アルファ波フィードバック訓練における“結果の知識”の 学習性と注意集中性効果の比較¹

金沢大学 橋 本 圭 子²

Comparison of learning and concentration effects of “knowledge of results (KR)” in alpha-wave feedback training

Keiko Hashimoto (*Department of Educational Psychology, Faculty of Education, Kanazawa University, Marunouchi, Kanazawa 920*)

Effects of KR on biofeedback have conventionally been limited by learning factor. The effects of feedback on an increase in EEG alpha have been believed to be so limited as well. However, the effects of KR are also believed to include factors such as motivation and concentration. In this study, the tendencies for alpha rhythm to change were analysed and compared under 3 different KR conditions in order to demonstrate the existence of the later factors. Effects of two parameters, alpha index and microvolt integral value, were also compared. The KR conditions consisted of three types with regard to an increase in alpha rhythm: true-KR, false-KR, and mixed-KR. Ten female college students underwent the feedback task for 10 minutes under each condition. It was shown that (1) the degree of achievement and temporal profile under three KR conditions demonstrated the involvement of learning factor as well as motivation and concentration factors, and (2) alpha index showed the effects of learning, motivation and concentration in KR more distinctly than the microvolt integral value.

Key words: biofeedback, knowledge of results, alpha rhythm, false feedback, task performance, concentration, integrated alpha, percent time alpha.

脳波 α 波のバイオフィードバック効果は、Kamiya (1969) が、バイオフィードバックによって人の脳波のオペラント条件づけが可能であると述べて以来、注目されてきた。バイオフィードバックでは、訓練を受ける者は自分自身の生理的な変化や反応を認知可能な情報に変換して知ることができる。 α 波のバイオフィードバック効果は自己の脳波に関する結果の知識 (knowledge of results, KR) をもとに、その出現傾向を意図的に統制したものと考えることができる。 α 波のバイオフィードバック効果に関する研究のその後の展開は、殆どこの Kamiya の実験とその解釈を踏襲したものといっている。

ところで、この KR の効果に対して、バイオフィードバック研究以外の領域で批判的な結果が報告されている。Warm & Jerison (1984) によれば、これらの批判的結果には、Weidenfeller, Baker, & Ware (1962), Loeb & Schmidt (1963), Mackworth (1964), Antonelli & Karas (1967) らの報告があげられる。それらはヴィジランス課題状況で偽のフィードバック情報等を被験者に与

えたときにも、遂行成績が全体として改善され、真の情報フィードバックしたときと比べて遜色がないこと、また、被験者自身に反応の正否を判断させるようにするとその判断が正しくなくても効果があるというものである。Warm らはこれらの研究を論評して、このときの KR の真偽にはそれ程重要性はなく、KR は情報効果としてよりもむしろ動機づけ効果として働く可能性の強いことを指摘した。

このような事態が、ヴィジランス課題状況において生じているのであれば、脳波のバイオフィードバックにおいても、同様の効果が働いている可能性は十分にあり得る。 α 波バイオフィードバックに関しては、 α 波に随伴して与えられるフィードバックのときと同様に、非随伴性フィードバックによっても α 波の出現時間が増加することを示した研究がある (Cleeland, Booker, & Hosokawa, 1971; Strayer, Scott, & Bakan, 1973)。しかし、Travis, Condo, & Knott (1974) によれば、このような非随伴性 KR の効果は確認されなかった。現在のところバイオフィードバックに関しては、随伴性の効果、つまり KR の情報効果のみを認めている研究者が多い (Hord, Tracy, Lubin, & Johnson, 1975; Woodruff, 1975; Dumas, 1979; Plotkin, 1981)。

しかし、もしバイオフィードバックにおける KR が、

¹ 本研究は、1990 年日本心理学会第 54 回大会で発表した内容に加筆したものである。

² 本論文の作成にあたって御指導戴きました金沢大学教育学部山岡哲雄教授に深く感謝致します。

情報効果としてだけでなく動機づけ効果としても働くのであれば、KR の真偽にはそれ程重要性はなく、単に KR 手続きが存在するだけでもかなりの効果が期待される。一般に、 α 波増加フィードバックにおいて、その被験者が α 波の性質について知らなければ、単に音を手掛かりとして α 波を増やそうとしているにすぎない。被験者が KR 情報を有効に用いることができるのは、 α 波の出現と心身状態との対応関係に、正確に気づいた場合のみである。このような対応関係の認知が生じ得ない場合には、被験者は課題状況で KR 信号に注目し、これに注意を集中しているだけである。このような状況でも α 波が増加していくならば、集中性の要因が α 波の増加に働いていると考えることができる。この集中性要因によって出現する α 波を、筆者は集中性 α 波と呼ぶことにする。

