

聴覚空間的選択的注意の機構の EEG および fMRI による解析

堀川順生、杉本俊二（第7工学系・視聴覚コア）

1. はじめに

聴覚における空間的選択的注意とは、特定の方向からの音に選択的に注意を向けることをいう。空間選択的注意を働かせると、その音に対する処理が優先され、別の方向から聞こえてくる他の音に対する処理は無視される。この現象の脳機構については、これまでにいくつかの研究があるが[1, 2]、まだ充分には解明されていない。我々はこれまで、脳波（EEG）および脳磁図（MEG）を計測することにより、聴覚空間選択的注意の脳機構について解析を行ってきた[1, 3, 4]。今回はこれらの結果に加え、さらに fMRI を用いて解析した結果について報告する。

2. 実験方法

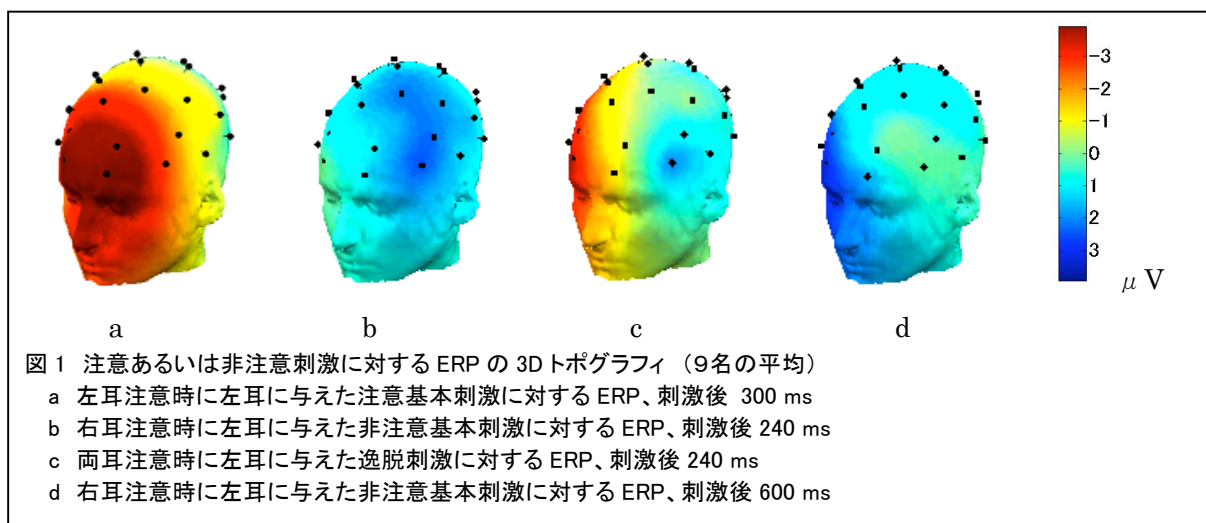
実験は豊橋技術科学大学安全衛生委員会および日本大学松戸歯学部倫理委員会の承認を得て行われた。被験者は EEG では9名の成人男性（学生、平均年齢 21.7 ± 1.0 歳、右利き）、fMRI では1名の成人男性（学生、年齢 22 歳、左利き）である。被験者には、音の長さの違いを検出するオドボール課題を与えた。オドボール課題の刺激音は、長さ 100 ms（立上り立下

り時間各 10 ms を含む）の基本刺激（1 kHz の純音）と、長さが 50 ms の逸脱刺激（1 kHz の純音）を用いた。基本刺激は片耳 80 個（頻度 80%）、逸脱刺激は片耳 20 個とし（頻度 20%）、1 セクションあたり両耳合計 200 個の音を与えた。基本刺激と逸脱刺激の順番をランダムにし、刺激音の間隔は左右耳を含めて 800 ms から 1200 ms の間でランダムに設定した。

