

## 一般論文

# 精神作業時の環境条件が精神反射電流（PGR）に及ぼす影響 —音響的環境条件を中心として—

## Effect of Environmental Conditions of Mental Activities on Psycho Galvanic Response —About the Sound Conditions—

澤田 優子、澤田 孝二

Yuko SAWADA, Koji SAWADA

キーワード：音響的環境条件、精神反射電流、クレペリン加算作業

### 概要

5種類の音響的環境条件下で、精神反射電流（PGR）の測定とクレペリン加算作業を実施し、結果の分析を通して、以下のことが明らかになった。

(1)精神反射電流(PGR)自発反射回数は、安静時、精神作業時のいずれも「騒音（70dB）」が最も多く、以下「騒音（50dB）」、「吹奏楽演奏」、「フルート演奏」と続き、「無音」が最も少なかったが、自発反射は不快な情動反応により発現しやすくなることから、「無音」や静かな曲調の「フルート演奏」では不快な情動反応は比較的起きにくく、にぎやかな曲調の「吹奏楽演奏」では反応が少し増え、さらにノイズ音を聴いた場合には不快な情動反応が頻繁に起こっているものと考えられた。

(2)精神作業時のPGR自発反射回数は、安静時と比較すると大幅に増えていたが、数字を計算するという作業が「緊張」など情動反応を発現しやすくしていること、鉛筆で計算結果を用紙に記入する動作が皮膚の電気的な反応を起こしやすくしていることなどが考えられた。

(3)クレペリン加算作業量は、「無音」が最も多く、以下「フルート演奏」、「吹奏楽演奏」、「騒音（50dB）」と続き、「騒音（70dB）」が最も少なかったが、落ち着いた曲調の「フルート演奏」よりも、にぎやかな曲調の「吹奏楽演奏」のほうが作業量の減少が大きく、さらに「騒音」では音量が大きいほど作業量の減少が著しく、音響により集中を妨げられ、精神作業の質を低下させているものと思われた。

### 1. はじめに

児童・生徒・学生は日々の学校生活の中で、長時間の学習活動に取り組んでいるが、学習時の環境条件の良否が学習能率や心身の健康に影響を及ぼすことは容易に想像できる。このことは、国が定めた学校保健安全法において「学校環境衛生の基準<sup>1)</sup>」が示され、それぞれの学校には適正な学習環境の維持が義務づけられていることから明らかである。とりわけ集中力を必要とするような

思考・記憶・判断など高度な精神活動に取り組む場合には、環境条件が及ぼす影響は極めて大きいと思われ、活動に相応しい環境づくりが不可欠になってくる。

筆者らは、これまで精神作業時の照明環境が心身に及ぼす影響<sup>2,3)</sup>や、精神作業時の温熱条件が心身に及ぼす影響<sup>4)</sup>について実験的に把握するために、精神反射電流（PGR）の測定を行い、結果の分析を通して、不適切な照明環境や温熱環境が不快な情動反応を増大させ、精神作業の質を低下

されることを明らかにした。また、音楽鑑賞のリラクゼーション効果<sup>5)</sup>を調べるために、音楽鑑賞時の精神反射電流 (PGR) を測定し、その結果から観賞する音楽の種類によりリラクゼーション効果に違いがみられることを明らかにした。

また、田山ら<sup>6)</sup>は、快・不快聴覚刺激が末梢自律神経系の活動に及ぼす影響について実験的に把握するために、皮膚電気反応 (SPR) の測定などを行い、結果の分析を通して、不快聴覚刺激が負の感情をもたらし、皮膚電気反応 (SPR) の増大が起こることを明らかにしている。

さらに、河合ら<sup>7)</sup>は、聴覚刺激による生体反応を実験的に把握するために、皮膚電気反射 (GSR) を測定し、情動の興奮をもたらす聴覚刺激があると、安静時に比べて反応が増大することを明らかにしている。

本研究では、精神作業時の環境条件とりわけ音響的環境条件に着目し、環境条件の良否が精神作業量や情動反応などに及ぼす影響を実験的に把握しようと考えた。すなわち、異なる音響的環境条件下で、数字を計算していくクレペリン加算作業を実施するとともに、不安や緊張などヒトの情動反応を捉える指標として知られている精神反射電流 (PGR) を測定し、環境条件ごとの加算作業量ならびにPGR自発反射回数を比較することにより、生理・心理学的にみてどのような環境条件の設定が質の高い精神作業のために必要であるかを検討していくことにした。

