

α 波のバイオフィードバックと音楽の趣向

川邊 浩史・柿木 昇治

(受付 1998年5月19日)

・音楽と脳波の関係

音楽が脳波に及ぼす影響は、様々な視点から検討されている。多くの報告で音楽の情緒面に対する効果を期待できる反応が見いだされているが、音楽による脳波の変化は多様である。これらの研究は、音楽刺激の物理的特性（音圧、周波数、リズムなど）が複雑であること、被験者の音楽的内容の感じ方に個人差が大きいこと、などによって実験条件の設定が難しい。脳波は意識の水準を反映するといわれている。しかし、覚醒状態における様々な行動が脳波に及ぼす影響はそれほど明確に弁別されているものではない。従って、音楽が脳波に及ぼす影響を見る場合には、音楽が覚醒水準にどのような影響を及ぼすかという点と、音楽の内容にどの程度まで反応したかという点について分析される。後者においては、作品中心の分析と音楽を聴取する人中心の分析とが考えられる。

Walker (1977) は、クラシック音楽とロック音楽の音楽条件と無音響条件において、脳波と主観的反応（1. 親しみやすさ、2. 音楽の印象、3. 音楽に対する注意深さ、4. いらいらした—落ち着いた、5. リラックスした—緊張した）についての測定を行った。この結果、音楽聴取時の脳波測定と主観的反応との間に、相関を見いだしている。

Borling (1981) は、刺激的音楽と鎮静的音楽との間では α 波の出現量に差異がないとしている。また、辻 (1991) の研究ではクラシック音楽とロック音楽を聴かせたときの変化を調べており、全体的に見てクラシック音楽を聴いているときよりも、ロック音楽を聴いているときの方が α 波の周波数は高い傾向にあったことを報告している。

緒方・谷口・古関 (1986) は、音楽鑑賞時の脳波を記録し、一般に入眠

移行期および睡眠と考えられる段階が多量に出現することを認めた。これは音楽条件のみならず、無音響条件においても、出現が認められている。しかし、それらの状態に対応する自覚体験は無音響条件では単純な眠気とされるものが、音楽鑑賞時では“醒めていた”という報告が少なからず認められ、その心理的内容はかなり異なるものであった。これらのことから、この現象は、音楽鑑賞時の人間の状態として重要な意味を持つ段階であると述べている。

・音楽とバイオフィードバック

バイオフィードバックのトレーニングは特にリラクゼーションの過程に有効であるといわれている。Scartelli (1982) は、脳性麻痺患者の筋電図のバイオフィードバックを使ったリラクゼーションのトレーニングに、鎮静的音楽をBGMとして用いることの影響を調査し、音楽は筋電図のバイオフィードバックにおけるリラクゼーションの過程の能力を高める強力な動因であるとみることができると述べている。

一方、Mulholland (1983) は、フィードバック刺激から注意を逸らすことが α 波制御成績に負の効果を与えると示唆している。秋葉・宮本 (1987) は、聴覚外乱の存在する環境における聴覚フィードバックの効果を調査し、聴覚外乱のある環境でフィードバックを行ったときに、フィードバック信号に向けられる注意を外乱に向けられる外面的注意よりも優勢とさせることによる α 波増強が可能であると述べた。さらに、加えられた外乱が被験者にとって関心をひく言語、また好みに合う音楽の時、 α 波の出現率は大きく低下したと述べ、音楽、言語いずれの外乱においてもその内容によって α 波の出現率に及ぼす影響にかなりの相違があるとし、それは音楽の場合は被験者の嗜好、言語の場合は関心と理解度の相違によるものであると述べた。また、秋葉・宮本 (1989) は、刺激による α 波阻止に対するバイオフィードバックの効果を調査し、外部刺激による α 波ブロック時間をフィードバック訓練によって低減させることができることを確かめ、フィードバック訓練回数を増やせばなお一層のフィードバック効果の持続が見込まれる

と推測した。

以上のことを踏まえて、本研究では基礎研究として実験1では音楽と α 波ピーク周波数の関係について、更に、実験2、実験3では音楽と α 波バイオフィードバックとの関連について検討した。

実 験 1

【目 的】

市販されているリラクゼーション音楽を用いて、音楽の種類による α 波ピーク周波数の変化を調べることを目的とする。

【方 法】

被験者 広島修道大学学生17名（男性9名、女性7名、平均年齢22.25歳）を本実験の被験者として用いた。いずれの被験者も健康成人であり、安静時脳波は全て正常であった。

反応測定 脳波は、10-20国際電極配置法に基づき、活性電極を正中線上後頭部（Pz）とし、不関電極は両耳朶（A1, A2）結合として単極導出した。接地電極は左乳様突起に装着し、脳波に及ぼす眼球運動アーティファクトを検出するため、左眼眼窩上下縁部より垂直眼球運動図を記録した。こうして導出した脳波は、生体電気用誘導パネルを介して、生体電気用アンプ（日本光電製、AB-621G）に入力し、交流増幅（時定数0.3秒、感度700 mV/50 μ V）を行いビジュアル波形収集編集ソフトWAVE MASTER II（カノーパス電子製）を用いて、パーソナルコンピュータ（日本電気製、PC-9801VX）の後部拡張スロットに装着された12-bit A/D コンバータ（カノーパス電子製、ANALOG-PRO 301-98-412）により、0.01秒毎にA/D変換した。A/D変換して得られたデジタル値は、パーソナルコンピュータシステム（日本電気製、PC-9801VX）により、フロッピーディスクに磁気記録した。

