



* 音楽聴取時の 脳内神経基盤の解明



Gamma-band synchrony. Role of Music Perception in the Brain

浦上裕子¹⁾, 川村光毅²⁾³⁾, 鷲沢嘉一²⁾, 日吉和子²⁾,
Andrzej Cichocki²⁾

1) 国立障害者リハビリテーションセンター

2) 理化学研究所 脳科学総合センター 脳信号情報処理チーム

3) 慶応義塾大学医学部

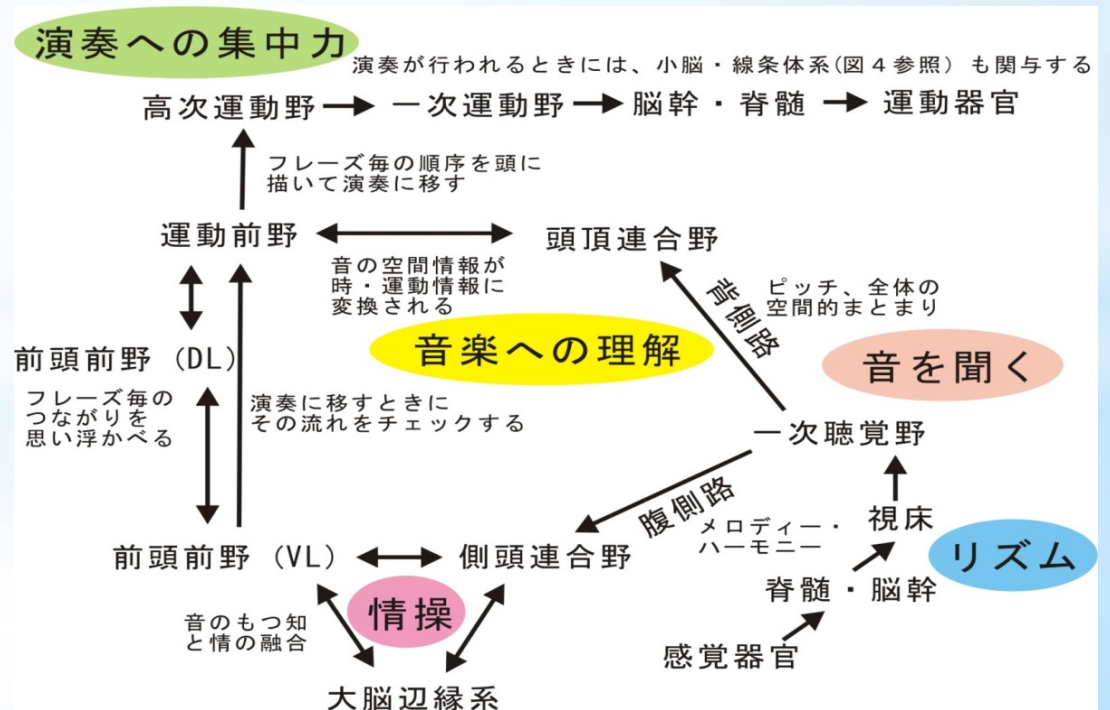
はじめに

- 音楽は聞く人に情動的な変化をひきおこし、同時に認知機能にもポジティブな変化を及ぼす。また、創造力、集中力も高まる。一方、静かな想像力をともなうリラックス状態が生まれる。

- 音やリズムは一次聴覚野で認識され、頭頂連合野、運動前野へ至る背側路と、大脳辺縁系からの情動入力を得て、側頭連合野、前頭前野に至る腹側路を介して、音楽として認識される。

- ・音楽技能の獲得により
脳に形態的、機能的な
変化が起こることが
知られている。

(Hsieh S et al, Brain 2011)



目的

音楽を聴くことによる脳内の聴覚的な情報処理過程を
脳波を用いて明らかにする。

音楽による経験が脳に与える影響について考察する。

Design & Procedure

対象

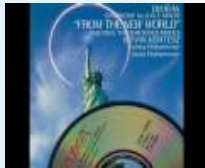
21－25歳学生

4年制音楽大学・大学院学生(Musicians)(5年以上音楽的訓練を受けた) 5例

非音楽大学・大学院生(Non-musicians)(訓練としての音楽的経験がない) 5例

方法

音楽1



Anton Dvorak “From the New World Symphony”

The Symphony No. 9 in E Minor From the New World Largo D-flat major “Going home” 新世界より

音楽2



Wolfgang Amadeus Mozart Requiem in D minor (K. 626)

Sequence “Dies irae” レクイエム・怒りの日

シールドルームでイアホンから音楽を聴いている間(2分30秒間),
安静閉眼時, 聞いた音楽をイメージしている間(1分間)の脳活動を60ch脳波を用いて
計測した。

本研究は国立障害者リハビリセンター倫理審査委員会の承認を得たものである

Analysis

- Morlet waveletによる時間周波数解析 ($f_0=1.909$)
5Hz から 45Hzまで 0.1 Hzごとにウェーブレット係数を求め絶対値を表示したものである。

