課題番号	２３若０１

若手研究者助成金　実績報告書

令和６年４月２６日

氏　　名：　　佐藤　佑介

所属・資格：　　商学部・准教授

実施研究所：

1　研究課題

和文表記（40 字以内） ひねりをともなう宙返り中の眼球と頭部の協応運動
英文表記 Eye-head coordination in twisting somersaults

2　研究期間

令和５年度

※令和　年度　～　令和　年度（※特例措置により上記期間を変更している場合記入すること）

3　研究目的

本研究は，ひねりをともなう宙返り中の眼球運動と頭部運動を計測し，両者の協応関係の実体を明らかにすることを目的とした。両者の関係を解明することは，スポーツにおける新たなトレーニング法の構築につながる。以下，本研究の具体的な目的である。

1.　ひねりをともなう宙返り中に眼球と頭部はどのように協応するか。

2.　その協応により，この運動中にどのような視線行動が展開されるか。

運動中には人は自身の眼球と頭部を協応させることにより，外界の情報を収集している。その協応を通して達成されるのが固視である。空中で展開される複雑な運動中であっても例外ではない。後方かかえ込み宙返りといった巧みな技能が必要となる運動中には，頭部が絶えず回転している最中に，眼球は眼窩内で頭部とは反対方向へと回転することにより固視が行われている。それも偶発的に発生するのではなく，踏切時と着地前の局面にて外界を固視するというストラテジーが用いられていることがわかった。

それでは，より高度な技能が要求される運動においても，運動固有のストラテジーはあるのであろうか。本研究では，ひねりをともなう宙返り中の眼球運動と頭部運動を計測し，両者の協応運動の実体を明らかにする。

課題番号	２３若０１

４　研究概要

本研究では，空中で展開されるダイナミックな運動時の眼球と頭部の協応運動を検討する。それにより，この運動中の視線行動を明らかにできる。これを達成するために，アイトラッキングシステムにより測定される眼球運動から空中での視線行動を検出するとともに，モーションキャプチャーシステムにより空中での頭部運動を分析する。

この研究手法は，報告者が実装した EOG 法と頭部運動を測定する動作分析法を組み合わせたものを基盤としている。より簡便に，高精度なデータを取得するために，親和性の高いウェアラブルアイトラッカーとモーションキャプチャーシステムを利用する。

得られたデータは，空中で展開される視覚系活動の解明に資するばかりでなく，安全な着地技術の習得や競技力向上を目指したトレーニング法の構築に寄与する。着地動作が障害発生の危険性の高い動作であることは想像に難くない。しかしながら，それを防ぐエビデンスベースのトレーニングはいまだ見当たらない。このようなトレーニングを開発することは，スポーツ中の事故を減少させることに役立つ。アスリートが空中において実現している運動制御の実体解明と傷害リスクの低減という学界とスポーツ現場への貢献が果たされる。

そのために，本研究では体操競技において「前方かかえ込み宙返ひねり」を課題の１つとし，その複雑な運動中における視線行動を特定する。これに関わるデータを蓄積することにより，アスリートが空中で用いている視覚情報取得のためのストラテジーを浮き彫りにする。いくつかのストラテジーが生じ，それにパフォーマンスとの関連性が示されれば，彼らの空中における自身の位置や姿勢を把握する能力の解明にもつながるだろう。

男子大学体操選手を実験参加者とし，そのための実験が実施された（図１参照）。課題は「前方かかえ込み宙返り」や「前方かかえ込み宙返りひねり」等であった。それらの課題は，トランポリンを利用して実施された。着地位置には安全性を確保するためにソフトマットが設置された。課題実施時に，参加者はウェアラブルアイトラッカーを装着した（Tobii Pro Glasses3, Tobii Technology 社製）。動作を計測するためにカメラが設置された。これらの計測システムにより，参加者の頭部にとっての相対的な眼球の位置と空間内での頭部の位置を取得する。両者の位置を加算することにより空間内での視線の方向を検出するに至る。



