

平成 22 年 5 月 14 日現在

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2008 ～ 2009

課題番号：20700392

研究課題名（和文）脳磁図を用いた前頭連合野における高次脳神経活動の加齢性変化の検討

研究課題名（英文）A magnetoencephalographic study of prefrontal brain activity in aging.

研究代表者

柏原 考爾（KASHIHARA KOJI）

名古屋大学・大学院情報科学研究科・研究員

研究者番号：40463202

研究成果の概要（和文）：

大脳皮質の前頭連合野は、高次な認知思考段階で重要となる。しかし、素早く変化する脳神経活動は複雑で捉え難い。そのため、高い時間解像度を有する脳磁図や脳波測定を用い、前頭連合野の働きを検討した。最初に、ストロープ課題における脳磁図測定から、神経活動の周波数依存性を確認した。特に、高齢者では、若年層に比べ、パフォーマンスの低下が認められた。また、ウェーブレット変換による時間一周波数解析により、複数の平面図から3次元形状をイメージする課題において、前頭葉におけるシータ帯域（4-8 Hz）の活性化が示唆された。

研究成果の概要（英文）：

The prefrontal cortex plays an important role in higher cognitive processes; however, it is difficult to detect and clarify rapid and complicated neuronal dynamics. The purpose of this study was to investigate frontal lobe activity using the magnetoencephalogram (MEG) and the electroencephalogram. Firstly, frequency-dependent neuronal activity during the Stroop task was confirmed by the MEG measurement. The cognitive performance was lower in the elderly than in the young. Additionally, a time-frequency analysis based on the wavelet transform revealed that theta-band activity (4-8 Hz) in the frontal lobe was increased during the mental image task to consider three-dimensional shapes from plane figures.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	500,000	150,000	650,000
2009年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
年度			
総計	1,000,000	300,000	1300,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：人間医工学・医用生体工学

キーワード：脳・神経, 認知科学

1. 研究開始当初の背景

大脳皮質の前頭連合野は、高次な認知思考段階での統括的な指令塔として重要な役割を担う。しかし、刻々と変化する脳神経活動のダイナミクスは複雑で捉え難い。特に、前頭連合野内での各部位の働きや相互作用性は不明な点が多い。

2. 研究の目的

本研究では、素早く変化する脳神経活動を捉えるため、高い時間解像度を有した脳磁図・脳波測定を用い、高次な認知思考過程における前頭連合野の働きを検討することを目的とした。また、周波数解析を利用することにより、種々の神経活動の役割を分離することで、より精度の高い脳内ダイナミクスの解析を実施することを目的とした。

3. 研究の方法

- (1) ストループ（色名呼称）課題を用いて、反応時間（高齢者 17 名及び健常者 13 名）及び脳磁図（7 名）測定を行った。ストループ課題では、余分な情報を排除し、提示された文字の名前や色を素早く答える必要がある。
- (2) 前頭葉でのより高度な認知思考過程を検討するため、メンタルイメージ課題を用いた評価（被験者 14 名）を行った。
- (3) (2)と同様のメンタルイメージ課題において、素早く変化する脳神経活動（脳波）を、高い時間解像度で計測した。脳神経活動のダイナミクスを検討するため、ウェーブレット変換による時間周波数解析を用いた。
- (4) 前頭連合野でのリアルタイムな神経活動の因果関係や相互作用性を抽出するため、新たな制御工学的手法（システム同定法）を検討した。
- (5) 適度な運動が脳神経活動に及ぼす影響と病態下での自律神経活動に着目した調査研究を行った。