Wavelet frequency offset

脳信号 f は $1/f$ で減衰するため、 f で補正をかけて図を作成しなおしたもの

Wavelet log

ウェーブレット係数の絶対値の対数をとって表示したもの

Wavelet mod

周波数帯域ごとに正規化した図を作成したもの

- 60チャンネルの信号に、各周波数帯域(Delta 1-4 Hz, Theta 4-8 Hz, Alpha 8-13 Hz, Beta 13-30 Hz, Gamma 30-50 Hz) にButter-worth型 band-pass filterを適応 (γ 帯域には49-51帯域阻止フィルタを用いた) 後の信号における RMS (Root Mean Square: 平均二乗偏差) を求め、成分比較, 有意差検定を行った。($p < 0.05$ を有意差ありとした)

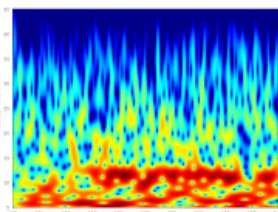
Wavelet log

「新世界より」を聴いている間の時間周波数解析

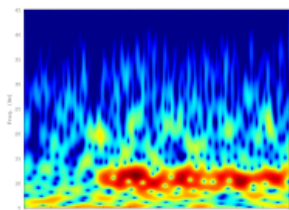
Gamma



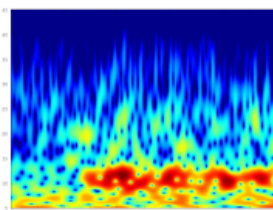
Delta



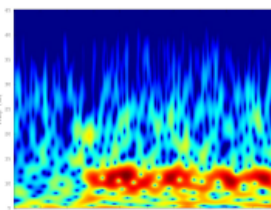
FT7



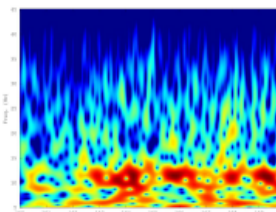
FP1



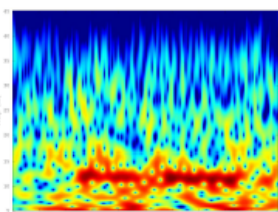
FPz



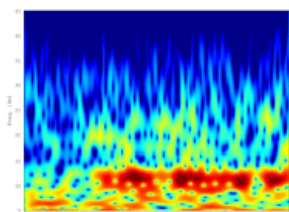
FP2



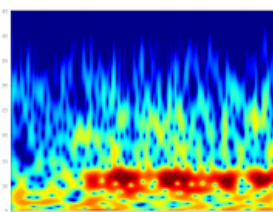
