

1992年12月21日
於 大妻女子大学

脳波バイオフィードバックトレーニングによる集中力増強への妥当性の検討

—— 優勢脳波 $Fp_2 \alpha_2$ 波増強による事例を中心に ——

丹羽 助昭 弘 志穂 (奈良女子大学)

目 的

脳波によるバイオフィードバックトレーニング(以下BFTと略す)によって集中力を高める方法を検討するため、次の仮説を検討する。

- 1 集中力が增大している時は優勢脳波 $Fp_2 \alpha_2$ 波が多く出現する。
- 2 脳波BFTによって優勢脳波 $Fp_2 \alpha_2$ 波を増強することができる。
- 3 優勢脳波 $Fp_2 \alpha_2$ 波を増強することによって、集中力を増大することができる。

方 法

対象：女子大学生 (18~21歳) 9名

実験期日：1991年5月25日~6月4日, 10月2~28日

環境条件：室温18.0~24.0°C, 湿度54.0~72.0%

測定内容：脳波バイオフィードバック装置(FM515S:FT 技研製)を用い、センサーベルトで探査電極を前額の右(Fp_2 部)に、アースを前額の左(Fp_1 部)に、基準電極(クリップ電極)を左耳たぶ(A_1 部)に装着して単極誘導により、前頭葉から導出される2秒毎の優勢脳波を測定する。前額から脳波を測定する理由は、前頭葉 α 波は後頭葉 α 波に比べ、単に閉眼しただけでは出現頻度や強度が非常に小さいが、生理心理的特有状態では、強い α 波の出現が観測され、内部知覚との対応性がかなり良い(志賀ら¹⁾)という理由による。脳波の測定は、FM515S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、FT技研製の分析用専用ソフトを用いて、各周波数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う。分析ソフトは、RAW DATA用と基本ソフトの二つである。このうち前者では、2秒毎の周波数帯域積分値が μV 単位で表示される。後者では、2秒毎の優勢帯域成分(優勢脳波とARTIFACT)がそれぞれ逐次表示され、これを基に α_2 帯域、 θ_2 帯域、 β_2 帯域等が優勢帯域となった時間とその比率(これを α_2 指数、 θ_2 指数、 β_2 指数等と呼ぶ)を算出できる。後者の方が条件差が明瞭に観察されるとの先行研究(橋本²⁾)から、本実験では後者の優勢脳波指数を用いるが、それを優勢脳波出現率と呼ぶことにする。BIOFEEDBACK SYSTEM FM515Sは、優勢に出現した脳波の θ_2 波(中心周波数5.6Hz)、 α_1 波(中心周波数8.2Hz)、 α_2

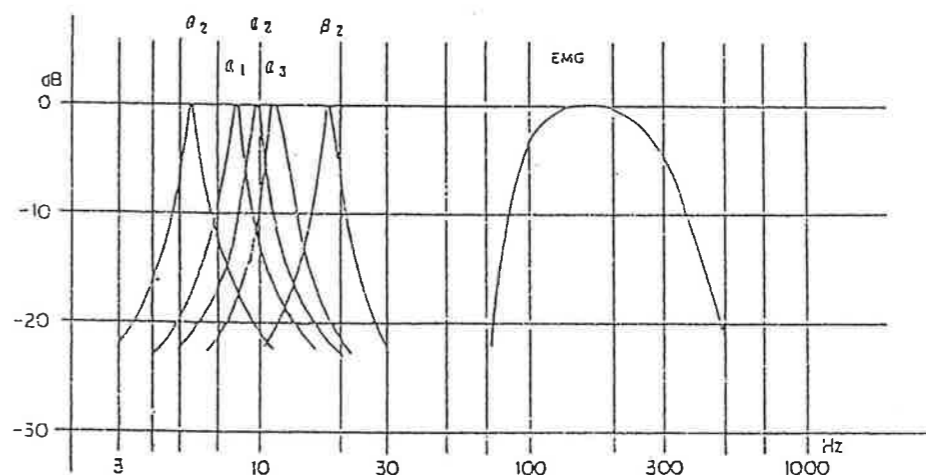


図1 FM515Sのバンドパスフィルターの周波数特性

波(中心周波数10Hz)、 α_3 波(中心周波数12Hz)、 β_2 波(中心周波数18Hz)、ARTIFACTを測定できる。図1にFM515Sのバンドパスフィルターの周波数特性を示す。

