

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 14 日現在

機関番号：22604

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25350819

研究課題名(和文) 運動による抗うつ・抗不安作用の神経機序の解明

研究課題名(英文) The neural mechanisms of antidepressant/anxiolytic effects by physical exercise

研究代表者

北 一郎 (Kita, Ichiro)

首都大学東京・人間健康科学研究科・教授

研究者番号：10186223

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：運動は脳の機能構造的変化を引き起こし、うつ病や不安障害などのストレス関連精神疾患の発症予防に貢献することが示唆されている。しかし、その脳内神経機構や有効な運動条件については依然として解明されていない。本研究では、運動の抗うつ・抗不安作用、関連脳部位に及ぼす影響及び有効な運動条件について明らかにしようとした。本研究の結果から、運動による抗うつ・抗不安作用の神経機序として、セロトニン神経系の活性化、HPA軸(CRF神経)活性の正常化、海馬神経新生の増加が考えられ、これらの脳神経系は適切な運動条件を設定することで、より効果的に変化し、抗うつ・抗不安作用をもたらすことが示唆された。

研究成果の概要(英文)：Accumulating evidence suggests that physical exercise can reduce the incidence and symptoms of stress-related psychiatric disorders, including depression and anxiety, through exercise-induced neuroplasticity, but the underlying neural mechanisms are not yet fully understood. In the present study, we examined how physical exercise mediates the stress-related psychiatric disorders, and considered the exercise-parameters that result in the most favorable changes in the brain plasticity. The results of this study suggested that physical exercise with mild and low stress, such as mild or voluntary exercise, could efficiently induce the antidepressant/anxiolytic effects through enhancing the activity of serotonergic neurons in the dorsal raphe nucleus and the hippocampal neurogenesis, and normalizing the activity of the hypothalamic-pituitary-adrenal axis, which is initiated by the activation of corticotropin-releasing factor neurons in the hypothalamic paraventricular nucleus.

研究分野：運動生理学・行動神経科学

キーワード：抗うつ・抗不安作用 行動神経科学 運動 ストレス モノアミン 海馬神経新生 免疫組織化学 可塑性

### 1. 研究開始当初の背景

(1) 運動は、ストレスに起因する心身相関の病ともいわれる生活習慣病の改善のみならず、ストレスの軽減、不安・うつ症状の改善、記憶・学習能の向上など脳機能にも多様な恩恵効果をもたらす。ストレス関連疾患といわれるうつ病や不安障害の発症機序についての理解はまだまだ乏しいのが現状であるが、その神経病態として、脳内モノアミン濃度の減少(特にセロトニン神経活動の弱体化)やストレスホルモン放出機構の調節不全(HPA軸の過剰活性)海馬の萎縮(神経新生の減少)・機能低下などが重要な要因と考えられている。さらに、これらの神経系はそれぞれに特異的な機能を果たすだけでなく、互いに関連していることが示唆されている。このことは、うつ病や不安障害の発症には、単一の神経系だけでなく情動反応を制御する複数の脳領域が関わっていることを示唆している。最近の神経科学研究は、運動が複数の脳機能や構造を可塑的に変化させることを明らかにしており、これは“運動の癒し効果”を解明する上で重要な手がかりであり、成果である。しかし、運動により脳内でどのようなクロストークが行われ、不安・うつ症状、認知機能に関連する脳領域の機能や構造に影響しているのか、また、不安・うつ症状、認知機能低下の予防・改善に有効な運動条件とはどのようなものかについては、依然として解明されていない。

(2) 我々はこれまで行動神経科学的実験により、運動によるうつ・不安様行動の変容の詳細な観察と脳神経系の機能・構造の解析を同時に行い、その行動発現の背景にある神経メカニズムの解明を試みてきた。その実験結果から、運動が気分、うつ、不安に関連する神経活動及び行動に積極的に関与し、それらの応答に運動条件依存性がみられることを明らかにしつつある。このような運動と脳に関する行動神経科学研究は、国内外においても緒に就いたばかりであり、この観点からの成果の蓄積は、精神疾患(うつ病や認知症など)の予防・改善に対する薬物によらない新規方略の展開に大きく貢献するものと考えられる。