手続き 電極を装着し2分間の閉眼安静状態の測定を行った。さらに、音

楽に関する教示を行った後、閉眼で4分間音楽を聴いてもらい、続けて9分間閉眼のまま脳波の測定を継続した。この後、違う教示を行い、同じ条件でもう一曲聴いてもらった。なお教示は普通の教示（閉眼安静状態の維持を促す教示）とリラクゼーション教示（リラクゼーション音楽について説明する）の2種である。また本実験では刺激として市販されている2曲のリラクゼーション音楽を用い、被験者に対する教示2種・音楽2種はカウンターバランスをとった。

【結 果】

各被験者の α 波ピーク周波数をもとに分析を試みたが個人差が大きく、全体的な傾向を述べるのは困難であった。被験者によっては安静状態に比べ音楽聴取時の方が全体的な α 波ピーク周波数が高周波に移行する傾向を示すこともあったが、音楽Aと音楽Bの間に有意差は認められなかった。

【考 察】

本実験では、安静状態と音楽A・音楽Bの間で α 波ピーク周波数の移行を測定した。個人差はあるが音楽聴取時の α 波ピーク周波数が、高周波に移行する傾向も観察された。このことから、音楽の違いに関わらず、被験者は音楽聴取中には快適な覚醒状態にあると考えられる。

緒方（1989）は、音楽鑑賞時に一般には入眠移行期及び睡眠と考えられている段階の脳波が多量に出現することを述べている。さらにこの状態での被験者の反応は、無音響条件では単純に眠気なのに対し、音楽条件では“醒めていた”とする回答が少なからず認められたと報告している。しかし本実験では、音楽聴取時には覚醒しており緒方の結果とは異なっている。安静状態の間、視察において入眠した可能性を感じたときに口頭で入眠したかどうかを確認したが、“寝ていなかった”と答えたものが3名いた。このことから、緒方の言う入眠移行期と思われる脳波帯域の更なる検討を音楽聴取時及び閉眼安静時においても行うことが必要であると考えられる。Walker

(1977) は、音楽の種類よりも音楽に対する態度や好感度において power 値に差があると報告している。本実験では、power 値は個人差が大きいため分析対象とはしていないが、ピーク周波数の変化においては好感度との相関はみられなかった。また今後の研究については被験者の音楽に対する態度からの検討も必要であろう。

実 験 2

【目 的】

実験1で述べた音楽に対する態度を考慮し、本実験では α 波バイオフィードバックにおいて、被験者の音楽に対する態度が α 波の出現に及ぼす影響を検討することを目的とした。

【方 法】

被験者 広島修道大学学生20名（男性10名，女性10名，平均年齢21.8歳）を本実験の被験者として用いた。

反応測定 脳波は、10-20国際電極配置法に基づき、活性電極を後頭部(Oz)とし、不関電極は左耳朶(A1)接地電極を右耳朶(A2)として単極導出した。こうして導出した脳波は、生体電気用誘導パネルを介して、生体電気用アンプ（日本光電製，AB-621G）に入力し、交流増幅（時定数0.3秒，感度700 mV/50 μ V）を行い，A/Dコンバータ（カノーブス電子製，ANALOG-PRO 301-98-412）により，0.01秒毎にA/D変換した。A/D変換して得られたデジタル値は，パーソナルコンピュータシステム（日本電気製，PC-9801E）により，フロッピーディスクに磁気記録した。

フィードバック信号は，マイクロコンピュータにより制御し，電子スイッチ（リオン株式会社製 SB-10A）を介し，オーディオジェネレータ（トリオ製 AG-202A）より600 Hzの純音として発振した。発振した純音は，オーディオアンプ（ソニー製 TA-FA）で増幅後，被験者の前方に設置したスピーカー（ビクター製 BA-25）により提示した。刺激として用いた音楽

は、被験者の後方に設置したカセットテープレコーダー (ソニー製 CFW-DW95 MK II) より提示した。

刺激には、音楽A : W. A. Mozart, ピアノ協奏曲第20番ニ短調 K. 466 第2楽章「ロマンス」、音楽B : 松本孝弘 北島健二, 「Dead Line」の2種類を用いた。

手続き 実験セッションは、閉眼安静期1とバイオフィードバック練習試行、6試行からなるフィードバック訓練期、フィードバック信号を提示しない閉眼安静期2からなり、各試行は3分間とした。フィードバック訓練期には音楽A、音楽B、無音の3条件が各2試行ずつランダムに提示された。

なお閉眼安静期における α 波積分値 (5秒積分) の平均をフィードバック信号の提示基準とした。練習試行及び訓練期では、この平均値を超過すると次の5秒間にフィードバック信号を提示した。被験者にはこの音をできるだけ長く継続させるよう努力することを教示した。

【結 果】

各被験者の閉眼安静期1から閉眼安静期2までの α 波振幅 (Fig. 1) と音響条件ごとの α 波振幅 (Fig. 2), さらに各被験者の「好きな音楽」「嫌いな音楽」における α 波振幅 (Fig. 3) をもとに分散分析を行った。その結果「好きな音楽」「嫌いな音楽」「無音」の3条件の間に有意差が認められた ($F[2,38] = 3.37, p < .001$)。さらに下位検定を行ったところ、「好きな音楽」と「嫌いな音楽」の間に有意差が ($t[38] = 2.45, p < .05$), 「好きな音楽」と「無音」の間に傾向差がみられた ($t[38] = 1.96, p < .05$)。さらに閉眼安静期1と「好きな音楽」「嫌いな音楽」「無音」で分散分析を行ったが有意差が認められず、「無音」「音楽A」「音楽B」の間にも有意差は認められなかった。

