

1989年10月  
於 横浜国立大学

# 運動パフォーマンスと生理心理的状态

— 回転板追従動作と脳波、心拍数、皮膚温との関係を中心に —

○丹羽劭昭（奈良女子大学） 長沢邦子

## 目 的

運動パフォーマンスと生理心理的状态との関係を明らかにするため、回転板追従動作 (pursuit rotor) を用い、そのパフォーマンスと脳波 (特に $\alpha$ 波)、脈拍、皮膚温との関係から次の仮説を検討する。

- 1 高パフォーマンス者ほどリラックスして、かつ意識が集中した状態になるので、 $\alpha_2$ 波が優勢脳波として出現しやすい。
- 2 パフォーマンスとの関係では、 $\alpha_1$ 波や $\alpha_3$ 波は $\alpha_2$ 波とは違う傾向を示す。
- 3 パフォーマンス (緊張) 時における自律神経系現象 (心拍数と皮膚温) からみると、交感神経興奮型とそれ以外の人が存在する。

## 方 法

対象：女子大生 16名 (19~23歳)。3回の各実験毎に、2試行のパフォーマンスの平均値によって、低・中・高のパフォーマンス群に分けた (表1)。

手続き：パフォーマンスとして回転板追従動作を用い、生理心理的状态を測定する項目として脳波、交 (副) 感

表1 各群の対象数

群 \ 実験	I	II	III
低	5	5	5
中	6	6	6
高	5	5	5

表2 測定項目と機器

測定項目	測定機器
追従動作	パーシュートローター (追従動作検査器) 竹井機器工業株式会社製
脳波 (EEG)	BIOFEEDBACK SYSTEM FM515 エフティ技研株式会社製
心拍数 (HR)	HEART RATE MEMORY MAC MODEL VHM1-012 VINE CO, LTD製
皮膚温 (ST)	MICRO MEMORYRECORDER Tx-3006 TYPE T -100.0 ~ 400.0 °C NIHON KOGAKU CO. LTD 製

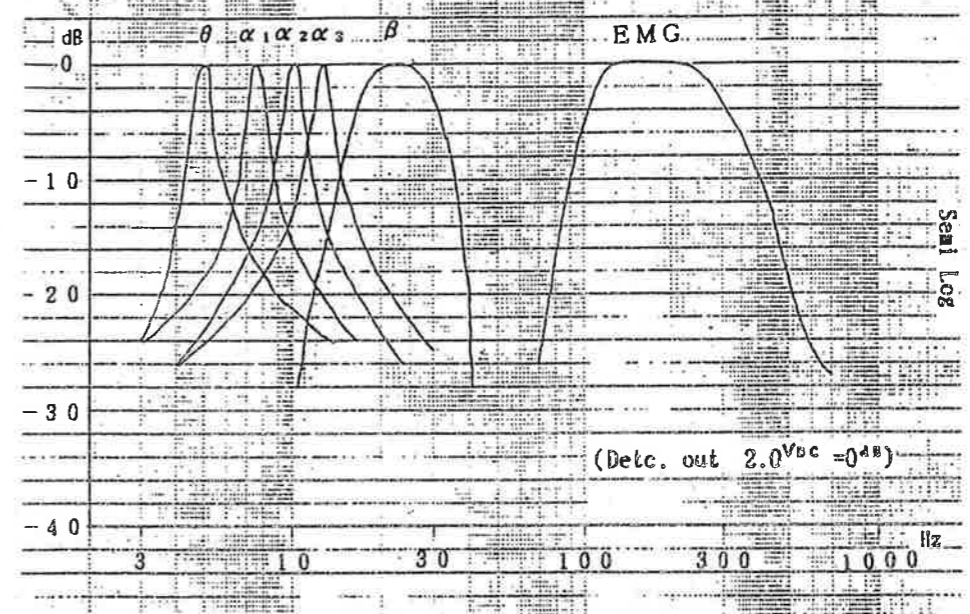
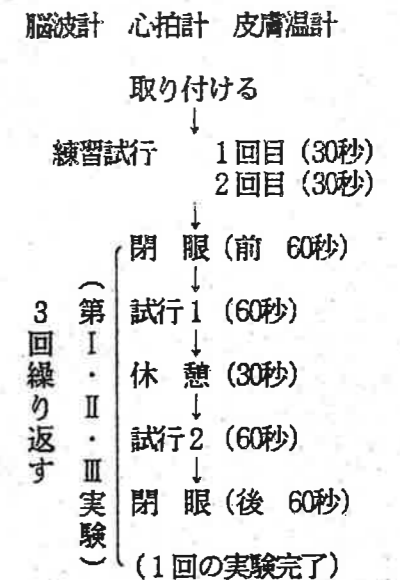


