



【照会先】

国立障害者リハビリテーションセンター  
研究所 運動機能系障害研究部  
神経筋機能障害研究室  
彦坂 幹斗 (ヒコサカ ミキト)  
Tel: 04-2995-3100 (内線2520)  
Fax: 04-2995-3132  
E-mail: hikosaka-mikito-02@rehab.go.jp

報道関係者各位

国立障害者リハビリテーションセンター

## 車いすラグビー選手の車いす駆動動作の原理を科学的に解明 — 障害の程度にかかわらずトレーニングで能力向上の可能性 —

国立障害者リハビリテーションセンター研究所 運動機能系障害研究部の彦坂幹斗 流動研究員、  
稲谷名鷹 流動研究員、河島則天 室長らの研究グループは、車いすラグビー選手の競技用車いす操  
作スキルの特徴を分析し、その仕組みを初めて体系的に明らかにしました。

車いすラグビーは、下肢だけでなく上肢にも障害を持つ選手が参加するため、他の車いす競技と  
比べて重度の障害を持つ選手が多く参加する特徴があります。近年では、2024年のパリパラリンピ  
ックで日本代表が金メダルを獲得したり、テレビドラマの題材になったりするなど注目が高まって  
いますが、障害の程度や競技経験の違いによって動きがどのように変わるのかは、これまで十分に  
分かっていませんでした。

本研究では、トップレベルの選手だけでなく、競技を始めて間もないビギナー選手も含めて分析  
を行い、競技全体を俯瞰的に捉えた点に大きな特徴があります。まず、選手が車いすを漕ぐ際の腕  
の動きと筋肉の働きを詳しく測定・解析した結果、車いすの駆動動作は障害の程度や競技経験の違  
いに関係なく、次の4つの段階で構成されることが分かりました。①準備期（駆動動作へ移行する  
ための準備局面）、②キャッチ／プル（ホイールをつかみ引く）、③プッシュ（ホイールを押し  
て前進する）、④リカバリー（次の動きに向けて腕を戻す）。さらに、障害の程度によってこの4  
つの動きの“使い方”が異なることが明らかになりました。重度障害の選手（ローポインター）は  
肩周りの筋肉を使って安定性を高める一方、比較的軽度の選手（ハイポインター）は肘や手首も  
含めた協調的な動きによって効率よく推進していることが分かりました。また、データを詳しく  
比較した結果、障害の程度が同じであっても、経験やトレーニングによってパフォーマンスが  
大きく向上することが明確に示されました。これは、車いすラグビーにおいて、競技力は「  
障害の程度」だけでなく、「トレーニングによって伸ばせる要素」を多く含んでいることを意味  
します。

本研究の成果は、重度の障害を持つ方であっても、適切なトレーニングによって車いすの操作ス

キルを獲得・向上できる可能性を示唆するものです。すなわち、運動機能や競技力は障害の程度のみによって決まるものではなく、個々の特性に応じた工夫や継続的な訓練によって高めることができることを示しています。

これは、障害のある方やその支援者にとって、「できることを広げることができる」という前向きなメッセージとなる重要な知見です。

また、本研究の知見は①初心者からトップ選手まで一貫して活用できる科学的根拠に基づくトレーニング指針の構築や、②より公平なクラス分けシステムの検討に資するとともに、運動を通じた障害者の社会参加の促進に寄与することが期待されます。

この研究成果は2026年6月に、生体力学の分野で最も代表的な雑誌「Journal of Biomechanics」に掲載されます。現在はオンラインにて先行公開中。

## 【研究成果の概要】

車いすは主に左右両側の上肢でホイールを「押す」動作によって推進しますが、これまでの研究では、障害の程度や競技経験の違いに応じた駆動動作の原理は十分に明らかになっていませんでした。同じ頸髄損傷者でも損傷レベルが異なれば、車いすを漕ぐために動員できる筋肉や関節は全く異なります。本研究では、多様な障害の程度や競技経験を持つ車いすラグビー選手を対象として、競技用車いすを漕いでいる時の筋活動と関節運動を計測し、障害の程度の違いによって生じる動作パターンの特徴を調査しました。データ分析は、上肢の筋活動（7筋）と関節運動（肩関節と肘関節の屈曲・伸展角速度）の計9個の時系列データを運動・筋シナジー<sup>1</sup>に分解することで、駆動動作に関連する動作位相と各成分への機能的役割（貢献度）を抽出しました。その結果、得られた運動・筋シナジーは、図1Cに示す通り、車いす駆動を合理的に説明するシンプルな4つの動作位相に分類することができました。従って、車いすラグビーの駆動動作はこの4つの動作位相（準備期、キャッチ/プル、プッシュ、リカバリー）で構成されていると考えられます。このような車いすラグビー特有の動作位相がある一方で、各動作位相に関与する筋活動と関節運動の貢献度をローポインターとハイポインターで比較すると、重度障害を有するローポインターは準備期で近位筋（僧帽筋、三角筋後部）を動員させる一方で、軽度障害を有するハイポインターは準備期で近位筋（上腕二頭筋）と遠位筋（橈側手根伸筋）を協調的に動員させることが分かりました。これらの結果は、準備期において、ローポインターの動作は駆動源となるプル動作に先行する肩関節周囲筋の安定化、ハイポインターの動作はキャッチ動作に先行する肘関節と手関節の関節固定に関与していると考えられます。すなわち、選手間には共通する4つの動作位相がある一方で、ローポインターの選手とハイポインターの選手では、各動作パターンの機能的な役割が異なっていることが明らかとなりました。

