

令和 5 年 5 月 29 日現在

機関番号：14501

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2022

課題番号：18K17832

研究課題名（和文）身体活動が認知機能を改善・発達させる神経ネットワークの同定

研究課題名（英文）Identification of the neural networks underlying the effects of physical activity on cognitive function

研究代表者

石原 暢（Ishihara, Toru）

神戸大学・人間発達環境学研究科・助教

研究者番号：10801631

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、身体活動と認知機能に関わる脳の構造・機能的領域間結合の関係を磁気共鳴画像法を用いて検討し、身体活動が認知機能を改善・発達させる背景にある神経ネットワークの変化を検討することを目的とした。本研究の結果、身体活動はネットワークのモジュール分離と左右半球間の構造的結合の強化を介し、認知機能の向上と関与することが示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

過去30年間に渡る研究によって、身体活動は加齢に伴う認知機能の衰退予防だけでなく、子どもから青年期においても認知機能を改善・発達させるための1つの手段となり得ることが報告されてきた。本研究では、これまで注目されてこなかった脳領域間の解剖学的ならびに神経活動レベルでの繋がりに着目し、身体活動が認知機能と関わる神経基盤を検討した点で学術的独自性が高いものである。本研究の成果は、身体活動が認知機能を向上させるメカニズムの解明に大きく貢献するものと考えている。

研究成果の概要（英文）：This study aimed to identify the brain networks that contribute to the interaction between physical activity and cognitive function using magnetic resonance imaging. The results suggest that physical activity is positively associated with cognitive function through the mechanisms of modular segregation and strengthened inter-hemispheric connections within the brain networks.

研究分野：健康・スポーツ科学

キーワード：身体活動 認知機能 磁気共鳴画像法

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

身体活動は、加齢に伴う認知機能の衰退予防だけでなく、子どもから青年期においても認知機能を改善、発達させるための1つの手段となり得ることが報告されている (Ludyga et al., 2020)。しかし、身体活動が脳構造や機能に与える効果に関する知見は乏しい状況にある。磁気共鳴画像 (MRI) を用いた研究により、身体活動は前頭前野や海馬の体積を増大させることが報告されているものの (Colcombe et al., 2006; Erickson et al., 2011)、脳の機能レベルで身体活動の効果を理解するためには、脳領域間の解剖学的ならびに神経活動レベルでの繋がりの変化を調べる必要がある。

2. 研究の目的

本研究は、近年公開された MRI で脳の構造・機能をより正確かつ詳細に計測・解析できる Human Connectome Project (HPC) (Glasser et al., 2016) 準拠のプロトコールで撮像した MRI データ、ならびに解析パイプラインを用いて、20歳から60歳の健常者を対象に身体活動量と認知機能の成績に関わる脳の構造・機能的領域間結合の関連を詳細に検討し、身体活動が認知機能を改善、発達させる背景にある神経ネットワークの変化を明らかにすることを目的とした。

3. 研究の方法

(1) 対象者

東京近郊在住の26~69歳の男女286名を対象とした。うち72名の参加者は以下の理由で除外した：MRI モーションアーチファクト ($n=29$)、データの欠損 (身体活動： $n=21$ ；運動習慣： $n=6$ 、認知機能： $n=12$)、神経疾患の既往歴 (脳腫瘍： $n=1$ 、てんかん： $n=1$ 、脳梗塞： $n=1$ 、下垂体腺腫： $n=1$)。その結果、214名のデータを分析に含めた。

(2) 身体活動

質問紙を用いて現在の身体活動量と過去・現在の運動習慣を評価した。身体活動の評価には過去1週間の身体活動量を評価する International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) (Craig et al., 2003; Murase et al., 2002) を用いた。余暇の身体活動、家庭での身体活動 (庭仕事を含む)、工作中的の身体活動、移動の身体活動の4つのドメインについて3種類の身体活動 (歩行、中等度の身体活動、強い身体活動) を評価した。運動習慣に関しては、1年以上継続して実施した運動について、運動の開始年齢 (歳)、期間 (年)、頻度 (セッション/週)、一回あたりの実施時間 (時間/セッション) を報告した。頻度と一回あたりの実施時間は、平日と週末に分けてデータを収集した。

