

琉球大学学術リポジトリ

運動イメージに伴なう脳波成分の変動

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: 金城, 昇, Kinjo, Noboru メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/1023

運動イメージに伴なう脳波成分の変動

金城 昇

Change of EEG Components with Motor Imagery

Noboru KINJO*

研究目的

イメージといっても感覚像、知覚像、記憶像、心像など様々である。それらは、すべて像として意識されるが、全体をひっくるめてイメージとしてよぶことがある。心理学の分野では、とくに心像のみを指してイメージと言うことが多い。

ところが、運動イメージについては、心像のみを厳密に区別することはむづかしく、成瀬¹⁾は、「運動に関する身体感覚の像は、感覚像、知覚像、記憶像、心像などが混然としてひとつの運動イメージが構成されている」と述べている。

運動イメージについて追求していく場合、2つの方法が考えられる。1つはイメージに伴なう呼吸、脈波、皮膚電気反射などの末梢における現象を記録していく方法であり、もう1つは、脳波 (EEG) などの中枢における現象そのものから追求していく方法である。

これまで、運動イメージを描くことによる変化を末梢における反応から扱った研究は多く、勝部と只木²⁾、渡辺と猪飼³⁾、プーニ⁴⁾、らの報告がある。

しかし、運動イメージと脳波の関係について行なった報告は少なく、わずかに1974年に藤田⁵⁾が、運動のイメージの再生によって生ずる電気生理学的变化を分析した研究においてみられる。その結果によると、8項目にわたる単純な動作のイメージを描くことによって、鍛練者と非鍛練者を比較した結果、 α 帯域の脳波に有意な差が認められ、鍛練者では、安静時に比べ、 α 波が顕著に抑制されたと報告している。しかし、この研究においては、脳波の導出部位が頭頂—後頭部の双極導出であり、正中線上の部位に限られており、他の部位については行っていない。また、他の脳波成分についても分析していない。

ところで、視覚的イメージなどに伴なう α 波の変化についての研究は多く、ShortとWalter (1954)⁶⁾、

WalterとYeager (1956)⁷⁾、CostelloとMcGregor (1957)⁸⁾、らによって観察されている。それらによると α 波は、視覚的イメージなどに伴なって抑制されること

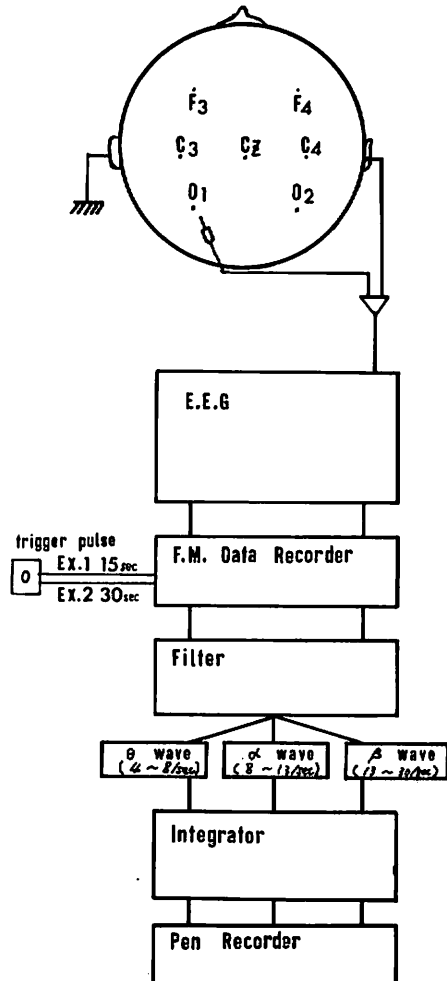


Fig. 1

Experimental Block Diagram

*Phys. Educ., Coll. of Edu., Univ. of the Ryukyus.

が報告されている。

一方、実際の運動遂行中における脳波変動については様々な見解があり、変動に関する一定した知見は得られていない。しかし、一般に動作においては、 α 波が抑制されるが、複合的動作の習熟化に伴ない α 波が再現されることについてはいくつかの報告⁹⁾がある。

根本・萩原¹⁰⁾らは、トレーニングが大脳活動の高い状態より次第に低い状態において、全身活動が行なえる状態に変化するものであることを、トレーニング過程における脳波記録を平行的に観察することによって明らかにした。

これらのことは、また、全汎的には視覚イメージなどと同様に、運動イメージを描くことによって α 波が抑制されるが、習熟したと思われる種目においては、他の種目のイメージよりも意識水準の低い状態でイメージを描くことができ得るならば、 α 波が再現されるのではないかと考えられる。

そこで、本研究では各種運動イメージに伴なう脳波の変動について、誘導部位別、イメージ別(各種のイメージ)、鍛練者と非鍛練者別にどのような変動を示すかについて比較検討してみた。

研究方法

(A) 脳波測定について

被検者は、第1実験において健康な男子5人、第2実験において健康な男子5人と女子3人であり、脳波上に異常が認められない者を対象に行なった。

脳波の導出部位は、国際式10-20電極法による前頭部(F₃・F₄)、中心部(C₃・C₂・C₄)、後頭部(O₁・O₂)の各7部位である。それぞれ耳朶に不関電極を置き、単極導出を行なった。

被検者は、安静仰臥位で閉眼させ、この姿勢のまま実験者の教示に従って各種の運動イメージを描かせた。

各イメージに伴なう脳波をFig.1に示すように脳波計に記録した。

脳波は、脳波計からF.M. データーレコーダー(TEAC製:7チャンネル)にいったん収録し、実験終了後、データーは、 α 波・ θ 波・ β 波の各周波数成分について周波数分析器を通して、さらに積分回路により定値を求め、それをレコーダーに描写させた。

実験中、それぞれのイメージのはじめと終りにF.M. データーレコーダーへ外部よりトリガーパルスを入し、それによりレコーダーのペンを作動させ、それぞれのイメージにおける定値を求めた。

(B) 対象イメージについて

実験は、第1実験と第2実験に分けて行なった。

B-1 第1実験

ここにおいては、かなり運動経験のある被検者5人を対象に、単一な動作のイメージ・複合的な動作のイメージ・視覚的なイメージ・言語的なイメージおよび視覚的な注意集中によってどのような脳波変動を示すかをみるために行なった。

そのため、次のようなイメージを描かせた。

①右腕屈曲 ②左腕屈曲 ③右脚屈伸 ④人が右から左へ移動していくのを追視する ⑤人の名前を順々に思い浮かべる ⑥腕立て伏せ屈伸 ⑦倒立 ⑧倒立腕立て伏せ ⑨上げ上がり ⑩水泳 ⑪豆電球を注視する ①~⑩の項目について、それぞれ5回づつ描かせた。