FT8



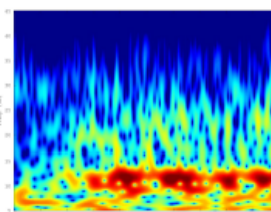
T7



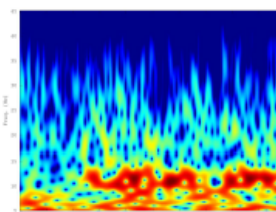
C1



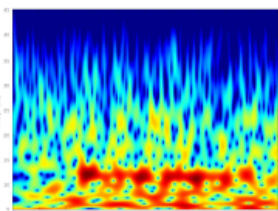
Cz



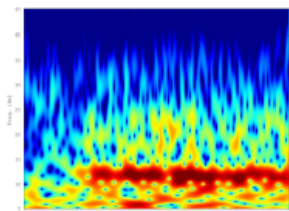
C2



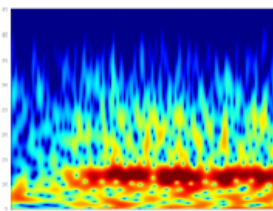
T8



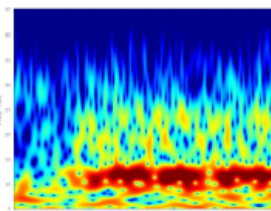
TP7



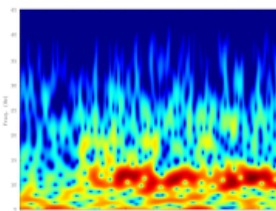
P3



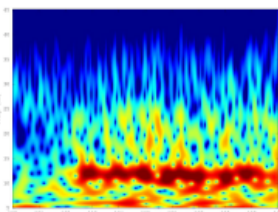
Pz



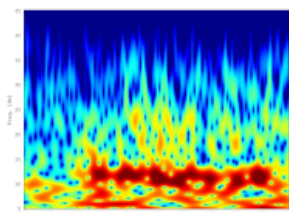
P4



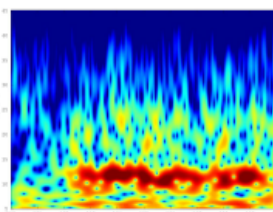
TP8



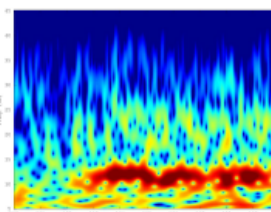
PO3



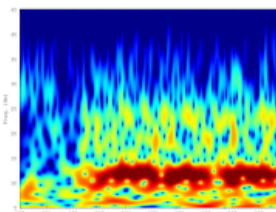
O1



Oz



O2



PO4

Results

Average of RMS for all subjects

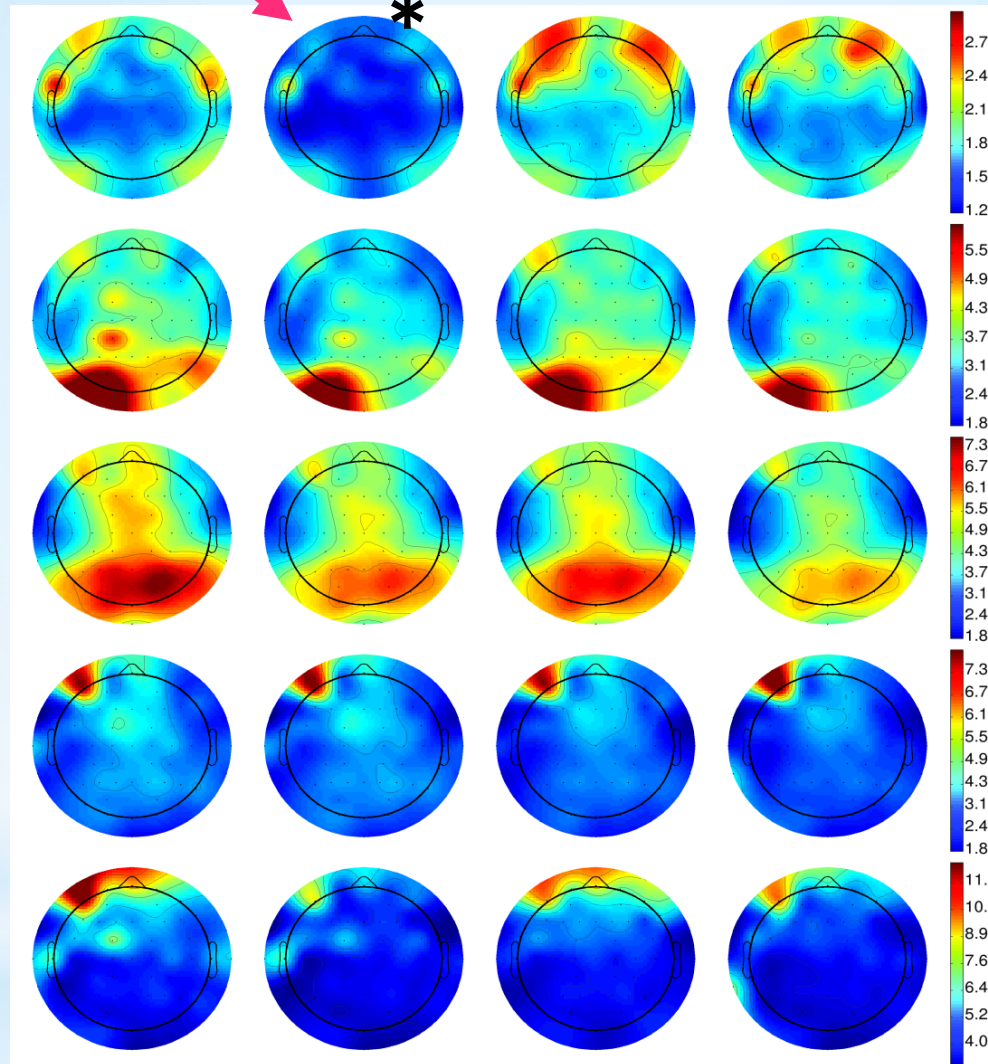
Gamma
(30-50 Hz)

Beta
(13-30 Hz)

Alpha
(8-13 Hz)

Theta
(4-8 Hz)

Delta
(1-4 Hz)