### 2. 研究の目的

(1) スポーツ活動や運動は、身体にとどまらず、ストレスに関連した精神疾患の予防・改善といった“こころ”の健康にも多様な恩恵効果をもたらす。この背景には、脳の高い可塑性と運動との相互作用による神経系の適応応答が関連している。最近の神経科学研究が、運動の有益な効果は脳でも発現することを明らかにしているにもかかわらず、この“運動の癒し効果”を発現する脳内神経機構や有効な運動条件については依然、解明されていない。本研究では、うつ病や不安障害の予防・改善に対する運動の効果について行動神経科学的観点から解明し、これらの疾患に

対する取り組みを“治療から予防へ”とシフトさせる運動方略を探索した。

(2) 運動の恩恵効果を発現する脳内神経機構および有効な運動条件を明らかにするために、以下の課題を設定し、検討した。

運動による脳神経活動の応答特性と行動変容の解明

運動による海馬神経新生と脳幹-海馬相互関連の解明

うつ病モデル動物に対する運動の予防・改善効果の検討

### 3. 研究の方法

(1) 本研究では、ヒトに外挿することを念頭に、運動による抗うつ・抗不安作用の生物学的基盤の確立を目指し、動物実験を用いた。うつ病・不安症及び認知機能低下の予防・改善効果をもたらす有効な運動条件を探索するために、運動様式(自発運動、強制運動)及び運動強度(低強度運動:乳酸性作業閾値以下、高強度運動:乳酸性作業閾値以上)に焦点をあて、急性運動及び慢性運動のそれぞれによる脳神経系及び行動の変容について検討した。

(2) 脳内神経活動の応答特性は免疫組織化学染色法(最初期遺伝子;c-Fos陽性細胞数)により検出し、さらに逆行性トレーシング法(FluoroGold陽性細胞数)との併用により、運動時に活性化された脳領域間(脳幹-海馬)のクロストークについて検討した。対象とした脳部位は、抗うつ・抗不安に関連する中脳背側縫線核(セロトニン神経系の主要な起始核)と生理学的ストレス反応系(HPA軸)の制御中枢である視床下部室傍核(CRF神経が多く分布)とした。また、海馬歯状回の神経新生について、幼若神経細胞のマーカーであるダブルコルチンを指標としダブルコルチン陽性細胞密度を免疫組織化学染色法により検出した。

(3) うつ及び不安行動の変容は、高架式十字迷路テスト及び強制水泳テストによりそれぞれ評価した。これらの方法により得られた結果をもとに、運動による抗うつ・抗不安作用と脳内神経活動及び海馬神経新生との対応関係、脳部位間の機能解剖学的連絡について解析し、運動による抗うつ・抗不安作用の神経機序の検討とともにその運動条件依存性から有効な運動条件の抽出を試みた。

(4) うつ病モデル動物作製過程における運動の予防効果について、脳神経系及び行動変容の観点から検討した。うつ病患者では慢性的な高グルココルチコイド血症がみとめられていることから、グルココルチコイド(コルチコステロン)の慢性的皮下投与(4週間)及び内因性グルココルチコイドの分泌を増加させる拘束ストレス(4週間、3時間/日)により、うつ病モデル動物の作成を試みた。これらのモデル動物に対し、回転ホイールによる自発運動またはトレッドミル運動の併用により、うつ病誘発に対する運動の予防効

