

令和 5 年 6 月 12 日現在

機関番号：15201

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2022

課題番号：18K06853

研究課題名(和文) 運動トレーニングによる暑熱馴化形成の中枢機序解明と熱中症予防への応用

研究課題名(英文) Possible central mechanism of acquired heat tolerance in exercise-trained rats

研究代表者

松崎 健太郎 (Matsuzaki, Kentaro)

島根大学・学術研究院医学・看護学系・講師

研究者番号：90457185

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、ラットを用いて、運動トレーニングによる視床下部神経新生の誘導が暑熱馴化形成に寄与する可能性を検討した。運動トレーニングを行ったラットの視床下部におけるBrdU陽性(BrdU+)細胞数は、対照群に比較して有意に増加した。さらに、神経分化マーカーであるDoublecortinで二重染色されたBrdU+細胞数は、運動トレーニングにより有意に増加した。これらの結果は、運動トレーニングが視床下部における神経前駆細胞の増殖とニューロンへの分化を促進することを示しており、耐熱性獲得に一定の役割を果たす可能性を示唆している。

研究成果の学術的意義や社会的意義

夏季の熱中症が深刻な社会問題になっている。持続的な暑熱曝露や運動トレーニングにより形成される暑熱馴化は熱中症の予防法として有望視されているが、その中枢機序は不明であった。これまでに私たちは、暑熱曝露されたラットでは体温調節中枢が存在する視床下部において神経新生が促進され、新生したニューロンが暑熱馴化の形成に関与することを世界で初めて明らかにした。暑熱馴化形成の中枢機序として、視床下部神経の可塑的変化が関わることを証明した本研究には学術的意義があると思われる。

研究成果の概要(英文)：The aim of the present study was to investigate whether exercise training induces hypothalamic neurogenesis in rats. Male, 6-week-old Wistar rats were initially maintained at an ambient temperature of 24 °C for 10 days. They were then kept for 30-40 days in cages either with a running wheel (exercise rats, EX) or with a locked wheel (control rats, CN). The numbers of BrdU-immuno-positive (BrdU+) cells in the hypothalamus of EX were significantly greater than that of CN. Moreover, the number of hypothalamic BrdU+ cells double-stained with neuronal differentiation marker, doublecortin, of EX were significantly higher than that of CN. These results suggest that exercise training facilitates proliferation of neuronal progenitor cells and promotes differentiation into neurons in the hypothalamus, which might have a certain role in acquired heat tolerance of exercise-trained rats.

研究分野：生理学

キーワード：暑熱馴化 体温調節 視床下部

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

地球温暖化にともない、熱中症が深刻な社会問題になっている。熱中症患者の半数以上は 65 歳以上の高齢者だが、その原因として加齢による自律神経機能や温度感受機能の劣化による自律性・行動性体温調節機能の低下があげられる。世界の高温・高齢化が進む中、熱中症予防法の確立は社会的急務といえる。このような中、熱中症予防法のひとつとして『暑熱馴化』が注目されている。

ヒトや動物では、継続的な暑熱曝露や運動トレーニングにより、末梢に存在する温度受容器と効果器の機能的・器質的变化が誘導され、暑熱馴化が形成される。例として、ヒトでは暑熱馴化の形成により、発汗機能や皮膚血管の拡張機能が亢進し、熱放散機能が向上する。暑熱馴化は熱中症の予防法として有望視されているが、その中枢機序は不明であった。これまでに私たちは、暑熱馴化したラットでは体温調節中枢が存在する視床下部において神経新生が促進され、暑熱馴化の形成に参与することを世界で初めて明らかにした。しかし、運動トレーニングによる暑熱馴化形成時の視床下部における神経新生促進のメカニズムや、体温調節機能における詳細な役割は不明である。

