

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 5 月 22 日現在

機関番号：24402

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26282185

研究課題名(和文) 運動疲労の脳磁図研究

研究課題名(英文) Magnetoencephalography study on physical fatigue

研究代表者

田中 雅彰 (Tanaka, Masaaki)

大阪市立大学・大学院医学研究科・講師

研究者番号：60382199

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,300,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、運動疲労の神経基盤を統合的に解明することである。動的で相互依存的な側面を持つ運動疲労の中樞神経系制御機構に対して、脳磁図装置を用いて詳細に検討することで、運動疲労の神経機構を統合的に解明した。健常者を対象として各種評価を実施し、運動疲労時における抑制・促進システムの相互作用について検討し、その神経学的基盤を明らかにした。また、健常者および慢性疲労者を対象として各種評価を実施し、慢性疲労の、運動疲労に対する影響を検討し、その神経学的基盤を明らかにした。これらの成果は、疲労の神経機構を統合的に解明する上で、非常に意義深いものであると考えられる。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study was to elucidate the neural basis of physical fatigue. I tried to elucidate the neural mechanisms of physical fatigue, which has dynamic and interactive nature, using magnetoencephalography. We clarified the interactive neural mechanisms of inhibition and facilitation systems using magnetoencephalography and other various evaluation methods in healthy volunteers. In addition, we clarified the effect of chronic fatigue on the neural mechanisms of physical fatigue using magnetoencephalography and other various evaluation methods in healthy volunteers and those with chronic fatigue. Our results would contribute to total understanding of the neural mechanisms of fatigue.

研究分野：脳科学

キーワード：スポーツ生理学 疲労

1. 研究開始当初の背景

疲労は、労作による作業効率の低下と定義できる。日本人の実に4割が6ヶ月以上続く慢性疲労を自覚し、そのうち半数近い人々が、疲労が原因で従前に比し作業効率が低下したと訴えている。慢性疲労によるわが国の純粋経済損失は、国内GDPをベースとして年間1兆2千億円と計算される。一方で、疲労はこれまでは「休めば治る」と考えられていたが、生活習慣病、癌、循環器疾患、感染症、アトピー等のアレルギー疾患等、様々な病気の前兆(未病)であり、今後、医療の中核をなす予知医療において最も重要なテーマでもある。したがって、疲労のメカニズムを解明し、評価・予防・対処法を確立することの学術的・医学的・経済的・社会的意義は非常に大きいと考えられる。そこで、疲労のメカニズムを解明し、評価・予防・対処法を確立すべく、文部科学省科学技術振興調整費による生活者ニーズ対応研究「疲労および疲労感の分子・神経メカニズムとその防御に関する研究」(平成11-16年度、代表研究者: 渡辺恭良)および日本学術振興会21世紀COEプログラム「疲労克服研究教育拠点の形成」(平成16-20年度、代表研究者: 渡辺恭良)の中心的な研究者として、慢性疲労の分子・神経メカニズム研究を進めてきた。慢性疲労に関しては、その神経基盤の解明が進みつつある一方、運動(身体的)疲労の神経メカニズムに関しては、明らかになっていることは多くない。実際、1990年代前半までは、運動疲労時のパフォーマンスの低下は、筋肉あるいは全身といった末梢組織での恒常性の破綻によって引き起こされると考えられていた。ようやく1990年代後半になって、中枢神経系が生体の恒常性を保つように運動を制御しており、運動時のパフォーマンス低下は主に中枢由来の運動単位の調節(出力低下)から引き起こされると考えられるに至った。しかしながら、運動時の中枢制御機構の神経基盤についてはほとんど解明されておらず、その局在についても痛みからの類推などにより、脊髄がその候補として考えられているにとどまっており、脳の関与はないことが定説であった。

