

# 圧縮音源 (MP3) と非圧縮音源 (WAVE) が人の脳波に与える影響の解析

## Analysis of the influence which mp3 formatted sound gives EEG of the human

○山口 大貴 (東海大) 曲谷 一成 (東海大)

Daiki YAMAGUCHI, TOKAI University

Kazusige MAGATANI, TOKAI University

Recently, many types of no-reversible compressed sound source, represented by MP3 (MPEG Audio Layer-3) are popular in the world and they are widely used to make the music file size smaller. The sound data created in this way has less information as compared to pre-compressed data. The objective of this study is by analyzing EEG to determine if people can recognize such difference as differences in sound. Measurement systems that can measure and analyze EEG when a subject listens to music were developed. And twenty subjects were tested with this system. In those experiments, a WAVE formatted music data and a MP3 compressed music data that is made from the WAVE formatted data were prepared. Each subject was made to hear these music sources at the same volume. From the results of this experiment, clear differences were confirmed between two sound sources.

**Key Words:** mp3, wave, EEG

### 1. はじめに

圧縮音源は、圧縮を行う前の音源から多くの情報を欠落させている。もし圧縮する際に欠落した情報が直接音質に影響を与えているとすれば、圧縮音源と非圧縮音源とを明確に分け、それぞれを使用する場面について考えなければならないと思われる。本研究では、人の頭皮上から検出される脳波を用い解析することにより、その違いを明確にしたいと考えている。人に圧縮音源および非圧縮音源を聴かせそれぞれの場合の脳波を解析することで、それらの脳波を比較し、その結果として違いがあれば、人が圧縮音源と非圧縮音源を聴き分けることができていると考えられる。

非可逆圧縮音源の代表的なものとして挙げられる MP3 は、聴覚特性を利用し人が聴き取ることの困難な部分のデータを削減している。このことにより、音質にはあまり影響がないとされている。しかし、実際は人間が圧縮音源を聴く際に、なにかしらの違和感を覚えているのではないかと考えた。我々は、それを脳波解析によって確認することを目的としている。

### 2. システム構成

本実験を行うにあたって、以下のようにシステムを構成した。図 1 にシステム構成のブロック図を示す。

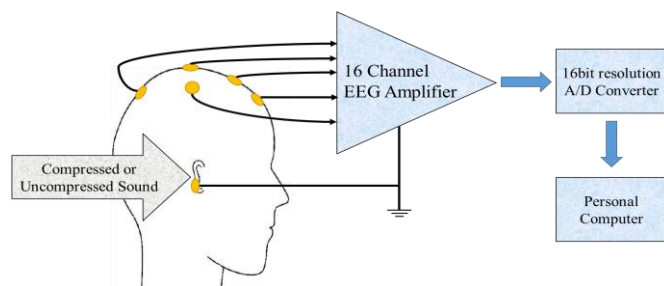


Fig.1 A block diagram of the system

また、以下のように実験、解析、評価を行った。

- 1, 被験者に頭部全面 16 チャンネル、全額正中部を基準電極、耳朵を GND とし、電極を取り付ける。
- 2, 音源{(Waltz for Deddy) by Bill Evans}を流した状態で脳波計により脳波の取得と行う。
- 3, 取得された脳波を A/D コンバータによってサンプリング周波数 1kHz、16bit で量子化を行い、PC に取り込む。
- 4, PC に取り込まれた脳波データに FFT (高速フーリエ変換) をを行い、周波数評価をする。
- 5, 測定結果に対し、t 検定を行い MP3 と WAVE で有意な差を確認する。