また、閉眼安静期1と閉眼安静期2の α 波振幅の平均を100%とし、各音響条件の α 波振幅の変化率 (Fig. 4) をもとに分散分析を行ったところ、

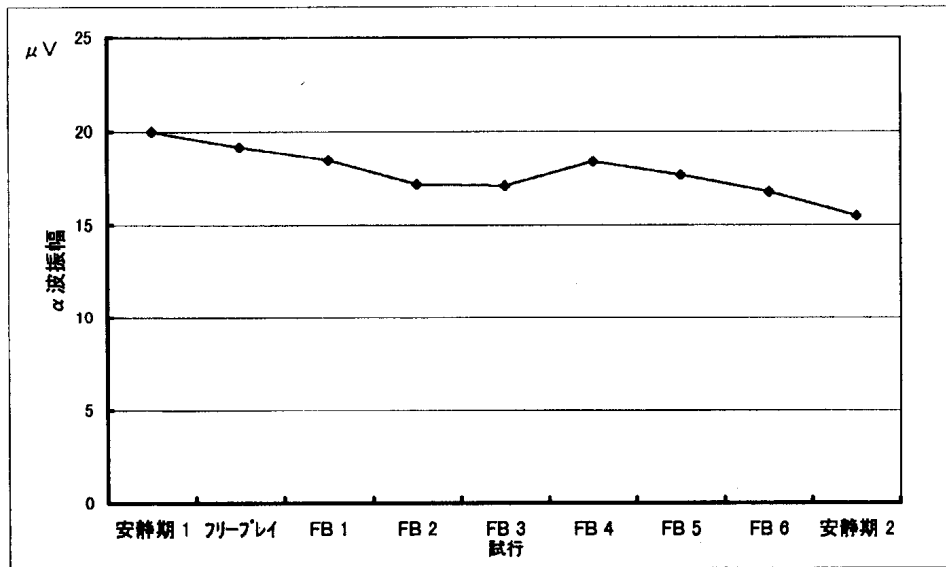


Fig. 1 各試行における α 波振幅の変化

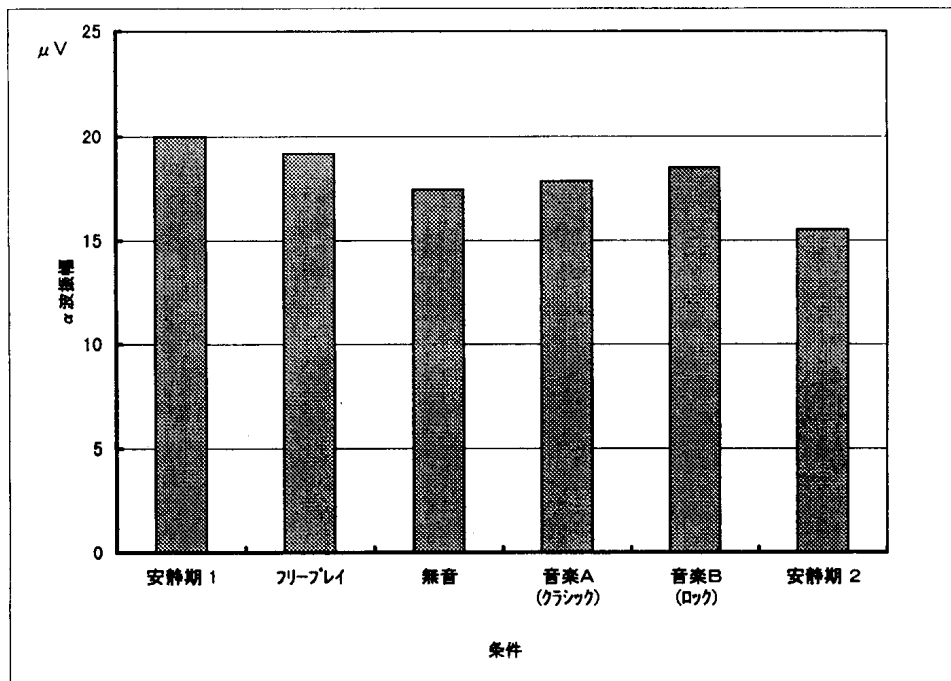


Fig. 2 異なる音楽（無音、音楽A、音楽B）条件における α 波振幅

閉眼安静期の平均振幅、「無音」「音楽A」「音楽B」の間に有意差は認められなかった。さらに安静期平均振幅、「無音」「好きな音楽」「嫌いな音楽」で分散分析を行ったが有意差は認められなかった。しかし、下位検定を行ったところ、「好きな音楽」と「嫌いな音楽」の間に有意差が $t[57] = 2.08$,