4. 研究成果

- (1) ストループ課題における、脳神経活動の周波数依存性を確認した。健常者に比べ、高齢者（国立長寿医療セ

ンター研究所における検査）では、ワーキングメモリ課題における認知機能特性の低下が認められた。

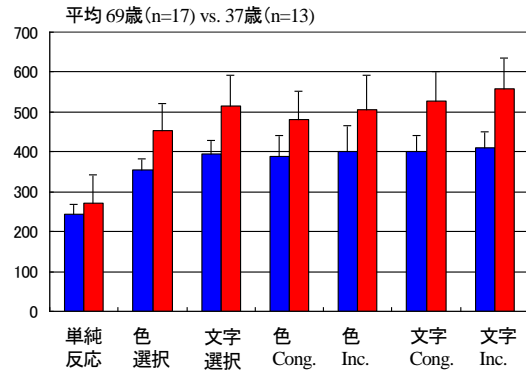


図 1. ストループ反応課題 (ms) の比較 (赤い縦棒は高齢者)

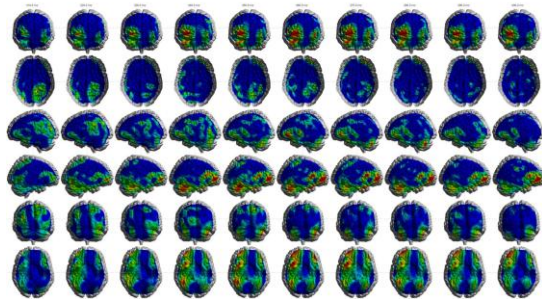


図 2. 脳磁図による解析結果 (3D 頭部マッピング)

- (2) 平面図のみを手がかりとし、3 次元形状を頭の中でイメージするには、単純な図形の記憶・保持よりも、さらに多くの脳内処理を要することを明らかにした。

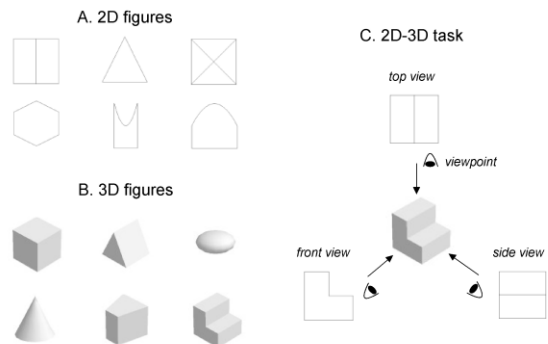


図 3. 平面図形から 3 次元形状を推定する課題

(A: 使用した平面図形. B: 推定する 3D 図形. C: 平面図と 3D 図形の関係)

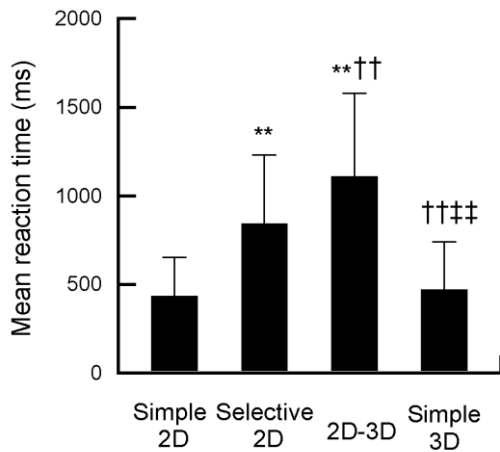


図 3. メンタライメージ課題における反応時間. 平面図から 3D を推定する課題 (2D-3D 課題) で反応時間が最も上昇 (記号は 1% の有意差を示す)

(3) 前頭葉 (Fz 領域) におけるシータ帯域 (4-8Hz) の脳神経活動が、視覚野 (Oz 領域) や頭頂葉 (Pz 領域) と比べて活性化した。また、カラー図形による奥行き手がかりが、メンタライメージ課題にも有効な指標となることを示した。

