

調息・バイオフィードバックによる 心拍制御の研究（1）

中村昭之 佐藤信茂

禅やヨガは、従来からの研究（秋重，1977，平井，1960等）によって，直接的間接的に，自律機能のコントロールという面が含まれることが明らかにされている。本研究は，自律機能のうち，とくに，心拍をとり上げ，これと，調息との関連について一連の考察を試みたものである。

実 験 I

研究目的

バイオフィードバックは，刻々変化する身体の状態を一度外部情報の信号に移し変え，有機体に与えることによって，本来不随意な身心の機能を制御しようとするものであるが，当初より，そのフィードバック刺激を受容する側の心的ストラテジィが重要な働きをすると考えられてきた。最近の研究では，ますますこの刺激を受容する側の主体的要因である心的ストラテジィ（観念，意図あるいはインストラクショナルセットなど）の重要性が強調され，それらが，バイオフィードバックそれ自体の効果を大きく左右するものであることが確かめられてきている（Brener, 1977, 原野1977）。例えば，一連の研究では，心拍コントロールの効果は，インストラクションのみを与えた場合と，インストラクション+バイオフィードバックを与えた場合とでは，その効果に殆んど差がないことが明らかにされている。（Bouchard and Granger, 1977, Johnston, 1976, Lacroix and Roberts 1978, Levenson 1976）

禅やヨガは，直接的，間接的に生理的反応のコントロールといった面がふくまれているが，しかしこれらの修行法には，バイオフィードバックのような外

部信号情報による外的刺激を必要としないで、上述したような心的ストラテジィのみで、かなりな程度の生理的反応のコントロールができることが、これまでの研究結果で明らかにされている。

本研究では、調息、心的ステラテジィ（インストラクション）、それにバイオフィードバック等の心拍コントロールにおよぼす影響などについて考察することを目的とした。具体的な研究目的は以下のとおりである。

1. ヨガの修行者を対象とした、調息中の心拍数と呼吸数の変化。
2. 心拍制御のインストラクションによる心拍数と呼吸数の変化。
3. バイオフィードバックによる、心拍数と呼吸数の変化

研究方法

沖ヨガの修行者（沖ヨガ道場の指導者）、7名、統制群として、女子大生7名、計14名であった。

ヨガ修行者の性別、年齢、修行年数、調息の方法などは、表1-1に示すとおりであった。統制群である女子大生には、呼気を長くして、それに注意を集中する呼吸法を指導した。

表 1-1 ヨガ修行者群の内訳・瞑想（調息・調心）の方法

被験者	性別	年齢	修行年数	瞑想の方法	その他
M.N.	♀	40歳	15年	呼気を長くして、それに注意を集中	足のしびれ 60%の達成
T.O.	♂	33歳	8年	調息、オームをくりかえしてそれに一つになる	少しねむけ 60%達成
K.Y.	♂	28歳	5年	呼気を長くして、心の中でオームをとらえた	50%達成
S.H.	♂	23歳	2年	数息観（はじめに自律訓練法を行った）	20%達成 全身脱力感
S.T.	♂	26歳	6年	呼気を長くして意識統一	30%達成 ねむけ、身体が暖い
S.M.	♀	27歳	4年	調息とそれに意識集中	40%達成 ねむけ
N.M.	♂	50歳	20年	調息、ひたいと肛門に注意を集中	60%達成 ねむけ

装置

プレティスモグラフと呼吸曲線は，脳波測定機（三栄測器 1A52）によって測定され，データレコーダー（TEAC-R-61D）に記録し，シグナルプロセッサ（三栄測器，7T08）によって分析処理された。

表 1-2

実験条件と試行順序						
I	II	III	IV	V		
安	調				安	
静	息	VC	BF		静	
5分	5分	5分	5分	5分	5分	
	1回目	I	II	III	IV	V
	2 " "	I	II	IV	III	V
	3 " "	I	III	II	IV	V
	4 " "	I	III	IV	II	V
	5 " "	I	IV	II	III	V
	6 " "	I	IV	III	II	V
	7 " "	I	II	III	IV	V

心拍数のバイオフィードバックは，被験者の約70cm前方にプルスメーター（三栄測器2D16）を設置し，メーターの針のふれを見ることによっておこなわれた。

手続き

被験者は電氣的にシールドされた防音室の中で，プレティスモグラフと呼吸曲線の装置が取り付けられた後に，以下の5条件が呈示された。I 安静，II 調息，III 心拍減少指示（VC），IV バイオフィードバック（BF），V 安静，各条件の時間間隔は5分であった。これらの条件中，II III IVは，表1-2に示すとをり順序をかえて呈示された。III 心拍減少指示は，以下のように説明された。“あなたの心臓に注意してください。そうして，できるだけゆっくり心臓が打つようにして下さい。あなたが思いつく，どんな方法を使用しても結構です”。

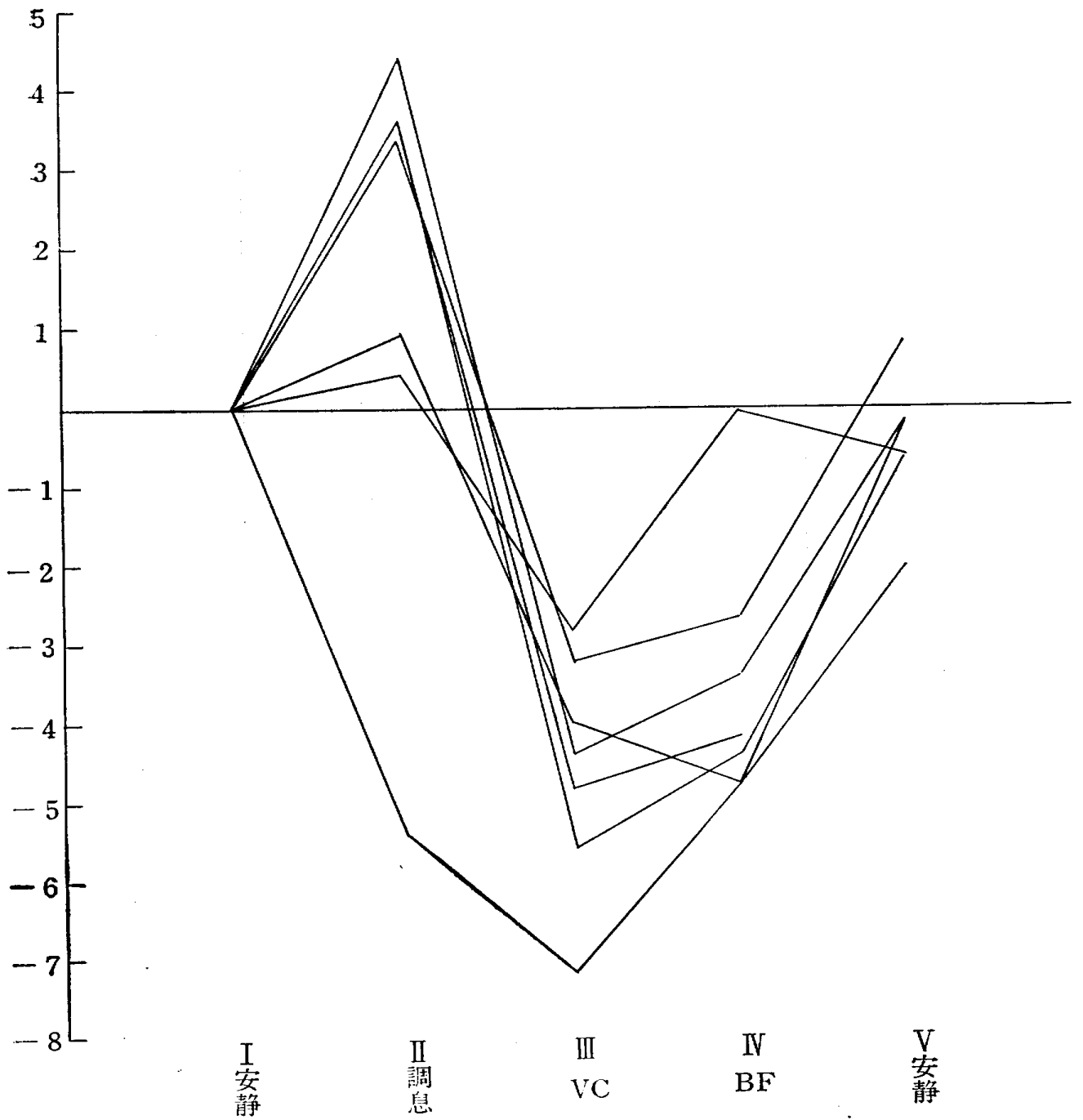


図1-1 心拍数の変化 (ヨガ修行者群)