(3) 認知機能

コンピュータベースの Go/No-go 課題を用い、抑制機能 (不適切かつ優位な行動を意識的に抑制する機能) を評価した。参加者には頻度の高い Go 刺激 (80%の確率、文字「M」) に対してボタン押しで反応し、頻度の低い No-go 刺激 (20%の確率、文字「W」) には反応をしないように教示した (Figure 1)。課題は20試行の練習試行と300試行 (1分の休憩間隔を挟んだ100試行×3ブロック) の本試行で構成された。目から刺激までの距離はおよそ50cmに設定し、刺激のサイズはそれぞれ「W」：水平視野角 4.6°、垂直視野角 4.0°、「M」：水平視野角 3.4°、垂直視野角 4.0°とした。刺激は、1000msのブランクと500msの固視点の後に提示された。刺激呈示時間は500msであり、参加者が反応するまで呈示された。False alarm rate (No-go 刺激に対して反応をしてしまった割合) を課題成績として用いた。

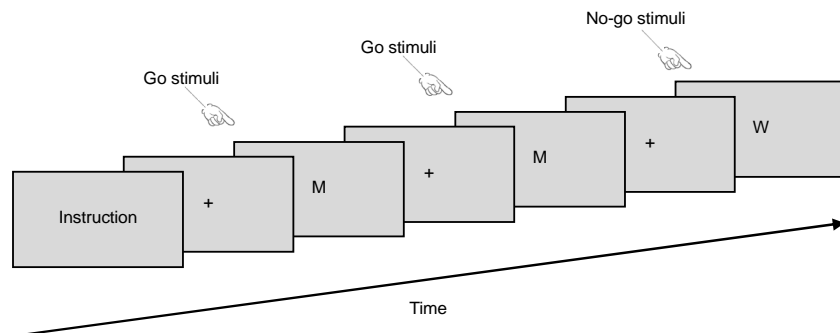


Figure 1. Schematic diagram of the Go/No-go Task

(4) MRI データ

HCP に準拠にしたプロトコールを使用し、マルチモーダル MRI データ (T1、T2、field map、DWI、resting state fMRI) を撮像した。得られたデータから、大脳皮質の構造 (皮質厚、髄鞘密度、神経突起密度と方向散乱)、皮質下容量、領域間結合 (構造的・機能的領域間結合) を算出した。

(5) 交絡因子

潜在的な交絡因子として、学歴、兄弟姉妹の人数、親の教育レベルを質問紙により評価した。

(6) 統計処理

すべての統計分析は R Studio ソフトウェアバージョン 1.1.463 および GraphVar (バージョン 2.0) (Kruschwitz et al., 2015) を使用して行った。すべての分析において、性別、年齢、学歴、Go/No-go 課題の反応時間、兄弟姉妹の人数、および親の教育歴を交絡因子として使用した。重回帰分析を用い、False alarm rate と身体活動量および運動習慣の関係を分析した。GraphVar を用い、False alarm rate、身体活動量、および運動習慣と構造的・機能的領域間結合の関係を分析した。その後、False alarm rate と身体活動量および運動習慣の関係を媒介または調整する構造的・機能的領域間結合を調べた。

4. 研究成果

重回帰分析の結果、児童期 (12 歳以前) の運動習慣と False alarm rate の間に負の相関関係が認められた (Table 1)。その他の年代の運動習慣、身体活動量と False alarm rate の間には有意な関係は認められなかった (Table 1)。

Table 1 Multiple regression analyses of false alarm rate in the Go/No-go task

| Variable | β | 95% CI | <i>t</i> | <i>p</i> |
|--|---------|--------------|----------|----------|
| Early life exercise participation (No = 0, Yes = 1) | | | | |
| Childhood (before entering junior high school; ≤ 12 years old) | -.16 | -.30 to -.03 | -2.36 | .02 |
| Early adolescence (junior high school; 12 to 15 years old) | -.03 | -.17 to .11 | -0.43 | .67 |
| Later adolescence (high school; 15 to 18 years old) | -.003 | -.14 to .13 | -0.05 | .96 |
| Exercise participation during adulthood including current status (No = 0, Yes = 1) | .05 | -.07 to .17 | 0.82 | .41 |
| Current moderate physical activity level | .02 | -.10 to .14 | 0.39 | .70 |
| Current vigorous physical activity level | .006 | -.14 to .15 | 0.08 | .94 |
| Confounders | | | | |
| Sex | -.13 | -.25 to -.00 | -1.99 | .05 |
| Age | .003 | -.13 to .13 | 0.05 | .96 |
| Educational history (< 16 years = 0, ≥ 16 years = 1) | -.05 | -.19 to .09 | -0.67 | .50 |
| Reaction time | -.36 | -.54 to -.18 | -4.00 | <.001 |
| Number of siblings (0 siblings = 0, 1 or more siblings = 1) | .06 | -.07 to .19 | 0.95 | .34 |
| Maternal educational history (< 16 years = 0, ≥ 16 years = 1) | .003 | -.15 to .14 | -0.05 | .96 |
| Paternal educational history (< 16 years = 0, ≥ 16 years = 1) | -.06 | -.21 to .10 | -0.71 | .48 |

