

# 音楽演奏および聴取の神経生理学的検証

研究年度・期間：平成 22 年度

研究ディレクター：野田 燎  
(教養課程 教授)

共同研究者：河野 正孝  
(演奏学科 教授)

山本 恭平  
(演奏学科 教授)

奥原 光  
(演奏学科 教授)

学外共同研究者：後藤 幸生  
(愛知医科大学医学部  
麻酔科 客員教授)

守谷 俊  
(日本大学医学部板橋病院  
救命救急センター 講師)

研究補助者：丹正 勝久  
(日本大学医学部板橋病院  
救命救急センター 教授)

前田 行雄  
(石切生喜病院脳神経外科  
院長)

松月みどり  
(北野病院看護部  
看護部長)

大植 京子  
(相愛大学音楽学部  
非常勤講師)

望月 恵里  
(聖母女子短期大学福祉  
学科 非常勤講師)

本研究ではヒトが音楽を聴く時、演奏する時、脳とところにどのような生理反応が生じるのか。音楽がヒトのこころと身体に如何に作用するのかについて、音楽による癒しと治療効果について検証テーマ別に基礎的・科学的検証を行う。その際、安全で簡単な検査方法が望ましい。そこで以下の検査方法により実施した。

- I 脳波および心拍変動による自律神経機能の検査。対象：研究リーダーと共同研究者の合計 4 名が被験者
- II 音楽聴取者のこころよさやすらぎや不安度を知る。アンケート方式による STAI 検査。対象：一般及び患者さん。
- III 唾液アミラーゼ測定によるストレス反応検査。一般及び意識障害患者さんと音楽専攻学生、専門の音楽演奏家
- IV 音楽運動療法施行前後の髄液中ホルモン・神経伝達物質成分検査である。対象は意識障害患者の髄液採取を倫理委員会の許可を得て採取した検体検査を実施した。

検証テーマ I：演奏者の脳波と自律神経面からの検証

Case 1 R.N. 先生 サックス演奏中の思い。

一曲目の演奏はただ正確にかつ、様式感あるメヌエットを演奏するように心がけていた。

二曲目は正確なリズムとテンポをキープして演奏しようと意識していた。

三曲目に入る前の安静時は次の即興演奏の音階やスタイルをどのようにしようかと考えていた。三曲目の日本音階による旋律を演奏している時はただ音楽的に吹いて盛り上げようかを考えて吹いていた。

四曲目はスタンダードナンバーの曲なのでサックスらしいジャズ的な演奏様式にしようと思っていた。

〈脳波からの初見〉

- ① 全体的に  $\alpha$ 、 $\beta$  波ともに、左脳の方が右脳より強く働いている。

② その左脳の $\beta$ 活動は「野田 即興曲> Bach メヌエット> Bach ジーク> Jazz」の順で演奏の都度高まった。これに対し右脳の $\beta$ 波活動は「即興曲」のみ大きく増幅したが、他の曲ではあまり動いていない。

③  $\alpha$ 波はいずれの演奏中（最初の3曲）も高まっているが、ベータ波の割合が増えた分、 $\alpha$ 波は減少するが変動幅は少ない。

〈自律神経面からの初見〉

① Bach メヌエットは最初の演奏なので、当然ながら緊張気味で、交感神経機能が大いに高まっている。しかし途中とはいえ「即興曲」では演奏開始から非常に大きく高まり、終了近くの40—50秒でこの緊張はほぐれている。

② これに対し最後のJAZZ曲では全く緊張せず平静に演奏していた。

〈総合初見〉

演奏中は当然の事ながら“からだ”の面の方が“こころ”の面より上回って経過しており、休憩に入ると、演奏後の余韻があつてか、情動面が逆に上回って来ている。各曲毎に詳しく見ると、当然ながら、からだの反射反応が最初一応に上昇し、気持ちを抑制しているが、演奏を続けているうちに反射反応は鎮まる方向に向かい、その分、気持ちの高まりに繋がって行く。また数値からいえば当然の事ながら、気分は高揚気味である。

