

# ATR

脳情報研究所(CNS) 脳活動イメージングセンタ(BAIC)  
ジョイント・セミナー

## シンポジウム

「非侵襲的脳活動計測手法『fMRI』と『MEG』の現在と新しい可能性」

日 時： 2004 年 6 月 10 日 (木) 13 時 ~ 11 日 (金) 13 時

場 所： (株)国際電気通信基礎技術研究所(ATR)大会議室

主 催： 脳情報研究所(CNS), 脳活動イメージングセンタ(BAIC)

## シンポジウム

### 「非侵襲的脳活動計測手法『fMRI』と『MEG』の現在と新しい可能性」

現在、非侵襲的脳活動計測手法である『fMRI』と『MEG』はその技術的進歩と手法の確立により、脳機能研究で広く利用されていることは皆様よくご存じのことと思います。しかも fMRI の高静磁場化による空間分解能の向上と高速化については近年特に技術進歩がめざましいものがあります。さらに、これと同期した形で MEG の多チャンネル化による高精細化や、元来持つ時間分解能の高さを生かした fMRI とのハイブリッド計測技術についても、検討されています。

そこで、今回それらの研究手法に関する最新の話題を、第一線の研究者にご提供いただき、今後の研究方向を探る機会を設けることといたしました。

2004年6月10日(木) 13時 ~ 11日(金) 13時  
ATR内 大会議室

---

## プログラム

---

### 一日目(6月10日(木))

- (1) 13:00-13:10 正木信夫(ATR-BAIC): 挨拶
- (2) 13:10-14:00 定藤規弘(自然科学研究機構生理学研究所): 機能的MRI研究の動向
- (3) 14:00-14:50 今水 寛(ATR-CNS): 多重な内部モデルを切り替えるメカニズム: fMRI 研究
- (4) 14:50-15:40 河内山隆紀(香川大学): 生体時系列データの統計処理

15:40-16:00 コーヒー・ブレイク

- (5) 16:00-16:50 池田思朗(統計数理研究所): ICA を用いたMEGデータの解析
- (6) 16:50-17:40 Daniel Callan(ATR-HIS): Connectivity between functionally defined regions of interest:  
Determined by fMRI constrained MEG

17:40-19:30 懇親会(ATR 1階食堂にて)

### 二日目(6月11日(金))

- (7) 9:00- 9:50 伊良皆啓治(東京大学): MEG・EEGの原理と解析手法および認知機能研究へのMEG・EEGの応用
- (8) 9:50-10:40 金桶吉起(自然科学研究機構生理学研究所): MEGを用いた視覚生理学的研究

10:40-11:00 コーヒー・ブレイク

- (9) 11:00-11:50 佐藤雅昭(ATR-CNS): 階層ベイズ法によるMEG電流源推定
- (10) 11:50-12:40 山岸典子(ATR-CNS): 視覚情報処理に対する視覚注意の影響: 脳磁場計測およびfMRIによる研究
- (11) 12:40-12:50 川人光男(ATR-CNS): 総括

ATR-HIS : ATR 人間情報科学研究所

ATR-CNS : ATR 脳情報研究所

ATR-BAIC : ATR 脳活動イメージングセンタ

# Abstract

6月10日(木)

(2) 13:10-14:00

## 機能的MRI研究の動向

定藤 規弘 自然科学研究機構生理学研究所

Norihiro Sadato National Institute for Physiological Sciences

機能的MRI (fMRI) および電気生理学的計測手法は、近年急速な発展を遂げ、人間を対象とする計測およびデータ解析は容易になりつつある。このことにより以前は不可能であったような人間の脳生理学へのアプローチが可能となってきた。今後、それぞれの方法の利点と限界をわきまえつつ適切に組み合わせて研究を遂行していくことが極めて重要となる。機能的MRI (fMRI) は、近年急速な発展を遂げたコンピュータ断層画像法の応用であり、局所脳血流の変動を神経活動のパラメータとして画像化し、全く傷をつけずに外部から人間の脳活動を観察する方法である。全脳の神経活動を一挙に観察することが出来、その部位同定が容易である利点を有する。検査の原理から近年の技術的な展開を紹介し、さらに今後の研究方向のひとつとして機能的MRIをベースにしたmulti-disciplinary approachについて論じる。fMRIと経頭蓋磁気刺激(TMS)の組み合わせにより明らかになった感覚脱失にともなうヒト脳の著明な可塑性、即ち視覚障害者の視覚野が触覚由来の情報処理に使われていること示す研究を例示する。

