

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 5 月 22 日現在

機関番号：34304

研究種目：新学術領域研究(研究領域提案型)

研究期間：2009～2013

課題番号：21120007

研究課題名(和文)過去の経験と現在の状況から展望的記憶を動的に形成する記憶メカニズムの解明

研究課題名(英文)Interactive mechanism for formulation of human prospective memory from memory and ongoing processes

研究代表者

奥田 次郎(OKUDA, Jiro)

京都産業大学・コンピュータ理工学部・准教授

研究者番号：80384725

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 55,300,000円、(間接経費) 16,590,000円

研究成果の概要(和文)：将来行うべき行動の予定を計画・記憶し、状況に応じて適切なタイミングで思い出して遂行する展望的記憶の認知脳機構について、脳内の複数神経システム間の動的な相互作用の観点から検討した。脳機能画像データの領野間相関の異時点間分析や脳波の周波数位相同期ネットワークの解析を通して、自己と他者の過去の行動の記憶から将来を展望して行動予定を計画、遂行する神経機構を同定し、複数の人間の間で行動の意味や意図を伝達し合うための記号コミュニケーションシステムの形成過程の解析へと応用した。

研究成果の概要(英文)：We investigated neural communication mechanisms subserving human prospective memory that enables us to formulate, encode, maintain, remember and realize intentions of future action plans. We identified patterns of inter-temporal and inter-area correlations of functional magnetic resonance imaging data and phase synchronization networks of electroencephalography data when human subjects remember one's own or other's past behavior to construct ideas about future plans. We further extended such neural mechanisms of individual person to analyses of person-to-person interactions for development of a new communication system that enabled transmission of intentions and sharing of behavioral meanings by using memories of past behaviors of self and others.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学、感性情報学・ソフトコンピューティング

キーワード：記憶 展望 計画立て 自己 他者 コミュニケーション 非侵襲脳計測 脳波位相同期ネットワーク

### 1. 研究開始当初の背景

我々の日常生活において、将来行うべき行動の予定を計画・記憶し、状況に応じて適切なタイミングで思い出して実行に移す能力は極めて重要である。このような、今後行うべき行動予定の遂行に必要となる記憶過程を展望的記憶と呼び、人間特有の柔軟で創造的な社会活動を保障する一方、高齢者や認知症患者におけるその障害が社会的な問題となる。しかしながら、ヒトの脳がどのようにして未来の行動予定の記憶を形成し、その情報を状況に応じて適切に処理するかについては、それが現在の環境の知覚や認知判断、行動決定と遂行など複数の認知処理と関わり合いながら生起する複合的な過程であることから、全容の理解は遅れている。

研究代表者らが開拓し (Okuda et al., Neuroscience Letter 1998) これまで行なってきた脳イメージング研究 (総論は本稿5. 発表雑誌論文、図書など) では、展望的記憶の要素的な認知過程を実験室内で模擬した行動課題を用いて、行動予定の記憶保持と想起・遂行の各過程で働く中核的な脳領域の活動特性が明らかとなっていた。これに対し、これら要素的な認知過程 (あるいは単独脳領域の活動) 同士を相互に繋いで、過去の経験や現在の状況を踏まえて行動予定を形成・記憶して遂行する一連の機能を実現させるような認知脳機構については検討が進んでいなかった。このことは主に、本新学術領域全体のテーマである複数システム間の動的な相互作用過程を記述・分析する理論および実験的枠組みの未成熟がボトルネックとなっている。

一方で実験計測技術の面では、脳波や機能的磁気共鳴画像 (fMRI) などによる脳計測データを用いて、脳全体の時空間活動パターンを複数神経ネットワーク間の機能的結合として解析する手法の研究が進んできた。本研究では、過去の経験や現在の環境文脈に応じた行動予定の記憶形成・想起・遂行という複合的な過程を対象に、複数神経ネットワーク間の脳内相互連携の成立機構を様々な脳計測手法を併用して明らかにしてゆくことで、本新学術領域研究への寄与を目指す。