Case 2 M.K.先生 オーボエ演奏時の思い

一曲目 アヴェマリア バッハ=グノー （ピアノ伴奏あり）

レコーディングの様な感じで意識して吹かねばならなかった。緊張した。

二曲目 シューマン 3つのロマンスから1番 （ピアノ伴奏あり）

ピアノの演奏テンポが気になった。フォルテピアノの音量が気になった。

三曲目 エピタフ ルートスロフキー （ピアノ伴奏あり）

正確に吹かねばならないという思いであった。ピアノと合っていないという思いによるストレスがあった。

四曲目 お母さんが教えてくれた歌 ドボルザーク （ピアノ伴奏あり）

リピートするのを忘れたピアニストに“リピートせんかい”と発声する。

五曲目 ファンタジー テレマン （オーボエ独奏）

やっと最後の曲になったという思い。安心感。

〈脳波と自律神経面からの初見〉

全景か全体を見て、各成分の動きに左右差なく、左右とも変動の仕方がほぼ同じであるのが特徴。しかし、安静時に比べ何れの演奏時も緊張し、交感神経が高ぶる。1・3・4曲目で大いに高ぶり、2・5曲目は比較的平静になる。3曲目の現代音楽アンサンブルに入ると演奏の困難さからか交感神経が異常な高まりを見せている。それぞれの曲の終わりは1分休憩がありいずれもホッとされ、緊張からの開放された情動気分がでている。

Case 3 K.Y.先生 フルート演奏時の思い （全て独奏）

一曲目 パルティータ1番 バッハ

部屋の響が悪く、音色を整えて吹かねばならなかった。ドキドキ緊張した。

二曲目 パルティータ2番 バッハ

楽器を響かせて演奏しなければという思いで演奏した。

三曲目 冬の旅 シューベルト

譜面を何時めくろうかと考えながら演奏した。

四曲目 セレナーデ ブルーガ

ストレス無しに気楽に吹けた。感情移入しやすかった。

〈脳波による初見〉

今回の解析結果をみると、左脳波は全経過中の変動は少なく強いて微妙な変動を読み取るならば4曲目で微妙に脳の働き方が違っている。左に対し右 $\beta$ 波が曲目によって動きが大きく違っている。しかし $\alpha$ 波は全経過を通じて低めで変動が少ない。

〈自律神経面からの初見〉

一方、交感神経機能の変動を見ても分かるように、やはり最初は緊張度が高く、交感神経の指標目盛のスケール・オーバーがしばしば見られた。この時の脈拍も1曲目にはだんだん高まって行き、終了後も続き、2曲目後半にやっと落ち着いてこられた。2つのバランス指数の動きをみると、如実に証明されている。つまり最初の1曲目はその終了後、ホットされてか40秒程度気分が良くなり、第2曲にその気分が前半持続できている。1曲、2曲と演奏することで、演奏中はむしろリラックス、特に2曲目はうっとり気味で演奏されているが、3曲目、4曲目では再び緊張気味で、交感神経機能も高まる。どちらかというに興奮気味で、曲に対するResponseの高まりも出ている。また、曲による違いなのか？ 1曲目を除き2・3・4曲ともにその終了後に演奏の余韻があるのか、前安静時より演奏後の休憩に入って満足感を感じておられた。

Case 4 H.O.先生 マリンバ演奏聴取時の思い(レッスン)

一曲目 ランド 村松作曲 学生A

演奏ミスが多い。いつもと違う演奏しているな。音楽になっていない！と思っている状態。

二曲目 ランド 村松作曲 学生B

発声あり“強くしろ”。音楽にしろ！

三曲目 コンチェルト クレストン

音量が小さい強く弾け。楽器を叩け。トレモロを奇麗に！リズム感が無い。

四曲目 コンチェルト ロサウロ (ピアノ伴奏あり)