Resting
state

Music

After Music
Resting state

Image

「新世界より」

音楽を聴いている
間は、安静時に比べて
前頭部有意に脳全体で
γ波が減少した。

* $P < 0.05$

Results

Average of RMS for all subjects

*

「レクイエム、怒りの日」

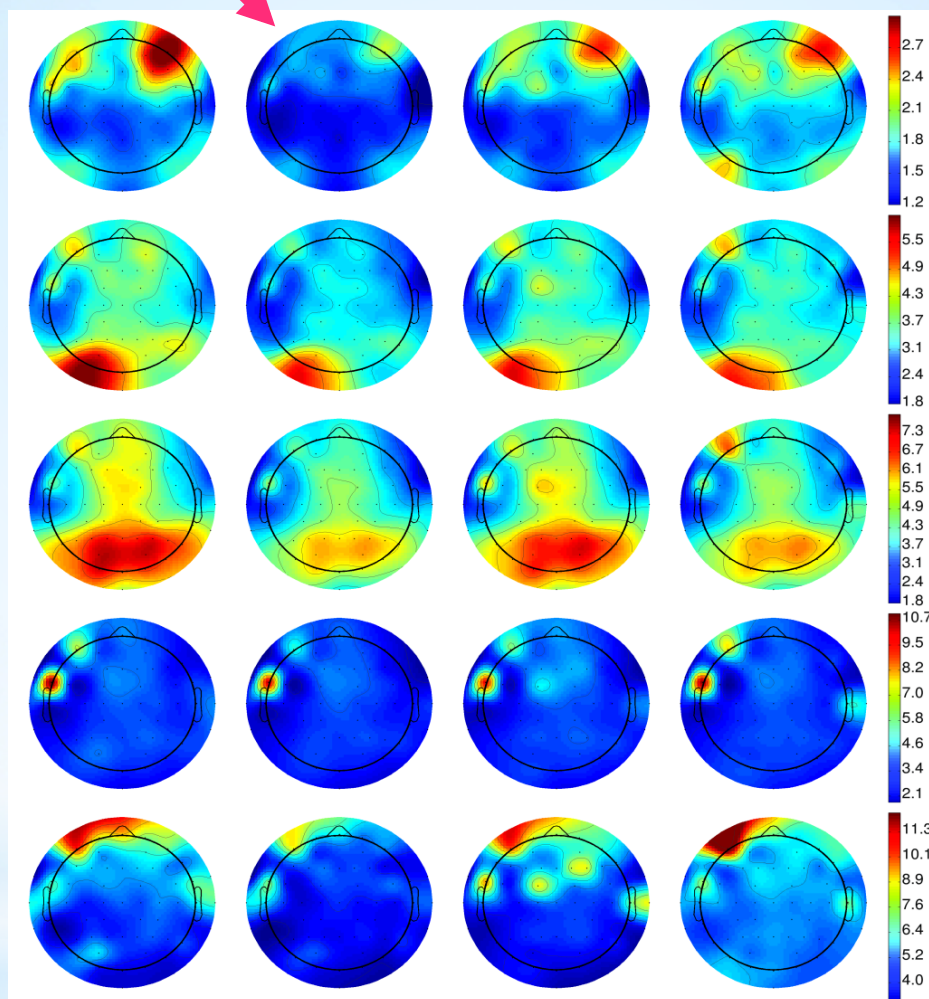
Gamma
(30-50 Hz)

Beta
(13-30 Hz)

Alpha
(8-13 Hz)

Theta
(4-8 Hz)

Delta
(1-4 Hz)



Resting
state

Music

After Music
Resting state

Image

音楽を聴いている
間は、安静時に比べて
前頭部有意に脳全体で
γ波が減少した。

*P<0.05

Results

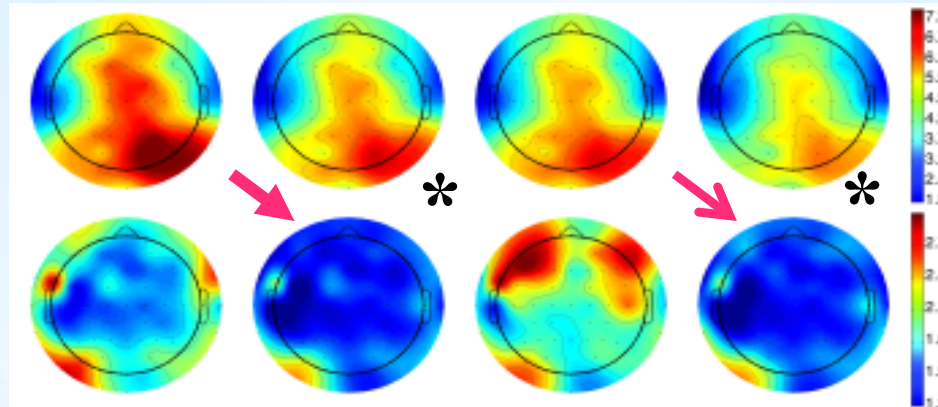
音楽家と非音楽家との比較

「新世界より」

①音楽家の方が音楽を聴いている間には非音楽家と比べて左右の前頭、側頭部、中心・頭頂・後頭部でのγ波の減少率が有意に大きかった。②音楽家は音楽をイメージしている間は、音楽を聴いている間と同じようにγ波が減少していたが、非音楽家は前頭部のγ波が増強していた。