図 2 に電極配置を示す。電極配置は、国際 10-20 法に基づいた電極配置とし、黄色に塗りつぶした部分を使用した。

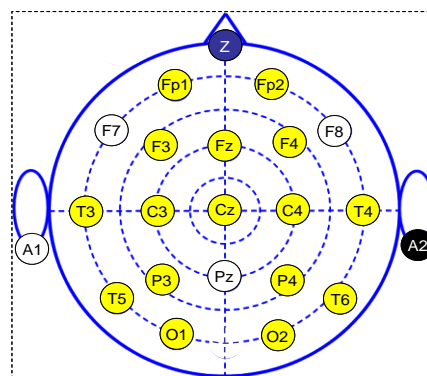


Fig.2 The electrode placement

### 3. 実験

作成した脳波計を用いて WAVE 音源と MP3 音源の比較実験を行った。我々の実験では、PC の free soft で世界的にも有名な「Real Player」を使用し、MP3(128kbps)と WAVE(1411kbps)を CD より抽出した。実験は、成人健常者 20 名 (男性 10 名、女性 10 名、平均年齢 22 歳) に対して行った。音源のボリューム

ームは全て等しくし、データは楽曲の同じ位置から取得した。ヘッドフォンは STAX 社製イヤースピーカー SRS-2050A である。このヘッドフォンは 7Hz~41kHz までの周波数を再生することが可能であり、人間の可聴周波数帯域を十分に上回っている。尚、本実験を行う前に予備実験を行い、30Hz~17.0Hz の可聴帯域を持つ人を被験者とした。実験の方法を以下に述べる。

1. 被験者は、16 極の電極を貼り付けた後にシールドルーム内で安静にしている。
2. 被験者に MP3 か WAVE の音源を聞かせる。楽曲開始から 1 分経った後に脳波を 4 秒間サンプリングする。
3. どちらかの音源を聞かせた後 1 分間リラクセスしてもらう。
4. 被験者に 2 で聞かせていない音源を聞かせる。また、1 分経った後に 4 秒間サンプリングする。

図 3 は男性 10 人、図 4 は女性 10 人の周波数特性を周波数範囲ごとに分けて平均化したものである。

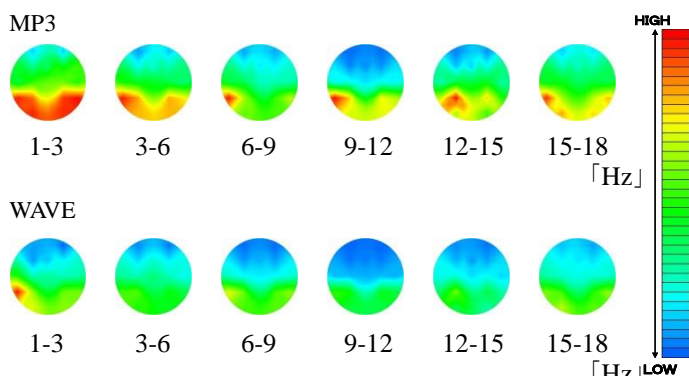


Fig.3 Averaging results of distribution of power spectrum in ten male subjects

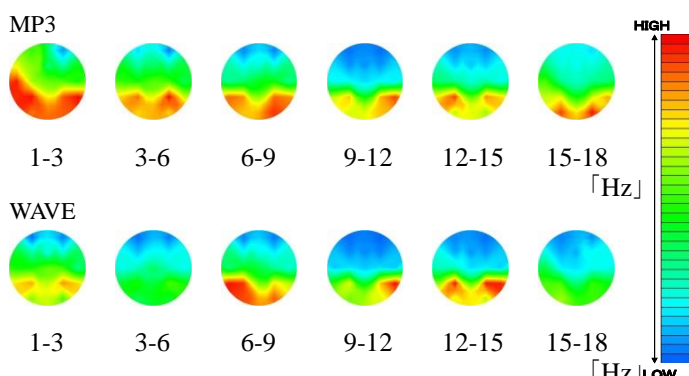


Fig.4 Averaging results of distribution of power spectrum in ten female subjects

#### 4. 実験結果

測定結果に対し t 検定を行い、MP3 と WAVE で有意に異なっ

た反応を示した部分を男女毎にそれぞれ表 1、表 2 に示す。

Table1 As a result of t-test of 9-12Hz for ten male

Cz	0.283	n.s
Fp1	0.024	n.s
Fp2	0.082	n.s
F3	0.11	n.s
Fz	0.03	p<0.05
F4	0.045	p<0.05
T3	0.025	p<0.05
C3	0.062	n.s
C4	0.02	p<0.05
T4	0.009	p<0.01
T5	0.029	p<0.05
P3	0.032	p<0.05
P4	0.019	p<0.05
T6	0.031	p<0.05
O1	0.029	p<0.05
O2	0.031	p<0.05