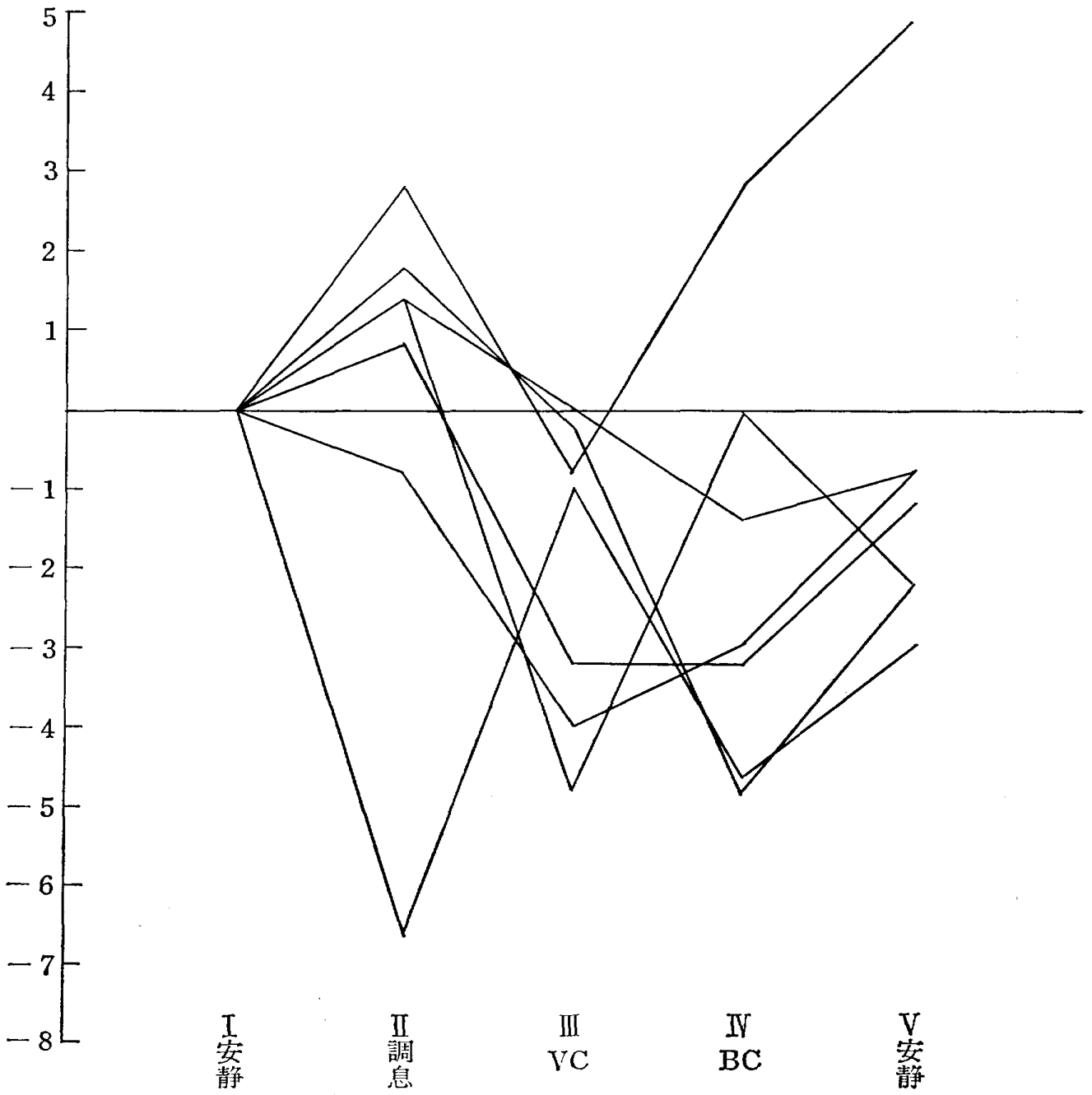


図1-2 心拍数の変化 (コントロール群)

研究結果

(1)心拍数：心拍数の変化は、図1-1、図1-2に示すとおりであった。分散分析の結果では、条件間(F, 11.052)で、1%の水準で有意差があったが、群間(F, 2.414)、交互作用(F, 1.853)で、共に有意差が認められなかつた。

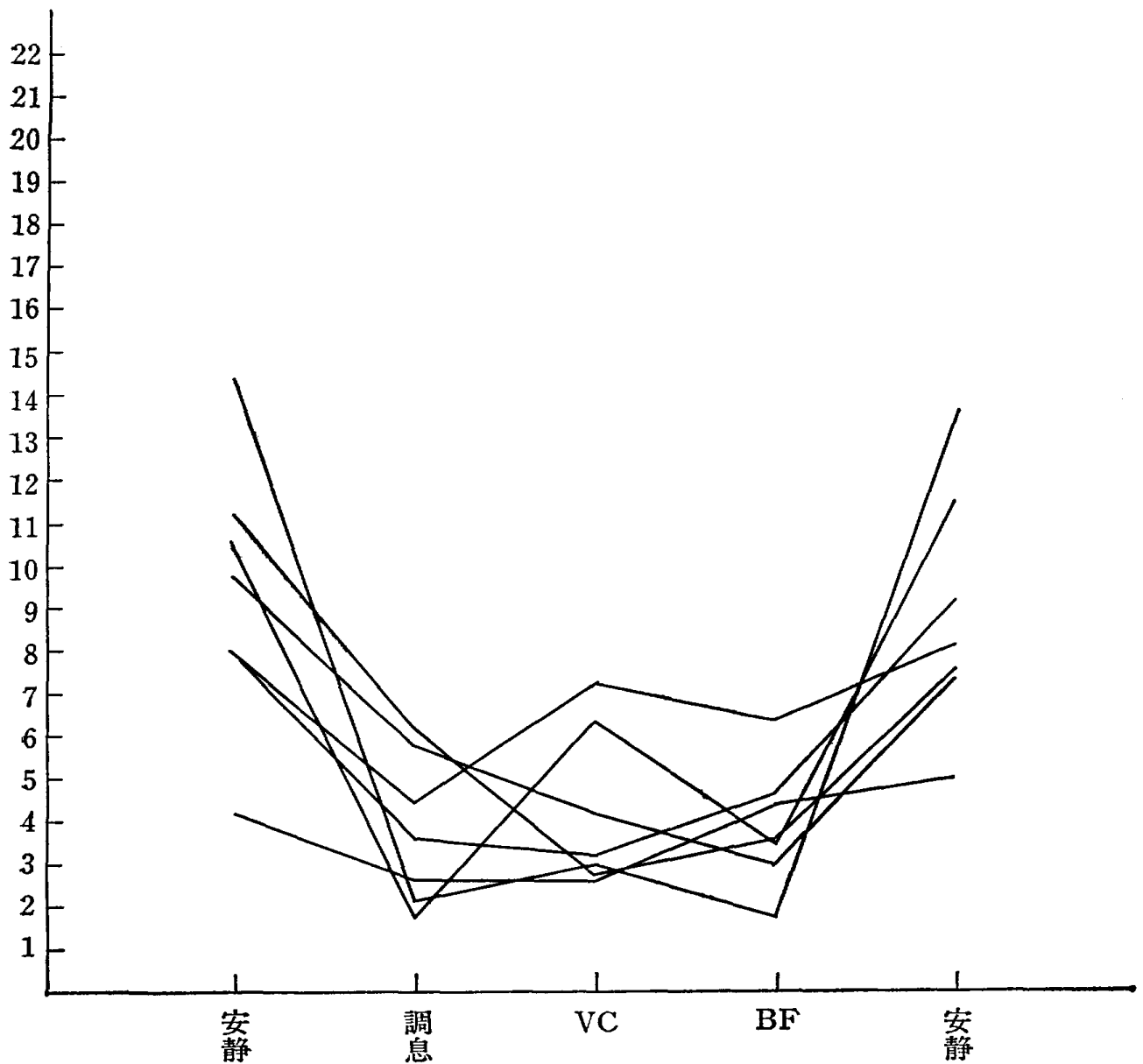


図1-3 呼吸数の変化 (ヨガ修行者群)

った。ヨガ修行者群は，心拍数は調息で上昇する（7名中6名上昇）。心拍減少指示（VC）とバイオフィードバック（BF）で減少する。心拍減少指示とバイオフィードバックを比較すると，前者の心拍数の減少度は，後者を上回った。統制群では，調息でやや上昇し，心拍減少指示とバイオフィードバックで減少するが，両者の減少度には殆んど差はなかった。