Alpha

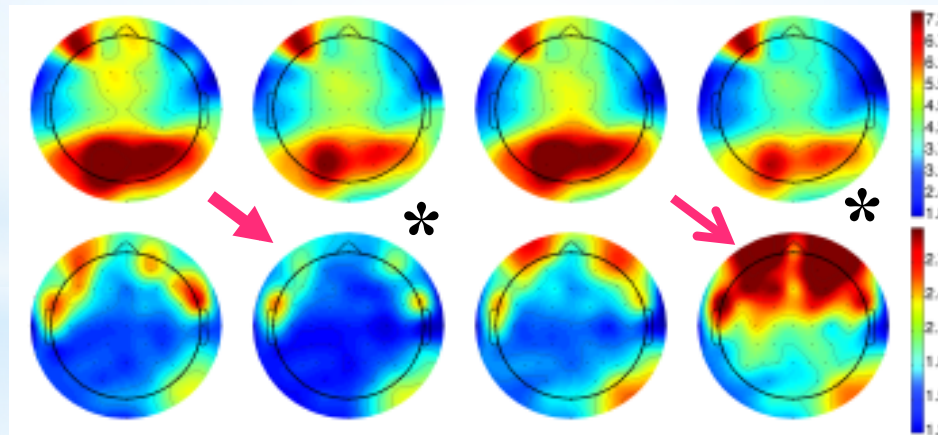
Gamma



Musicians

Alpha

Gamma



Non-Musicians

Rest

Music

After Music
Resting state

Image

*P<0.05

Results

音楽家と非音楽家との比較

レクイエム

Musicians

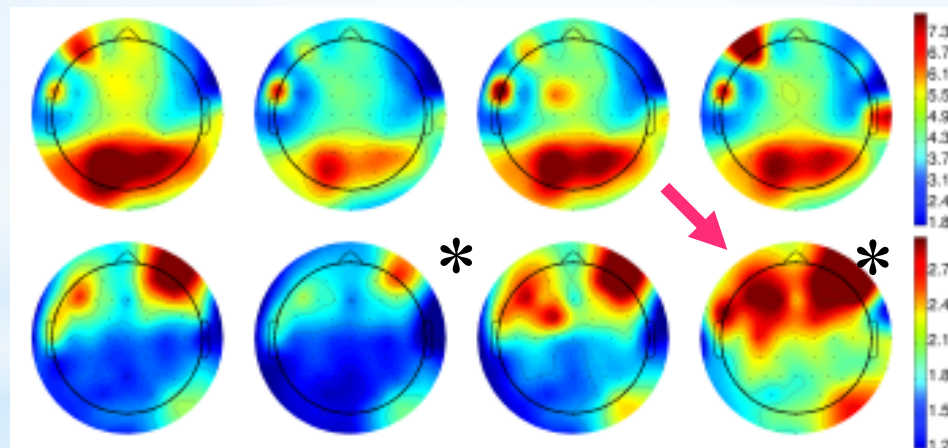
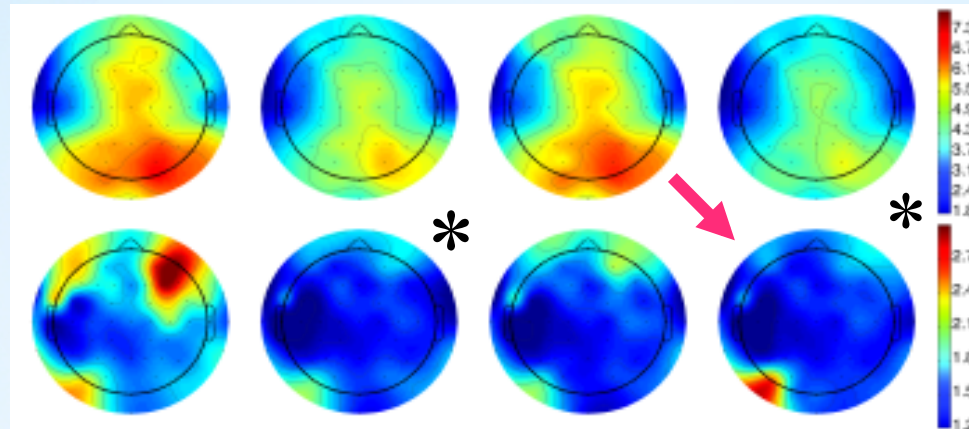
Non-Musicians

