

## 視聴覚情報の同時変化に対する脳活動解析

## Analysis of Brain Activity for Simultaneous Changes in Audio-Visual Information

○ 春山友宏 (東京電機大学) 青山敦 (慶應義塾大学)

Tomohiro HARUYAMA Tokyo Denki University

Atsushi AOYAMA, Keio University

**Abstract:**

Humans have abilities to access current situation and to prevent crisis rapidly and unconsciously by detecting changes in sensory information from the external environment. Though early brain activities for either auditory or visual changes have been relatively well studied, little is known about the neural mechanism for simultaneous audio-visual changes. In this study, we used magnetoencephalography (MEG) to measure brain activities for these changes under the Braille reading task, and found activity specific to audio-visual changes from the auditory cortex, despite the unawareness of the changes. The results suggest that visual changes implicitly affect auditory processing from an early stage, and that it could strengthen unconscious detection of co-occurring audio-visual events.

**Key Words:** Audio-visual, Brain activity, Magnetoencephalography (MEG), Mismatch fields, Multisensory

## 1. はじめに

人間は、外部環境から入力される感覚情報の変化を早期かつ無意識的に検出することによって、環境の状態把握や危機回避を行っている。脳内においては、定常的に繰り返し呈示される聴覚刺激の変化に対して早期の聴覚活動が<sup>(1)</sup>、視覚刺激の変化に対して早期の視覚脳活動が<sup>(2)</sup>、刺激に対して注意を向けていなくても出現することが報告されている。一方で外部環境は多感覚的であるにもかかわらず、視聴覚情報の同時変化に対する脳活動の報告は殆どなく、その脳内機構も分かっていない。本研究では、視覚刺激と聴覚刺激の双方から中立的に注意を逸らすために点字触読課題を採用し、視聴覚情報の同時変化に対する脳活動の検討を MEG を用いて行った。

## 2. 実験方法

インフォームドコンセントを得た正常な視覚、聴覚、触覚機能を有する健常被験者 10 名に対して視聴覚刺激を呈示した。Fig.1 のように、視覚刺激として、2×2 の市松模様のパターン V1 または V2 を使用し、左右の視野に同じパターンを 50ms 表示させた。聴覚刺激として、1000Hz の純音 A1 または 1050Hz の純音 A2 を使用し、視覚刺激と同時に両耳に 50ms 呈示した。この時、Table 1 のように、V1 と A1 の組み合わせ (標準刺激) を高頻度 (87.5%) 出現させ、稀に V2 と A1 の組み合わせ (視覚逸脱刺激)、V1 と A2 の組み合わせ (聴覚逸脱刺激)、V2 と A2 の組み合わせ (視聴覚逸脱刺激) を各々低頻度 (4.2%) で出現させた。これらの 4 種類の視聴覚刺激は 500ms の間隔でランダムに合計 2400 回呈示した。被験者には、視聴覚刺激から注意を逸らすために、点字触読課題を行ってもらった。点字刺激のパターンを Fig.2 に示す。点字触読課題では、視野中央の固視点を凝視してもらいつつ、点字刺激装置によって 10s 毎に切り替わる点字パターンを左示指 (または右示指) の先端部で読み取ってもらい、10 種類のパターンのうちターゲットを見つけた際に反対側の示指でなるべく正確に回答するよう指示した。

計測には Neuromag 社製 122 チャンネル全頭型脳磁図計測装置を用い、高性能シールドルーム内にて計測を行った。刺激前 50ms の区間を基準に、各視聴覚刺激に対して加算平均を行い、0.03-40Hz の帯域を解析した。脳の活動源推定を行うために MNE (minimum norm estimate) 法を用い、推

定結果を標準脳と重ね合わせて脳の活動源の推定を行った。その後、推定された各部位に注目して、活動強度の経時変化を求め、条件間の比較を行った。更に、ウェーブレットによる位相同期評価を時間周波数領域において行った。

