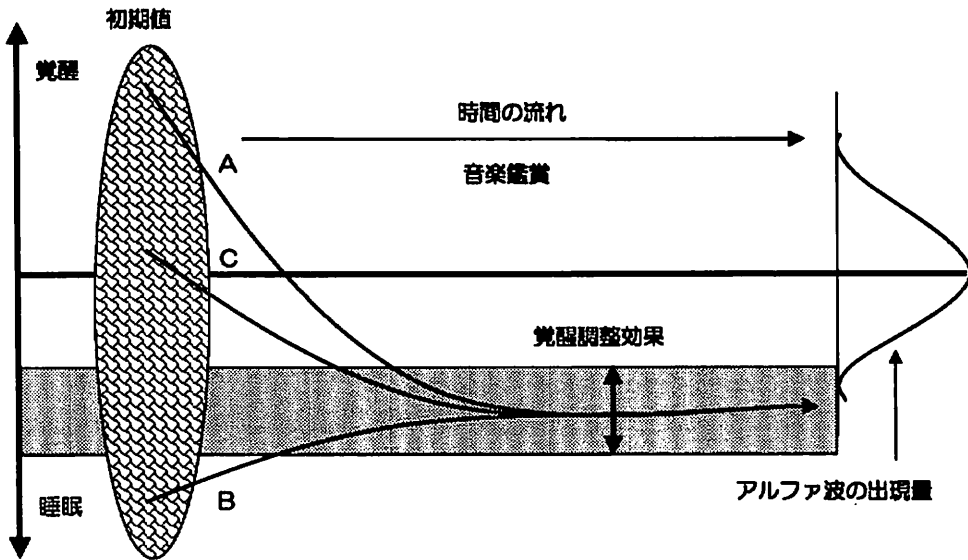


図12. 音楽のもつ覚醒調整効果

りとくつろいで音楽を楽しんでいた」と報告していたことから、音楽を鑑賞することで、ある一定の意識状態が保たれている可能性があることが明らかとなってきました。このことは初期値の如何を問わず、音楽を鑑賞することによってある程度覚醒水準が調整され、入眠移行期に相当するよう

な意識状態を維持することが少なからず認められたことを示しています(図12)。すなわち、音楽を鑑賞することによってもたらされた「覚醒調整効果」の存在の可能性を指摘することができたといえます<sup>6) 7) 8)</sup>。このことはまた、音楽を用いることによって、人間の覚醒水準をある程度こ

ントロールできる可能性を示したものと考えられます。これまでに行ってきた研究から、いわゆるパニックを起こしやすい自閉（症）や、抗てんかん薬などの影響で覚醒水準の低下した子ども、さらには覚醒水準自体が曖昧な高齢者などに対しても、音楽を活用した対応を考えるに当たっての基礎的なデータになりうる結果を得たと考えています。

音楽鑑賞には様々なあり方があると考えられます。覚醒水準を高く保ちながら、演奏技術を学ぶために音楽を聴くこともあるかと思えます。これまでに私たちの指摘した結果は、そのなかのひとつにすぎません。しかし音楽鑑賞のひとつのあり方について、脳波を用いた客観的な検討を通じて明らかにできたことは、今後「音楽を科学する」ためのひとつの糸口をみいだしたものと考えられます。

## おわりに

既報<sup>9)</sup>で詳細に述べたように、今後障害児教育における音楽を活用した取り組みを考えるに当たっては、子どもを中心としながら、実践研究と基礎研究との綿密な連携を図っていくことが最も重要なアプローチのひとつであると考えられます。障害児や高齢者に限らず、音楽が人間の心理的側面や生理的側面に対して効果を及ぼすという事実は古くから知られており、人間は音楽を聞くことによって受ける影響や効果を経験的に用いてきたという長い歴史をもっています。ここで音楽が人間に与える効果については、自律系の指標や脳波などを用いた生理学的な研究がその分野を担っており、一方で人間が音楽を聞くことによって受ける影響や効果については、心理学的な立場からのアプローチが考えられます。さらにその双方の効果を総合的に検討しようとする研究分野が、本稿で紹介した精神生理学（生理心理学）の分野であるといえます。これらの研究分野から得られた資料は、障害児教育における音楽の活用をはかる際の基礎的な背景となり、科学的な基礎理論の構築に不可欠であるといえます。