## 2. 方 法

実験は、2016年8～9月に、成人男女5名を被験者として実施した。

精神反射電流 (PGR) の測定は、T.K.K製の精神反射電流測定器を用いて行い、安静時および精神作業時の5分間自発反射回数を調べ、環境条件により違いがないかどうかを調べた。

精神作業は、内田クレペリン検査用紙<sup>8)</sup>を用いて、5分間の数字の加算を行い、環境条件により加算作業量に違いがないかどうかを調べた。

音響的環境条件は、「無音」、「フルート演奏」、「吹奏楽演奏」、「騒音 (50dB)」、「騒音 (70dB)」の5種類を用いた。フルート演奏は「バッハ アリオート」を収録したCDを用いた。吹奏楽演奏

は「オーディナリー・マーチ」を収録したCDを用いた。騒音は、ラジオのノイズ音を用い、音量は騒音計を用いて測定し、50dBおよび70dBに調節した。

精神反射電流 (PGR) の測定、クレペリン加算作業のいずれも、同一被験者に対して同一環境条件下で、十分な休憩時間をはさんで3回ずつ実施した。また、5種類の音響的環境条件ごとに日を替えて (1日目「無音」、2日目「フルート演奏」、3日目「吹奏楽演奏」、4日目「騒音 (50dB)」、5日目「騒音 (70dB)」の順に)測定を行った。尚、PGR測定器が1台のため、1名ずつ個別に測定を行った。

照度は、実験室の蛍光灯および電気スタンドを用いて、机上が「学校環境衛生の基準」に適合する500Lxになるよう調節し、設定照度になっていることを照度計で確認した。

室温は、実験室に設置されているエアコンを作動させ、「学校環境衛生の基準」に適合する25℃に設定するとともに、アスマン通風温度計で設定温度になっていることを確認した。

精神反射電流 (PGR) の自発反射回数およびクレペリン加算作業量の分析は、5種類の音響環境条件ごとに、安静時のPGR自発反射回数、精神作業時のPGR自発反射回数、クレペリン加算作業量の平均と標準偏差を算出し、チューキーの方法による平均値の多重比較<sup>9)</sup>を用いて、「無音」、「フルート演奏」、「吹奏楽演奏」、「騒音 (50dB)」、「騒音 (70dB)」の間で、平均値に有意差がないかどうか統計的に分析した。

## 3. 結果と考察

### (1) 精神反射電流 (PGR) 発現のメカニズム

精神反射電流 (PGR) は、過去においては、皮膚近くにある毛細血管の拡張や収縮によって起こるものと考えられたり、筋肉の運動によって現われるものと考えられたりしたが、今日では、身体の末梢部で精神反射電流を発現させるものは、主として皮膚に存在する汗腺の働きによるものと考えられるようになった。ヒトはひじょうに緊張したり、焦りを感じたりしたとき、思わず手に汗を握るということがあがるが、この手に汗を握るという現象は「精神的発汗」と呼ばれるものであり、これが精神反射電流

の発現と一致している。すなわち、緊張したり、焦りを感じたりという、いわゆる情動反応が起こったとき、ヒトの掌に電気的変化が起こり、それに伴って発汗現象が現われる。この掌に起こった電気的変化をとらえたものが精神反射電流である。

精神反射電流の測定方法は、手掌部や指先など汗腺の多く分布する皮膚の上に電極を2個取り付け、 $50\sim 100\mu\text{A}$ ほどの微弱な電流を流しておき、ヒトが緊張や焦りといった情動反応を示したとき、皮膚に存在する汗腺細胞が興奮して細胞膜に変化が起こり、皮膚の見かけ上の電気抵抗が減少するため、あらかじめ流しておいた電流値が増え、電流計の針が振れて反射が測定される。