1回のイメージに用いた時間は15秒間であり、各イメージの後に30秒~60秒間の休憩時間を挿入した。

B-2 第2実験

ここにおいては、鍛練者5人と非鍛練者3人の被検者を用い、複合的な動作のイメージを描かせた。

ここでは、鍛練者と非鍛練者についての比較、および鍛練者における得意種目と不得意種目について比較するため、次のようなイメージを描かせた。

①倒立 ②鉄棒のけ上がり ③鉄棒の大車輪(非鍛練者についてはけんすい) ④水泳(得意な泳法) ⑤水泳(不得意な泳法) ⑥サッカー(ドリブルからシュートまでの連続的な動作) ⑦卓球(ラリー) ⑧テニス(ラリー) ⑨バレーボール(パス)

以上のイメージ(鍛練者10項目、非鍛練者8項目:⑤と⑦を除いた)について、それぞれ4回づつ描かせた。1回のイメージに用いた時間は30秒間であった。各イメージの後に30秒~60秒間の休憩時間を挿入した。

実験に先立って実験者は、次のような教示を与えた。「私がスタートの合図をしますから、あなたは次のようなことを自分が実際に行なっているものと考えてその様子を思い浮かべて下さい。私がやめという合図をしたら考えるのをやめて、休んで下さい。」

実験中、それぞれのイメージの後に、実際にイメージができたかどうかを確かめるために自省を報告させた。

結 果

A 第1実験について

本実験においては、種々のイメージ(単一な動作のイメージ・複合的な動作のイメージ・視覚的なイメージ・言語的なイメージ)に伴なって α 波(8~13/sec)がどのような変化を生じるかについて、イメージを描いた

金城：運動イメージに伴なう脳波成分の変動

際の変化を数量化して示すことによって、種々のイメージについて比較検討した。

Table 1は、種々のイメージに伴なうα波の変化を、それぞれの被検者について示したものであり、Fig. 2、Fig. 3、Fig. 4は、それぞれ前頭部、中心部、後頭部の部位別変化を示したものである。

①～⑩にいたる個々のイメージを平均し、前頭部、中心部、後頭部について左右差を比較してみると、被検者個々人の値には個人差がみられる。前頭部では、被検者Sa、Na、Siの3人について左側が高い傾向にあり、中心部においてもSa、Na、Siの3人については同様の傾向が認められた。しかし、後頭部については、被検者Na、Maでは左側、Sa、Siでは逆に右側が高い傾向がみられた。

次に、前頭部と後頭部について相対的に比較すると、被検者Shを除いて、被検者Sa、Na、Siについては後頭部が高い傾向にあった。

Table. 2は、①～⑩の個々のイメージを単一な動作のイメージ、視覚的なイメージ、言語的なイメージ、複合

的な動作のイメージ、視覚的注意集中の6項目に分類して示したものである。表からわかるように、視覚的注意集中において安静値の値との間に有意な差を示し、明らかにα波の減少がみられる。また、単一な動作のイメージ、視覚的なイメージ、言語的なイメージ、複合的な動作のイメージについては、被検者Shでは単一な動作のイメージ・言語的なイメージ、被検者Naでは視覚的なイメージ・複合的な動作のイメージ、被検者Siでは単一な動作のイメージ、被検者Maでは単一な動作のイメージ・言語的なイメージのそれぞれについて有意な減少を示している。逆に、被検者Siでは視覚的イメージ・言語的イメージ・複合的な動作のイメージにおいて有意な増加を示している。

次に、これを平均値のうえで個々のイメージについて比較すると、表からわかるように、単一な動作のイメージ・視覚的なイメージ・言語的なイメージについては減少の傾向を示し、複合的な動作のイメージについては、増加の傾向を示しているが、個々のイメージ間に有意な差は認められなかった。

Table 2

Comparison of alpha waves with motor imagery, visual imagery, verbal imagery, visual attention

		1	2	3	4	5	6
Sa	X	103.4	93.0	90.0	102.8	106.4	33.9
	S · D	13.44	16.85	10.71	11.50	8.93	4.18
Sh	X	87.0	92.8	87.2	97.4	103.3	42.4
	S · D	5.98	14.44	5.12	7.07	8.34	14.60
Na	X	102.5	60.3	89.2	91.7	83.9	32.7
	S · D	10.36	6.03	12.58	9.68	8.12	7.21
Si	X	90.5	132.4	126.2	134.0	141.5	65.3
	S · D	5.03	15.98	12.63	24.19	24.47	6.07
Ma	X	82.8	84.4	74.3	83.3		
	S · D	6.94	15.09	7.01	10.77		
	X	93.2	92.6	93.4	101.8	108.8	43.6
	S · D	9.28	25.96	19.42	19.37	23.98	15.11

- 1 : motor imagery (easy)
- 2 : visual imagery
- 3 : verbal imagery
- 4 : moter imagery (easy)
- 5 : // (difficult)
- 6 : visual attention