果について検討した。神経系の応答及び行動変容については、上記3. - (2)(3)と同様の方法を用いて検討した。

#### 4. 研究成果

##### (1) 運動様式による抗うつ・抗不安効果

-自発運動と強制運動の比較-

###### 急性運動による神経活動

運動条件として60分間の回転ホイール走を用いた。ラットを自発走行群、強制走行群、非運動群(コントロール群)の3群に分け、運動時の神経活動を比較した。自発走行群には自由に回転ホイール内で走行させ、強制走行群には自発走行群の走行距離とほぼ同等になるように走行停止時に軽微な触刺激を与え強制的に運動を継続させた。コントロール群には、ロックされた回転ホイール内に60分間滞在させた。結果として、走行距離は、自発走行群と強制走行群でほぼ同程度であった。運動時の神経活動は、背側縫線核セロトニン神経については、自発走行群が他の2群に比べ有意に高く、コントロール群と強制走行群に有意差は認められなかった。視床下部室傍核CRF神経活動については、強制走行群で他の2群に比べて有意に高く、コントロール群と自発走行群に有意差は認められなかった。これらの結果は、同一運動量であっても、運動様式によって脳内神経活動は異なり、自発運動が抗うつ・抗不安に対して効果的であることを示唆する。

慢性的自発運動が急性運動による神経活動の感受性に及ぼす影響

ラットを回転ホイール付飼育ケージで4週間飼育し、その前後で運動様式(自発運動と強制運動)の異なる急性運動に対する神経活動応答について検討した(感受性の変化)。急性運動の条件は(1)-①と同じとした。4週間の慢性的自発運動後の急性運動時の神経活動は(1)-①と同様、セロトニン神経は自発運動群で有意に高く、CRF神経に関しては強制運動群で有意に高かったが、慢性的自発運動前に比べて自発・強制走行群ともセロトニン神経の活動は増強され、一方、強制運動群のCRF神経活動は低下した。これらの結果から、慢性的自発運動は、いずれの様式の急性運動においてもセロトニン神経活動の感受性を高め、一方で強制運動によるCRF神経活動の増加を抑制するものと考えられる。

##### (2) 運動強度による抗うつ・抗不安効果

-低強度運動と高強度運動の比較-

###### 急性運動による神経活動及び行動変容

運動条件として30分間のトレッドミル走を用いた。ラットを低強度走行群(15m/min)、高強度走行群(25m/min)、非運動群(コントロール群)の3群に分け、運動時の神経活動及び運動後の不安様行動(高架式十字迷路テスト)、うつ様行動(強制水泳テスト:学習性無力感)について比較した。運動強度として選択した走行速度は、先行研究により低強

度運動は乳酸性作業閾値以下、高強度運動は乳酸性作業閾値以上に相当することが報告されている(ラットの乳酸性作業閾値はおよそ20m/min)。結果として、運動時の神経活動は、背側縫線核セロトニン神経の活動については、低強度走行群が他の2群に比べ有意に高く、コントロール群と高強度走行群に有意差は認められなかった。視床下部室傍核CRF神経活動については、運動強度依存的な増加を示し、高強度走行群において他の2群と比べて有意に高く、コントロール群と低強度走行群に有意差は認められなかった。不安様行動を評価する高架式十字迷路テストにおいて、低強度走行群のオープンアーム滞在時間が他の2群に比べて有意に長く、クローズドアームにおける滞在時間は他の2群に比べて有意に短かった。またうつ様行動を評価する強制水泳テストにおいては、低強度走行群の不動時間が短縮する傾向にあったが、統計的には低強度走行群と高強度走行群の間に有意差が認められるにとどまった。これらの結果は、運動強度によって脳内神経活動及びうつ・不安に対する影響は異なり、急性運動においては低強度運動が抗うつ・抗不安に対して効果的であることを示唆する。