安静時の値は、試行前と後の閉眼時の5分間の値を用いる。

実験の構成：実験Ⅰ 注意力計による集中力の測定と、その直前・直後の閉眼時の優勢脳波特に $Fp_2 \alpha_1$ 波・ $Fp_2 \alpha_2$ 波・ $Fp_2 \alpha_3$ 波の出現状態を検討する。

実験Ⅱ 実験Ⅰの分析結果をもとに、脳波BFTによって優勢脳波 $Fp_2 \alpha_2$ 波を増強させ、その増強状態を検討する。

実験Ⅲ 脳波BFTの効果を確認した後、再び集中力の測定とその直前・直後の閉眼時の優勢脳波 $Fp_2 \alpha_2$ 波の出現状態を検討して、集中力と優勢脳波 $Fp_2 \alpha_2$ 波との関係を明らかにする。

測定方法：実験Ⅰ 注意力計AF型(稲葉人間工学研究所製)により2Hzの速さで30秒間における3種の数字への反応の正答率で集中力を測定し、その直前・直後の閉眼時の優勢脳波特に $Fp_2 \alpha_1$ 波と $Fp_2 \alpha_2$ 波・ $Fp_2 \alpha_3$ 波の出現状態を検討する。この実験を3回繰り返す(図2)。

実験Ⅱ 脳波BFTの方法は、Bodysonic System (BODYSONIC 社製)に着席させ、リラクゼーションと脳波BFTのために、閉眼状態でシンセサイザータイプの音楽(エフティ技研製の音楽瞑想テープのTAPE2・応用編のB面第3曲)を聴かせる。次に脳波BFT機であるFM515Sを用いて $Fp_2 \alpha_2$ 波を多く出すように指示する。FM515Sの機械は、優勢脳波 $Fp_2 \alpha_2$ 波が出たら信号音が出る仕組みになっているので、この音を手掛かりに脳波BFTをすることになる(図3)。BFTは3日

安静・閉眼 (5分 脳波測定)
練習試行 (30秒)
試行前閉眼 (1分 脳波測定)
試行 (30秒)
試行後閉眼 (1分 脳波測定)
安静・閉眼 (5分 脳波測定)
(以上を3回くり返す)

図2 実験ⅠとⅢの測定順序

器具の装着
実験の説明
リラクゼーション音楽(約4分)
休憩 (1分)
脳波BFT① (3分)
休憩 (1分)
脳波BFT② (3分)
休憩 (1分)
脳波BFT③ (3分)

図3 実験Ⅱのトレーニングの順序

単位とし、1日は実験室で行い、あと2日は、自宅で1日1回、実験Ⅱのテープを聞いた後、実験室での体験をもとに自分でトレーニングする。期間は合計13日間、したがって実験室での脳波BFTは、1、4、7、10、13日目の計5回である。

実験Ⅲ 実験Ⅰと同様の実験を1回のみ行う。

結果

優勢脳波の測定は、開眼時にはARTIFACTが多く出るので、閉眼時の測定値を検討する。すなわち、実験ⅠとⅢでは、試行（集中力の測定）の直前と直後の1分間の閉眼時の優勢脳波を、また安静時の優勢脳波は、各試行前と後の各5分間を測定した結果をそれぞれ試行時、安静時の優勢脳波の値と呼ぶことにし、それらを検討する。

1 実験Ⅰ：個人別にみた集中力の成績と優勢脳波 $Fp_2 \alpha_2$ 波出現状態との関係

各被験者の優勢脳波 $Fp_2 \alpha_1$ 、 α_2 、 α_3 各波の出現率と集中力の成績との相関係数とその有意水準を表1に示す。表1から、個人によって多少違いがあり、測定回数も少ないため（3回）有意水準の低いものも多いが、概して集中力の成績と $Fp_2 \alpha_2$ 波との間には高い正の相関がみられる。すなわち現象的には集中力の成績が高い時には、 α_2 波も増大しているように見える。したがって、集中力を増大させるためには、まず α_2 波を増強させることが有効であると考えてよいであろう。そこで実験Ⅱでは、優勢脳波 $Fp_2 \alpha_2$ 波を脳波BFTによって増強することを試みる。