Note: CI = confidence interval. False alarm rate is square root-transformed to conform to the assumption of a normal distribution.

False alarm rate と児童期の運動習慣の関係を媒介する構造的・機能的領域間結合は検出されなかった。一方で、構造的領域間結合と機能的領域間結合が False alarm rate と児童期の運動習慣の関係を調節していた。脳の構造的領域間結合に関して、児童期に運動習慣を有していた対象者においてのみ、False alarm rate と正の相関関係を示す結合と負の相関関係を示す結合が認められた。False alarm rate と正の相関関係を持つ構造的領域間結合の大半 (73%) が大規模ネットワーク間の結合であり、負の相関関係を持つ構造的領域間結合の大部分 (88%) が左右の半球間の結合であった。機能的領域間結合に関して、児童期に運動習慣を有していた対象者においてのみ、False alarm rate と正の相関関係を示す結合が認められた。False alarm rate と正の相関関係を持つ領域間結合の大部分 (91%) は、大規模ネットワーク間の結合であった。児童期に運動習慣を有していなかった対象者においては False alarm rate と関わる脳の構造的・機能的領域間結合は認められなかった。児童期に運動習慣を有していた対象者の False alarm rate と関わる脳の皮質構造指標を調べた結果、児童期に運動習慣を有していた対象者においてのみ、脳の皮質厚と False alarm rate の間に負の相関関係が認められ、神経突起の方向散乱の程度ならびに密度と False alarm rate の間に正の相関関係が認められた。

以上の結果から、児童期に運動習慣を有していた対象者は、ネットワークのモジュール分離と左右半球間の構造的結合の強化によって優れた認知機能を有していることが示唆された。本研究の結果、身体活動は疎でシンプルな神経回路の形成を介し、認知機能の向上と関わることを示唆された。また、その関係は児童期において強く認められる可能性がある。

< 引用文献 >

- Colcombe, S. J., Erickson, K. I., Scalf, P. E., Kim, J. S., Prakash, R., McAuley, E., Elavsky, S., Marquez, D. X., Hu, L., & Kramer, A. F. (2006). Aerobic Exercise Training Increases Brain Volume in Aging Humans. *The Journals of Gerontology: Series A*, *61*(11), 1166–1170. <https://doi.org/10.1093/gerona/61.11.1166>
- Craig, C. L., Marshall, A. L., Sjöström, M., Bauman, A. E., Booth, M. L., Ainsworth, B. E., Pratt, M., Ekelund, U., Yngve, A., Sallis, J. F., & Oja, P. (2003). International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *35*(8), 1381–1395. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000078924.61453.FB>
- Erickson, K. I., Voss, M. W., Prakash, R. S., Basak, C., Szabo, A., Chaddock, L., Kim, J. S., Heo, S., Alves, H., White, S. M., Wojcicki, T. R., Mailey, E., Vieira, V. J., Martin, S. A., Pence, B. D., Woods, J. A., McAuley, E., & Kramer, A. F. (2011). Exercise training increases size of hippocampus and improves memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *108*(7), 3017–3022. <https://doi.org/10.1073/pnas.1015950108>
- Glasser, M. F., Smith, S. M., Marcus, D. S., Andersson, J. L. R., Auerbach, E. J., Behrens, T. E. J., Coalson, T. S., Harms, M. P., Jenkinson, M., Moeller, S., Robinson, E. C., Sotiropoulos, S. N., Xu, J., Yacoub, E., Ugurbil, K., & Van Essen, D. C. (2016). The Human Connectome Project's neuroimaging approach. *Nature Neuroscience*, *19*(9), 1175–1187. <https://doi.org/10.1038/nn.4361>
- Kruschwitz, J. D., List, D., Waller, L., Rubinov, M., & Walter, H. (2015). GraphVar: A user-friendly toolbox for comprehensive graph analyses of functional brain connectivity. *Journal of Neuroscience Methods*, *245*, 107–115. <https://doi.org/10.1016/j.jneumeth.2015.02.021>
- Ludyga, S., Gerber, M., Pühse, U., Looser, V. N., & Kamijo, K. (2020). Systematic review and meta-analysis investigating moderators of long-term effects of exercise on cognition in healthy individuals. *Nature Human Behaviour*, 1–10. <https://doi.org/10.1038/s41562-020-0851-8>
- Murase, N., Katsumura, T., Ueda, C., Inoue, S., & Shimomitsu, T. (2002). Validity and reliability of Japanese version of International Physical Activity Questionnaire. *Journal of Health and Welfare Statistics*, *49*(11), 1–9.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計18件（うち査読付論文 16件 / うち国際共著 4件 / うちオープンアクセス 9件）