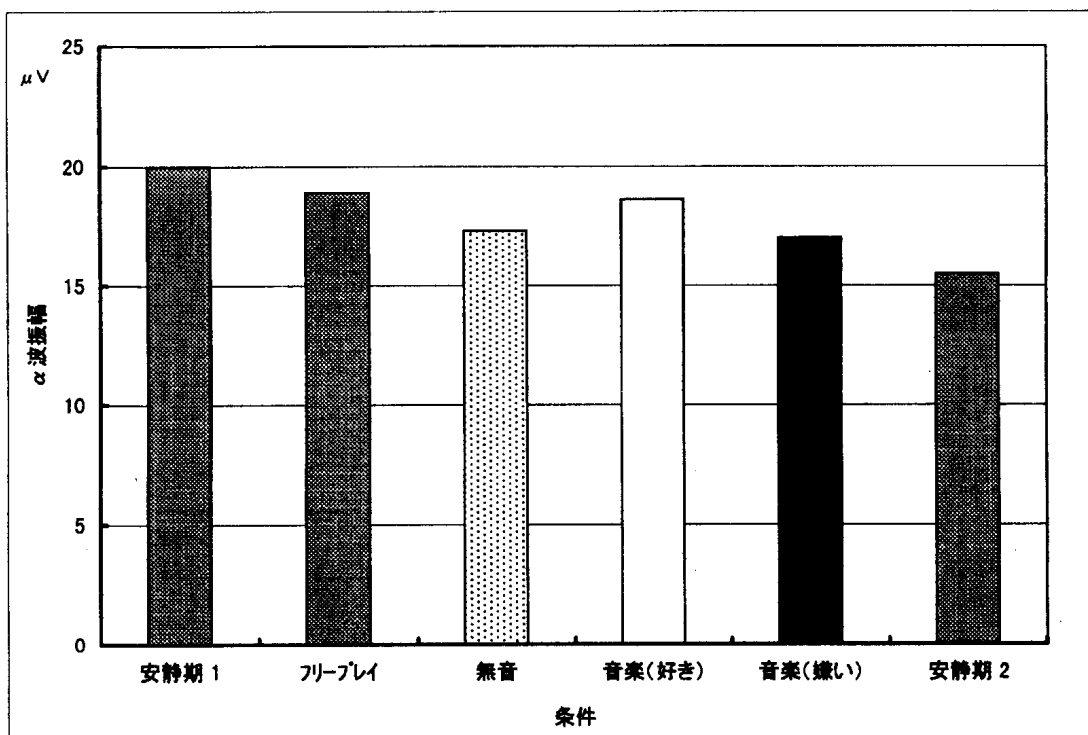


Fig. 3 音楽の好き・嫌い条件とα波振幅

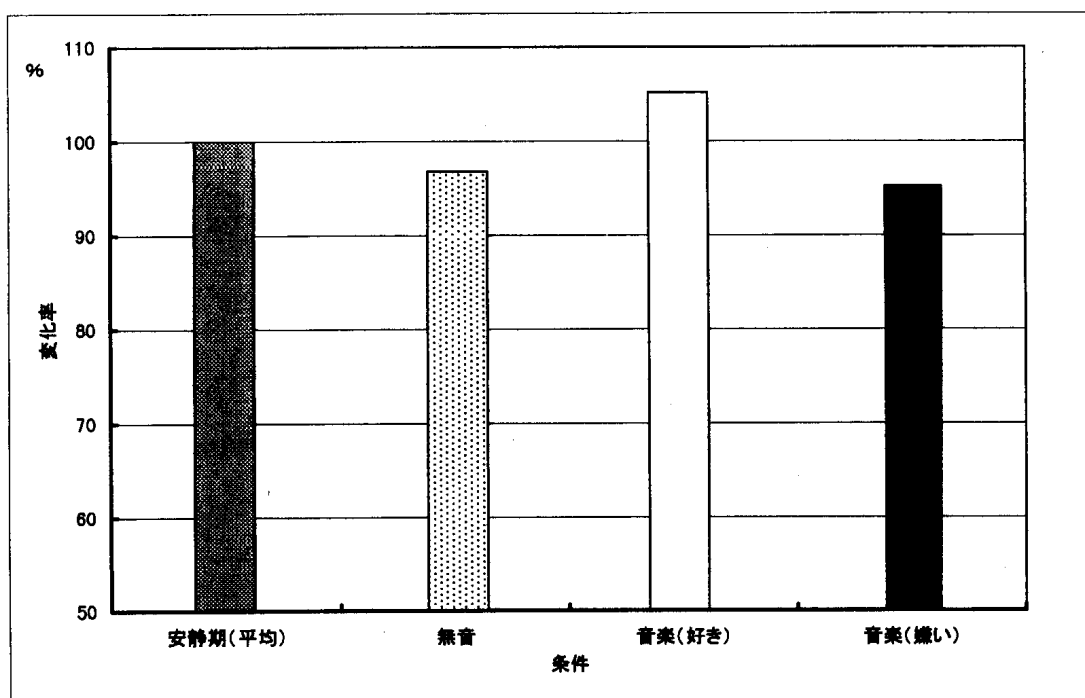


Fig. 4. α波変化率を指標とした音楽の好き・嫌い条件

$p < .05$), 「好きな音楽」と「無音」の間に傾向差が認められた ($t[57] = 1.79, p < .05$)。

【考 察】

本実験では被験者の「好きな音楽」が提示された時 α 波の振幅は「嫌いな音楽」「無音」よりも有意に増加した。これは、バイオフィードバックにおいて被験者に与えられた外乱が被験者にとって関心をひく言語や、好みに合う音楽の時、 α 波の出現率は大きく低下すると報告した秋葉・宮本 (1987) の所見に反するものであった。しかし内省報告によれば、被験者は自分の「好きな音楽」が提示された時安定した状態で実験に望み、その結果実験に集中できたのではないかと考えられる。以上の結果は、フィードバック刺激から注意をそらすことが α 波制御成績に負の効果を与えるとする Mulholland (1983) の所見や、聴覚外乱のある環境でフィードバックを行ったときに、フィードバック信号に向けられる注意を外乱に向けられる外面的注意よりも優勢とさせることにより α 波増強が可能であるとする秋葉・宮本 (1987) の所見を支持するものであった。よって被験者にとって「好きな音楽」は α 波の増強に有効であると考えることができる。