### 2. 研究の目的

上記の背景に基づき、展望的記憶に関わる複数の認知過程の間の相互作用の様相を分析し、認知過程間の連携を成立させる脳メカニズムを検討することを目的とした。この目的のため、展望的記憶を構成する中核的な認知プロセスとして、「現在の環境の知覚・判断」、「文脈依存的な記憶の形成と取り出し」、「未来の行動予定の計画立てと遂行」の3つの過程に主に焦点をあて、それぞれの神経機構を個別に検討するとともに、それらが相互に干渉、協調、制御しあう様相を明らかにする。具体的には、各プロセスについて、fMRIの領域間活動相関や脳波の広域的周波数位

相同期に着目し、神経活動の時空間結合パターンを同定する。これらの検討を通して、展望的記憶のプロセス間の相互連携過程における神経ネットワーク間の動的な相互作用機構を見出すことを目的とした。

以上の本研究独自の目的に加え、研究期間の後半では、研究領域内での発展的な共同研究の試みとして、展望的記憶の神経機構の知見を、複数の個体 (ヒト) が相互に情報を伝達し合いながら共通のコミュニケーションシステムを構築する過程の解析へと応用することを試みた。

### 3. 研究の方法

以上の目的を踏まえ、次の各項目についての研究を段階的に行った。

#### (1) 展望的記憶の各認知プロセスに関わる神経システムの同定

研究目的に挙げた中核的な認知プロセスについて、関わる神経システムの同定を行った。主としてポジトロンCT (PET) やfMRIを用いた脳機能画像実験と、脳損傷や精神神経疾患などの臨床症例の症状解析から、各認知素過程に関わる脳内の機能モジュールの同定とその活動特性の分析を行った。さらに、同定された機能モジュール間の活動同士の関係性の検討を行い、各認知プロセスを実現する神経ネットワークの振る舞いを考察した。

#### (2) 認知プロセス間の相互作用の解析

(1) で検討した各認知プロセスが複数関わった場合の相互連携や干渉のメカニズムを、行動データおよび脳機能モジュールの動的な相互作用の観点から解析した。fMRIデータの領域間活動相関を時間軸上に発展させた異時点間活動相関解析を試み、また脳波データの周波数位相同期ネットワークの解析を実施した。

#### (3) 展望的記憶過程が個体間コミュニケーションに果たす役割の検討

展望的記憶過程のうち特に、記憶に基づく将来行動の決定過程が複数個体 (ヒト) 間のコミュニケーションシステム構築に果たす役割を検討した。2名の被験者が互いの行動意図を共有するための記号体系を試行錯誤により構築する課題において、2名の被験者の脳波を同時に計測し、自己や相手の行動の記憶から将来予測と行動決定を行う際の脳波位相同期ネットワークの2者間相関解析を行った。本項目は、同新学術領域研究計画班のC01G3班における行動研究・モデルシミュレーション研究との共同研究として実施した。

さらに応用的な発展研究として、ヒトの脳と情報機器との間の直接的なコミュニケーション機構の実験的検討を目的に、脳波による携帯情報端末制御の実装と評価を行った。

#### 4. 研究成果

研究方法で掲げた各項目について、得られた知見を以下にそれぞれまとめる。最後に、本研究全体を通して得た、記憶と将来展望を基にした人間のコミュニケーションシステム形成に関する仮説的モデルを提示する。