自己アピールしろ！音量を出せ！ピアノと合わせろ！スピードを出せ！

以上、被験者の演奏時の聴き取り調査。

4曲を自分で演奏せず、学生に指導するセッションを計測した。その為、脳波上の変化や左右の脳の変化は見られなかった。特に $\alpha$ 波のゆらぎは無く指導の発言の厳しさがある時に $\beta$

派の変動が見られた。

自律神経機能も学生の演奏間違いを注意した時は異常な交感神経の高まりがあった。全体的に注意しているとき以外は平成に聴いているが注意発言があるたびに緊張しているのが解る。

全体総合初見結果

- ① 解析結果をみると、演奏者や曲目により、脳波は異なる。全体的に  $\alpha$ 、 $\beta$  波ともに、左脳の方が右脳より強く働いている。 $\alpha$  波はいずれの演奏中も高まっているが、ベータ波の割合が増えると  $\alpha$  波は減少する。演奏最初は緊張度が高く、交感神経の高まりが見られる。しかし、演奏中は当然の事ながら“からだ”の面の方が“こころ”の面より上回り、休憩中や演奏後は情動面が上回る。演奏の継続は反射反応が鎮まり、気分は高揚する。演奏困難な曲は交感神経が高ぶり、反対に曲の終わりは緊張から開放されホッとする。
- ② 学生に指導するセッションでは  $\alpha$  波のゆらぎは無く指導の発言の厳しさがある時に  $\beta$  派の変動が見られる。演奏間違いを指摘した時は異常な交感神経の高まりがある。

検証テーマ II：音楽聴取者のこちよさとやすらぎや不安度を知るアンケート方式による STAI 検査。

場所：大阪市内の総合病院（北野病院）および京都府内の通所リハビリテーションセンター（山下医院）

対象者：入院患者およびその家族およびリハビリテーション患者

方法：1 全く感じていない 2 いくらか感じている 3 かなり感じている 4 はっきり感じている

この4区分した心理変化を演奏聴取前後に○◎印で記入させ、それを比較した。

設問：

- |                             |               |               |
|-----------------------------|---------------|---------------|
| 1. おだやかな気分である               | 2. 安心している     | 3. 緊張している     |
| 4. くよくよしている                 | 5. 気楽な気分である   | 6. まごついている    |
| 7. 何かよくないことが起こりそうな気がして心配である | 8. やすらいでいる    |               |
| 9. 何か不安である                  | 10. 快適である     | 11. 自身がある     |
| 12. ぴりぴりしている                | 13. いらいらしている  | 14. 興奮している    |
| 15. リラックスしている               | 16. 満ち足りている   | 17. 思いわずらっている |
| 18. 興奮しすぎて気持ちが落ちつかない        | 19. 何かうれしい気分だ |               |
| 20. ゆかいである                  |               |               |

結果：設問の中で、北野病院、山下医院ともに音楽演奏前後の有意差  $P < 0.001$  の心理的变化が確認された設問は 1. 2. 5. 8. 10. 11. 15. 16. 19. 20. であった。その結果、大半の患者さんは心地よく楽しい状態を感じてリラックスしており、ストレス軽減と闘病意欲を高める作用があることが解る。