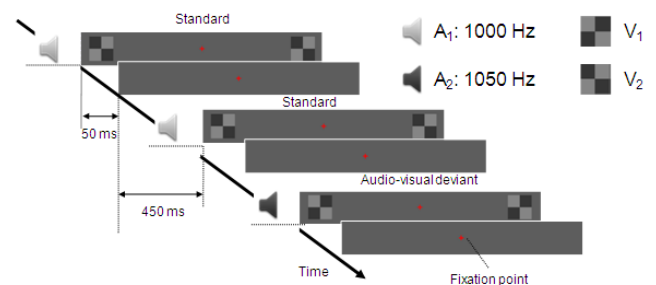


Fig. 1 Audio-visual stimulus sequence

Table 1 Audio-visual combinations

Name	Visual	Auditory	N
Standard	V1	A1	2100
Visual deviant	V2	A1	100
Auditory deviant	V1	A2	100
Audio-visual deviant	V2	A2	100

a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
●○	●○	●●	●●	●○	●●	●●	●○	●○	●○
○●	○●	○●	○●	○●	○●	○●	○●	○●	○●
○●	○●	○●	○●	○●	○●	○●	○●	○●	○●

Target

Fig. 2 Braille patterns

## 3. 結果

聴覚逸脱刺激、視聴覚逸脱刺激における活動源推定の結果を Fig.3 に示す。左右側頭部の聴覚野を中心に上側頭溝や視覚野で活動が見られた。Fig.4 の上から順に、視覚逸脱刺激・聴覚逸脱刺激・視聴覚逸脱刺激に対する一次聴覚野・高次聴覚野・上側頭溝・視覚野の活動強度の時間変化 (標準刺激に対する強度を減算済み) を示す。一次聴覚野・高次聴覚野・上側頭溝では 150ms 付近で活動強度の増加が見られたが、視覚逸脱刺激では見られなかった。また視覚野では各刺激に対して顕著な活動強度の増大は観測されな

った。またウェーブレットによる位相同期評価の結果を Fig.5 に示す。3種類の逸脱刺激に対して、後頭側頭部において  $\theta$  帯域 (4-7Hz) で位相の同期性の増加が観測された。特に左右側頭部においては、視聴覚逸脱刺激で最も位相の同期性が高まっていた。