2. 研究の目的

本研究では、運動トレーニングを行い暑熱馴化したラットの視床下部で新生したニューロンの機能性や視床下部神経新生の分子メカニズムを解明することを主な目的とした。

3. 研究の方法

【運動トレーニングによる暑熱馴化の形成解析】

- (1) Wistar 系雄性ラットを明暗周期 12:12 時間、環境温 24℃、自由摂食・摂水下で飼育した。
- (2) ラットを全身麻酔し、腹腔内にテレメトリー送信機を留置した。
- (3) 2 週間の回復期間の後、ラットをランニングホイール付き飼育器 (SN-451, Shinano) で 30 日間飼育し、暑熱馴化の形成を試みた (EX)。対照群 (CN) はホイールを固定した飼育器で飼育した。運動期間中は腹腔内温をテレメトリー法で測定した。
- (4) 運動期間開始後、ラット腹腔内に Bromodeoxyuridine (BrdU; 50 mg/kg/day, Sigma) を 5 日間連続で投与した。
- (5) 運動期間終了後にラットの耐暑熱性および行動性体温調節機能を測定した。また、麻酔下でラット脳を摘出し、免疫組織学解析により神経新生を解析した。

【行動性体温調節機能の解析】

- (1) ラットの行動性体温調節機能は選択環境温度測定装置を用いて測定した。
- (2) 飼育装置 (内寸 200×16×18 cm) の長軸に沿って 16℃ から 36℃ の温度勾配を形成した。
- (3) ラットを装置の中に入れて 3 日間慣らした後に、2 日間連続でラットの居る位置の環境温度 (選択環境温度) を測定し、行動性体温調節の指標とした。

【視床下部における神経新生の解析】

ラット視床下部における神経新生は BrdU 標識法を用いて免疫組織学的に解析した。

- (1) ラットを全身麻酔し経心的に脱血後、4% パラホルムアルデヒドで灌流固定した。
- (2) 脳組織を 4% パラホルムアルデヒドで一晩固定し、20%スクロース溶液に浸潤させた。
- (3) ミクロトームで脳切片を作製し、新生細胞マーカーの抗 BrdU 抗体と抗成熟ニューロン抗体、抗アストロサイト抗体、抗オリゴデンドロサイト抗体などを用いて免疫多重染色した後に、共焦点レーザー顕微鏡 (FV-1000D, Olympus) で免疫陽性細胞を検出した。

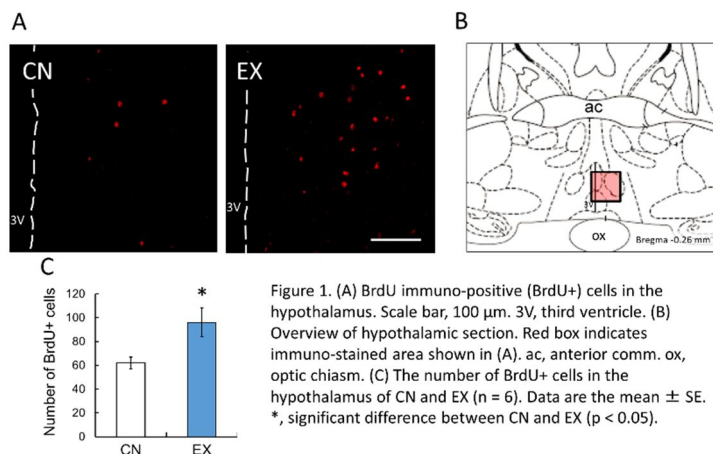
【暑熱馴化形成時の視床下部における器質的・機能的変化の解析】

ラット視床下部における神経栄養因子やサイトカイン、細胞増殖因子、Heat Shock Protein などの mRNA やタンパク質発現を Real-time PCR やウェスタンブロット、ELISA、免疫組織学的手法を用いて解析した。