平成20~23年度日本学術振興会科学研究費補助金基盤研究(C)「運動疲労時における中枢制御機構の解明」において、1) 運動疲労時の制御機構を行動学的に解明することを目的に、ラマチャンドランのミラーボックスを用いた運動疲労研究を実施し、ミラーボックスを用いて疲労の認知をマスクする(疲労している手を疲労していないと錯覚させる)ことで、運動疲労による握力低下が減弱することを示した。さらに、運動疲労時の中枢神経系における制御機構を解明することを目的に、脳磁図を用いた運動疲労研究を実施したところ、行動学的検討の結果と一致して、ミラーボックスを用いて疲労の認知をマスクすることで、運動疲労による大脳皮質運動

野における運動誘発磁場応答低下が減弱することを発見した。これらの結果は、運動疲労時、脳において、抑制システムが存在することを科学的に証明するものであり、従来の定説を決定的に覆す画期的な知見であるとともに、運動疲労の神経基盤解明のための大きな手掛かりであると考えられた。

脳神経回路は、その恒常性および機能維持のため、通常、動作は最適変動の範囲内で制御されている。その動作が過度になると疲労状態に陥るため、活動を低下させ休息へと導く抑制性の制御機構である抑制システムが働く。一方では、その動作低下が過度になると機能低下を招くことになるため、抑制システムに対抗し活動を増加させる亢進性の制御機構である促進システムが働く。通常では、抑制システムと促進システムのバランスが保たれ、最適変動の範囲内で脳神経回路の動作が制御される。このような動作制御の下では、運動・情報処理においても最適な状態に保たれる。

平成20~23年度日本学術振興会科学研究費補助金基盤研究(B)「運動疲労時における中枢制御機構の統合的解明」において、運動疲労負荷をかけた時の脳活動を、脳磁図を用いて統合的に探索することにより、抑制システム、促進システム、および疲労感(後帯状回)などの、運動疲労と関係のある神経基盤を同定した。一方では、運動疲労の古典的条件付けが可能であることも脳磁図を用いて明らかにし、急性運動疲労から慢性疲労に至る神経機構の解明にも迫ることができた。

以上のように、これまで、運動時の神経基盤を個々に解明してきた。しかしながら、動的で相互依存的な側面を持つ運動疲労の中枢神経系制御機構に対して、時空間的關係性を有する形での統合的理解までには至っていない。したがって、本研究ではさらに進めて、運動疲労の神経基盤を統合的に解明し、運動疲労の本態に迫る。研究期間内に、高い時間分解能を持ち中枢神経系の活動を時空間的關係性を有する形で評価可能な脳磁図解析を用いて詳細に検討することで、運動疲労の神経機構を明らかにする。加えて、通常の状態下における運動疲労の神経基盤のみならず、さまざまな状況下における神経基盤を明らかにするため、中枢性疲労や慢性疲労の、運動疲労の中枢神経系制御機構に対する影響を検討し、運動疲労の神経基盤を統合的に解明する。これらの成果は、運動疲労のみならず、中枢性疲労や慢性疲労の神経基盤の統合的解明へと導く大きな手掛かりにもなると考えられた。

運動疲労の脳機能イメージング研究は、国内外で徐々に注目を集めてきている。しかしながら、抑制システムの脳における存在、抑制システム、促進システム、および疲労感の神経基盤、さらには、運動疲労の古典的条件付けが可能であること全てを世界で初めて明らかにした。運動疲労の神経基盤の統合的

理解をめざした本研究に類似する研究は、国内外を通して見当たらず、本研究は、非常に独創的なものであり、これまでの成果においても他の追従を許さない。本研究の成果は、学術的な側面のみならず、スポーツの分野、運動関連疾患のリハビリテーション・治療法開発、さらには、高齢者の健康増進にも貢献するものと考えられた。

2. 研究の目的

本研究の目的は、運動疲労の神経基盤を統合的に解明することである。平成 20-22 年度日本学術振興会科学研究費補助金基盤研究 (C)「運動疲労時における中枢制御機構の解明」において、従来の定説を決定的に覆す画期的な知見であり、運動疲労の神経基盤解明の大きな手掛かりとなる、脳における抑制システムが存在を証明した。平成 23-25 年度基盤研究 (B)「運動疲労時における中枢制御機構の統合的解明」において、抑制システム、促進システム、疲労感などの運動疲労関連因子の神経基盤を個々に明らかにした。本研究ではさらに進めて、動的で相互依存的な側面を持つ運動疲労の中枢神経系制御機構に対して、高い時間分解能を持ち脳の活動を時空間的關係性を有する形で評価可能な脳磁図解析を用いて詳細に検討することで、運動疲労の神経機構を明らかにするとともに、中枢性疲労や慢性疲労の、運動疲労の中枢神経系制御機構に対する影響を明らかにし、運動疲労時の神経基盤を統合的に解明することを目的とした。

