

平成 21 年 6 月 20 日現在

研究種目：基盤研究（B）  
 研究期間：2006-2008  
 課題番号：18300179  
 研究課題名（和文）4次元 fMRI による脳機能動態解析法の研究  
 研究課題名（英文）Development of 4-dimensional functional magnetic resonance imaging for dynamic analysis of brain activity

研究代表者  
 中井 敏晴（NAKAI TOSHIHARU）  
 国立長寿医療センター（研究所）・長寿医療工学研究部・脳機能画像開発研究室長  
 研究者番号：30344170

研究成果の概要：fMRI は非侵襲的な脳機能イメージング法であるが、従来法では測定時間中の平均的な脳活動を算出していた。本研究開発では、時間情報を持った fMRI の手法である 4次元 fMRI の手法を開発し、課題施行に対する脳活動の応答関数を元にして、脳機能ネットワークの特性を評定する方法を考案した。この方法を使って、高次運動制御や視覚処理に見られる神経回路内の活動相関を明らかにし、高次視覚野の両側支配性や運動制御における頭頂葉の片側性機能と両側性機能の共存の可能性などの新しい知見を得た。さらには、脳腫瘍例においてリハビリによる可塑的な神経回路の機能変化を示唆する所見を可視化しえた。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	6,800,000	2,040,000	8,840,000
2007年度	3,900,000	1,170,000	5,070,000
2008年度	3,800,000	1,140,000	4,940,000
年度			
年度			
総計	14,500,000	4,350,000	18,850,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：人間医工学・医用システム

キーワード：検査・診断システム、fMRI、計算グリッド、リアルタイム解析

## 1. 研究開始当初の背景

磁気共鳴機能画像法（fMRI）は脳活動を非侵襲的かつ高空間分解能で可視化する画像計測法として、脳科学での利用だけでなく術前マッピングなどの臨床応用が進められている。しかし、従来の fMRI の手法では脳活動の時間変化が評価出来なかった。脳活動は常に一定では無く、短期学習効果や課題施行内容の変化に依存する。時間情報が欠けていては脳機能の特徴が十分に捉えられているとは言えない。高分解能の時間情報を持つ脳機能計測法としては脳磁図（MEG）や脳波（EEG）があるが、空間情

報は完全に 3 次元的ではなく、脳底部や小脳、脳溝中の神経活動の評価が難しい。従って、連続的な時間情報を持ち、高分解能かつ 3 次元的な画像計測が実現できる fMRI の手法が開発できれば、医療福祉に大きく貢献できる。

## 2. 研究の目的

時間情報を持った fMRI の手法を開発する。従来法では分からなかった脳活動の経時変化を反映する統計量を抽出し、各脳活動部位の相互相関や脳活動の時間的な重みづけがどの程度、評価できるかを明らかにする。

その動態解析の利点を活かせる新しい脳賦活課題を考案する。臨床前試験を実施し、実用化に向けた総合評価を行う。

### 3. 研究の方法

#### 3-1 動態解析プログラムの開発

Linux 用にわが国で開発された並列計算用ミドルウェアである「SCore」をプラットフォームし、MPC++を開発言語として、4次元 fMRI の機能を実現する高速計算プログラムを開発する。我々が開発した逐次処理型のリアルタイム脳機能解析アルゴリズム (Bagarinao et al., NeuroImage 19, 422-429, 2003) を基にして、一般線型モデルに基づいて、常に一定のサンプリング範囲から t 値を求める sliding window (SW) 計算[10,11]により、脳活動の時間情報を抽出し、脳活動の時間的推移を可視化する統計処理モジュールを作成する。

#### 3-2 体動補正アルゴリズムの組みこみ

上記の高速解析プログラムに、6パラメータの剛体モデルによる体動補正アルゴリズムを組みこみ、人体頭部の微妙な動き(体動)をリアルタイムに検出し、データの不良部分を検出する。体動アーチファクトは脳活動部位と関係なく現れるが、頭部の動き方により、全ての断面に影響が均一に現れないため、全ての画素から t 値や閾値を越えるピクセル数の急激な変動の発生を検知する。

