

脳磁図による瞑想時の脳活動に関する予備的研究¹

高瀬 弘樹（信州大学） 田中 慶太（東京電機大学）
 石津 智大（University College London） 島津 直実（早稲田大学）
 白石 智子（宇都宮大学） 高木 博子（早稲田大学）
 越川 房子（早稲田大学） 内川 義則（東京電機大学）
 石井 康智（早稲田大学）

Magnetoencephalographic study on brain activity during meditation: A pilot study

Hiroki TAKASE (Shinshu University) Keita TANAKA (Tokyo Denki University)
 Tomohiro ISHIZU (University College London)
 Naomi SHIMAZU (Waseda University) Satoko SHIRAIISHI (Utsunomiya University)
 Hiroko TAKAGI (Waseda University) Fusako KOSHIKAWA (Waseda University)
 Yoshinori UCHIKAWA (Tokyo Denki University)
 Yasutomo ISHII (Waseda University)

要 約

本研究では、脳磁図により瞑想経験者の観瞑想時の脳活動について探ることを目的に、予備的な実験を行った。脳磁図データから、安静状態から瞑想状態になると後頭部の α 波成分が減少する傾向が認められた。また、交感神経系機能を反映する唾液アミラーゼが、瞑想時の前後で増加する現象が認められ、観瞑想により交感神経系の活動が高まることが示唆された。今後、瞑想経験者のデータ数を増やし、瞑想時の脳活動状態の検証、および瞑想の心理生理的効果について統計的に検討することが課題である。

キーワード：観（ヴィパッサナー）瞑想，脳機能，脳磁図， α 波

問 題

近年、心理臨床場面において、マインドフルネス瞑想法（Kabat-Zinn, 1990 春木 訳

¹ 本研究は、平成21年度科学研究費補助金（基盤研究(C)課題番号21530744、研究代表者：石井康智）の助成を受けた。

2007) など、瞑想が治療のための技法として用いられるようになってきた。瞑想の治療効果を検証する研究も進められ、心理生理的な効果に関する知見が多数報告されている (e.g., Greeson, 2009)。瞑想時の脳活動に関する研究では、その時間的変化について、脳電図 (Electroencephalography: EEG) を用いた脳波 (主として自発脳波) 計測研究が行われてきた (中村, 1992)。初期の EEG 研究から、瞑想時には α 波成分が優位となる (平井, 1960) と報告されてきた。活動部位としては、前頭部での α 波成分の優位が認められている (e.g., Takahashi, Murata, Hamada, Omori, Kosaka, Kikuchi, Yoshida, & Wada, 2005)。また、 θ 波 (Cahn & Polich, 2006 に総説されている)、 γ 波が優位になる (e.g., Lehmann, Faber, Achermann, Jeanmonod, Gianotti, & Pizzagalli, 2001) といった結果も報告されている。

EEG のように時間分解能に優れた脳機能計測法には、他に脳磁図 (Magnetoencephalography: MEG) がある (小谷・内川・中屋・森・栗城, 1995)。EEG は電位計測であり、頭皮や頭蓋骨などの介在組織の影響を避けることができないが、MEG は磁界信号を計測しているため介在組織の影響を受けにくく、大脳皮質に活動源がある場合には、MEG は EEG よりも空間分解能が高く、より精密に計測できる (内川・田中・渡辺, 2010)。このように MEG は EEG に比べ計測精度上に利点があるが、これまでに MEG を用いた瞑想研究は非常に少ない。

瞑想には様々な定義や種類があるが、一つの分類法として、止 (サマタ) 瞑想と観 (ヴィパッサナー) 瞑想に大別される (熊野, 2007)。止瞑想とは、「何らかの対象に注意を集中することで通常の心の活動を「止め」、さらに微妙な活動レベルにある心を展開させることを目的とした」(熊野, 2007) 瞑想法である。一方、観瞑想とは、「物事をありのままに観察することに力点を置いた瞑想法」(熊野, 2007) であり、上記のマインドフルネス心理療法で用いられる瞑想法はこの観瞑想である。

本研究では、まず観瞑想時の脳機能について探ることを目的とし、MEG を用いて予備的な実験を行った。また、瞑想の心理生理的な影響について検討するために、交感神経系の活性化度を反映する指標である唾液中の消化酵素 α -アミラーゼ (山口・花輪・吉田, 2007; 山口・金森・金丸・水野・吉田, 2001)、および気分状態を測定した。