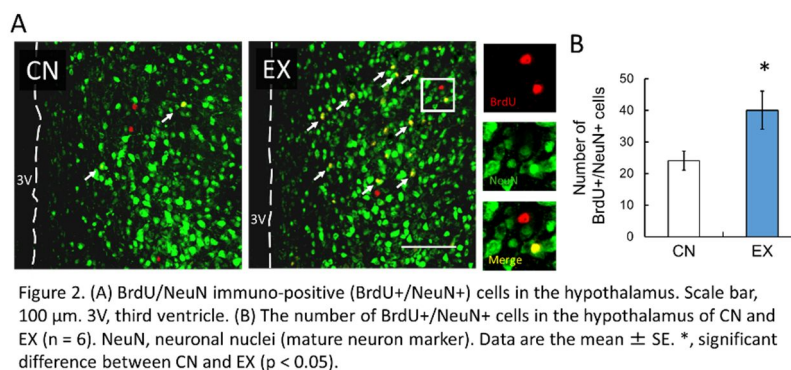
4. 研究成果

【運動トレーニングによる視床下部神経新生の促進効果】

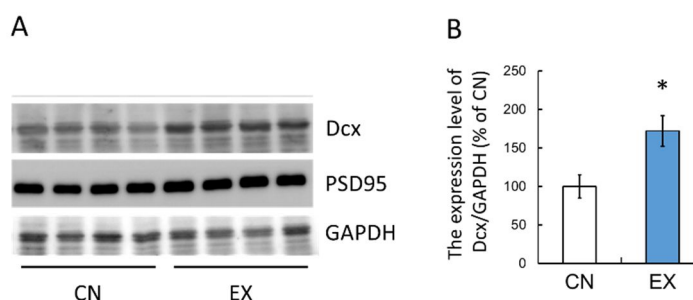
EX の視床下部における BrdU-免疫陽性 (BrdU+) 細胞数は、CN よりも有意に多かった (Figure 1)。



また、一部の BrdU+細胞は、成熟ニューロンマーカー (Neuronal nuclei, NeuN) により二重に染色された (Figure 2)。



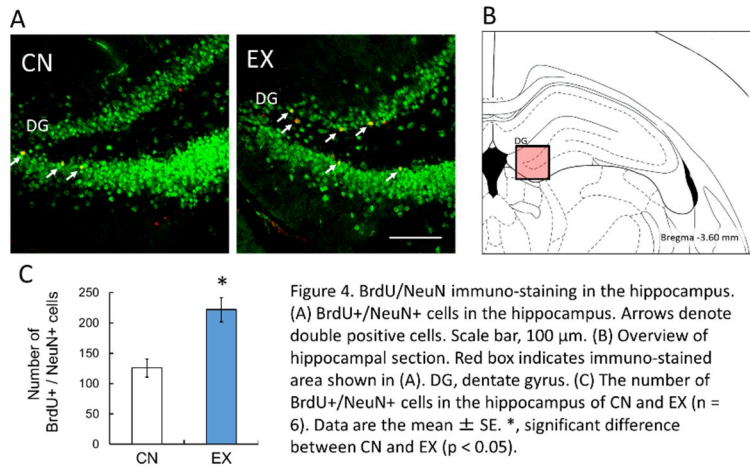
さらに、神経分化マーカーである Doublecortin (Dcx) で二重染色した視床下部の BrdU+細胞数は、EX の方が CN よりも有意に多かった。また、運動トレーニングにより、ラット視床下部における Dcx や PSD-95 などの発現量が増加した (Figure 3)。



BrdU+細胞はアストロサイトやオリゴデンドロサイトのマーカーをほとんど発現していなかった (Figure 4)。これらの結果から、運動トレーニングが視床下部における神経前駆細胞の増殖を促進し、ニューロンへの分化を促進することが示唆された。一方、運動トレーニングは海馬(歯状回)における神経新生を顕著に促進した (Figure 4)。