(2) 呼吸数

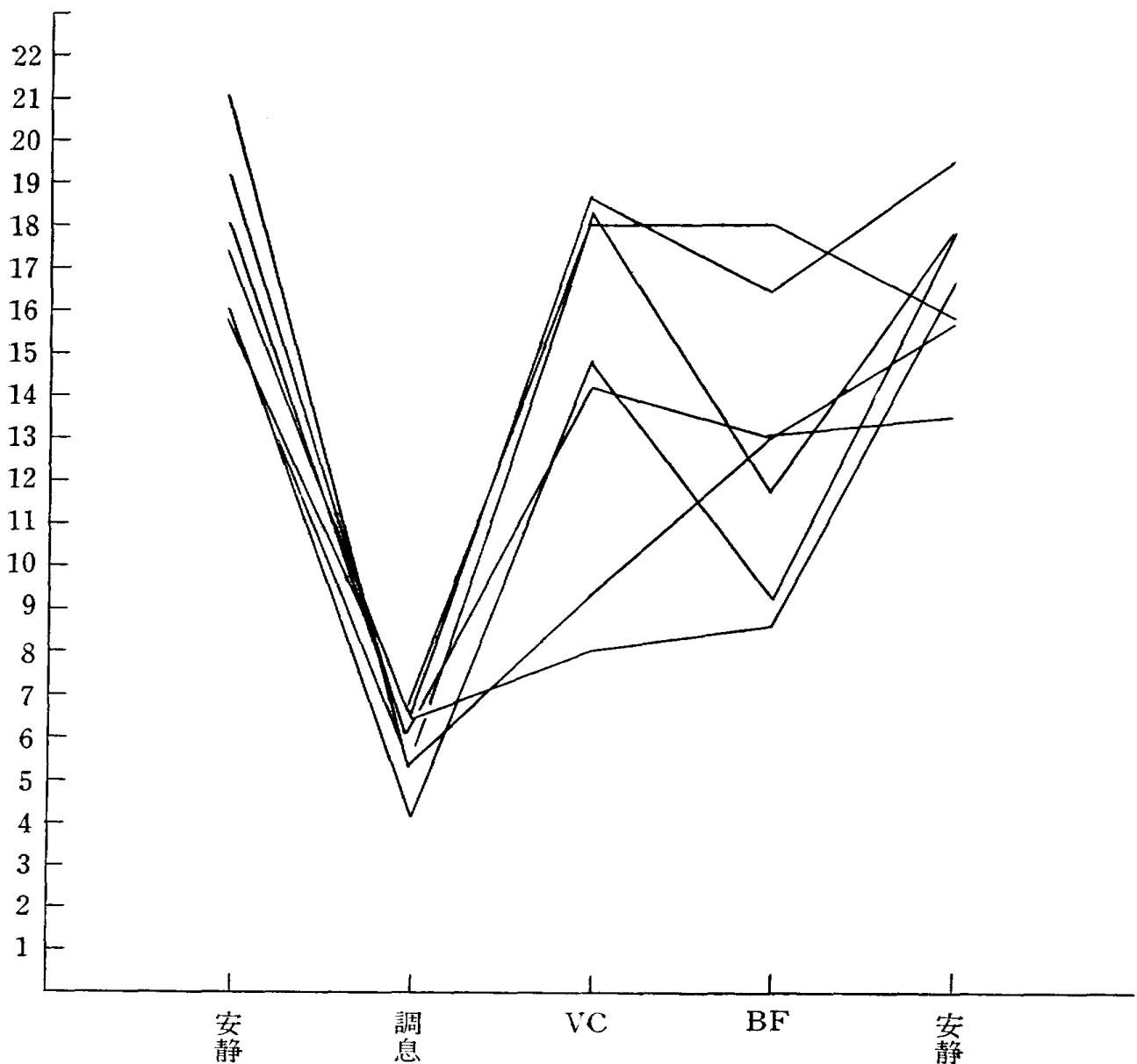


図1-4 呼吸数の変化（コントロール群）

呼吸数の変化を示したものは、図1—3、図1—4である。分散分析の結果では、群間 (F, 14.7188), 条件間 (F, 28.15), 交互作用 (F, 5.298) で、すべて1%の水準で、有意差が認められた。両群の呼吸数の変化を比較考察してみよう。(イ) 修行者群は、安静において、全体的に、コントロール群より、呼吸数は低い。(ロ) 両群共、調息で呼吸数はいちじるしく減少する。特にコントロール群にその傾向が顕著である。(ハ) ヨガ修行者群は、心拍減少指示とバイオフィードバックにおいて、呼吸数は一様に減少するが、コントロール群では、やや減少し、個人差が大である。

(3) プレティスモグラフ振幅

プレティスモグラフ振幅の変化は、表1—3に示すとおりであった。分散分析の結果では、条件間(F, 1.394)には有意差は認められなかったが、群間(F, 59.484), 交互作用 (F, 4.072) で、共に1%の水準で有意差が認められた。ヨガ修行者群では、調息、心拍減少指示、バイオフィードバックの各条件で振幅は増大し、その傾向は、V安静まで持続した。図1—5は、この変化をシグナルプロセッサでヒストグラムに表示させたものの代表例である。一方、コントロール群では、各条件とも、振幅減少の傾向がみとめられた。

表1—3 プレティスモグラフ振幅の変化

	安 静	調 息	V C	B F	安 静
修 行 者 群	1	1.04	1.37	1.35	1.30
コントロール群	1	0.88	0.95	0.84	0.89

※ 数値は安静時の平均を1とした時の比率を示す

表1—4 心拍の voluntary control の方法

(ヨガ修行者群)

呼吸をしずかにゆっくり	7
全身をリラックスする	4
何も考えない	3
おだやかなイメージ	2
心臓の音に注意する	1
風の音に注意	1
自律訓練	1

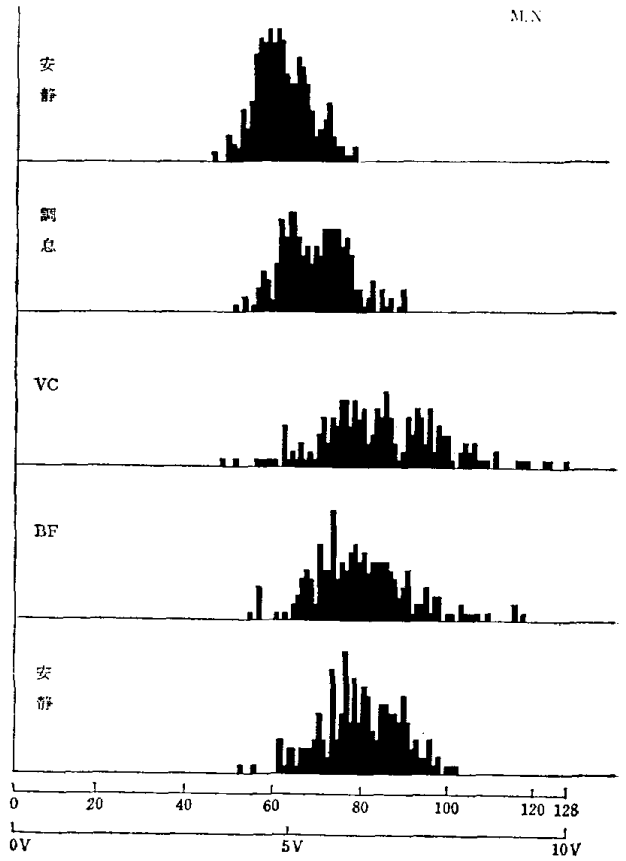
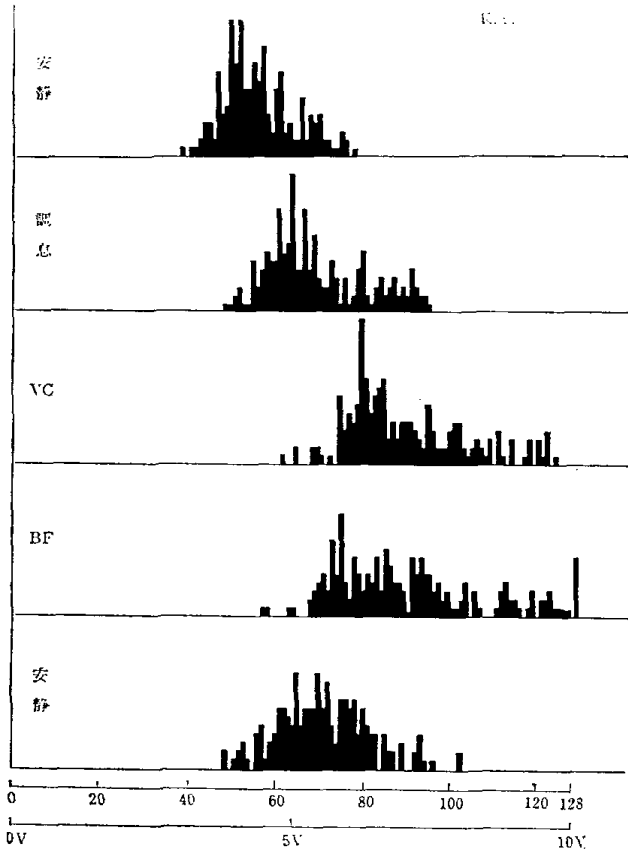


図 1-5 プレティスモグラフ振幅の変化

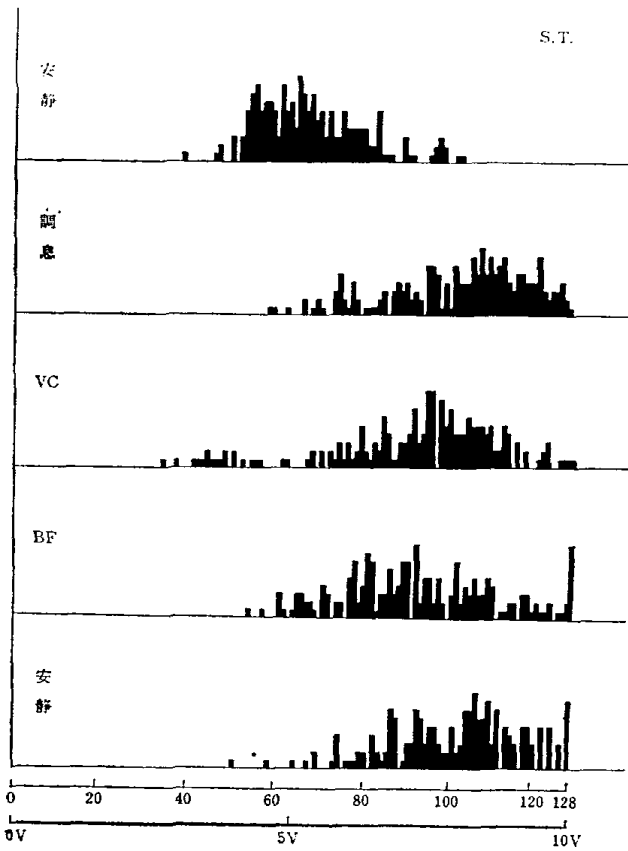


表1—5 心拍の voluntary control の方法
(コントロール群)

呼吸をしずかにゆっくり	5
何も考えない	2
気をしずめる	2
呼吸をしないようにする	2
自己暗示	1
心臓に注意を集中した	1
心臓の音を聞いて、その音がどんな状態かを考え、コントロールした	1