##### (1) 各認知プロセスに関わる神経システム

記憶の素過程に関わる神経システムの検討では、文脈依存的な記憶の形成と取り出しに関連して、海馬を中心とした内側側頭葉の活動特性ならびに、内側側頭葉と他の大脳機能領野（前頭前野や後方感覚領野など）との間での活動の動的な関係性について幾つかの知見を得た。具体的には、fMRI を用いて、視覚刺激の新奇性に対する海馬領域の反応が刺激に対する処理の文脈（知覚的な処理か意味的な処理か）に依存して変化すること（発表雑誌論文）、海馬領域が記憶の人物文脈（記憶内容をどの人物から得たかという記憶の情報源）の想起に関連して活動すること（発表雑誌論文）を明らかにした。人物文脈に関してはさらに、情報をどの人物に伝えたかという伝達先の記憶文脈の想起についても引き続き実験を行い、情報源の想起とは異なる海馬領域の活動を同定した。これら人物文脈の記憶については、(3) の個人間コミュニケーション過程の解析への応用に役立てることができた。また、時間的な文脈の記憶についても検討を行い、過去の複数の経験の間の時間間隔の記憶想起において、海馬領域（間隔が短いほど活動増加）と前脳基底部（長いほど活動増加）が異なる活動特性を示すことを見出した（学会発表）。

記憶に関わる神経ネットワークの動的な特性に関する検討では、臨床症例の PET 賦活研究から、前頭葉と海馬領域の間の動的な活動拮抗に関する貴重な知見を得ることができた（発表雑誌論文）。強い心傷やストレスなどに応じてある一定の事柄に関する経験のみが思い出せなくなる解離性逆行性健忘症例において、思い出せない内容が呈示されたときには外側前頭前野の活動が亢進し、海馬領域の活動が低下していた。しかしながら、心理療法によってこの記憶障害が改善した後は、両領域の拮抗的な活動亢進・低下は消失した。これらの結果は、外側前頭前野の活動が海馬領域の活動を抑制することで、記憶の抑圧制御を行う動的な機序を示唆するものである。

また、環境の知覚過程とも関連する研究結果として、外部刺激の感覚受容時に生じる内側側頭葉と感覚特異皮質（色における V4 野や動きにおける V5 野）の活動がその感覚経験の記憶を想起する際に再び現れることを PET を用いて明らかにした（発表雑誌論文、学会発表）。本知見は、研究項目(2)のプロセス間（知覚と記憶想起）相互作用にも関わる成果である。さらに、刺激の知覚と判断に関する脳システムの活動特性の検討と

して、視覚刺激の知覚判断（線分の傾き方位判断）の正確性を組み込んだ強化学習時系列モデルを fMRI データの解析に応用する方法を提案した（発表雑誌論文）。この手法を用いた展望的記憶過程の解析の検討については今後の課題である。

行動予定の計画立てと遂行のプロセスに関しては、これまでの展望的記憶研究であまり検討されていなかった、行動予定の記憶形成に関わる神経システムの検討をまず行った。特定の視覚刺激（風景などの写真）に対して特別な身体運動（ジョイスティックの操作）を行う行動予定を計画し、これを記憶して後に実行させる課題中の fMRI 計測を行った。その結果、行動予定を計画・記憶する際に前頭葉内側領域（前脳基底部周辺）、海馬領域、感覚・運動皮質が強く活動した場合、後でその予定を正しく思い出して実行できる確率が高いことが明らかとなった（発表図書）。この結果は、前頭葉・海馬・感覚運動皮質から成る神経システムの活動が、将来の行動予定の強固な記憶を形成する過程に役割を果たすことを示すものである。

さらに、現在の認知活動の途中で特別な行動予定を思い出して遂行する過程に関する fMRI 研究を行い、内側前頭前野の活動が行動予定遂行タイミングの予測や複数の将来行動の間の注意の配分に依って変化することを示した（発表雑誌論文）。これら一連の成果は、前頭葉・内側側頭葉・感覚皮質を結ぶ神経システムの動的な活動特性が記憶や将来計画・遂行の諸過程を制御することを示すものである。