被験者は逸脱刺激の個数を数える課題を、（1）左耳に注意、（2）右耳に注意、（3）両耳に注意、（4）非注意（暗算、大きな整数から 7 を引き続ける）の 4 条件下で行った。それぞれの注意条件で行う課題セクションを 2 回、すなわち合計 8 セクションの計測を行った。1 セクション毎に集中度や数えた標的刺激の回数を調べるためにアンケートをとり、4 セクション毎に休憩を挟んだ。

EEG 測定では、BioSemi 社製 Active Two 32ch システムを使用した。脳波は 0.16~100 Hz の帯域通過フィルタを通して 2048 Hz、16 bit でサンプリングした。このとき被験者にはヘッドフォンを通して刺激音を提示した。

fMRI 計測では、被験者に与える音刺激列は、6 つの音刺激ブロック（20 s）と、ブロックの



間の刺激がなく何もさせない安静時間 (20 s) で構成される。刺激ブロックは、音の長さの違いを検出するオドボール課題 (基本刺激 : 500 ms、80 %、逸脱刺激 : 250 ms、20 %、立ち上がり、立下り時間 各 10 ms を含む) を使用した。刺激間隔 (ISI) が、400 ms~700 ms の単一刺激列を作り、半分をランダムに左耳に、もう半分を右耳に振り分けて与えた。

3. 結果と考察

図 1 に EEG 事象関連電位 (ERP) のトポグラフィを示す。注意基本刺激に対して、ERP の N300 成分 (刺激後 300 ms に現われる陰性電位) が、両側の前頭極部で陰性方向に増大した (図 1a)。注意逸脱刺激に対して、N300 は注意基本刺激と同様の変化を示すが、陰性方向への増大はさらに前頭部後方まで広がった。

非注意基本刺激に対する ERP では、刺激後 200 ms 付近で刺激同側前頭部を中心に、陽性成分 (P200) が現われた (図 1b)。両耳注意の場合の非注意逸脱刺激 (同側刺激) に対しても同様に P200 成分が刺激同側前頭部に現われた (図 1c)。非注意基本刺激後 600 ms 付近の陽性の ERP 反応 (P600) は、刺激耳の対側の側頭前頭部で陽性に有意に増大した (図 1d)。この陽性成分は、暗算による ERP には現われなかった。このことからこの成分は空間選択的注意時に現われると考えられる。

fMRI の結果を図 2 に示す。注意時には前島、上前頭回、上頭頂小葉、上側頭皮質の活動が両側性に増大する。

EEG の結果と fMRI の結果を比較すると、注意時に前頭部で現れる N300 の増大は、前島の活動を反映していると考えられる。前島は先行研究から、注意の割り当てに関わることが示唆されている。

今回の研究結果は、両耳分離聴オドボール刺激による空間選択的注意の機構として、非注意耳が刺激されたときに、注意耳の対側の半球 (注意半球、刺激同側) の活動を抑制するプロセスと、注意耳の同側の半球 (非注意半球、刺激対側) の活動を抑制するプロセスの二つがあることを示唆する。非注意刺激で現われる P200 成分は、注意半球での非注意刺激に対する活動の抑制に関わり、P600 成分の陽性シフトは、非注意半球での非注意刺激の抑制に関わると考えられる。これらの結果の一部は日本音響学会聴覚研究会で発表した[4]。

文 献

1. 山中聡子、杉本俊二、堀川順生. 音の変化の検出に対する注意の効果とその機構の脳波による解析. 信学技報 NC2006-76(2006-12), 31-36, 2006.
2. C.-T. Wu, D. H. Weissman, K. C. Roberts and M. G. Woldorff. The neural circuitry underlying the executive control of auditory spatial attention. *Brain Res.* 1134: 187-198, 2007.
3. E. Igari, S. Sugimoto and J. Horikawa. MEG analysis of the effects of spatial selective auditory attention. 第 12 回聴覚フォーラム・アブストラクト集, p37, 2007.
4. 猪狩えみ、谷口直弥、堀畑聡、新谷益朗、杉本俊二、堀川順生. 音に対する空間選択的注意の効果の MEG と EEG による解析. 日本音響学会聴覚研究会資料, Vol.38. No. 7: H20080122: 701-706, 2008.