結果の考察

ヨガの修行者群の心拍数の変化は、調息で上昇し、心拍減少指示と、バイオフィードバックで減少した。とくに、心拍減少指示で、最も低下し、バイオフィードバックでは、むしろ、もとに戻り気味であった。一方、コントロール群では、調息でやや上昇、心拍減少指示とバイオフィードバックでは減少するが、その低下度は顕著ではなかった。この結果からまず言えることは、両群共、調息のみでは、心拍減少は生起せず、心拍減少には、心拍減少の意図が必要であるということである。

両群共、調息で心拍数は上昇する（とくに修行者群にその傾向が著しい）、心拍数の増大は、ergotoropic 優位の状態と関連する。平井（1960）の坐禅についての研究においても、呼吸数の低下と心拍数の増大傾向が報告されているが、それと同様な傾向がここでもみられた。この調息での心拍数の増大は、あるいは、5分間という短時間の試行に関係があるのかも知れない。調息によるヨガ本来の状態の達成には、もっと長い試行時間を必要とするのかも知れない。いずれにしても、この問題の解決は、今後の研究にまたねばならない。

ヨガ修行者群では、心拍減少指示による心拍数の減少度は、バイオフィードバックのそれを上回った。この傾向は、コントロール群には見られなかった。バイオフィードバック刺激は、それによって、心拍数のコントロールの仕方を教えるものであるが、ヨガ修行者群は、それを必要とせず、心的ストラテジィのみで、かなりの程度まで、心拍数のコントロールが可能であることを証明し

ている。プレティスモグラフの振幅については、その意味するところは今一つ明確ではないが、原野（1962）その他の人々の報告によると、ブザー、ベル、光、ideational stimuli によって振幅は減少し、その後、緩徐に旧振幅に戻る。電気刺激のインストラクション等の不快刺激で振幅が減少し、心的弛緩時には、振幅が増大する等、振幅の変動と感情状態との間に密接な関連があることが指摘されている。本研究では、各条件共、ヨガ修行者群は、コントロール群に比して、プレティスモグラフの振幅の増大を見たことは注目に価する。

心拍減少指示で、具体的にどのようなストラテジィを採用しているかを見ると表1—4、表1—5のとおりであった。両群共、呼吸の調節を、ストラテジィとして、最も多く採用していることがわかる。しかしながら、ヨガ修行者群とコントロール群では、呼吸の調節にかなり相違があるので、この呼吸の調節（調息）の問題について、以下の研究で、さらにくわしく取扱うことにしたい。

実 験 II

研究目的

実験Ⅰの統制群——ヨガの未経験者（女子短大生）を用いた実験では、調息のセッションで調息のやり方を教えて実験を行なったので、心拍減少指示やバイオフィードバックのセッションでも、その調息の方法が影響を与えていたと考えられる。そこで、調息のセッションをはずし、坐禅やヨガの未経験者に調息の方法を教えた場合と教えなかった場合の比較実験を行なってみることにした。なお、バイオフィードバックの方法についても、聴覚的な方法と視覚的な方法とを分けて与えることにより、その効果を比較してみた。

研究方法

被験者 ヨガや坐禅の経験のない女子短大生 14 名（18歳～22歳）。うち 7 名は調息の方法を指導（教示群）、残り 7 名は調息の方法を指導しなかった（非教示群）。

装置 心拍は、脳波計（三栄測器 1A52）を用いて、心電図を第Ⅰ誘導で測

定記録（時定数 1.5sec., 紙送り速度 1.5cm/sec). なお, 脳波計のアウトプットから心拍測定処理装置（トーヨーフィジカルPDA-6）に接続してデジタル表示させるとともに, データレコーダー（TEAC R-61D）で記録し, そのデータをさらにシグナルプロセッサ（三栄測器 7T08）によって分析処理した. また, 心拍のバイオフィードバックには, 上記の心拍測定処理装置を利用した.

手続き シールドルーム内において, 被験者を椅子に腰かけさせ, 電極類を装着後, 以下の 5 条件を与えて実験を行なった.

I 安静, II 心拍減少指示（被験者の随意的な方法で心拍を減少させるように指示), III バイオフィードバック, 音（心拍測定処理装置により被験者の心拍が平均心拍数より低下したときに, 250Hz, 60dB のブザー断続音を聞かせる方法で聴覚的フィードバック), IV バイオフィードバック, デジタル（心拍測定処理装置のデジタル表示を直接被験者に見せることによって視覚的フィードバック), V 安静, 以上各条件とも測定時間は 5 分間とした.

結 果

調息教示群, 非教示群の各条件ごとの平均呼吸数（分時）と平均心拍数（分時）は, 表 2-1 のとおりである.

呼吸数は, 安静時にくらべて, 各群各条件とも, すべての被験者が呼吸数を大幅に減少させており, 心拍減少のストラテジィとして呼吸の減少を用いていることがわかる. 安静時に比較して各条件とも 1% レベルで有意な低下を示しているが, 安静時以外の 3 条件間には有意差がなく, 両群間にも有意差はない.

表 2-1 調息教示群と非教示群の呼吸数と心拍数の平均

		安 静	心拍減少 指 示	バイオフィー ドバック(音)	バイオフィードバ ック(デジタル)	安 静
調 息 教示群	呼 吸 数	17.2	7.8	6.1	7.8	17.0
	心 拍 数	73.9	70.3	69.2	69.0	73.6
調 息 非教示群	呼 吸 数	14.2	8.6	8.2	9.1	13.8
	心 拍 数	76.8	75.2	73.2	73.2	77.2