しかし、本実験では全体的に見るとフィードバック訓練の効果は現れていなかった。これは次々と変わる音響条件が総合的に見ると被験者の実験への集中力を欠けさせ、結果的に α 波阻止 (alpha blocking) を生じたためと思われる。今後の研究で各音響条件ごとに調査を行うなどの改良が必要であると思われる。

実 験 3

【目 的】

実験 2 では被験者にとって「好きな音楽」を聴取することが α 波増強に影響をもたらすことがわかった。しかし「好きな音楽」と「嫌いな音楽」はあらかじめ与えられたもので被験者本人が選択した曲ではなかった。

本実験では、被験者本人の音楽の好み (好き, 嫌い) を事前に調査し、これらの音楽が α 波バイオフィードバック訓練に及ぼす影響を検討することを目的とする。

【方 法】

被験者 広島修道大学学生20名 (男性8名, 女性12名) を被験者として用いた。

反応測定 α 波の測定に関しては実験2と同様である。

手続き 実験セッションは開眼安静期1, フィードバック練習試行, 5試行から成るフィードバック訓練試行, フィードバック信号を提示しない開眼安静期2から成り, 各試行は3分間であった。実験は好きな曲, 嫌いな曲, 無音の3条件のもと, 1日1条件とし, 計3日間行った。条件提示順序は各被験者でカウンターバランスをとった。実験終了後には実験に関する内省報告を取った。また刺激には各被験者に対してあらかじめ調査した好きな曲・嫌いな曲 (ジャンル不問) を音楽刺激として用いた。なお, 実験手続きを (Fig. 5) に示す。

【結 果】

各条件における全被験者の α 波振幅 (平均) を Fig. 6 に, 変化率を Fig. 7 に示す。条件 (3:好きな曲, 嫌いな曲, 無音) \times 試行 (7:開眼安静期1, FB訓練試行1~5, 開眼安静期2) の2要因で分散分析を行った。その結果, 試行において主効果が有意に認められた ($F[6,90] = 12.39, p < .001$)。条件においては傾向差が認められた。また, 条件に関して t 検定を行った。その結果, FB第3試行において好きな曲と無音, 好きな曲と嫌いな曲との間に傾向差が認められ ($t[15] = 2.083, t[15] = 2.121, p < .10$), FB4試行において好きな曲と嫌いな曲との間に傾向差が認められた ($t[15] = 1.780, p < .10$)。開眼安静期2において好きな曲と嫌いな曲との間に有意差