Alpha

Gamma

Alpha

Gamma



Rest

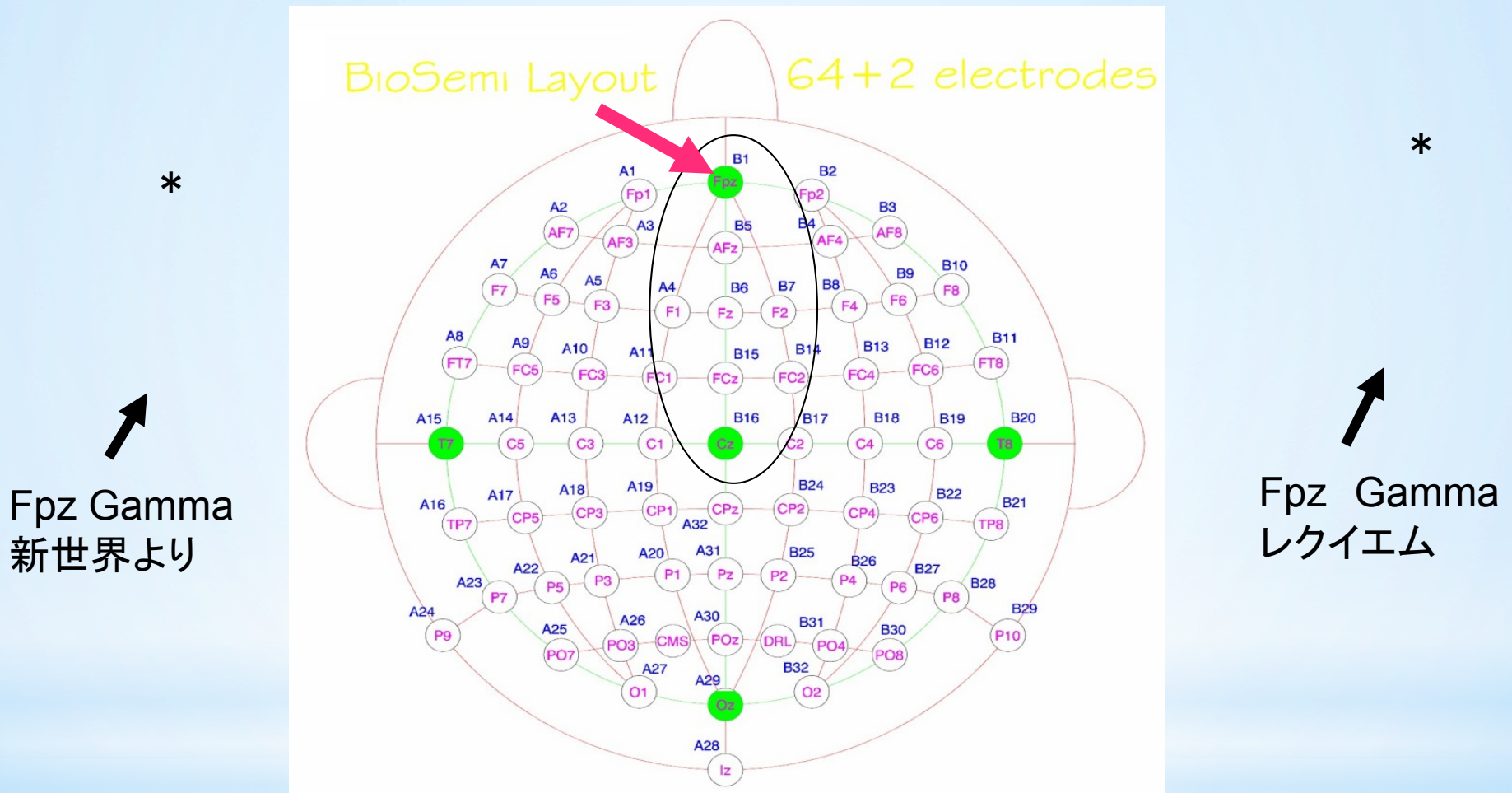
Music

After Music
Resting state

Image

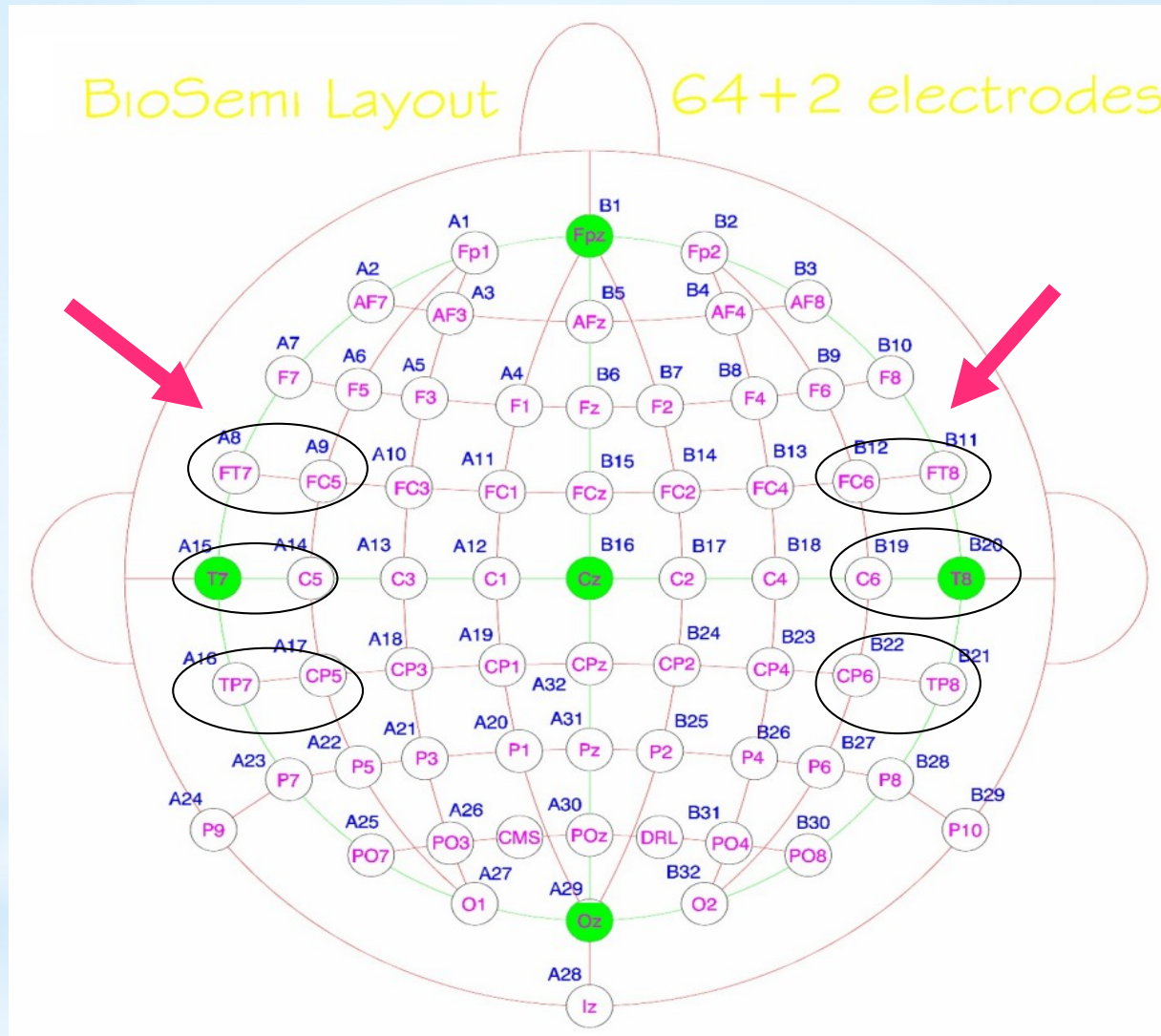
* $P < 0.05$

γ波 正中線 前頭極Fpz, 前頭Fz, 中心Cz 部の比較



正中線前頭部の中でも、音楽を聴いている間は
Fpzのγ波の減少率が、Fz Czと比べて有意に大きかった。

