

令和 6 年 6 月 14 日現在

機関番号：12102

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2021～2023

課題番号：21H04858

研究課題名(和文) 運動が海馬機能を増強するメカニズムの統合的解明：動物からヒトへの橋渡し研究

研究課題名(英文) Integrative elucidation of the mechanism by which exercise enhances hippocampal function: A translational study from animals to humans

研究代表者

征矢 英昭 (Soya, Hideaki)

筑波大学・体育系・教授

研究者番号：50221346

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 34,540,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、低強度運動による海馬機能の増強効果に関する統合的メカニズムに迫り、臨床実装につながるエビデンスを獲得すべく、動物-ヒト橋渡し研究を通じた徹底解明を目指した。動物研究では、脳幹・青斑核を起点とするドーパミン作動性神経機構が海馬への有益な効果を生み出すメカニズムとして働く新仮説が得られた。ヒト研究では、瞳孔径や脳イメージングを駆使した検討から、ヒト青斑核の運動時賦活化と認知向上への関与が示され、動物研究で浮上した新機構を支持する成果に至る橋渡しに成功した。海馬機能低下を伴うモデル動物・ヒトへも新仮説を介した低強度運動の有効性が示唆され、臨床を含む社会実装に向けたエビデンスが蓄積された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

動物・ヒトで共通の生理指標を基盤とした運動モデルを確立し、海馬への一貫した運動効果とそのメカニズムを橋渡し研究により追求した点は、世界的にも比類なく学術的独自性が高い。遺伝学的手法やヒト脳イメージング法など先端神経科学技術を総動員して強固なエビデンスを導いただけでなく、瞳孔径のような運動効果の非侵襲バイオマーカーを同定・応用できた点からは、臨床応用へもつながる社会実装が期待でき意義深い。運動効果を統合する起点として想定された青斑核の脆弱性は、地球規模で深刻な認知症やうつ病の主要な病因となることから、新仮説の更なる徹底検証はメンタルヘルス低下を打開する運動戦略の創出にも繋がると大いに期待できる。

研究成果の概要(英文)：This study aimed to elucidate the integrative mechanisms of the beneficial effects of light exercise (LE) on hippocampus and to acquire evidence leading to clinical implementation via translational research from animals to humans. In animal studies, we obtained a new hypothesis that the dopaminergic pathway from the locus coeruleus (LC) to the hippocampus plays a crucial role in the benefits to hippocampal functions induced by LE. In human studies, investigations using pupillometry and brain imaging techniques indicated neural activation of the human LC during LE and its possible involvement in cognitive enhancement, which successfully supports the new mechanism emerging from animal studies. Furthermore, we confirmed LE's preventive and therapeutic effects on hippocampal dysfunctions in disease-model animals and humans and the possible contribution of LC. Further investigations will provide evidence of the beneficial role of LE-based accessible strategies for improving mental health.

研究分野：スポーツ神経科学

キーワード：海馬 低強度運動 認知機能 ドーパミン 青斑核

様式 C-19、F-19-1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

パンデミックや震災など度重なる社会経済不安や身体不活動にともなう身心の活力喪失は、認知症やうつ病など海馬機能低下に由来する疾患者を急増させている。この解決に向け我々は、ヒトと動物で共通する生理指標を基盤とした運動モデルを開発し、海馬に対する運動効果を精緻に検証しながら、認知機能を増強する運動戦略としての実装を目指してきた。興味深いことに、誰もが前向きに継続可能な低強度運動が海馬を刺激し記憶能を増強することが、動物-ヒト橋渡し研究を通じて明らかになった (PNAS, 2012; 2018 など)。さらに、その効果を最大化する条件と脳内分子を同定し (PNAS, 2019)、一連の成果は世界にも認知されつつある。しかし、それらを統合する基盤的メカニズムは未だ決着をみない。最近、低強度運動時の海馬で意欲を司るドーパミン (DA) が増え、その調節が認知症やうつ病の病因とも関係する脳幹・青斑核 (LC) から生じることを示唆する証拠を掴んだ。この脳機構は学習・記憶の新たなメカニズムとして神経科学界の大トピックともなっている。これが低強度運動時にも奏功し、これまで明らかにされた可塑性調節分子と関わるとする仮説は、運動による海馬機能増強機構の統合的解明の糸口となるかもしれない。