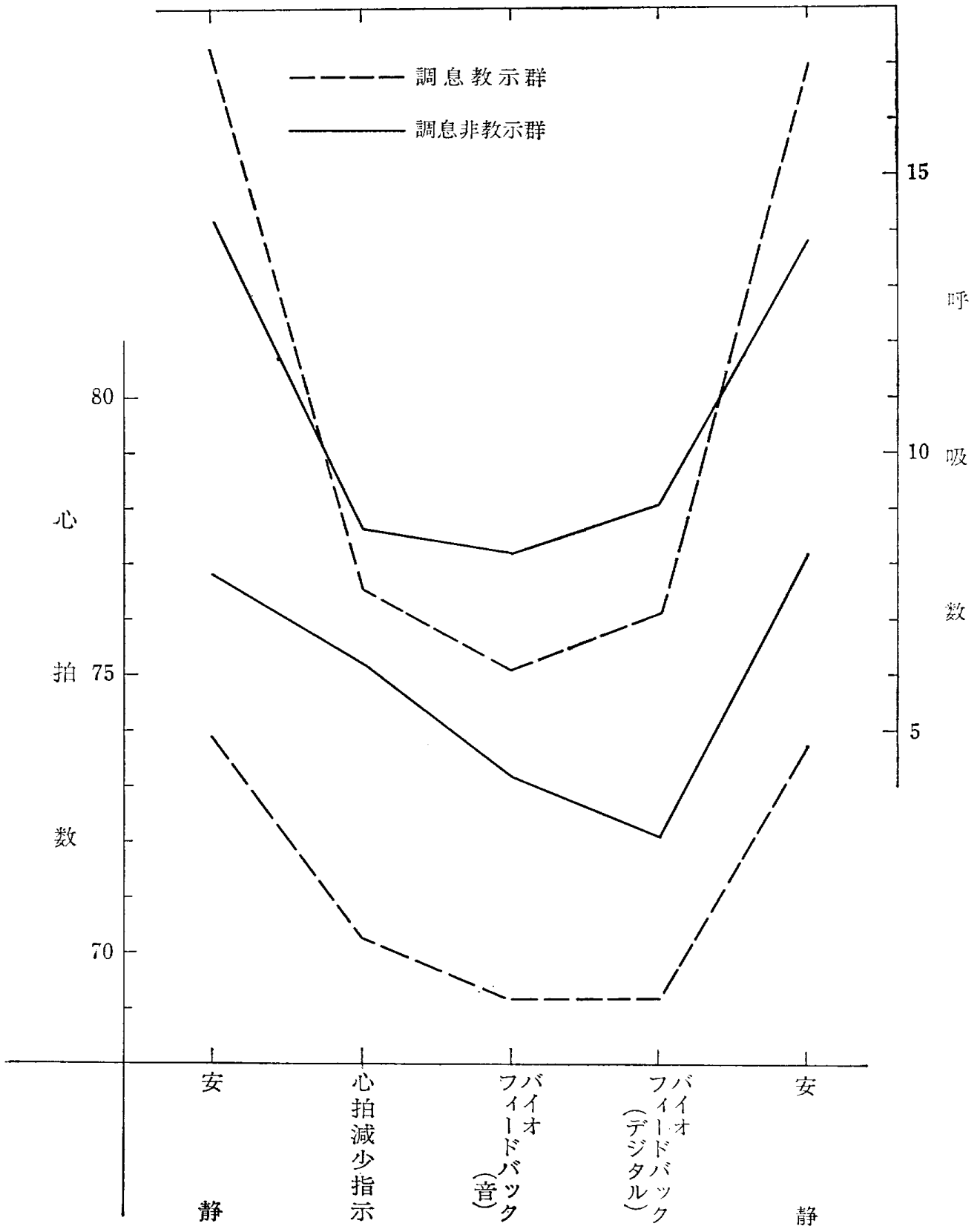


図 2-1 呼吸数と心拍数の変化

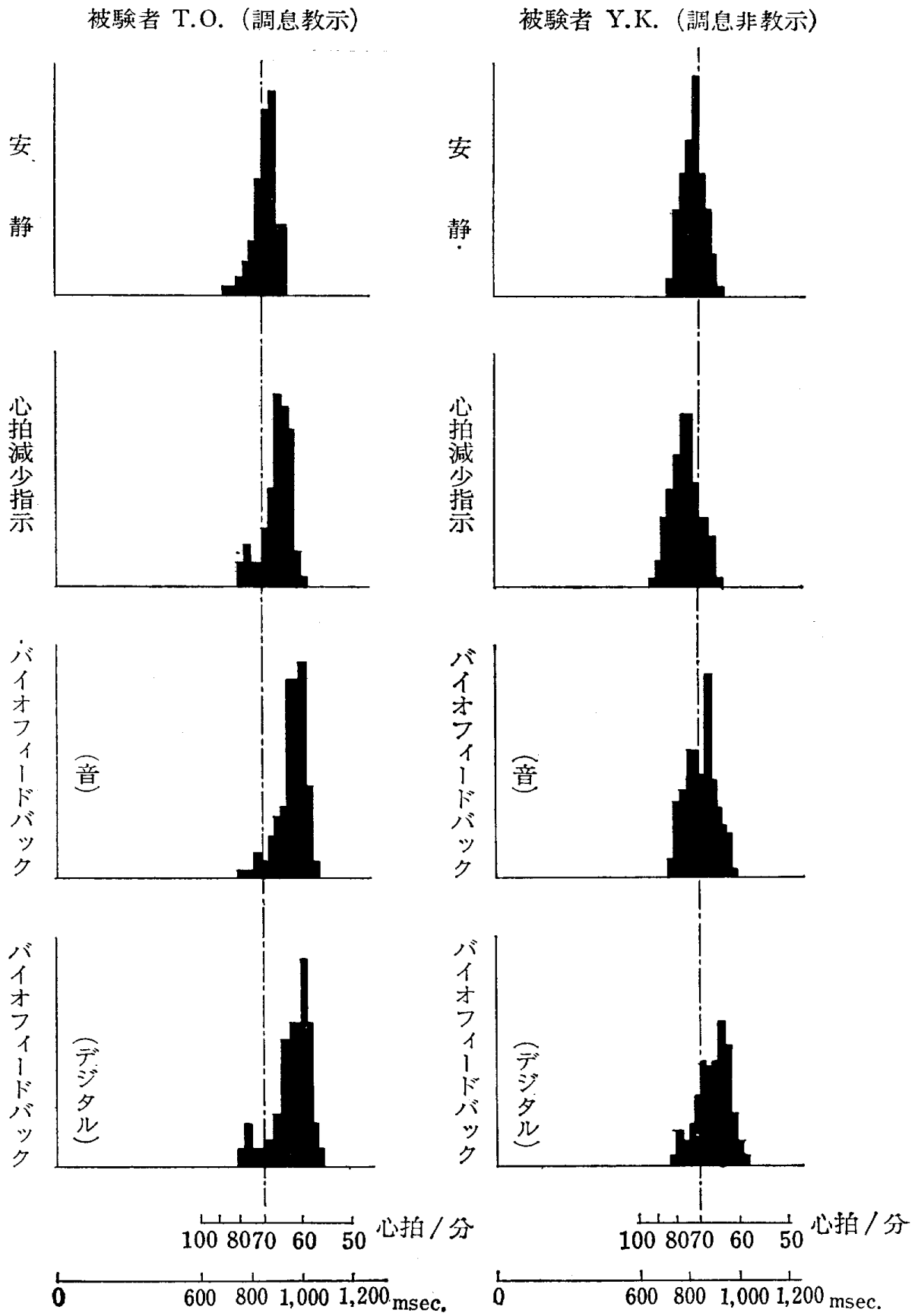


図 2-2 心拍のインターバルヒストグラム

心拍に関しては、調息教示群では、安静時に比べて、心拍減少指示で5%レベル、バイオフィードバックでは1%レベルの有意な低下を示しているのに対して、調息非教示群では、安静時に比して、心拍減少指示のみでは必ずしも心拍数が減少しておらず、平均値間に有意差がない。バイオフィードバックに関しても、非教示群では、ブザー音による聴覚的フィードバックでの心拍数の低下 ($P < 0.05$) よりも、デジタル表示による視覚的バイオフィードバックでの心拍数の低下 ($P < 0.01$) の方が顕著である。

図 2-1 は、呼吸数の変化と心拍数の変化をグラフにして対比させたものである。上のグラフは呼吸数の変化、下のグラフは心拍数の変化を示している。点線のグラフが調息教示群、実線のグラフが調息非教示群である。

点線の調息の方法を教えられた場合には、心拍減少指示で呼吸数の大幅な減少とともに心拍数も有意な低下を示しているのに、実線の調息の方法を教えられていない場合は、心拍減少指示で呼吸数はかなり減少を示しているが、心拍数はあまり低下せず、安静時に比して有意差はない。調息教示群の方は、呼吸数の変化と心拍数の変化が、ほぼ対応してみられるのに対して、非教示群では、それほど明瞭に呼吸数と心拍数の変化が対応しているとはいえない。

図 2-2 は、各条件ごとの心拍をシグナルプロセッサでヒストグラムに表示させたものの代表例である。横軸は心拍の時間間隔、縦軸は度数を表わす。横軸のスケールを下に示したが、比較しやすいように、分時心拍数70のラインを点線で表示した。心拍数は心拍の時間間隔の逆数になるので、このラインより右が70以下、左が70以上となる。左側の被験者 T.O. は、調息の方法を教示した場合の1例であり、右側の被験者 Y.K. は、調息の方法を教示しなかった場合の1例である。

調息を教えられた方は、心拍減少指示で明らかに右寄り——心拍減少の傾向を示しているのに、調息の方法を教えられていない方は、この例のように、心拍減少指示で僅かながら左寄り、すなわち逆に心拍増加の傾向を示しているものもある。バイオフィードバックでは、いずれも右寄り、心拍減少の傾向を示し、その傾向は、聴覚的フィードバックより視覚的フィードバックの方がより

顕著である。安静時にくらべると各条件とも心拍間隔のパラツキが大きくなっており、とくに視覚的フィードバックでは、その傾向が著しい。

考 察

ヨガや禅の未経験者に呼吸法——調息のやり方を教示して心拍減少を指示した場合には心拍数の有意な低下がみられるのに、何も教えず随意に心拍を減少するよう指示した場合には、有意な低下がみられなかった。調息の方法を教えた場合と教えなかった場合では、呼吸数の低下の度合にも若干の違いがあるが、呼吸の仕方に著しい違いが認められる。ヨガや禅の調息では呼気をできるだけ長くゆっくり吐いて吸気を短く軽く吸う腹式呼吸を行なうが、調息のやり方を教えなかった場合、呼吸数を低下させるのに通常の深呼吸——息を大きく吸い込んで短く吐く胸式呼吸をしている者が多い。この場合、心拍数はあまり減少せず、かえって増加する場合さえある。実験後の被験者の内省報告の中にも、調息のやり方を教えなかった被験者で、バイオフィードバック中に息を吸っているときに心拍が速くなり、息を吐いているときに心拍が遅くなることに気づき、できるだけ呼気を長くする呼吸をしてみても効果があったと思うと報告した者がいた。実験の結果でも、ほぼそのとおりになっており、これらのことから、単に呼吸数を減少させるだけでなく、呼気を長くするヨガや坐禅の調息に用いられる呼吸法が、心拍減少に効果があるといえる。

実験後の内省報告で、バイオフィードバックの方法について、聴覚的なフィードバックの方が視覚的フィードバックより効果があるように思うと答えた者が7名中5名、視覚的なフィードバックの方が効果があったと思う者が2名だけで、聴覚的フィードバックの方が効果的であると思う者が多かったにもかかわらず、実験の結果では、逆に聴覚的フィードバックより視覚的フィードバックの方が、心拍数の顕著な低下をきたしている。この原因については、バイオフィードバックの手段に用いた刺激の違いが関与しているのではないかと思われる。

実 験 III

研究目的

心拍の制御と呼吸の調節との関係をより明らかにするため、心拍制御の意図なしに呼吸の調節のみを行なった場合、心拍数がどう変化するか。また、実験Ⅱでバイオフィードバックの手段として用いた聴覚刺激と視覚刺激に注意するだけでも心拍数に変化が生じないか。これらを確認するため、次のような実験を試みることにした。

研究方法

被験者 ヨガや禅の経験のない女子短大生7名（18歳～20歳）。

装置 実験Ⅱと同様、心拍は脳波計に心拍測定処理装置およびデータレコーダーを接続して心電図を記録。そのデータをシグナルプロセッサにかけて分析処理した。音刺激には脳波計附属の音刺激装置（三栄測器 3G13）を、視覚刺激には心拍測定処理装置のデジタル表示を利用した。呼吸も実験Ⅱと同様、チューブ電極を上腹部に装着、脳波計で同時記録した。

手続き シールドルーム内で被験者を椅子に腰かけさせ、電極類を装着後、次の6条件、各条件5分間ずつ測定した。

I 安静（普通の呼吸，常息），II できるだけ速い呼吸（急息），III できるだけゆっくりした呼吸（緩息），IV 実験Ⅰ，Ⅱでバイオフィードバックに用いたものと同じブザーの断続音を数えさせる（音刺激），V バイオフィードバックに用いた心拍測定処理装置のデジタル表示を、ノイズカット用のタイマーをわざと誤調整して心拍数と関係のない3桁の数字が表示されるようにした上で、そのデジタル表示を読みとらせる（視覚刺激），VI 安静（常息）。

結果

被験者7名の各条件ごとの平均呼吸数と平均心拍数は表3-1のとおりであ

表 3-1

	安 静 (常息)	急 息	緩 息	音刺激	視覚刺激	安 静 (常息)
呼吸数	15.4	70.0	6.8	18.5	19.8	15.8
心拍数	77.0	85.5	72.8	76.9	74.8	77.6