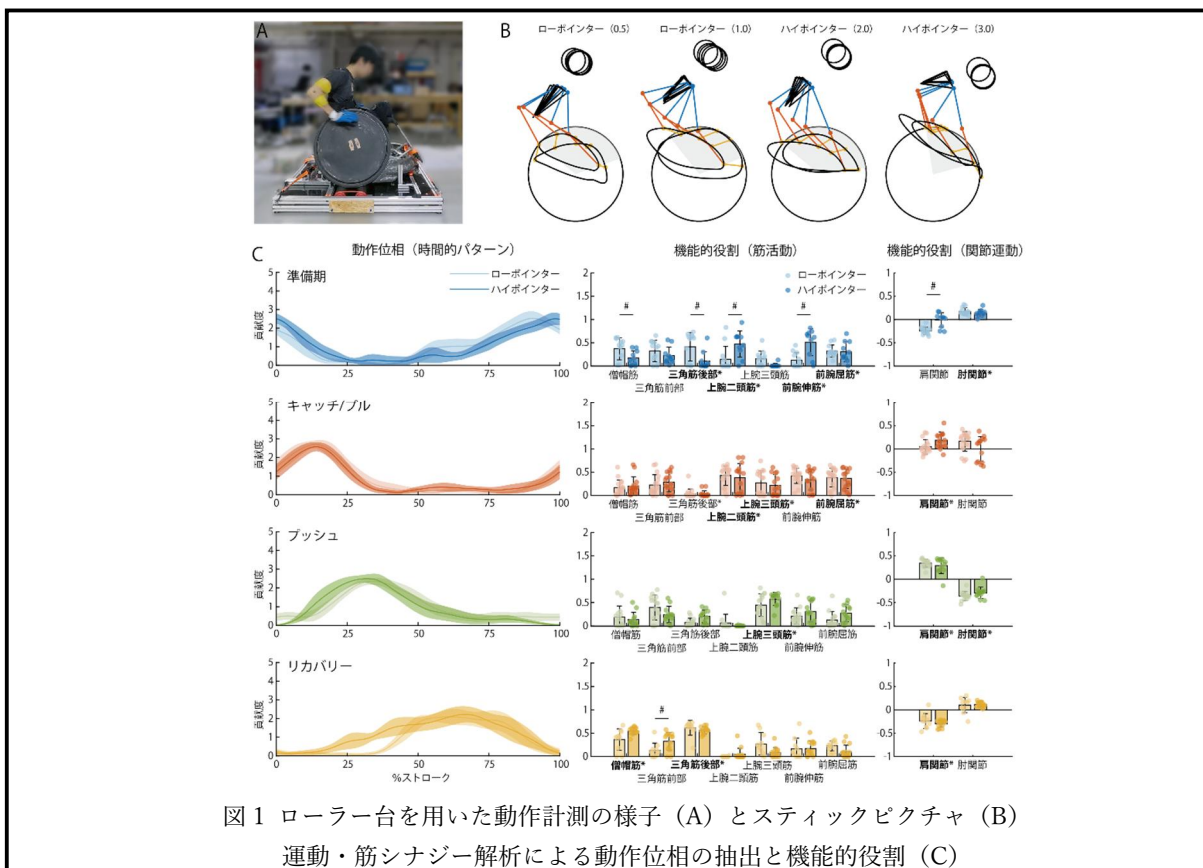
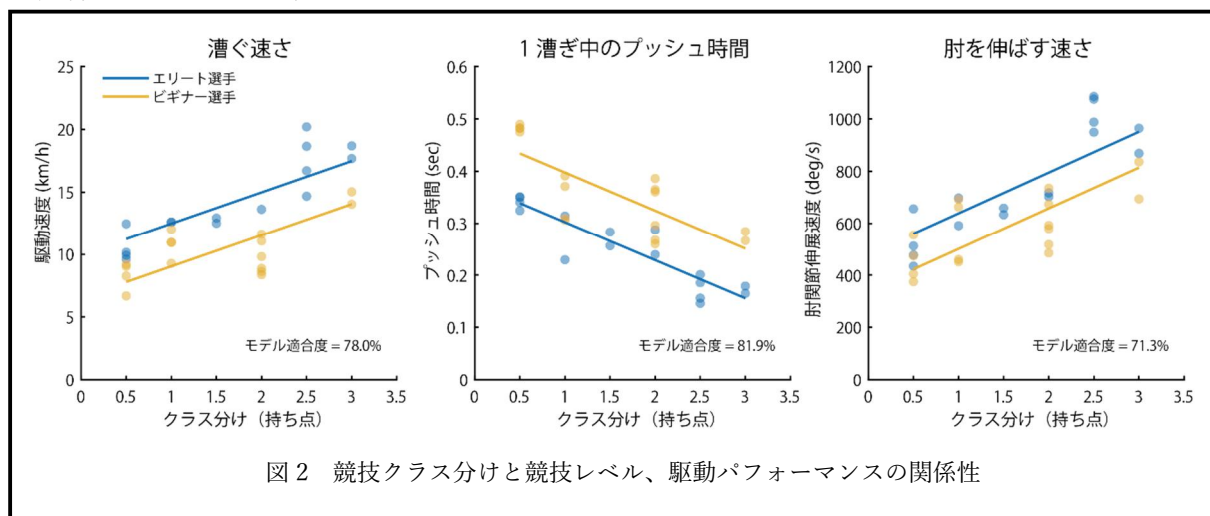


