

音楽の覚醒調整効果に関する精神生理学的研究

岩城 達也

広島大学総合科学部人間行動研究講座

音楽のもつ覚醒調整効果を検討するために大学生20名に2つの楽曲を呈示した(Holst作曲 Mars・Venus)。各楽曲呈示前に課題を行う高覚醒群と安静状態を保つ低覚醒群を設け、課題中、安静中、および楽曲聴取中の脳波、皮膚温、感情を記録、測定した。また、呈示楽曲の音圧変動の計測も行った。音圧の変動は両楽曲で異なった変動パターンを示した。楽曲が喚起する感情においても、Marsで興奮的、Venusで鎮静的と異なっていた。これに対応して、皮膚温もMarsで低下、Venusで上昇した。同様の結果が脳波の変化からもわかったが、この他に楽曲の種類に関係なく、楽曲呈示により高覚醒群は覚醒水準が低下し、低覚醒群は上昇した。これらのことから音楽の覚醒調整効果が示唆され、調整された範囲内において2つの楽曲の効果が位置づけられた。

The psychophysiological study of arousal modulation effects of music

Tatsuya Iwaki

Department of Behavioral Sciences, Faculty of Integrated Arts and Sciences,
Hiroshima University

The present study was examined whether music modulated the arousal level. EEG and skin temperature were recorded on 20 students (mean=22.1 yrs) during session of baselin, prepatation of arousal(task or rest), and music(Mars or Venus). Ten subjects, who were assigned to the high arousal group, were preparatively increased their arousal level by the cognitive task before music session. Other ten subjects, who were assigned to low arousal group, were instructed to relax in the rest period before music session.

Listening to Mars was accompanied by stimulatory emotion, whereas listening to Venus was accompanied by calm emotion. Skin temperature fell in Mars, while it rose in Venus. EEG data showed that subjects' arousal levels were higher in Mars than that in Venus. In addition, regardless of music type, subjects in the high arousal group were de-aroused and subjects were aroused in the low arousal group during music session.

These results support a hypothesis that music effects on the arousal modulation.

はじめに

ヒトには、その個人のポジティブな感情状態の維持と認知活動に対して、覚醒水準を最適な水準に保つための平衡機能がある。この平衡機能を効果的に働かせる刺激が与えられると、生体には覚醒水準を一定範囲に納める変化が生じる^{1, 9)}。つまり、刺激入力前の覚醒水準が低ければ、刺激入力を受けて覚醒水準を上昇させ、刺激直前の覚醒水準が高すぎる場合には、逆に抑制的な作用により覚醒水準を低下させる。このように、ヒトのもつ平衡機能を効果的に働かせる刺激とはいかなるものであろうか。

Berlyneはヒトに入力される刺激には最適水準があると指摘した。例えば、「複雑さ」は、単純すぎると退屈などのネガティブな感情と覚醒水準の低下を導く。一方、複雑すぎても、ネガティブな感情と覚醒水準の上昇を導く¹⁾。適度な複雑さがポジティブな感情と適切な覚醒水準を導く。このような刺激がヒトの平衡機能を効果的に働かせることができる。この考え方を音楽刺激に当てはめると、音楽のゆらぎに関する研究から、多くの楽曲の音圧は中庸的な変動性を持ち、楽曲自体が一定範囲の変動幅の中にあることがわかっている。このことより、音楽自身が刺激の最適水準を考慮して作られていることが推測される。

今回の実験のモデルとして用いたMcFarland⁵⁾の研究では、あらかじめ高覚醒水準または低覚醒水準となるようにした被験者に2つの楽曲を呈示し、このときの皮膚温の変化を調べた。被験者は、呈示された2つの楽曲について、それぞれ興奮的、鎮静的な感情を喚起すると評価した。音楽刺激の呈示により低覚醒群では皮膚温の低下が、高覚醒群では上昇がみられた。皮膚温の低下は覚醒効果を、皮膚温の上昇は鎮静効果を表すと考えられているため、この研究は楽曲の覚醒調整効果を示唆したといえる。この他にも、覚醒水準を鋭敏に反映する脳波を指標として用いた研究もわずかながら報告されている。これらの研究は、音楽刺激の呈示が、 α 波-抑制などの覚醒反応ばかりでなく、 α 波-増強といった鎮静反応をもたらすことを示唆している^{4, 6, 7)}。