図1 FM515のフィルターの周波数特性

神経の興奮を調べる指標として心拍数、人さし指の皮膚温を測定した (表2)。なお、脳波は脳波測定器 (FM515) を用いてセンサーベルトにより、前額に2個の前面電極を片方の耳たぶに1個のクリップ電極を装着して測定した。その結果、最も優勢に出現した脳波をとり出し、優勢脳波としてその出現率などを計算し図示する。脳波測定器 (FM515) のフィルターの周波数特性を図1に示す。フィルターの中心周波数は、 $\alpha_1$ 波は7.6 Hz、 $\alpha_2$ 波は10 Hz、 $\alpha_3$ 波は13 Hzで、 $\alpha$ 波の最小・中央・最大周波数の付近をキャッチするように設計されている。これらのフィルターの周波数cut off 特性は、非常に優れている。

実験手順：回転板追従動作については、予備実験で、練習効果が出にくい状態を調べ、かつ適度な回転数を検討した。そして1分間24回転、ターゲットの直径12 mm、回転方向右・左回り各1回ずつ、非利き手で鉄筆を持ってターゲット上を追従させる。1/2秒毎にターゲットに接触する回数がカウントされ、60秒間の合計数がパフォーマンスの成績となるようにした。各群の被検者は、パフォーマンスと共に脳波 (2秒毎)、心拍数 (10秒毎)、皮膚温 (3秒毎) が測定された。実験の順序は、練習試行後、閉眼 (安静60秒)、試行1 (60秒)、休憩 (30秒)、試行2 (60秒)、閉眼 (安静60秒) を3回 (第I・II・III実験) くり返す (表3)。

表3 実験順序



室温は19.7~25.1℃で無風状態。試行中は、眼球運動によるArtifactが多く出てα波を測定できないため、試行直前と試行直後の閉眼(安静)時の脳波を検討する。

結果

I パフォーマンスの低・中・高群別にみた優勢脳波の出現率

各パフォーマンス群の各場面の優勢脳波出現率は、3回ともよく似た傾向を示すので、3回目の試行直前と試行直後の結果を図2に示す。

また、優勢脳波α<sub>2</sub>波について、低・中・高群をA要因、試行前と後をB要因とする2要因の分散分析の結果、交互作用には有意差は認められないが、A・B各要因に2回目と3回目に有意差が認められたので、各群間のt検定の結果を表4に示す。

図2、表4から、試行前も後も、低・中・高群と次第にα<sub>2</sub>波が優勢脳波として出現する率が高くなる傾向がみられる。一方、図2からは、α<sub>1</sub>波、α<sub>3</sub>波は、α<sub>2</sub>波やパフォーマンスとの間に一定の傾向はみられない。そしてβ波やθ波は、α<sub>2</sub>波とはむしろ反対の傾向を示しているようにみえる。

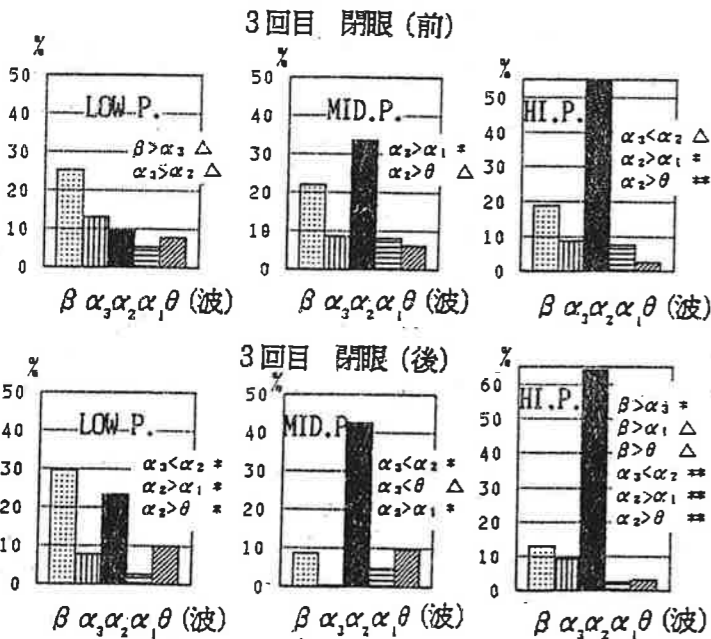


表4 優勢脳波α<sub>2</sub>波の閉眼前、閉眼後における低・中・高パフォーマンス群間のt検定結果

回	閉眼(前)	閉眼(後)
2	低<中 △	低<中 △
3	低<中 △	低<中 △
2	低<高 △	低<高 **
3	低<高 ***	低<高 **

△...P<.10 \*\*\*P<.01 \*\*\* ...P<.001

II パフォーマンスの低・中・高群別にみた各場面の心拍数

交感神経の興奮度をみる一つの指標として心拍数を調べた。パフォーマンスの低・中・高をA要因、試行中、試行前と後をB要因とする2要因の分散分析の結果、3回共、B要因とA・B要因間の交互作用に有意差は認められなかった。そこで、A要因と各場面との関係についてt検定を行い、有意差のみられたもののみを表5、6に示し、各回の各群別の心拍数の変化を図3に示す。