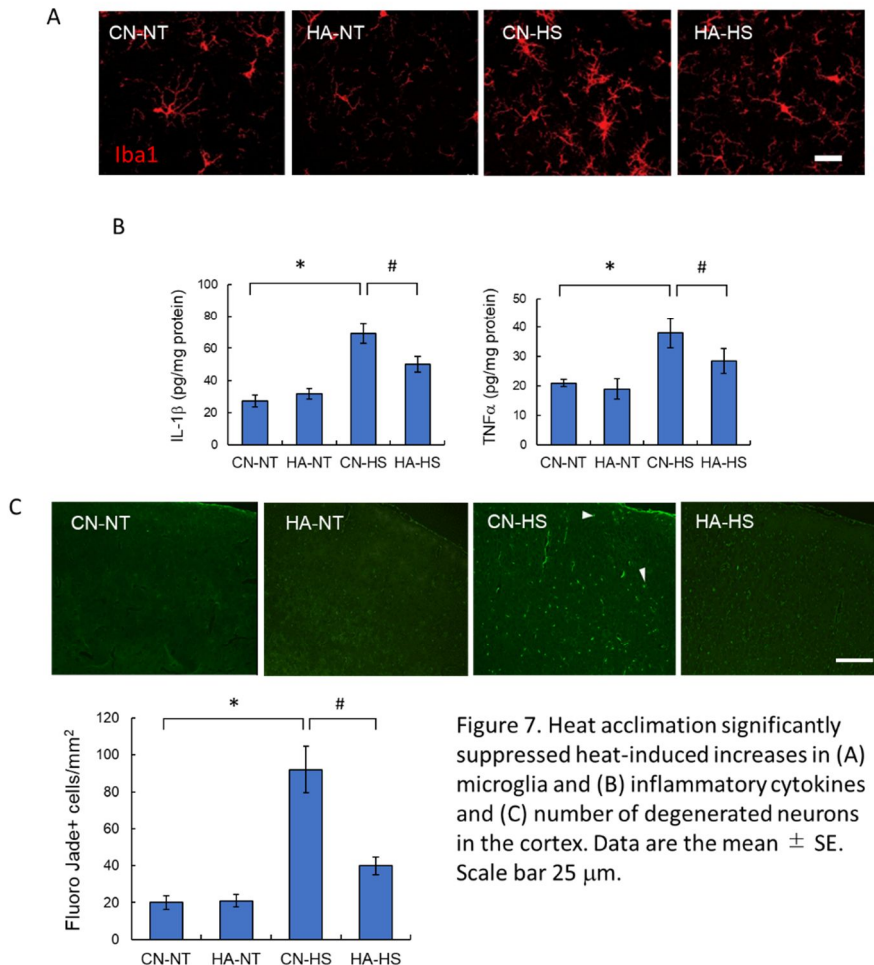
【選択環境温度におよぼす運動トレーニングの効果】

運動トレーニングはラットの選択環境温度にはほとんど影響しなかった。今後、ラットの例数を増やして追加解析する必要があると思われる。



【暑熱馴化による熱中症予防と脳保護効果】

CN 群では大脳皮質や海馬、小脳などの各部位でニューロンの変性やアポトーシス様の神経細胞死、脂質過酸化が顕著に亢進したが、これらの反応は EX 群では有意に抑制された (Figure 6)。また、CN 群の血漿ではインターロイキン-1 や腫瘍壊死因子などの濃度が増加したが、これらの炎症性サイトカインの増加は暑熱馴化により有意に抑制された。



以上の結果から、継続的な運動トレーニングは視床下部における神経細胞前駆細胞の増殖を促進し、神経細胞への分化を促進することが明らかとなった。また、暑熱馴化は熱中症罹患時の炎症反応や神経変性を抑制し、脳保護効果を発揮する可能性が示唆された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計21件（うち査読付論文 21件／うち国際共著 7件／うちオープンアクセス 5件）

