

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 6 月 4 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2009～2011

課題番号：21300102

研究課題名（和文） 「見てるけど見えてない」の脳波・脳磁界計測

研究課題名（英文） EEG and MEG for events visible but unrecognized

研究代表者

眞溪 歩 (MATANI AYUMU)

東京大学・大学院新領域創成科学研究科・准教授

研究者番号：50273842

研究成果の概要（和文）：本研究は、注意・不注意、意識・無意識に関する事象関連電位/磁界(ERP/ERF)計測を行うことを目的としていた。そこで、本研究を、目的を直接的に追求するための認知行動実験と、認知行動実験時の ERP/ERF を計測・解析する手法の両面から構成した。計測解析手法では、脳領野間の方向付き位相共振を定量化する解析法を確立し、IEEE Tr BME 誌に論文発表した。これらを用いた注意・不注意、意識・無意識が介在する ERP/ERF 解析では、無意識下での認知行動モデルの生成とそれが律動成分の位相共振によって実現視されていることを示唆する結果を得た。

研究成果の概要（英文）：This study was to record event-related potentials/fields (ERP/ERF) relevant to attention/inattention and conscious/unconscious. Accordingly, this study consisted of two stages: 1) to design cognition and behavioral experiments directly relevant to them and 2) to develop instrumentation methods of the ERPs/ERFs. As to instrumentation methods, a method for quantitatively evaluating directional synchronization relationships between brain areas and is published as an IEEE Tr BME paper. An analysis of such ERPs/ERFs by using this method suggested that a cognition and behavioral model was unconsciously created with phase-synchronizations of rhythmic EEGs/MEGs.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009 年度	7,300,000	2,190,000	9,490,000
2010 年度	3,400,000	1,020,000	4,420,000
2011 年度	3,500,000	1,050,000	4,550,000
年度			
年度			
総計	14,200,000	4,260,000	18,460,000

研究分野：認知科学

科研費の分科・細目：

キーワード：注意，不注意，事象関連電位，事象関連磁界，位相，意識，無意識

1. 研究開始当初の背景

事象関連電位/磁界(ERP/ERF)の研究において、注意に関する研究は非常に多いが不注意に関する研究は極めて少ない。注意/不注意が表裏一体で注意の研究をすることは同時に

不注意の研究をすることだとしても、事前の注意/不注意の状態に関する研究はほとんど存在しない。

2. 研究の目的

本研究では、ERP/ERF 計測によって事前の不注意状態を定量化することを目的とする。すなわち、「見てるけど見えてない」を計測する。

### 3. 研究の方法

注意・不注意、意識・無意識などが含まれる認知行動課題を行い、同時に ERP/ERF 計測を行う。行動実験については反応時間の統計的検定を行い、ERP/ERF については本研究で開発した位相補償加算平均法、位相補間加算平均法で脳領野間の方向付き共振関係を調べる。

### 4. 研究成果

(1) フラッシュに対する単純反応課題を行った。フラッシュは点灯時間が 0.033 s、間隔が 2-3 s であり、実験は全体で 200 回×3 セットであった。被験者には、1 回目のセットではただフラッシュを見るだけ、2 回目のセットではフラッシュに対しできるだけ早くボタン押しを行う、3 回目のセットではまたただフラッシュを見るだけと指示した。この実験の目的は、行動実験によって脳内に認知行動モデルが形成されるかどうかであった。すなわち、この行動実験の第 1 セットと第 3 セットは全く同じ実験であるが、第 2 セットの行動課題を経験したことにより、脳波に何らかの変化が生じ、それが認知行動モデルによるものかどうかを調べることであった。図 1 の第 1 行は、この 3 セット(第 1 セット: 点線、第 2 セット: 破線、第 3 セット: 実線)に対する脳波(チャンネル: FCz(前頭), Oz(後頭))の通常に加算平均を示している。実際にボタン押し行動が伴う第 2 セットのみ他と異なる波形を描いている。一方、下の 2×2 のパネルは位相補償加算平均の結果であり、たとえば右上のパネル(Oz|FCz)は FCz から Oz への位相共振を表している。これらでは第 1 セットのみ他と異なる波形を描いている場合が多く、第 2 セットと第 3 セットは似通った波形を描いている場合が多い。このことから、第 2 セットにおいて脳内に認知行動モデルが形成され、第 3 セットにおいて行動をする必要がなくてもそのモデルが発動されていることが示唆される。

(2) 前述のような脳波の発生機序が、インパルス応答のように純粋に誘発的なものなのか律動成分の位相共振によるものなのかを調べた。このことによって、行動モデルも含めた脳内での情報伝達が、バケツリレー方式か共振方式が同定される。しかし、両方式が共存している可能性もあるし、状況に応じて使い分けている可能性もある。そこで、認知行動課題は、同時に計測された脳波に、視覚反応、CNV 反応、NoGo 反応、Go 反応が含まれ

