

# アンサンブルにおけるリズムの同調の分析\*

## ・タッピング時の脳波解析によって・

吉田友敬 (成安造形大), 山本佐代子 (お茶の水女子大院), 廣瀬百合子 (一橋大院), 武田昌一 (帝京平成大)

### 1. はじめに

本研究は、リズムの同調に着目し簡単なパターンによるタッピング時の生体情報 (EEG) を計測した。先行研究において、リズム形による同調度の変化やタッピングによる脳波の誘発が見られた [1, 2]。しかし首の筋電が混入している可能性が除去できないため、改めて誘発脳波について検討した。その結果、前頭部を含む複数の電極で脳波の誘発が見られ、いくつかの特徴が新たに見いだされた。また、芋坂らによると波のピーク周波数とワーキングメモリの負荷および音楽のテンポに相関が認められる [3]。そこで、タッピング時の波のピーク周波数について解析した。波周波数の変化は多岐にわたるが、いくつかの特徴が見られる。誘発脳波の周期倍化等への分岐現象の役割が示唆された。

### 2. 実験の方法

同時に 4 人の被験者が与えられたリズムのタッピングを繰り返し行い打拍中の脳波および心電を測定した。

被験者 成人女性 4 人。音楽の専門的経験はない。

リズム課題 約 40 のリズム形の中から、予備実験により音楽演奏の熟練者でなくても容易に演奏できると考えられる 10 課題を選定した。本稿で扱う 4 課題を示す。

1. . . . . (快速)

2. . . . . (ゆっくり)

8. . . . . | . . . . . | . . . . . | . . . . . (ドヴォルザーク新世界より)

10. . . . . | . . . . . | . . . . . | . . . . . | . . . . . | . . . . . (オブラディ・オブラタ)

各リズム形の開始に当たって、パソコンのスピーカーより、リズム形ごとに設定したテンポの信号音を 8 拍示し、それに続いて被験者がリズム打ちを開始した。タッピング開始後のテンポは被験者に任せ、指揮等による誘導は行っていない。実験の実施前に、各リズム形について数回ずつ、約 20 分にわたってリハーサルを行った。各リズム形のテンポは Tab.1 の通りである。

測定装置 脳波の測定には脳機能研究所の ESA を用いた。測定点は 10 極である。また、リズム打ちには

課題番号	1	2	8	10
信号音BPM	140	64	100	100
実際のBPM	155	86	131	130

Tab.1: The tempo of each pattern

カシオ製電子キーボードを用い、被験者ごとに指定した特定の鍵盤のみを打鍵させた。リズム打ち音を一本のマイクによってパソコンに wav ファイルとして収録した。

解析方法 脳波の誘発については、前頭部 Fp1、Fp2 電極で、眼球運動等によるアーチファクトのない区間を選んで、4 秒間の区間を切り出し、パワースペクトルを求めた。1 秒ずつ連続した 10 区間を解析した。第 1 被験者はアーチファクトが多いため解析から外した。

波については、後頭部 O1、O2 電極について、同様の方法で解析し、波ピーク周波数を平均した。それぞれのパターンで前半と後半各 10 区間をとり比較した。

### 3. 結果と考察

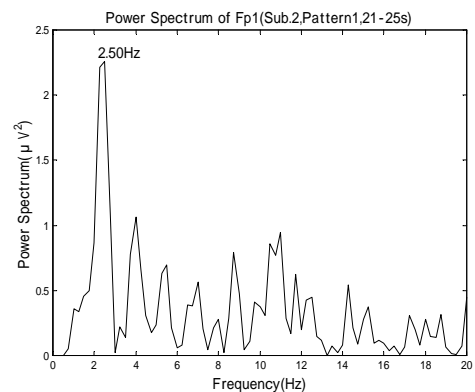


Fig.1: An example of triggered EEG

まず、複数の電極で、1-3Hz の領域にスペクトルのピークが見られた (fig.1)。また、一部に、ピーク周波数が倍化・半減する現象が見られた (fig.2)。これは、タッピングリズムに対して、2 拍をまとめて感じたり、1 拍を 2 つに分割して感じたりしていることを反映していることが推測される。一種の分岐現象と考えられる。Fp2 のピーク周波数の平均値を Tab.2 に示す。

次に、O1 のアルファ波ピーク周波数について、連続した 10 区間の値を平均して比較した (Fig.3, Tab.3)。

この結果、単純な課題 1 で、前半から後半にかけて、

\*The Analysis of Synchronization in Rhythm Ensembles. By Tomoyoshi Yoshida (Seian Univ. of Art and Design), Sayoko Yamamoto (Ochanomizu Univ.), Yuriko Hirose (Hitotsubashi Univ.), Shoichi Takeda (Teikyo Heisei Univ.)