瞑想中に出現する特異な α 波も、この集中性 α 波の一種と考えることができる。もちろんこの α 波出現要因に関しては、弛緩によるとする見解と、集中によるとする見解の対立があるが、諸研究結果を総合すると集中性 α 波である可能性が強い (Walsh, 1953; Orne & Wilson, 1983; 山岡, 1971, 1985; 橋本, 1988; 山岡・橋本, 1988, 1989a, 1989b, 1990)。また、強い注意の集中を要するスポーツの熟練者においては、安静時の α 波の他に、集中性の α 波が明瞭にみられた (川原, 1986)。また読文課題遂行中には集中性 α 波の占める時間が有意に増加することも示されている (橋本, 1988)。

本研究の目的は、これまで議論されてきた α 波の増加が、この集中性 α 波のメカニズムに負っているのかどうかについて実験的に検証することである。そこで本実験では KR 条件として、真の KR と偽の KR、真偽混在の KR の3つを用いるが、実験目的の詳細な記述に入る前に、これらの KR の意味について検討しておくことにしたい。

従来、諸研究者が α 波増加バイオフィードバックで用いている KR は、真の KR と偽の KR に大別される。この内、真の KR は被験者の α 波の出現に随伴している (随伴性 KR) が、偽の KR は随伴していない (非随伴性 KR) とされている。ところでこの偽の KR は更に2種に分けられ、1つは被験者が α 波が出現していない状態 (非 α 状態) にあるにもかかわらず α 波出現信号 (偽の KR) が提示されている場合であり、もう1つは被験者の α 波の出現、非出現と関わりなく α 波出現信号が定期的に提示される場合である。このでたための KR の場合には、その比率は必ずしも等しくはないが、KR は時に α 状態に随伴し、時に非 α 状態に随伴する。従ってこの場合には事実上真と偽の KR が混在しているといえる。この問題については、既に Engstrom (1976) が言及している。

α 波増加課題における KR は、 α 状態を強化する情報として被験者に与えられるが、この本来の目的の他に、課題に対する構え、動機づけ、集中を促す効果をもつことが考えられる。前者の場合には、KR によって α 状態が的確にフィードバックされ、被験者は α 波コントロールの方略を習得する、つまりこの時の KR は学習効果をもつ。一方、後者の場合では、KR によって α 波がどうすれば増やせるかという手段が分かるのではなく、KR が存在することで“音を出し続ける”という課題状況が設定され、被験者は課題状況を認知し、その課題に集中することにより α 波が増加する。この後者の効果による α 波増加は、 α 波フィードバック課題に限らず他の課題状況でも起こり、従って KR 情報の真偽には関わりなく KR が存在してさえいればよいことになる。恐らくバイオフィードバックにおける KR にはこの効果があるのだろう、というのが筆者の基本的考えである。

そこで、上記の効果を吟味するために、次のような条件を設定した。被験者に与えられた課題は、フィードバック信号は α 波の存在を示すものと教示されており、この信号を増やすことである。しかし、実際には、 α 状態にあるときにフィードバックする真の KR と、非 α 状態、ここでは実際には β 波が出現している状態 (β 状態) にあるときにフィードバックする偽の KR の2種の KR が与えられる。

もし、KR 情報が重要な意味をもって働くことと仮定すると、本当の意味で α 波の自己統制が達成され、オペラント条件づけが起こるであろう。従って、真の KR では α 波は基準値より高まり、一方偽の KR では実際には β 波が強化されるので、結果として α 波の比率は低下するであろう。次に、KR 情報の効果が全く働かず、筆者が考えるもう1つの効果、つまり KR の動機づけと課題状況の認知による集中効果のみが働いたと仮定しよう。その場合には、真の KR 条件では α 波は基準値よりも高まり、一方偽の KR でも、全く同じ効果がみられるであろう。最後に、KR 情報の効果と KR の動機づけ等の効果とが共に働くことと仮定すると、この時、真の KR では2つの効果が加重して、 α 波は一層高まることが考えられる。一方偽の KR では、KR 情報の効果による α 波減少と、KR の動機づけ等による α 波増加とが作用して、 α 波はこの中間的位置に入るであろう。