1. 著者名 Matsuzaki Kentaro, Nakajima Akira, Guo Yuanqiang, Ohizumi Yasushi	4. 巻 14
2. 論文標題 A Narrative Review of the Effects of Citrus Peels and Extracts on Human Brain Health and Metabolism	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Nutrients	6. 最初と最後の頁 1847 ~ 1847
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/nu14091847	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 Hashimoto Michio, Matsuzaki Kentaro, Maruyama Koji, Sumiyoshi Eri, Hossain Shahdat, Wakatsuki Harumi, Kato Setsushi, Ohno Miho, Tanabe Yoko, Kuroda Yoko, Yamaguchi Shuhei, Kajima Koji, Ohizumi Yasushi, Shido Osamu	4. 巻 13
2. 論文標題 <i>Perilla frutescens</i> seed oil combined with <i>Anredera cordifolia</i> leaf powder attenuates age-related cognitive decline by reducing serum triglyceride and glucose levels in healthy elderly Japanese individuals: a possible supplement for brain health	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Food & Function	6. 最初と最後の頁 7226 ~ 7239
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/d2fo00723a	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 Matsuzaki Kentaro, Hossain Shahdat, Wakatsuki Harumi, Tanabe Yoko, Ohno Miho, Kato Setsushi, Shido Osamu, Hashimoto Michio	4. 巻 37
2. 論文標題 <i>Perilla</i> seed oil improves bone health by inhibiting bone resorption in healthy Japanese adults: A 12 month, randomized, double blind, placebo controlled trial	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Phytotherapy Research	6. 最初と最後の頁 2230 ~ 2241
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/ptr.7728	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 Al Mamun Abdullah, Matsuzaki Kentaro, Islam Rafiad, Hossain Shahdat, Hossain Md Emon, Katakura Masanori, Arai Hiroyuki, Shido Osamu, Hashimoto Michio	4. 巻 47
2. 論文標題 Chronic Administration of Thymoquinone Enhances Adult Hippocampal Neurogenesis and Improves Memory in Rats Via Regulating the BDNF Signaling Pathway	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Neurochemical Research	6. 最初と最後の頁 933 ~ 951
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11064-021-03495-8	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 Sugimoto Naotoshi, Katakura Masanori, Matsuzaki Kentaro, Miyamoto Mayumi, Sumiyoshi Eri, Wada Taizo, Yachie Akihiro, Nakamura Hiroyuki, Shido Osamu	4. 巻 23
2. 論文標題 Ginger facilitates cell migration and heat tolerance in mouse fibroblast cells	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Molecular Medicine Reports	6. 最初と最後の頁 1-8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3892/mmr.2021.11889	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 松崎 健太郎, 大泉 康	4. 巻 101
2. 論文標題 Nobiletin等の柑橘果皮成分の抗認知症効果 An Up-to-Date Overview	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 応用薬理	6. 最初と最後の頁 57-67
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 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 紫藤 治, 住吉 愛理, 松崎 健太郎, 杉本 直俊	4. 巻 42
2. 論文標題 テオプロミンの経口投与およびダークチョコレート摂取による認知機能の向上 第133回生涯教育講座	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 島根医学 : the journal of the Shimane Medical Association	6. 最初と最後の頁 1-7
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 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 Hashimoto Michio, Matsuzaki Kentaro, Maruyama Koji, Hossain Shahdat, Sumiyoshi Eri, Wakatsuki Harumi, Kato Setsushi, Ohno Miho, Tanabe Yoko, Kuroda Yoko, Yamaguchi Shuhei, Kajima Koji, Ohizumi Yasushi, Shido Osamu	4. 巻 13
2. 論文標題 <i>Perilla</i> seed oil in combination with nobiletin-rich ponkan powder enhances cognitive function in healthy elderly Japanese individuals: a possible supplement for brain health in the elderly	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Food & Function	6. 最初と最後の頁 2768 ~ 2781
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/d1fo03508h	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 Sumiyoshi Eri, Hashimoto Michio, Hossain Shahdat, Matsuzaki Kentaro, Islam Rafiad, Tanabe Yoko, Maruyama Koji, Kajima Koji, Arai Hiroyuki, Ohizumi Yasushi, Shido Osamu	4. 巻 12
2. 論文標題 <i>Anredera cordifolia</i> extract enhances learning and memory in senescence-accelerated mouse-prone 8 (SAMP8) mice	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Food & Function	6. 最初と最後の頁 3992 ~ 4004
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/d0fo03272g	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 Hashimoto Michio, Matsuzaki Kentaro, Hossain Shahdat, Ito Tomoko, Wakatsuki Harumi, Tanabe Yoko, Ohno Miho, Kato Setsushi, Yamashita Kazuya, Shido Osamu	4. 巻 10
2. 論文標題 Perilla Seed Oil Enhances Cognitive Function and Mental Health in Healthy Elderly Japanese Individuals by Enhancing the Biological Antioxidant Potential	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Foods	6. 最初と最後の頁 1130 ~ 1130