結論：病院における音楽鑑賞は患者さんにとってもよい効果がある

検証テーマ Ⅲ：音楽演奏における唾液アミラーゼ測定によるストレス反応検査。一般及び意識障害患者さんおよび音楽専攻学生、専門の音楽演奏家

結果

- ① 演奏技術に不安のある演奏者の場合演奏前より演奏後のストレスが強い。
- ② 十分に練習された、もしくは優秀な演奏家は演奏後のストレスがない。
- ③ 演奏を聴く聴衆は演奏後ストレスが減少する。(アンケートと同じ結果。)
- ④ 意識障害患者も一般人も音楽の聴取後ストレスが緩和される。
- ⑤ 楽器別では演奏後ストレス数値が増したのは金管楽器アンサンブルが一番高く、次に弦楽四重奏であった。これは演奏の難しさと高度な演奏能力が要求される為と思われる。
- ⑥ それに対してピアノ演奏は演奏後ストレス数値が減少する。
- ⑦ 打楽器アンサンブルは演奏後のストレスがあまり無い傾向があり、読書や作曲等知的作業を行わせた場合ストレス数値が上がる事からも身体運動を伴って演奏するとストレスが無くなる傾向が見られる。
- ⑧ サックスアンサンブルも何回も本番を実施した曲目の演奏後はストレス数値が下がる。
- ⑨ 授業中でのサックスアンサンブルでは演奏後のストレス数値があがっていた。

結論：

- 1.一般人の音楽聴取はストレス解消になり、打楽器演奏やダンス等身体運動を伴った音楽享受や演奏参加はよりストレスを解消するのに有効。
- 2.専門家志望の音楽学生は十分な演奏練習を行っての演奏発表がストレスを生まない。
- 3.意識障害患者にとってトランポリンによる他動的上下運動と音楽聴取はストレスを緩和する。

唾液アミラーゼデータデータの統計学的解析  
各報告別演奏前後の値の平均と前後差の平均

| 対象者               | ピアノ演奏 | 意識障害  | 学生<br>(体操)    | 学生<br>(知的作業) | サックス授業 | 一般聴衆  | 打楽器 1 |
|-------------------|-------|-------|---------------|--------------|--------|-------|-------|
| 前平均               | 56.5  | 190.6 | 84            | 16.5         | 46.8   | 102.3 | 47.3  |
| 後平均               | 26.5  | 74.6  | 62            | 103.5        | 48     | 80.9  | 49.3  |
| 差平均               | 30    | 116   | 22            | +87          | +1.2   | 21.4  | +2.0  |
| 前後有意差 p 値<br>片側検定 | 0.139 | 0.073 | 独りのため<br>検定せず | 0.177        | 0.475  | 0.006 | 0.387 |
|                   |       |       |               |              |        | **    |       |

| 金管    | サククス 1 | 弦楽    | カプチーノ | 琵琶サククス<br>1 | 琵琶サククス<br>2 | サククス 2 | 打楽器 2 |
|-------|--------|-------|-------|-------------|-------------|--------|-------|
| 54.8  | 44.6   | 14.3  | 61.6  | 79.5        | 98          | 58.3   | 49    |
| 78.6  | 39.8   | 26.8  | 58.3  | 55          | 74          | 51.2   | 35.3  |
| +23.8 | 4.8    | +12.5 | 3.4   | 24.5        | 24          | 7.1    | 13.7  |
| 0.044 | 0.340  | 0.031 | 0.374 | 0.294       | 0.148       | 0.240  | 0.180 |
| *     |        | *     |       |             |             |        |       |

\*

\*\* 有位差あり

## 結果

- ① 意識障害者と一般人の前の値の比較では、 $p = 0.101$  で有意差は無かった。
- ② 一般人と演奏家の前の値比較では、 $p = 0.0005$  で、有意に演奏家の値が低い。
- ③ 意識障害と演奏家の前の値比較では、 $p = 0.0000$  で、有意に演奏家が低い。

