

令和3年1月11日

東北大学大学院情報科学研究科  
科学技術振興機構(JST)**自分の身体ではなく、自分の行為への気づきが、  
運動能力を向上させる**

～運動主体感の人工的操作がリハビリテーション成功の鍵～

**【発表のポイント】**

- 見ている身体を自分の身体であると気づくとき、人間は以下の二つを経験し、これら二つの経験が運動能力の向上に関わっていると仮定されていました。
  1. 見ている身体を自分の身体の一部だと感じる(身体所有感)<sup>注1</sup>。
  2. 自分が身体を動かしていると感じる(運動主体感)<sup>注2</sup>。
- 自己身体の気づきにおける、これら二つの経験のうち運動主体感だけが、運動能力の向上に関わっていることが本研究で判明しました(図1)。
- 本成果は、運動機能障害のリハビリテーションや身体能力開発において、運動主体感の人工的操作が有効である可能性を示唆しています。

**【概要】**

運動能力の改善を目的とした「自己身体の気づき」(自分の身体感覚)の人工的操作に関する研究が世界中で活発に行われています。これまで「身体所有感」と「運動主体感」の両方が運動能力の向上に関わっているとされてきましたが、自分の手などの動いている身体部位を見ると「身体所有感」と「運動主体感」を同時に感じてしまうことから、二つの気づきを実験的に分離することは極めて難しく、両方の気づきが運動能力に影響を与えることを実証した研究はありませんでした。

東北大学大学院情報科学研究科の松宮一道教授は、バーチャルリアリティ技術を用いて、見ている手に対して「身体所有感」はあるが「運動主体感」がない状態やその逆の状態を人工的に創り出す手法を開発し、「運動主体感」だけが運動能力の向上に関わることを世界で初めて明らかにしました。本発見は、運動主体感の人工的操作が運動能力の改善に有効であることを示しています。この成果は、運動機能障害のリハビリテーションや身体能力開発などにおいて、身体感覚の操作手法における新たな道を開くことが期待されます。

## 【詳細な説明】

社会の高齢化に伴い、加齢による運動機能障害や脳卒中による運動麻痺を有する患者の急増は、現代社会が抱える課題となっています。特に従来のリハビリテーションでは、治療的介入により運動機能が向上しても、その向上効果が持続しないことが多く、これが運動機能障害を有する高齢者の社会復帰を阻む要因となっています。運動機能障害を克服する有効な手段を講じることは、高齢者の生活品質(QOL: Quality Of Life)を向上させるために緊急に対応すべき重要課題です。

本研究では、情報科学の観点から人間の身体認知のメカニズムを解明して、運動機能障害や心理的発達障害などの治療に役立てることを目標としています。運動機能障害を有する患者は、心の中で感じている自分の手や足に異常が生じており、この「心の中の身体」の回復が運動機能障害を克服する鍵を握っています。現在のリハビリテーションでは、この「心の中の身体」の回復を考慮しないため、リハビリテーションの効果が治療的介入では持続しないと考えられています。たとえ障害を患った身体部位が治療的介入で動くようになっても、「心の中の身体」が回復しないと、しばらくすると再びその身体部位は動かなくなります。また、近年では、リハビリテーションの効果を向上させるために、身体所有感の人工的操作技術の適用が注目されていますが、身体所有感が本当に運動能力の向上に関与するかは不明でした。