2. 研究の目的

本研究では、海馬に対する運動の有益な効果に関するこれまでの断片的知見を統合すべく、動物とヒトの橋渡し研究を通じた徹底検証によって、運動を強固な神経科学的エビデンスを有する海馬機能増強戦略として提案することを目指す。中でも、誰もが意欲的に継続可能な低強度運動が海馬を刺激し、その繰り返して海馬が肥大し (神経新生やシナプス形成を含む)、そして記憶能を増強させる効果とメカニズムを DA に着目して解明する。さらに、健常だけでなく海馬機能低下動物モデルや海馬機能低下傾向者でも検討し、臨床研究に移行できるエビデンスを蓄積する。

3. 研究の方法

本研究は、低強度運動が海馬機能を増強する統合的メカニズムを動物-ヒト橋渡し研究を通じた徹底検証により解明し、臨床研究を促進する強固なエビデンスを創出すべく、プロジェクト1 (健常動物研究)、プロジェクト2 (健常ヒト研究)、プロジェクト3 (海馬機能低下に対する低強度運動戦略の検証) を推進した。プロジェクト1では、動物 (ラット・マウス) を対象に、低強度運動が海馬の活性化や可塑性を高めるメカニズムとして LC-DA 系に着目し、これを従来の手法に加え、DREADD などの遺伝学手法や最新イメージング法などを駆使して解明することを目指す。プロジェクト2では、ヒトを対象に、MRI を用いたイメージング解析、DA や LC の活動を反映する非侵襲的なバイオマーカーなどを併用することで、動物研究で得られた海馬機能増強の神経メカニズムをヒトでも確認・拡張することを目指す。プロジェクト3では、海馬機能が低下する病態モデル動物や海馬機能低下傾向者に対して、臨床症状 (特に認知機能低下) を軽減する低強度運動効果とその作用機構の解明を目指す。

4. 研究成果

<プロジェクト1>

- 低強度運動が海馬 (特に記憶を司る背側部領域) における DA とノルアドレナリン (NA) の放出を増加させ、その供給源と想定される腹側被蓋野 (VTA) と LC の TH 陽性神経細胞 (DA と NA の産生細胞) を活性化することを明らかにし、プレプリントで公開した (Hiraga *et al.*, *bioRxiv*, 2023)。
- 逆行性・順行性トレーシングによる回路解析により、LC が海馬へ強力な入力を持つ一方で、VTA はほとんど入力がないことが明らかとなった。さらに、LC に多数局在する海馬へ入力を持つ TH 陽性神経細胞が、低強度運動でも十分に活性化できることが確認された。したがって、低強度運動による海馬機能増強機構として LC-海馬 DA 系の関与が強く支持された。これについて国内外の研究会・学会にて報告して議論し、一定の評価を得ている (スポーツニューロサイエンス研究会, 2021 = 最優秀発表賞受賞; NEURO2022, 2022; Spring Hippocampal Research Conference, 2023)。

<プロジェクト2>

- プロジェクト1で得られた知見に基づき、超低強度運動がもたらすヒト海馬機能向上の背景として LC の活性化を仮説に挙げ、その間接指標である瞳孔径を用いて検証を進めた。はじめに、瞳孔径が運動強度依存的に拡張することを確認した (Kuwamizu *et al.*, *J Physiol Sci*, 2022)。続いて、MRI イメージングを応用した検討から、超低強度運動時の瞳孔拡張程度が

LC の構造的統合性と関連することを発見し (Yamazaki *et al.*, *Cereb Cortex Commun*, 2023)、LC 活性マーカーとして瞳孔径の妥当性が確認された。さらに、超低強度運動による瞳孔拡張が若年者の実行機能改善および高齢者の記憶能改善を媒介することが明らかとなった (Kuwamizu *et al.*, *Neuroimage*, 2023; Suwabe *et al.*, *Neurobiol Aging*, 2023)。これら一連の研究より、動物研究で示している超低強度運動による LC 活性がヒトでも起こりうること、そして、これが超低強度運動によるヒト認知機能改善の神経基盤である可能性を掴み、これまでに報告した超低強度運動の有益性を拡張する知見を得た。

- 長期効果についても検討すべく、健常高齢者を対象とした 3 ヶ月の超低強度運動介入を実施し、前頭前野活動の効率性を高めることで実行機能を改善させることを明らかにした (Byun *et al.*, *Geroscience*, 2024)。海馬でも運動介入による構造的肥大化を示唆する結果を得ている。