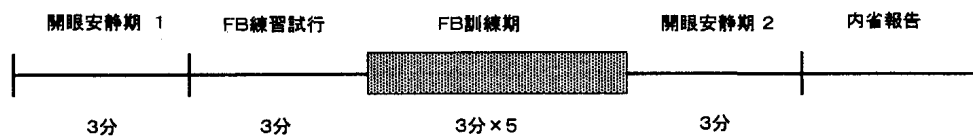


Fig. 5 フィードバック訓練スケジュール

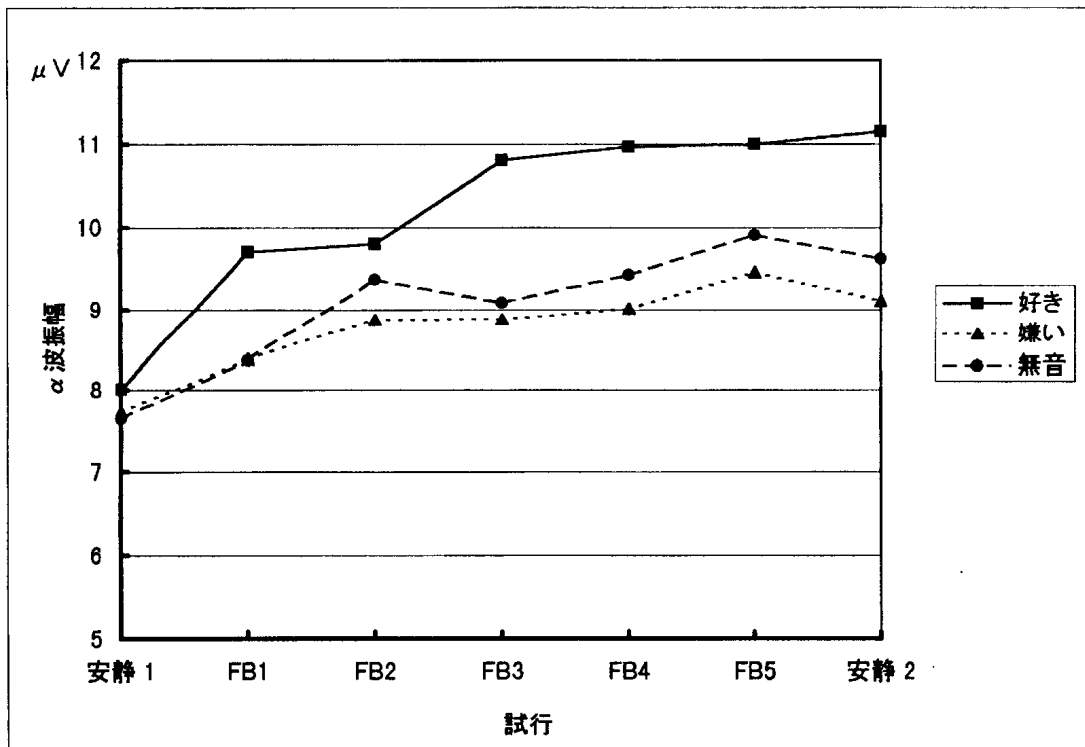


Fig. 6 音楽の好き・嫌い・無音条件と α 波振幅

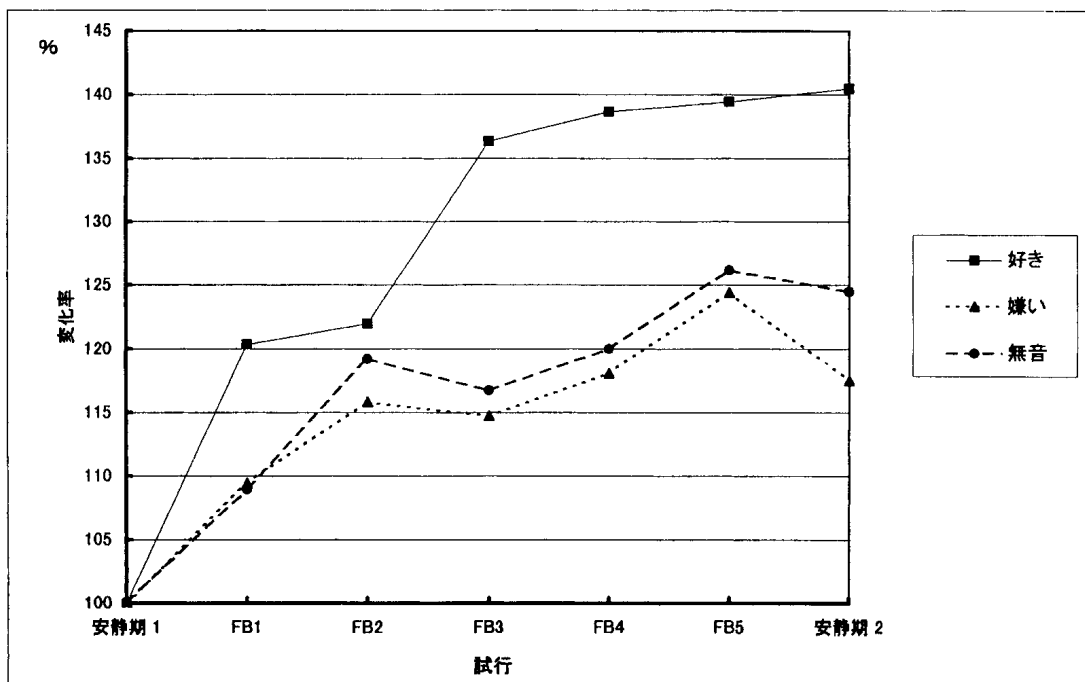


Fig. 7 音楽の好き・嫌い・無音条件と α 波変化率

が認められた ($t[15] = 2.244, p < .05$)。

実験終了後に内省報告を取った。制御方略に関して、嫌いな曲条件においては音楽を無視するといった方略が多かったのに対し、好きな曲条件においては音楽に集中するといった、音楽を一つの手掛かりとしていたと思われる方略が多かった。訓練後のリラクゼーション効果に関して、好きな曲条件・無音条件では被験者の大半がリラックスできたと報告している一方、嫌いな曲条件ではリラックスできたという回答が半数以上であったものの、リラックスできなかったという報告が他の2条件よりも目立った。

なお Fig. 8 に各試行における α 波振幅の個体例を示す。

【考 察】

音楽とリラクゼーション、あるいはバイオフィードバックとリラクゼーションに関する研究は多く見られるが、音楽とバイオフィードバックに関する研究は少なく、その効果はあまり明らかにされていない。本実験結果から、条件間では開眼安静期 2 でのみしか有意差は認められなかったものの、試行間でフィードバック訓練の効果が認められた。また有意差はないものの、一貫して「好きな曲」条件で α 波振幅が他の2条件よりも高かった。従って、本実験は不安を軽減させ、リラクゼーションを促進する選択音楽は、構造的側面に加え、音楽の好み、親しみ、文化、過去の経験といった要因が考えられるとした Davis & Thaut (1989) の報告を支持したものである。そして、 α 波の増強・リラクゼーションの促進には、個人の“音楽の好み”が重要な要因の一つであるということ裏付けたといえよう。

【今後の展望】

音楽を用いた臨床適応として、音楽療法がある。音楽療法とは種々の性質をもった音楽を目的に応じて聴かせたり、楽器の演奏や歌によって、障害や疾患の治療に役立てようとするものである。欧米では最も重要な心理療法の一つとして活用され、精神障害、障害児、老人痴呆などを対象に情