本研究では、被験者自身の手は見えないようにし、その代わりにコンピュータグラフィックスにより作成された手(CG ハンド)を提示しました。CG ハンドを自分の手と感じる「身体所有感」と、自分がCG ハンドを動かしていると感じる「運動主体感」を、CG ハンドに対して独立に制御できる実験環境を構築し(図 2)、CG ハンドに対して、(i)「身体所有感」はあるが「運動主体感」がない条件、(ii)「運動主体感」はあるが「身体所有感」がない条件を創出しました。具体的には、条件(i)では、動いているCG ハンドを観察すると、CG ハンドを自分の手だと感じますが、そのCG ハンドを自分は動かしていないと感じます。一方、条件(ii)では、CG ハンドを自分の手だと感じないが、そのCG ハンドを自分が動かしていると感じます。もし身体所有感が運動能力に影響を与えるならば、条件(i)で運動能力への効果が現れるはずですが、運動主体感が運動能力に影響を与えているならば、条件(ii)で運動能力への効果が現れるはずですが、本研究では、これら二つの条件において、身体所有感と運動主体感が運動能力の指標である目と手の協調運動にどのような影響を与えるかを調べたところ、条件(ii)においてのみ運動能力が向上しました。これらの結果より、身体所有感ではなく、運動主体感が運動能力の改善に寄与することが明らかになりました。

本成果は、自己身体の気づきである「身体所有感」と「運動主体感」のうち、「運動主体感」だけが運動能力の改善に寄与することを初めて明らかにするもので、運動機能回復のためのリハビリテーションに重要な役割を果たしている身体認知のメカニズムを理解する上で重要な発見となりました。

この発見により、運動機能障害を有する患者の麻痺した身体の運動能力や、事故などにより身体の一部を失った患者が装着する義手や義足などの運動制御を改善するための効果的な方法として、運動主体感の人工的操作が有効であることを示しており、運動機能回復のリハビリテーションに新たな道を開くことが期待できます。リハビリテーションの現場では、患者の麻痺した身体の動きを回復するために、患者自身が患者の麻痺肢に意識を集中しながら、その麻痺肢を動かそうと努力することで徐々に動くようになります。これまで、この麻痺肢に向ける身体意識とは何なのかが謎のままでしたが、本研究により、その身体意識の正体は、運動主体感であることが分かりました。したがって、麻痺肢の物理的な動きに伴って、その麻痺肢に対して運動主体感を強く感じるようにできれば、より早く麻痺肢の運動機能を回復できることが期待されます。

本研究は、2021年1月11日英国時間午前10時に Scientific Reports (電子版) に公開されます。なお、本成果は、科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事業 さきがけ、日立製作所 産学連携研究によって得られました。

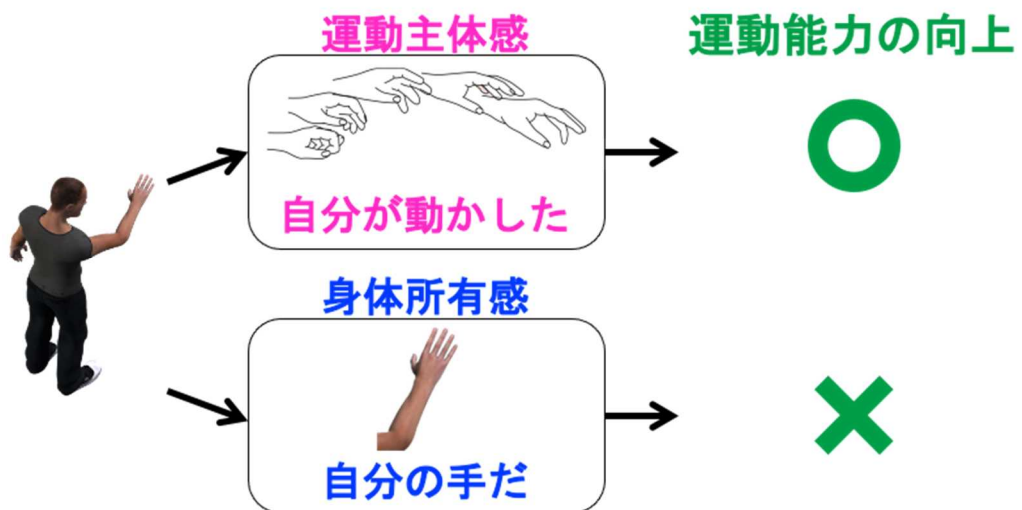


図 1. 二つの「自己身体の気づき」と本研究成果.