精神反射電流を発現させる刺激を受けると、ヒトの視覚・聴覚・味覚・嗅覚・皮膚感覚をつかさどる感覚器官のすべてが精神反射電流の受容器となる。反射の発現を促進する神経機構は、情動に関わる神経機構と一致する点が多いが、情動といってもいろいろの種類があり、このすべてが精神反射電流と関係しているとは言えず、情動の中で交感神経を介して表出される情動、たとえば不安・緊張・焦り・恐怖・苦痛・悲しみ・嫌悪・憎しみ・不満・抑うつといった不快な情動と密接な関連をもっていることがわかっている。

#### (2) 各環境条件下での安静時の精神反射電流（PGR）の測定結果

精神作業時の精神反射電流（PGR）を測定する前に、5種類の音響的環境条件下で安静時のPGRを測定し、環境条件の違いによりPGR自発反射回数に違いがないかどうかを調べた。測定時間は、精神作業時間と同様に5分間とした。その結果、反射回数の平均と標準偏差は、「無音」が $10.5\pm 4.01$ 、「フルート演奏」が $11.3\pm 3.65$ 、「吹奏楽演奏」が $24.5\pm 4.76$ 、「騒音（50dB）」が $33.2\pm 6.38$ 、「騒音（70dB）」が $39.9\pm 6.25$ であり、PGR自発反射回数は、「騒音（70dB）」が最も多く、以下「騒音（50dB）」、「吹奏楽演奏」、「フルート演奏」と続き、「無音」が最も少なかった。チューキーの方法による平均値の多重比較の結果、「無音」－「吹奏楽演奏」、「無音」－「騒音（50dB）」、「無音」－「騒音（70dB）」、「フルート演奏」－「吹奏楽演奏」、「フルート演奏」－「騒音（50dB）」、「フルート演奏」－「騒音（70dB）」、「吹奏楽演奏」－「騒音（50dB）」、「吹奏楽演奏」－「騒音（70dB）」の間で統計的な有意差が認められた。

（50dB）」、「吹奏楽演奏」－「騒音（70dB）」の間で統計的な有意差が認められた。

このように、精神作業を行っていない安静時においても、音響的環境条件の違いがPGR自発反射の出現に影響を及ぼすことが明らかになったが、PGR自発反射は、「不安」、「緊張」、「イライラ」など不快な情動反応があった場合に出現しやすくなることから、「無音」や静かな曲調の「フルート演奏」では不快な情動反応は比較的起きにくく、にぎやかな曲調の「吹奏楽演奏」では反応が少し増え、さらにノイズ音を聴いた場合には不快な情動反応が頻繁に起こっているものと考えられた。したがって、心を落ち着けてリラックスした状態を保ちたい場合には、音のしない静寂な環境をつくったり、静かな曲調の音楽を聴けるような環境をつくるのが効果的だと思われた。

（表1および表2を参照）

#### (3) 各環境条件下での精神作業時の精神反射電流（PGR）の測定結果

安静時の精神反射電流（PGR）を測定した後、5種類の音響的環境条件下で精神作業時のPGRを測定し、環境条件の違いによりPGR自発反射回数に違いがないかどうかを調べた。測定時間は、安静時と同様に5分間とした。その結果、反射回数の平均と標準偏差は、「無音」が $30.4\pm 4.48$ 、「フルート演奏」が $35.5\pm 7.28$ 、「吹奏楽演奏」が $43.8\pm 6.05$ 、「騒音（50dB）」が $52.6\pm 4.76$ 、「騒音（70dB）」が $59.6\pm 3.72$ であり、PGR自発反射回数は、「騒音（70dB）」が最も多く、以下「騒音（50dB）」、「吹奏楽演奏」、「フルート演奏」と続き、「無音」が最も少なかった。チューキーの方法による平均値の多重比較の結果、「無音」－「吹奏楽演奏」、「無音」－「騒音（50dB）」、「無音」－「騒音（70dB）」、「フルート演奏」－「吹奏楽演奏」、「フルート演奏」－「騒音（50dB）」、「フルート演奏」－「騒音（70dB）」、「吹奏楽演奏」－「騒音（50dB）」、「吹奏楽演奏」－「騒音（70dB）」の間で統計的な有意差が認められた。