急性運動における脳幹-海馬の相互関連

これまでの臨床的研究から、ストレス性精神疾患の神経病態として、脳幹 視床下部 海馬が相互に関連していることが示唆されている。本実験では、運動の抗うつ・抗不安効果の神経機序について明らかにするため、脳幹(セロトニン神経)と海馬の相互関連に着目し、トレッドミル走による急性運動時に活性化する脳神経回路の機能的マッピングの探索を試みた。ターゲットとした脳部位は、背側縫線核(セロトニン神経の起始核)から海馬へ投射する神経とし、同時に背側縫線核セロトニン神経、視床下部室傍核CRF神経のそれぞれの神経活動について解析し、運動強度依存性について検討した。また運動によるうつ様行動の変化を評価するために強制水泳テストを行った。結果として、高強度運動(乳酸性作業閾値以上)はCRF神経の強い活動をひきおこし、うつ様行動を増加させる傾向にあった。一方の低強度運動(乳酸性作業閾値以下)は、CRF神経の活動を過剰に高めることなくセロトニン神経活動を賦活させ、うつ様行動をわずかに減少させる傾向にあった。さらに、FluoroGold陽性細胞(海馬歯状回に注入した逆行性トレーサー)が背側縫線核で確認でき、そのうちのc-Fos陽性細胞数は低強度運動で多い傾向がみられた。これらの結果は、低強度運動はセロトニン神経の活動を高め、また、背側縫線核から海馬へ投射している神経の活動も高めることを示している。一方、高強度運動ではセロトニン神経の活動および背側縫線核から海馬へ投射している神経の活動は低強度運動ほど高まらなかった。これらのことから、高強度運動はうつ様行動を増加させる傾向にあり、この

増加は強いストレス反応と関連していると考えられる。一方、低強度運動では、セロトニン神経活動の増加および背側縫線核から海馬へ投射する神経の活動亢進が引き起こされていると考えられる。したがって低強度運動は、うつ病の予防や治療に貢献する可能性があり、その脳内メカニズムの一つとして背側縫線核から海馬へ神経投射している神経の活動が関連している可能性が示唆される。以上のことから、運動による効果的な抗うつ・抗不安効果は低ストレスの運動（低強度運動）によってもたらされ、そのメカニズムとしてセロトニン神経の賦活化と海馬への神経性入力への関与が示唆される。

慢性的運動が急性運動による神経活動の感受性、海馬神経新生及びうつ様行動に及ぼす影響

ラットにトレッドミルによる運動トレーニングを4週間（5日/週、60分/日）行わせ、その前後で急性運動（(2)-①と同一）における神経活動の感受性について検討した。さらに、運動トレーニング後の海馬歯状回における神経新生及びうつ様行動の変化について評価した。運動トレーニングで用いた強度は、急性運動と同じ強度（(2)-①と同一）、すなわち、低強度または高強度の急性運動の繰り返し条件及び運動を行っていない条件（非トレーニング群）となるように設定した。結果として、急性運動時の背側縫線核（セロトニン神経が多く分布）の神経活動は、トレーニング前においては、(2)-①と同様、低強度走行群が他の2群に比べて有意に高かったが、トレーニング後（繰り返し運動後）では低強度走行群のみならず高強度走行群でもコントロール群に比べて高まることが示された。一方、急性運動時の視床下部室傍核（CRF神経が多く分布しHPA軸を調節）の神経活動は、トレーニングの前後ともに運動強度依存的に増加したが、トレーニング後（繰り返し運動後）における急性運動時の神経活動は、トレーニング前に比べていずれの運動強度によるトレーニングにおいても抑制されることが示された。これらの結果は、低強度運動の繰り返しは、急性運動に対するセロトニン神経活動の感受性にはあまり影響しないがCRF神経の活動を抑制し、一方、高強度運動の繰り返しは、急性運動に対するセロトニン神経活動の感受性を高め、さらにCRF神経の活動を抑制することを示唆している。海馬神経新生については、いずれの強度の運動トレーニング（繰り返し運動）によっても、増加する傾向がみとめられ、同時に、うつ様行動は減少する傾向にあった。これらのことから、本研究で用いたいずれの強度のトレーニングによっても、うつ様行動の減少傾向がみとめられ、その背景には、急性運動時の背側縫線核の神経活動の増加および視床下部室傍核の神経活動増加の抑制、さらに海馬神経新生の増加が関連することが示唆される。補足：本研究は、運動条件として、従来の研

究で多く用いられてきた自発運動（回転ホイール運動）ではなく強制運動であるトレッドミルトレーニングが海馬神経新生の増加を引き起こすことを明らかにしており、このことは特筆すべき結果である。