<プロジェクト3>

- 動物研究では、習慣的な低強度運動により心的外傷後ストレス障害 (PTSD) の症状を早期に改善できることを明らかにし、この背景として海馬の脳由来神経栄養因子 (BDNF) のシグナリングが重要であることが示された (Shimoda *et al.*, *Med Sci Sports Exerc*, 2023)。
- ヒト研究では、うつ傾向の若年者をうつ尺度質問紙を用いてリクルートし、超低強度運動による単回効果を検証した。その結果、うつ傾向のない若年者と同程度に瞳孔径拡張をもたらし、その効果と相関して快適気分を高め、海馬に関わる記憶能を向上させた (投稿準備中)。この成果は、うつ傾向者でも超低強度運動による LC 由来の海馬機能増進効果を楽しむことができることを示唆している。

【引用文献】

Hiraga T, Hata T, Soya S, Shimoda S, Takahashi K, Soya M, Inoue K, Johansen JP, Okamoto M, Soya H. (2023). Light-exercise-induced dopaminergic and noradrenergic stimulation in the dorsal hippocampus: using a rodent physiological exercise model. *bioRxiv*, 2023.06.19.545490. <https://doi.org/10.1101/2023.06.19.545490>

Kuwamizu R, Yamazaki Y, Aoike N, Ochi G, Suwabe K, Soya H. (2022). Pupil-linked arousal with very light exercise: pattern of pupil dilation during graded exercise. *J Physiol Sci*, 72(1):23. doi: 10.1186/s12576-022-00849-x.

Yamazaki Y, Suwabe K, Nagano-Saito A, Saotome K, Kuwamizu R, Hiraga T, Torma F, Suzuki K, Sankai Y, Yassa MA, Soya H. (2023). A possible contribution of the locus coeruleus to arousal enhancement with mild exercise: evidence from pupillometry and neuromelanin imaging. *Cereb Cortex Commun*, 8;4(2):tgad010. doi: 10.1093/texcom/tgad010.

Kuwamizu R, Yamazaki Y, Aoike N, Hiraga T, Hata T, Yassa MA, Soya H. (2023). Pupil dynamics during very light exercise predict benefits to prefrontal cognition. *Neuroimage*, 15;277:120244. doi: 10.1016/j.neuroimage.2023.120244.

Suwabe K, Kuwamizu R, Hyodo K, Yoshikawa T, Otsuki T, Zempo-Miyaki A, Yassa MA, Soya H. (2023). Improvement of mnemonic discrimination with acute light exercise is mediated by pupil-linked arousal in healthy older adults. *Neurobiol Aging*, 133:107-114. doi: 10.1016/j.neurobiolaging.2023.09.006. Epub 2023 Sep 20.

Byun K, Hyodo K, Suwabe K, Fukuie T, Ha MS, Damrongthai C, Kuwamizu R, Koizumi H, Yassa MA, Soya H. (2024). Mild exercise improves executive function with increasing neural efficiency in the prefrontal cortex of older adults. *Geroscience*, 46(1):309-325. doi: 10.1007/s11357-023-00816-3. Epub 2023 Jun 15.

Shimoda R, Amaya Y, Okamoto M, Soya S, Soya M, Koizumi H, Nakamura K, Hiraga T, Torma F, Soya H. (2023). Accelerated Fear Extinction by Regular Light- Intensity Exercise: A Possible Role of Hippocampal BDNF-TrkB Signaling. *Med Sci Sports Exerc*, 2024;56(2):221-229. doi:10.1249/MSS.0000000000003312

