

明るさの時間変化波形とのコヒーレンス関数を用いた 視覚誘発脳磁場の検討

A study of visual evoked magnetic fields by using the coherence function with a time variation curve of illumination

樋口正法⁽¹⁾, 鈴鹿有子⁽²⁾, 小山大介⁽¹⁾, 上原弦⁽¹⁾

(1) 金沢工業大学先端電子技術応用研究所 (2) 金沢医科大学耳鼻咽喉科
Masanori Higuchi (1), Yuko Suzuka (2), Daisuke Oyama (1), and Gen Uehara (1)

(1) Applied Electronics Laboratory, Kanazawa Institute of Technology

(2) Department of Otolaryngology, Kanazawa Medical University

Abstract We proposed a new analytical method for visual evoked magnetic fields by using the coherence function with a time variation curve of illumination. MEG experiments were carried out using animation videos, and the effectiveness of this method was considered.

1. 目的

動画に対する視覚誘発脳磁場を解析する手法として、明るさの時間変化波形と脳磁場波形とのコヒーレンス関数を用いた方法について検討する。本手法は先に報告したサウンドエンベロープとのコヒーレンス関数を用いた聴覚誘発反応の解析手法を視覚誘発反応に応用したものである[1]。動画の場合、画像が時間的に変化するため通常の視覚誘発反応計測に用いられる加算平均手法を用いることができない。本手法は固有の誘発反応波形を抽出するのではなく、時間的に変化する動画の明るさ波形と脳磁場との相関性から視覚誘発反応を評価する。

2. 方法

(1) 実験

磁気シールドルーム内部にスクリーンを設置し、外部よりプロジェクターからの動画を投影する。被験者近傍に照度計を設置し、スクリーン全体の明るさを計測する。照度計出力から交流成分を取り出し、脳磁場と一緒に記録する(図1参照)。動画は4~5分程度の短編アニメーションで、音なしと音ありの2条件で提示した。

(2) 解析方法

記録データから3分間のデータを切り出し、明

るさの時間変化波形 $x(t)$ と脳磁場波形 $y(t)$ とのコヒーレンス関数値を計算した。コヒーレンス関数 $\gamma^2(f)$ は以下の式で表現される。

$$\gamma^2(f) = \frac{|W_{xy}(f)|^2}{W_{xx}(f) \cdot W_{yy}(f)}$$

上式において、 $W_{xx}(f)$ および $W_{yy}(f)$ は $x(t), y(t)$ のパワースペクトル、 $W_{xy}(f)$ は信号 $x(t)$ と $y(t)$ とのクロススペクトルを表す。コヒーレンス関数は式が示すように周波数の関数で、値が大きいほどその周波数において相関性が高いことを示す。