γ波 側頭部前方部と後方部との比較



- γ波の減少率は、側頭部内では前方部の方が大きかった。
- 左右半球間には、音楽家・非音楽家ともに有意なγ波の左右差は認められなかった。

Discussion

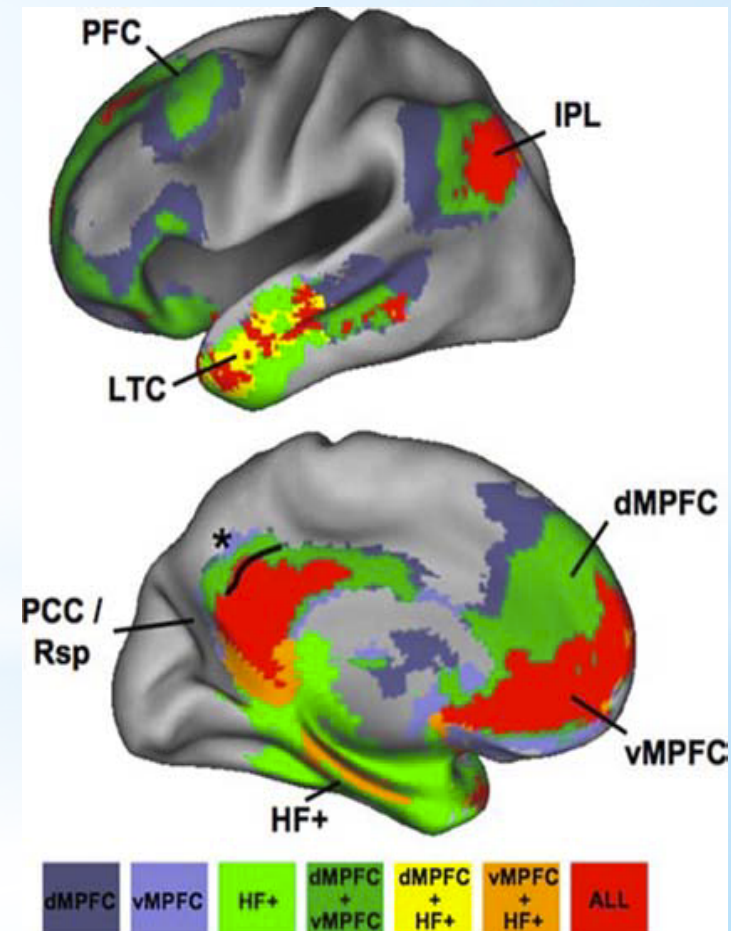
本結果では、音楽聴取時には前頭・頭頂・側頭・後頭部を含む全脳部位で
 γ 波が減少、特に前頭極部、側頭前部で有意な減少であった。

Default-mode network (Raichle, 2001) or Dorsal Attention network?