考察：音楽演奏の専門家は演奏のストレス数値が低い。音楽演奏を聴く事はストレスを緩和する。

意識障害患者の音楽聴取は一般人と差が無くストレスを軽減する。

検証テーマ IV：意識障害患者の音楽運動療法施行に伴う髄液中ホルモン・神経伝達物質・脳内麻薬等の成分再検査。

目的：神経修復のメカニズムを知る上で脳内麻薬の活性の有無を検証することが重要である。

対象：日本大学救命救急センターの意識障害患者さん。

検査方法：平成 13 年度の音楽運動療法被験者の脳髄液冷凍サンプルを再検査分析した。

## 結果

回復が見られなかった患者 YU 氏の例ではエンドルフィン、エンケファリンとも少なく、ドーパミン、アドレナリン、ノルアドレナリン等のモノアミン系神経伝達物質および代謝物質も少なかった。しかし、顕著な回復が見られた AY さん KI さん CT さんのモノアミン系神経伝達物質と代謝物質ホモバニリン酸の代謝も良く、そればかりか内因性モルヒネ様物質である、 $\beta$ エンドルフィンと Met エンケファリンの数値がとても高かった。

## 考察：

これら 2 つの内因性モルフィネ物質は鎮痛、情動、運動、ホルモン分泌、体温調節、消化管運動等に関係しており、この活性が見られたことはヒトの生命維持と損傷した脳の神経修復が音楽と運動の連動刺激により可能である証明になる。すなわち、この検査結果は脳神経部門における神経修復を促すモノアミン系神経伝達物質、特にドーパミン活性を促す内因性モ