(3) 14:00-14:50

## 多重な内部モデルを切り替えるメカニズム : fMRI 研究

Mechanisms for Switching Multiple Internal Models: An fMRI Study

今水 寛 ATR 脳情報研究所

Hiroshi Imamizu ATR Computational Neuroscience Laboratories

Two representative computational models for task switching propose distinct neural mechanisms, thus predict different brain-activity patterns in switching of internal models, which can mimic input-output properties of controlled objects such as tools. In one model, called mixture-of-experts architecture, switching is commanded by a single executive called a "gating network," which is different from the internal models. In the other model, called MOSAIC, the internal models themselves play crucial roles in switching. Consequently, the mixture-of-experts model predicts that neural activities related to switching and internal models can be temporally and spatially segregated, while the MOSAIC model predicts that they are closely intermingled. Here, we directly examined the two predictions by analyzing fMRI activities during the switching of one common tool (an ordinary computer mouse) and two novel tools: a rotated mouse whose cursor appeared at a rotated position, and a velocity mouse whose cursor velocity was proportional to the mouse position. The switching and internal-model activities temporally and spatially overlapped each other in the cerebellum whereas the overlap was very small in the frontal cortex. These results suggest that switching mechanisms in the frontal cortex could be explained by the mixture-of-experts architecture, while those in the cerebellum are explained by the MOSAIC model.

(4) 14:50-15:40

#### 生体時系列データの統計処理

Application of general linear model based time series analysis to neuroimaging data

河内山 隆紀 香川大学

Takanori Kochiyama Kagawa University

現在、一般化線形モデル (GLM) は、脳機能画像の標準的な統計解析法として定着している。fMRI の出現によって、GLM は時系列データへも対処可能なように一般化されたが、同時に幾つかの問題が提起された。中でも時系列自己相関は、検定時における統計的第 1 種の過誤を増加させるため深刻である。それに対する警鐘と補正方法の提案は、fMRI の解析史において比較的早い時期になされた。Friston らは、時系列スムージングと Satterthwaite 近似による有効自由度の導入によってそれを補正する方法を提案した。Bullmore や Zarahn らは、自己相関構造を自己回帰モデルや  $1/f$  モデルによって推定しデータを白色化する補正方法を提案した。2つの方法は、パラメータ推定の頑健性と有効性からそれぞれ評価できるが、近年提唱された急速事象関連型 fMRI などでは、よりよい検出力を求めて、後者を用いることが多い。最近、制限された尤度法 (経験的ベイズ法) の導入により、自己相関構造の推定は、変量 (混合) 効果の推定と統一され、分散成分推定概念に一般化されている。本発表では、GLM の導入からその発展の過程を時系列的に紹介したい。

(5) 16:00-16:50

#### ICA を用いた MEG データの解析

ICA for MEG data analysis

池田 思朗 統計数理研究所

Shiro Ikeda Institute of Statistical Mathematics

ICA (Independent Component Analysis) is a powerful tool to analyse neurobiological data. In this talk, I introduce a method we developed to analyse MEG data. The difficulty of applying ICA to MEG data comes from the fact they contain a large amount of noises, and the number of the independent components is unknown. We discuss an approach which is effective to separate noise-contaminated data without knowing the number of the independent sources. Basic idea is to combine factor analysis with ICA. In the process of factor analysis, we estimate the number of the sources and the amount of the noises in the data. After factor analysis is applied, we apply an ICA method. We show this approach is effective for MEG data.

(6) 16:50-17:40

Connectivity between functionally defined regions of interest:  
Determined by fMRI constrained MEG

ダニエル カラン ATR 人間情報科学研究所

Daniel Callan ATR Human Information Science Laboratories

I propose an analysis technique that is concerned with determining task-related connectivity (in terms of time-frequency relationship) between various localized brain regions. The method involves the following steps: ICA is used to remove artifacts from the data; Functionally defined regions of interest are determined from fMRI data; Each of these regions is used to functionally constrain MEG source localization; ICA and time-frequency analyses are used to determine task related activity for each region of interest; Time-frequency coherency analysis is used to determine the connectivity between the task-related components of the regions of interest. The proposed analysis technique has the following benefits: Allows for task-related time-frequency analysis within a specific region of interest; Determines the task-related connectivity in terms of the time-frequency relationship between various brain regions; All analyses can be in terms of stimulus evoked or stimulus induced activity; Time-frequency resolution is at a scale sufficient to determine neurologically and behaviorally relevant effects.