#### 3-3 システムパフォーマンスの検証

開発したシステムの動作を検証するために、指運動などの基礎的な認知課題を用いて、異なった課題施行を複数含む 10~30 分の計測データを取得する。関心脳領域の活動レベルを反映する統計値量 (t 値) の時間的推移と課題遂行との因果関係、それぞれの活動領域の時間的相関関係を評価する。

#### 3-4 動態解析の神経心理学的意義の検討

神経生理学的な知見から 4次元 fMRI による動態解析の結果と従来法の解析結果とを対比し、神経ネットワークの機能構造を説明しうるか、臨床神経学的な見地から検討を加える。その上で、臨床データの評価を行ない、動態解析の意義を明らかにする。

#### 3-5 動態解析用課題の最適化

臨床的にニーズの高い術前マッピングや早期認知症の評定への応用を想定して、病態生理学的な側面から血液動態反応が時間情報にどのように反映されるかシミュレーションを行ない、神経活動連関 (functional connectivity; FC) 推定の方法を考案する。臨床実用化を念頭において課題のコンテンツ、難易度、アロケーション、パフォーマンスデータの取得、解析パラメータなどを体系的に検討する。

#### 3-6 融合解析への導入

4次元 fMRI により得られた動態データを、MEG の信号源推定に用いる融合解析の開発に着手する。各時点での 4次元 fMRI の脳機能マップ、または関心領域の t 値の変化を信号の推定源として導入し、融合解析の有用性を検討する。

### 4. 研究成果

4次元 fMRI の基本プログラムである「BAX」を作成した[2,7]。我々が開発した一般線型モデルに基づいた脳機能マップの高速計算アルゴリズムを用いて、リアルタイム (2.8GHz、16 CPU の並列計算機によって 1 秒以内) に動態機能マップを更新できることを実証した。常に一定の観測窓から t 値を求める SW 解析と、収集されたデータ全体を使用する incremental 解析を比較し、SW 解析の方が高精度で動態解析が行えることを確認した[34]。この並列計算プログラムは、MRI のシステムへの組み込み用であるため、BAX の持つ解析機能を通常の PC においても実行できる汎用パッケージを作成し、動態解析の原理とパフォーマンスを実証する評価用パッケージとしてインターネット上で公開した (<http://www.medgrid.org>)。動態解析の機能を組みこんだ fMRI 用データベースシステム「BAXSQL (改訂版)」も合わせて公開した[1,3]。

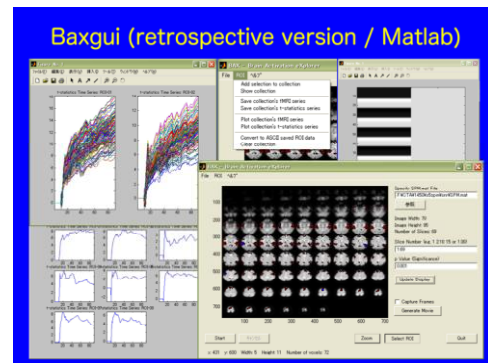


図 1 4次元 fMRI アプリケーション BAX の概観

この頒布版では、動態解析の基本機能に加え、動態相関マップと Consistency マップを表示する機能を装備した。「動態相関マップ」は関心領域と他の領域の脳活動のそれぞれで見られる脳活動の時間情報の相関を示すもので、作業内容によって相関領域がどのように変化するかを通して、認知処理の特性をモデル化しようとするものである。「Consistency マップ」[30,40,45]は、脳機能マップが被験者の体動や作業パフォーマンスの不良により受けた影響を評価する指標であり、現在の方法は数居値以上の値を示す時間を基準としている[31]。

課題の試行条件を変えながら動態相関を評定し、それぞれの脳領域の活動の相関性が推定できることを高次視覚野や運動野の活動の分析から確認した[11, 43]。動態相関マップの有用性を検証する実験として、運動制御を量的、質的に変調する方法の違いが動態マップに与える影響を調べた。その結果、作業切替の系列により動態相関が変化したが、方略の異なる要素を組み合わせると分離能は低下した。また、運動制御の質的な違いは主に運動前野や基底核に現われ、左の頭頂葉が身体部位の表象と関係するなどの高次運動制御の特徴を抽出することができた[20]。