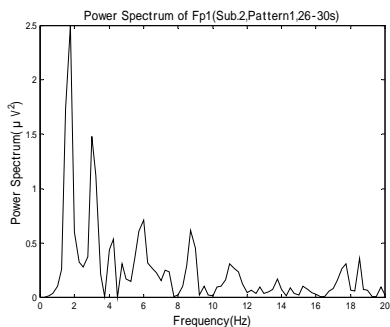


Fig.2: Example of bifurcation

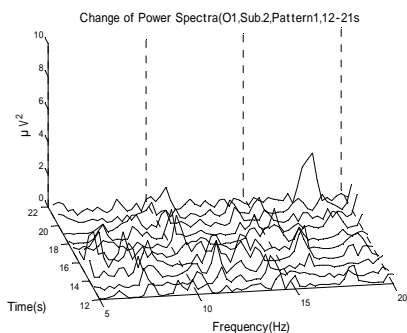


Fig.3: Time series of power spectra (5-20Hz)

課題番号	1	2	8	10
Sub.2	2.33	分岐	1.68	2.08
Sub.3	分岐	分岐	1.58	1.65
Sub.4	2.48	1.73	1.65	1.98

Tab.2: Means of alpha-frequency (Hz)

Pttern	Section	Sub.1	Sub.2	Sub.3	Sub.4
1	1st	9.15	10.43	10.43	8.33
	2nd	10.08	11.33	9.66	9.48
2	1st	9.58	10.25	11.03	10.55
	2nd	9.58	11.13	10.10	10.43
3	1st	10.40	11.20	10.75	11.33
	2nd	11.45	10.85	11.48	10.50
4	1st	10.73	11.50	10.25	10.15
	2nd	10.58	10.83	10.80	10.35

Tab.3: Means of alpha-frequency of O1(Hz)

3人の被験者の周波数が大きくなった(Fig.4)。ワーキングメモリへの負荷は、時間とともに大きくなる要素はないので、むしろ快速なリズムへの同調が波を速波化させたと言える。被験者3の異なる傾向は誘発脳波の分岐との関係が推測される。次に、課題1と2で、遅いテンポの時に必ずしも波周波数は下がっていない。これは芋坂らの結果と異なるが、音楽を聴くのと演奏するのではワーキングメモリへの負荷のかかり方が異なることを示している。さらに課題の難度との関係では、課題8で明らかに周波数が大きくなった(Fig.5)。しかし、最も難度の高いと思われた課題10ではかえっ

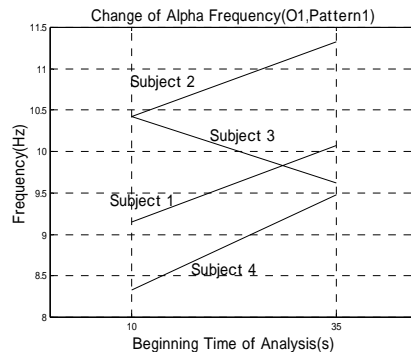


Fig.4: Change of alpha frequency with time

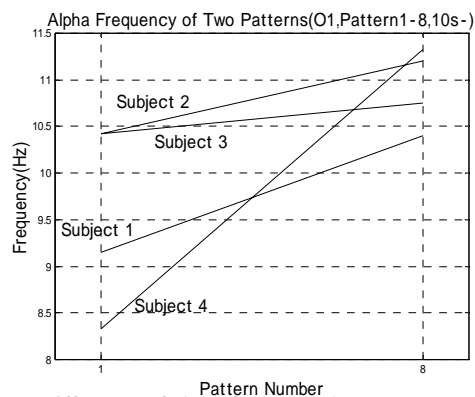


Fig.5: Difference of alpha frequency between patterns

て周波数の低下が見られた。難しすぎる課題では被験者があきらめてワーキングメモリへの負荷が低くなるという芋坂らの結果を支持しているように思われる。

#### 4. むすび

本研究によって、タッピングによる脳波の誘発が改めて検証された。また、波ピーク周波数の変動に関する要因がいくつか示唆されたが、特に誘発脳波の分岐現象との関係が興味深い。今後は、本研究で見いだされた結果をさらに検証するとともに、リズムの同調度との関係を追究する予定である。

#### 謝辞

本研究は文部科学省ハイテク・リサーチ・センター補助金ならびに帝京平成大学学内特別研究費によるものである。帝京平成大の中村貴展氏を始め、実験・解析に協力いただいた方々、被験者の方々に深く感謝する。

#### 参考文献

- [1] Yoshida, T., Takeda, S., & Yamamoto, S. The Application of Entrainment to Musical Ensembles. ICMAI 2002, Edinburgh, UK
- [2] 吉田友敬, 山本佐代子, 廣瀬百合子, 武田昌一、「音楽リズムの同調と引き込み現象(1)」日本音楽知覚認知学会平成14年度秋季研究発表会資料
- [3] 芋坂真理子、「ワーキングメモリの認知神経心理学的研究」, 風間書房, 1994