るようにデザインした。図 2 は FCz における位相補間加算平均の結果である。第 1 行は通常に加算平均波形(灰太線)と 0 次加算平均波形(細線)の重ね書きである。0 次加算平均は純粋な誘発成分を表すため、純粋な誘発成分はそれほど大きくないことが分かる。第 2 行は 1 次加算平均波形であり、律動成分の振幅変調を示している。FCz においては際だった活動は呈していない。最後に第 3 行は位相補間に必要となる行列の条件数を示しており、律動成分の位相変調を示している。このことから、位相変調が比較的頻発していることが分かる。総合すると、脳内の情報伝達は位相変調方式の方が誘発方式より大きいことが言える。なお、この結果は引き続き行っている研究で覆り始めている。

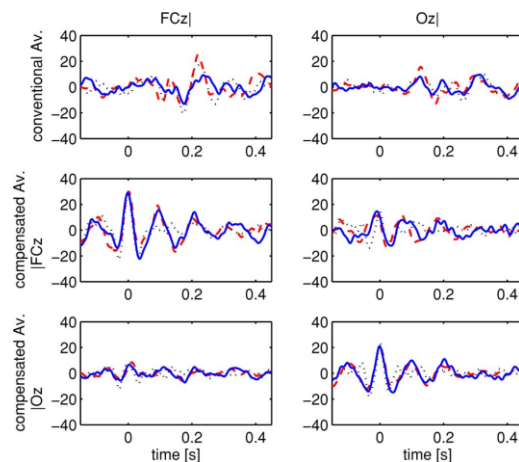


図 1 単純反応課題の脳波計測

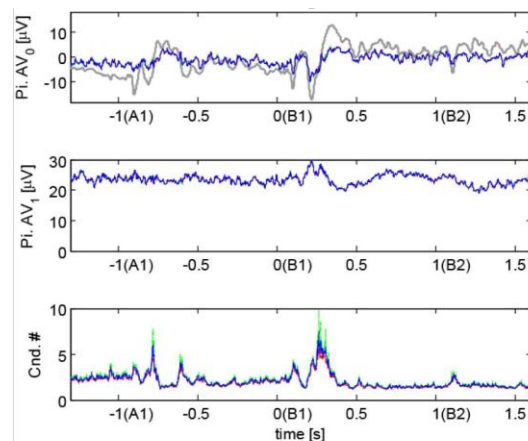


図 2 選択反応課題の脳波計測

### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 9 件)

①A. Ihara, Q. Wei, A. Matani, N. Fujimaki,

H. Yagura, T. Nogai, H. Umehara, and T. Murata, Language Comprehension Dependent on Emotional Context: A Magnetoencephalography Study. 査読有, Neuroscience Research, vol. 72, no. 1, 50-58, 2012.

②眞溪歩, 脳波の共振現象とエポックフィルタ, 査読無, 電気学会論文誌. C, 電子・情報・システム部門誌 vol.131, no.1, 9-14, 2011

③A. Matani, Y. Naruse, Y. Terazono, N. Fujimaki, and T. Murata, Phase-interpolated Averaging for Analyzing Electroencephalography and Magnetoencephalography Epochs. 査読有, IEEE Trans. on Biomedical Engineering, vol. 58, no. 1, 71-80, 2011

④Y. Terazono, N. Fujimaki, T. Murata, and A. Matani, Point Source Reconstruction Principle of Linear Inverse Problems, 査読有, Inverse Problems, vol. 26, no. 11, 115016(1-18), 2011

⑤N. Fujimaki, T. Hayakawa, A. Ihara, A. Matani, Q. Wei, Y. Terazono, and T. Murata, Masked Immediate-repetition-priming Effect on the Early Lexical Process in the Bilateral Anterior Temporal Areas Assessed by Neuromagnetic Responses, Neuroscience Research, 査読有, vol.68, no.2, 114-124, 2011

⑥A. Matani, Y. Naruse, Y. Terazono, T. Iwasaki, N. Fujimaki, and T. Murata, Phase-compensated Averaging for Analyzing Electroencephalography and Magnetoencephalography Epochs, 査読有, IEEE Trans. on Biomedical Engineering, vol. 57, no. 5, 1117-1123, 2011

⑦Y. Naruse, A. Matani, Y. Miyawaki, and M. Okada, Influence of Coherence Between Multiple Cortical Columns on Alpha Rhythm: A Computational Modeling Study, 査読有, Human Brain Mapping, vol. 31, no. 5, 703-715, 2011

⑧A. Ihara, M. Hirata, N. Fujimaki, T. Goto, Y. Umekawa, N. Fujita, Y. Terazono, A. Matani, Q. Wei, T. Yoshimine, S. Yorifuji, and T. Murata Neuroimaging Study on Brain Asymmetries in Situs Inversus Totalis, 査読有, Journal of the Neurological Sciences, vol. 288, 72-78, 2010