以上において、KR がもつ意味によって真と偽の KR が α 波増加課題にどのような効果を及ぼすか、ということについて吟味してきた。次に、いわゆるでたための KR、つまり真と偽の KR が被験者にとって混在する場合について考えてみる。KR に学習効果のみがあるとすれば、真偽混在の KR は、真の KR の部分強化と偽の

KR の部分強化の混合と考えられる。ここで、真の KR と偽の KR が同じ強化密度をもって混在するとすれば、真と偽の KR による効果が相殺し合って、 α 波は増加も減少もしないであろう。KR の動機づけと課題状況の認知による集中効果のみが働くとするれば、真の KR、偽の KR と同様に α 波は増加する。KR 情報の効果と動機づけ等の効果とが共に作用するとすれば、動機づけ等の効果に相当する α 波の増加がみられるものと思われる。

ところで、 α 波のバイオフィードバックに関する研究では、これまで α 指数或いは α 波の出現時間を α 波の測度として用いたものが多かった (Kamiya, 1969; Cleeland et al., 1971; Strayer et al., 1973; Travis et al., 1974; Hord et al., 1975; Dumas, 1979)。これは、フィードバック課題が α 波信号を長びかせることであることから考えると、適切な測度であるといえる。本実験ではこの α 指数と併せて、 α 波のもう 1 つの測度である積分による α 波帯域成分を測定し、両測度の比較も行った。

また、 α 波フィードバック訓練において、上述の KR の効果とは別に α 波に対する暗示効果も報告されている (Walsh, 1974; Valle & Levine, 1975)。従って本実験では、この暗示効果を除去するために、 α 波について特別の知識を持たない被験者を用い、 α 波の出現する意識状態についての教示も一切与えなかった。

方 法

被験者 被験者は、大学生女子 10 名 (平均 20.8 歳) であった。彼等は、バイオフィードバックについて特別な知識も訓練の経験もなかった。

実験条件 本実験における条件は、 α 波に関する真の KR (条件 I)、偽の KR (条件 II)、真偽混在の KR (条件 III)、の 3 条件である。各 KR 期間は 10 分間であり、その時間経過に伴う α 帯域成分の変動を観察した。10 名の被験者はこの 3 条件の実験を総て開眼で行うが、先行条件との効果を相殺するために、実験順位はカウンターバランスをとった。その一連の測定に先立って、閉眼、開眼の 2 つの基準値の測定を 3 分間ずつ行った。

実験装置及び測定方法 脳波の測定装置はエフティ技研製 BIOSYSTEM FM-515 である。この装置は脳波を θ (4—6 Hz)、 α (7—13 Hz)、 β (14—30 Hz) の 3 帯域に分類し、2 秒毎にカウントされる積分値 (μ V) を基に、各帯域のいずれかの出現に関するフィードバック信号音 (3 200 Hz, 30 Hz と 0.8 Hz の 3 つの合成による連続音, 60—65 dB) を被験者に発信することができる。本実験では、この FM-515 によって得られた積分値データをパーソナル・コンピュータに導き、エフティ技研製の分析用専用ソフトを用いて各帯域の積分値を数値として出力し、更に出現時間の分析を行った。使用した分

析ソフトは RAW DATA 用、及び基本ソフトの 2 つである。このうち前者では、2 秒毎の帯域積分値が μ V 単位で表示され、後者では、2 秒毎の優勢帯域成分がそれぞれ逐次表示され、これを基に α 帯域が優勢帯域となった時間と比率 (α 指数) が算出できる。本実験では、全帯域に対する α 帯域の積分値の比率 (μ V 出現率) と、観測時間に対する α 帯域の優勢出現時間の比率 (α 指数) の 2 つを測度とした。

フィードバック信号音は、条件 I と条件 II では、それぞれ実験中の被験者に α 波が出現している時と、 β 波が出現している時に提示されるようにセットされた。いずれも信号音は標的脳波帯域が 10 または 15 μ V に達したときに発生するようになっており、カセットテープレコーダーへライン入力して出力する。条件 III ではこの実験とは別の被験者が条件 I の下で α 波増加フィードバック訓練をしているときの信号音を予め録音して、再生した。