3. 研究の方法

(1) 抑制・促進システムの相互作用の検討

コントロール課題、平成 23-25 年度日本学術振興会科学研究費補助金基盤研究 (B)「運動疲労時健常被験者に対して、運動による疲労困憊状態を想起させた上で、抑制システムを賦活させるセッション、促進システムを賦活させるセッション、コントロールセッションを 3 試験区クロスオーバーデザインで実施した。なお、研究の遂行に当たっては、被験者のプライバシーに十分配慮し、大阪市立大学倫理委員会の承認の後、被験者の同意を得たうえで実施した。

(2) 中枢性疲労の運動疲労に対する影響の検討

健常者を対象として、精神的疲労を想起した状態での運動疲労の抑制・促進システムの相互作用について検討し、その神経学的基盤を明らかにした。健常被験者に対して、精神的疲労負荷による疲労困憊状態を想起させた上で、抑制システムを賦活させるセッション、促進システムを賦活させるセッション、およびコントロールセッションを 3 試験区クロスオーバーデザインで実施した。

(3) 慢性疲労の運動疲労に対する影響の検討

年齢や性別などをマッチさせた健常者および慢性疲労者の 2 グループを対象とした、2 群間比較デザインで試験を実施した。運動疲労課題である、PC 画面上に出現する「運動による疲労困憊状態の画像」の凝視「最大の力でのハンドグリップ」の想起を 150 回程度、参加者に実施させた。課題実施時およびその前後で、脳磁図、および質問紙検査を実施し、慢性疲労の運動疲労に対する影響について検討した。

4. 研究成果

(1) 抑制・促進システムの相互作用の検討

周波数解析を用いて、抑制システムの脳活動を評価したところ、右前頭前野において、周波数帯域 (8-13 Hz) 事象関連同期が認められた。一方では、促進システムの脳活動を評価したところ、右前頭前野において、周波数帯域事象関連脱同期が認められた。これらの結果は、右前頭前野の活動を抑制することで抑制システムが活性化され、一方では、右前頭前野の活動を亢進することで促進システムが活性化することを示唆している。本研究により、これまで別々に同定されていた抑制システムと促進システムの神経基盤を、動的・相互依存的に解明された。

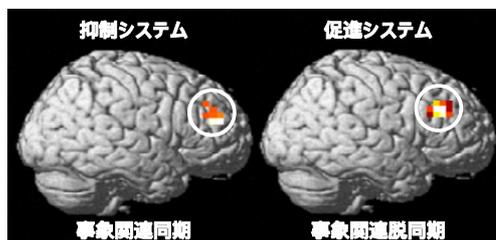
(2) 中枢性疲労の運動疲労に対する影響の検討

周波数解析を用いて、抑制システムおよび促進システムの脳活動を評価したところ、運動疲労を想起した状態では前頭前野において周波数帯域 (8-13Hz) 事象関連同期および脱同期をそれぞれ認めたが、精神的疲労を想起した状態でも同様に、周波数帯域事象関連同期・脱同期が認められた。本研究により、これまで別々に同定されていた抑制システムと促進システムの神経基盤、さらには、運動疲労と精神的疲労の神経基盤を、動的・相互依存的に解明された。

(3) 慢性疲労の運動疲労に対する影響の検討

運動疲労課題である、PC 画面上に出現する「運動による疲労困憊状態の画像」の凝視「最大の力でのハンドグリップ」の想起を 150 回程度、参加者に実施させる。運動負荷課題前後で、脳磁図検査を実施し、慢性疲労の運動疲労に対する影響について検討したところ、ブロードマン 18 野において、周波数帯域 (4-8 Hz) 象関連同期減少が認められた。本研究により、これまで急性疲労のみの明らかにされていた神経基盤を、慢性疲労においても動的・相互依存的にその神経基盤が解明された。