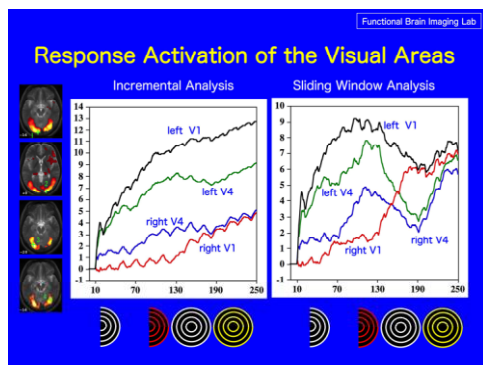


図2 視覚領域における脳活動の動態解析

4次元 fMRI による動態解析は、脳機能ネットワークの推定に応用できる。課題変調による応答関数の類似性から FC を推定する試みを行った。指運動を使った実験では、右運動前野と左側の運動野との結合は、系列運動の生成に相関することが示唆され、神経生理機序の一角を明らかにしえた[16]。

前臨床評価として「BAX」を用いて、脳腫瘍による運動麻痺例を対象とした計測データの動態解析を行ない、健常人と比較した。治療歴が1年以上あり運動訓練を行っていた脳腫瘍例では障害側の運動を行った時に、同側の運動野群が強く活動し、可塑的な変化を示唆したが、運動麻痺が発生して間もない症例ではそのような変化が見られなかった。

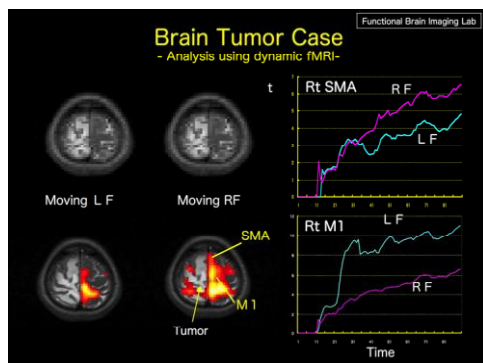


図3 脳腫瘍における脳活動の動態解析例

さらに、同一部位の脳組織であっても、本来の中核として活動している時に比べて、代償的な活動の場合には t 値の上昇が遅いことが観測された。これは、組織損傷に対する機能再構築過程では、神経回路の組織化が機能的には疎であり、同一の神経組織であっても、どのような神経回路の一部となるかで動作が異なる事を反映しているものと考えられた[21]。

動態解析を用いて fMRI のデータ品質の評価が可能であることも確認された。統計的に有意の脳活動と判定されるピクセルの総数の変動と、人体頭部の微妙な動き（体動）を反映する鋼体モデルの空間変換パラメータからデータの不良部分を推定しえた。また、鋼体モデルによる体動補正のみでは体動の影響が十分除去出来ていないことも判明した。本法を応用してデータの不良部分を推定し除去すれば、データの品質向上が図れる[9]。

MEG と fMRI で得られる脳活動情報の統合解析により、高い時間・空間解像度で脳活動のダイナミクスを可視化する技術を開発し、動きを手掛かりとした3次元物体知覚に関連する脳活動解析に応用した。この方法を用いて、視覚野から側頭葉に向かう「物体認知経路」と頭頂葉に向かう「空間処理経路」の2視覚処理経路間の神経ダイナミクスを示すことに成功した[24]。信号源の推定に、4次元 fMRI による時間情報を導入することにより、より妥当な神経ダイナミクスの推定が可能となる見通しがついた。現在、脳波との統合解析についても、同様の検討を進めている[4]。

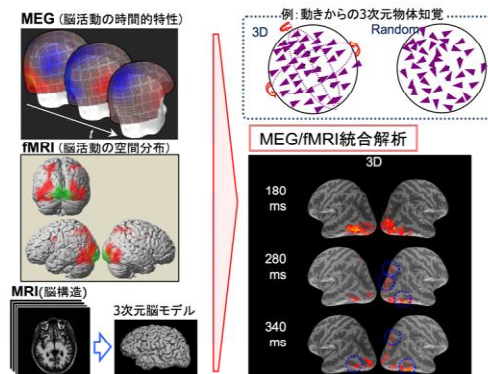


図4 fMRI/MEG 融合化による視覚認知経路の動態解析

このように、4次元 fMRI は、課題遂行中の行動データや生理学的指標と脳活動との相関が、より鋭敏に判定できるだけでなく、機能的な病態生理学を明らかにする上でも有力な手段になりうる。本法をシステムに組みこめば、いかなる MRI 装置でも4次元 fMRI の機能を実現できる。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 12 件)