α 波バイオフィードバックでは、これまで主として後頭部誘導によっている。今回の実験では左右後頭部 (10—20 電極配置法による O_1 — O_2) からの双極誘導を用いた。ボディアースは右耳朶 (A_2) である。被験者は実験室内の電氣的シールドルームの中の安楽椅子に腰掛けた。実験室内の照明は、白熱燈による薄明であった。

手続き 被験者の左右後頭部に電極を装着してから、体を楽にして腰掛けるように指示し、閉眼時と開眼時の脳波の基準値をこの順に、それぞれ 3 分間ずつ測定した。その後、I から III の 3 つの条件について実験した。被験者には、3 つの条件とも信号音は常に α 波を示すものであると教示した。被験者に課される課題は、他の手段によらず、単にフィードバックされる信号音の発生時間を増加させることであった。課題と課題の間には 5 分間の休憩期間を挟んだ。

結 果

実験結果は、 α 帯域の μ V 出現率と α 指数の 2 つの測度別に分析し、考察を加えることにしたい。

α 帯域の μ V 出現率による実験結果の分析

α 帯域の μ V 出現率 (以下、 α 出現率と略す) は、閉眼、開眼の基準値測定期については 3 分間の平均を求めた。フィードバック期間については、開始直後の 10 秒間の平均、及び 10 分の試行期間を 1 分毎の 10 区間に分けたそれぞれ終わりの 10 秒間の平均を基に算出した (Fig. 1)。本実験では、このうち初期値 (第 1 区間の初めの 10 秒間) と最終値 (第 10 区間の終りの 10 秒間) との差を統計的に検定した。10 名の被験者のうち 1 名は、閉眼基準期の α 出現率が閉眼基準期のものを上回っており、この特異な基準値を持つ被験者のデータを除外した。

Fig. 2. は、10 分間のフィードバックの期の α 出現

率の平均的変動を3つのKR条件別に示したものである。全体的にみると条件IIの α 出現率が条件IとIIIに比べて低くなっており、3つのKR条件ともわずかなはあるが増加傾向を示している。条件毎に時間的な変化を見ると、条件Iでは、フィードバック開始時は開眼期よりも α 出現率が低いレベルにあるが、その後上昇して最終期には他の2条件よりも高いレベルになった。条件IIでは、初期から最終期にかけて徐々に増加する傾向を示すが、そのレベルは常に開眼期よりも低くなっている。条件IIIでは、フィードバック初期は開眼期のレベルよりも低いが、徐々に増加して、フィードバック期間の中頃には開眼期のレベルを超えて更に増加した。

そこで、KR条件と時間(初期、最終期)の2要因に対

Fig. 1. Sampling periods of percent microvolt alpha.

Fig. 2. Change of percent microvolt alpha in three KR conditions.

応のある分散分析を行った。その結果、時間の要因が有意となった ($F_{(1,8)} = 24.121, p < .01$)。KR条件による変動は有意差はみられなかったが、条件I (60.9%)とIII (60.8%)がほぼ等しく、条件II (58.8%)はその両者よりも低くなっている。時間による変動をみると、初期 (58.8%)より最終期 (61.5%)の方が有意に高かった ($p < .01$)。交互作用効果は有意ではなかった。

次に、3つのKR条件別に、時期(開眼基準期、フィードバック初期、最終期)の要因に関して対応のある分散分析を行った。その結果、時期の主効果は条件Iにおいてのみ有意であった ($F_{(2,16)} = 14.377, p < .01$)。条件Iでは、開眼期 (61.0%)から初期 (58.8%)に一旦低下した後、最終期 (63.0%)に開眼期よりも高くなった。Ryan法による下位検定では、開眼期と初期、及び初期と最終期の間にそれぞれ有意な差がみられた(それぞれ、 $p < .05, p < .01$)。条件IIでは有意ではなかったが、開眼期 (61.0%)から初期 (58.0%)に一旦低下し、最終期 (59.6%)では開眼期のレベルには達しないが、初期よりも増加する傾向を示した。条件IIIでは有意ではなかったが、開眼期 (61.0%)から初期 (59.6%)に一旦低下した後、最終期 (61.9%)では開眼期よりもわずかに高くなる傾向を示した。また被験者の要因は3つのKR条件とも有意であった (I: $F_{(8,16)} = 11.276, p < .01$; II: $F_{(8,16)} = 9.843, p < .01$; III: $F_{(8,16)} = 9.478, p < .01$)。