| | |
|---|-------------------------------|
| 1. 著者名 Morita Noriteru, Ishihara Toru, Yamamoto Rihito, Shide Noriyuki, Okuda Tomoyasu | 4. 巻 40 |
| 2. 論文標題 Content validity and reliability of an enjoyable multicomponent agility test for boys: The N-challenge test | 5. 発行年 2022年 |
| 3. 雑誌名 Journal of Sports Sciences | 6. 最初と最後の頁 976 ~ 983 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/02640414.2022.2043698 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |
| 1. 著者名 Turner Mitchell, Ishihara Toru, Beranek Philipp, Turner Kate, Franssen Job, Born Philipp, Cruickshank Travis | 4. 巻 NA |
| 2. 論文標題 Investigating the role of age and maturation on the association between tennis experience and cognitive function in junior beginner to intermediate-level tennis players | 5. 発行年 2022年 |
| 3. 雑誌名 International Journal of Sports Science & Coaching | 6. 最初と最後の頁 1.74795E+14 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1177/17479541211055841 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 該当する |
| 1. 著者名 Ishihara Toru, Drollette Eric S., Ludyga Sebastian, Hillman Charles H., Kamiyo Keita | 4. 巻 128 |
| 2. 論文標題 The effects of acute aerobic exercise on executive function: A systematic review and meta-analysis of individual participant data | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 Neuroscience & Biobehavioral Reviews | 6. 最初と最後の頁 258 ~ 269 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.neubiorev.2021.06.026 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である) | 国際共著 該当する |
| 1. 著者名 Ishihara Toru, Miyazaki Atsushi, Tanaka Hiroki, Fujii Takayuki, Takahashi Muneyoshi, Nishina Kuniyuki, Kanari Kei, Takagishi Haruto, Matsuda Tetsuya | 4. 巻 237 |
| 2. 論文標題 Childhood exercise predicts response inhibition in later life via changes in brain connectivity and structure | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 NeuroImage | 6. 最初と最後の頁 118196 ~ 118196 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.neuroimage.2021.118196 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である) | 国際共著 - |

| | |
|--|-------------------------------|
| 1. 著者名 Miura Ryu, Ikeda-Araki Atsuko, Ishihara Toru, Miyake Kunio, Miyashita Chihiro, Nakajima Tamie, Kobayashi Sumitaka, Ishizuka Mayumi, Kubota Takeo, Kishi Reiko | 4. 巻 783 |
| 2. 論文標題 Effect of prenatal exposure to phthalates on epigenome-wide DNA methylations in cord blood and implications for fetal growth: The Hokkaido Study on Environment and Children's Health | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 Science of The Total Environment | 6. 最初と最後の頁 147035 ~ 147035 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.scitotenv.2021.147035 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

| | |
|---|-----------------|
| 1. 著者名 Ishihara Toru, Morita Noriteru, Nakajima Toshihiro, Yamatsu Koji, Okita Koichi, Sagawa Masato, Kamijo Keita | 4. 巻 6 |
| 2. 論文標題 Differential effects of changes in cardiorespiratory fitness on worst- and best- school subjects | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 npj Science of Learning | 6. 最初と最後の頁 8 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41539-021-00086-8 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である) | 国際共著 - |