Table 1
change of alpha waves with each imagery

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
F₃	Sa	106.7	114.3	112.4	105.7	97.1	109.5	110.5	111.4	109.5	105.7	39.0
	Sh		85.7	83.1	93.5	85.7	97.4	93.5	97.4	100.0	106.5	59.7
	Na	108.9	108.0	110.3	65.7	91.1	93.9	96.7	102.3	88.3	91.1	42.3
	Si	101.8	90.2	91.1	125.0	118.8	117.9	103.6	142.9	126.8	126.8	68.8
	X	105.8	99.6	99.2	97.5	98.2	104.7	101.1	113.5	106.2	107.5	52.5
	S · D	3.63	13.76	14.40	24.84	14.52	11.06	7.57	20.44	16.27	14.67	14.19
F₄	Sa	104.9	108.5	108.5	102.2	91.5	104.0	102.2	108.5	104.0	102.2	36.7
	Sh		85.5	89.7	104.8	89.7	106.2	100.7	97.9	104.8	104.8	51.0
	Na	79.0	79.0	83.8	48.1	66.7	70.8	72.9	70.1	65.3	68.0	31.6
	Si	98.2	89.9	94.7	120.7	114.8	114.8	103.0	126.6	125.4	127.8	65.1
	X	94.0	90.7	94.2	94.0	90.7	99.0	94.7	100.8	99.9	100.7	46.1
	S · D	13.44	12.67	10.54	31.64	19.65	19.34	14.56	23.63	25.09	24.65	15.10
C₃	Sa	101.0	109.0	112.0	101.0	98.0	106.0	111.0	108.0	114.0	113.0	31.0
	Sh		87.4	86.2	95.8	91.0	99.4	100.6	98.2	107.8	107.8	37.1
	Na	106.7	101.1	112.2	63.3	90.0	93.3	96.7	95.6	85.6	93.3	33.3
	Si	101.8	94.5	98.2	142.3	132.5	130.1	119.0	152.1	147.2	130.1	65.0
	Ma	93.7	71.8	105.8	90.4	83.3	91.5	89.9	91.0			
	X	100.8	92.8	102.9	98.6	99.0	104.1	103.4	109.0	113.7	111.1	41.6
S · D	5.36	14.18	10.94	28.45	19.46	15.63	11.58	24.89	25.47	15.19	15.80	
C_z	Sa	108.9	115.5	116.4	106.1	96.7	108.0	113.6	112.7	113.6	111.7	31.9
	Sh		93.9	87.8	98.8	87.8	96.3	100.0	100.0	107.3	111.0	40.2
	Na	103.8	101.0	103.8	63.5	86.5	94.2	94.2	99.0	85.6	90.4	31.7
	Si	98.3	91.3	99.4	135.3	128.3	124.9	116.8	145.7	142.2	135.3	61.3
	Ma	93.8	60.7	107.9	95.1	76.2	93.1	88.4	98.5			
	X	101.2	92.5	103.1	99.8	95.1	103.3	102.6	111.2	112.2	112.1	41.3
S · D	6.56	20.10	10.59	25.69	19.93	13.46	12.26	20.17	23.33	18.35	13.93	
C₄	Sa	101.0	104.8	107.6	92.4	95.2	101.9	105.7	102.9	104.8	102.9	31.4
	Sh		95.7	94.3	98.6	91.4	108.6	104.2	100.0	107.1	108.6	48.6
	Na	98.5	100.5	106.7	63.6	84.1	94.4	91.3	96.4	85.1	90.3	40.0
	Si	83.7	77.8	84.7	110.3	108.4	105.4	99.5	112.3	113.3	111.3	57.1
	Ma	88.3	59.9	103.1	100.0	76.0	89.9	82.2	95.0			
	X	92.9	87.7	99.3	93.0	91.0	100.0	96.6	101.3	102.6	103.3	44.3
S · D	8.22	18.65	9.70	17.64	12.18	7.75	9.80	6.87	12.19	9.33	11.06	
O₁	Sa	69.5	81.0	70.5	59.0	68.6	83.8	75.2	74.3	89.5	88.6	28.6
	Sh		81.0	73.8	70.9	76.2	86.4	85.4	80.6	88.3	85.4	17.5
	Na	112.1	115.0	110.3	57.2	98.5	106.2	94.4	98.5	92.6	74.3	29.5
	Si	114.7	86.8	88.4	159.7	139.5	151.9	148.8	182.9	170.5	156.6	
	Ma	83.7	63.7	91.6	67.4	72.1	75.3	62.1	72.6			
	X	95.0	85.5	86.9	82.8	91.0	100.7	93.2	101.8	110.2	101.2	25.2
S · D	22.05	18.63	15.91	43.34	29.52	30.77	33.33	46.49	40.22	37.42	6.68	
O₂	Sa	109.2	102.1	106.7	84.5	83.1	94.4	102.1	112.7	114.8	114.8	38.7
	Sh											
	Na	112.7	97.5	102.0	60.8	107.0	96.3	83.4	84.5	91.3	72.7	20.3
	Si	92.9	84.8	86.9	133.3	141.4	155.6	161.6	198.0	179.8	187.9	74.7
	Ma	80.2	58.5	79.3	69.3	64.1	57.6	75.8	86.7			
	X	98.8	85.7	93.7	87.0	98.9	101.0	105.7	120.5	128.6	125.1	44.6
S · D	15.08	19.57	12.80	32.40	33.33	40.54	38.85	53.25	45.84	58.29	27.67	

金城：運動イメージに伴う脳波成分の変動

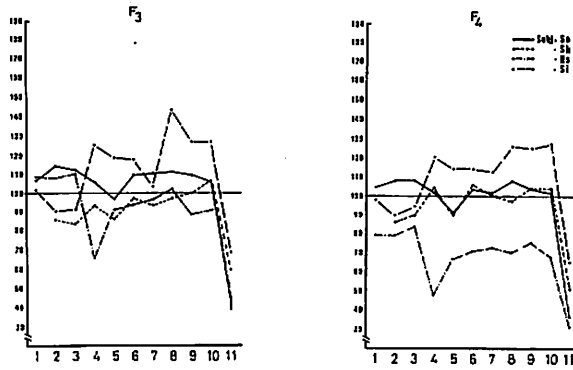


Fig 2

Change of alpha waves with each imagery at frontal

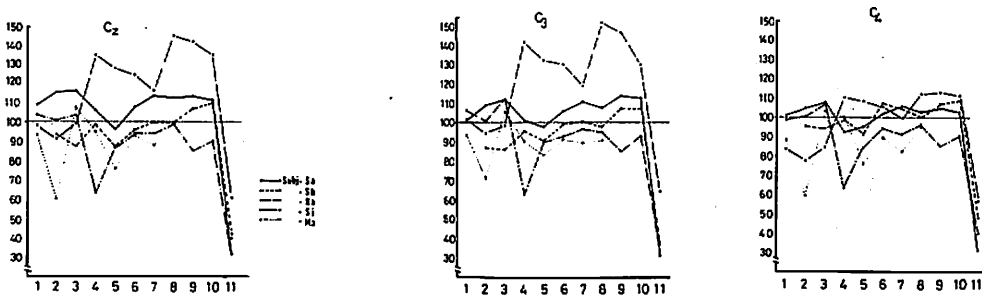


Fig 3

Change of alpha waves with each imagery at central

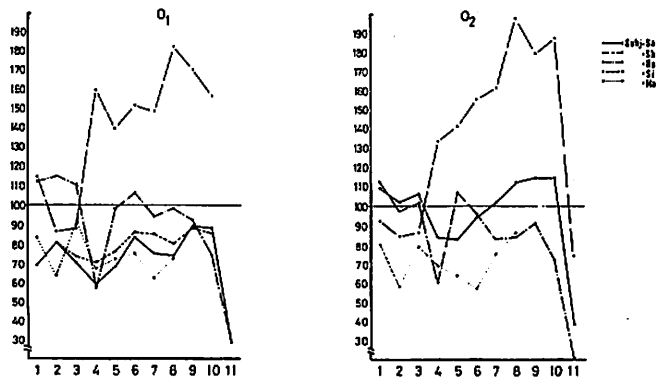


Fig. 4

Change of alpha waves with respective motor Imagery at O₁ O₂

B 第2実験について

第1実験では、特に運動経験のある者を対象に種々のイメージに伴なうα波の変化を比較したが、ここでは、特に種々の複合的な動作のイメージに伴なう脳波成分の変化を鍛練者と非鍛練者について比較検討してみた。

B-1 α波の変化

Fig. 5は、鍛練者における10項目にわたる各種の

運動イメージを描いた際の変化を、F₃～O₂について汎性的に示したものである。

被検者Ha、Ma、Hsの3人については、イメージの種類によって増加を示す場合と減少を示す場合とがあることがわかる。それに比べ被検者Saでは、①～⑩の各運動イメージにわたって全体的に増加の傾向を示し、被検者Tuでは、逆に全体的に減少の傾向を示している。