しかしながら、従来の研究は音楽刺激の覚醒水準に及ぼす影響を、覚醒か鎮静かのいずれか一方に注目したものであり、体系的に覚醒調整効果について直接扱った研究は知られていない。

そこで、本研究では、興奮的、鎮静的と評価された2つの楽曲を用いて、それぞれの楽曲が覚醒水準にもたらす作用が、上昇・低下といった単純な一方向性のものではなく、楽曲呈示前の覚醒水準に依存した双方向性のものであるか検討した。さらに、2つの楽曲のもたらす作用について、刺激特性、喚起する感情、生理的变化の観点から検討した。

方法

被験者：20名の大学生及び大学院生（男性12名、女性8名、平均年齢22.6歳）を対象とし、音楽聴取前に課題を行う高覚醒群（男性7名、女性3名、平均年齢22.2歳）と安静を保つ低覚醒群（男性5名、女性5名、平均年齢23.0歳）にそれぞれ10名ずつ割り当てた。

呈示楽曲と音圧測定：楽曲はGustav Holst作曲「Planets」から「Mars」、「Venus」（Georg Solti指揮、London Philharmonic Orchestra 演奏）を、それぞれ3分40秒抜粋して用い、CDプレーヤで再生呈示した。これらの楽曲は先行研究⁵⁾で使用された楽曲と同一である。「Mars」は戦争の神と題され、先行研究⁵⁾において興奮的と評価された楽曲であり、対照的に「Venus」は平和の神と題され、鎮静的と評価された楽曲である。また、各楽曲の音圧レベルは「Mars」で平均62.2dB(A)であり、「Venus」では平均61.1dB(A)であった。楽曲は市販のCDソフトをCDプレーヤ(DENON製DCD-1600)、オーディオアンプ(VICTOR製A-X5)を用いて再生呈示した。音圧の測定は、

CDプレーヤからの出力をA/D変換し、便宜的に次式により変換したものをを用いた。

Signal=(暗騒音: 40dB) × [log(I/I₀)], ここでIは音楽時のA/D変換値, I₀は無音時のA/D変換値を指している。

課題: 被験者は0~9までの数字を用いて、なるべく速く、ランダムに数字を言い続ける乱数生成課題³⁾を行った。課題は3回繰り返して行い、課題間には約10秒間の休憩を設けた。

実験手続き: Fig. 1に実験スケジュールを示す。

高覚醒群・低覚醒群ともにまず閉眼安静状態の生理的指標を1分間記録した(ベースライン)。次に、高覚醒群では乱数生成課題を行い、低覚醒群では安静状態を保った。課題遂行中及び安静中の感情についての質問紙に回答した後、楽曲(「Mars」か「Venus」のいずれか一方)を呈示した。楽曲呈示後、再び閉眼安静状態を1分間記録し、楽曲聴取中の感情状態について質問紙に回答した。10分間の休憩の後、以上の手続きを、呈示楽曲(「Mars」または「Venus」)を入れ代えて繰り返した。楽曲の呈示順序は被験者間でカウンターバランスをとった。

感情評価: 課題遂行中、休憩中、楽曲聴取中の感情と覚醒度について質問紙を用いて調べた。質問紙は先行研究³⁾で用いられた感情評価のための12の形容詞対に、明暗と覚醒度の2項目を加えた計14項目について7ポイント尺度で評価した。

生理指標の記録と分析: 脳波は12部位(Fp₁, Fp₂, F₇, F₈, F_z, C₃, C₄, T₅, T₆, P_z, O₁, O₂)を両耳朶を基準電極として導出した。スペクトルアナライザ(NEC三栄製シグナルプロセッサ7T18A)を用いて、約30s(5ms×1024point×6)毎のパワースペクトルを求めた。帯域設定は7.6~15.4Hzを4分割した。ただし、今回は、脳波を覚醒度の指標としたため、α波が多量に出現する後頭部のデータを用い、設定した帯域の中で顕著な変化を示したα帯域(9.6~11.4Hz)とβ帯域(13.6~15.4Hz)について報告する。皮膚温は左手第3指末節掌側から温度センサー(安立計器製AM-7000)を用いて5秒毎に記録した。