| | |
|--|------------------|
| 1. 著者名 Ludyga Sebastian, Ishihara Toru | 4. 巻 NA |
| 2. 論文標題 Longitudinal Associations Between Physical Activity, Body Mass Index and Inhibitory Control in Children with ADHD: Mediation by Brain Structure | 5. 発行年 2022年 |
| 3. 雑誌名 SSRN Electronic Journal | 6. 最初と最後の頁 NA |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2139/ssrn.4008157 | 査読の有無 無 |
| オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である) | 国際共著 該当する |

| | |
|--|------------------|
| 1. 著者名 Ishiguro Chiaki, Ishihara Toru, Morita Noriteru | 4. 巻 NA |
| 2. 論文標題 Extracurricular Activity on Music and Visual Art Associates with Children ' Academic Achievement by Transferring Each Subject Score | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 Research Square | 6. 最初と最後の頁 NA |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.21203/rs.3.rs-620557/v1 | 査読の有無 無 |
| オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である) | 国際共著 - |

| | |
|--|---------------------------|
| 1. 著者名 Ishihara Toru, Yamazaki Keiko, Araki Atsuko, Teraoka Yuri, Tamura Naomi, Hikage Takashi, Omiya Manabu, Mizuta Masahiro, & Kishi Reiko | 4. 巻 17 |
| 2. 論文標題 Exposure to Radiofrequency Electromagnetic Field in the High-Frequency Band and Cognitive Function in Children and Adolescents: A Literature Review | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 International Journal of Environmental Research and Public Health | 6. 最初と最後の頁 9179 ~ 9179 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/ijerph17249179 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である) | 国際共著 - |

| | |
|---|-----------------|
| 1. 著者名 Ishihara Toru, Nakajima Toshihiro, Yamatsu Koji, Okita Koichi, Sagawa Masato, & Morita Noriteru | 4. 巻 5 |
| 2. 論文標題 Longitudinal relationship of favorable weight change to academic performance in children | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 npj Science of Learning | 6. 最初と最後の頁 4 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41539-020-0063-z | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である) | 国際共著 - |

| | |
|---|-------------------------------|
| 1. 著者名 Ishihara Toru, Miyazaki Atsushi, Tanaka Hiroki, & Matsuda Tetsuya | 4. 巻 221 |
| 2. 論文標題 Identification of the brain networks that contribute to the interaction between physical function and working memory: An fMRI investigation with over 1,000 healthy adults | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 NeuroImage | 6. 最初と最後の頁 117152 ~ 117152 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.neuroimage.2020.117152 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である) | 国際共著 - |

| | |
|---|---------------------------|
| 1. 著者名 Ishihara Toru, Nakajima Toshihiro, Yamatsu Koji, Okita Koichi, Sagawa Masato, & Morita Noriteru | 4. 巻 30 |
| 2. 論文標題 Relationship of participation in specific sports to academic performance in adolescents: A 2 year longitudinal study | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports | 6. 最初と最後の頁 1471 ~ 1482 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/sms.13703 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

| | |
|---|-------------------------|
| 1. 著者名 Ishihara Toru, Drollette Eric S., Ludyga Sebastian, Hillman Charles H., & Kamijo Keita | 4. 巻 9 |
| 2. 論文標題 Baseline Cognitive Performance Moderates the Effects of Physical Activity on Executive Functions in Children | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 Journal of Clinical Medicine | 6. 最初と最後の頁 2071~2071 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/jcm9072071 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である) | 国際共著 該当する |

| | |
|---|------------------------------------|
| 1. 著者名 Ishihara, T., Kuroda, Y., & Mizuno, M. | 4. 巻 Advance online publication |
| 2. 論文標題 Relationships between tennis experience, executive function, and self-regulation of dietary behavior in children | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 International Journal of Sport and Exercise Psychology | 6. 最初と最後の頁 - |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/1612197X.2018.1511625 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

| | |
|--|-----------------------|
| 1. 著者名 Ishihara, T., Kuroda, Y., & Mizuno, M. | 4. 巻 37(7) |
| 2. 論文標題 Competitive achievement may be predicted by executive functions in junior tennis players: An 18-month follow-up study | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 Journal of Sports Sciences | 6. 最初と最後の頁 755-761 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/02640414.2018.1524738 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