(4) まとめ



本研究の目的は、運動疲労の神経基盤を統合的に解明することであった。動的で相互依存的な側面を持つ運動疲労の中樞神経系制御機構に対して、脳磁図装置を用いて詳細に検討することで、運動疲労の神経機構を統合的に解明した。健常者を対象として各種評価を実施し、運動疲労時における抑制・促進システムの相互作用について検討し、その神経学的基盤を明らかにした。また、健常者および慢性疲労者を対象として各種評価を実施し、慢性疲労の、運動疲労に対する影響を検討し、その神経学的基盤を明らかにした。これらの成果は、疲労の神経機構を統合的に解明する上で、非常に意義深いものであると考えられる。

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 31 件)

1. Yamano, E., Ishii, A., Tanaka, M., Nomura, S., Watanabe, Y. Neural basis of individual differences in the response to mental stress: a magnetoencephalography study. *Brain Imaging Behav*, 10(4):1160-1171, 2016. 査読有り. doi: 10.1007/s11682-015-9479-0
2. Yoshikawa, T., Tanaka, M., Ishii, A., Yamano, Y., Watanabe, Y. Visual food stimulus changes resting oscillatory brain activities related to appetitive motive. *Behav Brain Funct*, 12(1): 26, 2016. 査読有り. doi: 10.1186/s12993-016-0110-3
3. Matsushita, H., Tanaka, M., Kondo, M., Komatsu, F., Ueyama, I., Nakajima, Y., Tanaka, S., Sato, M., Ishii, A., Watanabe, Y. Effect of water pillar shower bathing on sleep onset latency. *Medical Science and Technology*, 57: 88-94, 2016. 査読有り. doi: 10.12659/MST.900800
4. Ishii, A., Tanaka, M., Watanabe, Y. The neural mechanisms of re-experiencing physical fatigue sensation: a magnetoencephalography study. *Exp Brain Res*, 234(9): 2433-2446, 2016. 査読有り. doi: 10.1007/s00221-016-4648-y
5. Tanaka, M., Ishii, A., Watanabe, Y. Roles of the right dorsolateral prefrontal cortex during physical fatigue: a magnetoencephalographic study. *Fatigue: Biomedicine, Health & Behavior*, 4(3): 146-157, 2016. 査読有り. doi: 10.1080/21641846.2016.1175179
6. Tanaka, M., Ishii, A., Watanabe, Y. Neural effect of physical fatigue on mental fatigue: A magnetoencephalography study. *Fatigue: Biomedicine, Health & Behavior*, 4(2): 104-114, 2016. 査読有り. doi: 10.1080/21641846.2016.1167471
7. Ishii, A., Tanaka, M., Watanabe, Y. Neural mechanisms to predict subjective level of fatigue in the future: a magnetoencephalography study. *Sci Rep*, 6: 25097, 2016. 査読有り. doi: 10.1038/srep25097
8. 脳磁図による疲労の神経メカニズムの研究、石井聡、田中雅彰、山野恵美、渡邊恭良、*日本疲労学会誌(総説)* Vol.11(2) 1-6 頁、2016. 査読有り.
9. Tanaka, M., Ishii, A., Watanabe, Y. Physical fatigue increases neural activation during eyes-closed state: a magnetoencephalography study. *Behav Brain Funct*, 11(1): 35, 2015. 査読有り. doi: 10.1186/s12993-015-0079-3
10. Mizuno, K., Tanaka, M., Tanabe, H.C., Joudoi, T., Kawatani, J., Shigihara, Y., Tomoda, A., Miike, T., Imai-Matsumura, K., Sadato, N., Watanabe, Y. Less efficient and costly processes of frontal cortex in childhood chronic fatigue syndrome. *NeuroImage: Clinical*, 9: 355-368, 2015. 査読有り. doi: 10.1016/j.nicl.2015.09.001
11. Tanaka, M., Ishii, A., Watanabe, Y. Effects of mental fatigue on brain activity and cognitive performance: a magnetoencephalography study. *Anatomy & Physiology: Current Research*, 5: 4, 2015. 査読有り. doi:10.4172/2161-0940.S4-002
12. Takahashi, K., Mizuno, K., Sasaki, A., Wada, Y., Tanaka, M., Ishii, A., Tajima, K., Watanabe, K., Tsuyuguchi, N., Zeki, S., Watanabe, Y. Imaging the passionate stage of romantic love by dopamine dynamics. *Front Hum Neurosci*, 9: 191, 2015. 査読有り. doi: 10.3389/fnhum.2015.00191
13. Ishii, A., Karasuyama, T., Kikuchi, T., Tanaka, M., Yamano, E., Watanabe, Y. The neural mechanisms of re-experiencing mental fatigue sensation: a magnetoencephalography study. *PLoS One*, 10(3): 0122455, 2015. 査読有り. doi: 10.1371/journal.pone.0122455
14. Tanaka, M., Tajima, S., Mizuno, K., Ishii, A., Konishi, Y., Miike, T., Watanabe, Y. Frontier studies on fatigue, autonomic nerve dysfunction, and sleep-rhythm disorder. *J Physiol Sci*, 65(6): 483-498, 2015. 査読有り. doi: 10.1007/s12576-015-0399-y
15. Tanaka, M., Ishii, A., Watanabe, Y. Fatigue in the central nervous system. *Austin J Clin Neurol*, 2(1): 1020, 2015. 査読有り. <http://austinpublishinggroup.com/clinical-neurology/fulltext/ajcn-v2-id1020.php>