- 1 Chen ASH, Tseng WYI, Nakai T, Bagarinao E, Matsuo K, A vision for translating neuroimaging techniques into clinical applications through collaboration, Brain Imaging and Behavior 2, 350-358, 2008, 査読有
- 2 Bagarinao E, Matsuo K, Nakai T, Tanaka Y, BAX: A Toolbox for the dynamic analysis of functional MRI datasets, Neuroinformatics 6, 109-115, 2008, 査読有
- 3 Nakai T, Bagarinao E, Miyakoshi M, Matsuo K, Tseng IW, Chen AS, Medical GRID as an ICT for collaborative neuroimaging. IEICE Technical Report MI2008-132, 329-334, 2009, 査読有
- 4 Miyakoshi M, Tomiyasu M, Bagarinao E, Murakami S, Nakai T, A phantom study on component segregation for MR images using ICA, Academic Radiology, (online available May 8, 2009), 査読有
- 5 Nakai T, Bagarinao E, Tanaka Y, Matsuo K, Racoceanu D, Ontology for fMRI as a Biomedical Informatics Method, Magn Reson Med Sci 7, 141-155, 2008, 査読有
- 6 中井敏晴、宮腰 誠、松尾香弥子、臨床 fMRI の基礎 - 課題の作り方と検査施行上の留意点、日本磁気共鳴医学会誌、28、389-403、2008、査読有
- 7 Bagarinao E, Tanaka Y, Nakai T, Building Grid-based applications for the management and analysis of neuroimaging data sets for the medical Grid, Medical Imaging Technology 25, 344-347, 2007, 査読有
- 8 Bagarinao E, Nakai T, Tanaka Y, Medical Grid: Using Grid technology for brain studies, Philippine Information Technology Journal, 1, 3-7, 2008, 査読有
- 9 中井敏晴、松尾香弥子、fMRI のデータ品質、日本神経心理学学会誌 23、84-96、2007、査読有
- 10 Bagarinao E, Nakai T, Tanaka Y, Real-time functional MRI: Development and emerging applications, Magnetic Resonance in Medical Sciences, 5, 157-165, 2006, 査読有
- 11 Nakai T, Bagarinao E, Matsuo K, Ohgami Y, Kato C, Dynamic monitoring of brain activation under visual stimulation using fMRI - The advantage of real-time fMRI with sliding window GLM analysis, Journal of Neuroscience Methods, 157, 158-167, 2006, 査読有
- 12 松尾香弥子、fMRI でみる読み書きの脳内メカニズム、認知神経科学、8、22-29、2006、査読有
- [学会発表] (計 37 件)
- 13 Matsuo K, Bagarinao E, Iidaka T, Takeda A, Nakai T, Time course information extracted by the Sliding Window Analysis detected the decrease of t-values in hippocampal areas during a paired associative learning of novel faces and names, International Society for Magnetic Resonance in Medicine (ISMRM) 17<sup>th</sup> Scientific Meeting & Exhibition, #1725, April 18<sup>th</sup> 2009, Honolulu USA
- 14 Matsuo K, Bagarinao E, Iidaka T, Takeda A, Nakai T, The application of the sliding window analysis: The brain location and the window width, 17<sup>th</sup> ISMRM, #1726, April 18<sup>th</sup> 2009, Honolulu USA
- 15 Nakai T, Bagarinao E, Tanaka Y, Nakai C, Hiraoka M, Matsuo K, Schematic Correlation Mapping of the response similarity among the brain areas using dynamic fMRI, 16<sup>th</sup> ISMRM, #2397, May 3<sup>rd</sup> 2008, Toronto Canada
- 16 Nakai T, Bagarinao E, Tanaka Y, Nakai C, Hiraoka M, Matsuo K, Discrimination of the t-Statistics correlation depends on the qualitative and quantitative task switching - An application of dynamic fMRI to explore the cognitive structures, 16<sup>th</sup> ISMRM, #2505, May 3<sup>rd</sup> 2008, Toronto Canada
- 17 Matsuo K, Iidaka T, Bagarinao E, Kato C, Takeda A, Nakai T, Hippocampal activation during a paired associative learning of faces and names, 14<sup>th</sup> Annual Meeting of Organization for Human Brain Mapping (OHBM), NeuroImage 41, S1-124, June 15<sup>th</sup> 2008, Melbourne Australia
- 18 Bagarinao E, Tanaka Y, Matsuo K, Nakai T, Enabling the sharing of functional MRI datasets with BAXSQL, 14<sup>th</sup> OHBM, NeuroImage 41, S1-142, June 15<sup>th</sup> 2008, Melbourne Australia
- 19 Miyakoshi M, Matsuo K, Kan S, Koike T, Miyauchi S, Nakai T, Assessing fMRI noise in EEG under simultaneous fMRI-EEG recording: a phantom study, 14<sup>th</sup> OHBM, NeuroImage 41, S1-138, June 15<sup>th</sup> 2008, Melbourne Australia
- 20 Nakai T, Bagarinao E, Tanaka Y, Nakai C, Matsuo K, The effect of task switching on the t-statistics correlation to explore the neuronal basis of motor execution - An approach using dynamic fMRI, Nakai T, Bagarinao E, Tanaka Y, Nakai C, Matsuo K, 14<sup>th</sup> OHBM, NeuroImage 41, S1-90, June 15<sup>th</sup> 2008, Melbourne Australia
- 21 Nakai T, Bagarinao E, Nakao S, Okada T, Nakai C, Matsuo K, An application of