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計12件（うち査読付論文 5件 / うち国際共著 2件 / うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 Fukuie Takemune, Suwabe Kazuya, Kawase Satoshi, Shimizu Takeshi, Ochi Genta, Kuwamizu Ryuta, Sakairi Yosuke, Soya Hideaki	4. 巻 12
2. 論文標題 Groove rhythm stimulates prefrontal cortex function in groove enjoyers	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 7377
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1038/s41598-022-11324-3	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 Takahashi Kanako, Shima Takeru, Soya Mariko, Yook Jang Soo, Koizumi Hikaru, Jesmin Subrina, Saito Tsuyoshi, Okamoto Masahiro, Soya Hideaki	4. 巻 112
2. 論文標題 Exercise-Induced Adrenocorticotrophic Hormone Response Is Cooperatively Regulated by Hypothalamic Arginine Vasopressin and Corticotrophin-Releasing Hormone	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Neuroendocrinology	6. 最初と最後の頁 894 ~ 903
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1159/000521237	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 Kuwamizu Ryuta, Yamazaki Yudai, Aoike Naoki, Ochi Genta, Suwabe Kazuya, Soya Hideaki	4. 巻 72
2. 論文標題 Pupil-linked arousal with very light exercise: pattern of pupil dilation during graded exercise	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 The Journal of Physiological Sciences	6. 最初と最後の頁 23
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1186/s12576-022-00849-x	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 征矢英昭	4. 巻 72
2. 論文標題 ウェルビーイングにおける運動・スポーツの役割	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 体育の科学	6. 最初と最後の頁 226-227
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
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 岡本正洋、下田亮、征矢英昭	4. 巻 72
2. 論文標題 運動で心的外傷後ストレス障害 (PTSD) を改善できるのか	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 体育の科学	6. 最初と最後の頁 254-259
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 征矢英昭、富賀裕貴	4. 巻 72
2. 論文標題 運動適応のエピジェネティック修飾	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 体育の科学	6. 最初と最後の頁 802-805
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 Damrongthai C, Kuwamizu R, Suwabe K, Ochi G, Yamazaki Y, Fukuie T, Adachi K, Yassa M.A., Churdchomjan W, Soya H	4. 巻 11
2. 論文標題 Benefit of human moderate running boosting mood and executive function coinciding with bilateral prefrontal activation	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Scientific Reports	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) 10.1038/s41598-021-01654-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 該当する

1. 著者名 Jesmin S, Shima T, Soya M, Takahashi K, Omura K, Ogura K, Koizumi H, Soya H	4. 巻 322
2. 論文標題 Long-term light and moderate exercise intervention similarly prevent both hippocampal and glycemic dysfunction in presymptomatic type 2 diabetic rats	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism	6. 最初と最後の頁 E219-E230
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1152/ajpendo.00326.2021	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 征矢英昭	4. 巻 34
2. 論文標題 健康長寿を考える-腸内細菌、排尿排便とフレイル- 脳フィットネスを高める次世代運動・栄養戦略 楽しいスローランニングと天然栄養素の相乗効果	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本老年泌尿器科学会誌	6. 最初と最後の頁 29
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 下田 亮, 征矢 英昭	4. 巻 28
2. 論文標題 【職場における身体活動・運動・座位行動とメンタルヘルス】低強度運動が高める脳機能とメンタルヘルス	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 産業ストレス研究	6. 最初と最後の頁 205-214
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 征矢 英昭	4. 巻 71
2. 論文標題 パラアスリートボディのポテンシャル	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 体育の科学	6. 最初と最後の頁 530-532
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 征矢 英昭, 秦 俊陽	4. 巻 22
2. 論文標題 運動による海馬機能向上効果とその増強因子アスタキサンチン	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 JMOAレポート	6. 最初と最後の頁 1-16
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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36件（うち招待講演 13件 / うち国際学会 4件）