##### (2) 認知プロセス間および脳システム間の相互作用

研究項目(1)で明らかとなった各認知プロセスに関わる神経システムの活動特性を繋ぎ、複数のプロセス間の相互連携の様相を検討するためには、実験課題中の被験者の動的な行動変化と対応させた、複数神経領野間の活動同士の関係性の解析を行う必要がある。ここでは、脳機能領野間の動的な活動連携を明らかにするための解析方法の検討としてまず、fMRI データからの単一試行ごとの脳活動指標の推定と、その領域間相関解析への応用を考案、検証した。fMRI により計測される脳血液酸素化レベル (BOLD) 信号から神経スパイク活動の時系列をベイズ推定し、脳血行動態による時間遅れの無いリアルタイムの神経活動指標を求めた。この指標を、視覚刺激に対する選択的注意課題（ストループ課題）の脳活動解析に応用し、その有効性を検証した。この指標を用いて、被験者が注意を向ける視覚対象（顔または文字）を特異的に処理する後方視覚領野（顔領野および文字領野）の間での神経活動の強さの差を一試行ごとに同定し、この後方感覚領野内の活動拮抗と相関する脳領野を探索した。その結果、外側前頭前野の神経活動が試行ごとの感覚

領野の活動拮抗の強さと相関し、さらに外側と内側の前頭前野の神経活動相関が強いほど被験者が素早く注意選択課題に回答できるようになる様子を捉えることが出来た(発表雑誌論文)。この結果は、感覚入力 of 神経情報処理の拮抗状態に依存した自動的でボトムアップな注意・行動制御を可能にする、神経機能モジュール間の動的なネットワーク機構を明らかにしたものとと言える。

この領野間神経活動相関解析の手法をさらに時間軸上に発展させ、時間的な幅をもって複数の認知過程が相互に干渉しあう展望的記憶の脳内ネットワークの分析に応用した。すなわち、現在の環境刺激の処理を行いながら将来の行動予定に注意を払い、あらかじめ記憶しておいた特定の環境条件に応じて適切に予定行動を想起・実行する課題において、現在の刺激処理と未来の予定行動想起との間で動的に注意を制御する際の脳メカニズムを検討した(発表雑誌論文)。この課題の行動解析から、現在の環境刺激への応答速度が速いほど予定行動の想起・実行速度が遅くなるという行動的なトレードオフ現象を明らかにし、このような自動的な行動調節を生じさせる動的な注意制御が、環境刺激への応答時と予定行動想起・実行時の間での異なる内側前頭葉領域の時間横断的な神経活動相関の強さと関連することを見出した。

また、同様の神経活動相関解析手法を応用して、行動予定の計画・記録時の神経ネットワークの異時点間相関が、予定行動の想起・遂行成績に及ぼす影響を分析した(発表図書)。視覚刺激に対して行動予定を計画・記録する課題において、視覚刺激の呈示と行動予定の計画立てのタイミングとの間に時間差を設け、刺激呈示時点と予定計画時点との間での脳領野間の活動相関が後の予定想起の成功・失敗を予測するか検討した。その結果、内側前頭葉 - 内側側頭葉 - 視覚皮質の間の異時点間活動相関が強い場合に、後の予定想起の成績が高いことが明らかとなった。

以上の研究成果はいずれも、脳の様々な機能領野の単独の活動のみならず、機能領野間での時間横断的な活動の関係性が、各認知プロセスを文脈依存的に統合して展望的記憶を適切に成立させるために重要な役割を果たすことを示すものと言える。

### (3) 個人間コミュニケーションへの応用と2者脳波同時計測・解析

以上に行ってきた展望的記憶の認知脳メカニズムの解析を、複数の人間の間でのコミュニケーションの実現過程の分析へと応用した。ここでは特に、研究成果(1)で示した、情報源(情報を誰から得たか)および情報伝達先(情報を誰に伝えたか)の記憶に関わる脳システムの分離をヒントに、2者間コミュニケーション課題において、他者から得た情報や自己が他者に伝えた情報の記憶に基づいて将来の行動を計画する過程の解析

を試みた。このときの2者の脳活動同士の関係性を検討する目的で、同一課題を遂行中の2名の被験者の脳波を同時記録できるシステムを、2台の脳波アンプを連携させて構築した。