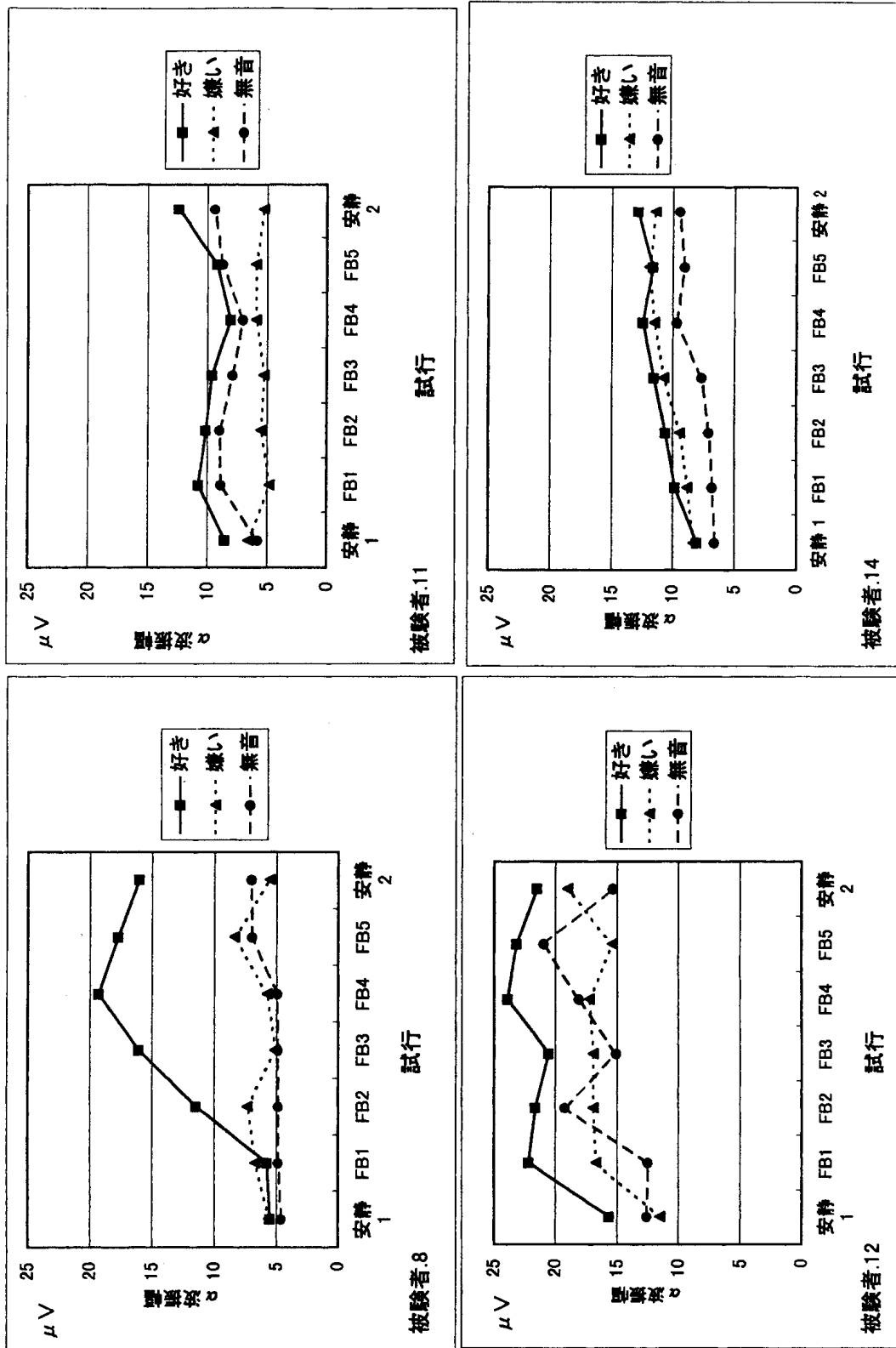


Fig. 8 個体別 (被験者 8, 11, 12, 14)

緒的不安を軽減したり、コミュニケーションやリハビリテーションの手段に利用されたりしている。例えば Hanser, S. B., Larson, S. C., & O'Connell, A. S. (1983) は音楽を用いることにより、妊婦の痛みを低減することを証明した。生理心理学が音楽療法の治療技法に直接関与することが少ない中で、バイオフィードバック技法の利用が有用視されている (宮田, 1996)。

実験2, 実験3を通して音楽が α 波の増強に影響を与えることが分かった。特に実験3では、試行間でフィードバック訓練の効果が認められ、一貫して「好きな曲」条件で α 波振幅が他の2条件(嫌い, 無音)よりも高かった。このことから α 波の増強・リラクゼーションの促進には個人の“音楽の好み”という要因が重要であると言える。

今後の研究においては実験期間を長期にすることで、条件間の差を更に明確にしていくと同時に、臨床場面での活用について検討していく必要があると考えられる。

要 約

本研究では、 α 波バイオフィードバックと音楽の趣向について3つの実験を行った。第1実験では、 α 波のピーク周波数を測定した。音楽を聴いている状態でピーク周波数が高くなる傾向が見られたが、個人差が大きいため全体の傾向を把握するのは困難であった。第2実験では5秒間累積積分法を用いた α 波バイオフィードバック訓練を行った。ここでは「好きな音楽」が呈示されたときの α 波振幅は「嫌いな音楽」, 「無音」よりも有意に増加した。しかし、全体的に見るとフィードバック訓練の効果は現れていなかった。これは次々と変わる音響条件が被験者の実験への集中力に何らかの影響を与え、結果として α 波阻止が生じたためと思われる。第3実験では「好きな曲」, 「嫌いな曲」を事前に調査することで、被験者の音楽への態度を明確にし、第2実験と同様に5秒間累積積分法を用いて α 波バイオフィードバック訓練を行った。条件間では開眼安静期2(フィードバック訓練後の安静期)でのみしか有意差は認められなかったものの試行