表1 優勢脳波 $Fp_2 \alpha_1$ ・ α_2 ・ α_3 波の出現率と集中力の成績との相関係数（r）とその有意水準（p）

被験者	A	B	C	D	E	F	G	H	I	
α_1	試行前 r	.771	.960	-.779	.000	-.999	-.976	-.329	-.625	.000
	p	.440	.180	.432	1.000	.035	.139	.787	.570	1.000
	試行後 r	-.771	.912	-.986	.000	.240	-.315	-.982	.045	.000
α_2	p	.440	.270	.108	1.000	.846	.760	.120	.971	1.000
	試行前 r	.970	.998	.870	.500	.996	.854	-.013	.990	.866
	p	.156	.044	.329	.667	.056	.349	.991	.091	.333
α_3	試行後 r	.996	.996	-.851	-1.000	.945	.301	.999	.999	.000
	p	.167	.056	.352	.000	.212	.805	.032	.022	1.000
	試行前 r	-.166	.912	.967	.000	.000	.000	.757	-.853	.651
β_2	p	.894	.270	.163	1.000	1.000	1.000	.453	.350	.548
	試行後 r	-.971	.912	-.431	.000	.000	.000	-.329	-.920	-.327
	p	.153	.270	.716	1.000	1.000	1.000	.787	.256	.788

2 実験Ⅱ：優勢脳波 $Fp_2 \alpha_2$ 波増強のための脳波BFTの効果の検討

実験Ⅰの結果を検討した結果、最もリラックスした状態であると思われる集中力測定後の安静時5分間の3回の各優勢脳波出現率の平均値を各被験者の基準値と考え、この基準値に対する試行時の優勢脳波出現率の増減値をBFT値、増減率をBFT率と呼ぶ