具体的には、2名の被験者が無意味な記号を組み合わせたメッセージを互いに交換することを通して両者の意思や意図を有効に伝達し得る人工言語システムを構築する課題において、「相手から得た情報の記憶」と「自己が発信した情報の記憶」を基にした被験者の課題行動の計画立ての戦略を、行動データにより分離する方法を開発した(学会発表、)。これらの行動戦略に応じた頭表脳波パターンの特徴を、脳波パワーの時間・周波数特性や、異なる脳波チャンネル間での周波数位相同期のネットワーク構造の観点から解析した。その結果、自他の記憶情報に応じた行動の計画立てが、脳波の異なる空間部位(チャンネル)、潜時(課題中の時間帯)、周波数帯の活動に分離して表現されており、チャンネル間の位相同期ネットワークの構造も両行動戦略の間で異なるという知見を得た。さらに、2名の被験者の間で、同一の行動戦略に対応した同期ネットワークの類似度が高まっていた。このような共通ネットワークの発現が、2者間で共通の意思伝達システムの形成の一端を担うと考えられる。

### (4) 脳活動と情報機器の連携の実装と評価

本研究で検討した複数システム間の相互作用メカニズムの実社会応用の可能性の一つとして、脳活動と情報機器との間の直接的な連携機構の実装を試みた。携帯型脳波計から取得したユーザの脳波周波数成分データをサーバに送信して機械学習モデルにより分類し、学習モデルをユーザの行動と脳活動データから逐次的に更新することでモバイル情報端末のアプリケーション起動の最適制御を試みるシステムを構築した。このシステムの動作評価実験を行い、学習および分類アルゴリズムを様々な改良することで、脳活動による情報端末制御の正確性の向上を実現した(学会発表、)。

### (5) 展望的コミュニケーション仮説

本研究では、人間が記憶に基づいて将来を展望して行動予定を計画・記憶し、遂行する際の脳システム間の機能連携を様々な検討した。この検討を通して、記憶に基づく将来展望と予定形成・想起において働く脳の内側領野(内側前頭葉、内側側頭葉など)のネットワーク(「記憶=展望」システム)と、現在の環境に対する即時的な応答を担う外側の前頭前野 - 感覚運動領野ネットワーク(環境応答システム)との間の時空間的な活動相関や拮抗関係が次第に明らかとなってきた。これらは個人の脳内の複数システム間の関係についての知見であるが、本研究の成果全体を通して得た発展的なまとめとして、この

メカニズムが個人間のコミュニケーションの成立に果たす役割についての仮説的な脳認知モデル(展望的コミュニケーション仮説、下図1参照)を提唱した(発表図書、学会発表、 )

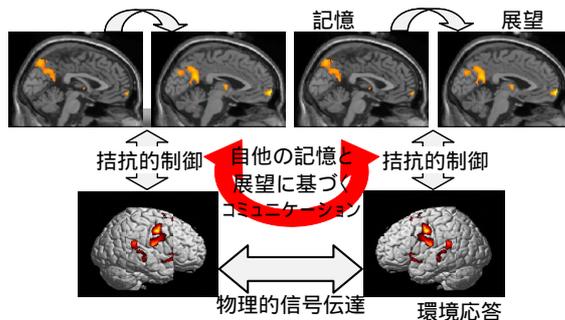


図1. 展望的コミュニケーション仮説の概念図

本モデルでは、各個人の脳内において、環境応答システムと記憶=展望システムとが拮抗的な制御関係を有しながら階層的に結合している。個人間コミュニケーションにおいて、音声や表情、身振りなどの物理的な信号は2者の環境応答システムを通じてやりとりされるが、この入出力には各自の記憶=展望システムが階層的に関わる。記憶=展望システムによって自己や他者の記憶情報から推測される将来展望の情報が提供されることで、自他や環境の文脈を適切に取り入れた柔軟なコミュニケーションが成立し得るものと考えられる。このような仮説を支持する証拠の1つとして、本研究結果(3)で示した、個人間コミュニケーションシステム形成課題で他者の記憶に基づく行動戦略の脳波同期ネットワークが2個人間で類似した構造をとるようになる、という知見が挙げられる。しかしながら、この脳波ネットワークが実際に脳の内側領野の記憶=展望システムの活動を反映するかは明らかでなく、またどのようにして図1に示したような階層ネットワークが形成され、機能するかも現時点では不明である。これらの点を明らかにするため、さらに研究を進める必要がある。