6月11日(金)

(7) 9:00-9:50

MEG・EEGの原理と解析手法および認知機能研究へのMEG・EEGの応用  
Basics of MEG and EEG and Application to Higher Brain Function

伊良皆啓治 東京大学大学院

Keiji Iramina Graduate School of Medicine, University of Tokyo

本講演では、MEG(magnetoencephalogram)、EEG(electroencephalogram)のもとになっている生体電気現象について、神経活動がつくる磁場、Maxwellの方程式から導かれるMEG、EEGの記述式、MEG、EEGのもっている特徴等、MEGの基礎的事項について概説する。さらには、測定データから脳内活動源を推定する逆問題について、minimum-norm法、MUSIC(multiple signal classification)、LORETA(low resolution brain electromagnetic tomography)法等について紹介を行う。また、私どもの教室で行っている認知機能における脳磁図、脳波活動部位の推定に関して、心的回転課題(mental rotation)、注意(visual attention)の違いによる左右脳活動の差の検出、ワーキングメモリ(working memory)における脳活動推定結果について紹介する。

(8) 9:50-10:40

MEGを用いた視覚生理学研究  
MEG in visual neuroscience

金桶 吉起 自然科学研究機構生理学研究所

Yoshiki Kaneoke National Institute for Physiological Sciences

MEG measures the neural activity in responding to the various stimuli from the human brain. The response represents the synchronized inputs to the millions' pyramidal neurons in the localized cerebral cortex. Thus, the occurrence of such a response itself indicates the way of neural process and it will show us another aspect of the neural activity related to the specific brain function that would not be revealed by the recording of single neuronal activity. We have shown that MEG can measure the responses from the isolated cortical regions that are specifically related to the perception of color and motion using proper stimuli. Our MEG studies have revealed several important findings in the human visual motion detection system: First, the response properties for the apparent motions indicate the importance of the human MT/V5+ for the perception and the existence of the parallel processing for the motion and blinking. Second, the existence of the spatiotemporal filtering mechanism for the perception of motion speed is shown by the various motion stimuli. Third, we present the evidence that the spatial integration of the speed without direction information occurs in our visual system using various random dot motions such as incoherent motion and second-order motion-defined motion. These studies indicate the potential of MEG for the research of the human brain function when used with sophisticated experimental paradigms.

(9)11:00-11:50

### 階層ベイズ法による MEG 電流源推定

Hierarchical Bayesian Method for MEG Inverse Problem

佐藤 雅昭 ATR 脳情報研究所

Masa-aki Sato ATR Computational Neuroscience Laboratories

Source current estimation from MEG measurement is an ill-posed problem that requires prior assumptions about brain activity and an efficient estimation algorithm. In this talk, we explain a new hierarchical Bayesian method introducing a hierarchical prior that can effectively incorporate both structural and functional MRI data. In our method, the variance of the source current at each source location is considered an unknown parameter and estimated from the observed MEG data and prior information by using the variational Bayesian method. The fMRI information can be imposed as prior information on the variance distribution rather than the variance itself so that it gives a soft constraint on the variance. A spatial smoothness constraint, that the neural activity within a few millimeter radius tends to be similar due to the neural connections, can also be implemented as a hierarchical prior.

The proposed method provides a unified theory to deal with the following three situations: 1) MEG with no other data, 2) MEG with structural MRI data on cortical surfaces, and 3) MEG with both structural MRI and fMRI data. We investigated the performance of our method and conventional linear inverse methods under these three conditions. Simulation results indicate that our method has better accuracy and spatial resolution than the conventional linear inverse methods under all three conditions. It is also shown that accuracy of our method improves as MRI and fMRI information becomes available. Simulation results demonstrate that our method appropriately resolves the inverse problem even if fMRI data convey inaccurate information, while the Wiener filter method is seriously deteriorated by inaccurate fMRI information.

(10)11:50-12:40

### 視覚情報処理に対する視覚注意の影響：脳磁場計測および fMRI による研究

Attentional modulation in human visual cortex: MEG and fMRI studies

山岸 典子 ATR 脳情報研究所

Noriko Yamagishi ATR Computational Neuroscience Laboratories

The effects of attentional modulation on activity within the human visual cortex were investigated using magnetoencephalography (MEG) and fMRI. In this talk, I will show the results of dipole source analysis and other results obtained by using other new MEG analysis techniques. One technique we used was the Independent component analysis (ICA). This technique allows us to separate one particular brain area from other brain areas. Using this technique, we were able to analyze the attentional effects in that particular area. Another technique we used was that of combining fMRI and MEG information. This technique allows us to investigate the temporal attentional effects in functionally defined areas. Using this technique, we were able to investigate attentional effects in the functionally relevant areas. Series of experiment results are consistent with the hypothesis that attentional modulation affects neural processing within the visual cortex by altering the amplitude of alpha-band activity and other natural brain rhythms.