α 指数による実験結果の分析

α 指数は、各3分ずつの閉眼と開眼の基準期についてはその全期間に対して、10分間のバイオフィードバック中については、2分ずつ第1期から第5期の5区間に分けて求めた。10名の被験者のうち、1名は開眼、閉眼の基準期の α 指数がいずれも100%となっており、もう1名は開眼基準値が閉眼基準値を上回っていたために、この2名の被験者をデータから除外した。

Fig. 3は、各期間の平均 α 指数の時間に伴う変化を示したものである。全体的には条件I, 条件III, 条件IIの順にレベルが高い。KR条件毎の時間経過による変化をみると、条件Iでは、第1期に開眼期よりもわずかに低下し、その後増加に転じ、第2期に開眼期のレベルを超え、更に増加していく。条件IIでは、第1期に開眼期よりも大きく減少し、第2期を過ぎてから増加に転じ、最終的には開眼期とほぼ等しいレベルに達した。条件IIIでは、第1期に開眼期よりも低下し、その後も第3期まで低下を示す、そして第3期を過ぎてから増加に転じ、最終的には開眼期のレベルを超えている。

そこで、KR条件と時間(第1期、第5期)の2要因に対応のある分散分析を行った。その結果、KR条件、時間の主効果はそれぞれ有意であった(それぞれ、 $F_{(2,14)} = 4.560, p < .05$; $F_{(1,7)} = 20.554, p < .01$)。KR条件による変動をみると、条件I (50.1%), 条件III (45.7%), 条件

II (31.8%) の順に α 指数の値が大きかった。Ryan 法による下位検定の結果、条件 I の方が条件 II よりも、条件 III の方が条件 II よりも有意に高かった (それぞれ、 $p < .05$)。時間による変動をみると、第 1 期 (33.3%) より第 5 期 (51.7%) の方が有意に高かった ($p < .01$)。交互作用効果は有意ではなかった。

次に、3つの KR 条件別に、時期(開眼基準期、フィードバック第 1 期、第 5 期)の要因に関して対応のある分散分析を行った。その結果、条件 I と II において時期の主効果が有意であった (それぞれ、 $F_{(2,14)} = 8.785$, $p < .05$; $F_{(2,14)} = 3.782$, $p < .05$)。条件 I では、 α 指数は、開眼期 (42.8%) から第 1 期 (40.4%) に一旦低下した後、第 5 期 (59.8%) には開眼期よりも高くなっている。条件 II では、開眼期 (42.8%) から第 1 期 (20.8%) に一旦大きく低下した後、第 5 期 (42.7%) にはほぼ開眼期のレベルに達している。しかし、条件 I, II とも Ryan 法による下位検定では有意差は得られなかった。条件 III では時期の主効果は有意でなかったが、開眼期 (42.8%) から第 1 期 (38.8%) に一旦低下した後、第 5 期 (52.5%) には開眼期よりも高くなる傾向を示している。また被験者の要因は条件 I, II, III とも有意であった (I: $F_{(7,14)} = 10.989$, $p < .01$; II: $F_{(7,14)} = 6.820$, $p < .01$; III: $F_{(7,14)} = 15.819$, $p < .01$)。

考 察

フィードバック中の α 波の 2 つの測度、 α 帯域の μV

Fig. 3. Change of alpha index in three KR conditions.