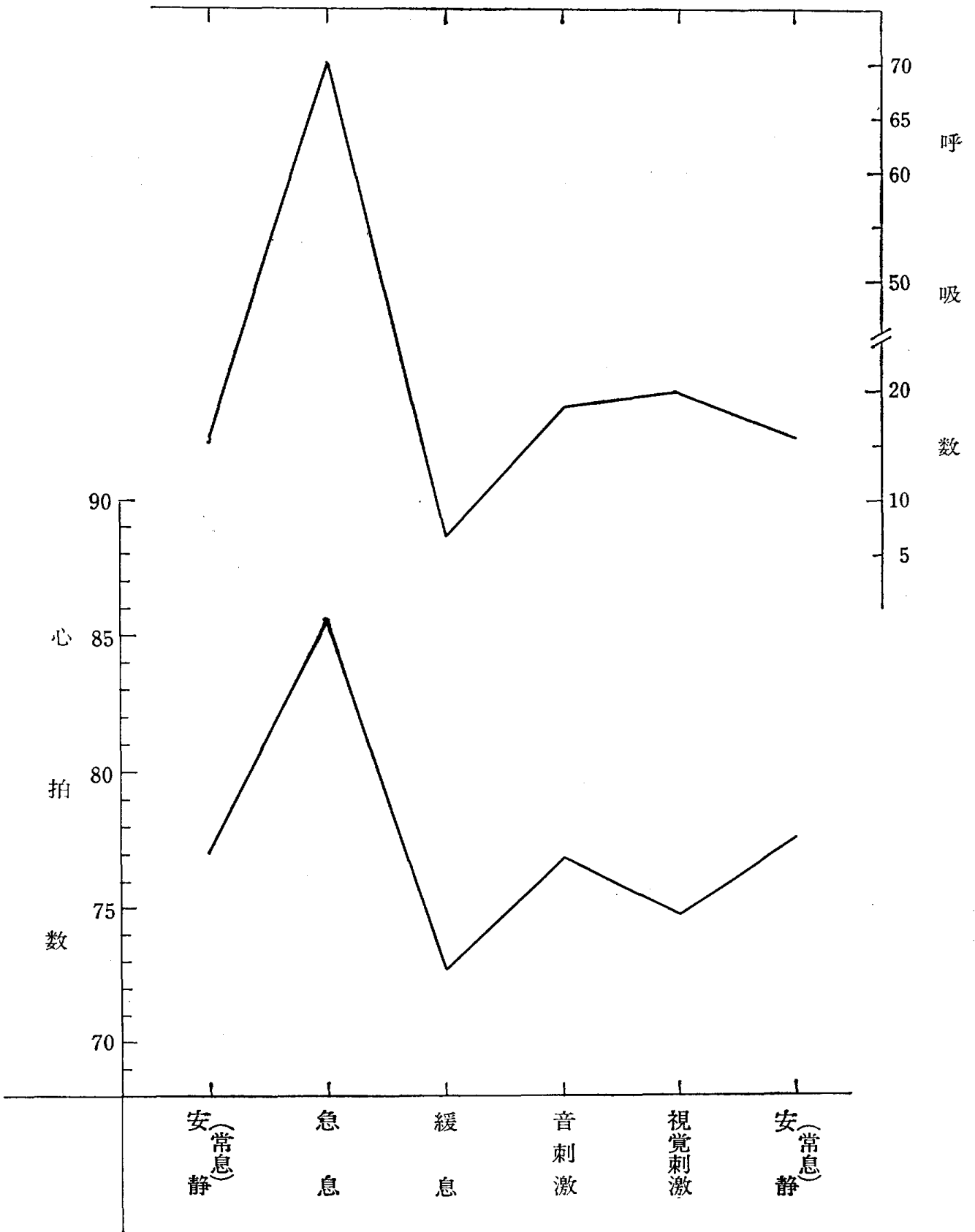


図 3—1 呼吸数と心拍数の変化

る。

呼吸数の変化は、実験条件（常息、急息、緩息）として指示したこともあって、すべての被験者がほとんど同じ傾向を示した。音刺激と視覚刺激の条件では、呼吸について別段の指示をせず、安静時に比して若干増加の傾向がみられたが、有意差はない。

心拍数は、安静時（常息）にくらべて、急息ではすべての被験者が顕著に増加（ $P < 0.01$ ）、緩息ではほとんどの被験者がかなり減少（ $P < 0.05$ ）、音刺激に注意させただけでは有意差がなかったが、視覚刺激に注意させた場合は、そのことだけで有意な減少（ $P < 0.05$ ）がみられた。

図3-1は、各条件における呼吸数と心拍数の変化を対比させたグラフである。上のグラフが呼吸数の変化、下のグラフが心拍数の変化であるが、音刺激と視覚刺激の条件で、呼吸数は視覚刺激の方がわずかながら増加しているのに、心拍数では逆に減少している以外は、ほぼ呼吸数の増減と心拍数の増減が対応している。

図3-2は、シグナルプロセッサで各条件ごとの心拍をヒストグラム処理したものの1例である。横軸は心拍のインターバル、縦軸は度数を表わすが、安静時にくらべて急息では顕著にインターバルの減少（心拍数の増加）、緩息ではバラつきが大きくなってインターバルの増加（心拍数減少）の傾向を示している。音刺激では安静時に比してバラつきが大きくなって僅かに心拍数が増加しているのに対して、視覚刺激ではバラつきはやや大きくなっているが心拍数はかなり減少の傾向を示している。

考 察

以上のような実験結果から、心拍の制御と呼吸の調節には密接な関係があり、必ずしも心拍制御の意図がなくても、呼吸の調節により心拍数の変化が生じる。

また、実験Ⅱのようにバイオフィードバックの手段として音刺激と視覚刺激を用いて心拍減少課題を行なわせた場合、被験者の内省報告とは逆に視覚的フィードバックの方が聴覚的フィードバックより効果が顕著にあらわれるのは、

被験者 A.K.

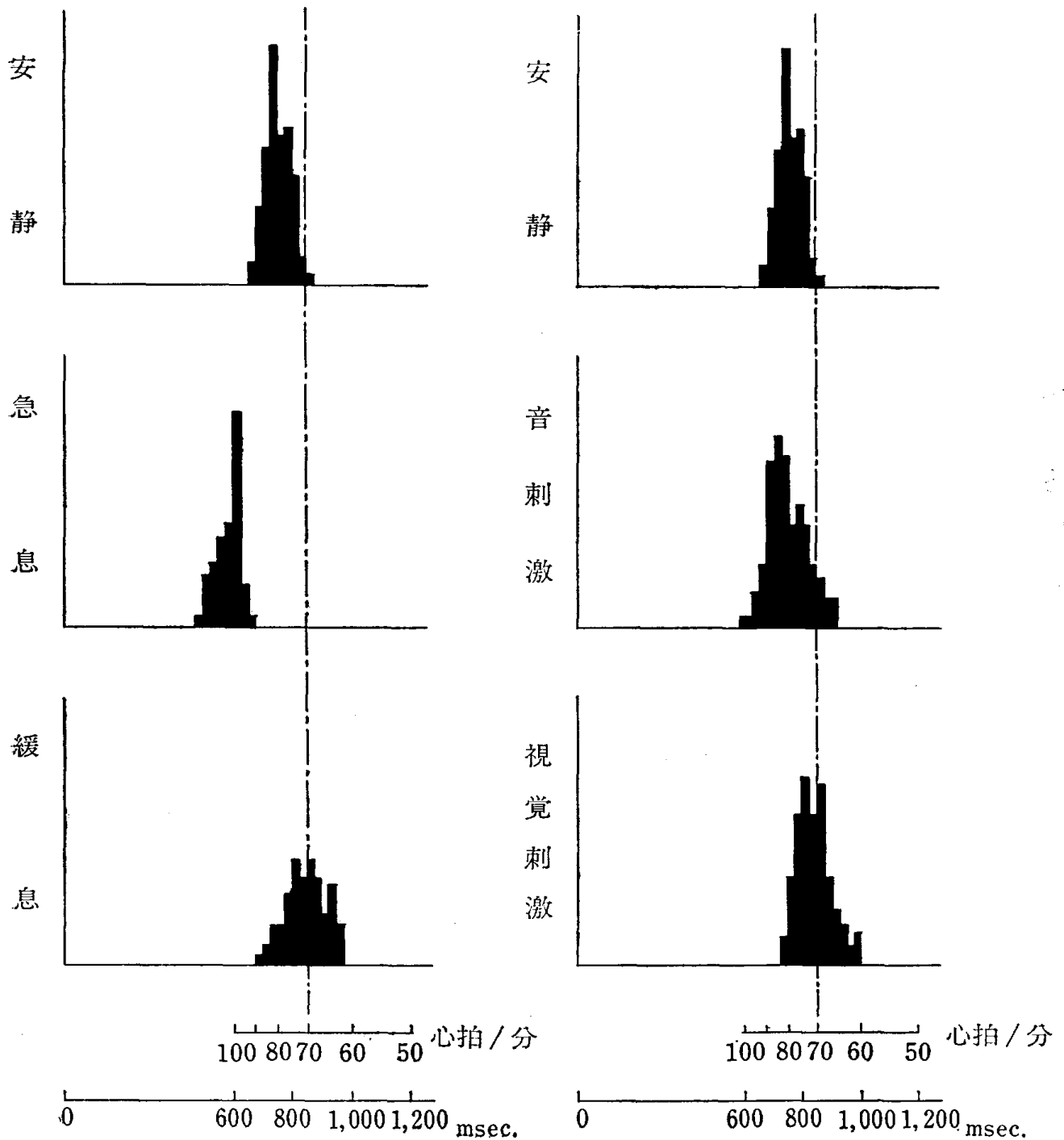


図 3-2 心拍のインターバルヒストグラム

音刺激に注意した場合より視覚刺激に注意した場合の方が、そのことだけでも心拍減少の効果を生じることには起因していると思われる。

実 験 Ⅳ

研究目的

坐禅やヨガの調息とバイオフィードバックが心拍の制御にどのような効果をもたらすか。実験Ⅰでは、ヨガの指導者を被験者として、比較実験を行なったが、ここでは調息とバイオフィードバックによる心拍の変化の要因をより明らかにするため、坐禅やヨガの未経験者を被験者として、心拍減少課題と心拍増加課題、調息の有無とバイオフィードバックの有無を組み合わせた実験を試み てみた。