このように、安静時と同様に、音響的環境条件の違いがPGR自発反射の出現に影響を及ぼしていた。また、安静時と比較するといずれの環境条件においても、自発反射回数が大幅に増えていた。安静時に比べて精神作業時に自発反射回数が増える要

因として、安静時と違って数字を計算するという作業が「緊張」など情動反応を発現しやすくしていること、「騒音」や「音楽」など集中力を妨げるような音響の存在が不快な情動反応を引き起こしていること、鉛筆で計算結果を用紙に記入する動作が皮膚の電氣的な反応を起こしやすくしていることなどが考えられた。特に、「吹奏楽演奏」や「騒音」などは、PGR自発反射回数が増加することから、クレペリン加算作業のような正確性や集中力を必要とするような精神活動には適しておらず、静寂な環境を保つことが質の良い精神作業のために重要であると思われた。

(表3および表4を参照)

#### (4) 各環境条件下でのクレペリン加算作業量の集計結果

5種類の音響的環境条件下で精神作業として5分間のクレペリン加算作業を実施し、環境条件の違いにより加算作業量に違いがないかどうかを調べた。その結果、作業量の平均と標準偏差は、「無音」が $277.7 \pm 10.42$ 、「フルート演奏」が $265.6 \pm 9.37$ 、「吹奏楽演奏」が $259.9 \pm 5.73$ 、「騒音(50dB)」が $246.9 \pm 4.89$ 、「騒音(70dB)」が $238.5 \pm 7.54$ であり、加算作業量は、「無音」が最も多く、以下「フルート演奏」、「吹奏楽演奏」、「騒音(50dB)」と続き、「騒音(70dB)」が最も少なかった。チューキーの

方法による平均値の多重比較の結果、「無音」－「吹奏楽演奏」、「無音」－「騒音(50dB)」、「無音」－「騒音(70dB)」、「フルート演奏」－「騒音(50dB)」、「フルート演奏」－「騒音(70dB)」、「吹奏楽演奏」－「騒音(50dB)」、「吹奏楽演奏」－「騒音(70dB)」の間で統計的な有意差が認められた。

このように、PGR自発反射回数と同様に、音響的環境条件の違いがクレペリン加算作業量に影響を及ぼしていた。クレペリン加算作業ではすばやく正確に数字を計算しなければならないため、集中力が必要になってくる。集中力が保たれるような静寂な環境だと加算作業量が増え、音響刺激など集中を妨げるような要因が加わると作業量の減少が生じるものと思われる。また、音響刺激の種類によっても作業量の低下の度合いに違いがみられ、落ち着いた曲調の「フルート演奏」よりも、にぎやかな曲調の「吹奏楽演奏」のほうが作業量の減少が大きく、さらに「騒音」では音量が大きいほど作業量の減少が著しく、音響により集中を妨げられ、精神作業に悪影響を及ぼしていることがわかった。したがって、クレペリン加算作業のような正確性や集中力を必要とするような精神活動には、静寂な環境を保つことがきわめて重要であると思われた。

(表5および表6を参照)

表1. 各環境条件下での安静時PGR自発反射回数(5分間)

区 分	無 音	フルート	吹奏楽	騒音(50dB)	騒音(70dB)
平 均	10.5	11.3	24.5	33.2	39.9
標準偏差	4.01	3.65	4.76	6.38	6.25
標 本 数	15	15	15	15	15

表2. 安静時PGR自発反射回数の統計的有意差の有無

区 分	T 値
無音－フルート	0.412
無音－吹奏楽	7.205**
無音－騒音(50dB)	11.683**
無音－騒音(70dB)	15.131**
フルート－吹奏楽	6.794**
フルート－騒音(50dB)	11.271**
フルート－騒音(70dB)	14.720**
吹奏楽－騒音(50dB)	4.478*
吹奏楽－騒音(70dB)	7.926**
騒音(50dB)－騒音(70dB)	3.448

\*\*  $P < 0.01$     \*  $P < 0.05$

表 3. 各環境条件下での精神作業時PGR自発反射回数（5 分間）

区 分	無 音	フルート	吹奏楽	騒音(50dB)	騒音(70dB)
平 均	30.1	35.5	43.8	52.6	59.6
標準偏差	4.48	7.28	6.05	4.76	3.72
標 本 数	15	15	15	15	15