| | |
|--|-------------------------|
| 1. 著者名 Ishihara, T., Kobayashi, T., Kuroda, Y., & Mizuno, M. | 4. 巻 58 |
| 2. 論文標題 Relationship between attention shifting and tennis performance during singles matches | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness | 6. 最初と最後の頁 1883-1888 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.23736/S0022-4707.18.08161-6 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

| | |
|--|-----------------------|
| 1. 著者名 Ishihara, T., & Mizuno, M. | 4. 巻 18(5) |
| 2. 論文標題 Effects of tennis play on executive function in 6-11-year-old children: A 12-month longitudinal study | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 European Journal of Sport Science | 6. 最初と最後の頁 741-752 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/17461391.2018.1444792 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

| | |
|---|---------------------|
| 1. 著者名 Ishihara, T., Morita, N., Nakajima, T., Okita, K., Sagawa, M., & Yamatsu, K. | 4. 巻 194 |
| 2. 論文標題 Modeling relationships of achievement motivation and physical fitness to academic performance in Japanese schoolchildren: Moderation by gender | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 Physiology & Behavior | 6. 最初と最後の頁 66-72 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.physbeh.2018.04.031 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

〔学会発表〕 計34件 (うち招待講演 6件 / うち国際学会 9件)

| |
|--|
| 1. 発表者名 石原暢 |
| 2. 発表標題 体力・肥満と認知機能 |
| 3. 学会等名 生理学研究所研究会「脳・環境・臓器間ネットワークと社会性」(招待講演) |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 石原暢 |
| 2. 発表標題 学力とスポーツ競技力を同時に高めることは可能なのか？ |
| 3. 学会等名 第76回日本体力医学会大会, シンポジウム11「運動・スポーツと脳 文武両道は成り立つのか？」(招待講演) |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 石原暢 |
| 2. 発表標題 運動・体力と認知機能の関係：脳マルチモーダルMRI研究 |
| 3. 学会等名 第4回 スポーツニューロサイエンス研究会, シンポジウム 「新しいライフスタイルに向けた運動と脳神経科学」(招待講演) |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 石原暢 |
| 2. 発表標題 運動・体力と脳内ネットワーク |
| 3. 学会等名 第29回日本運動生理学会大会, シンポジウム3 「運動がもたらす認知機能の変化：最新の知見と展望」(招待講演) |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 石原暢 |
| 2. 発表標題 運動が子どもの学力と認知機能に与える影響 |
| 3. 学会等名 第2回日本体力医学会北九州地方会学術集会, シンポジウム 「脳の健康への身体活動科学の貢献」(招待講演) |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Ishihara, T., Miyazaki, A., Tanaka, H., & Matsuda, T. |
| 2. 発表標題 Association of cardiovascular risk markers and physical fitness with task-related neural activity during social cognition |
| 3. 学会等名 44th Annual Meeting of the Japan Neuroscience Society |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Matsui, T., Monma, T., Sagayama, H., Hyodo, K., Shima, T., Ishihara, T., Fujii, N., & Takagi, H. |
| 2. 発表標題 Playing in online eSport tournament enhances psychological vigor with neurohumoral responses to winning or losing |
| 3. 学会等名 44th Annual Meeting of the Japan Neuroscience Society |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|----------------------------------|
| 1. 発表者名 石原暢, 宮崎淳, 高岸治人, 松田哲也 |
| 2. 発表標題 大脳皮質構造と年齢、体組成、運動習慣の関係 |
| 3. 学会等名 第24回日本ヒト脳機能マッピング学会 |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 川元茉莉乃, 高岸治人, 石原暢, 高木俊輔, 金井良太, 杉原玄一, 高橋英彦, 松田哲也 |
| 2. 発表標題 思春期以前の親からの拒絶体験と成人期の海馬体積および社会機能 |
| 3. 学会等名 第5回ヒト脳イメージング研究会 |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 森田憲輝, 石原暢, 山本理人, 志手典之, 奥田知靖 |
| 2. 発表標題 多要素で構成されるアジリティテスト「Nチャレンジ」の信頼性および妥当性 |
| 3. 学会等名 日本体育・スポーツ・健康学会第71回大会 |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 松井崇, 門間貴史, 下山寛之, 兵頭和樹, 島孟留, 石原暢, 藤井直人, 高木英樹 |