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/foods10051130	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 Ichinose Takashi, Matsuzaki Kentaro, Kato Masaharu, Tanabe Yoko, Tachibana Nobuhiko, Morikawa Miwako, Kato Setsushi, Ohata Shuzo, Ohno Miho, Wakatsuki Harumi, Hossain Shahdat, Shido Osamu, Hashimoto Michio	4. 巻 70
2. 論文標題 Intake of Docosahexaenoic Acid-Enriched Milk Beverage Prevents Age-Related Cognitive Decline and Decreases Serum Bone Resorption Marker Levels	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Oleo Science	6. 最初と最後の頁 1829 ~ 1838
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5650/jos.ess21195	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 Matsuzaki Kentaro, Ohizumi Yasushi	4. 巻 13
2. 論文標題 Beneficial Effects of Citrus-Derived Polymethoxylated Flavones for Central Nervous System Disorders	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Nutrients	6. 最初と最後の頁 145 ~ 145
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/nu13010145	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 Sugimoto Naotoshi, Katakura Masanori, Matsuzaki Kentaro, Miyamoto Mayumi, Sumiyoshi Eri, Wada Taizo, Yachie Akihiro, Nakamura Hiroyuki, Shido Osamu	4. 巻 23
2. 論文標題 Ginger facilitates cell migration and heat tolerance in mouse fibroblast cells	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Molecular Medicine Reports	6. 最初と最後の頁 1~8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3892/mmr.2021.11889	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 Matsuzaki Kentaro, Sugimoto Naotoshi, Islam Rafiad, Hossain Md Emon, Sumiyoshi Eri, Katakura Masanori, Shido Osamu	4. 巻 21
2. 論文標題 Salivary Immunoglobulin A Secretion and Polymeric Ig Receptor Expression in the Submandibular Glands Are Enhanced in Heat-Acclimated Rats	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 International Journal of Molecular Sciences	6. 最初と最後の頁 815~815
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/ijms21030815	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 Sumiyoshi Eri, Matsuzaki Kentaro, Sugimoto Naotoshi, Tanabe Yoko, Hara Toshiko, Katakura Masanori, Miyamoto Mayumi, Mishima Seiji, Shido Osamu	4. 巻 11
2. 論文標題 Sub-Chronic Consumption of Dark Chocolate Enhances Cognitive Function and Releases Nerve Growth Factors: A Parallel-Group Randomized Trial	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nutrients	6. 最初と最後の頁 2800~2800
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/nu11112800	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 Islam Rafiad, Matsuzaki Kentaro, Sumiyoshi Eri, Hossain Md Emon, Hashimoto Michio, Katakura Masanori, Sugimoto Naotoshi, Shido Osamu	4. 巻 11
2. 論文標題 Theobromine Improves Working Memory by Activating the CaMKII/CREB/BDNF Pathway in Rats	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nutrients	6. 最初と最後の頁 888~888
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/nu11040888	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 Sugimoto Naotoshi, Matsuzaki Kentaro, Katakura Masanori, Nakamura Hiroyuki, Ueda Yoshibumi, Yachie Akihiro, Shido Osamu	4. 巻 33
2. 論文標題 Heat attenuates sensitivity of mammalian cells to capsaicin	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Biochemical and Molecular Toxicology	6. 最初と最後の頁 e22288 ~ e22288
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/jbt.22288	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 Sugimoto N, Katakura M, Matsuzaki K, Sumiyoshi E, Yachie A, Shido O.	4. 巻 0
2. 論文標題 Chronic administration of theobromine inhibits mTOR signal in rats.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Basic Clin Pharmacol Toxicol.	6. 最初と最後の頁 1-7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/bcpt.13175.	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 Inoue T, Hashimoto M, Katakura M, Hossain S, Matsuzaki K, Shido O.	4. 巻 63
2. 論文標題 Effect of chronic administration of arachidonic acid on the performance of learning and memory in aged rats.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Food Nutr Res.	6. 最初と最後の頁 1-9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.29219/fnr.v63.1441.	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 紫藤治, 松崎健太郎, 杉本直俊	4. 巻 38
2. 論文標題 温熱生理学から考える口腔乾燥症の治療方法 : 暑熱馴化による唾液腺でのアクアポリンの発現亢進と血管新生	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 島根医学	6. 最初と最後の頁 67-73
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 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 松崎健太郎, 住吉愛里, 紫藤治, 橋本道男	4. 巻 26
2. 論文標題 オメガ-3系脂肪酸が認知機能に及ぼす影響：無作為化臨床試験の最新の系統的レビュー	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Nutrition Reviews 日本語版	6. 最初と最後の頁 326-348
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 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17件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 3件)