表5、図3から、各回共、心拍数は低パフォーマンス群>中パフォーマンス群≧高パフォーマンス群の傾向がみられる。表6から、中パフォーマンス群では、試行(パフォーマンス)時がその前後より多く、高パフォーマンス群では、試行時が試行前より高い傾向がみられる。低パフォーマンス群は、始めから交感神経の興奮が高く、高い心理的緊張状態が終わりまで続いてあまり変化をしていない。したがって、試行時の心拍数の少ない(交感神経の興奮度が低い)方が、パフォーマンスの成績がよいと推察される。

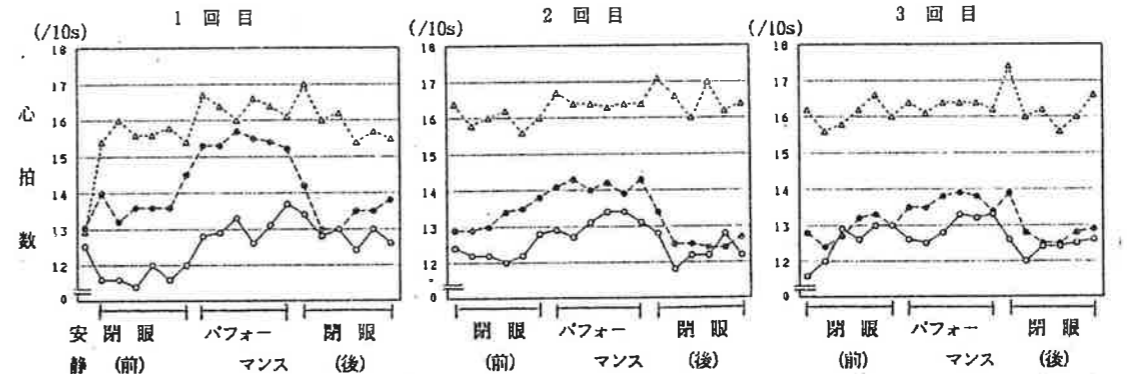


図3 各回の低・中・高パフォーマンス群別にみた心拍数の変化 注(△)低パフォーマンス群 (●)中パフォーマンス群 (○)高パフォーマンス群

表5 低・中・高パフォーマンス群別にみた心拍数の各場面間のt検定

回	中パ群	回	高パ群
1	閉(前)<パ *	1	閉(前)<パ *
1	パ>閉(後) *	2	閉(前)<パ △

パ...パフォーマンス △...P<.10 \*...P<.05

表6 心拍数において各場面別にみた低・中・高パフォーマンス群間のt検定結果

回	閉眼(前)	回	パフォーマンス	回	閉眼(後)
2	低>中 △			2	低>中 *
3	低>中 *			3	低>中 △
1	低>高 *	2	低>高 △	1	低>高 △
2	低>高 *			2	低>高 *
3	低>高 *			3	低>高 *
1	中>高 △				

△...P<.10 \*...P<.05

図2 低・中・高各パフォーマンス群別にみた各場面の優勢脳波出現率 △ P<.10 \* P<.05 \*\* P<.01 \*\*\* P<.001

### Ⅲ パフォーマンスの低・中・高群別の各場面の皮膚温

交感神経の興奮度をみるもう一つの指標として、人さし指の皮膚温を調べた。パフォーマンスの低・中・高をA要因、試行中、試行前と後をB要因とする2要因の分散分析の結果、3回共、B要因とA・B要因間の交互作用に有意差はみられず、A要因のみに有意差が認められた。そこで、さらに低・中・高パフォーマンス群別に皮膚温の各場面間のt検定を行い、有意差のみられた場面のみを表7に示し、各回のパフォーマンス群別の皮膚温の変化を図4に示す。