16. 運動疲労の脳磁図研究、田中雅彰、デサントスポーツ科学、Vol.36 124-130 頁、2015. 査読無し。
https://www.descente.co.jp/ishimoto/des36/pdf/des_14.pdf
17. 脳磁図を用いた疲労の脳科学研究、田中雅彰、石井聡、渡邊恭良、日本疲労学会誌（総説） Vol.10（2）1-5 頁、2015. 査読有り。
18. 疲労・抗疲労と自律神経機能、水野敬、田中雅彰、山口浩二、倉恒弘彦、梶本修身、渡邊恭良、日本疲労学会誌（総説） Vol.10（2）17-21 頁、2015. 査読有り。
19. Ishii, A., Tanaka, M., Watanabe, Y. The neural mechanisms underlying the decision to rest in the presence of fatigue: a magnetoencephalography study. *PLoS One*, 9(10): 109740, 2014. 査読有り. doi: 10.1371/journal.pone.0109740
20. Yoshikawa, T., Tanaka, M., Ishii, A., Watanabe, Y. Association of fatigue with emotional eating behavior and the response to mental stress in food intake in a young adult population. *Behav Med*, 40(4): 149-153, 2014. 査読有り. doi: 10.1080/08964289.2013.833082
21. Yoshikawa, T., Tanaka, M., Ishii, A., Watanabe, Y. Suppressive responses by visual food cues in postprandial activities of insular cortex as revealed by magnetoencephalography. *Brain Res*, 1568: 31-41, 2014. 査読有り. doi: 10.1016/j.brainres.2014.04.021
22. Nakatomi, Y., Mizuno, K., Ishii, A., Wada, Y., Tanaka, M., Tazawa, S., Onoe, K., Fukuda, S., Kawabe, J., Takahashi, K., Kataoka, Y., Shiomi, S., Yamaguti, K., Inaba, M., Kuratsune, H., Watanabe, Y. Neuroinflammation in patients with chronic fatigue syndrome/myalgic encephalomyelitis: An ¹¹C-(R)-PK11195 PET study. *J Nucl Med*, 55(6): 945-950, 2014. 査読有り. doi: 10.2967/jnumed.113.131045
23. Ishii, A., Tanaka, M., Watanabe, Y. The neural substrates of self-evaluation of mental fatigue: a magnetoencephalography study. *PLoS One*, 9(4): 95763, 2014. 査読有り. doi: 10.1371/journal.pone.0095763
24. Tanaka, M., Ishii, A., Watanabe, Y. Neural effects of mental fatigue caused by continuous attention load: A magnetoencephalography study. *Brain Res*, 1561: 60-66, 2014. 査読有り. doi: 10.1016/j.brainres.2014.03.009
25. Ishii, A., Tanaka, M., Yamano, E., Watanabe, Y. The neural substrates of physical fatigue sensation to evaluate ourselves: a magnetoencephalography study. *Neuroscience*, 261: 60-67, 2014. 査読有り. doi: 10.1016/j.neuroscience.2013.12.049
26. Yoshikawa, T., Tanaka, M., Ishii, A., Fujimoto, S., Watanabe, Y. Neural regulatory mechanism of desire for food: revealed by magnetoencephalography. *Brain Res*, 1543: 120-127, 2014. 査読有り. doi: 10.1016/j.brainres.2013.11.005
27. Tanaka, M., Ishii, A., Watanabe, Y. Neural effect of mental fatigue on physical fatigue: A magnetoencephalography study. *Brain Res*, 1542: 49-55, 2014. 査読有り.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24505624>
28. Ishii, A., Tanaka, M., Watanabe, Y. Neural mechanisms of mental fatigue. *Rev Neurosci*, 25(4): 469-479, 2014. 査読有り. doi: 10.1515/revneuro-2014-0028
29. Tanaka, M., Ishii, A., Watanabe, Y. Hazardous effects of light stimulation in the central nervous system. *Austin J Clin Neurol*, 1(2): 4, 2014. 査読有り. doi: 10.1016/j.neuroscience.2009.12.077
30. Tanaka, M., Ishii, A., Watanabe, Y. Regulatory mechanism of performance in chronic cognitive fatigue. *Med Hypotheses*, 82(5): 567-571, 2014. 査読有り. doi: 10.1016/j.mehy.2014.02.013
31. ローヤルゼリーの抗疲労効果の検証、石井聡、田中雅彰、山野恵美、魏民、渡邊恭良、鰐淵英機、新薬と臨床、Vol.63（8）87-95 頁、2014. 査読無し。
<http://www.de-hon.ne.jp/digital/bin/product.asp?sku=6491014953084800800P>
- 〔学会発表〕(計 14 件)
田中雅彰、石井聡、山野恵美、渡邊恭良
シンポジウム「疲労の脳科学」(座長：渡邊恭良、木山博資)
急性身体的疲労によって誘発される脳活動の亢進：脳磁図研究
第 12 回日本疲労学会総会・学術集会、パシフィコ横浜(神奈川県横浜市)、2016 年 5 月 20 日
山野恵美、田中雅彰、石井聡、齋藤菜穂子、中村純二、渡邊恭良
シンポジウム「疲労の脳科学」(座長：渡邊恭良、木山博資)
脳磁図計を用いた新規開発香料の抗疲労効果に関する検討
第 12 回日本疲労学会総会・学術集会、パシフィコ横浜(神奈川県横浜市)、2016 年 5 月 20 日
Takahashi, K., Mizuno, K., Sasaki, T.A., Wada, Y., Tanaka, M., Ishii, A., Tajima, K., Tsuyuguchi, N., Watanabe, K., Zeki, S., Watanabe, Y.
PET Imaging of Dopamine Dynamics in Romantic Love.
World Molecular Imaging Congress (WMIC) 2015/Honolulu, USA. September 2-5, 2015.
Nozaki, S., Oshita, T., Nakatani, Y., Nakatani,