手などの身体部位を自分の身体の一部であると認識したり(身体所有感)、その身体部位を動かしているのは自分であると認識したり(運動主体感)することができる。通常、これらの二つの感覚は同時に感じられ、心の中でうまく区別できないため、どちらの感覚が運動能力に影響を与えるのかは不明だった。本研究は運動主体感だけが運動能力の向上に関わることを発見した。

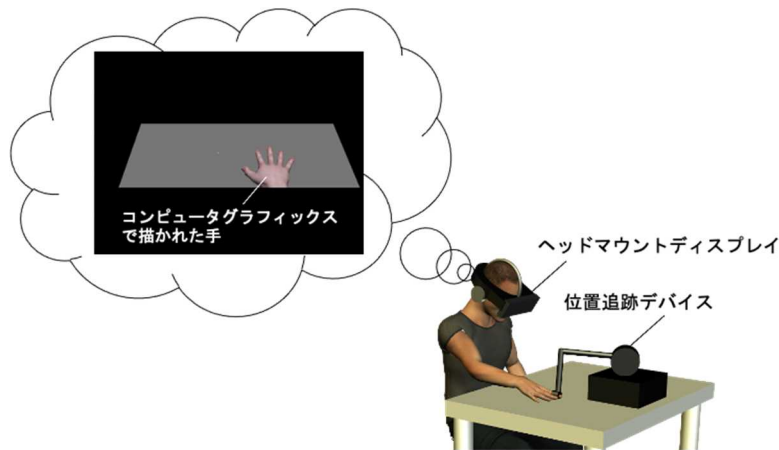


図2. 実験の様子.

被験者はヘッドマウントディスプレイを装着し、コンピュータグラフィックス(CG)で描かれた手を見た。この手が被験者の手と一緒に動いた。このようなバーチャルリアリティ技術を用いて、CGの手に対して運動主体感と身体所有感を独立に制御した。

#### 【用語説明】

##### 注 1: 身体所有感

手などの自分の身体部位を見たときに、その身体部位が自分の身体の一部に属していると感じる経験。身体所有感は、身体部位が動いていても静止していても生じる。脳の頭頂葉などを損傷した患者の中には、自分の手を他人の手と感じる症例報告がある。

##### 注 2: 運動主体感

手や口などの動いている身体部位に対して、その身体部位を制御しているのは自分であると感じる経験。運動主体感は、身体所有感と違い、能動的に身体を動かしたときのみ生じる。運動麻痺を有する患者の中には、自身の麻痺を認めない病態失認を伴う患者が存在する。そのような患者は、麻痺肢を自分の意思で動かさないにも関わらず、麻痺肢に対して運動主体感の錯覚を経験するという症例報告がある。

【論文題目】

題目: Awareness of voluntary action, rather than body ownership, improves  
motor control

著者: Kazumichi Matsumiya

雑誌: Scientific Reports

<https://doi.org/10.1038/s41598-020-79910-x>

【お問い合わせ先】

<研究に関すること>

東北大学 大学院情報科学研究科

教授 松宮一道

Tel: 022-795-4564

E-mail: matsumiya[at]tohoku.ac.jp

<JST の事業に関すること>

科学技術振興機構 戦略研究推進部 ICT グループ

舘澤博子

Tel: 03-3512-3526 Fax: 03-3222-2066

E-mail: presto[at]jst.go.jp

<報道担当>

東北大学 大学院情報科学研究科 広報室

〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 6-3-09

Tel: 022-795-4529 Fax: 022-795-5815

E-mail: koho[at]is.tohoku.ac.jp

科学技術振興機構 広報課

〒102-8666 東京都千代田区四番町 5 番地 3

Tel: 03-5214-8404 Fax: 03-5214-8432

E-mail: jstkoho[at]jst.go.jp