方 法

実験参加者 瞑想歴15年の女性1名 (年齢36歳) を実験参加者とした。

装置 & 材料 MEG の計測は、東京電機大学先端工学研究所に設置されている122チャンネル全頭型脳磁界計測装置 (Neuromag-122, Elekta Neuromag, Finland) を用いた。MEG 信号は0.03-100 Hz のオンラインバンドパスフィルタを用いて、サンプリング周波数512 Hz で記録し PC に取り込んだ。唾液アミラーゼ (唾液中の α -アミラーゼ) の測定は、酵素分析装置 (唾液アミラーゼモニター, ニプロ社) を用いた。また、気分状態の指標として、POMS (気分プロフィール検査, 横山・荒記, 1994)、および快-不快 (快が100, 不快が-100とし20刻みの11段階で回答) について測定した。

手続き 実験参加者に実験の概略について説明し、実験参加の承諾を得た。実験の流れについては、図1の通りであった。実験参加者には、観瞑想を実践してもらった。プレおよび

ポスト安静期には、実験参加者は閉眼で安静にするよう教示された。

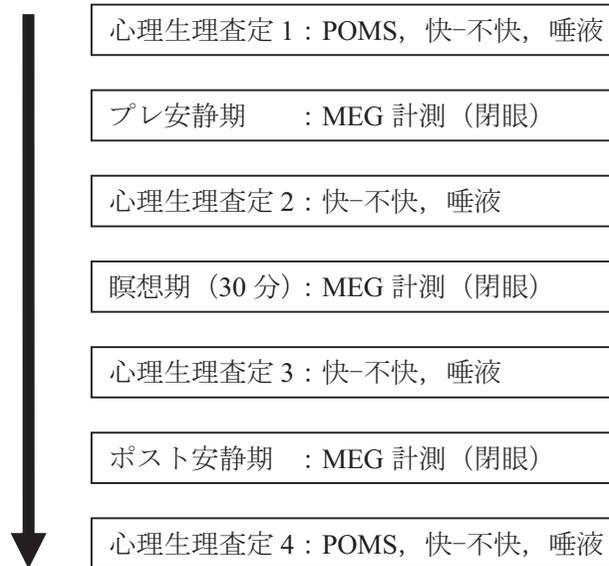


図1 実験のフローチャート

データ解析 プレ安静期, 瞑想前期 (前半10分間), 瞑想中期 (中間10分間), 瞑想後期 (後半10分間), ポスト安静期の各期の MEG データについて, 高速フーリエ変換を行い, パワースペクトル値を算出した。その後, δ 波帯域 (1.0-4.0 Hz), θ 波帯域 (4.0-8.0 Hz), α 波帯域 (8.0-14.0 Hz), β 波帯域 (14.0-30.0 Hz), γ 1 波帯域 (30.0-60.0 Hz), γ 2 波帯域 (60.0-100.0 Hz) に分け, それぞれのパワーマップを作成した。

結 果

POMS

プレ安静期前からポスト安静期後にかけての POMS の各尺度の得点変化は, 「緊張-不安」(5→2), 「抑うつ-落込み」(3→1), 「怒り-敵意」(6→0), 「活気」(30→27), 「疲労」(1→2), 「混乱」(5→4) であった。

