

モーツァルト効果—サリエリとの比較

川上 央* 三戸 勇氣**

*日本大学芸術学部音楽学科 **日本大学大学院芸術学研究科

概要: Rauscher(1993)のモーツァルト効果とはモーツァルトのピアノソナタの第一楽章を聴いた場合、空間課題の得点が上がったというものであるが、この研究ではモーツァルトとサリエリの作品での効果の違いを、3分間の計算課題を行った前後の心拍、血圧、血流量、発汗、脳波を指標に検討した。その結果、モーツァルトとサリエリの作品において、顕著な生理反応の違いは見られなかったが、脳波パワースペクトルの $\beta 1$ 帯域において、楽曲による有意差が見られた。このことより、モーツァルト効果は脳波の一部の周波数に影響を及ぼすのではないかと考えた。

The “Mozart Effect” Research— Comparison with the work of A.Salieri.

Hiroshi KAWAKAMI* Yuki MITO**

*Dept. of Music, College of Art, Nihon University

**Graduate school of Art, Nihon University

Abstract: The Mozart effect by Rauscher(1993) is an increase in spatial reasoning scores detected immediately after listening to the first movement of a Mozart piano sonata. The purpose of the current study was to assess the effect of listening to Mozart and Salieri on the immediate performance of a 3-min. mathematical test as measured by Heart Rate, Blood Pressure, Local Blood Flow, Perspiration Volume, Electroencephalogram. As results, there were not significantly different between Mozart and Salieri on physiological response except Beta-1 band power of Electroencephalogram. We conclude that the Mozart effect affects only a part of Electroencephalogram.

1. はじめに

1993年に発表されたRauscherらの研究[1]では、モーツァルトの楽曲を聴かせながら、空間把握に関する知能検査を行った場合、聴いた場合に高得点を得るという結果が得られ、モーツァルトの音楽が知能を高めるという社会的反響を得た。このことが、モーツァルトの音楽には、一種不思議な効果があるという

認識を生み、トマティスメソッドやドン・キャンベルの著書[2]などによって様々に応用されているようである。

その後、このモーツァルト効果を支持する研究[3][4][5]も発表されているが、この実験に対して実証性がないという反論[6][7][8][9][10]や、この効果を応用した研究[11]も数多く発表されている。反論の多く

は、モーツァルトの作品のみに効果があるわけではなく、音楽聴取における効果であるということであるが、Bodner らの fMRI を使った研究[12]では、ベートーベンの作品との比較において、脳血流にモーツァルト効果があるとも発表されている。他の作曲家の作品の比較においては、クラシック音楽では、これまでアルビノーニ、ハイドン、バッハ、シューベルト、ワーグナー、ベートーベン、ショパン、リストとさまざまな音楽との比較実験が行われているが、今回は、様式、形式の近い、同時代の作曲家サリエリとの比較において、モーツァルト効果を生理学的に検討することにした。

2. 目的

今回はモーツァルト効果がモーツァルトの作品独自のものであるかを調べるため、様式、形式の類似した作品によって、比較を行った。モーツァルト (Wolfgang Amadeus Mozart: 1756~91) は古典派を代表する作曲家であるが、その同時代の作曲家として、サリエリ (Antonio Salieri: 1750-1825) が活躍したときでもあった。サリエリの存在は、映画『アマデウス』で、モーツァルトの宿敵、暗殺者(学術的証拠はない)として一躍有名になったが、彼もまたウィーンの音楽文化に大きな功績を残した一人である。今回はこの二人の作曲家のほぼ同時代の交響曲を利用し、モーツァルト効果はモーツァルト独自のものであるかを、ストレス課題を実施前後の心拍数(Hart Rate)、血圧 (Blood Pressure)、血流量(Local Blood Flow)、発汗量 (Perspiration Volume)、脳波(Electroencephalogram)を指標に検討した。

3. 方法

被験者: 音楽経験があり、健康状態のよい被験者 10 名(男 8 名, 女 2 名)で、平均年齢は 22.3 歳(SD=2.49)であった。被験者全員が右利きであった。

使用楽曲: 今回はほぼ同時代の交響曲による効果を調べるため、調性、テンポの近い楽曲を選択した。モーツァルトは 1778 年に作曲された「交響曲第 31 番」1 楽章 K297(300a)アレグロ・アッサイ 4/4 拍子(指揮:サー・ネヴィル・マリナー, 演奏:アカデミー・オブ・セント・マーティン・イン・ザ・フィールズ)を使用し、サリエリは 1775 年に作曲された交響曲“Il giorno onomastico” アレグロ, クワジ・プレスト 4/4 拍子(指揮:ヴィクトール・ルーカス, 演奏:ルーカス・コンソート)を用いた。ともに二長調, 4/4 拍子, テンポは速めのアレグロとほぼ共通した楽曲である。これらの楽曲をスピーカから再生し, 3 分間でフェードアウトするようにした。再生時の音量は聴取場所においてほぼ 70dB(A)になるように調節した。