n.s: 非有意 p<0.05: 有意差あり p<0.01: 有意水準 1% で有意差があり。

Table2 As a result of t-test of 3-6Hz for ten female

Cz	0.079	n.s
Fp1	0.049	p<0.05
Fp2	0.062	n.s
F3	0.994	n.s
Fz	0.036	p<0.05
F4	0.116	n.s
T3	0.001	p<0.01
C3	0.078	n.s
C4	0.076	n.s
T4	0.053	n.s
T5	0.035	p<0.05
P3	0.114	n.s
P4	0.233	n.s
T6	0.258	n.s
O1	0.005	p<0.01
O2	0.022	p<0.05

n.s: 非有意 p<0.05: 有意差あり p<0.01: 有意水準 1% で有意差があり。

MP3 音源においてトポグラフィを見ると、1-3Hz において女性が T3 から後頭部にかけてパワースペクトルの集中が見られ男性は後頭部に集中が見られた。しかし、t 検定においては有意差があることを確認できなかった。3-6Hz において女性は Fp1、Fz、T3、T5、O1、O2 に有意な差があることを確認できたが男性には有意差が確認できずパワースペクトルの大

きい部分も男女ともに後頭部に見られ差があまりなかった。6-9Hz においては女性が後頭部にパワースペクトルの変化が大きな部分が確認できたが男性は T5 付近のみ集中が見られた。しかし、t 検定の結果を見ると男女ともに有意差を確認できなかった。9-12Hz において男性が T5 付近にパワースペクトルの集中が見られたが、対照的に女性は T6 付近に集中が見られた。また、t 検定において女性では有意差を確認できなかったが男性は Fz、F4、T3、C4、T4、T5、P3、P4、T6、O1、O2 で有意な差があることを確認できこのチャンネルの変化については信憑性があると思われた。また、12-15Hz においては女性が T5、T6 付近にパワースペクトルの集中が確認でき、男性は T5、P3 付近に集中が確認できた。しかし、t 検定の結果を見ると女性には有意差を確認できず男性は T5 のみ有意差を確認できた。15-18Hz においては、女性は T6、O1、O2 にパワースペクトルの集中を確認でき、男性は T5、O1 にパワースペクトルの集中が確認できた。しかし、t 検定の結果を見ると男女ともに有意差を確認できなかった。WAVE 音源においてトポグラフィを見ると、1-3Hz において男性では T5 にパワースペクトルの集中が見られたが女性は弱いパワースペクトルの集中が T5、T6 付近で見られた。しかし、t 検定においては有意差を確認できなかった。3-6Hz において男女ともにパワースペクトルの集中も見られず反応の部位の違いも確認できなかった。t 検定において女性は Fp1、Fz、T3、T5、O1、O2 に有意差を確認できたが男性に関しては有意差を確認できなかった。6-9Hz においては女性の T5、P3、P4、O1、O2 にパワースペクトルの変化が大きな部分が確認できたが男性は変化を確認できなかった。また、t 検定の結果を見ると男女ともに有意差を確認できなかった。9-12Hz において女性が T6 付近にパワースペクトルの集中が見られたが男性では確認できなかった。また、t 検定において女性の有意を確認できなかったが男性は Fz、F4、T3、C4、T4、T5、P3、P4、T6、O1、O2 で有意な差を確認できこのチャンネルの変化については信憑性があると思われた。また、12-15Hz においては女性が T5、T6 付近にパワースペクトルの集中が確認でき、男性は集中が確認できなかった。また、t 検定の結果を見ると女性には有意差を確認できず男性は T5 のみ有意差を確認できた。15-18Hz においては、男女ともにパワースペクトルの集中を確認できなかった。また、t 検定の結果を見ると男女ともに有意差を確認できなかった。