図１　実際の実験環境で実施された前方かかえ込み宙返りひねり

５　研究結果

実験により，前方かかえ込みひねり中の眼球運動と動作が計測された。得られたデータは，専用のソフトウェアを通じて解析を進めている。それらのデータから運動中の眼球運動と頭部運動が定量化された。それらから視線の方向が検出された。各身体部位を結んで作成されたスティックピクチャーと可視化された視線が表示されているのが図２から図４である。図中の黄色い矢印が視線である。図２と図３は，同じ参加者の異なる運動のものである。図２は前方かかえ込み宙返りひねりであり，図３はひねり動作が加わっていない前方かかえ込み宙返りである。図４は，異なる選手の前方かかえ込み宙返りひねりである。図中の数字にて運動を時系列に整列させている。

これらの図からも見て取れるように，本研究により空中で展開される複雑な運動中の「視線の可視化」に成功した。ひねりをともなう宙返り中における可視化された視線は，学会においてもトレーニングの現場でも未発表のデータである。

同じ選手であったとしても，垂直軸上での 180 deg の回転が加わるだけで視線の方向が異なることがわかる。例えば，それぞれの運動における④は，おおよそ矢状軸上で 180 deg の回転が完了しているが，前方かかえ込み宙返りでは視線は選手にとって前方に向けられているのに対し，前方かかえ込み宙返りひねりにおいては地面へと向けられている。この固視は，眼球と頭部の補償的な協応により達成される。したがって，固視が確認されている最中には，眼球は