1. 発表者名 Kentaro Matsuzaki, Naotoshi Sugimoto, Osamu Shido
2. 発表標題 Neuroprotective effects of heat acclimation in a rat model of heat stroke
3. 学会等名 第100回日本生理学会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 松崎健太郎、住吉愛里、杉本直俊、紫藤治
2. 発表標題 暑熱馴化による熱中症予防と脳保護効果
3. 学会等名 第74回日本生理学会中国四国地方会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 松崎健太郎, 橋本道男, 丸山浩司, 住吉愛里, Shahdat Hossain, 若槻晴美, 加藤節司, 大野美穂, 田邊洋子, 黒田陽子, 嘉島康二, 大泉康, 紫藤治
2. 発表標題 ノビレチン含有ボンカン果皮粉末とエゴマ油の長期摂取は健常高齢者の認知機能を改善する：二重盲検ランダム化比較試験による検証
3. 学会等名 第24回応用薬理シンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 松崎健太郎、住吉愛里、杉本直俊、紫藤治
2. 発表標題 ラット短期暑熱馴化による熱中症に対する脳保護効果
3. 学会等名 第61回日本生気象学会大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kentaro Matsuzaki, Shahdat Hossain, Harumi Wakatsuki, Yoko Tanabe, Miho Ohno, Setsushi Kato, Osamu Shido, Michio Hashimoto
2. 発表標題 Long-term intake of Perilla seed oil improves bone mineral density in healthy adults
3. 学会等名 22nd_IUNS- ICN (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kentaro Matsuzaki, Naotoshi Sugimoto, Eri Sumiyoshi, Masanori Katakura, Michio Hashimoto, Osamu Shido
2. 発表標題 Possible mechanisms in improved salivary IgA secretion in heat-acclimated rats
3. 学会等名 第99回日本生理学会 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 松崎健太郎、住吉愛里、片倉賢紀、杉本直俊、紫藤治
2. 発表標題 暑熱馴化による口腔免疫機能の亢進作用
3. 学会等名 第73回日本生理学会中国四国地方会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松崎健太郎、住吉愛里、片倉賢紀、杉本直俊、紫藤治
2. 発表標題 暑熱馴化による唾液HSP70分泌亢進作用
3. 学会等名 第59回日本生気象学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松崎健太郎
2. 発表標題 Changes in salivary IgA secretion in heat-acclimated rats
3. 学会等名 第98回日本生理学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松崎健太郎
2. 発表標題 軽度の暑熱刺激は培養神経幹/前駆細胞 の増殖と分化を促進する
3. 学会等名 第59回日本生気象学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kentaro Matsuzaki, Md Emon Hossain, Osamu Shido
2. 発表標題 Possible central mechanism of acquired heat tolerance in heat-acclimated rats
3. 学会等名 第97回日本生理学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松崎健太郎、杉本直俊、住吉愛里、原俊子、片倉賢紀、紫藤治