## 5. 考察

男女のトポグラフィの結果をみると、MP3 音源については男女で反応している部位の違いはあまりない。それに対して WAVE 音源のトポグラフィをみると男性が緑色や青色の小さな反応ばかりであることにに対して女性は 6-9、9-12、12-15Hz の際に後頭部での強いパワースペクトルの集中が見られた。これより圧倒的に男性より女性のパワースペクトル値の方が大きい反応を見ることができるので脳波に与える影響で男女に違いがあると思われる。また、男女の違いが顕著なことから

音楽を聴いた時に男女で聴き方が異なることや脳の使い方が異なるのではないのではないかと考えられる。女性被験者の WAVE 音源の 6-9Hz のトポグラフィをみると後頭部 O1、O2 が反応しており後頭部の位置において閉眼時に  $\alpha$  波が明瞭に発生することは知られているが、これにより  $\alpha$  波が増強されているのではないかと考えられる。また、可能性として T5、T6 が反応しているという事は海馬が関係しているのではないかと考えられる。私たちの実験においては、大脳皮質で発生する電気信号を解析しているが、脳深部の電気信号でも微弱に感知し取得した脳波に影響を及ぼしているのではないかと考えた。そして、海馬は脳の中で記憶を司る部位なので曲を複数回聴いていた場合、記憶を辿っていることや以前聴いた他の曲との違いや類似性を無意識に考えていると思われる。

## 参考文献

- [1] S. N. Levine, "Audio Representations for Data Compression and Compressed Domain Processing" Ph.D. dissertation, Dept. Elect. Eng., Stanford Univ, Stanford, CA, 1998.
- [2] T. Painter, A. Spanias "Perceptual coding of digital audio" in Proc. IEEE, Vol. 88, Issue 4, pp. 451-515. Apr 2000
- [3] T. Oohashi, E. Nishina, M. Honda, T. Maekawa, S. Nakamura, H. Fukuyama and H. Shibasaki, "Inaudible high-frequency sounds affect brain activity, A hypersonic effect," J. Neuro-physiol, Vol. 83, pp. 3548-3558. 2000.
- [4] K. Itoh, S. Suwazono, and T. Nakada, "Central auditory processing of noncontextual consonance in music: An evoked potential study," J. Acoustic Soc. Am Vol. 128, Issue 6, pp. 3781-3787. 2010
- [5] C. Kasprzak, Z. Damijan, and R. Panuszka, "Sound fields in biosphere of the mountain streams and their influence on the human EEG," J. Acoustic Soc. Am. Vol. 115, Issue 5, pp. 2388-2388. 2004
- [6] Z. Damijan, C. Kasprzak, and R. Panuszka, "Low - frequency sounds and psychological tests at 7, 18, and 40 Hz" J. Acoustic Soc. Am. Vol. 115, Issue 5, pp. 2388-2388. 2004
- [7] R. Yagi, E. Nishina, T. Oohashi, "A method for behavioral evaluation of the "hypersonic effect"," J. Acoustic Soc. Jpn. Vol. 24, No.4, pp. 197-200. 2003
- [8] R. Yagi, E. Nishina, N. Kawai, M. Honda, T. Maekawa, S. Nakamura, M. Morimoto, K. Sanada, M. Toyoshima, T. Oohashi, "Auditory display for deep brain activation: Hyper sonic effect," International Conf. Auditory Display. 2002

- [9] A. J. Blood, and R. J. Zatorre, "Intensely pleasurable responses to music correlate with activity in brain regions implicated in reward and emotion," *Proc. National Academy of Sci. USA*, Vol. 98, pp. 11818-11823. 2001
- [10] S. Nakamura, N. Sadato, T. Oohashi, E. Nishina, Y. Fuwamoto, Y. Yonekura, "Analysis of music-brain interaction with simultaneous measurement of regional cerebral blood flow electroencephalogram beta rhythm in human subjects," *Neurosci Lett.*, Vol. 275, pp222-226.1999