ことにする。すなわち、

$$BFT \text{ 値} = \text{試行時の優勢脳波出現率} - \text{基準値}$$

$$BFT \text{ 率} = \text{試行時の優勢脳波出現率} \div \text{基準値}$$

そこで1例として被験者Aが実験室で行った脳波BFT時（1、4、7、10、13日目）のBFT値、BFT率を図4、5に示す。

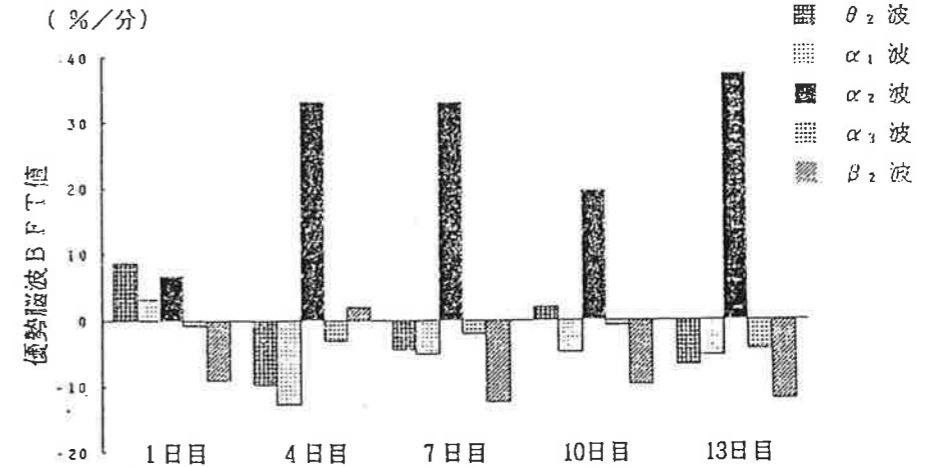


図4 脳波BFT中のBFT値（被験者A）

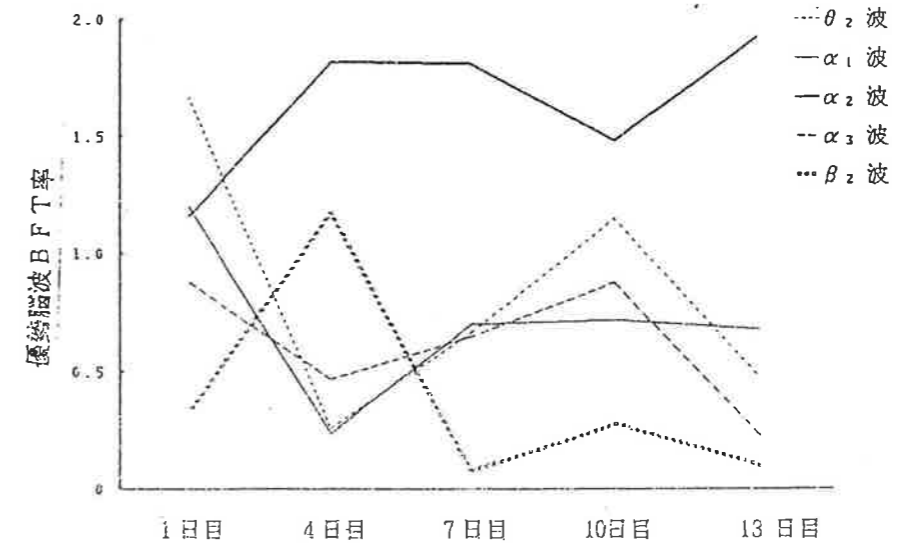


図5 脳波BFT中のBFT率（被験者A）

図4, 5から被験者Aは優勢脳波 $Fp_2 \alpha_2$ 波が4日目の測定以後, 他の優勢脳波より確実に多く出現するようになってきていることがわかる。

次に, 各被験者の優勢脳波 $Fp_2 \alpha_2$ 波の出現率についての脳波BFT中と安静時との比較(t検定)を表2に示す。表2から, α_2 波は9名中8名までが安静時と比べて脳波BFT中の方が増大傾向を示し, 6名が有意に増大したことがわかる。これは脳波BFTによる効果だと考えられる。なお, 被験者Aの内省報告の一部を表3に示す。

表2 安静時と脳波BFT中の優勢脳波出現率のt検定結果

脳波	被験者	1日目	4日目	7日目	10日目	13日目
α_2	A	.226	.022	.014	.072	.023
	B	.105	.500	.174	.350	.248
	C	.445	.075	.378	.019	.017
	D	.076	-.139	.243	.022	.114
	E	.008	.006	.043	.029	.103
	F	.053	.225	.036	.155	.002
	G	.178	.073	.103	.086	.225
	H	.020	.011	.033	.070	.068
	I	.420	-.448	.303	.232	-.413

表3 脳波BFTの内省報告の一部(被験者Aの場合)

月日	簡単な感想
10/8	試中や勉強中を思い出していた。ビビビという音をただ聞いていた。
10/14	実験Ⅱの1回目のトレーニング①は元気に集中できるが, 3回目③は半分もうろうとしている。
10/17	ビビビという音が止まるとびくっと反応してしまう。
10/21	昼食後すぐなので眠かった。
10/24	3回目のトレーニング③になると集中出来なくなって音がとぎれがちになってしまった。

注) 「脳波BFT前と脳波BFT後で変わったと思われることは何ですか」の質問に対して

- ① 集中するとき力がこもるのようになった。
- ② 集中する前に「さあ集中するぞ」と考えるようになった。

3 実験Ⅲ: 脳波BFTによる優勢脳波 $Fp_2 \alpha_2$ 波増強後の集中力の状態の検討

被験者B, C, F, Gの実験ⅠとⅢの結果, すなわち, 優勢脳波 $Fp_2 \alpha_2$ 波の基準値に対する試行時(前・後)の値の増減値(BFT値), 増減率(BFT率)と集中力の成績を例として図6~13に示す。図6, 7から, 被験者Bは実験Ⅰの時より実験Ⅲの時の方が優勢脳波 $Fp_2 \alpha_2$ 波が多く出現し, 集中力の成績も上がっていることがわかる。この成績の上昇は, 優勢脳波 $Fp_2 \alpha_2$ 波と同調しているところから実験Ⅱの脳波BFT

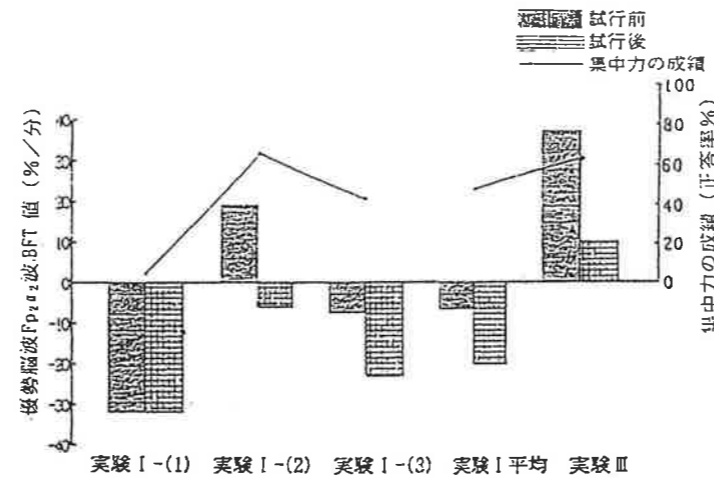


図6 実験Ⅰ・Ⅲにおける優勢脳波 $Fp_2 \alpha_2$ 波のBFT値と集中力の成績(被験者B)