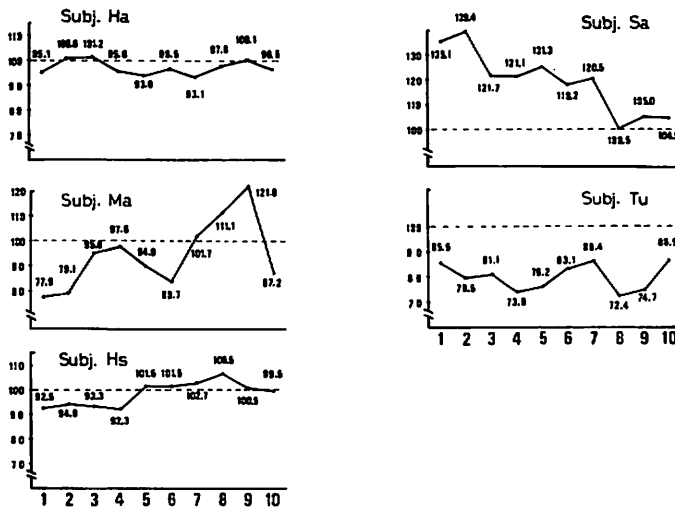


Fig 5

Change of alpha waves with motor imagery (trained)

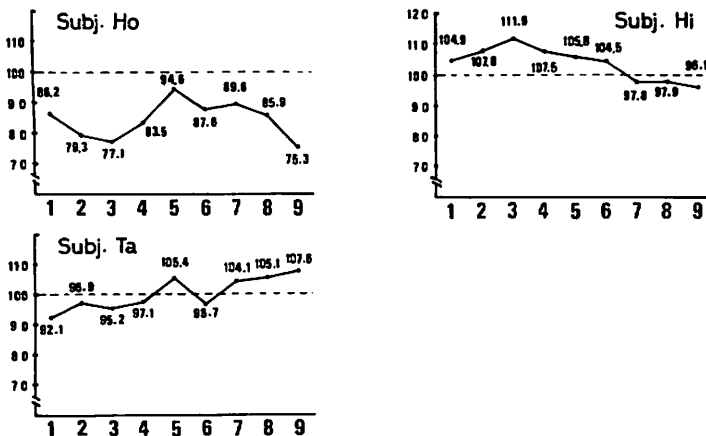


Fig 6

Change of alpha waves with motor imagery (untrained)

金城：運動イメージに伴なう脳波成分の変動

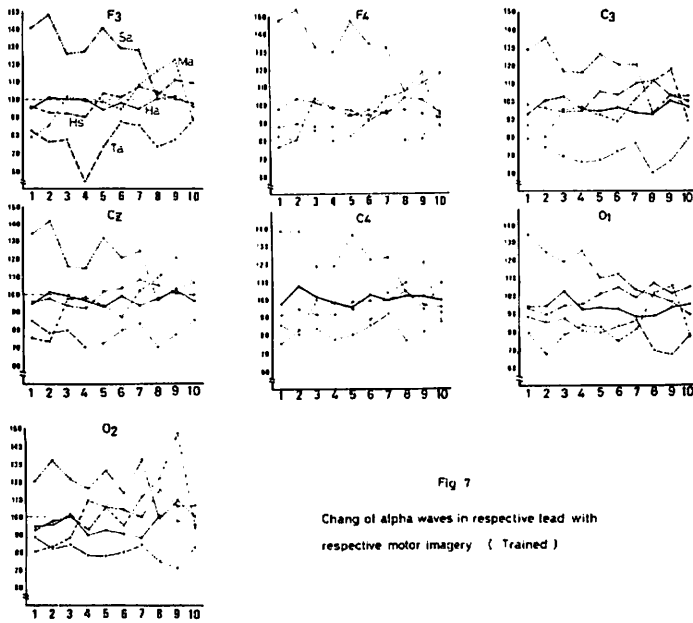


Fig 7

Change of alpha waves in respective lead with
respective motor imagery (Trained)

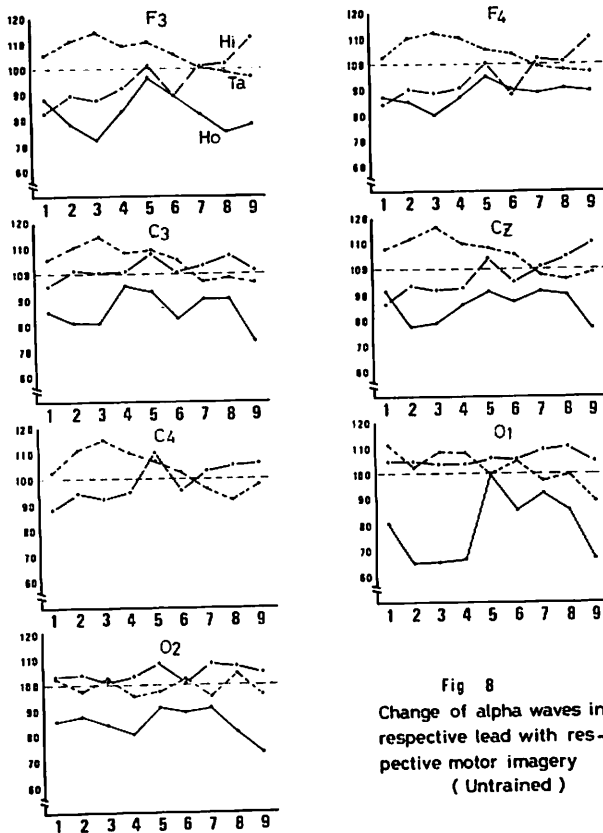


Fig 8

Change of alpha waves in
respective lead with res-
pective motor imagery
(Untrained)

Fig. 6 は、同様に非鍛練者の変化を示したものである。図からわかるように鍛練者と同様の傾向がみられ、被検者Hi、Taではイメージの種類によって増加、および、減少の傾向を示し、被検者Hoでは全体にわたって減少の傾向を示していることがわかる。

前頭部 ($F_3 \cdot F_4$)、中心部 ($C_3 \cdot Cz \cdot C_4$)、後頭部 ($O_1 \cdot O_2$) の各部位の変化を示したものが、Fig. 7 および、Fig. 8 である。

Fig. 9 は、①～⑩(非鍛練者：①～⑧)にわたっての変化を部位別に、鍛練者と非鍛練者を比較したものである。

まず、前頭部 ($F_3 \cdot F_4$) についてみた場合 F_3 の④と⑥のイメージを除いて、鍛練者が高い値を示している。中心部 ($C_3 \cdot Cz \cdot C_4$) では、 C_3 において②、③、④、⑤の各イメージを除いて鍛練者が高い値を示している。さらに、後頭部 ($O_1 \cdot O_2$) では、 O_1 において⑤、⑥⑦、⑧の各イメージ、 O_2 において①のイメージを除いて鍛練者が高い値を示している。

Fig. 10 は、鍛練者における個々の被検者について、①～⑩にわたる10項目の運動イメージを平均して部位別に示したものである。

図において、前頭部・中心部・後頭部のそれぞれについて左右差を比較すると、前頭部では被検者Ha、Sa、Tu

の3人、中心部においても同様にHa、Sa、Tuの3人、後頭部ではHa、Sa、Ma、Hsの4人において左側が低い傾向を示している。

同様にFig. 11は、非鍛練者の結果を示したものである。鍛練者において左側が低い傾向を示したのに対して、非鍛練者では、その傾向がみられず、僅かに、被検者Hoの前頭部と後頭部に鍛練者と同様の傾向がみられる。