Task-induced deactivation or attention
Network ?

熟練した瞑想家の瞑想 (meditation) 中に
25-45Hz の頭頂-後頭部の γ 波が増加し、注意
や自己意識と関連し、前頭部の γ 波は減少する。
これはDMNを反映する脳波変化であるという報告がある。

(Aviva Berkovich- Ohana et al.2012)



音楽は認知と運動と情動の3つの系が連動して活動した結果起こる高次神経(精神)活動のひとつのaspect(現象形態)である。ブローカ領域を含む前頭前野と、ウェルニッケ領域を含む後連合野が関与する。前頭葉の腹側部(眼窩前頭皮質)と側頭極が関与する。これら両皮質域は、ともに扁桃体との間に相互連絡が存在する。

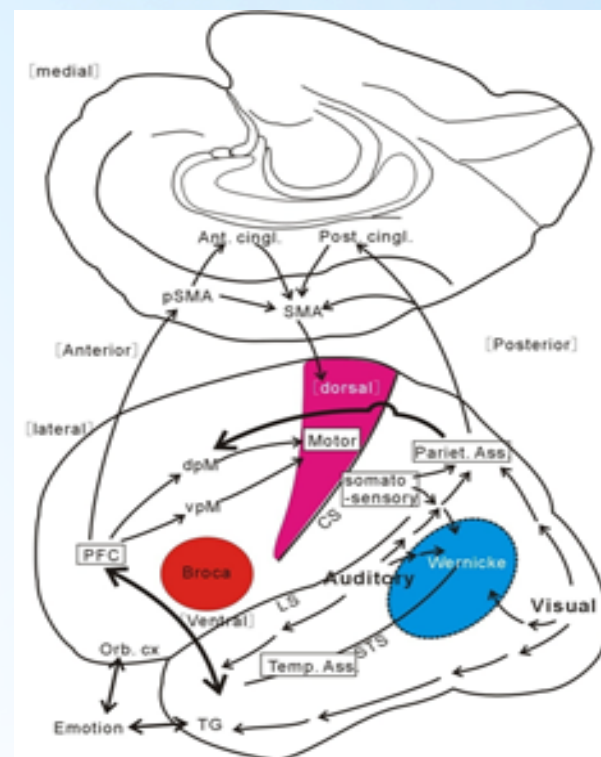
音楽の情報処理課程は、より高度なレベルでの認知と情動との統合の結果を示唆する可能性がある。

Musicians and the gamma band synchrony

(Adalarasu et al.,2011.Bhattachara et al.,2001.Shahin et al 2008)

- Evoked and Induced gamma in frontal lobe
- Stronger synchrony in the left hemisphere
- Induced gamma activity reflect correlate with many perceptual and cognitive phenomena, such as learning and memory.
- Music can used to relieve stress while performing cognitive tasks

Pathos; 情動機構については、海馬、扁桃体、視床下部などを包括する大脳辺縁系
Logos; 認知機能については、後連合野、前連合野(前頭前野)を軸とする機能で、大脳皮質の領域的、構造的発達、連合繊維を含む神経回路の発達が関与する。



音楽による経験の差が脳にどのように反映されるのか

Experience-induced changes in the brain (Lutz 2007)

- 音楽聴取時には安静時とくらべて、音楽家では前頭・頭頂・後頭・側頭部を含む全脳部位で非音楽家に比べて γ 波が有意に減少した。
- 音楽家は音楽をイメージするときには音楽を聴いている間と同じ脳活動(全脳部位で γ 波が減少)でイメージしている。逆に非音楽家は、前頭部 γ 波が増加する。

- 1) 音楽訓練によるトーン, ハーモニー, ピッチ, メロディ(音の高低・強弱)に関する聴覚的な情報処理過程の差をあらわす可能性だけでなく、
- 2) 自己意識(self-conscious)と注意(attention)に関わるより高次な脳内神経基盤がかかわる可能性(Default-mode network, Dorsal attention networkとの関連)を示唆する。

自己意識(self-conscious)と注意(attention)

安静時脳活動は、「遂行機能のコントロール」のネットワークを含む背外側前頭皮質(DLPFC)と頭頂葉と、「情動回路」に関する両側前交連, 前帯状回, 扁桃体、視床下部が関連する。左前交連、前帯状回の近傍、前頭前野内側部(MPFC)は両方の回路に含まれており、認知機能に対する情動的気づき(emotional awareness)と、認知と情動にかかわる脳の基盤が関連する可能性

γ 活動は、音楽という経験や学習による自己意識や注意、情動をより高度に統合する脳内過程を反映する可能性がある。