- dynamic analysis of t-statistics to clinical fMRI – Initial evaluation of brain tumor Cases, 14<sup>th</sup> OHBM, NeuroImage 41, S1-72, June 15<sup>th</sup> 2008, Melbourne Australia
- 22 Wu C, Matsuo K, Bagarinao E, Tseng WI, Nakai T, Chen SH, Phonological processing in reading Japanese kanji: Does reading heterophonic-homographic characters make any difference?, 14<sup>th</sup> OHBM, NeuroImage 41, S1-105, June 15<sup>th</sup> 2008, Melbourne Australia
- 23 Nakai T, Matsuo K, Bagarinao E, Tanaka Y, ONCO-Media Approach to neuroimaging data, The 5<sup>th</sup> ONCO-Media Meeting, July 11 2008, Laboratoire d'Informatique de Paris 6, Paris France
- 24 Iwaki S, Bonmassar G, Belliveau JW, Dynamic cortical activity during the perception of 3-D object shape from 2-D motion, 16th International Conference on Biomagnetism, Biomagnetism 118-120, Aug 25<sup>th</sup> 2008, Saspporo, Japan, ISBN978-4-8329-0355-5
- 25 中井敏晴、エビ°ファニオ バガリナオ、田中良夫、加藤知佳子、松尾香弥子、課題スイッチングによる t 値相関の最適化 — 動態 fMRI による神経機能結合評価の試み、第 36 回日本磁気共鳴医学会（日磁学会）大会、日本磁気共鳴医学会雑誌（日磁誌）28、S263、平成 20 年 9 月 13 日、旭川
- 26 松尾香弥子、飯高哲也、エビ°ファニオ バガリナオ、加藤知佳子、武田章敬、中井敏晴、海馬活動減衰の時間パターン検出のためのパラダイム開発—顔と名前の記銘課題を用いた fMRI、第 36 回日磁学会大会、日磁誌 28、S263、平成 20 年 9 月 11 日、旭川
- 27 中井敏晴、エビ°ファニオ バガリナオ、松尾香弥子、陳聖馨、曾文毅、田中良夫、データグリッドによる脳機能画像共有システム「BAXSQL」の開発、日本生体医工学会東海支部大会、平成 20 年 10 月 4 日、名古屋
- 28 中井敏晴、4 次元 fMRI の脳機能ネットワーク評価への応用、日本医学放射線学会（日医放）誌 第 44 回日医放秋季臨床大会、抄録集 S524、平成 20 年 10 月 22 日、郡山
- 29 中井敏晴、データグリッドを用いた fMRI データベースシステムの開発、日医放誌 第 44 回日医放秋季臨床大会、抄録集 S524、平成 20 年 10 月 22 日、郡山
- 30 Bagarinao E, Matsuo K, Nakai T, Tanaka Y, The application of consistency constraint in sliding window functional MRI analysis, 15<sup>th</sup> ISMRM, #1850, May 19<sup>th</sup> 2007, Berlin Germany
- 31 Nakai T, Bagarinao E, Ohishi K, Kato C, Matsuo K, Monitoring of the consistency of brain activation by using a dynamic analysis of t-statistics - An application to conventional mapping of the motor areas, 15<sup>th</sup> ISMRM, #1960, May 19<sup>th</sup> 2007, Berlin Germany
- 32 Matsuo K, Bagarinao E, Kato C, Nakai T, Relating yourself to visual scenes incongruous with body posture: An fMRI study, 15<sup>th</sup> ISMRM, #2025, May 19<sup>th</sup> 2007, Berlin Germany
- 33 Nakai T, Bagarinao E, Kato C, Matsuo K, Consistency mapping of the motor areas as a stability indicator of brain activation under pathologic changes, 13<sup>th</sup> OHBM, NeuroImage, Sup 1 #324, June 10<sup>th</sup> 2007, Chicago USA
- 34 Nakai T, Bagarinao E, Kato C, Matsuo K, The reliability of a sliding window analysis for dynamic monitoring of brain activation, 13<sup>th</sup> OHBM, NeuroImage, Sup 1 #329, June 10<sup>th</sup> 2007, Chicago USA
- 35 Matsuo K, Chen Annabel, Bagarinao E, Tseng I, Nakai T, An event-related fMRI of homophony judgment as a model for simulating Chinese and Japanese, 13<sup>th</sup> OHBM, NeuroImage, Sup 1 #182, June 10<sup>th</sup> 2007, Chicago USA
- 36 エビ°ファニオ バガリナオ、中井敏晴、田中良夫、Building Grid-based applications for the management and analysis of neuroimaging data sets for the medical Grid、第 26 回日本医用画像工学会大会抄録、25、平成 19 年 7 月 20 日、つくば
- 37 中井敏晴、エビ°ファニオ バガリナオ、大神優子、大石健一、加藤知佳子、松尾香弥子、動態 fMRI を用いた運動制御における頭頂葉活動の左右差の評価、第 35 回日磁学会大会、日磁誌 27、S418、平成 19 年 9 月 28 日、神戸
- 38 松尾香弥子、陳 聖馨、エビ°ファニオ バガリナオ、曾文毅、中井敏晴、漢字読み判断課題の event-related fMRI、第 35 回日磁学会大会、日磁誌 27、S418、平成 19 年 9 月 28 日、神戸
- 39 Nakai T, Bagarinao E, Matsuo K, Ohgami Y, Kato C, Designing a language task for clinical routine - An application of incremental analysis of statistics t-statistics for task design, 14<sup>th</sup> ISMRM, #1121, May 6<sup>th</sup> 2006, Seattle USA
- 40 Bagarinao E, Matsuo K, Nakai T, Tanaka Y, Distinguishing robust brain activations using consistency maps, 14<sup>th</sup> ISMRM, #2856, May 6<sup>th</sup> 2006, Seattle USA