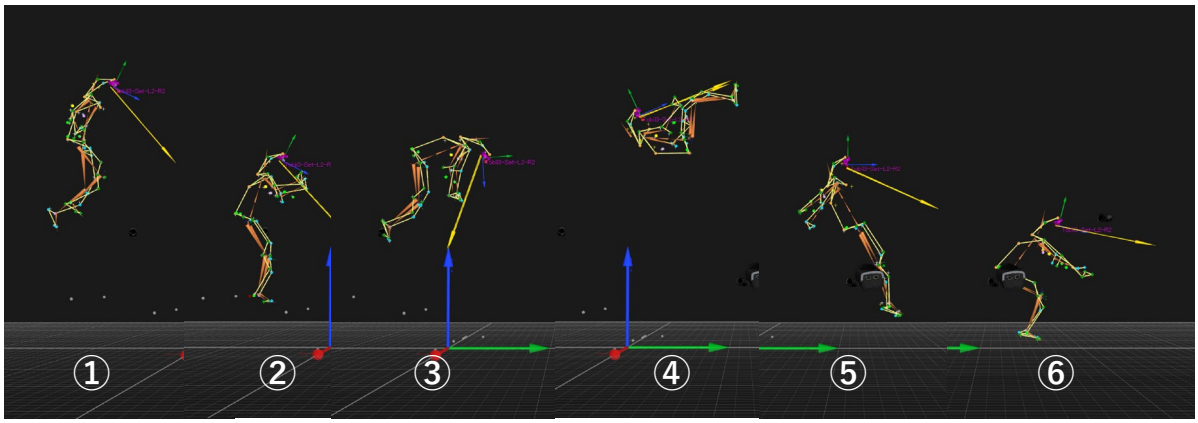


図２　前方かかえ込み宙返りのスティックピクチャーと視線

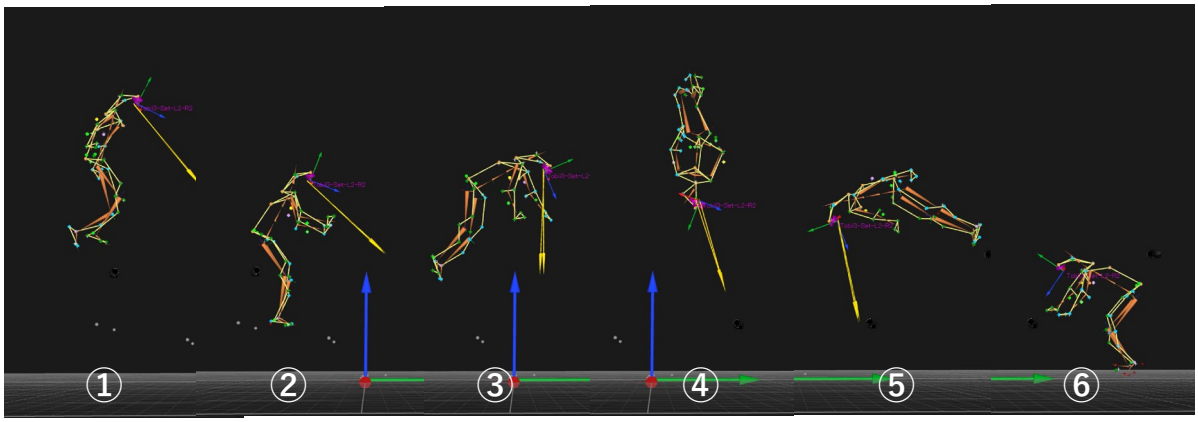


図３　前方かかえ込み宙返りひねりのスティックピクチャーと視線

〔５　研究結果（つづき）〕

頭部に対して反対方向へと回転していることになる。

体操競技においては，着地動作を正確に遂行するために地面へ視線を向けて外界を視認することが推奨されている。空中において地面と自身の位置の関係を把握することが着地を制御することに役立つと考えられているからである。この選手は前方かかえ込み宙返りひねりのほとんどの局面でそれらに関わる視覚情報を収集していることがうかがえる。つまり，外界を視認するという観点において合目的的なストラテジーが用いられているといえる。

その一方で，前方かかえ込み宙返りでは，地面に関わる視覚情報を収集する方法が前方かかえ込み宙返りひねりとはまったく異なる。この視線の方向からは，選手は視野の周辺部分で地面に対する情報を取得せざるを得ない。

興味深いのは，これらの課題のうち，体操競技において技の難しさを示す難度が低いのは前方かかえ込み宙返りであることである。その理由は，この研究課題のテーマである，「ひねり」が加わっていないからである。他方，選手からすると前方かかえ込み宙返りの方が着地を静止しにくい。その要因として，地面を直接的に視認することができないことが報告されてきたが，本研究では，それに関わるエビデンスを得ることができたといえる。

さらに分析を進めると，前方かかえ込み宙返りひねりにおいても図３のようにすべての局面で地面へと視線を向けている選手とそうでない選手がいることがわかった。図４の選手では，例えば④の瞬間には視線は後方へと向けられている。つまり，前方かかえ込み宙返りひねりでは，少なくとも２種類の視覚ストラテジーが存在することが示唆された。

どちらのストラテジーもそれぞれの利点があると考えられる。常に地面へと視線を向けるストラテジーでは運動全体にわたり外界に関わる視覚情報に基づく動作の制御が可能となるだろう。他方，身体が矢状軸上で 180 deg 回転している状態で視線を地面へと向けるということは頭部が背屈した姿勢であると考えられる。頭部の背屈は回転効率の良い姿勢の形成にネガティブな影響をもつ。すなわち，このストラテジーの場合，回転速度は低下することになる。その点で利点を持つのがもう一方のストラテジーである。踏切時に地面に関わる視覚情報は消失するものの，頭部を前屈させ回転効率の良い姿勢を形成することができる。素早く回転することは，着地前での時空間的な余裕を生み，それは着地前での動作制御に寄与するだろう。さらに分析を進め，これらに関わる定量的なデータを検証する。