ストレス課題: 内田・クレッペリンの標準型検査用紙を参考に、一桁の足し算を 3 分間行った。課題はコンピュータ上に出てくる問題をテンキーによって解答させたものであり、できるだけ速く正確に解答するように被験者に教示した。

生理反応: ストレス課題の前後 3 分間で、生理反応を測定した。被験者はシールドされた椅子に座り、測定中は閉眼状態で安静にさせた。血圧、心拍数は右上腕部で、血圧計(OMRON HEM709)によって測定した。

末梢の皮膚交感神経活動(Skin Sympathetic Nerve Activity: SSNA)を計測するため、皮膚血流量を左 2 指腹部で、レーザードップラー血流計(ADVANCE

ALF21RD)を用いて測定し、発汗量を同じく左 2 指腹部で発汗計(KENZ PERSPIRO201)を用いて測定し、AD 変換(BIOPAC MP100)を行い、ハードディスクへ記録した。

また課題遂行時の脳活動への影響を調べるため、脳波計(NEC Synafit1000)を用いた。脳波は国際 10/20 法に基づき、両耳朶電極による単極導出法で、12 部位(Fp1,Fp2,F7,F8,C3,C4,T5,T6,O1,O2,Fz,Pz)から導出し、サンプリング周波数 256Hz でハードディスクに格納した。その際、0.5-60Hz のバンドパスフィルターをかけ、脳波以外のアーティファクトをできるだけ除去した。

手続き:1 人の被験者に対し、ストレス課題を音楽のない状態(non)、モーツァルトを BGM に聴かせた状態(mozart)、サリエリを聴かせた状態(salieri)の 3 回行った。それぞれ、3 分間の pre 状態の後、3 分間のストレス課題を行い、そのまま 3 分間の post 状態を 1 つのシークエンスにし、それぞれの課題の間には十分リラックスしてもらった。被験者ごとに、試行の順番もランダムに行った。それぞれの生理反応の記録は pre と post のそれぞれ 3 分間で行った。

分析:それぞれの測定値の前後比(post/pre)を割合として比較した。血圧は最高値-最低値(mmHg)、心拍は一分間の心拍数(b/m)、血流(ml/min/100g)および発汗(mg/cm²/min)は、測定時間での平均値で計算した。脳波はサンプリングされた波形を、128point、ハミング窓により、FFT をかけ、周波数帯域を 4 区間にかけて帯域ごとのパワースペクトル平均(μV^2)を算出した。帯域は、 $\alpha 1(8.0-10.0\text{Hz})$ 、 $\alpha 2(10.0-13.0\text{Hz})$ 、 $\beta 1(13.0-20.0\text{Hz})$ 、 $\beta 2(20.0-30.0\text{Hz})$ の 4 帯域で比較した。

すべてのデータは、3 課題(non, mozart, salieri)での前後差による分散分析を行って効果を測定し、LSD による多重比較を行った。有意水準は 5%で計算した。

4. 結果

はじめに計算課題の正解数の平均値を算出したところ(Fig.1)、課題による効果が見られ($F_{(2,27)}=10.27$, $p<0.05$)、音楽聴取による有意な差が見られた($p<0.05$)が、楽曲による差は見られなかった。この理由としては、両方の楽曲のテンポがアレグロであったため、課題遂行のテンポが上がったと考えられる。

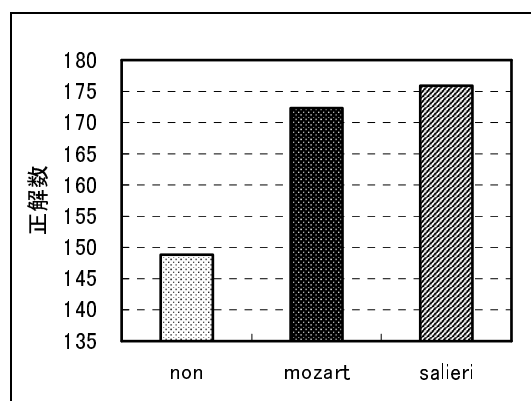


Fig.1 各課題における正解数

末梢の皮膚交感神経活動の結果(Fig.2)を見ると、課題遂行によるストレス効果で、血流量の全体平均は減少した。血流量は末梢皮膚血管を支配している交換神経であり、血流量の低下はストレスによる血管収縮によるもの[13]と考えられる。発汗に関して課題による効果が見られ($F_{(2,27)}=20.35$, $p<0.05$)、サリエリを聴いた場合にのみ減少し、他の課題時には増加した($p<0.05$)。SSNA の役割として、精神緊張時に発汗、皮膚血管収縮があるといわれているが[14]、サリエリ