- 41 Nakai T, Bagarinao E, Matsuo K, Ohgami Y, Kato C, Dynamic monitoring of the brain activation under visual stimulation using fMRI - The advantage of a sliding window analysis, 14<sup>th</sup> ISMRM, #2859, May 6<sup>th</sup> 2006, Seattle USA
- 42 Matsuo K, Bagarinao E, Ohgami Y, Nakai T, Time course analysis of t-values in fMRI of Tool-use gestures with and without real tools, 14<sup>th</sup> ISMRM, #2860, May 6<sup>th</sup> 2006, Seattle USA
- 43 Nakai T, Bagarinao E, Matsuo K, Ohgami Y, Kato C, The degree of bilateral organization of the motor areas under unimanual motor execution - A correlation analysis approach using dynamic monitoring of t-statistics, 14<sup>th</sup> ISMRM, #2861, May 6<sup>th</sup> 2006, Seattle USA
- 44 Nakai T, Bagarinao E, Kato C, Matsuo K, The correlation of the bilateral activation of the motor areas and complexity of movements - An approach using dynamic fMRI, 12<sup>th</sup> OHBM, Neuroimage, 31, #41, June 11<sup>th</sup> 2006, Florence Italy
- 45 Bagarinao E, Matsuo K, Nakai T, Tanaka Y, Consistency constraint improves specificity in sliding window real-time functional MRI Analysis, 12<sup>th</sup> OHBM, Neuroimage, 31, #539, June 11<sup>th</sup> 2006, Florence Italy
- 46 中井敏晴、松尾香弥子、エピファニオ バガリナオ, fMRI による脳活動の動態計測、第 30 回日本神経心理学会、予稿集 47-48、平成 18 年 9 月 22 日、名古屋
- 47 Bagarinao E, Matsuo K, Nakai T, Tanaka Y, The application of consistency maps in real-time functional MRI、第 34 回日磁学会、日磁誌 26、S107、平成 18 年 9 月 15 日、つくば
- 48 中井敏晴、エピファニオ バガリナオ、大神優子、大石健一、加藤知佳子、松尾香弥子、動態 fMRI を用いた Bimanual Coordination における脳活動領域の左右相関解析、第 34 回日磁学会、日磁誌 26、S232、平成 18 年 9 月 15 日、つくば
- 49 中井敏晴、松尾香弥子、エピファニオ バガリナオ、時間情報を持った fMRI による脳機能イメージング法の試み、第 65 回日医放大会、日医放抄録集 66、S233、平成 18 年 4 月 9 日、横浜
- [図書] (計 2 件)
- 50 中井敏晴、丸善、社 日本機械学会編、機械工学便覧 γ9 医療・福祉・バイオ機器 第 4 章 7 節 NMR・MRI 装置、40-42、2008、ISBN 978-4-88898-174-3 / C3353