研究方法

被験者 実験群、統制群とも坐禅やヨガの経験のない年齢18歳から23歳までの女子短大生、それぞれ8名。

装置 脳波計（三栄測器 1A52型）を用いて心電図、呼吸およびプレティスモグラフ（耳）を同時に測定、データレコーダー（TEAC R-61D）に記録し、そのデータをシグナルプロセッサ（三栄測器7T08）によって分析処理した。心拍のバイオフィードバックにはプルスマーター（三栄測器 2D16）を利用した。

手続き 実験群、統制群ともシールドルーム内に被験者を椅座させ、電極類を装着後、次の6条件各5分間ずつ測定を行なった。

I 安静、II 心拍減少、調息なし（呼吸の調節をせずに心拍を減少させる）、III 心拍減少、調息あり（呼吸の調節をしながら心拍を減少させる）、IV 心拍増加、調息なし（呼吸の調節をせずに心拍を増加させる）、V 心拍増加、調息あり（呼吸の調節をしながら心拍を増加させる）。

実験群では、上記Ⅱ～Ⅴの4条件で心拍のバイオフィードバック（プルスマーターを利用して針の振れによる視覚的フィードバックとパルス音による聴覚的フィードバック）が与えられ、統制群ではバイオフィードバックが与えられ

表 4—1 実験条件の呈示順序

順序 被験者	1	2	3	4	5	6
1	I	II	III	IV	V	VI
2	I	III	II	V	IV	VI
3	I	IV	V	II	III	VI
4	I	V	IV	III	II	VI
5	I	II	III	V	IV	VI
6	I	III	II	IV	V	VI
7	I	IV	V	III	II	VI
8	I	V	IV	II	III	VI

表 4—2 心拍減少, 心拍増加課題における心拍数と呼吸数の変化 (平均)

		実験群(B. F. あり)		統制群 (B. F. なし)	
		心拍数	呼吸数	心拍数	呼吸数
安 静		75.7	13.6	77.0	15.0
心拍減少	調息なし	73.7	13.6	75.5	13.9
	調息あり	72.7	6.9	75.1	8.0
心拍増加	調息なし	28.1	14.5	78.6	15.7
	調息あり	82.3	46.4	81.1	46.8
安 静		75.5	13.8	76.1	15.0

なかった。

なお、実験群、統制群とも前後の安静条件以外の条件は、表4—1に示すように、被験者ごとに順序を組み替えて、カウンターバランスをとって実験を実施した。

結 果

実験群、統制群の各条件ごとの平均心拍数と呼吸数は、表4—2のとおりである。

心拍数、呼吸数とも個人差がかなり大きいため、平均値を比較するだけでは

表 4—3 心拍減少, 心拍増加課題における心拍数と呼吸数の変化
(安静時の平均値よりのずれ)

		実験群 (B. F. あり)		統制群 (B. F. なし)	
		心拍数	呼吸数	心拍数	呼吸数
安	静	+0.09	-0.12	+0.42	-0.03
心拍減少	調息なし	-1.85	-0.12	-1.00	-1.08
	調息あり	-2.86	-6.79	-1.48	-7.01
心拍増加	調息なし	+2.51	+0.78	+2.02	+0.68
	調息あり	+6.71	+32.64	+4.57	+31.80
安	静	-0.09	+0.12	-0.42	+0.03

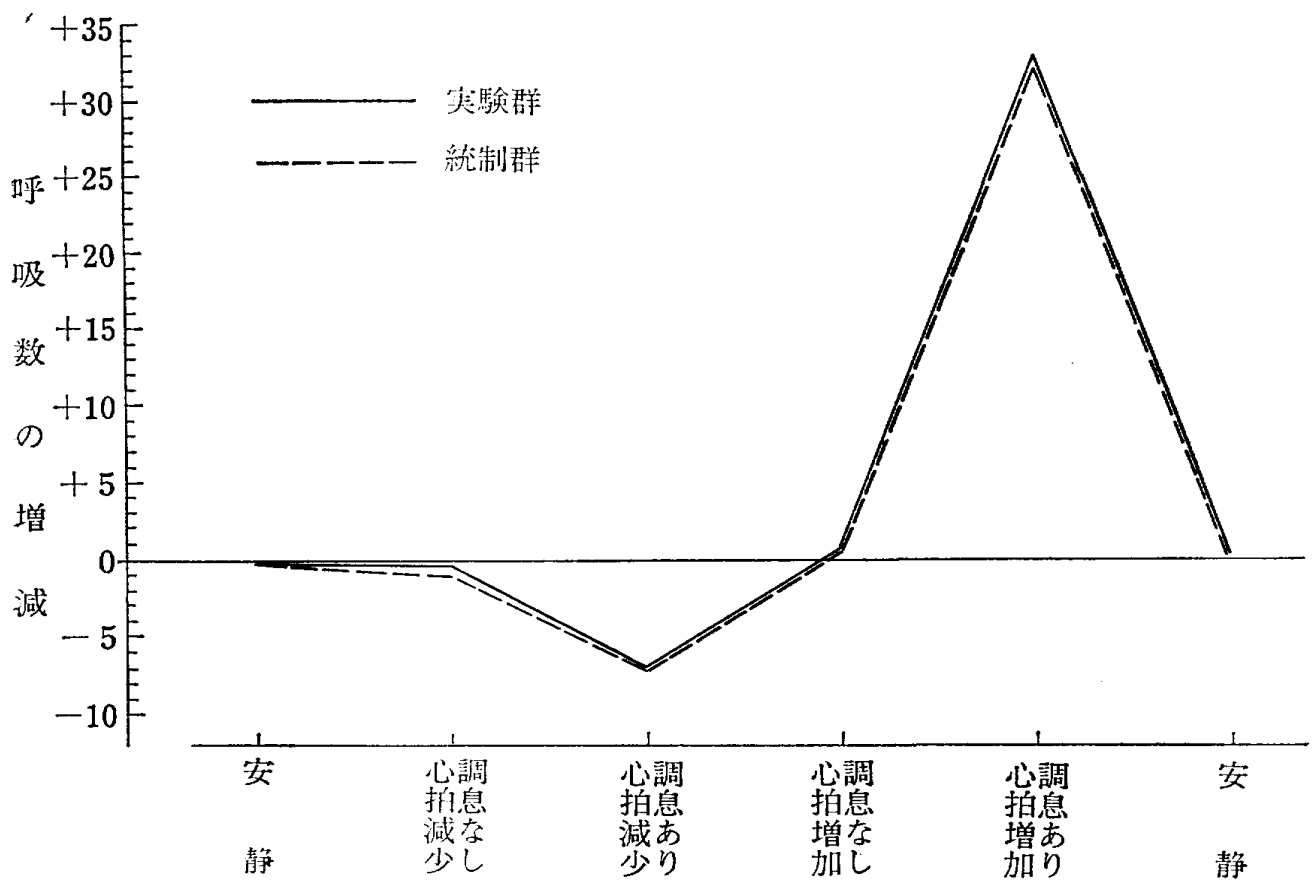


図 4—1 呼吸数の変化

変化の様子がつかみにくいので, 前後の安静時の平均値を基準にして, 条件ごとの増減を算出してみた (表 4—3)。

図4-1は、実験群と統制群の呼吸数の増減をグラフにしたものである。実線は実験群、点線は統制群であるが、もともと呼吸数の変化は調息の有無を実験条件として与えたことによるものなので、当然のことながら条件間には1%レベルで有意差があるが、実験群と統制群の間には全く差がない。

図4-2は、実験群と統制群の心拍数の変化を対比したものである（実線…実験群、点線…統制群）。バイオフィードバックを用いていない統制群では、心拍減少課題、心拍増加課題とも呼吸の調節を行なわなかった場合には有意な変化がみられなかったのに対して、バイオフィードバックを用いた実験群では、呼吸の調節を行なわなくても安静時にくらべて心拍減少、心拍増加とも5%レベルで有意な変化がみられる。

呼吸の調節をさせた場合は、バイオフィードバックを用いない統制群でも、安静時に比して心拍減少では5%レベル、心拍増加では1%レベルで有意な変化がみられた。バイオフィードバックを用いた実験群では、さらに顕著な変化