| 2. 発表標題 eスポーツのオフラインプレーが高める気分とオキシトシン分泌 |
| 3. 学会等名 日本体育・スポーツ・健康学会第71回大会 |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Shou, Q., Miyazaki, A., Yamada, J., Tanaka, H., Ishihara, T., Fujii, T., Takahashi, M., Okada, H., Matsuda, T., & Takagishi, H. |
| 2. 発表標題 Development of inequity aversion: A cross sectional study from adolescence to adulthood |
| 3. 学会等名 The 32nd International Congress of Psychology (国際学会) |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Yamada, J., Miyazaki, A., Shou, Q., Tanaka, H., Ishihara, T., Fujii, T., Takahashi, M., Okada, H., Matsuda, T., & Takagishi, H. |
| 2. 発表標題 Developmental changes in trust and reciprocity: Cross sectional study from adolescence to adulthood |
| 3. 学会等名 The 32nd International Congress of Psychology (国際学会) |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|-------------------------------------|
| 1. 発表者名 石原暢 |
| 2. 発表標題 子どもの運動・体力と高次認知機能の関係 |
| 3. 学会等名 第39回日本臨床運動療法学会学術集会(招待講演) |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Ishihara, T., Kamijo, K., Nakajima, T., Yamatsu, K., Okita, K., Sagawa, M., & Morita, N. |
| 2. 発表標題 Association between children's physical fitness and performance on academic subjects |
| 3. 学会等名 The 2020 Yokohama Sport Conference (国際学会) |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Kamijo, K., Ishihara, T., Drollette, E.S., Ludyga, S., & Hillman, C.H. |
| 2. 発表標題 Baseline cognitive performance moderates the benefits of regular exercise on cognition in children |
| 3. 学会等名 American College of Sports Medicine 67th Annual Meeting (国際学会) |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 石原暢, 宮崎淳, 田中大貴, 松田哲也 |
| 2. 発表標題 健康成人における過体重・肥満と実行機能・社会認知機能および課題関連脳活動の関係 |
| 3. 学会等名 第22回日本ヒト脳機能マッピング学会 |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Ishihara, T., Miyazaki, A., Tanaka, H., & Matsuda, T. |
| 2. 発表標題 The negative association of body mass index to working memory and theory of mind in young and middle-aged adults: A task-fMRI study |
| 3. 学会等名 43rd Annual Meeting of the Japan Neuroscience Society |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|---------------------------------------|
| 1. 発表者名 石原暢, 森田憲輝, 紙上敬太 |
| 2. 発表標題 子どもの体力と学力の関係：年齢層と年次変化に着目して |
| 3. 学会等名 日本発育発達学会第18回大会 |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 石原暢 |
| 2. 発表標題 日本の子供の運動習慣・体力と学力および認知機能の関係 これまでの研究成果と今後の課題 |
| 3. 学会等名 第74回 日本体力医学会大会 シンポジウム |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Ishihara, T., Miyazaki, A., Tanaka, H., Fujii, T., Takahashi, M., & Matsuda, T. |
| 2. 発表標題 Relationship of multiple aspects of physical fitness to cognitive control: An fMRI investigation with over 1,000 young and middle-aged adults |
| 3. 学会等名 24th Annual Congress of the European College of Sport Science (国際学会) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Ishihara, T., Miyazaki, A., Tanaka, H., Fujii, T., Takahashi, M., & Matsuda, T. |
| 2. 発表標題 Modeling the relationship of physical fitness to working memory via fMRI activation and performance |
| 3. 学会等名 25th Annual Meeting of the Organization for Human Brain Mapping (国際学会) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|-----------------------------------|
| 1. 発表者名 石原暢, 宮崎淳, 田中大貴, 松田哲也 |
| 2. 発表標題 体力・運動機能および体格と社会認知機能の関係 |
| 3. 学会等名 北海道体育学会 第59回大会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 石原暢, 宮崎淳, 田中大貴, 藤井貴之, 金成慧, 仁科国之, 高橋宗良, 高岸治人, 松田哲也 |
| 2. 発表標題 幼少期の運動経験と成人後の認知機能, 脳神経コネクトーム, および皮質構造の関係: 脳マルチモーダルMRIデータを用いた検討 |
