

研究成果

報道発表資料の配付日時 2026年7月9日(木) 15時00分

関節を動かす運動で、運動後の脳活動がより活発に

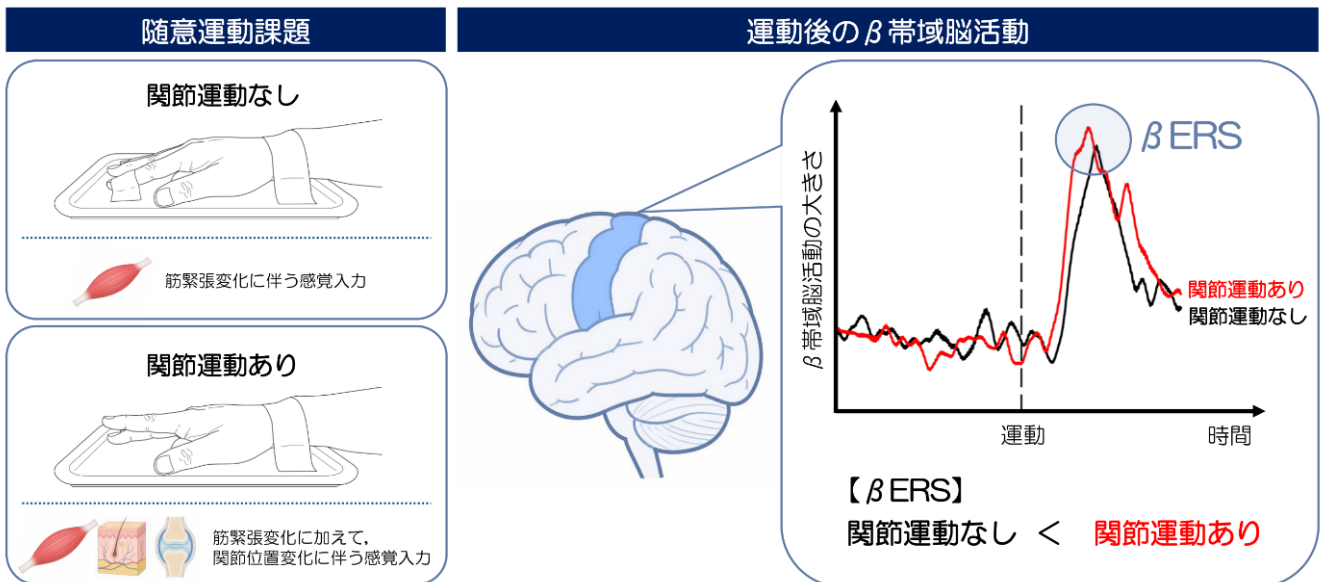
～脳波・脳磁図を用いて、関節運動を伴う随意運動後に

β帯域事象関連同期が増大することを解明～

<研究の概要>

札幌医科大学大学院保健医療学研究科の小菅凜大学院生、同大学保健医療学部理学療法学科の菅原和広教授らの研究グループは、筋収縮後に生じる脳活動(β帯域事象関連同期, β ERS)が、関節運動を伴わない場合よりも、関節運動を伴う場合に大きくなることを明らかにしました。本成果は2026年6月18日付で国際学術誌「NeuroImage」(Impact factor: 5.3 (2025), SJR 2025: Q1)に掲載されました。

ヒトの脳活動には様々なリズムがあります。なかでも、β帯域(13~30 Hz)の脳活動は運動の後に増大することが知られています。この現象はβ帯域事象関連同期(β ERS)と呼ばれ、運動に伴う感覚情報の処理に関与するとされています。しかし、運動様式の違いがβ ERSに及ぼす影響は十分に明らかにされていませんでした。研究グループは示指伸筋を収縮させる課題を、関節運動を伴わない条件と関節運動を伴う条件で実施し、その際の脳波と脳磁図を記録しました。その結果、関節運動を伴う条件では、関節運動を伴わない条件よりも運動後のβ ERSが増大しました。この成果は、関節位置変化に伴う感覚入力、運動後のβ ERSに影響する可能性を示す基礎的知見となります。



✓ 関節運動に伴う感覚入力が、運動後のβ ERSを増大させる可能性が示された

## <研究のポイント>

- 脳波と脳磁図を用いて、運動後に生じる $\beta$ ERSを調査しました。
- 示指伸筋の収縮課題を設定し、関節運動を伴う条件と関節運動を伴わない条件で、 $\beta$ ERSの大きさを比較しました。
- $\beta$ ERSは、関節運動を伴う条件でより大きい値を示しました。
- 本研究により、筋緊張変化に伴う感覚入力に加えて、関節位置変化に伴う感覚入力も、運動後の $\beta$ ERSに関連する可能性が示されました。

