

音系列の予測と予測からの変異を検出する聴覚機構

—MEG 測定による検討—

(指導教員 世木 秀明 助教授)
世木研究室 9710082 豊田 慶太

1. はじめに

人間の聴覚は環境音の規則性を記憶しており、それから外れた音が出現すると無意識のうちに検出する機能を持つと言われている。脳磁図や脳波のオドボール課題で計測されるミスマッチ磁界 (MMF) や電位はこの機能の一端を表していると考えられている。従来の一般的なオドボール課題では単一の標準刺激を高頻度で繰り返し呈示することで心的トレースを形成し、低頻度で別の比較刺激を呈示したとき、それを検出する神経回路の反応を MMF として観測している。また、観測された MMF の潜時や振幅の大きさは高頻度刺激に対する低頻度刺激の違いの大きさに対応していると考えられている。

本研究では、従来のオドボール課題の考え方とは異なり、音系列を呈示して「音の流れ」の心的トレースを形成させ、その流れから外れた音を検出する脳機能について検討することを目的とした。具体的には、本研究における実験課題で従来のオドボール課題での MMF に類似した脳内の反応が検出されるかどうかについて検討するとともに、もし検出されるなら検出される脳部位や潜時は従来のオドボール課題における単独音の場合と異なるかについて検討することとした。

2. 呈示用刺激と実験方法

2-1 呈示用刺激

実験に使用した刺激は、従来のオドボール課題の刺激として一定標準刺激を、本研究で注目している「音の流れ」の脳機能を検討するための刺激として音系列刺激を用意した。それぞれの詳細は、以下の通りである。

- **一定標準刺激:** 高頻度刺激として単独音「ド」、低頻度刺激として単独音「レ」を用い、出現頻度は「ド」が約 93%、「レ」が約 7%としたものおよび、出現頻度を逆にしたもの 2 種類である。
- **音系列刺激:** 無限音階を標準刺激(standard)とし、これから外れる音を目標刺激(target)とした。出現頻度は標準刺激が 90%、目標刺激が 10%である。外れる音は、流れからの予測に違反する音の場合と、音の種類が異なる場合の 2 種類を使用した。ここで、種類の異なる音として成人男性が発話した単音/ba/を使用した。

2-2 実験方法

Neuromag 社製 204 チャンネル全頭型脳磁計により、聴覚の健全な成人男女 12 名を対象に測定を行った。被験者への聴覚刺激は挿耳型イヤフォンにより行った。

3. 実験結果

脳磁図計測により測定された結果を、複数電流双極子モデルを利用して解析し、刺激条件ごとの MMF の潜時、振幅および、脳内活動部位を推定した。

さらに、推定部位の把握が容易になるように、被験者ごとの MRI 画像に推定された電流双極子の位置を重ね

合わせて表示した。

図 1 に代表的な脳内活動部位の推定位置を白丸印で MRI 画像に重ね書きしたものを示す。図 1 に示すように、一定標準刺激を呈示した場合と音系列刺激を呈示した場合において検出部位に有意な差は認められなかった。これは、すべての被験者で同様であった。

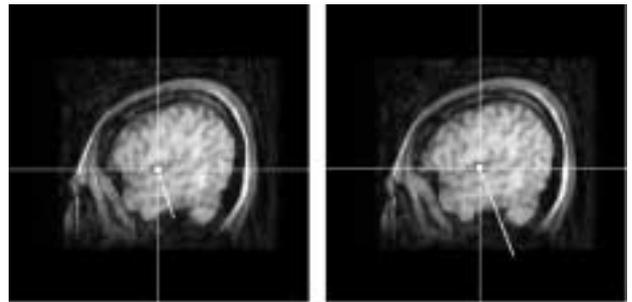


図 1 音系列刺激聴取時(左)と一定標準刺激聴取時の(右)の活動部位

一定標準刺激と音系列刺激を呈示した場合の MMF の潜時の違いについて詳細に観察すると、一定標準刺激の場合は刺激開始後 130ms 前後で MMF が観測されたのに対し、音系列刺激では 180ms 前後で MMF が観測された。また、すべての被験者から得られた MMF の潜時について有意差検定を行ったところ、1%の有意水準で音系列刺激を与えた方が一定標準刺激の場合よりも潜時が有意に遅れることが示された。また、音系列刺激呈示条件において音の流れからの予測に反する音を使用した場合と、異なる種類の音を使用した場合の MMF の振幅と潜時に有意な差は見られなかった。

4. まとめ

脳磁図測定により一定標準刺激を呈示した場合と音系列刺激を呈示した場合の双方で MMF に対応する脳内反応を観測することができた。また、両刺激において MMF 生成の脳内部位には有意な差はみられなかった。一方、MMF の潜時は一定標準刺激では刺激開始後 130ms 前後であったのに対し、音系列刺激では 180ms 前後であり、両者には有意な差が認められた。また、音系列刺激呈示条件において音の流れの予測に反する音を使用した場合と、異なる種類の音を使用した場合では MMF の潜時と振幅の大きさに有意な差は観測されなかった。

以上の結果から、一定の音の繰り返しの中に異なる音が混入したことを検出する脳内機構と、一定の音系列の繰り返し音中に系列を乱す音が混入した場合の脳内検出機構は共通であるものの、後者の検出処理時間は前者に比べ、約 50ms 多くの処理時間を必要とすることが示唆された。