結果

1. 音圧の変化

Fig. 2は、呈示楽曲であるMarsとVenusの音圧の変動を示している。それぞれの図は0.5s毎に音圧をプロットしたものの上に、5点の移動平均を重ねた。Marsの音圧は、楽曲呈示から終了まで細かい変動が目立つ。一方、Venusでは細かな変動は小さいが、大きく緩やかに変化している。両楽曲が異なったタイプの変動パターンをもつことがわかる。

Experimental schedule

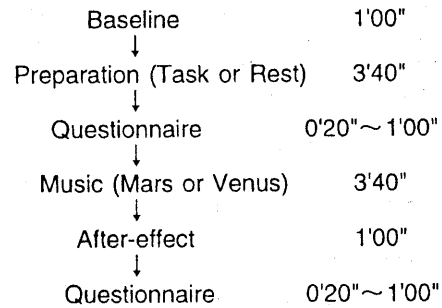


Fig.1 Experimental schedule

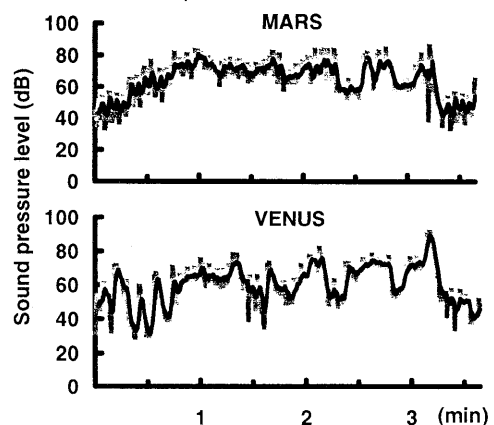


Fig.2 The changes of sound pressure level
Solid line: 5 point smoothed curve
Dot line : Raw data

2. 感情評価

楽曲聴取中における14の質問項目について因子分析をおこなった。因子は固有値1以上のものを抽出し、回転にはVarimaxを用いた。その結果、4つの因子が抽出された。それをTable 1に示した。抽出された因子は、それぞれ静穏(sedation)、明暗因子(brightness)、荘重因子(solemn)、官能因子(sensuality)と名付けた。

Table 1. Varimax rotated principal component of 14 mood scale

	FACTOR1	FACTOR2	FACTOR3	FACTOR4
Factor Sedation				
Acceptable - Rejection	0.903	0.067	0.016	-0.136
Calmness - Tension	0.828	0.178	0.211	0.254
Security - Anxiety	0.826	0.183	-0.113	0.034
Unpleasantness - Pleasantness	-0.818	-0.098	0.276	0.058
Tenderness - Anger	0.810	0.128	0.097	0.237
Hope - Despair	0.723	0.357	-0.235	-0.238
Meekness - Boldness	0.660	-0.060	0.325	0.609
Contentness - Frustration	0.593	0.326	-0.460	-0.177
Factor Brightness				
Gaiety - Gloom	0.414	0.892	-0.101	-0.139
Happiness - Sadness	-0.079	-0.765	0.082	0.026
Factor Solemn				
Silliness - Seriousness	0.065	-0.105	-0.743	0.040
Awe - Indifference	-0.245	-0.263	0.672	-0.209
Sleepiness - Wakefulness	0.121	-0.103	0.479	0.084
Factor Sensuality				
Sensuality - Low Sensuality	-0.039	-0.064	-0.073	0.498

Fig.3は、各因子毎にMarsとVenus聴取における感情評価の得点を示している。被験者群の得点分布に違いが認められなかったため、それぞれの群の得点を合算した。また、因子負荷が多因子に分散した項目や因子負荷量が低い項目は省き、12項目の得点を用いた。MarsとVenusの違いは、静穏因子で認められた。このことから、相対的にMarsは興奮的な感情を喚起し、反対にVenusは鎮静的な感情を喚起することがわかった。