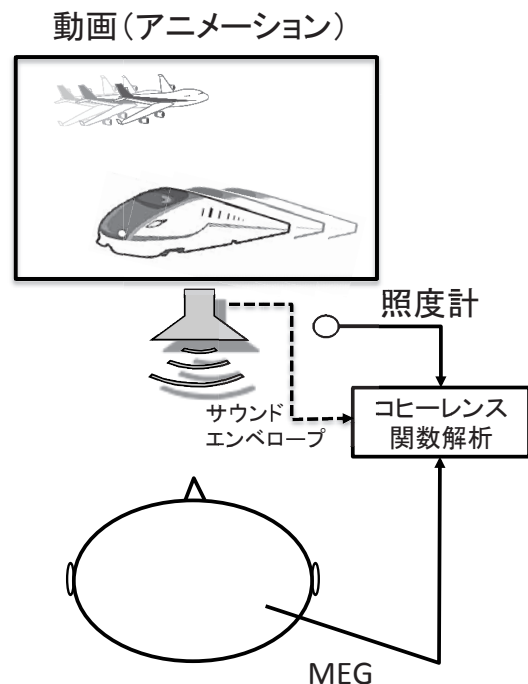


図1 実験方法

3. 結果と考察

図2に動画を提示しているときの照度計出力波形とその時の脳磁計波形（後頭部チャンネル）の一部を示す。これらの時間波形データを用いて先に示したコヒーレンス関数を計算した結果を図3に示す。(a)は音なし条件、(b)は音あり条件を示す。図に示すように15Hz以下の帯域において、コントロール（破線：被験者なしで計測した場合）に対してコヒーレンス値の増加を認めることができた。本結果においては音なし条件では8.6Hzに大きなピークがみられ、音あり条件ではそれより低い5.9Hzにもピークが出現した。なお、音と照度計出力とのコヒーレンス値に同じピークは見られなかった。各ピーク周波数におけるMEGセンサ全体のコヒーレンス値の分布を示したものを図4、5に示す。8.6Hz成分については音なし・ありともに後頭部付近に大きな値が分布している。5.9Hz成分については音なし条件では後頭部に大きな値は分布しておらず、音あり条件のみに後頭部に大きな値が分布している。これは音情報によって高次視覚反応が誘発されたことを示すものと思われる。なお後頭部以外のコヒーレンス値の増加については今後検討を要する。

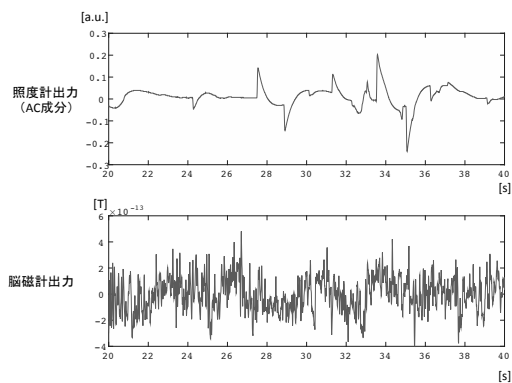


図2 照度計出力波形と脳磁計出力例

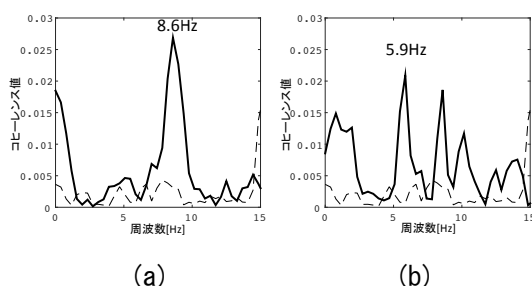


図3 コヒーレンス関数計算例

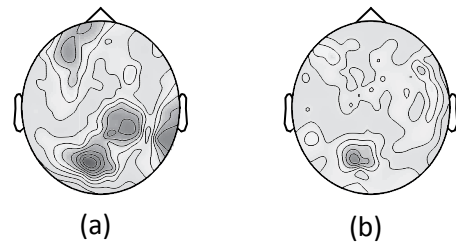


図4 8.6Hzにおけるコヒーレンス値の分布

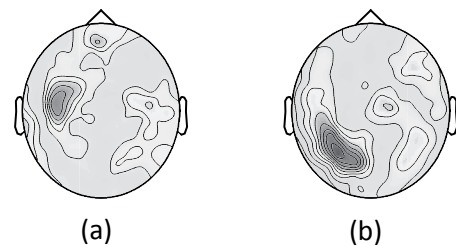


図5 5.9Hzにおけるコヒーレンス値の分布

本研究では画像全体の明るさを計測して評価した。そのため画像の位置による明るさの違いが平均化され、コヒーレンス値の低下を引き起こしているものと思われる。将来的にはイメージセンサ等を用いて場所ごとの明るさ変化波形を算出し、これらとの多重コヒーレンス関数[2]を用いた手法が有効かと思われる。

4. 結論

動画に対する視覚誘発脳磁場の解析手法として本手法が有効であることが示された。特に高次の視覚誘発反応の解析に有用と思われる。

謝辞

本研究は科学研究費補助金・挑戦的萌芽研究（課題番号 25560292）の支援によって行われた。

参考文献

- [1]樋口正法他, 2013. 音の強弱波形とのコヒーレンス関数を用いた聴性誘発反応の評価. *Audiology Japan* 56:276-282
- [2] J S Bendat, A G Piersol: *Random Data: analysis and measurement procedures*, Wiley-Interscience, New York, 1971