間でのフィードバック訓練の効果が認められた。また、一貫して「好きな曲」条件における α 波振幅が他の条件よりも上回っていた。この結果より、 α 波の増強・リラクセーションの促進には、音楽の好み、つまり音楽に対する態度が重要な要因になることが明らかになった。

引用文献

- 秋葉光俊・宮本芳文 1987 聴覚外乱のある環境での聴覚フィードバック制御に関する研究. バイオフィードバック研究, 16, 12-16.
- 秋葉光俊・宮本芳文 1989 刺激による α 波阻止に対するバイオフィードバックの効果. バイオフィードバック研究, 16, 12-16.
- 阿部純一・星野悦子 1985 音楽の認知心理学的研究について. 心理学評論, 28, 267-278.
- Ancoli, S., & Kamiya, J. 1978 Methodological issues in alpha biofeedback training. *Biofeedback and Self-Regulation*, 3, 159-183.
- Borling, J. E. 1981 The effects of sedative music on alpha rhythms and focused attention in high-creative and low-creative subjects. *Journal of Music Therapy*, 18, 101-108.
- Davis, W. B., & Thaut, M. H. 1989 The influence of preferred relaxing music on measures of state anxiety, relaxation, and physiological responses. *Journal of Music Therapy*, 26, 168-187.
- 古満伊里・柿木昇治 1984 α 波の弁別と制御におよぼすバイオフィードバック訓練の効果. 生理心理学と精神生理学, 2, 13-21.
- Hanser, S. B., Larson, S. C., & O'Connell, A. S. 1983 The effect of music on the relaxation of expectant mothers during labor. *Journal of Music Therapy*, 20, 50-58.
- 井上 健 1988 脳波のパワースペクトル (V)——脳波のパワースペクトルの推定法——. 臨床脳波, 30, 684-688.
- 柿木昇治・古満伊里 1981 脳波のバイオフィードバックに関する基礎研究： α 波積分法による刺激提示効果の検討. 広島修大論集, 22, 165-180.
- 柿木昇治・古満伊里・栗栖久恵 1985 バイオフィードバックに関する基礎研究. 広島修道大学研究叢書, 32号.
- Kamiya, J. 1968 Conscious of brain waves. *Psychology Today*, 1, 57-60.
- Lynch, J. J., Paskewitz, D. A., & Orne, M. T. 1974 Some factors in the feedback control of human alpha rhythm. *Psychosomatic Medicine*, 36, 399-410.
- 宮田 洋 (編) 1996 脳と心 培風館.

- Mulholland, T., Goodman, D., & Boudrot, R. 1983 Attention of EEG alpha-attention responses. *Biofeedback and Self-Regulation*, 8, 585-600.
- 中村 均 1983 音楽の情動的性格の評定と音楽によって生じる情動の評定の関係. 心理学研究, 54, 54-57.
- Nowlis, D. P. 1970 The control of electroencephalographic alpha rhythms through auditory feedback and the associated mental activity. *Psychophysiology*, 6, 476-489.
- 緒方茂樹・谷口あづさ・古関永之介 1986 音楽鑑賞と脳波. 臨床脳波, 28, 548-553.
- 緒方茂樹 1989 音楽鑑賞時の脳波変動. 脳波と筋電図, 17, 20-28.
- Scartelli, J. P. 1982 The effect of sedative music on electromyographic biofeedback assisted relaxation training of spastic cerebral palsied adults. *Journal of Music Therapy*, 21, 210-218.
- Stratton, V. N., & Zalanowski, A. H. 1984 The relationship between music, degree of liking, and self-reported relaxation. *Journal of Music Therapy*, 21, 184-192.
- 辻 陽一 1991 2種類の音楽鑑賞における α 波周波数の比較. 脳と神経の医学, 2, 317-321.
- 辻 陽一 1991 音楽刺激による α 波周波数と振幅ゆらぎの変化. 臨床脳波, 33, 629-632.
- Vanderank, S. D., & Ely, D. 1992 Biochemical and galvanic skin responses to music stimuli by college students in biology and music. *Perceptual and Motor Skills*, 74, 1079-1090.
- Wagner, M. J. 1975 Effect of music and biofeedback on alpha brainwave rhythms and attentiveness. *Journal of Music Therapy*, 23, 3-13.
- Walker, J. L. 1977 Subjective reactions to music and brainwave rhythms. *Physiological Psychology*, 5, 483-489.

Summary

Biofeedback training of alpha brain wave and the preference for music

Hirofumi Kawabe and Shoji Kakigi

The present study was to investigate the relationship between alpha brain wave and the preference for music. In Experiment 1, the peak frequency of alpha wave was measured during the periods of music-on and -off, the results showing that while the music-on condition was associated with higher peak frequency, no significant difference was obtained. In Experiment 2, two types of background music, preferred or non-preferred, were introduced during the alpha biofeedback training. It was suggested that the preferred music tended to increase alpha amplitude rather than the non-preferred music, although no biofeedback training effect was observed across the trial. In Experiment 3 the preference for music was predetermined by each subject. The preferred music increased the amount of alpha wave with the marked biofeedback training effect across the trial. Taking these findings together, it might be concluded that the positive psychological factors for perceiving the preferred music would promote relaxation.