## <研究の背景>

$\beta$ ERSは運動後に生じる $\beta$ 帯域脳活動の増大であり、運動に伴う感覚情報の処理と関連すると考えられています。これまでの研究では、脳卒中患者において、 $\beta$ ERSが運動機能の回復と関連することが報告されており、 $\beta$ ERSは運動機能回復の評価指標として注目されています。

一方で、脳卒中患者では麻痺の程度によって、筋収縮は可能であっても十分な関節運動を伴わない場合や、関節運動を伴う運動が可能な場合があります。このような関節運動の有無によって、運動に伴い生じる感覚入力は異なる可能性があります。特に、関節運動を伴う場合には、筋緊張変化に関連する感覚入力に加えて、関節位置変化に関連する感覚入力が生じると考えられます。

しかし、このような随意運動の運動様式の違い、特に関節運動の有無が、運動後の $\beta$ ERSにどのような影響を及ぼすかは十分に明らかにされていません。本研究では、健常成人を対象に、関節運動の有無が $\beta$ ERSに及ぼす影響を調査しました。

## <研究方法>

健常成人を対象に、関節運動を伴う条件と伴わない条件で右示指伸筋の収縮課題を実施し、その際の脳波と脳磁図を記録しました。脳波、脳磁図ともに、左の感覚運動領野上のチャンネルを対象に、 $\beta$ ERSを解析しました。主な検討項目として、①関節運動の有無によって $\beta$ ERSの大きさが異なるか、②脳波と脳磁図の間で $\beta$ ERSの大きさが異なるか、の2点を検討しました。

## <研究結果>

- ① 関節運動を伴う条件において、 $\beta$ ERSはより大きい値を示しました。
- ②  $\beta$ ERSは、脳波よりも脳磁図で大きい値を示しました。

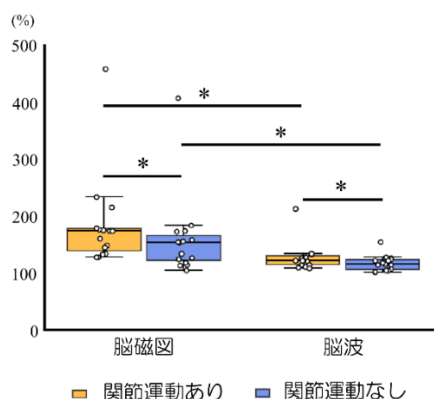


図 1. 脳磁図および脳波で記録した各条件における $\beta$ ERS振幅値。アスタリスクは $p < 0.005$ を示す。

## <今後への期待>

本研究では、 $\beta$ ERS が随意運動に伴う感覚入力によって変調する可能性が示されました。 $\beta$ ERS は、脳卒中患者の運動機能回復と関連することが報告されています。本研究結果は、関節運動を行うことが困難な患者を含む、脳卒中患者を対象とした今後の研究において、 $\beta$ ERS を解釈するための基礎的知見を提供します。今後は、本研究結果の臨床的意義を検討するために、脳卒中患者を対象とした縦断的な研究が期待されます。

## <論文情報>

公開雑誌：NeuroImage

論文名： Beta event-related synchronization after muscle contraction is modulated by voluntary movement patterns: An EEG and MEG study

DOI： <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2026.122065>

著者： Rin Kosuge<sup>a</sup>, Hidekazu Saito<sup>b</sup>, Yuya Matsuda<sup>a</sup>, Mayu Akaiwa<sup>cd</sup>, Ryo Kurokawa<sup>e</sup>, Yasushi Sugawara<sup>e</sup>, Eriko Shibata<sup>f</sup>, Takeshi Sasaki<sup>d</sup>, Jun Shinozaki<sup>g</sup>, Yuki Ueda<sup>h</sup>, Kazuhiro Sugawara<sup>d\*</sup> (\*は責任著者)

- a. Graduate School of Health Sciences, Sapporo Medical University, Sapporo, Hokkaido, Japan
- b. Department of Occupational Therapy, School of Health Sciences, Sapporo Medical University, Sapporo, Hokkaido, Japan
- c. Department of Physical Therapy, Human Health Sciences, Graduate School of Medicine, Kyoto University, Kyoto, Japan
- d. Department of Physical Therapy, School of Health Sciences, Sapporo Medical University, Sapporo, Hokkaido, Japan
- e. Department of Rehabilitation, Sapporo Hakuyokai Hospital, Sapporo, Hokkaido, Japan
- f. Major of Physical Therapy, Department of Rehabilitation, Faculty of Healthcare and Science, Hokkaido Bunkyo University, Eniwa, Hokkaido, Japan
- g. Division of Systems Neuroscience, Department of Physiology, School of Medicine, Sapporo Medical University, Sapporo, Hokkaido, Japan
- h. Department of Pediatrics, Hokkaido University Hospital, Sapporo, Hokkaido, Japan

## <本件に関するお問い合わせ先>

札幌医科大学 保健医療学部・教授・菅原和広  
TEL：+81-11-611-2111 (内線 28730)  
E-メール：kaz.sugawara@sapmed.ac.jp