以外は、ストレス課題による、精神緊張が生じたと考えられる。

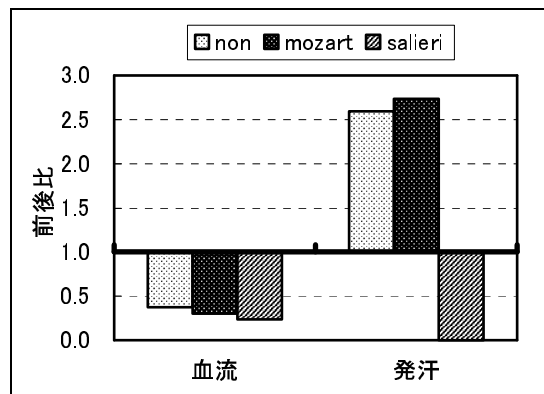


Fig.2 末梢皮膚血流量と発汗量の前後比

血圧および心拍数の全被験者の平均値を算出したところ(Fig.3), 血圧は上昇し, 心拍数はモーツァルト聴取時のみ上昇し, 他は減少した. 末梢皮膚の血管収縮によって, 血圧は増加したのではないだろうか. 音楽聴取におけるリラックス効果として, 血圧, 心拍数が減少することがわかっているが[14], 今回は, ストレス効果のほうが大きかったと考えられる。

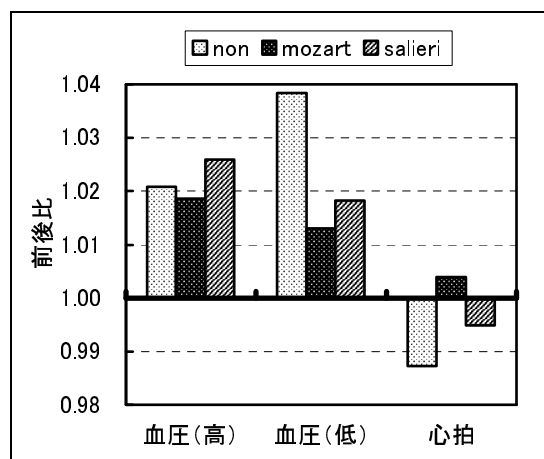


Fig.3 血圧と心拍数の前後比

最後に脳波に関して, 各周波数帯域の 12 部位全体のパワースペクトル平均の前後比を算出した(Fig.4).

その結果, ストレス課題により, 各帯域すべてのパワが増加していることが分かる. ストレス課題によって, 大脳活動が活発になり, 全体的にパワが増加したのではないだろうか. この中で, 課題による顕著な差があるのは, $\alpha 1$ と $\beta 1$ 帯域であり, 両帯域において, モーツァルトが一番低いことが分かる. 特に, $\beta 1$ における結果は, 課題による効果が見られ($F_{(2,27)}=11.27, p<0.05$), モーツァルトでは有意な差が見られた($p<0.05$). このことより, モーツァルトの楽曲がストレス課題を緩和させたとも考えられる。

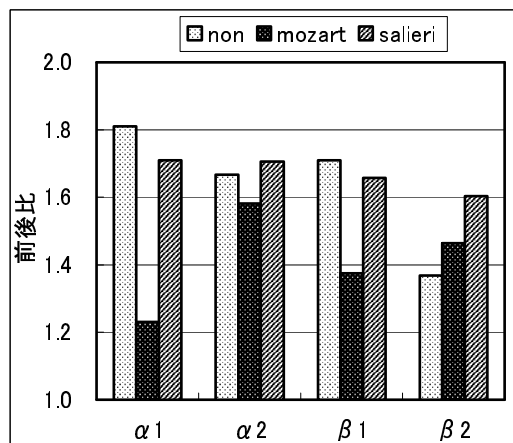


Fig.4 帯域別脳波パワースペクトル

5. 考察

今回の実験においては, 正解数における音楽効果, 発汗におけるサリエリ効果, モーツァルト聴取時の心拍数の増加, 脳波パワースペクトルにおける $\alpha 1$, $\beta 1$ 帯域でのモーツァルト効果が見られたが, これらの結果を踏まえた場合, 顕著なモーツァルト効果は見出せなかった. 実験後の被験者への感想の多くは, 音楽を聴取することによって, 課題に集中できない, また作曲家の区別もできなかったという返答であった. このことより, 正解数の増加は, 音楽のテンポ