⑨N. Fujimaki, T. Hayakawa, A. Ihara, Q. Wei, S. Munetsuna, Y. Terazono, A. Matani, and T. Murata, Early Neural Activation for Lexico-semantic Access in the Left Anterior Temporal Area Analyzed by an fMRI-assisted MEG Multidipole Method, 査

読有, NeuroImage, vol. 44, no. 3, 1093-1102, 2009

[学会発表] (計 16 件)

①眞溪歩, 野界武史, 寺園泰, 藤巻則夫, 早川友恵, 梅原広明, エポックフィルタによる解析を前提とした MEG 計測, 第 27 日本生体磁気学会, 2012 年 5 月 31 日~6 月 1 日, 東京電機大学

②井原綾, 魏強, 眞溪歩, 藤巻則夫, 矢倉春子, 野界武史, 村田勉, 梅原広明, 感情的文脈下における言語脳活動, 第 27 日本生体磁気学会, 2012 年 5 月 31 日~6 月 1 日, 東京電機大学

③藤巻則夫, 寺園泰, 井原綾, 魏強, 眞溪歩, 早川友恵, 梅原広明, MEG 少数データからの言語脳活動源強度の推定精度, 第 27 日本生体磁気学会, 2012 年 5 月 31 日~6 月 1 日, 東京電機大学

④A. Matani, Epoch filters for analyzing synchronization phenomena in EEG and MEG. Neuroscience 2011, November 12-16, 2011 Washington, DC, USA

⑤ A. Matani, EEG Analysis using Phase-interpolated Averaging, 第 26 回生体・生理工学シンポジウム, 2011 年 9 月 20~22 日, 立命館大学

⑥Y. Terazono and A. Matani, Nonlinear Inverse Methods for Linear Inverse Problems by Norm Minimization, 第 26 回生体・生理工学シンポジウム, 2011 年 9 月 20~22 日, 立命館大学

⑦兒玉良輔, 寺園泰, 眞溪歩, 視野闘争・融合下における左右眼間交互作用の脳波計測, 生体医工学シンポジウム 2011, 2011 年 9 月 16~17 日, 長野市

⑧眞溪歩, 早川友恵, 誘発・事象関連 MEG の誘発成分と律動成分の分離, 第 26 回日本生体磁気学会大会, 2011 年 6 月 3~4 日, 九州大学

⑨眞溪歩, エポックを系列と見立てる脳波・脳磁界解析法, 第 50 回日本生体医工学会大会, 2011 年 4 月 29 日~5 月 1 日, 東京電機大学神田キャンパス

⑩眞溪歩, 脳波・脳磁界計測におけるエポックを系列とみる解析法, 第 25 回生体・生理工学シンポジウム, 2010 年 9 月 23~25 日, 岡山大学

⑪A. Matani, Y. Naruse, T. Hayakawa, T. Nogai, Y. Terazono, N. Fujimaki, and T. Murata Phase-related Phenomena in MEG Analyzed by Phase-compensated Averaging, BIOMAG2010, March 28-April 1, 2011, Dubrovnik, Croatia

⑫Y. Naruse, A. Matani, Y. Miyawaki, M. Okada, and T. Murata Influence of Visual Stimulus Size and Top-down Effect

on Phase Resetting of Alpha Rhythm: An EEG/MEG Model-based Study, BIOMAG2010, March 28-April 1, 2010, Dubrovnik, Croatia

⑬A. Ihara, Q. Wei, A. Matani, N. Fujimaki, H. Yagura, T. Nogai, and T. Murata, Language Comprehension Influenced by Emotional Context: an MEG, BIOMAG2010, March 28-April 1, 2010, Dubrovnik, Croatia

⑭A. Matani, Phase series analysis for analyzing phase-related phenomena in MEG epochs, 第24回日本生体磁気学会大会, 2009年5月28~29日, 金沢市文化ホール

⑮早川友恵, 寺園泰, 藤巻則夫, 眞溪歩, 村田勉, 視覚的劣化情報の認識におけるトップダウン効果の脳内神経基盤, 第24回日本生体磁気学会, 2009年5月28~29日, 金沢市文化ホール

⑯井原綾, 魏強, 眞溪歩, 藤巻則夫, 矢倉晴子, 野界武史, 村田勉, 感情的文脈の脳内言語処理への影響, 第24回日本生体磁気学会, 2009年5月28~29日, 金沢市文化ホール

[図書] (計1件)

①A. Matani, A. Ihara, Y. Terazono, N. Fujimaki, and H. Umehara, Epoch Filters: Analyses of Phase-Related Phenomena of MEG, Magnetoencephalography, InTech, 151-174, 2011

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

眞溪 歩 (MATANI AYUMU)

東京大学・大学院新領域創成科学研究科・准教授

研究者番号: 50273842

### (2) 研究分担者

なし

### (3) 連携研究者

なし