2. 発表標題 ラット暑熱馴化形成時の口腔内免疫機能
3. 学会等名 第 58 回日本生気象学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Matsuzaki K, Katakura M, Sugimoto N, Sumiyoshi E, Hara T, Shido O
2. 発表標題 Possible central mechanism of acquired heat tolerance in exercise-trained rats
3. 学会等名 The 9th Federation of Asian and Oceanian Physiological Societies Congress (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kentaro Matsuzaki, Shozo Yano, Eri Sumiyoshi, Osamu Shido, Takuya Katsube, Mitsumasa Tabata, Michiaki Okuda, Hachiro Sugimoto, Katsumi Yoshino and Michio Hashimoto
2. 発表標題 Long-term oral intake of ultra-high hydrostatic pressurizing brown rice prevents decline of bone mineral density in elderly Japanese
3. 学会等名 The Third International Symposium on Rice Science in Global Health (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 松崎健太郎、住吉愛里、原俊子、橋本道男、紫藤治
2. 発表標題 ラットの暑熱馴化を形成する能力は加齢により低下する
3. 学会等名 第70回日本生理学会中国四国地方会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 松崎健太郎, 矢野彰三, 住吉愛里, 紫藤治, 勝部拓矢, 田畑光正, 奥田充顕, 杉本八郎, 吉野勝美, 橋本道男
2. 発表標題 超高水圧加圧玄米の長期摂取加齢による骨密度低下を予防する
3. 学会等名 第3回黒潮カンファレンス
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 松崎健太郎, 矢野彰三, 住吉愛里, 紫藤治, 勝部拓矢, 田畑光正, 奥田充顕, 杉本八郎, 吉野勝美, 橋本道男
2. 発表標題 超高水圧加圧玄米の長期摂取は加齢による骨密度低下を改善する
3. 学会等名 第20回応用薬理シンポジウム
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計3件

1. 著者名 吉川 敏一	4. 発行年 2018年
2. 出版社 フジメディカル出版	5. 総ページ数 181
3. 書名 認知症と機能性食品：最新動向とその可能性	

1. 著者名 西川正純	4. 発行年 2020年
2. 出版社 シーエムシー出版	5. 総ページ数 359
3. 書名 運動機能・認知機能改善食品の開発	

1. 著者名 Shido O, Matsuzaki K, Katakura M. Editor: AA. Romanovsky	4. 発行年 2018年
2. 出版社 Elsevier	5. 総ページ数 496
3. 書名 Handbook of Clinical Neurology	

〔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
研究分担者	紫藤 治 (Shido Osamu) (40175386)	島根大学・学術研究院医学・看護学系・教授 (15201)	
研究分担者	片倉 賢紀 (Katakura Masanori) (40383179)	城西大学・薬学部・准教授 (32403)	
研究分担者	住吉 愛里 (Sumiyoshi Eri) (40782404)	島根大学・学術研究院医学・看護学系・助教 (15201)	

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
---------	---------