快-不快

プレ安静前, 瞑想前, 瞑想後, ポスト安静後における「快-不快」得点のグラフを図2に示した。グラフの視察より, 瞑想の前後で快の気分が高まったと認められた。

唾液アミラーゼ

プレ安静前, 瞑想前, 瞑想後, ポスト安静後における唾液アミラーゼ値を図3に示した。グラフの視察より, 瞑想の前後で唾液アミラーゼ値が上昇したと認められた。

MEG データ

プレ安静期, 瞑想期 (前・中・後), ポスト安静期の各期における δ 波, θ 波, α 波, β

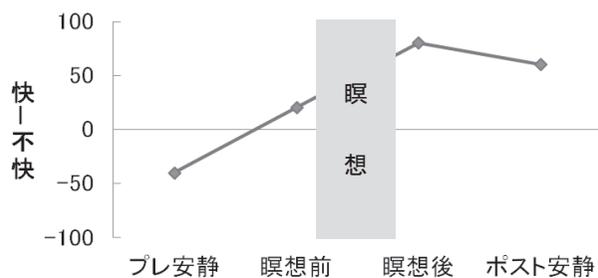


図2 快-不快の変化

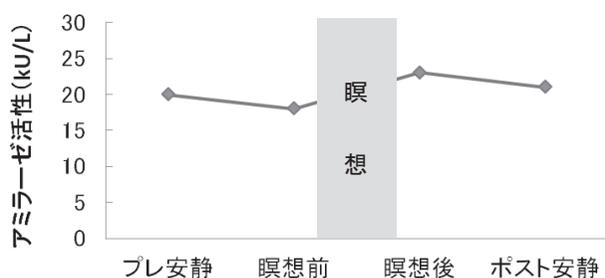


図3 アミラーゼ活性の変化

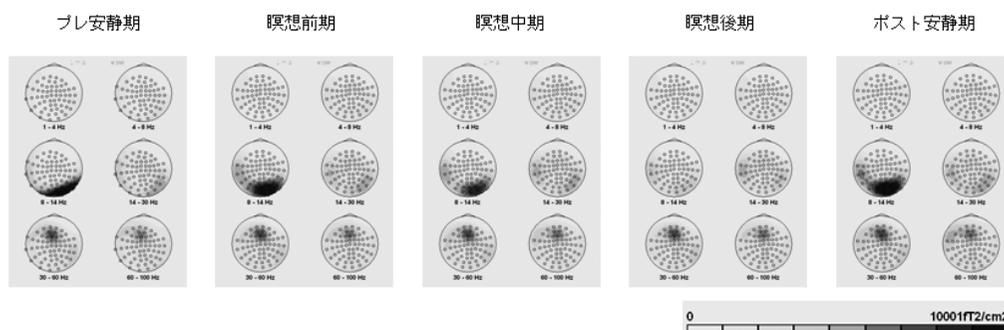


図4 各期のMEGのパワーマップ
 (左上: δ 波, 右上: θ 波, 左中: α 波, 右中: β 波, 左下: γ 1波, 右下: γ 2波)

波, γ 1波, γ 2波のパワーマップは, 図4の通りであった。パワーマップの視察より, 瞑想後期において, 後頭部チャンネルに α 帯域の減少が認められた。

考 察

本研究は, 瞑想経験者の瞑想状態時の脳活動について, MEGを用いて検討した。まず心理指標について, 瞑想の心理的效果としてネガティブな気分の低下が予測されたが,

POMS については、瞑想前からネガティブな項目（「緊張」「抑うつ」「怒り」「疲労」「混乱」）の得点が低かったため得点変化は小さかったが、ネガティブな項目はすべて瞑想実践後に低下した。また、ポジティブな項目（「活気」）は瞑想前に得点が高かったが、瞑想後に得点が減少した。快-不快については、瞑想後に快の状態が大幅に高まった。これらの結果から、心理的には観瞑想によりネガティブな気分が低下し、快な気分が高まったとすることができ、瞑想に関する先行研究の結果とほぼ一致する内容であった（Greeson, 2009）。

瞑想時の脳活動については、図 4 より、プレ安静期から瞑想中期にかけて、後頭部に α 波成分が優位であることが観察される。これは閉眼のために生じたと考えられる。しかし、瞑想後期（20-30分）では、閉眼状態であるにもかかわらず、後頭部の α 波成分の減少が認められた。 α 波成分は入眠期（うとうとした状態）に消失すると報告されているが（宮田, 1997）、参加者から眠気に関する内省報告はなく、本実験の α 波成分の消失が眠気によるという可能性は考えにくい。実験参加者の「瞑想のはじめは少し緊張していたが、徐々にリラックスし瞑想状態に入れた」という内省報告を考え合わせると、この後頭部の α 波成分の減少は観瞑想の特徴と考えることができるかもしれない。観瞑想が目指す状態とは「物事があるがままに観察する」（熊野, 2007）状態である。 α 波成分の増加は記憶の保持（Klimesch, Doppelmayr, Schwaiger, Auinger, & Winkler, 1999）など内的な注意量の増加時にも認められている（Ray & Cole, 1985）。また、不要な情報に対する注意の抑制と α 波成分の強度とが相関するという研究結果も報告されており（Händel, Haarmeier, & Jensen, 2011）、以上のことから、本実験で認められた α 波成分の減少は観瞑想のありのままを受容するという注意の向け方と関連がある可能性が考えられる。この点について、今後、瞑想経験者のデータを増やし、特定の対象に注意を集中する止瞑想の MEG データと比較しながら検証する必要がある。