## 5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計 35 件)

Nobuhito Abe, Toshikatsu Fujii, Maki Suzuki, Aya Ueno, Yayoi Shigemune, Shunji Mugikura, Shoki Takahashi, Etsuro Mori. Encoding- and retrieval-related brain activity underlying false recognition. *Neuroscience Research* 査読有 76(4), 2013, 240-250

DOI: 10.1016/j.neures.2013.05.006

Jiro Okuda. From prospection to prospective memory: constructing, encoding, and remembering future plans. *Psychologia* 査読有 55(2), 2012, 146-160

<http://www.educ.kyoto-u.ac.jp/cogpsy/psychologia/Vol155.htm>

Ryusaku Hashimoto, Nobuhito Abe, Aya Ueno, Toshikatsu Fujii, Shoki Takahashi, Etsuro Mori. Changing the criteria for old/new recognition judgments can modulate activity in the anterior hippocampus. *Hippocampus* 査読有 22(2), 2012, 141-148

DOI: 10.1002/hipo.20878

Hiromasa Takemura, Kazuyuki Samejima, Rufin Vogels, Masamichi Sakagami, Jiro Okuda. Stimulus-dependent adjustment of reward prediction error in the midbrain. *PLoS ONE* 査読有 6(12), 2011, e28337

DOI: 10.1371/journal.pone.0028337

Jiro Okuda, Sam J Gilbert, Paul W Burgess, Chris D Frith, Jon S Simons. Looking to the future: automatic regulation of attention between current performance and future plans. *Neuropsychologia* 査読有 49(8), 2011, 2258-2271

DOI: 10.1016/j.neuropsychologia.2011.02.005

Yosuke Morishima, Jiro Okuda, Katsuyuki Sakai. Reactive mechanism of cognitive control system. *Cerebral Cortex* 査読有 20(11), 2010, 2675-2683

DOI: 10.1093/cercor/bhq013

Syunnji Mugikura, Nobuhito Abe, Maki Suzuki, Aya Ueno, Shuichi Higano, Shoki Takahashi, Toshikatsu Fujii. Hippocampal activation associated with successful external source monitoring. *Neuropsychologia* 査読有 48(6), 2010, 1543-1550

DOI: 10.1016/j.neuropsychologia.2010.01.021

Hirokazu Kikuchi, Toshikatsu Fujii, Nobuhito Abe, Maki Suzuki, Masahito Takagi, Shunji Mugikura, Shoki Takahashi, Etsuro Mori. Memory repression: brain mechanisms underlying dissociative amnesia. *Journal of Cognitive Neuroscience* 査読有 22(3), 2010, 602-613

DOI: 10.1162/jocn.2009.21212

Aya Ueno, Nobuhito Abe, Maki Suzuki, Yayoi Shigemune, Kazumi Hirayama, Etsuro Mori, Makoto Tashiro, Masatoshi Itoh, Toshikatsu Fujii. Reactivation of medial temporal lobe and human V5/MT+ during the retrieval of motion information: a PET study. *Brain Research* 査読有 1285, 2009, 127-134

DOI: 10.1016/j.brainres.2009.06.025

〔学会発表〕(計 41 件)

日高 智貴、白石 優旗、河合 由起子、奥田 次郎。脳波分析による意図および気分抽出に基づく制御システムの提案。The 6th Forum on Data Engineering and Information Management (deim2014)、淡路夢舞台、兵庫、Mar. 5, 2014 (学生プレゼンテーション賞受賞)

Jiro Okuda, Maki Suzuki, Takeshi Konno, Junya Morita, Takashi Hashimoto. Planning based on one's own past and other's past during a communication task. The 4th International Conference on Cognitive Neurodynamics (ICCN2013), Sigtuna, Sweden, Jun. 23-27, 2013