による影響が大きいと考えられる。

血圧、心拍数、発汗においては、課題遂行時の精神的ストレスによる血管収縮の影響が全般的に見られたが、このことより、モーツァルトの作品の影響が副交感神経に及ぼされるとは言いがたい。

脳波の結果では、特に $\beta 1$ 帯域にモーツァルトの影響が見られたが、この理由として、一般的にモーツァルト効果として言われている高周波の影響もあると考えられる。2つの楽曲全体をスペクトル分析したところ(Fig.5)、モーツァルトの楽曲のほうに高周波パワがあることがわかる。過去の脳波の研究例[15]では、楽曲の高周波成分は覚醒レベルの上昇をもたらすことがわかっているが、ストレス課題時には、覚醒を弱める効果があるのではないだろうか。



Fig.5 2 楽曲のスペクトル分析

6. 終わりに

今回の実験ではこれまで主張されているモーツァルト効果は生理的反応すべてに支持できるものではないことがわかった。しかし、脳波への影響を考えると、BodnerらのfMRIを使った研究[12]にもあるように、モーツァルトの音楽が脳機能へのなんらかの

効果があることを示唆している。クラシック音楽には様々な名曲があり、常に人々の心に感動をもたらしているが、旋律、和性、リズムがそれほど複雑ではない調性音楽である古典派の音楽は、人々にとってなじみやすく、そのような点から現在の音楽療法への活用などが行われているのではないだろうか。いずれにせよ、モーツァルト効果の学術的な実証のためには、様々なジャンルの曲において、楽曲分析や生理心理反応を調べる必要があると考える。

引用文献

- [1] F. H. Rauscher, G. L. Shaw and K. N. Ky: Music and spatial task performance. *Nature.*, **365**, 61(1993).
- [2] D. Campbell, 佐伯雄一訳: モーツァルトで癒す (日本文芸社, 東京, 1999).
- [3] J. R. Hughes and J. J. Fino: The Mozart effect: distinctive aspects of the music—a clue to brain coding? *Clin Electroencephalogr.*, **31**, 94-103(2000).
- [4] J. R. Hughes: The Mozart Effect. *Epilepsy Behav.*, **2**, 396-417(2001).
- [5] J. R. Hughes: The Mozart Effect: Additional Data. *Epilepsy Behav.*, **3**, 182-184(2002).
- [6] J. Newman, J. H. Rosenbach, K. L. Burns, B. C. Latimer, H. R. Matocha and E. R. Vogt: An experimental test of "the mozart effect": does listening to his music improve spatial ability? *Percept Mot Skills.*, **81**, 1379-1387(1995).
- [7] K. M. Steele, J. D. Brown and J. A. Stoecker: Failure to confirm the Rauscher and Shaw description of recovery of the Mozart effect. *Percept Mot Skills.*,

88, 843-848(1999).

の影響. 生理心理学と精神生理学, **17**, 96(1999).

[8] D. J. Bridgett and J. Cuevas: Effects of listening to Mozart and Bach on the performance of a mathematical test. *Percept Mot Skills*, **90**, 1171-1175(2000).

[9] K. M. Steele: Arousal and mood factors in the "Mozart effect". *Percept Mot Skills*, **91**, 188-190(2000).

[10] K. M. Nantais and E. G. Schellenberg: The Mozart effect: An artifact of preference. *Psychol Sci*, **10**, 370-373(1999).

[11] W. F. Thompson, E. G. Schellenberg and G. Husain: Arousal, mood, and the Mozart effect. *Psychol Sci*, **12**, 248-251(2001).

[12] M. Bodner, L. T. Muftuler, O. Nalcioglu and G. L. Shaw: fMRI study relevant to the Mozart effect: brain areas involved in spatial-temporal reasoning. *Neurol Res*, **23**, 683-690(2001).

[13] 廣田昭久, 高澤則美: 精神生理学的虚偽検出における末梢皮膚血流量. 生理心理学と精神生理学, **20**, 49-59(2002).

[14] K. E. Hagbarth, R. G. Hallin, A. Hongell, H. E. Torebjork and B. G. Wallin: General characteristics of sympathetic activity in human skin nerves. *Acta Physiol Scand*, **84**, 164-176(1972).

[15] D. Smolen, R. Topp and L. Singer: The effect of self-selected music during colonoscopy on anxiety, heart rate, and blood pressure. *Appl Nurs Res*, **15**, 126-136(2002).

[16] 駒澤大介, 熊谷享子, 寺田信一, 川上央, 大蔵康義: インド音楽高周波成分の脳波 α 帯域パワへ