これらを平均して、鍛練者と非鍛練者について各部位を比較したのがFig. 12である。

まず、鍛練者において前頭部ではほとんど差はみられないが、中心部において $C_3 < Cz < C_4$ 、後頭部において $O_1 < O_2$ といずれも左側において低い値を示していることがわかる。後頭部については、1%水準で有意な差が認められた。

しかし、非鍛練者については、その傾向が認められない。

次に、前頭部と後頭部について相対的に比較すると、鍛練者では、後頭部の値が前頭部に比べて低い傾向を示している。しかし、非鍛練者では、その傾向が認められなかった。いずれにおいても有意な差は認められなかったが、鍛練者と非鍛練者における運動イメージに伴う α 波の変化が部位的に異なっていることを示唆している。

金城：運動イメージに伴なう脳波成分の変動

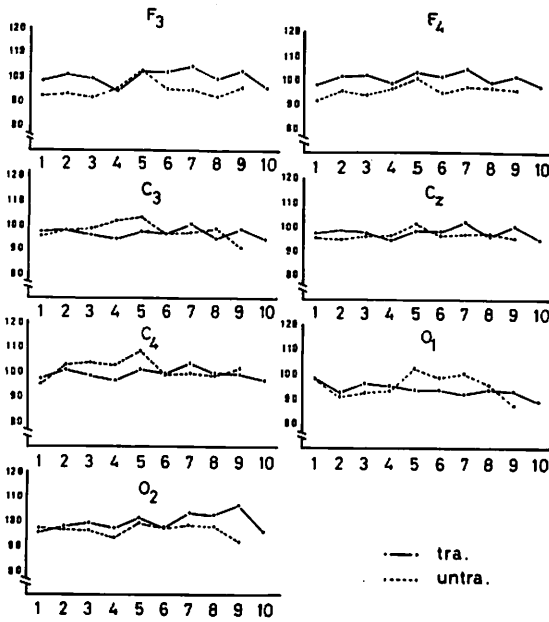


Fig. 9
Comparison of relative alpha waves change between trained and untrained with respective motor imagery

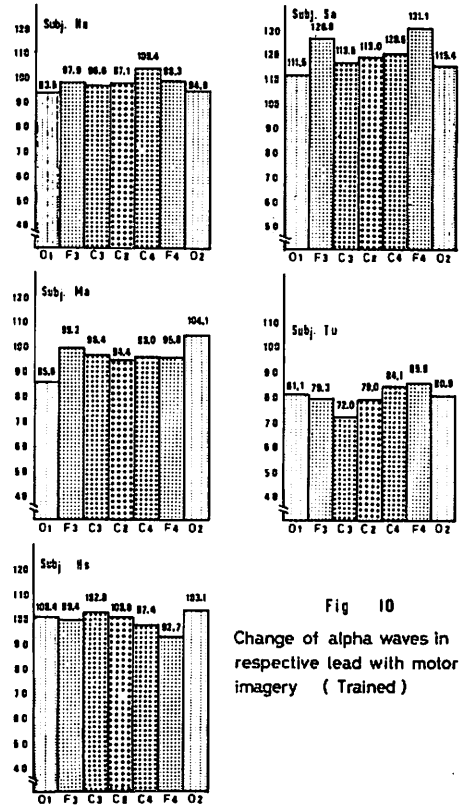


Fig. 10
Change of alpha waves in respective lead with motor imagery (Trained)

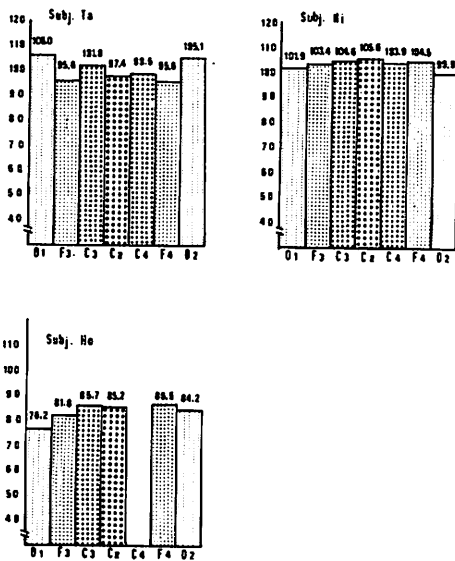


Fig. 11
Change of alpha waves in respective lead with motor imagery (Untrained)

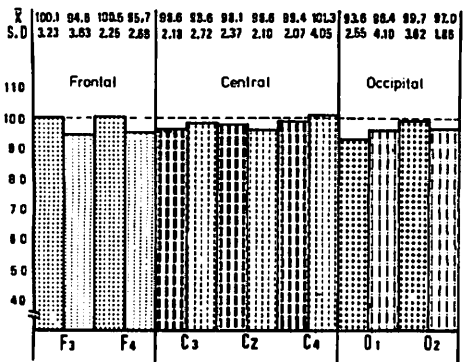


Fig. 12
Comparison of alpha waves change between trained and untrained with all motor imagery

Tabl 3は、鍛練者について得意種目と不得意種目に分け、 α 波の変化を比較したものである。被検者個々人

について差が認められるが、表からわかるように、得意種目と不得意種目において一定した変化は認められない。

Table 3

Comparison of alpha waves between unskillfulness and skillfulness

	F ₃		F ₄		C ₃		C _z		C ₄		O ₁		O ₂	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
Ha	98.4	97.8	99.5	97.3	98.3	95.2	98.0	96.7	100.7	100.3	95.7	91.4	96.5	93.0
Ma	97.5	101.6	94.7	97.5	93.1	97.6	92.3	96.6	94.7	97.3	82.8	83.8	101.0	106.3
Hs	97.0	102.0	90.4	93.8	100.1	104.7	97.7	103.8	95.6	97.9	96.9	102.8	100.7	103.6
Sa	128.2	123.5	133.3	127.8	117.6	115.0	120.6	116.6	122.0	118.3	114.2	107.5	118.4	115.8
Tu	79.4	75.5	83.9	86.7	74.2	69.1	79.8	76.3	84.0	83.1	81.0	79.8	81.3	79.7
\bar{x}	100.1	100.1	100.4	100.6	96.7	96.3	97.7	98.0	99.4	99.3	94.1	93.1	99.6	99.7
S.D	17.59	17.06	19.29	15.81	15.57	17.05	14.78	14.61	14.00	12.44	13.36	11.91	13.24	13.81

a: unskillfulness

b: skillfulness

実験中、各運動イメージについて、被検者に対して内省を詳細に報告させたが、Table 4は、この内省報告とα波の変化の関係を比較したものである。

図の中で、Aと記されているのは、「被検者自身が運

動しているイメージをかなり鮮明に浮かんだ場合」である。

内省報告Aと内省報告A~Dのα波の変化に有意な差は認められなかった。(Fig. 13~Fig. 16)

