

(410) 情報 その他

聴性誘発脳波反応からみる絶対音感

Absolute pitch from the point of view of Auditory Evoked Response

藤井 万優[†] 石光 俊介^{††} 谷本 典之^{††} 福田 祐樹^{††}
Mayu Fujii[†] Shunsuke Ishimitsu^{††} Noriyuki Tanimoto^{††} Yuki Fukuda^{††}

[†]広島市立大学 情報科学部 ^{††}広島市立大学大学院 情報科学研究科

1 緒言

聴覚情報処理の一つに音程知覚がある。絶対音感 (absolute pitch, 以下 AP) は外的な基準音を使用することなしに音高を (音名で) 特定できる,あるいは音高を作り出すことのできる能力である [1]。それに対し, 相対音感 (relative pitch, 以下 RP) は基準となる音を頼りに音程を知覚できる能力とされている。

Matsuda らは, ミスマッチ陰性電位 (MMN) を用い, 12 音階内の音と音階外の音とで聴覚の全注意的な情報処理の差を検討した。AP 保持者は音階外の音と比べ音階内の音では MMN 振幅が低下し, これは AP 保持者が非保持者と比べ潜在記憶が発達しているためであると結論付けた。 [2]

また Hirose らは, 小児および成人の AP 保持者, 非保持者とで音高判断時の脳磁場計測を行った。その結果成人保持者では音高判断時, また非音高判断時ともに右頭部で N100m が増大した。これにより AP 保持者では音高判断時に無意識的に神経回路のスイッチが働くと考えられた。 [3]

以上の研究では選択的に特定の音にだけ注意を向けたときの脳波反応が明らかになっていない。そこで本研究では絶対音感保有者, 相対音感保有者, またそうでないものとで, 聴性誘発反応 N1 (刺激音発生時から 0.1s 後に観測される陰性波) を用い, 複数の音階の音から特定の音階を選択したとき, 注意を向けた音とそうでない音とで, 脳反応の差を比較することを目的とする。

2 実験内容

まず AP 群判別と, RP 群判別の 2 つの音感テストを行い, 被験者を絶対音感保有者 (AP 群), 相対音感保有者 (RP 群), 非保有者 (NP 群) などに群分けを行う。その後脳波を用いた実験を 2 種類行い, それぞれで N1 反応を調べた。

2.1 音感テスト

C3 から B5 までの音階内の音を「同一オクターブ内の音及び同一クロマの音が続けて提示されない」という制約内でランダムに提示 (提示時間 0.2s, 間隔 2s) した。被験者には 36 音の中から同じであると判断した音にチェックシートに○をつける

ように指示した (36 音×3 セット)。最初に白鍵部分の音を提示し, チェックシートのオクターブ間隔を把握してもらい, AP 群判別のためのテストの直前にはホワイトノイズを提示することで, 直前の音の影響を省いた。また被験者にはわからない場合もどれか一つに○をつけるように求めた。このテストの正答率が 97% 以上のものを絶対音感保有者 (AP 群), 70-85% のものを部分的絶対音感保有者 (PAP 群), 20% 以下のものを非絶対音感保有者 (NAP 群) とした [4]。

また RP 群判別のための音感テストもほぼ同様の方法で行うが, ホワイトノイズは用いず, 基準音 C4 (261.6Hz) を刺激音の前に毎回提示し, この音をもとに音高判別を行ってもらった (基準音 0.2s, 間隔 0.5s, 刺激音 0.2s, 間隔 2s)。

2.2 脳波実験

脳波計は EEG-9100 を用い, 電極配置は 10-20 法に基づき測定した。E3, F3, G3, A3, E4, F4, G4, A4 (E-A の 4 音×2 オクターブ) の音を「同一オクターブ内の音及び同一クロマの音が続けて提示されない」という制約内でランダムに提示 (刺激音 0.2s, 間隔 2s) した。被験者には F3 および F4 の音が流れたと思ったら, ボタンを押すように求めた。音源は基準音なしとありの 2 種類を用意し, 音感テストと同様に RP 群の向けの音源では刺激音の前に基準音 C4 を提示した。どちらの音源も刺激音は 1 音につき 51 回再生し, 加算平均をとることで N1 反応を見ることとした。

3 実験結果と考察

3.1 音感テスト

被験者は 20 代の学生 2 名で, まず男性被験者は 2 歳からのピアノ経験者であった。結果は AP テストが 25.9%, RP テストが 46.3% とともに分析対象外であったため, 対象から除外した。次に 3 歳からの音楽経験をもつ 20 代女性被験者は, AP テストが 97.2% となり AP 群の判定となった。ちなみに RP テストは 98.1% であったがこれは絶対音感による判別の結果であるとした。

3.2 脳波実験 (予備実験)