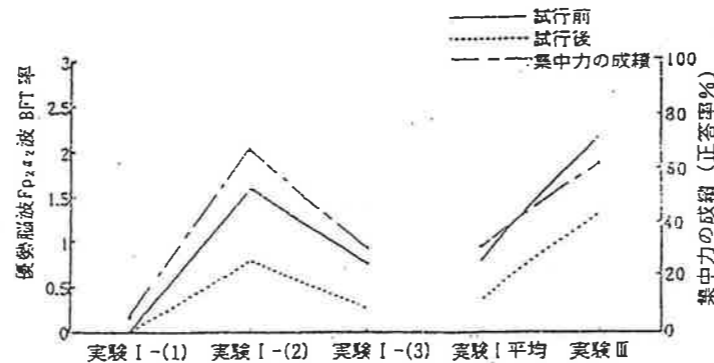


図7 実験Ⅰ・Ⅲにおける優勢脳波 $Fp_2 \alpha_2$ 波のBFT率と集中力の成績(被験者B)

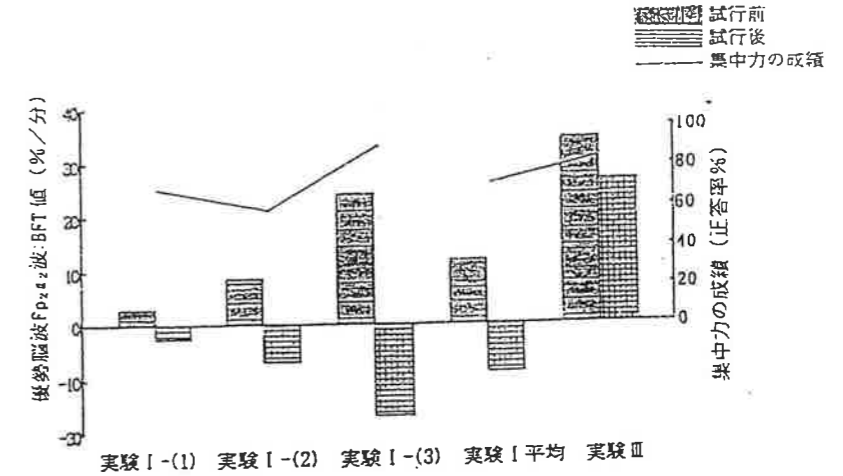


図8 実験Ⅰ・Ⅲにおける優勢脳波 $Fp_2 \alpha_2$ 波のBFT値と集中力の成績(被験者C)

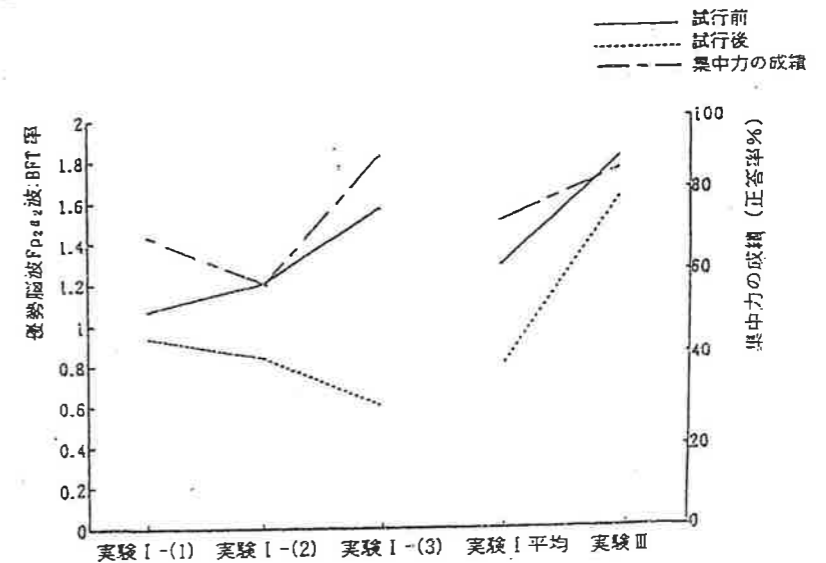


図9 実験Ⅰ・Ⅲにおける優勢脳波 $Fp_2 \alpha_2$ 波のBFT率と集中力の成績(被験者C)