Table 4

Relationships of alpha wave and introspection

		tra.		un-tra.	
		A	A-D	A	A-D
1	X	98.7	97.4	94.3	94.4
	S · D	23.81	22.16	9.43	9.54
2	X	101.3	98.5	97.1	94.7
	S · D	24.64	24.66	12.12	14.37
3	X		98.5	97.8	94.7
	S · D		14.88	14.70	17.39
4	X	95.7	96.1	97.2	96.0
	S · D	21.22	16.85	11.08	12.03
5	X	99.7	99.5	105.7	101.9
	S · D	18.39	20.05	2.48	6.34
6	X	97.2	97.6	95.7	96.3
	S · D	16.63	13.49	7.14	8.45
7	X	101.9	100.9	98.9	97.2
	S · D	16.96	12.83	12.56	7.27
8	X	105.9	97.7	98.7	96.3
	S · D	12.59	15.04	8.82	9.72
9	X	101.9	100.4	92.1	193.0
	S · D	12.57	16.89	14.91	6.36
10	X	99.4	97.1		
	S · D	16.51	10.56		
	X	100.3	98.4	97.5	96.1
	S · D	3.00	1.51	3.77	2.53

A : introspection A

A-D : introspection A, B, C, D.

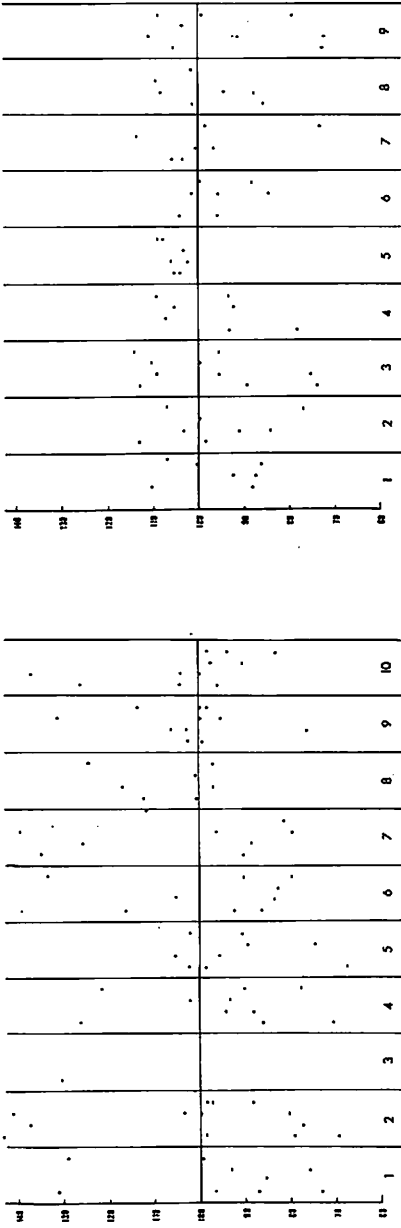


Fig. 13
Relationships of alpha waves and introspection(A)
(tra.)

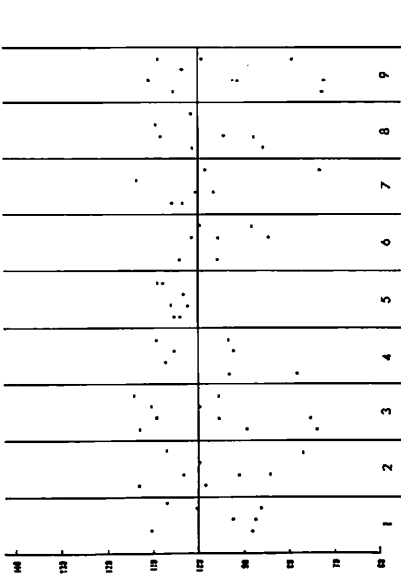


Fig. 14
Relationships of alpha waves and introspection(A)
(un-tra.)

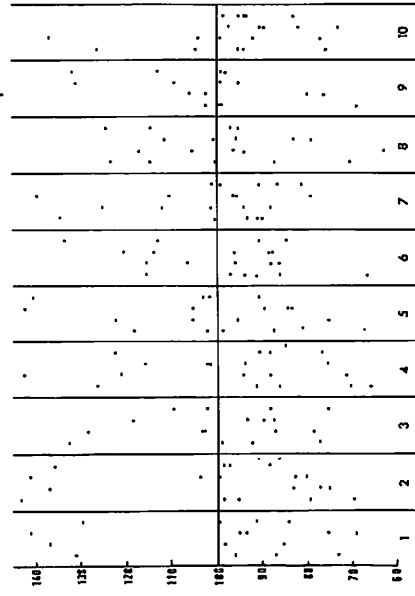


Fig. 15
Relationships of alpha waves and introspection(A-D)
(tra.)

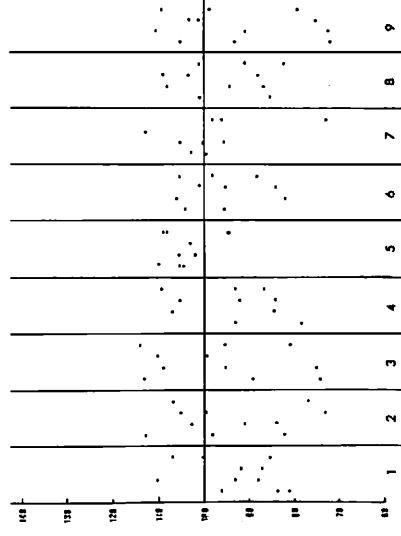


Fig. 16
Relationships of alpha waves and introspection(A-D)
(un-tra.)

B-2 θ 波・ β 波の変化について

Table. 5は、鍛練者について①～⑩の各運動イメージを平均して全体的に、 θ 波の変化について示したものである。

表からわかるように、被検者個人において差がみられるが、平均値のうえでは、各部位とも減少の傾向を示している。また、左右差についてみると、中心部、後頭部において左側が低い傾向を示している。これは、 α 波と同様の傾向である。

Table. 6は、非鍛練者における θ 波の変化を示したものであるが、鍛練者にみられるような傾向はみられな

かった。

Table. 7は、鍛練者における β 波の変化を示したものである。

各部位における左右差についてみると、これでは、前頭部においても左側の方が右側に比べて低い傾向を示している。

Table. 8は、同様に非鍛練者における β 波の変化を示したものである。

中心部において、鍛練者と逆の傾向を示し、右側が左側に比べて低い傾向を示している。

Table 5

Change of theta waves in respective lead with motor imagery (trained)

	Frontal		Central			Occipital	
	F ₃	F ₄	C ₃	C _z	C ₄	O ₁	O ₂
Ha	93.7	94.3	91.8	91.2	92.4	82.7	86.7
Ma	93.3	89.8	90.3	90.2	88.5	82.1	84.7
Hs	96.3	97.2	97.0	95.9	98.0	97.6	94.5
Sa	99.5	101.2	92.8	95.9	97.5	91.7	101.6
Tu	76.2	76.0	68.3	73.3	74.2	63.4	64.1
\bar{X}	91.8	91.7	88.0	89.3	90.1	83.5	86.3
S.D	9.07	9.71	11.31	9.32	9.72	12.97	14.11