### (3) うつ病モデル動物に対する運動の予防・改善効果の検討

慢性的グルココルチコイド投与によるうつ誘発に対する自発運動の予防効果

慢性的ストレス（環境的・精神的）はうつ病や不安神経症の危険因子である。本実験では、慢性的なストレス刺激によるうつ病誘発に対する自発運動の予防効果について、脳内神経活動の定性的・定量的解析と行動変容の定量的検討を合わせて検討した。うつ病モデル動物を作製するために、慢性的グルココルチコイド皮下投与を用い、動物を薬理的に慢性的な高グルココルチコイド血症状態にした。ターゲットとした脳部位は、背側縫線核とした。抗うつ効果については、強制水泳テスト、スクロース嗜好性テストにより評価した。結果として、慢性的グルココルチコイド投与によりうつ様行動は増加したが、自発運動の併用によりその反応は抑制された。また慢性的グルココルチコイド投与により背側縫線核の神経活動は低下していたが、自発運動の併用によりその活動はコントロールレベルに維持された。これらのことから、自発運動はうつ病発症の予防に有効である可能性が示唆される。

慢性的拘束ストレスによるうつ誘発に対するトレッドミルトレーニングの予防効果

上記(2)の結果から、低強度運動でも抗うつ効果が得られる可能性が示唆された。そこで、本実験では低強度の運動トレーニングが、慢性ストレス状態におけるうつ様行動、急性運動時の神経活動（背側縫線核、視床下部室傍核）および海馬神経新生に及ぼす影響について検討した。結果として、慢性ストレス負荷（拘束ストレス）によるうつ様行動の増加は認められなかったが、低強度の運動トレーニングは、ストレスの有無に関わらずうつ様行動の減少、低強度の急性運動時における背側縫線核の神経活動増加の維持、視床下部室傍核の神経活動増加の抑制、さらに、海馬神経新生の増加を引き起こすことが示された。これらのことから、慢性ストレス状態における低強度の運動トレーニングは、うつ様行動の減少および抗うつ作用に関連する神経系の変化を引き起こすことが示唆され、うつ病の予防には低強度の運動トレーニングでも有効である可能性が考えられる。

### (4) まとめ

本研究の結果から、運動による抗うつ・抗不安作用の神経機序として、セロトニン神経系の活性化、HPA軸（CRF神経）活性の正常化、海馬神経新生の増加が考えられ、これらの脳神経系は適切な運動条件を設定するこ

とで、より効果的に変化し、抗うつ・抗不安作用をもたらすことが示唆された。特に、一過性の運動では低ストレス運動（自発運動、低強度運動）が有効であり、また、慢性運動の場合は低強度（乳酸性作業閾値以下）の運動であっても効果が期待されることが示された。

#### 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 10 件)

Otsuka T, Nishii A, Amemiya S, Kubota N, Nishijima T, Kita I (2016) Effects of acute treadmill running at different intensities on activities of serotonin and corticotropin-releasing factor neurons, and anxiety- and depressive-like behaviors in rats. *Behavioural Brain Research*, 298: 44-51. 査読有

doi:10.1016/j.bbr.2015.10.055

Amemiya S, Kubota N, Umeyama N, Nishijima T, Kita I (2016) Noradrenergic signaling in the medial prefrontal cortex and amygdala differentially regulates vicarious trial-and error in a spatial decision-making task. *Behavioural Brain Research*, 297: 104-111. 査読有

doi:10.1016/j.bbr.2015.09.002  
Nishijima T, Kita I. (2015) Deleterious effects of physical inactivity on the hippocampus: New insight into the increasing prevalence of stress-related depression. *Journal of Physical Fitness and Sports Medicine (JPFMS)*, 4, 253-258. 査読なし (招待論文)

http://doi.org/10.7600/jpfs.4.253

Nishijima T, Kawakami M, Kita I. (2015) A bout of treadmill exercise increases matrix metalloproteinase-9 activity in the rat hippocampus. *Neuroscience Letters*, 594: 144-149. 査読有

doi:10.1016/j.neulet.2015.03.063

西島 壮 (2015) 肝由来インスリン様成長因子 - 1 の脳内作用: 特集「臓器円環と運動効果」、*体育の科学*, 65: 621-626. 査読なし (招待総説)