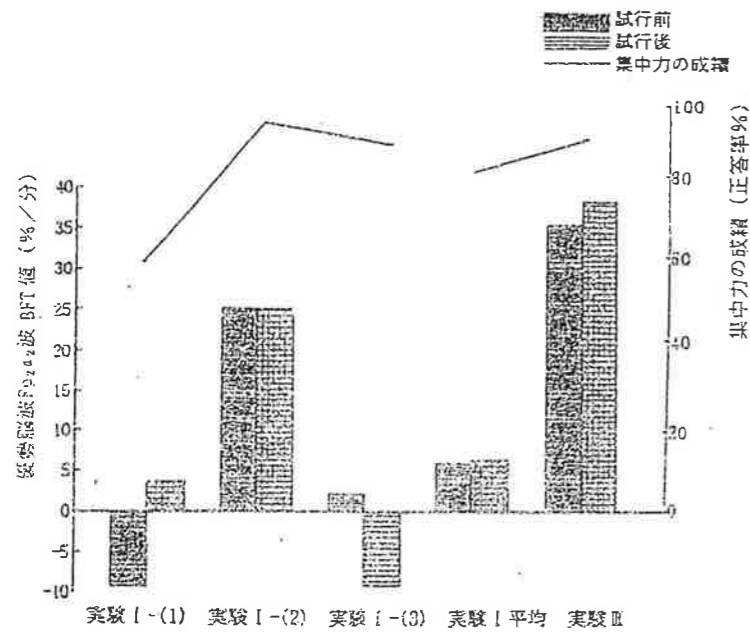


図10 実験I・IIIにおける優勢脳波Fp2 α 2波のBFT値と集中力の成績 (被験者F)

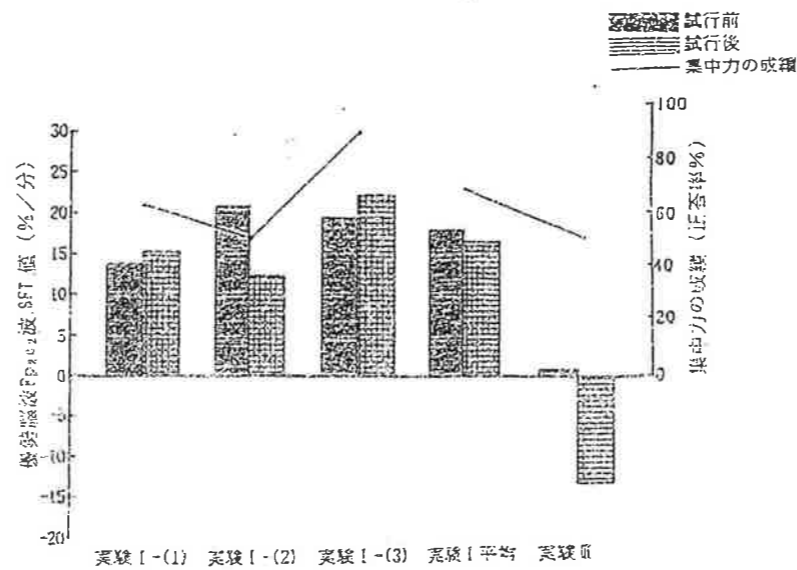


図12 実験I・IIIにおける優勢脳波Fp2 α 2波のBFT値と集中力の成績 (被験者G)