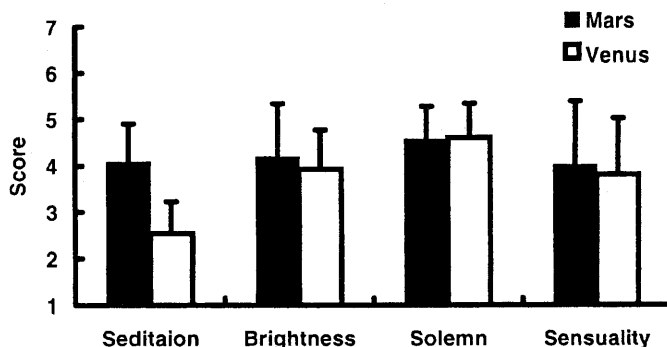


Fig.3 The differences of score for each factor between Mars and Venus

3. 皮膚温の変化

Fig.4に両群の各実験条件の皮膚温の平均値を示した。個人差が大きかったので、Z変換を施した。その後、高覚醒群は課題中と音楽聴取中の残差(楽曲聴取中の平均値-課題中の平均値)、低覚醒群は安静中と音楽聴取中の残差(楽曲聴取中の平均値-安静中の平均値)を求めた。これ

をFig.5に示した。群間に違いは認められなかったが、楽曲間に差が認められた。このことからMars聴取中は皮膚温が低下し、Venus聴取中は上昇することがわかった。それぞれの楽曲が自律神経系に対して相反的に作用することが示唆された。

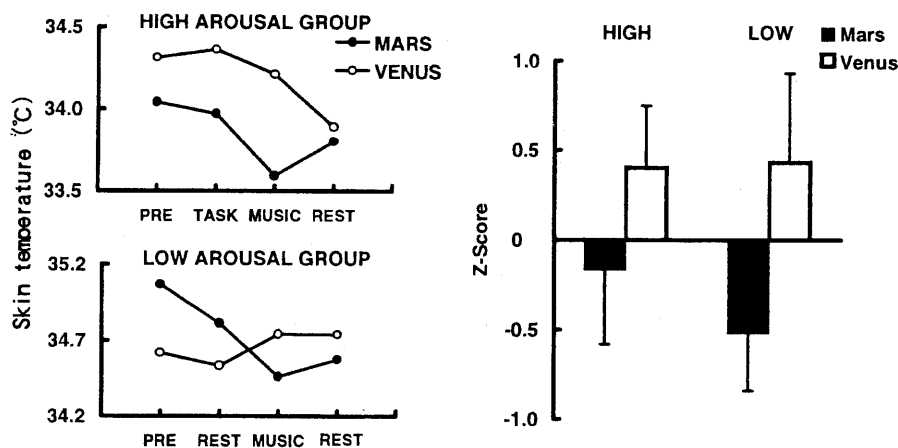


Fig.4 The changes of skin temperature Fig.5 Differences of z-transformed skin temperature between preparation of arousal (task or rest) and music condition (Mars or Venus)

4. 脳波活動

Fig.6はベースライン中の各帯域の振幅値を100%として、各群の実験条件における振幅値の変化率(%)を表している。左側の図は α 2帯域活動を示し、右側の図は β 帯域活動を示している。高覚醒群では、課題中に β 帯域の振幅が上昇し、楽曲聴取中には楽曲の種類に関わらず減少した。このことは、課題中に上昇した覚醒水準が音楽聴取により低下したことを表している。低覚醒群では、安静中に β 帯域の振幅値が低下し、音楽聴取により上昇した。この傾向は α 2帯域にも同様に見られ、特にMars聴取中の増加は顕著であった。このことは、安静中に低下した覚醒水準が音楽聴取により上昇したことを表し、特にMarsが強い覚醒効果をもつことを示唆している。