Kubota N, Amemiya S, Yanagita S, Nishijima T, Kita I. (2014) Emotional stress evoked by classical fear conditioning induces yawning behavior in rats. *Neuroscience Letters*, 566: 182-187. 査読有

doi:10.1016/j.neulet.2014.02.064

Amemiya S, Noji T, Kubota N, Nishijima T, Kita I. (2014)

Noradrenergic modulation of vicarious trial-and error behavior during a spatial decision-making task in rats. *Neuroscience*, 265: 291-301. 査読有

doi:10.1016/j.neuroscience.2014.01.031

Kita I (2014) Physical exercise can induce brain plasticity and regulate mental function. *Advances in Exercise and Sports Physiology*, 20: 1-7. 査読なし (招待論文)

http://ci.nii.ac.jp/naid/110009798233  
北 一郎 (2014) 脳幹とメンタルヘルス: 特集「脳の10年: 運動・スポーツの神経科学最前線」、*体育の科学*, 64: 307-311. 査読なし (招待総説)

Nishijima T, Kawakami M, Kita I. (2013) Long-term exercise is a potent trigger for delta FosB induction in the hippocampus along the dorso-ventral axis. *PLoS One* 8 (11): eB1245. 査読有

doi:10.1371/journal.pone.0081245

〔学会発表〕(計 22 件)

Nishijima T, Kamidouzono Y, Ishiizumi A, Kita I. Negative rebound in hippocampal neurogenesis following exercise cessation. 8<sup>th</sup> Federation of the Asian and Oceanian Physiological Society Congress, Bangkok (Thailand), November 22-25, 2015.

上堂蘭好夏、北 一郎、西島 壮、抗酸化物質摂取は運動による海馬神経新生を抑制する、第70回日本体力医学会大会、和歌山県民文化会館（和歌山県・和歌山市）、2015年9月18-20日

西島 壮、上堂蘭好夏、石泉篤史、北 一郎、継続的運動の中断による海馬神経新生の負のリバウンド: その機序と予防、第70回日本体力医学会大会、和歌山県民文化会館（和歌山県・和歌山市）、2015年9月18-20日

森川涼子、白壁麗奈、西井愛裕、相川めぐみ、西島 壮、北 一郎、運動時間・強度の違いがうつ・不安様行動と脳内神経活動の及ぼす影響、第70回日本体力医学会大会、和歌山県民文化会館（和歌山県・和歌山市）、2015年9月18-20日

上堂蘭好夏、北 一郎、西島 壮、運動時の抗酸化物質摂取が海馬神経新生に及ぼす影響、第8回脳・神経・内分泌系から運動の意義を考える会、ホテルアバローム紀の国（和歌山県・和歌山市）、2015年9月18-20日

西島 壮、石泉篤史、上堂蘭好夏、北 一郎、習慣的運動の中断による海馬神経新生の負のリバウンドとその予防、第66回日本体育学会大会、国土館大学（東京都・世田谷区）、2015年8月25-27日

北 一郎、西井愛裕、霜田麻奈、西島 壮、トレッドミル走が背側縫線核ニューロン

の感受性、海馬神経新生、及びうつ様行動に及ぼす影響、第 38 回日本神経科学大会、神戸国際会議場（兵庫県・神戸市）2015 年 7 月 28-31 日

西島 壮、上堂蘭好夏、石泉篤史、北 一郎、自発走運動中断による海馬神経新生の負のリバウンドは終日活動量の減少が関与する、第 23 回日本運動生理学会大会、日本体育大学（東京都・世田谷区）2015 年 7 月 25-26 日

西島 壮、身体活動量の増減に対する海馬神経機能の適応的变化、シンポジウム「能動的経験受容が脳の形態・機能に与える影響：動物からヒトまで」、第 92 回日本生理学会大会、神戸国際会議場（兵庫県・神戸市）2015 年 3 月 21-23 日