日高 智貴、増谷 直人、木下 裕輝、白石 優旗、河合 由起子、奥田 次郎。携帯型端末を用いた脳情報に基づく情報推薦システムの提案。The 5th Forum on Data Engineering and Information Management (deim2013)、磐梯熱海、福島、Mar. 5, 2013 (学生プレゼンテーション賞、優秀インタラクティブ賞受賞)

Maki Suzuki, Jiro Okuda, Aya Ueno, Yoshihiko Matsue, Toshikatsu Fujii. Neural correlates of the retrieval of temporal order memory. 42nd Annual Meeting of Society for Neuroscience (Neuroscience 2012), New Orleans, USA, Oct. 17, 2012

Jiro Okuda, Maki Suzuki, Takashi Hashimoto, Takeshi Konno, Junya Morita. Experimental approaches to mechanisms of memory-guided future planning. Dynamic Brain Forum 2012, Carmona, Spain, Sep. 3-6, 2012

Maki Suzuki, Jiro Okuda, Toshikatsu Fujii. Hippocampal activity during recollection of different contextual information: an fMRI study. 10th Tsukuba International Conference on Memory, Tokyo, Japan, Mar. 4-6, 2012

奥田 次郎。展望する脳 - コミュニケーションの仕組みの理解に向けて - 。北陸先端科学技術大学院大学 知識科学研究科セミナー、能美、石川、Nov. 24, 2011

Aya Ueno, Jiro Okuda, Toshikatsu Fujii. Reactivation hypothesis in episodic memory: from the findings of neuroimaging studies. The 3rd International Conference on Cognitive Neurodynamics, Niseko, Jun. 9-13, 2011

奥田 次郎。未来はどこからやって来る? - 展望的な人間の脳情報処理と社会コミュニケーション - 。第69回 京都産業大学 市民講座、京都、Apr. 27, 2011

奥田 次郎, 藤井 俊勝。行動予定の脳機構。包括脳ネットワーク 夏のワーク

ショップ、札幌、Jul. 27-30, 2010

Toshikatsu Fujii. An fMRI study on dissociative amnesia. Neurotalk 2010, Singapore, Jun. 25-28, 2010

奥田次郎。脳科学からみた人間の記憶 = 予見システムと行動決定。筑波大学大学院システム情報工学研究科 経済学・ゲーム理論セミナー、つくば、茨城、Nov. 5, 2009

Jiro Okuda. Memory and prospection of the brain: What can cognitive brain science suggest to inductive game theory and decision-making? Logic, Game Theory, and Social Choice 6, Tsukuba, Aug. 26-29, 2009

〔図書〕(計 13 件)

Jiro Okuda, Maki Suzuki, Toshikatsu Fujii. Correlated brain activations during formation of memory for future plans. In: Advances in Cognitive Neurodynamics (III) (Ed: Yamaguchi Y), Springer, 2013, pp.437-442

奥田 次郎, 藤井 俊勝。展望する脳。In: 社会脳シリーズ1「社会脳科学の展望」(編: 芋坂 直行) 新曜社、2012, pp.1-33

Toshikatsu Fujii. Frontal behavioural symptoms in Prader-Willi syndrome. In: Handbook of Behavior, Food and Nutrition (Eds: Preedy VR, Watson RR, Martin CR), Springer, 2011, pp.1445-1456

Toshikatsu Fujii. Perforating branches of the anterior communicating artery: anatomy and infarction. In: Neurovascular Imaging: MRI & Microangiography (Ed: Takahashi S), Springer, 2010, pp.189-196

Toshikatsu Fujii, Maki Suzuki. Episodic memory. In: The Encyclopedia of Neuroscience, vol 1 (Eds: Binder MC, Hirokawa N, Windhorst U), Springer, 2009, pp.1139-1142

〔その他〕

ホームページ等

<http://dynamic-brain.jp>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

奥田 次郎 (OKUDA, Jiro)

京都産業大学・コンピュータ理工学部・准教授

研究者番号: 80384725

(2) 研究分担者

藤井 俊勝 (FUJII, Toshikatsu)

東北福祉大学・健康科学部・教授

研究者番号: 70271913