瞑想の自律神経系の活動に対する影響については、唾液アミラーゼの値から、交感神経系の活動が僅かに高まることが示唆された。瞑想時の自律神経系活動については、例えば心拍数に関して減少するといった結果と増加するといった結果の両方が報告されており、一貫した結果は得られていない（山岡, 1989）。本実験における観瞑想時に交感神経系が僅かに活性化したという結果から、観瞑想が単に弛緩した状態ではないということが示唆されたが、これについても、MEG データと同様に、瞑想経験者のデータを増やし検証する必要がある。

引用文献

- Cahn, B.R., & Polich, J. (2006). Meditation states and traits: EEG, ERP, and neuroimaging studies. *Psychological Bulletin*, **132**, 180-211.
- Greeson, J.M. (2009). Mindfulness research update: 2008. *Complementary Health Practice Review*, **14**, 10-18.
- Händel, B.F., Haarmeier, T., & Jensen, O. (2011). Alpha oscillations correlate with the successful inhibition of unattended stimuli. *Journal of Cognitive Neuroscience*, **23**, 2494-2502.
- 平井 富雄 (1960). 坐禅の脳波的研究—集中性緊張開放による脳波変化— 精神神経学雑誌, **62**, 76-105.

- Kabat-Zinn, J. (1990). *Full Catastrophe living: Using the wisdom of your body and mind to face stress, pain, and illness*. Delta.
- (カバットジン J. 春木 豊 (訳) (2007). マインドフルネスストレス低減法 北大路書房)
- Klimesch, W., Doppelmayr, M., Schwaiger, J., Auinger, P., & Winkler, T. (1999). 'Paradoxical' alpha synchronization in a memory task. *Cognitive Brain Research*, **7**, 493-501.
- 小谷 誠・内川 義則・中屋 豊・森 博愛・栗城 真也 (1995). 生体磁気計測 コロナ社
- 熊野 宏昭 (2007). 瞑想の画像研究のレビュー 貝谷久宣・熊野宏昭 (編) マインドフルネス・瞑想・坐禅の脳科学と精神療法 新興医学出版社 pp. 33-50.
- Lehmann, D., Faber, P.L., Achermann, P., Jeanmonod, D., Gianotti, L.R., & Pizzagalli, D. (2001). Brain sources of EEG gamma frequency during volitionally meditation-induced, altered states of consciousness, and experience of the self. *Psychiatry Research*, **108**, 111-121.
- 宮田 洋 (監修) (1998). 新生理心理学 2 巻 生理心理学の応用分野 北大路書房
- 中村 昭之 (1992). 日本における東洋的行法の研究展望 心理学評論, **35**, 22-44.
- Ray, W.J., & Cole, H.W. (1985). EEG alpha activity reflects attentional demands, and beta activity reflects emotional and cognitive processes. *Science*, **228**, 750-752.
- Takahashi, T., Murata, T., Hamada, T., Omori, M., Kosaka, H., Kikuchi, M., Yoshida, H., & Wada, Y. (2005). Changes in EEG and autonomic nervous activity during meditation and their association with personality traits. *International Journal of Psychophysiology*, **55**, 199-207.
- 内川 義則・田中 慶太・渡辺 理 (2010). 脳磁図と脳波を用いた感覚野の同期現象の解明 東京電機大学総合研究所年報, **30**, 101-106.
- 山口 昌樹・花輪 尚子・吉田 博 (2007). 唾液アミラーゼ式交感神経モニタの基礎的性能 生体医工学, **45**, 161-168.
- 山口 昌樹・金森 貴裕・金丸 正史・水野 康文・吉田 博 (2001). 唾液アミラーゼ活性はストレス推定の指標になり得るか 医用電子と生体工学, **39**, 46-51.
- 山岡 淳 (1989). 意識水準の生理心理学的研究—特に呼吸法による瞑想について— 日本大学人文科学研究所研究紀要, **37**, 261-277.
- 横山 和仁・荒記 俊一 (1994). 日本版 POMS 手引 金子書房

(2011年10月30日受理, 11月30日掲載承認)