図 1 と図 2 は AP 群判定の被験者に, 刺激音 F4

提示後の左右の脳反応の加算平均の結果である。基準音なしの実験では刺激音提示後約 0.1s 後に陰性方向に大きな振幅がみられる。

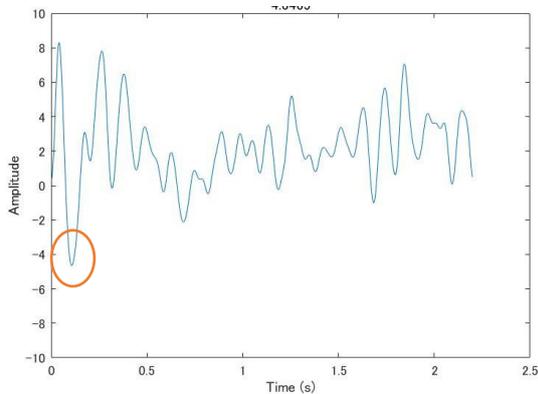


図 1：刺激音 F4 提示後の N1 反応（左側頭部）

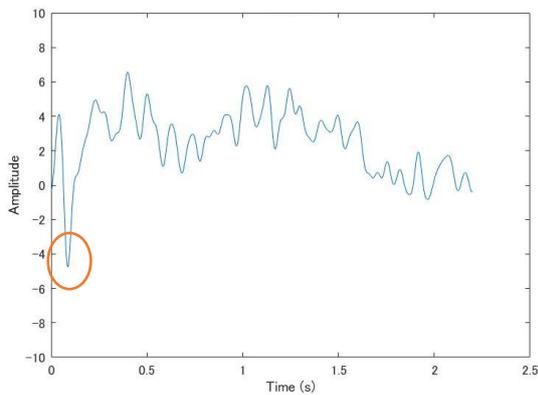


図 2：刺激音 F4 提示後の N1 反応（右側頭部）

表 1: 左側頭部における刺激提示後 100ms 付近の陰性反応

Left	E3	F3	G3	A3
潜時(s)	0.113	0.113	0.116	0.116
振幅(μ V)	-4.481	-9.999	-11.531	-5.007
	E4	F4	G4	A4
潜時(s)	0.090	0.100	0.119	0.090
振幅(μ V)	-4.969	-4.498	-3.366	-6.353

表 2: 右側頭部における刺激提示後 100ms 付近の陰性反応

Right	E3	F3	G3	A3
潜時(s)	0.117	0.106	0.122	0.112
振幅(μ V)	-4.583	-4.064	-0.770	-5.569
	E4	F4	G4	A4
潜時(s)	0.090	0.089	0.089	0.106
振幅(μ V)	-5.389	-5.400	-1.095	-5.197

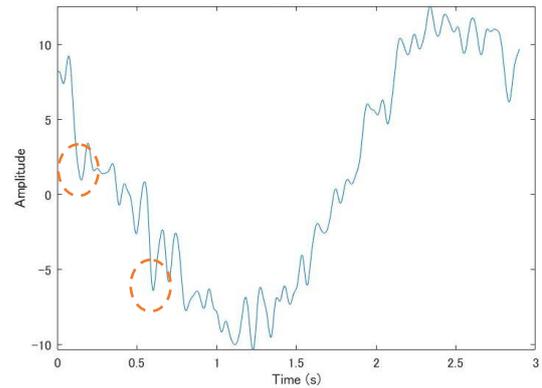


図 3：基準音 C4 と G3 提示後の脳反応（右側頭部）

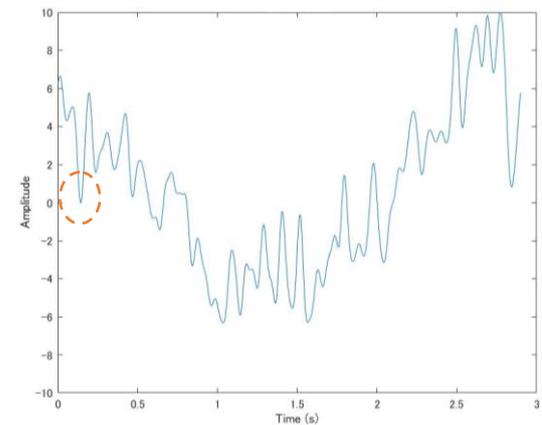


図 4：基準音 C4 と F3 提示語の脳反応（左側頭部）

図 3 は基準音 C4 と刺激音 G3 の提示後の加算平均の様子である。図 3 では約 0.1s 後と約 0.6s 後に陰性波が見られるが、おそらくこれは基準音 C4 と刺激音 G3 による反応ではないと思われる。

しかし図 4 のように基準音ありの実験では C4 提示時の N1 反応のようなものは一部で観測できたが、ほとんどのデータは刺激音の聴取時に関わらず脳波にブレが生じてしまっていた。

これらの原因として、一つは基準音の提示と刺激音提示までの間隔が短いことがあげられる。また、長時間の実験により脳波に余計な影響を与えてしまっていることも大いに考えられるため、実験時間の短縮も今後の課題である。

4 結言

本研究では選択的な注意に関する絶対音感の脳反応に着目し、その特徴について解析を試みた。音感テストでは、被験者の音楽経験が長いにも関わらず RP テストでの正答率があまりよくなかった。これは音源の提示時間が 0.2s と短かったことや、基準音

を C4 で固定したため刺激音との関係がオクターブ内に収まっていなかったことが要因として考えられる。また脳波を用いた予備実験では一部でしか N1 反応を観測することができなかった。音感テスト、脳波実験ともに実験環境の改善が必要である。

まだ研究が始まったばかりで予備実験の段階であるが、今後は実験時間も考慮しつつ環境構築に努め、被験者を増やし、音感保有者と非保有者とで N1 反応の比較を行い、結果を追加する予定である。

参考文献

[1] Takeuchi AH, Hulse SH: Absolute pitch. Psychol Bull 345-361, 1993

[2] 松田綾沙, 原恵子, 太田克也, 松浦雅人, 松島英介 MMN を用いた絶対音感保持者の聴覚情報処理に関する研究 臨床神経生理学 40(6): 527-534, 2012

[3] 広瀬宏之, 久保田雅也, 木村育美, 湯本真人, 榊原洋一 絶対音感保持者の N100m 臨床脳波: 脳波・筋電図の臨床 47(4) 231-236, 2005

[4] 藤崎和香, 柏野牧夫, 絶対音感保持者の高音知覚特性 日本音響学会誌 57 巻 12 号 (2001)