障害児教育の分野に限らず、学校現場などで音楽を活用した取り組みは数多くされています。多

くの子どもは音楽が大好きです。音楽を活用すれば楽しみながらの教育に繋がります<sup>4)</sup>。しかし前述したように、音楽が子どもの発達に対して効果を与える理由は何か？音楽のどの要素が子どもの好ましい反応を引き起こすのか？などについての基礎的な理論背景はまだ見いだされていません。現段階においては、まず健常者を対象とした実験的研究を積み重ねていくことで基礎的な理論背景を構築することが最優先であろうと考えられます。すなわち、当面は音楽が人間に対して与える基本的な効果やそれに対する反応性について、健常者を対象としながら明らかにすることが重要であると考えられます。その次の段階として子どもを対象とした場合や、さらに障害児を対象とした場合へとステップアップしていくことができるのだと考えられます。健常者を対象とした場合における基礎的な所見が明らかとならない以上、直接的に障害児を対象とした実験的検討を性急に行うことはむしろ避けなければならないと考えます。さらに将来的に障害児を対象とする場合には、別稿<sup>11)</sup>で報告したような artifacts（人工雑音）の混入の可能性とそれに対する除去等の対処方法を十分に考慮してから行う必要があります。学校現場など、いわゆるフィールドにおける実験的検討を行うには、携帯用の超小型脳波計などを活用した方法論が考えられますが、十分な準備と実験デザインに関する格段の工夫が必要とされます。この場合、本人と保護者、園や学校などの管理職、担当の教職員などに十分な説明を行い、協力、理解を求めることはいうまでもありません。

以上述べてきたように、障害児教育における音楽の活用をはかるには、実践的な研究はもちろんのこと、その裏付けとなる基礎的な研究もまた平行して行っていくことが不可欠となります。実践的な研究と基礎的な研究は、いわば「車の両輪」のような関係をもつと考えられ、双方が綿密な連携をとりながら研究が進められていくように計画をしていく必要があります。これまでは実践的な研究と基礎的な研究が連携を図ることは少なく、むしろ別の領域でそれぞれになされてきたことが多いようです。このような観点から私たちは、「障害児教育における音楽の活用」という大きなテーマをもちながら、本稿で述べたような基礎的

な理論背景を構築する研究と、全国の養護学校で行われている音楽を活用した実践をデータベースに纏めて、実際の授業計画に役立てる方法などの実践的な研究<sup>9) 10)</sup>を平行して行っています。このように基礎研究と実践研究の両者が連携をとりながら共同して研究が進んでいくことが今後とも望まれます。そのことによって「障害児教育における音楽の活用」について今後さらに有効な所見が得られていくものと考えられます。

本稿の内容の一部は、平成11年10月に臨床音楽療法協会第4回講習会において発表した。本研究は科学研究費補助金、課題番号13551004の補助を受けて行われたものである。

## 文 献

1. Borling, J.E. : The effects of sedative music on alpha rhythms and focused attention in high-creative and low-creative subjects, *J. Music Therapy* XVIII : 101-108, 1981.
2. 岩城達也、緒方茂樹、林 光緒、堀 忠雄 : 音楽が覚醒水準に及ぼす影響. *脳波と筋電図* 23 : 10-16, 1995.
3. 上出弘之、平井富雄、伊沢秀而 : 精神薄弱児の脳波. *小児科臨床* 13 : 1056-1064, 1960.
4. 松井紀和 : 発達障害への音楽療法の適用. *発達障害研究* 11 : 98-101, 1989.
5. 緒方茂樹 : 音楽鑑賞時の脳波変動. *脳波と筋電図* 17 : 20-28, 1989.
6. 緒方茂樹 : 音楽のもつ音圧変動が脳波に及ぼす影響とその心理学的意義. *脳波と筋電図* 20 : 337-346, 1992.
7. Ogata S. : Human EEG responses to classical music and simulated white noise - Effects of musical loudness component on consciousness-. *Perceptual and Motor Skills* 80 : 779-790, 1995.
8. 緒方茂樹 : 受動的音楽鑑賞時の脳波変動に関する研究. *広島大学総合科学部紀要IV 理系編* 23 : 219-222, 1997.
9. 緒方茂樹 : 障害児教育における音楽を活用した取り組み(I) - データベースからみた特殊教育諸学校の現状-. *琉球大学教育学部 障害児教育実践センター紀要* 2 : 61-75, 2000.
10. 緒方茂樹 : 障害児教育における音楽を活用した取り組み(II) - 教育実践場面における活用を目指したデータベースシステムの構築-. *琉球大学教育学部 障害児教育実践センター紀要* 5 : 77-98, 2003.
11. 緒方茂樹、相川直幸 : 精神生理学的な研究アプローチを実際の教育分野に応用するために - 脳波 artifacts 除去の新たな方策-. *琉球大学教育学部紀要* 63 : 投稿中 2003.
12. Rechtschaffen, A. & Kales, H. : A manual of standardized terminology, techniques and scoring system for sleep of human subjects. Washington, DC : U.S. Government Printing Office, 1968.
13. 遠山文吉 : 障害児教育と音楽療法. *脳性マヒ児の教育* 74 : 32-37, 1989.
14. 時実利彦 : 目で見る脳 その構造と機能 : 東京大学出版会、東京、1969.
15. 宇佐川浩 : 障害児教育における音楽療法. *理学療法と作業療法* 21 : 439-443, 1987.
16. Walker, J.L. : Subjective reactions to music and brainwave rhythms. *Physiological Psychology*, 5 : 483-489, 1977.
17. Wilder, J. : Stimulus and Response. The Law of Initial Value : John Wright & Sons, Bristol, 1967.