表 4. 精神作業時PGR自発反射回数の統計的有意差の有無

区 分	T 値
無音－フルート	2.647
無音－吹奏楽	6.716**
無音－騒音(50dB)	11.029**
無音－騒音(70dB)	14.461**
フルート－吹奏楽	4.069*
フルート－騒音(50dB)	8.382**
フルート－騒音(70dB)	11.814**
吹奏楽－騒音(50dB)	4.314*
吹奏楽－騒音(70dB)	7.745**
騒音(50dB)－騒音(70dB)	3.431

\*\* P&lt;0.01 \* P&lt;0.05

表 5. 各環境条件下でのクレペリン加算量（5 分間）

区 分	無 音	フルート	吹奏楽	騒音(50dB)	騒音(70dB)
平 均	277.7	265.6	259.9	246.9	238.5
標準偏差	10.42	9.37	5.73	4.89	7.54
標 本 数	15	15	15	15	15

表 6. クレペリン加算作業量の統計的有意差の有無

区 分	T 値
無音－フルート	4.060*
無音－吹奏楽	5.973**
無音－騒音(50dB)	10.336**
無音－騒音(70dB)	13.154**
フルート－吹奏楽	1.913
フルート－騒音(50dB)	6.275**
フルート－騒音(70dB)	9.094**
吹奏楽－騒音(50dB)	4.362*
吹奏楽－騒音(70dB)	7.181**
騒音(50dB)－騒音(70dB)	2.819

\*\* P&lt;0.01 \* P&lt;0.05

#### 4. まとめ

5 種類の音響環境条件下で、精神反射電流（PGR）の測定とクレペリン加算作業を実施し、結果の分析を通して、以下のことが明らかになった。

(1)安静時の精神反射電流（PGR）自発反射回数は、「騒音（70dB）」が最も多く、以下「騒音（50dB）」、「吹奏楽演奏」、「フルート演奏」と続

き、「無音」が最も少なかったが、自発反射は不快な情動反応により発現し易くなることから、「無音」や静かな曲調の「フルート演奏」では不快な情動反応は比較的起きにくく、にぎやかな曲調の「吹奏楽演奏」では反応が少し増え、さらにノイズ音を聴いた場合には不快な情動反応が頻繁に起こっているものと考えられた。

(2)精神作業時のPGR自発反射回数は、いずれ



の音響環境条件下においても、安静時に比べて大幅に増えていたが、その要因として、安静時と違って数字を計算するという作業が「緊張」など情動反応を発現しやすくしていること、鉛筆で計算結果を用紙に記入する動作が皮膚の電気的な反応を起こしやすくしていることなどが考えられた。

(3)精神作業時のPGR自発反射回数は、「騒音(70dB)」が最も多く、以下「騒音(50dB)」、「吹奏楽演奏」、「フルート演奏」と続き、「無音」が最も少なかったが、落ち着いた環境条件に比べて、特に「吹奏楽演奏」や「騒音」などは、計算に必要な集中力を阻害する要因となり、不快な情動反応を増大させているものと思われた。

(4)クレペリン加算作業量は、「無音」が最も多く、以下「フルート演奏」、「吹奏楽演奏」、「騒音(50dB)」と続き、「騒音(70dB)」が最も少なかったが、落ち着いた曲調の「フルート演奏」よりも、にぎやかな曲調の「吹奏楽演奏」のほうが作業量の減少が大きく、さらに「騒音」では音量が大きいほど作業量の減少が著しく、音響により集中を妨げられ、精神作業の質を低下させているものと思われた。

#### <注>

- 1) 文部科学省編：学校環境衛生管理マニュアル－学校環境衛生基準の理論と実践－，日本学校保健会出版部，1－214。(2010)
- 2) 澤田孝二：精神作業時の照明環境が心身に及ぼす影響，山梨学院短期大学研究紀要第3巻，83－91。(1982)
- 3) 澤田孝二、喜多村望：精神作業時の照明環境が生体に及ぼす影響に関する研究，学会報山陰体育第4号，1－4。(1980)
- 4) 澤田孝二：精神作業時の温熱条件が心身に及ぼす影響，山梨学院短期大学研究紀要第12巻，63－65。(1991)
- 5) 澤田優子、澤田孝二：音楽鑑賞のリラクセーション効果についての一考察，山梨学院短期大学研究紀要第36巻，115－120。(2016)
- 6) 田山 淳、田多 英興、菅原正和：快・不快聴覚刺激が末梢自律神経系の活動指標に及ぼす影響－ブレチスモグラム、瞬目反射、SPRによる分析を中心－，岩手大学教育学部附属教育実践研究指導セン