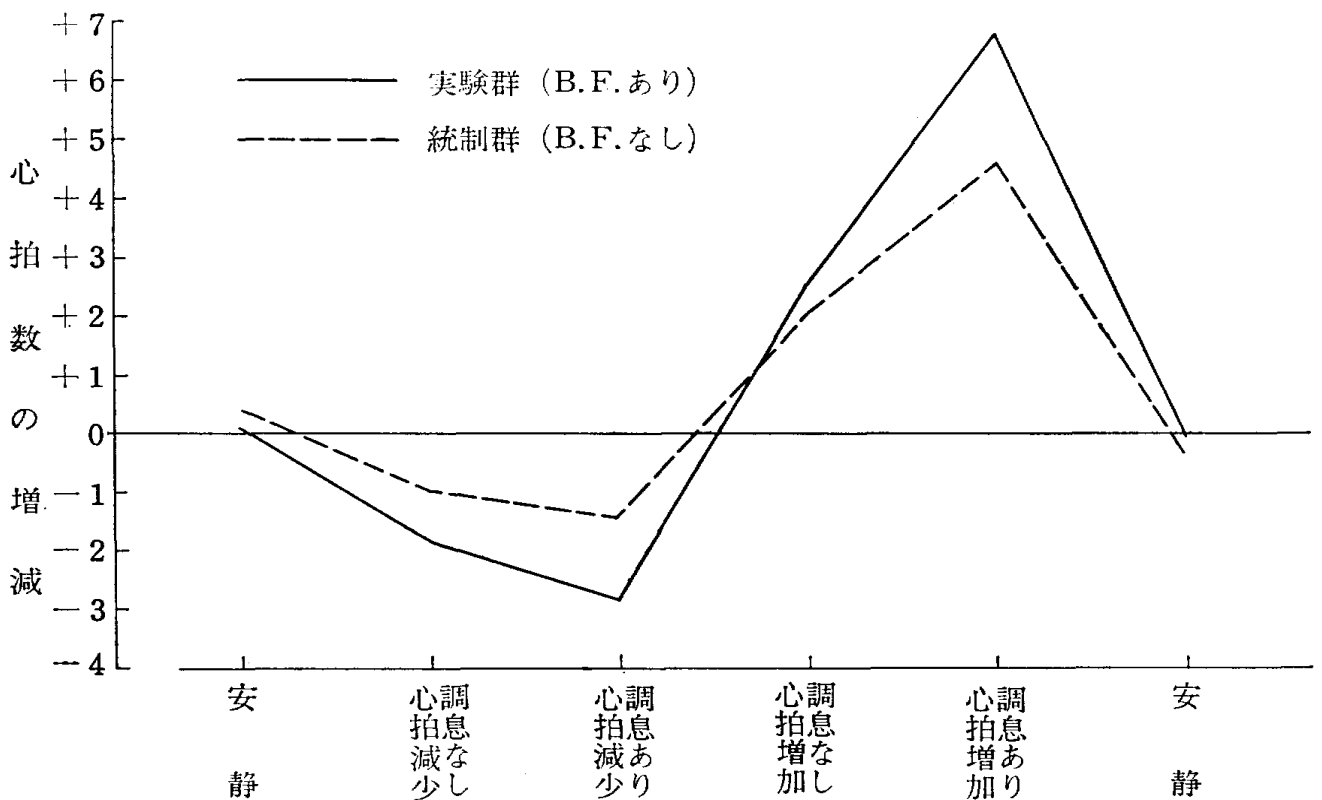


図 4-2 心拍数の変化

がみられ、心拍減少では1%レベル、心拍増加では0.1%レベルで有意差があった。

実験群と統制群の心拍数の平均値の差の検定でも、当然のことながら安静時には全く差がなく、「心拍減少，調息なし」でも有意差がみられなかったが、「心拍減少，調息あり」では1%レベルで有意、「心拍増加，調息なし」では5%レベル、「心拍増加，調息あり」では1%レベルで有意差が認められた。

なお、実験群では心拍減少，心拍増加課題とも調息の「あり」「なし」の間に5%レベルで有意差があったのに対して、統制群では心拍増加課題では調息の有無の間に有意差があるが、心拍減少課題では調息の有無の間に有意差がなかった。

プレテイスモグラフに関しては、シグナルプロセッサーで各被験者の振幅の変化を分析してみたが、実験群，統制群とも各被験者の条件ごとのバラつきが大きく、一定の傾向は見出されなかった。

考 察

バイオフィードバックを用いなかった統制群では、心拍減少，心拍増加課題とも呼吸の調節を行なわせなかった場合には有意な変化がみられなかったのに対して、バイオフィードバックを用いた実験群では、呼吸の調節を行なわせなくても有意な変化がみられた。呼吸の調節をさせた場合には、統制群でも有意な変化がみられ、実験群ではさらに顕著な変化がみられた。これらのことから、心拍の制御には呼吸の調節，バイオフィードバックともに有効であり、併用すれば一層効果的であるといえる。

この実験では呼吸の調節の仕方について被験者に別段の指示を与えなかったが、心拍減少課題で実験群では調息の有無の間に有意差があったのに、統制群では調息の有無の間に有意差がなかったことなどからみて、実験Ⅲでもみられたように、バイオフィードバックが呼吸の調節の仕方についても影響を与えていると考えられる。

プレテイスモグラフの振幅の変化に関しては、被験者ごとのバラつきが大きく一定の傾向がみられなかったが、これは心拍増減課題に対するストラテジィ

が被験者ごとに異なり、まちまちであったことにも起因するのではないかと思われる。

実験後の被験者の内省報告でも、例えば呼吸の調節をせずに心拍を減少させるための方法として、何も考えずに無心になろうとしたというような禅やヨガの瞑想に近いものから、ゆっくりしたメロディーの音楽を思い浮かべたり、ぼかぼかと日の当る縁側に寝そべっている情景を想像したり、心を落ち着かせるためにお経の文句を心の中で唱えるなど、さまざまな方法がとられている。呼吸の調節を行わずに心拍を増加させる条件でも、人によって、ドキドキするようなことを思い出そうとしたり、イヤなこと、腹が立ったこと、恥ずかしかったことなどを思い浮かべたり、或いは暗算を試みたり、レポートや試験のことを思い出したり、就職試験の面接前の気持ちを思い浮かべるなどさまざまであり、このようなストラテジィの多様性がプレティスモグラフの振幅の変化のバラつきを大きくする一因ともなっていると考えられる。

要 約

1. ヨガ修行者群もコントロール群も、調息で、心拍数は上昇する。
2. ヨガ修行者群は、心拍減少指示のみによる心拍減少の効果は、バイオフィードバックによる心拍減少の効果を上回ったが、コントロール群には、その傾向はない。
3. ヨガ修行者群もコントロール群も、調息で呼吸数は低下する。ヨガ修行者群は、心拍減少指示とバイオフィードバックで、同様に呼吸数は低下するが、コントロール群では呼吸数のバラつきが大となる。
4. ヨガ修行者群では、プレティスモグラフの振幅は、調息、心拍減少指示、バイオフィードバックで増大し、その傾向は、終了後の安静まで継続するが、コントロール群では、その傾向はない。
5. ヨガや禅の未経験者は、心拍減少指示のみでは、心拍減少は生じなかった。フィードバック呈示で、心拍減少が生ずるが、その場合、聴覚的フィードバックより、視覚的フィードバックにおいて、心拍減少の効果は大であった。

た。フィードバックによる心拍減少には、ストラテジィとして、調息が最も多く用いられるが、調息を指導した場合と、指導しない場合とでは、前者は後者に比して、心拍減少度は大であった。

6. ヨガや禅の未経験者を対象として、常息、急息、緩息、音刺激に対する注意、視覚刺激に対する注意などの各条件における心拍数の変化を見ると、心拍数は、常息を基準として、急息で上昇、緩息で減少、音刺激より視覚刺激で有意な減少を見た。
7. 坐禅やヨガの未経験者を対象として、心拍減少課題と心拍増加課題を、調息の有無とバイオフィードバックの有無に組み合わせて実験を行なった。バイオフィードバックを用いなかったコントロール群では、心拍減少、心拍増加課題とも、呼吸の調節を行なわせなかった場合には、有意な変化がみられなかったのに対して、バイオフィードバックを用いた実験群では、呼吸の調節を行なわせなくても、有意な変化がみられた。呼吸の調節をさせた場合には、コントロール群でも有意な変化がみられ、実験群ではさらに顕著な変化がみられた。

文 献

- 1) Akishige, Y., (Eds.) 1977, *Psychological studies on Zen*. Bulletin of the Zen Institute of Komazawa University, Tokyo, Japan.
- 2) Brener, J. M. 1977, Sensory and perceptual determinants of voluntary visceral control. In G. E. Schwartz & J. Beatty (Eds.), *Biofeedback: Theory and Research*, New York: Academic Press, 29~66.
- 3) Bouchard, M. & Granger, L., 1977, The role of instructions vs. instructions plus biofeedback in voluntary heart rate slowing. *Psychophysiology*, 14, 475~472.
- 4) 厚野広太郎, 1962. 光電的容積脈波の振幅変動に表出される感情反応の研究. 東京教育大学教育学部紀要, 8, 53~69.
- 5) 厚野広太郎, 1977, サイコフィードバックと暗示. 成瀬悟策編, サイコフィードバック, 催眠シンポジウムVII, 65~80.
- 6) 平井富雄, 1960, 坐禅の脳波的研究——集中性緊張解放による脳波変化——. *精神神経学雑誌*, 62, 1, 76~105.
- 7) Jhonston D., 1976, Criterion level and instructional effects in the volun-

- tary control of heart rate. *Biological Psychology*, 4, 1~17.
- 8) Lacroix, J. M. & Roberts, L. E., 1978, A comparison of the mechanisms and some properties of instructed sudomotor and cardiac control. *Biofeedback and Self-Regulation*, 3, 105~132.
 - 9) Levenson, R. W., 1976, Feedback effects and respiratory involvement in voluntary control of heart rate. *Psychophysiology*, 13, 108~114.
 - 10) London, M. D. & Schwartz, G. E., 1980, The interaction of instruction components with cybernetic feedback effects in the voluntary control of human heart rate. *Psychophysiology*, 17, 5, 437~443.