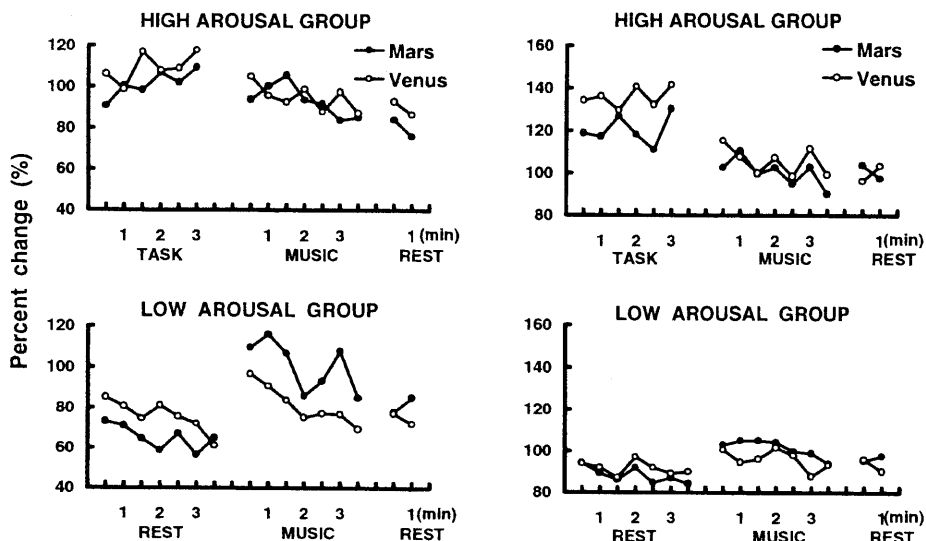


Fig.6 Percent change of EEG amplitude(O₂), Left: Alpha 2 band; Right: Beta band

考察

これまで、音楽の生体に及ぼす作用は、興奮的や鎮静的など、一方向的に考えられてきた。本研究では、脳波振幅値の変化から、呈示楽曲の喚起する感情に関わらず、呈示前の覚醒水準が高ければ低下し、低ければ上昇するという音楽呈示前の覚醒水準に依存して音楽が作用することを明らかにした。これは、楽曲が被験者の覚醒水準を一定範囲内に導くことを示唆し、今回呈示した2つの楽曲が覚醒調整効果をもつことを示している。

その一方で、楽曲の種類による違いもみられた。これは、低覚醒群において顕著であり、特にMarsは強い覚醒効果をもつことが認められた。このことは、2つの楽曲が喚起する感情が、それぞれ興奮的と鎮静的であったことに対応すると考えられた。感情状態と自律神経系の活動状態が関連することは報告されている^{2)・8)}。今回の実験において、皮膚温は、MarsとVenusの聴取で相反方向に変化し、各楽曲の喚起する感情の相違が自律神経系の活動状態と対応したことをよく表していた。Mars聴取による皮膚温の低下とVenus聴取による上昇は、先行研究の結果と一致した⁵⁾。これらのことは、呈示した2つの楽曲が、覚醒水準を一定範囲内に導く方向で作用しながら、それぞれに異なった生理的状态と感情状態を導いたことを表す。呈示楽曲の相違により生体反応に相違が生じる原因には、楽曲に含まれる情報の特徴が反映されていると考えられる。楽曲のもつ情報を包括的に表現する方法は、未だに確立されていないが、音圧の変動をみただけでも2つの楽曲が明らかに異なった変動パターンをもつことがわかる。同じように音楽とノイズを比較すれば、音楽はノイズがもつような極端な刺激特性をもたず、適度な刺激水準をもつことが予測される。本研究では、音楽の覚醒調整効果が示唆されたが、音楽がこのような効果をもつのも、適度な刺激水準を維持しているためと考えられる。

参考文献

- 1) Berlyne DE: Aesthetics and psychobiology. Appleton, New York, 1971.
- 2) DeJong MA, van Mourik KR, & Schellekens HM: A physiological approach to aesthetic preference, II music. *Psychother Psychosom* 22: 46-51, 1973.
- 3) 板垣文彦: 人間の生成するランダム系列の評価に関する研究—新しいランダム性判定の基準の作成—。日本大学心理学研究 8:1-9, 1987.
- 4) 岩城達也, 緒方茂樹, 林光緒, 堀忠雄: 音楽が覚醒水準に及ぼす影響。脳波と筋電図 23:10-16, 1995.
- 5) McFarland, RA: Relationship of skin temperature changes to the emotions accompanying music. *Biofeedback and Self-regulation* 10:255-267, 1985.
- 6) 緒方茂樹: 音楽のもつ音圧変動が脳波に及ぼす影響とその心理学的意義。脳波と筋電図 20: 337-346, 1992.
- 7) Petshe H, Lindner K, Rappelsberger P et al: The EEG: An adequate method to concretize brain process elicited by music. *Music Percept* 6:133-160, 1988.
- 8) Thayer JF, & Levenson RW: Effects of music on psychophysiological responses to a stressful films. *Psychomusicology* 3: 44-52, 1983.
- 9) Zuckerman M: Theoretical formulations : I. In J.P. Zubek(Ed.). *Sensory deprivation: Fifteen years of research*. Appleton-Century-Crofts, New York, Pp.407-432, 1969.