ター研究紀要第10号，1－13。(2000)

- 7) 河合淳子、松井琴世、小原依子、松本和雄：聴覚刺激による生体反応のポリグラフの研究－「生体音」を中心として－，臨床教育心理学研究第30巻第1号，53－64。(2004)
- 8) つちや書店編集部：内田クレペリン検査－完全理解マニュアル－，つちや書店，1－95。(2015)
- 9) 永田 靖、吉田道弘：統計的多重比較法の基礎，サイエンティスト社，147。(1997)

#### <参考文献>

- ・澤田孝二：温熱環境が皮膚電気反射(GSR)に及ぼす影響，山梨学院短期大学研究紀要第11巻，69－71。(1990)
- ・澤田孝二：皮膚電気反射(GSR)の週内変動に関する研究，山梨学院短期大学研究紀要第10巻，80－81。(1989)
- ・白井喜代子、山本尚武、奥田博之：皮膚電気活動発現機序に関する考察－皮膚電位と皮膚インピーダンス－，International Society of Life Information Science第21巻第1号，235－239。(2003)
- ・寺門正顕、山岡 淳：気分変動が生理心理学的指標に及ぼす影響，文京女子大学研究紀要第1巻第1号，77－83。(1999)
- ・堀 忠雄：睡眠時の皮膚電位反射，心理学研究第48巻第1号，33－41。(1977)
- ・猪下 光、尾方美智子、徳永亜由美、坂東美香、山田葉子、丸元和美：大学生の心理的傾向と皮膚電気反射(Galvanic Skin Response)－State Anxiety Inventory・Self-rating Depression Scaleとの関係－，岡山大学医療技術短期大学部研究紀要第4巻，99－103。(1993)
- ・沢田 昭：精神電流反応の言語的条件づけ，心理学研究第26巻，247－255。(1955)
- ・畑 敏道：嘘発見器電子キットによる皮膚電気活動の量的分析の試み，浜松医科大学研究紀要（一般教育）第22号，35－41。(2008)
- ・石原俊一、岩井真喜：ストレス事態に対する音楽と映像のリラクセーション効果，文教大学人間科学部「人間科学研究」第30号，105－113。(2008)
- ・坂口正雄：発汗の計測－精神性発汗から多量発汗まで－，スキノス東御研究所消費科学解説記事掲載論文，1－6。(2009)

- 吉備 登、北村 智、王 財源、中吉隆之、吉田宗平：各種負荷刺激による皮膚電気抵抗変化と自律神経機能の関連について，関西鍼灸大学研究紀要第2巻，130－131. (2005)
- 高山桂一、磯崎晃一、山本尚武、中村隆夫：皮膚電気活動のモデリングに関する研究，信学技報，85－90. (2000)
- 河野照隆：皮膚電位水準を用いた生体リズム研究－正常小児における皮膚電位水準の測定，東女医大誌第59巻第1号，40－45. (1989)
- 白藤義隆：情動の医学－現代病解明への道－，日本放送出版協会，1－221. (1977)
- 新美良純、白藤義隆：皮膚電気反射－基礎と応用－，医歯薬出版，1－336. (1969)
- 松田真谷子、厚味高広、伊藤康弘：如何なる種類の音楽を聴いたときに人は元気がでると感じるのか，日本音楽療法学会誌第1巻，87－94.(2001)
- 荒金英理子、川出富貴子：音を聴くこと、歌を歌うことによるリラクセーション作用－身体的および心理的变化－，川崎医療福祉学会誌第19巻，105－111. (2009)
- 徳田完二：心理的リラクセーション尺度（ERS）の利点と基準関連妥当性－大学生を対象とした調査から－，立命館人間科学研究第23巻，1－9. (2011)