出現率及び α 指数を KR 条件と時間に関してそれぞれ分散分析した結果、主効果は、 μV 出現率では時間の要因のみ有意であったが、 α 指数では KR 条件の要因、時間の要因ともに有意となった。しかし、交互作用効果はいずれも有意ではなかった。従って、上述の主効果はそれぞれ独立に働くと考えられるので、次のように解釈することができる。

本実験で用いた 3 つの KR 条件は、真、偽、真偽混在の 3 つであった。もし、バイオフィードバックにおいて KR 情報が重要な意味を持ち、KR が学習要因として働くならば、この α 波の 2 つの測度において、真の KR を与えた条件 I ではその増加が、偽の KR を与えた条件 II ではその減少が、真偽混在の KR を与えた条件 III ではその増加と減少とが相殺されるので、3 つの条件間には条件 I > 条件 III > 条件 II の関係が成立するはずである。結果は、 α 指数による処理では、ほぼ仮説通り、条件 I > 条件 III > 条件 II となり、条件 I と II、条件 III と II の間に有意な差があった。このことは、上述の学習効果が関与していることを示唆するものである。しかし、 μV 積分値処理では有意な差がみられなかった。この両測度の結果の違いは、両測度のサンプリング期間の差による可能性もある。しかし、両測度とも条件 I と III の間には有意な差がみられなかった。全体として、 α 波バイオフィードバックにおける α 波の増加には、学習効果はあるが、それは一般にいわれるほど強力なものではなさそうである。

α 波の時間経過による変動については、初期から後期へかけて有意に増加していた。更に時間と KR 条件との間に交互作用効果がないので、この増加は、どのような KR であっても起こるものと考えられる。KR による学習効果を考えた場合には、条件 II と III では α 波の増加は起こり得ない。従って、 α 波の時間に伴うこの増加には、学習効果以外の要因が関与していると考えざるを得ない。

この学習とは別の要因の 1 つに、刺激を含めた実験事態に対する慣れが生じたために α 波が増加する可能性もある。しかし、被験者はフィードバック課題の遂行という状況にあり、音に対する注意は十分に保たれていたはずである。この様な状況では、被験者は刻々動機づけられており、主体的な努力が行われている (信号音の変化を細心の注意を払って聴き取っている) ので、慣れが起こる可能性は低いといえよう。従って筆者は、この要因をフィードバックという課題状況に伴う、強く動機づけられた集中性の α 波増加要因によるものと考ええる。つまり、被験者はフィードバックによる KR 学習効果とともに集中性の α 波増加を示し、これは KR の性質とは無関係に α 波を促進するのである。このことは、3 つの KR 条件毎にみた α 帯域の出現率の経過からも理

解できる。条件 I からは KR による α 増加学習効果、条件 III からは KR の動機づけ・集中効果、そして条件 II からは KR による α 減少効果とそれに拮抗する KR の動機づけ・集中効果が観察される。

以上から本実験における α 帯域成分の増加の主要因は課題遂行による集中性要因であると考えることができる。しかしその増加率は予想されていたよりも幾分小さなものであった。読文課題に関する研究(橋本, 1988)では、5分間の読文課題遂行によって α 指数は開眼基準値を超え、閉眼基準値に漸近した。これは読文課題では、被験者がその課題内容に十分興味を持ち、動機づけられて集中したものと考えられる。これに対して本実験における課題は読文課題ほどには具体的に興味をそそるものでないために、動機づけや遂行能力の発揮という点から、課題遂行による集中性がそれほど強力ではなかったものと思われる。

本実験においては、同一の被験者に施した3つの異なる KR 条件によるバイオフィードバックの効果を、 α 帯域成分の μV 積分値と α 指数の2つの測度を用いて分析考察した。

これまでの α 波に関する研究には、 α 帯域の積分値を測度としたものと、 α 指数を測度としたものがあり、結果に違いがみられる。この問題については Pagano & Warrenburg (1983) が論評している。それによると、 α 指数を測度として Bennett & Trinder (1977) が行った実験では、瞑想中には α 波が相対的に左半球に多くなることが示されたが、積分値を測度とした Warrenburg & Pagano (1982) の実験では、同じ瞑想中の脳波に両半球による差は見出されなかったという。

ところで本実験の両測度による分析結果では、2つの測度間で時間経過による変動に多少の違いが観察されるが、これはサンプリング期間と時点が異なるためであり、本質的な差とはいえない。全体的傾向はほぼ同じであり、両測度とも時間経過につれて α 帯域成分が増加した。しかし、両測度を比較すると、 α 指数の方が差が拡大されて表現される傾向はあるようである。この実験からは KR の効果に両測度の違いが見出されたが、これはバイオフィードバックによる α 波コントロールが、その教示や条件統制等、総て α 出現時間の関数として扱われていることと関係しているものと思われる。このことは、バイオフィードバックの測度としては α 指数の方が妥当であることを示すものと思われる。 μV 積分値の方は、特定の時点での α 波のエネルギー量を問題とするので、時間的に継続していなくても大振幅の α 波が出現すれば効果が大きくなる。従ってこの測度は、その状況における情動性(集中性も含めて)の強度の指標として用いる方が妥当かもしれない。このように考えると、両測度はいずれも重要であり、それぞれの特性に応