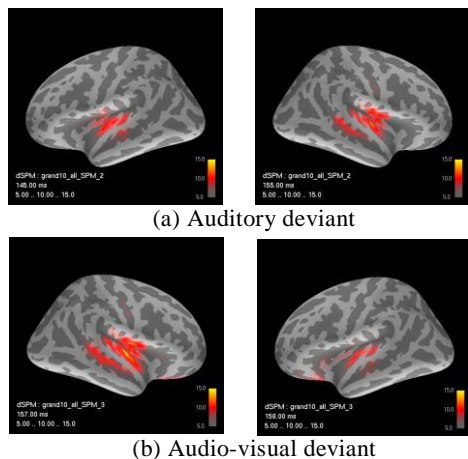


Fig. 3 Source localization of brain activity

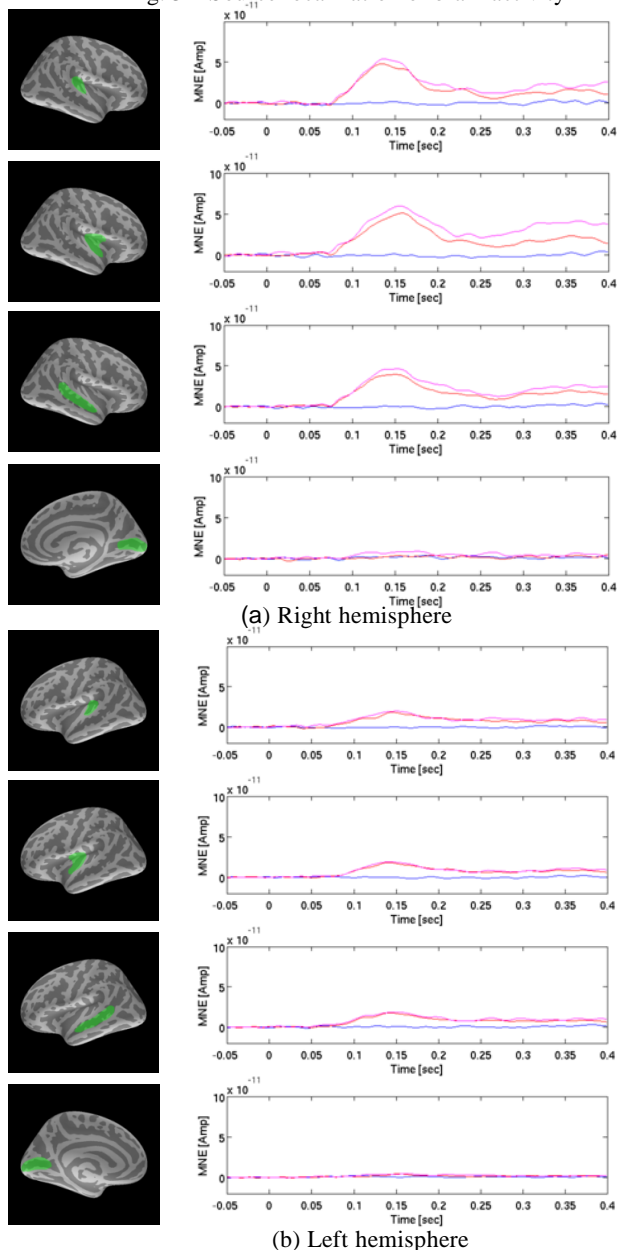


Fig. 4 Current intensities of deviant-specific activity

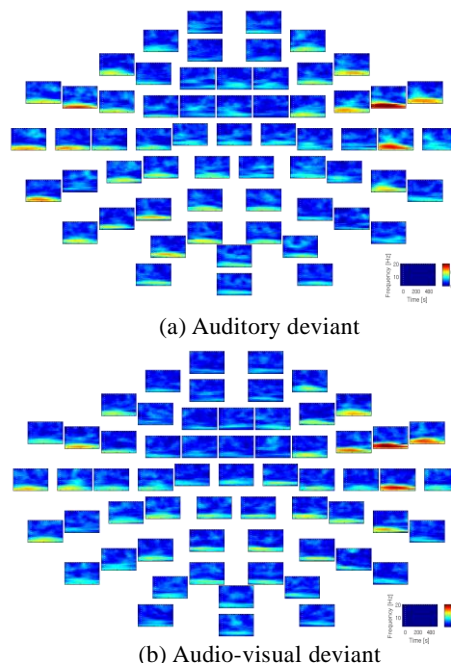


Fig. 5 Evaluation of phase locking factor

4. 考察

点字触読課題下においては、どの条件においても視覚変化や聴覚変化に気付くことはなかった。MNE 解析結果から、聴覚逸脱刺激と視聴覚逸脱刺激では活動源が両側の一次聴覚野・高次聴覚野・上側頭溝であることが確認できた。次に各々の部位における活動強度の経時変化を調べた結果、先行研究と同様に150ms付近で右優位な両側性のピークを示す聴覚ミスマッチ反応<sup>(1)</sup>が確認された。注目すべきことに、聴覚ミスマッチ反応の強度は視聴覚逸脱刺激の方が聴覚逸脱刺激と視覚逸脱刺激の和よりも大きかった。このことは、視覚変化を知覚できなくても、視覚変化が伴った方が、聴覚変化検知が促進されることを示している。一方で視覚逸脱刺激と視聴覚逸脱刺激では、視覚野において顕著な活動強度の増大が見られなかった。このことから、視覚野を経由せずに視覚情報が聴覚処理系に対して影響を及ぼす可能性が示唆された。また後頭側頭部における  $\theta$  帯域の位相同期性の増加から、変化に対する検知信号が後頭側頭部の広範囲に伝播されていることが分かった。

5. おわりに

点字触読課題遂行下において、視聴覚刺激の同時変化に対する聴覚活動 (聴覚ミスマッチ反応) は、聴覚刺激や視覚刺激の単独変化に対する聴覚活動の和よりも大きかった。このことから、視聴覚刺激の同時変化によってのみ出現する脳活動の存在が明らかになり、聴覚処理に対して視覚変化が早期から影響を与えて、同時に起こる視聴覚事象の無意識的な検知能力を高めていることが分かった。

謝辞

本研究の一部は、文部科学省ハイテクリサーチセンタープロジェクト(07H012)、及び科学研究費補助金・若手 (B) (22700278) の助成を受けた。

参考文献

(1) Näätänen R et al., "The mismatch negativity (MMN) in basic research of central auditory processing: A review", Clinical Neurophysiology 118 (2007) 2544-2590.  
 (2) Kogai T et al., "Visual mismatch response evoked by a perceptually indistinguishable oddball", Neuroreport 22 (2011) 535-538.