1. 発表者名 Hideaki Soya
2. 発表標題 Hormetic Effect of Very Mild Exercise Enhancing the Brains and Cognition: A Possible Role for Body Work.
3. 学会等名 The AMS Research Symposium for Graduate Students 2022 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Hideaki Soya
2. 発表標題 Yoga like mild exercise improves hippocampal memory. A translational study from animals to human.
3. 学会等名 International Conference on Yoga, Nutrition and Health (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 征矢英昭
2. 発表標題 脳フィットネスを高める豊かな運動
3. 学会等名 第37回日本健康科学学会学術大会 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 征矢英昭
2. 発表標題 精神・神経疾患に有効な運動療法の開発と作用機序解明
3. 学会等名 BPCNP/PPPP 4 学会合同年会 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 征矢英昭
2. 発表標題 脳フィットネスを高める運動栄養政略
3. 学会等名 筑波大学オープンイノベーションシンポジウム（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 征矢英昭
2. 発表標題 認知機能を高める超低強度運動の有益性と神経基盤：fNIRSを用いて
3. 学会等名 日本ヒト脳機能マッピング学会（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 征矢英昭，島孟留，征矢茉莉子
2. 発表標題 運動による 型糖尿病の認知機能改善効果と脳内乳酸代謝
3. 学会等名 第65回糖尿病学会年次学術集会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 秦俊陽，平賀大一，Grenier Francois，岡本正洋，松井崇，征矢英昭
2. 発表標題 ビタミンB1誘導体が駆動する身体活動促進機構の新仮説：青斑核-前頭皮質系の関与
3. 学会等名 第5回スポーツニューロサイエンス研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Taichi Hiraga, Toshiaki Hata, Ryo Shimoda, Francois Grenier, Shingo Soya, Joshua P. Johansen, Takashi Matsui, Masahiro Okamoto, Hideaki Soya
2. 発表標題 Acute light intensity exercise activates dopaminergic and noradrenergic coeruleo-dorsal hippocampal pathway.
3. 学会等名 NEURO2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Toshiaki Hata, Taichi Hiraga, Francois Grenier, Masahiro Okamoto, Takashi Matsui, Hideaki Soya
2. 発表標題 Vitamin B1 derivative enhance physical activity via coeruleo-cortical catecholaminergic pathways.
3. 学会等名 NEURO2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Ryuta Kuwamizu, Yudai Yamazaki, Naoki Aoike, Hideaki Soya
2. 発表標題 Pupil dilation predicts mild exercise-induced higher prefrontal executive function: possible involvement of locus coeruleus arousal system
3. 学会等名 NEURO2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Grenier Francois, 平賀大一, 秦俊陽, 征矢英昭
2. 発表標題 一過性低強度走運動は海馬背側部シータ波パワーを増大する: in vivo電気生理学手法を用いた検討.
3. 学会等名 第77回日本体力医学会大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 秦俊陽, 平賀大一, グレニエフランソワ, 岡本正洋, 松井崇, 征矢英昭
2. 発表標題 ビタミンB1誘導体による青斑核-前頭皮質系を介した自発運動促進機構
3. 学会等名 第77回日本体力医学会大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 平賀大一, 秦俊陽, Joshua P Johansen, 松井崇, 岡本正洋, 征矢英昭
2. 発表標題 一過性強度別走運動に対する脳幹モノアミン作動性神経の応答: 海馬活性化への関与
3. 学会等名 第77回日本体力医学会大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 桑水隆多, 山崎雄大, 青池直樹, 征矢英昭
2. 発表標題 低強度運動中の瞳孔関連覚醒が運動後の実行機能向上を説明する
3. 学会等名 第77回日本体力医学会大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 邊ギョンホ, 兵藤和樹, 諏訪部和也, 征矢英昭
2. 発表標題 超低強度運動介入で高まる中高齢者の実行機能の神経基盤
3. 学会等名 第77回日本体力医学会大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 征矢英昭, 池本光志, Yook Jong Soo, 岡本正洋
2. 発表標題 アスタキサンチンによるニューロン保護作用とレプチン誘導効果
3. 学会等名 第77回日本体力医学会大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 山崎雄大, 李東旻, 青池直樹, 諏訪部和也, 越智元太, 桑水隆多, 征矢英昭
2. 発表標題 軽度低酸素による海馬機能変化はSpO2低下に依存する
3. 学会等名 第77回日本体力医学会大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 越智元太, 桑水隆太, 青池直樹, 征矢英昭
2. 発表標題 認知疲労は運動時換気応答に関わるか：漸増負荷運動による検討
3. 学会等名 第77回日本体力医学会大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Soya H, Shima T
2. 発表標題 Benefits of Moderate Exercise Regimen that Ameliorates Cognitive Decline and Hippocampal Lactate Transporter in Type 2 Diabetic Rats
3. 学会等名 International Congress on Obesity and Metabolic Syndrome 2021(ICOMES 2021) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kuwamizu R, Suwabe K, Damrongthai C, Fukuie T, Ochi O, Hyodo K, Hiraga T, Nagano-Saito A, Soya H
2. 発表標題 Does dopamine connect the link between aerobic fitness and prefrontal executive function? A combined sEBR-fNIRS study
3. 学会等名 Virtual dopamine conference (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 征矢英昭
2. 発表標題 脳フィットネスを高める次世代運動・栄養戦略：楽しいスローランニングと天然栄養素の相乗効果
3. 学会等名 第34回日本老年泌尿器科学会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 征矢英昭
2. 発表標題 認知機能を増強する次世代運動栄養戦略：軽運動とカロテノイドの併用効果と新たな脳機構
3. 学会等名 日本スポーツ栄養学会 第7回大会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 征矢英昭
2. 発表標題 運動による認知機能促進効果の橋渡し研究：動物とヒトの運動モデルを用いて
3. 学会等名 第43回生物学的精神医学会・第51回日本神経精神薬理学会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 征矢英昭
2. 発表標題 海馬機能を高める運動ホルミシス効果：動物から人への橋渡し研究
3. 学会等名 第76回日本体力医学会大会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 征矢英昭
2. 発表標題 認知機能を高める次世代運動戦略：楽しい軽運動+栄養がもつポテンシャル
3. 学会等名 日本臨床麻酔学会41回大会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 征矢英昭
2. 発表標題 認知機能を高める運動条件と神経基盤：動物からヒトへの橋渡し研究
3. 学会等名 脳・医工学研究センターCNBEシンポジウム（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 桑水 隆多, 征矢 英昭
2. 発表標題 なぜ有酸素能と実行機能は関係するのか? : 自発性瞬目率とその“Missing link”を接続する
3. 学会等名 第4回スポーツニューロサイエンス研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 平賀 大一, 秦 俊陽, 松井 崇, 下田 亮, 岡本 正洋, 征矢 英昭
2. 発表標題 海馬機能増強を導く低強度運動の脳内機構を探る: 青斑核-海馬系の関与
3. 学会等名 第4回スポーツニューロサイエンス研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 桑水 隆多, 青池 直樹, 山崎 雄大, 征矢 英昭
2. 発表標題 漸増負荷運動で見られる二つの瞳孔径閾値: 運動時の脳内覚醒機構
3. 学会等名 第76回日本体力医学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 平賀 大一, 秦 俊陽, 松井 崇, 下田 亮, 岡本 正洋, 征矢 英昭
2. 発表標題 一過性強度別走運動における海馬背側部モノアミン放出: マイクロダイアリシスを用いた検討
3. 学会等名 第76回日本体力医学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 ダムロンタイ チョーパカ, 桑水 隆多, 足立 和隆, 征矢 英昭
2. 発表標題 ランニングの認知機能促進効果: 気分と実行機能をともに高める脳機構
3. 学会等名 第76回日本体力医学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 秦 俊陽, 平賀 大一, Grenier Francois, 岡本 正洋, 松井 崇, 征矢 英昭
2. 発表標題 ビタミンB1誘導体で高まる身体活動性と覚醒に共通する脳内機構
3. 学会等名 第76回日本体力医学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 下田 亮, 天谷 友紀, 岡本 正洋, 平賀 大一 征矢 英昭
2. 発表標題 低強度運動習慣は海馬BDNFシグナリングを介して恐怖記憶消去を促進する
3. 学会等名 第76回日本体力医学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Suwabe K, Nagano-Saito A, Yamazaki Y, Kuwamizu R, Matsushita A, Kato M, Suzuki K, Soya H
2. 発表標題 Human brain activity during very light intensity exercise using MRI-compatible ergometer: the first preliminary analysis
3. 学会等名 ARIHHPフォーラム2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Grenier F, Hiraga T, Hata T, Soya H
2. 発表標題 The impact of light intensity running on the theta rhythm in the dorsal hippocampus
3. 学会等名 ARIHHPフォーラム2022
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 征矢英昭 他	4. 発行年 2022年
2. 出版社 少年写真新聞社	5. 総ページ数 240
3. 書名 体と心「保健総合大百科」中・高校編. 運動による海馬機能向上	