図1 ローラー台を用いた動作計測の様子 (A) とスティックピクチャ (B) 運動・筋シナジー解析による動作位相の抽出と機能的役割 (C)

次に、駆動動作とクラス分けの関係性により深く迫るため、駆動パフォーマンス変数とクラス分けの関係性を検討しました。図2の横軸はクラス分け（持ち点）、縦軸は駆動パフォーマンス変数であり、持ち点が高くなるほどパフォーマンスも向上する線形関係を表しています。例えば、障害の程度が軽く持ち点が高い選手ほど「肘を伸ばす速さ」は高くなります。重要なのは、図中の青色のデータがエリート選手、黄色のデータがビギナー選手を表すように、競技経験による差分（オフセット）を考慮した方が、前述の線形関係をより正確に説明でき、多様な障害の程度や競技経験が混在する車いすラグビー選手の特徴をうまく反映していることです。すなわち、駆動パフォーマンスは障害の程度と関連する一方で、経験やトレーニングによって向上し得る要素も含んでいるということが2本の直線モデルから明らかとなりました。そのため、障害が重く持ち点が高い選手でも、トレーニングによって「肘を伸ばす速さ」を高めることができれば、より高いパフォーマンスの発揮につながる可能性があります。



### 【研究成果の実践的応用】

本研究は、車いすラグビーにおけるパフォーマンスが、障害の程度だけでなく、トレーニングや経験によっても変化することを体系的に示しました。この知見は、選手一人ひとりの障害特性に応じた効果的なトレーニング方法の開発にとどまらず、障害福祉やリハビリテーションの分野においても重要な示唆を与えるものです。例えば、個々の身体機能に応じた動作の工夫や支援方法の検討、日常生活動作訓練や運動プログラムの設計に活用できる可能性があります。

特に、重度の障害を持つ選手においても、適切なトレーニングによって競技力を高められる可能性を示した点は、競技参加の促進だけでなく、地域生活や社会参加の拡大といった観点からも重要な意義を持ちます。

さらに本研究は、トップ選手だけでなくビギナー選手も含めた分析に基づいていることから、競技経験の有無を問わず幅広い対象に応用可能であり、障害のある方の運動参加の裾野を広げる基盤的な研究成果として、今後の発展が期待されます。

### 【論文情報】

Hikosaka, M., Hakariya, N., & Kawashima, N. (2026). Synergistic patterns during steady-state wheelchair propulsion in male wheelchair rugby players with cervical spinal cord injury: influence of

functional classification and competitive level. Journal of Biomechanics, 202.  
<https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2026.113300>

**【謝辞】**

本研究は、日本学術振興会科学研究費補助事業の助成を受けて実施されたものです。

---

<sup>1</sup> 運動・筋シナジー：複数の関節運動や筋が協調的に活動するパターン。複雑な動作を少数の特徴的な動きとして整理できるため、障害や競技特性を考慮した動作原理を理解することに役立つ。