Y., Sasano, Y., Yamamoto, K., Hume, W.E., Wada, Y., Ishii, A., Tanaka, M., Shiomi, S., Tsuyuguchi, N., Kodama, K., Watanabe, Y.
First-in-Human study of [¹⁸F]AA-7: A novel PET tracer for imaging L-type amino acid transporter 1 (LAT1)-positive tumors.
World Molecular Imaging Congress (WMIC) 2015/Honolulu, USA. September 2-5, 2015.
Nozaki, S., Oshita, T., Nakatani, Y., Sasano, Y., Yamamoto, K., Hume, W.E., Wada, Y., Ishii, A., Tanaka, M., Shiomi, S., Tsuyuguchi, N., Kodama, K., Watanabe, Y.
[¹⁸F]AA-7: PET imaging in patients with glioma.
2015 ASCO Annual Meeting/Chicago, USA. May 29-June 2, 2015.
石井聡、田中雅彰、山野恵美、渡邊恭良
シンポジウム「疲労の脳科学解析およびモデル動物を用いた解析研究」(座長：田中雅彰、片岡洋祐)
脳磁図による疲労の神経メカニズムの研究
第11回日本疲労学会総会・学術集会、山口県総合保健会館(山口県山口市) 2015年5月15日
田中雅彰、石井聡、山野恵美、渡邊恭良
シンポジウム「疲労、自律神経機能障害、および睡眠・リズム障害研究のフロンティア」(座長：渡邊恭良、田中雅彰)
疲労と自律神経機能・睡眠・リズム障害
第120回日本解剖学会総会・全国学術集会 第92回日本生理学会大会合同大会、神戸国際会議場・展示場(兵庫県神戸市) 2015年3月23日
石井聡、田中雅彰、山野恵美、渡邊恭良
シンポジウム「疲労、自律神経機能障害、および睡眠・リズム障害研究のフロンティア」(座長：渡邊恭良、田中雅彰)
疲労の脳科学
第120回日本解剖学会総会・全国学術集会 第92回日本生理学会大会合同大会、神戸国際会議場・展示場(兵庫県神戸市) 2015年3月23日
Shingaki, T., Tanaka, M., Ishii, A., Katayama, Y., Tazawa, S., Wada, Y., Cui, Y., Maeda, K., Kusuhara, Y., Sugiyama, Y., Watanabe, Y.
Clinical evaluation of OATPs and MRP2 activity using positron emission tomography (PET) with [¹¹C]Dehydropravastatin.
19th North American Regional ISSX Meeting and 29th JSSX Annual Meeting/San Francisco, USA. October 19-23, 2014.
Shingaki, T., Tanaka, M., Ishii, A., Katayama, Y., Tazawa, S., Wada, Y., Cui, Y., Maeda, K., Kusuhara, Y., Sugiyama, Y., Watanabe, Y.
Translational clinical research of OATPs and MRP2 activity using positron emission tomography (PET) with [¹¹C]Dehydropravastatin.
World Molecular Imaging Congress (WMIC) 2014/Seoul, Korea. September 17-20, 2014.
Takahashi, K., Hosoya, T., Takashima, T., Tanaka, M., Ishii, A., Nakatomi, Y., Tazawa,