じて使い分ける必要があろう。

要 約

α 波のバイオフィードバックによる増加については、従来これを KR による学習性のものに限定する傾向があるが、この要因の他に KR に対する動機づけ・集中性の要因も考えられる。本研究では後者の要因の存在を実証するために、真、偽、真偽混在の3種の KR による α 増加訓練の効果を、10名の健常な被験者を用いて比較した。主な結果は次の通りであった。

1. 真の KR を与えたときに時間的に α 帯域の出現が最も多く、偽の KR を与えたときに最も少なかった。

2. どのような KR を与えても、フィードバック訓練期間中には、その時間経過に伴って α 帯域成分を増加させた。

3. μV 積分値と α 指数の2つの測度による結果を比較すると、両測度間に本質的差異は見出されなかった。しかし前者より後者の方が条件差が明瞭に観察される。

以上の結果から、 α 増加フィードバックには、フィードバック情報による強化・学習の要因も働くが、フィードバック信号の統制という課題に注意を集中することによる、集中性の α 帯域成分増加要因も働くことが分かった。更にフィードバック中の脳波の測度としては時間の関数としての α 指数の方が μV 積分値よりも妥当であると考えられる。

引用文献

- Antonelli, D. C., & Karas, G. C. 1967 Performance on a vigilance task under conditions of true and false knowledge of results. *Perceptual and Motor Skills*, 25, 129-138.
- Bennett, J. R., & Trinder, J. 1977 Hemispheric laterality and cognitive style associated with Transcendental Meditation. *Psychophysiology*, 14, 293-296.
- Cleeland, C. S., Booker, H. E., & Hosokawa, K. 1971 Alpha enhancement: Due to feedback or in the nature of the task. *Psychophysiology*, 8, 262-263.
- Dumas, R. A. 1979 EEG alpha-hypnotizability correlations: A review. In J. Stoyva, J. Kamiya, T. X. Barber, N. E. Miller & D. Shapiro (Eds.), *Biofeedback and self-control 1977/78*. Chicago: Aldine Publishing Company. Pp. 258-265.
- Engstrom, D. R. 1976 Hypnotic susceptibility, EEG alpha and self-regulation. In G. E. Schwartz & D. Shapiro (Eds.), *Consciousness and self-regulation—Advances in research—*. Vol. 1. New York and London: Plenum Press. Pp. 173-221.
- 橋本圭子 1988 学習様式の学習効果に関する生理心理学的研究 金沢大学教育学部昭和62年度卒業論文(未