| 3. 学会等名 第74回 日本体力医学会大会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Ishihara, T., Miyazaki, A., Tanaka, H., Fujii, T., Takahashi, M., Matsumoto, Y., Kiyonari, T., Takagishi, H., & Matsuda, T. |
| 2. 発表標題 The relationship between obesity and age-related structural brain changes: A multimodal MRI study using the Human Connectome Project-style paradigm |
| 3. 学会等名 42nd Annual Meeting of the Japan Neuroscience Society |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Ishihara, T., Miyazaki, A., Tanaka, H., Fujii, T., Takahashi, M., & Matsuda, T. |
| 2. 発表標題 Relationship of multiple aspects of physical fitness to cognitive control: An fMRI investigation with over 1,000 young and middle-aged adults. |
| 3. 学会等名 European Collage of Sport Science (国際学会) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Ishihara, T., Miyazaki, A., Tanaka, H., Fujii, T., Takahashi, M., & Matsuda, T. |
| 2. 発表標題 Modeling the relationship of physical fitness to working memory via fMRI activation and performance. |
| 3. 学会等名 Organization for Human Brain Mapping Annual Meeting (国際学会) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Ishihara, T., Miyazaki, A., Takagishi, H., Fujii, T., Kanari, K., Nishina, K., Takahashi, M., Tanaka, H., Yamagishi, T., & Matsuda, T. |
| 2. 発表標題 Childhood sports and adulthood inhibition: A large-scale multimodal imaging study using HCP pipeline. |
| 3. 学会等名 Organization for Human Brain Mapping Annual Meeting (国際学会) |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 石原暢, 宮崎淳, 田中大貴, 藤井貴之, 高橋宗良, 松田哲也 |
| 2. 発表標題 健常成人における体力・運動機能とワーキングメモリの関係. |
| 3. 学会等名 日本ヒト脳機能マッピング学会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 石原暢, 中島寿宏, 山津幸司, 沖田孝一, 佐川正人, 森田憲輝 |
| 2. 発表標題 中学生の体格と学業成績の関係: 2年間の縦断的研究 |
| 3. 学会等名 日本発育発達学会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 石原暢, 中島寿宏, 山津幸司, 沖田孝一, 佐川正人, 森田憲輝 |
| 2. 発表標題 中学生の運動習慣と学業成績の関係: 2年間の縦断的研究 |
| 3. 学会等名 北海道体育学会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Ishihara, T., Miyazaki, A., Takagishi, H., Fujii, T., Kanari, K., Nishina, K., Takahashi, M., Tanaka, H., Yamagishi, T., & Matsuda, T. |
| 2. 発表標題 Influence of childhood exercise on cognitive functions and related brain structure and neural network in adulthood: Evaluation using Human Connectome Project pipeline |
| 3. 学会等名 Japan Neuroscience Society |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 石原暢, 中島寿宏, 沖田孝一, 森田憲輝 |
| 2. 発表標題 中学生のラケット系運動部所属と体力・運動能力および学業成績の関係 |
| 3. 学会等名 日本テニス学会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---------------------------------|
| 1. 発表者名 石原暢, 黒田裕太 |
| 2. 発表標題 実行機能とテニス競技パフォーマンスの関係 |
| 3. 学会等名 日本テニス学会 |
| 4. 発表年 2018年 |

〔図書〕 計1件

| | |
|---------------------------------|-----------------|
| 1. 著者名 森口佑介, 本郷一夫, 石原暢, 紙上敬太 | 4. 発行年 2018年 |
| 2. 出版社 金子書房 | 5. 総ページ数 120 |
| 3. 書名 自己制御の発達と支援 | |

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

| | 氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号) | 所属研究機関・部局・職 (機関番号) | 備考 |
|-------|--|-------------------------------|----|
| 研究協力者 | 松田 哲也 (Matsuda Tetsuya) (30384720) | 玉川大学・脳科学研究所・教授 (32639) | |

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

| 共同研究相手国 | 相手方研究機関 | | | |
|---------|-------------------------|------------------------------|--|--|
| スイス | University of Basel | | | |
| オーストラリア | Edith Cowan University | | | |
| 米国 | Northeastern University | University of North Carolina | | |