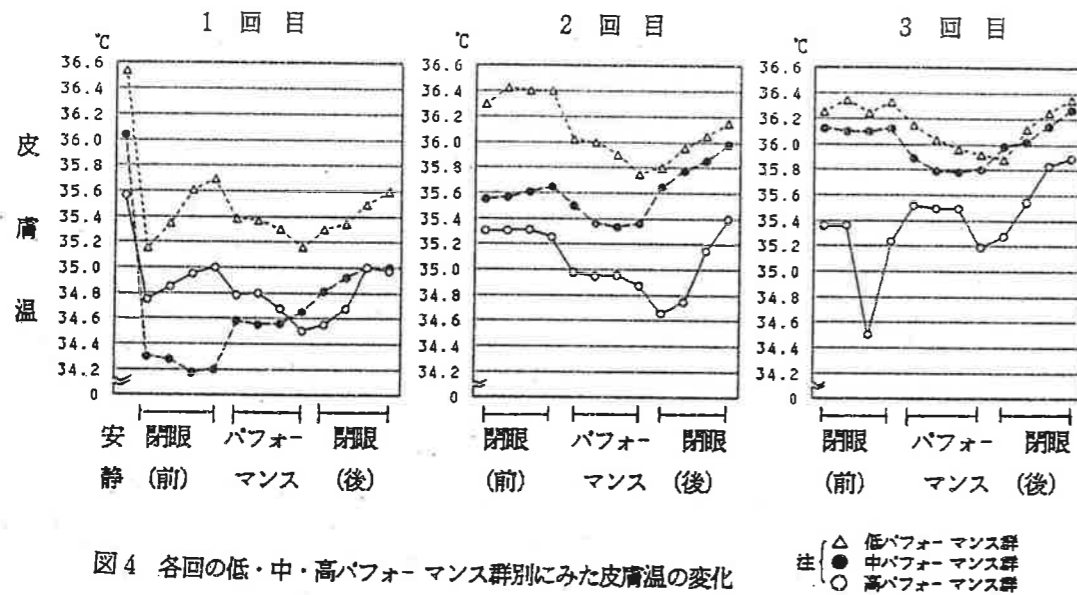


図4 各回の低・中・高パフォーマンス群別にみた皮膚温の変化

表7 各回の低・中・高パフォーマンス群別にみた皮膚温の各場面間のt検定

回	中パ群	回	高パ群
2	閉(前) > パ △	2	閉(前) > パ *
1	パ < 閉(後) *	2	閉(前) > 閉(後) *
2	パ < 閉(後) △	3	パ < 閉(後) △
3	パ < 閉(後) *		

パ…パフォーマンス △…P<.10 \*…P<.05

表7、図4から、概して皮膚温は低パフォーマンス群 > 高パフォーマンス群の傾向がみられる。また中パフォーマンス群では1回目(実験Ⅰ)は試行前が緊張しているためか低く、試行時、試行後と次第に高くなるが、2・3回目(実験Ⅱ,Ⅲ)では試行時のみ低く、試行後は緊張がゆるんで皮膚温が上昇する傾向がみられる。こうしたことから皮膚温とパフォーマンスとの密接な関係が推測される。以上を総括すると、皮膚温を支配している交感神経は、興奮度が高い程(皮膚温が低い程)、パフォーマンス量が多くなる傾向がうかがわれる。そして試行後は共通して緊張がゆるむ方向にあることがわかる。

従来、一般には Peak Performance の時は、交感神経が適度に興奮していることが必要であるが、“あがり”のように過度の心理的緊張は、強い交感神経の興奮が逆にパフォーマンスを下げると考えられていた。しかし、今回の実験では心拍数は少ない(交感神経の興奮度は低い)方がパフォーマンスが高く、皮膚温は低い(交感神経の興奮度は高い)方がパフォーマンスが高いという、交感神経の興奮傾向からみると相反する状態の共存ということがみられた。この矛盾した事態を説明する一つの考え方として、高パフォーマンス時に交感神経興奮型以外の型の人の存在を仮定してみてもどうか。それを確認するためには、同一対象を追跡して事例を検討する必要がある、今後の課題である。

### 結 論

運動パフォーマンスと生理心理的状态との関係を明らかにするため、回転板追従動作を用い、そのパフォーマンスと脳波(特にα波)、脈拍、皮膚温との関係を実験的に検討して、次の結論を得た。

- 1 高パフォーマンス群ほど、試行前や試行後は心理的にリラックスし、かつ意識が集中した状態にあり、α<sub>2</sub>波(8.6~12Hz)が優勢脳波として出現しやすい。
- 2 α<sub>1</sub>波(6.7~8.6 Hz)、α<sub>3</sub>波(12~14Hz)の優勢脳波出現率については、α<sub>2</sub>波やパフォーマンスの成績との間に一定の傾向はみられない。
- 3 パフォーマンス(心理的緊張)時における自律神経系現象(心拍数と皮膚温)からみると、交感神経興奮型の人とそれ以外の型(たとえば混合型など、非交感神経興奮型)の人がいるのではないかと推測されるが、その確証は今後の課題である。