S., Takahashi, K., Shiomi, S., Wada, Y., Watanabe, Y.
PET Imaging of aromatase expression in human brain and its associations with characters and traits.
World Molecular Imaging Congress (WMIC) 2014/Seoul, Korea. September 17-20, 2014.
Takahashi, K., Hosoya, T., Tanaka, M., Ishii, A., Nakatomi, Y., Takahashi, K., Wada, Y., Watanabe, Y.
Sex differences between brain aromatase expression and personality traits. -A human PET study.
44th Annual Meeting of the International Society of Psychoneuroendocrinology (ISPNE) 2014/Montreal, Canada. August 12-19, 2014.
田中雅彰、石井聡、山野恵美、渡邊恭良
シンポジウム「脳科学」(座長：田中雅彰、片岡洋祐)
脳磁図を用いた疲労の脳科学研究
第10回日本疲労学会総会・学術集会、グランフロント大阪内コングレコンベンションセンター(大阪府大阪市) 2014年5月30日
石井聡、田中雅彰、山野恵美、渡邊恭良
ミニシンポジウム(座長：片岡洋祐、小山英則)
精神疲労の評価に関わる神経メカニズムの脳磁図研究
第10回日本疲労学会総会・学術集会、グランフロント大阪内コングレコンベンションセンター(大阪府大阪市) 2014年5月30日

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

取得状況(計0件)

〔その他〕

ホームページ等

<http://www.med.osaka-cu.ac.jp/physiol/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

田中 雅彰 (TANAKA MASA AKI)
大阪市立大学・大学院医学研究科・講師
研究者番号：60382199