ルフィネ物質の産性による神経系賦活治療法としての音楽運動療法メカニズムの解明となる。  
これは重要な発見として、今後大きな反響を呼ぶと思われる。

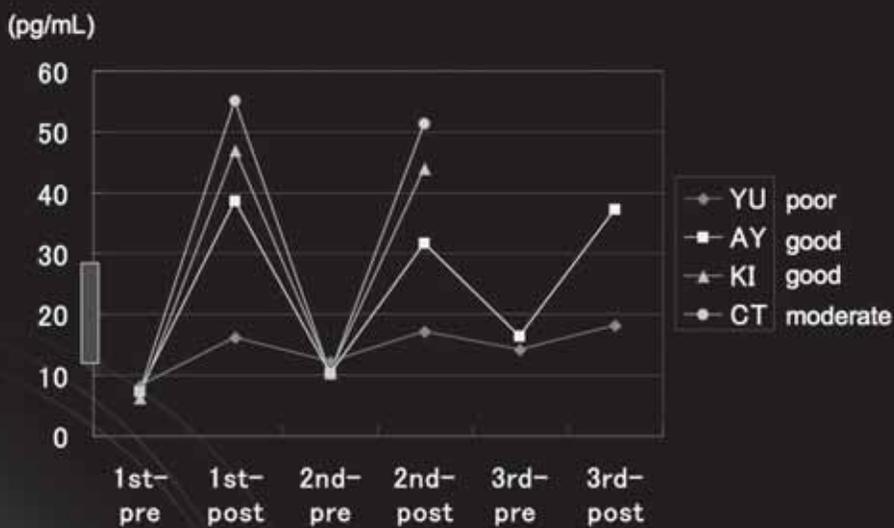
データ：髄液中ホルモンおよび神経伝達物質グラフ参照

注意要項：髄液採取について日本大学医学部倫理委員会の許可を得て検体検査を実施した。

総合結論：音楽演奏および聴取の神経生理学的検証によるまとめ

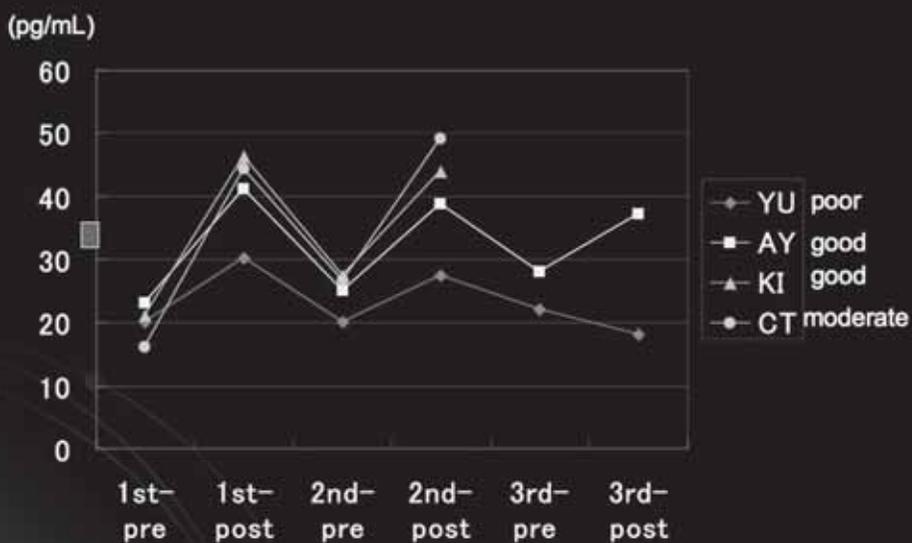
- 1.演奏家は曲目によって演奏する喜びとこちよさを実感している。
- 2.アンサンブルは気のあった者と良く練習して演奏することが身体的にも心理的にもよい効果がある。
- 3.音楽演奏指導者は指導される者よりこちよさを感じる余裕がない。
- 4.音楽鑑賞は不安の除去や心理的ストレスの緩和に役立ち、愉快的気持ちにさせる。
- 5.音楽に合わせての運動は脳神経の活性化と生理的痛みを緩和し、神経損傷部位を修復・改善するため、身体健康維持に有効である。

### Changes of beta endorphin in cerebrospinal fluid



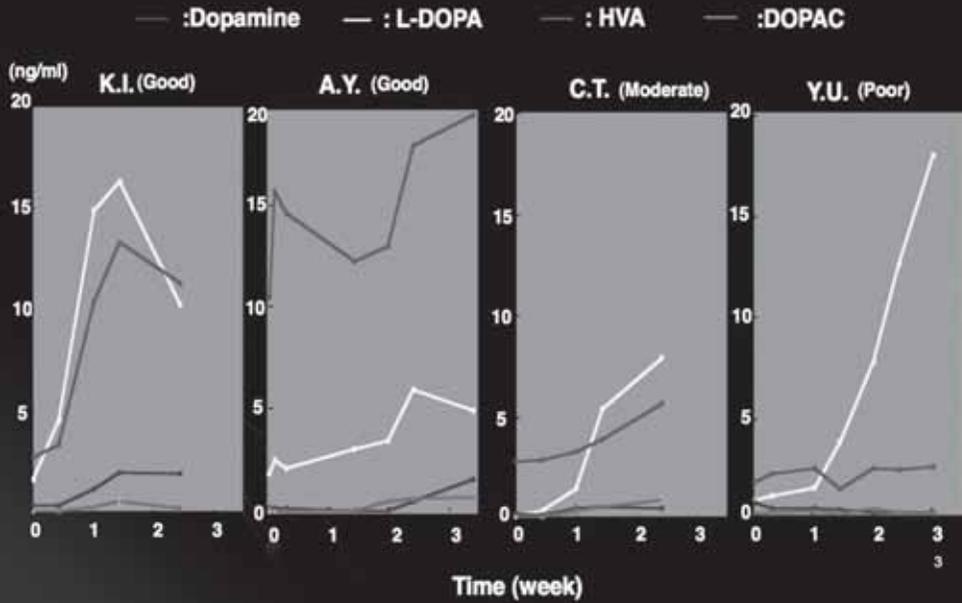
Blue square shows normal range ( $20 \pm 8$  pg/mL).<sup>1</sup>

### Changes of met-enkephalin in cerebrospinal fluid



Blue square shows normal range ( $27 \pm 1.8$  pg/mL).<sup>2</sup>

**The sequential changes of CSF dopamine, L-DOPA, HVA, and DOPAC in vegetate state patients by Noda music therapy**



**The sequential changes of CSF epinephrine, norepinephrine and these metabolic substrates in vegetate state patients by Noda music therapy**