Table 6

Change of theta waves in respective lead with motor imagery (untrained)

	Frontal		Central			Occipital	
	F ₃	F ₄	C ₃	C _z	C ₄	O ₁	O ₂
Ho	100.0	110.8	104.2	104.0	—	102.2	108.6
Hi	99.9	98.8	99.1	99.1	95.8	100.8	93.5
Ta	92.0	93.1	95.0	92.2	92.5	97.8	97.0
\bar{X}	97.3	100.9	99.4	98.4	94.0	100.3	99.7
S.D	4.59	9.03	4.61	5.93	2.55	2.25	7.90

Table 7

Change of beta waves in respective lead with motor imagery (trained)

	Frontal		Central			Occipital	
	F ₃	F ₄	C ₃	C _z	C ₄	O ₁	O ₂
H a	97.1	97.8	100.1	96.9	100.9	100.1	100.0
M a	102.3	102.8	102.8	103.3	104.9	93.8	—
H s	95.8	97.0	96.2	95.9	100.1	101.3	108.0
S a	123.7	118.5	122.1	118.7	133.9	110.5	113.9
T u	53.1	79.2	67.1	77.3	82.5	83.0	89.0
\bar{X}	94.4	99.1	97.7	98.4	104.5	97.7	102.7
S.D	25.67	14.07	19.78	14.91	18.58	10.17	10.78

Table 8

Change of beta waves in respective lead with motor imagery (untrained)

	Frontal		Central			Occipital	
	F ₃	F ₄	C ₃	C _z	C ₄	O ₁	O ₂
H o	89.5	99.2	94.7	95.2	—	85.8	104.8
H i	90.0	99.1	99.3	98.0	92.8	100.8	95.6
T a	92.8	—	114.3	96.6	97.0	104.7	104.2
\bar{X}	90.8	99.2	102.8	96.6	94.9	97.1	101.5
S.D	1.78	0.07	10.25	1.40	2.97	9.98	5.15

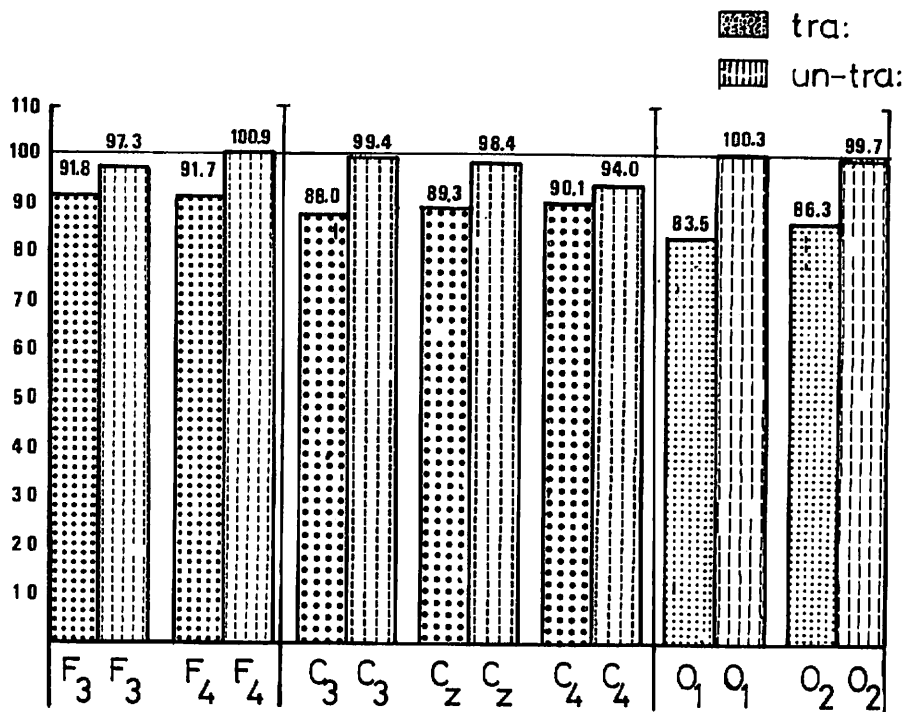


Fig. 17

Change of theta waves in respective lead with motor imagery

考 察

実験1においては、10項目の動作のイメージおよび、視覚性注意集中に伴うα波の変化を記録し、これを、さらに単一な動作イメージ、視覚的なイメージ、言語的なイメージ、複合的な動作のイメージ、視覚性注意集中の6項目に分類し比較検討した。

本実験の結果、動作イメージでは、被検者によってα波の増加を示す者、減少を示す者と必ずしも一樣な変化を認めることはできなかった。

しかし、視覚性注意集中においては、被検者全員に有意なα波の抑制がみられた。また視覚性注意集中においてもっともα波の抑制度が大きかった被検者については、

視覚的なイメージにおいてもα波の有意な抑制が認められた。逆に、視覚性注意集中においてα波の抑制度もっとも小さかった被検者については、視覚的なイメージにおいて有意な増加が認められた。

これはα波が視覚過程と関係するというAdrian、Matthews (1934)¹¹⁾の見解と一致する。このことについては、Short (1953)¹²⁾も同様の知見を述べており、被検者が視覚的イメージを用いたときα波がブロックされる傾向にあるが、被検者が内語性運動イメージを用いたときはα波が持続される傾向を示したと報告している。

第2実験において、①~⑩のイメージを描いた際のα波の変化を汎性的に確かめた結果鍛練者、非鍛練者にか

かわらず、安静時に対する相対的な α 波の変化は、次の3つに分類されるように思える。

- (1) ①～⑩(非鍛練者①～⑧)のイメージの α 波の変化が、全体にわたって増加する者
- (2) それぞれのイメージの変化が、種類によって、増加および減少を示した者
- (3) 全体にわたって α 波が減少した者

Golla Huttou Waltter (1943)¹³は、成人の α 波をM、R、Pの3つのタイプに分類している。それによると、Mタイプは思考において主に視覚的イメージを用い、Pタイプは主に聴覚性、運動感覚性のイメージRタイプでは、必要に応じて視覚、聴覚のどちらかを用いることを報告している。

Slatter (1960)¹⁴は、被検者に視覚的なイメージを用いた場合と聴覚的イメージを用いた場合における α 波の変化を比較した結果、視覚的イメージの場合は、 α 波の減少がみられるのに対して、言語的なイメージではそれが認められなかったと述べている。また視覚的イメージの優越したものは、安静時の α 波が低振幅を示し、運動感覚性の優越したものについては、安静時の α 波が高振幅を示したとしている。この場合、前者は、視覚的イメージによってはっきり α ブロッキングが認められたことを報告した。

藤田⁵⁾は、彼の実験結果からこのイメージ型について、鍛練者ではPタイプ、非鍛練者ではMタイプにそれぞれ属するであろうと述べ、これを鍛練効果からみるとMタイプからPタイプの方向に現われると仮定した。

そこで、本実験の結果をこのイメージ型で考えてみると、前述の3つのグループにおいて、(2)を示した者についてはMタイプ、(3)を示した者についてはPタイプに属するものと思われる。しかし、鍛練者、非鍛練者にかかわらず(2)を示した者が最も多かったことは、藤田の知見と異なる。