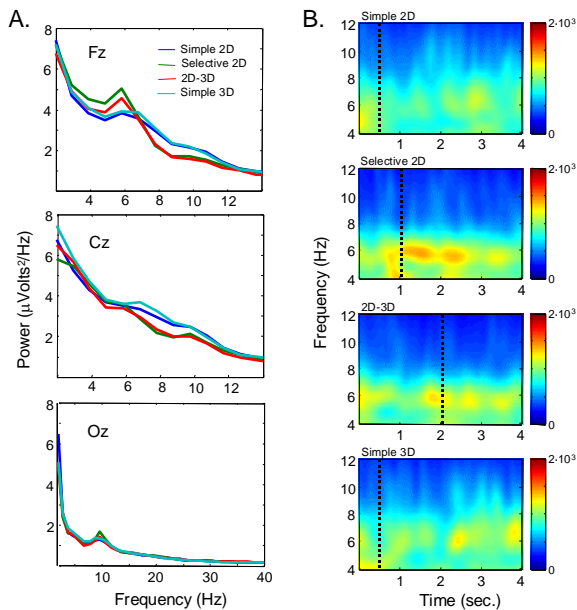


図 4. 前頭葉領域 (図中 A の Fz 部) における周波数依存性. (特に、シータ帯域で活性化)

(4) ウェーブレットによる時間一周波数解析を応用し、リアルタイムにシステム特性を明らかにできる解析法を提案した。この手法により、各周波数

帯域での神経活動のダイナミクスと相互作用性を検討した。

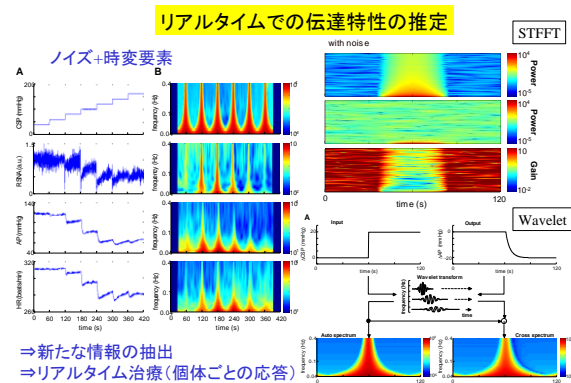


図 5. 神経活動のダイナミクス (周波数依存性) をリアルタイム推定できる新手法の概念図

(5) 健常者 (高齢者を含む) での適度な運動が、高次な認知思考過程に及ぼす効果と、病態下での自律神経活動の働きを総説としてまとめた。

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 3 件)

- ① Kashihara K. Wavelet-based system identification of short-term dynamic characteristics of arterial baroreflex. *Annals of Biomedical Engineering*, 査読有, 37, 2009, 112-128
- ② Kashihara K., Maruyama T, Murota M, and Nakahara Y. Positive effects of acute and moderate physical exercise on cognitive function. *Journal of Physiological Anthropology*, 査読有, Vol.28, No.4, 2009, 155-164
- ③ Kashihara K. Roles of arterial baroreceptor reflex during Bezold-Jarisch reflex. *Current Cardiology Reviews*, 査読有, Vol.5, No.4, 2009, 263-267

[学会発表] (計 4 件)

- ① Kashihara K. Evaluation of the cognitive process during mental imaging of two- or three- dimensional figures. *The Second International Conferences on Advances in*

Computer-Human Interactions, ACHI
2009, 査読有, pp. 126-129, 2009 年 2
月 3 日, Cancun, Mexico

- ② Kashihara K. Optimal camera angles in mental imaging of three-dimensional structures from plane figures and the effects of depth cues. 2009 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC 2009), 査読有, 2009 年 10 月 12 日, Texas, USA
- ③ 柏原考爾: 平面図形から 3 次元形状を脳内表象するために必要な認知処理能力の評価. 第 34 回 全日本教育工学研究協議会全国大会, 2008 年 11 月 22 日, 三重
- ④ 柏原考爾, 中原凱文: 心的イメージ操作における 3 次元物体の最適な提示方法と奥行き手掛かりの効果. 日本人間工学会東海支部 2009 年研究大会, 2009 年 10 月 10 日, 愛知

6. 研究組織

(1) 研究代表者

柏原考爾 (KASHIHARA KOJI)
名古屋大学・大学院情報科学研究科・共同
研究員
研究者番号: 40463202

(2) 研究分担者

(3) 連携研究者