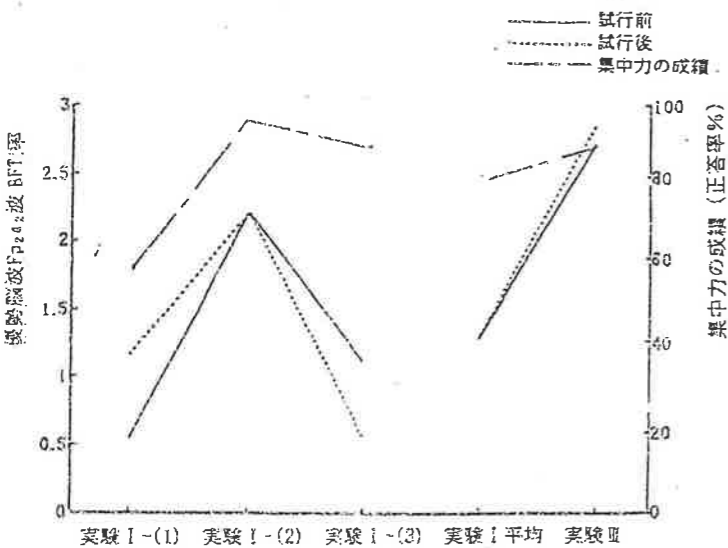


図11 実験I・IIIにおける優勢脳波Fp2 α 2波のBFT率と集中力の成績 (被験者F)

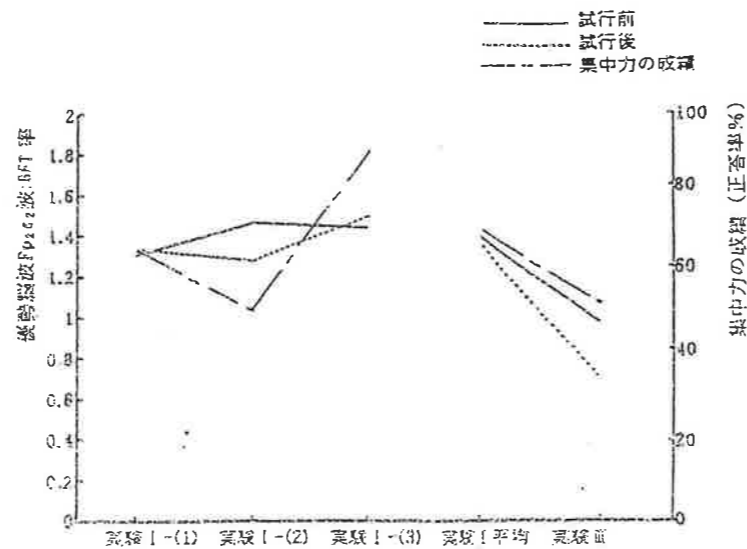


図13 実験I・IIIにおける優勢脳波Fp2 α 2波のBFT率と集中力の成績 (被験者G)

による優勢脳波Fp2 α 2 波の増強によるものと考えられる。図8~11から、被験者C, Fについても同様の現象を示していることがわかる。実験IIのBFTによって優勢脳波Fp2 α 2 波の増大した被験者は9名中8名であり、しかもその中、7名は集中力が増大した。集中力が増大しなかった被験者Iは優勢脳波Fp2 α 2 波は増大したが、集中力はほとんど変化しなかった。その理由は、実験Iですでに集中力は94.1%という極めて高い成功率を示しており、実験IIIでの94.4%の成功率から推測すると、被験者Iにとって、それ以上に集中力の成功率を増大させるには非常に困難な状態まで、すでに実験Iで成功率が上昇していたためと考えられる。残りの1名の被験者Gは図12, 13からわかるように、実験IIIで優勢脳波Fp2 α 2 波が減少したが、集中力も減少している。両者の同調傾向という関係は同様である。もちろん、被験者全員の実験IとIIIの優勢脳波Fp2 α 2 波の平均も集中力の平均も増大していた。

以上のことから、脳波BFTによって優勢脳波Fp2 α 2 波を増大させることによって、集中力を増大させることができると考えてもよいであろう。

結 論

脳波バイオフィードバックトレーニングによって集中力増強の方法を検討するため、9名の被験者(18~20歳)について実験した結果、次の結論を得た。

- 1 集中力が増大しているときは、優勢脳波Fp2 α 2 波も多く出現する。
- 2 脳波BFTによって優勢脳波Fp2 α 2 波を増強することができる。
- 3 優勢脳波Fp2 α 2 波を増強することによって集中力を増大することができる。

引用文献

- 1) 志賀一雄・松岡洋一・佐々木雄二 1932 前頭葉 α 波のフィードバック増強, バイオフィードバック研究9, 1-14.
- 2) 橋本圭子 1991 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, 心理学研究62, 180-186.