次に、得意種目と不得意種目について、イメージに伴なう α 波の変化を各導出部位において比較検討したが、両者において差は認められなかった。著者は、習熟したと考えられる運動のイメージに伴なう α 波の変化には、実際の遂行時において α 波が再現されることと同様の結果が得られるのではないかと考えたが、上記の結果は、それを指示するものではなかった。

McGregor (1957)⁶⁾らは、内省報告によってイメージの形態、動きなどの鮮明度を決定した結果、 α 波の抑制量は、このイメージの鮮明度に機能すること、および、高度の思考過程や複雑な思考は、 α 波の増加を示すことを報告している。本実験においても、内省報告から、イメージの鮮明度により α 波の変化について比較したが、

有意な変化は認められなかった。これは、McGregorらの知見と異なる。

次に、第1実験、第2実験を通して運動イメージに伴なう α 波の変化について、その左右差を比較した結果、鍛練者については、安静時に対する相対的な α 波の変化が右側よりも左側において低い傾向がみられた。しかし、非鍛練者では、その傾向がみられず、むしろその逆の傾向を示した。これについて、運動と言語・意識という観点から考察するのも意義があると思われる。

スペリー¹⁵⁾は、脳梁を切断した2名の患者のその回復後における行動について報告している。それによると、この2名の患者は、行動の上で大きな障害をもっていることが観察され、それは、言語がつねに一侧の半球で司られていることによるとしている。つまり、この2名の患者の優位半球は左側であり、優位半球と連絡を断られた劣位半球は、巧妙に運動を抑制し、物の形を認知できるように見えるが、本人はそのことを一切言語によって表現できなかったと報告している。また、スペリーは、その後の実験において用いた20名の被検者についても、言語の優位半球が左半球であったことを報告している。

Fleishman, E. A.⁶⁾は、身体運動の抑制に関して、刺激が受容されて反応が生じるまでの過程には、反射的なものに関する経路と大脳皮質を通る経路があるが、大脳皮質の経路には、運動によって生じる自己受容性感覚を記憶する系とそれを言語の形で記憶する系があるという運動記憶に関する仮説を述べている。

また、藤田⁵⁾は、このことから運動をイメージ化することは、言語的に言語系列の記憶を呼び起こすことであると述べ、それによって、直接的感覚の記憶としての運動に関する自己受容性感覚の記憶を呼び起こすことが可能であると述べている。

これらのことから、鍛練者において、 α 波がより左側において抑制されている傾向が認められる本実験の結果は、運動と言語のつながりを示すものと推察される。

左右差については、 θ 波、 β 波においても α 波の変化と同様に左側が低い傾向にあった。しかし、 θ 波、 β 波の変化と運動イメージについて扱った研究がないため、ここでは結果のみを記しておくことにする。

要 約

本研究では、各種の運動イメージに伴なう脳波成分の変化について、種々のイメージとの比較、鍛練者と非鍛練者との比較、鍛練者における得意種目と不得意種目について比較をそれぞれについて行なった結果、次のようなことが得られた。

1. 第1実験において単一な動作イメージと複合的な

動作のイメージについての α 波の変化を比較した場合、被検者によって異なり様なる変化を示さなかった。

しかし、視覚的なイメージにおける変化と視覚性注意集中における抑制度に相関がみられた。

2. 第2実験において、運動イメージに伴なう α 波の変化を各導出部位平均して汎性的にみた場合、鍛練者、非鍛練者にかかわらず、次の3つのグループに分類された。

- (1) 個々のイメージ全体にわたっての α 波の増加を示した者
- (2) イメージの種類によって増加、および、減少を示した者
- (3) 全体にわたって減少を示した者

3. 鍛練者については、得意種目と不得意種目について α 波の変化を比較した結果両者に顕著な差はみられなかった。

4. 第1実験、第2実験を通して鍛練者と非鍛練者において、各導出部位の左右差について比較した結果、鍛練者では、左側において α 波が抑制される傾向にあったが、非鍛練者では、その傾向がみられなかった。

また、これは、 θ 波、 β 波においても同様に、鍛練者では、左側がより抑制される傾向がみられた。

参 考 文 献

- (1) 成瀬悟策：「運動イメージ・運動シエマ」新体育 3-9、47. 1977
- (2) 勝部篤美、只木英子：運動と精神電流現象 ①体操における精神電流現象、体育学研究
- ② ローマオリンピック出場日本体操選手のイメージにおける精神電流現象、体育学研究、5-4、139 1961
- ③ スキー（回転）回想時における精神電流現象、体育学研究、6-2 30. 1962
- ④ イメージ、映画を刺激材料とした再生方法によるテニスについての精神電流現象、体育学研究、7-2 14. 1963
- ⑤ イメージ、映画を制成材料とした剣道ならびに弓道についての精神電流現象、体育学研究、8-2 7. 1964
- (3) 渡辺謙、措飼道夫、渡辺和彦：血管運動反射の適応過程 (2)（作業集中性の研究）、体育学研究、13-5 138. 1966
- (4) プーニ、A（藤田・山本共訳）：実践スポーツ心理、58-74、不味堂出版、1967

- (5) 藤田厚：空間の認知と運動制御、P 199-242 不味堂、1974
 - (6) Short, P.L. and Walter, W:Grey, The relationships between physiological variable and stereognosis. EEG Cliv. Neurophysiol., 1954, 6:29-44.
 - (7) Walter, R. O. and Yeager, C. L. : Visual imagery and electroencephalographic changes EEG Clin. Neurophysiol., 1956, 8: 193-199
 - (8) McGregor, P. and Costello, G. G., The relationships between some aspects of visual imagery and the alpha rhythm. J Ment Sci. 103:786, 1957.
 - (9) Scheich, H. and Simonova, O. : Parameters of alpha activity during the performance of motor task. EEG Clin. Neurophysiol., 1971. 31:357-363
 - 10 根本哲郎、荻原群次：身体トレーニング中の脳波の変化、体力科学、30-43 26:1977.
 - 11 Adrian, E. D. and Matthews, B. H. C. The Berger rhythm: potential changes from the occipital lobes in man, Brain, 1934. 57 355-385.
 - 12 Short, P. L. The objective study of mental imagery, Bri. J. Psychol., 1953, 44:38-51.
 - 13 Golla, F., Hutton, E. L. and Walter, W. Grey. The objective study of mental imagery Physiological concowitants. T. Ment. Sci., 1943, 89: 216-223.
 - 14 Slatter, K. H.: Alpha rhythms and mental imagery. E. G. Clin. Neurophysiol, 12:851, 1960.
 - 15 スペリー：優位および劣位の大脳半球 206-216 共立全書、1977：脳—その構造と働き— J. C. エクルグ著、「よりびき」
 - 16 Cagne, R. M. and E. A. Fleishman: Psychology and Haman Performance, 30-49. 1959.
- (本研究は、筑波大学大学院修士論文として提出したものである。)