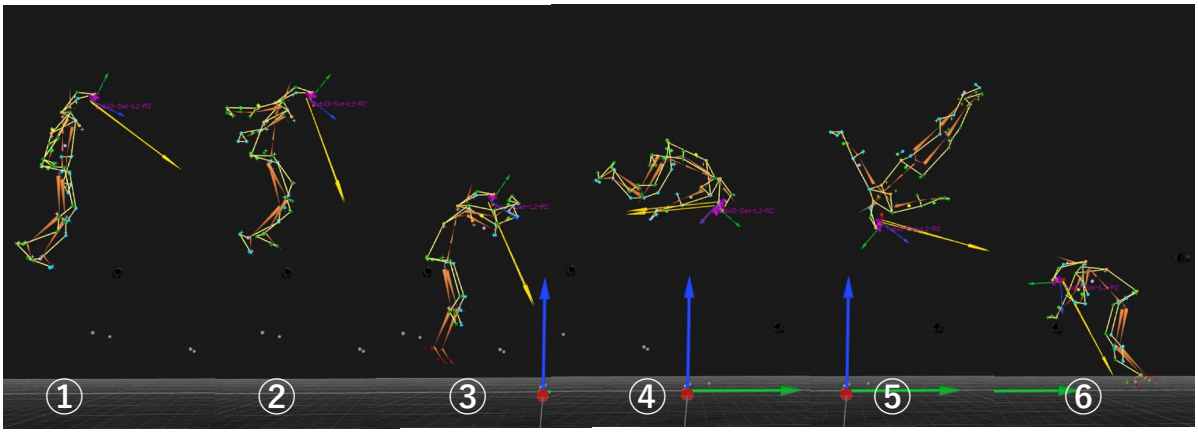


図４　図２，３とは異なる参加者における前方かかえ込み宙返りひねりのスティックピクチャーと視線

課題番号	２３若０１

6　将来獲得を目指す学内外の競争的資金の種類　（※研究計画書に記載したものを記入すること）

科学研究費助成事業　基盤研究（A）

7　本研究をもとに申請した外部研究資金及びその獲得状況

氏　　名	申請年度	研 究 種 目	研　究　課　題	採・否

8　学会発表等

要旨集の抜き刷り，発表原稿のコピー等及び発表したことがわかるものを添付してください。

発表者名	学会，発表会名等	発表テーマ	発表年月
佐藤佑介	日本心理学会第 88 回大会	前方かかえ込み宙返りの着地前には固視が生じるのか？	2024 年（申し込み済み）

9　著書・雑誌論文

著書，雑誌，抜き刷り等を添付してください。コピーの場合は掲載されたことが客観的にわかるものを添付してください。

著者・執筆者	著書名・雑誌名／論文名	巻・号	年月	出版社・発行所

１０　本研究課題に関するその他の発表（新聞，一般雑誌掲載等）

課題番号	２３若０１

１１　他の研究への発展

本研究課題は，採択された科研費（基盤研究(C)：前方かかえ込み宙返り中の視線行動と身体運動の協応関係）を基に採択の機会を得た。

科研費における研究課題の遂行にとって，研究計画書に記載した通りの肯定的な効果を得ている。具体的には，実験からデータ解析までの過程が簡便かつ迅速になっている点である。それればかりでなく，得られたデータの精度はより高くなっている。生まれた時間的な余裕が，研究成果の発信や他の研究プロジェクトの推進につながっている。

１２　その他の成果

研究活動以外の業務と同時に研究を遂行するエフォートの適正化に，本研究課題によって整備された研究環境が寄与している。従前のシステムではデータ解析に膨大な時間を要したため，研究自体の速度が低い水準であったばかりでなく，その他の自身の業務と並列する余力が生まれなかった。研究推進のパフォーマンスが高まったばかりでなく，他の業務のパフォーマンス向上にもつながった。

日本大学若手研究者助成金により，そのような成果を得ることができた。この場を借りて，本研究助成金を受給していることに心より御礼を申し上げる。

１３　本研究課題による発明届の提出及び知的財産権の出願・取得状況

名　　称	知的財産の種類	発　明　者 （考案者・創作者）	権　利　者	出願・登録番号	出願年月日	取得年月日

※ホームページ等での公開（☑可・☐否）いずれかをチェックしてください。
否の場合は，理由書を別途添付のこと。