- 51 中井敏晴、松尾香弥子、エピファニオ バガリナオ、テイ・エヌ・エス、非侵襲可視化技術ハンドブック-ナノ・バイオ・医療から情報システムまで、第一章 MRI を用いる形態、機能、代謝の可視化、第 5 節 脳機能イメージング 第 3 項 fMRI の実験計画とデータ処理、56-65、2007、ISBN 978-4-86043-133-4/C3050

[産業財産権]

○出願状況 (計 2 件)

- 特願 2006-021820、岩木 直、脳活動解析方法および装置

- 特願 2007-076841、岩木 直、脳活動解析方法および装置

○取得状況 (計 1 件)

特許第 4300251 号、中井敏晴、他、ボリューム可視化装置 平成 21 年 5 月 1 日

[その他]

メディカルグリッド (成果物普及)

<http://www.medgrid.org>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

中井 敏晴 (NAKAI TOSHIHARU)

国立長寿医療センター (研究所) ・

長寿医療工学研究部 ・

脳機能画像開発研究室長

研究者番号：3 0 3 4 4 1 7 0

### (2) 研究分担者

松尾香弥子 (MATUO KAYAKO)

国立長寿医療センター (研究所) ・

長寿医療工学研究部 ・ 研究員

研究者番号：7 0 3 9 9 5 0 9

岩木 直 (IWAKI SUNAO)

### (独) 産業技術総合研究所 ・

人間福祉医工学部門 ・ 研究グループ長

研究者番号：7 0 3 5 6 5 2 5

(20 年度 研究協力者)

### (3) 連携研究者

Epifanio Bagarinao

### (独) 産業技術総合研究所 ・

脳神経情報研究部門 ・ 研究員

研究者番号：0 0 4 4 3 2 1 8

### (4) 研究協力者 (海外)

曾 文毅 (Tseng Wen-Yih)

国立台湾大学医学院 (台湾) ・

光電生物医学研究中心 ・ 教授

陳 聖聲 (Chen Shen-Hsing)

南洋理工大学 (シンガポール) ・

心理学部 ・ 助教授