- 公刊)
- Hord, D. J., Tracy, M. L., Lubin, A., & Johnson, L. C. 1975 Effect of self-enhanced EEG alpha on performance and mood after two nights of sleep loss. In T. X. Barber, L. V. DiCara, J. Kamiya, N. E. Miller, D. Shapiro & J. Stoyva (Eds.) 1976 *Biofeedback and self-control 1975/76*. Chicago: Aldine Publishing Company. Pp. 263-268.
- Kamiya, J. 1969 Operant control of the EEG alpha rhythm and some of its reported effects on consciousness. In C. T. Tart (Ed.), *Altered states of consciousness*. New York: John Wiley and Sons. Pp. 489-501.
- 川原尚子 1986 Concentration の学習効果に関する生理・心理学的研究——注意の精神活動時の脳電図を中心として—— 金沢大学教育学部昭和60年度卒業論文(未公刊)
- Loeb, M., & Schmidt, E. A. 1963 A comparison of the effects of different kinds of information in maintaining efficiency on an auditory monitoring task. *Ergonomics*, 6, 75-81.
- Mackworth, J. F. 1964 The effect of true and false knowledge of results on the detectability of signals in a vigilance task. *Canadian Journal of Psychology*, 18, 106-117.
- Orne, M. T., & Wilson, S. K. 1983 On the nature of alpha feedback training. In G. E. Schwartz & D. Shapiro (Eds.), *Consciousness and self-regulation—Advances in research and theory—*. Vol. 2. New York and London: Plenum Press. Pp. 359-400.
- Pagano, R. R., & Warrenburg, S. 1983 Meditation: In search of unique effect. In R. J. Davidson, G. E. Schwartz & D. Shapiro (Eds.), *Consciousness and self-regulation—Advances in research and theory—*. Vol. 3. New York and London: Plenum Press. Pp. 153-210.
- Plotkin, W. B. 1981 The alpha experience revisited: Biofeedback in the transformation of psychological state. In D. Shapiro, J. Stoyva, J. Kamiya, T. X. Barber, N. E. Miller & G. E. Schwartz (Eds.), *Biofeedback and behavioral medicine 1979/1980*. New York: Aldine Publishing Company. Pp. 75-91.
- Strayer, F., Scott, W. B., & Bakan, P. 1973 A re-examination of alpha feedback training: Operant conditioning or perceptual differentiation?. *Canadian Journal of Psychology*, 27, 247-253.
- Travis, T. A., Condo, C. Y., & Knott, J. R. 1974 Alpha conditioning: A controlled study. In L. V. DiCara, T. X. Barber, J. Kamiya, N. E. Miller, D. Shapiro & J. Stoyva (Eds.) 1975 *Biofeedback and self-control 1974*. Chicago: Aldine Publishing Company. Pp. 360-371.
- Valle, R. S., & Levine, J. M. 1975 Expectation effects in alpha wave control. In T. X. Barber, L. V. DiCara, J. Kamiya, N. E. Miller, D. Shapiro & J. Stoyva (Eds.) 1977 *Biofeedback and self-control 1975/76*. Chicago: Aldine Publishing Company. Pp. 242-245.
- Walsh, D. H. 1974 Interactive effects of alpha feedback and instructional set on subjective state. In L. V. DiCara, T. X. Barber, J. Kamiya, N. E. Miller, D. Shapiro & J. Stoyva (Eds.) 1975 *Biofeedback and self-control 1974*. Chicago: Aldine Publishing Company. Pp. 351-359.
- Walsh, E. 1953 Visual attention and the α -rhythm. *Journal of Physiology*, 120, 155-159.
- Warm, J. S., & Jerison, H. J. 1984 The psychophysics of vigilance. In J. S. Warm (Ed.), *Sustained attention in human performance*. Chichester, New York: John Wiley and Sons. Pp. 15-59.
- Warrenburg, S., & Pagano, R. R. 1982 *Meditation and hemispheric specialization: Absorbed attention in long-term adherence*. Manuscript submitted for publication. (Pagano, R. R., & Warrenburg, S. 1983)
- Weidenfeller, E. W., Baker, R. A., & Ware, J. R. 1962 Effects of knowledge of results (true and false) on vigilance performance. *Perceptual and Motor Skills*, 14, 211-215.
- Woodruff, D. S. 1975 Relationships among EEG alpha frequency, reaction time and age: Biofeedback study. In T. X. Barber, L. V. DiCara, J. Kamiya, N. E. Miller, D. Shapiro & J. Stoyva (Eds.) 1976 *Biofeedback and self-control 1975/76*. Chicago: Aldine Publishing Company. Pp. 255-262.
- 山岡哲雄 1971 坐禅の生理心理学的研究——脳電図による考察—— 駒沢社会学研究, 2・3, 17-36.
- 山岡哲雄 1985 Biofeedback に関する諸問題 II——脳電図 alpha 波の自己統制と alpha 体験について—— 金沢大学教育学部紀要(教育科学編)第34号, 23-36.
- 山岡哲雄・橋本圭子 1988 集中力と学習成績に及ぼす読文様式の効果に関する生理・心理学的研究 金沢大学教育工学研究第14号, 75-84.
- 山岡哲雄・橋本圭子 1989a 課題遂行及び注意集中の生理心理学的研究 I 金沢大学教育学部紀要(教育科学編)第38号, 293-302.
- 山岡哲雄・橋本圭子 1989b 課題遂行及び注意集中の生理心理学的研究 II 金沢大学教育工学研究第15号, 13-27.
- 山岡哲雄・橋本圭子 1990 課題遂行及び注意集中の生理心理学的研究 III 金沢大学教育学部紀要(教育科学編)第39号, 313-332.