1. 著者名 遠藤英俊、白澤卓二、征矢英昭、宮崎総一郎、奥村歩、他	4. 発行年 2021年
2. 出版社 文響社	5. 総ページ数 216
3. 書名 認知症にならない！させない！世界実証メソッドを網羅！脳の名医が教える最高の脳活大全	

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>瞳孔は運動負荷の増加に伴い非線形的に拡大する～「目は心の窓」、軽い運動でも脳は覚醒するらしい～ https://www.tsukuba.ac.jp/journal/medicine-health/20220928141500.html ノリが良いリズムに親和性が高い人はリズムを聴くだけで脳の実行機能が高まる https://www.tsukuba.ac.jp/journal/medicine-health/20220517140000.html ランニングが快適気分と認知機能を高める脳機構を解明 https://www.tsukuba.ac.jp/journal/medicine-health/20211125140000.html</p>
--

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
研究分担者	岡本 正洋 (Okamoto Masahiro) (30726617)	筑波大学・体育系・助教 (12102)	

6. 研究組織（つづき）

	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
研究分担者	グレニエ フランソワ (Grenier Francois) (90738692)	筑波大学・体育系・研究員 (12102)	
研究分担者	永野 敦子 (Nagano Atsuko) (90897886)	筑波大学・体育系・研究員 (12102)	
研究分担者	Y a s s a M i c h a e l (Yassa Michael) (90817610)	筑波大学・体育系・教授 (12102)	

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