西井愛裕、田村 愛、北 一郎、自発運動が摂食行動に及ぼす影響 - ストレスとの比較 -、第 22 回日本運動生理学会大会、川崎医療福祉大学（岡山県・倉敷市）2014 年 7 月 19-20 日

西井愛裕、霜田麻奈、相川めぐみ、西島 壮、北 一郎、運動トレーニングの強度の違いが急性運動時の背側縫線核および視床下部室傍核の神経活動に及ぼす影響、第 37 回日本神経科学大会、パシフィコ横浜（神奈川県・横浜市）2014 年 9 月 11-13 日

西島 壮、身体不活動・栄養と脳機能、シンポジウム「若手研究者からみたスポーツ健康科学の展望」、第 24 回体力・栄養・免疫学会大会、同志社大学（京都府・京都市）2014 年 8 月 30-31 日

北 一郎、運動によるストレス緩和作用と抗うつ効果、シンポジウム「運動とメンタルヘルス - 先端脳科学から探る運動とこころの関係 -」、第 69 回日本体力医学学会大会、長崎大学（長崎県・長崎市）2014 年 9 月 19-21 日

上堂蘭好夏、北 一郎、西島 壮、自発走運動の中断による不活動化はストレス脆弱性を高めるか、第 69 回日本体力医学学会大会、長崎大学（長崎県・長崎市）2014 年 9 月 19-21 日

北 一郎、運動による抗うつ抗不安効果、第 7 回脳・神経・内分泌系から運動の意義を考える会、長崎大学（長崎県・長崎市）2014 年 9 月 19-21 日

西島 壮、上堂蘭好夏、北 一郎、身体不活動の健康影響を神経科学の視点から再考する、第 7 回脳・神経・内分泌系から運動の意義を考える会、長崎大学（長崎県・長崎市）2014 年 9 月 19-21 日

Nishijima T, Hosokawa M, Amemiya S, Kita I. Intensity-dependent effects of background noise on motor learning and performance in mice. Annual Meeting of International Behavioral Neuroscience Society, Malahide (Ireland), June 25-30, 2013.

田村 愛、西井愛裕、北 一郎、自発運動が摂食量及び不安行動に与える影響、第 21 回日本運動生理学会大会、東京国際大学（埼玉県・川崎市）2013 年 7 月 27-28 日

西井愛裕、田村 愛、北 一郎、運動強度の違いがうつ様行動と脳内神経活動に及ぼす影響、第 21 回日本運動生理学会大会、東京国際大学（埼玉県・川崎市）2013 年 7 月 27-28 日

西島 壮、征矢英昭、Torres-Aleman I、神経 - 血管 - 栄養因子連関を促す運動効果、シンポジウム「脳は筋肉と同様に変わるのか?」、第 68 回日本体力医学学会大会、日本教育会館・学術総合センター（東京都千代田区）2013 年 9 月 21-23 日

②① 西島 壮、市川里沙、北 一郎、自発運動中断による不活動化がマウス海馬における炎症性サイトカイン発現に及ぼす影響、第 68 回日本体力医学学会大会、日本教育会館・学術総合センター（東京都千代田区）2013 年 9 月 21-23 日

②② 川上将史、北 一郎、西島 壮、一過性トレッドミル走運動に対するラット海馬における MMP-9 活性応答の解明、第 68 回日本体力医学学会大会、日本教育会館・学術総合センター（東京都千代田区）2013 年 9 月 21-23 日

〔図書〕(計 1 件)

北 一郎(分担執筆)、真興交易医書出版部、宮村実晴編「ニュー運動生理学」、Section 1-4 視床下部、2014、375 (pp.57-64)

〔その他〕

ホームページ等

<http://www.comp.tmu.ac.jp/sport/personal/kita/kita.html>

<http://www.tmu-hps.jp>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

北 一郎 (KITA ICHIRO)

首都大学東京・人間健康科学研究科・教授  
研究者番号：10186223

### (2) 研究分担者

西島 壮 (NISHIJIMA TAKESHI)

首都大学東京・人間健康科学研究科・助教  
研究者番号：10431678

### (3) 連携研究者

( )

研究者番号：