

# 研究報告書

## NTC 整備構想に資する医科学サポートの具体的実践

ーパフォーマンス測定実習による地域連携シーズ提供事例の創出ー

2020-2021 年度札幌国際大学奨励研究

小林秀紹(スポーツ指導学科)(代表)

新井貢(スポーツ指導学科)

斗澤元希(スポーツビジネス学科)

濱田剛一(スポーツビジネス学科)

## 目次

研究の目的.....	1
方法.....	3
対象者 .....	3
実験方法.....	4
測定区間の定義 .....	5
測定項目及び測定方法 .....	6
ハック踏力 .....	6
デリバリーフォーム .....	7
ストーン速度 .....	8
統計処理.....	9
結果.....	10
ストーン速度 .....	10
ハック踏力.....	11
測定値基礎統計量・信頼性 .....	11
平均ハックピーク踏力.....	12
ハック踏力とストーン速度 .....	16
fastest, slowest のハック踏力 .....	20
デリバリーフォーム .....	22
右膝関節屈曲角度 .....	22
右股関節屈曲角度 .....	25
左股関節屈曲角度 .....	28
考察.....	31
ハック踏力 .....	31
デリバリーフォーム .....	31
右膝関節屈曲角度 .....	31
右股関節屈曲角度 .....	33
左股関節屈曲角度 .....	34

まとめ.....	37
----------	----

## 研究の目的

札幌国際大学スポーツ人間学部は本学地域連携事業のスポーツ関連事案において主体的な立場で参画している。一方、これまでの本学の地域連携事業はニーズに対して十分なシーズを提供しているとは言い難く、本質的な連携に至っていない。札幌市は2030年の冬季オリンピック誘致を宣言し、関連して「冬季版総合ナショナルトレーニングセンター構想」を掲げている。このような状況にあって、スポーツ人間学部を擁する本学が同構想に積極的に参画し、北海道のスポーツにおける重要拠点と認識されることは、大学の認知向上に大きな役割を果たすと考えられる。また、本学における地域連携事業の新たなシーズとして具体的な実績につながるものと考えられる。

本研究は上記の検討事項に資する具体的な実施内容として、本学スポーツ人間学部の学生を対象に、高度な科学的分析等の実施および使用方法に関する指導を行い、札幌市等関連NFに対する具体的なサポート事例創出のための学内整備を行うものである。

「冬季版総合ナショナルトレーニングセンター構想」の「競技レベルの向上」において、  
1) シーズンを通じた実践トレーニングやハイレベルな科学的トレーニングを効率的に実施することで、競技レベルの向上を図る。2) スポーツ科学・医学・情報などの様々な分野における先端的な研究を実施することで、高度な支援が可能となる、ことを重要な取り組みとして明記している。さらに、「必要とされる機能」において、冬季競技アスリートの活動拠点として、トレーニング設備や研究設備などの必要とされる機能を整備することで、競技レベルの向上を図る、とし、1) NTC 競技別強化拠点等の周辺施設との連携（データや情報の共有など）、2) 情報集約・分析設備、3) 体力・形態測定設備（筋力測定、骨密度測定など）を求めている。

本研究は上記ニーズに貢献する具体的な事案として、札幌冬季オリンピックの主要な競技であり、日本のトップクラスの成績を有する本学氷上部カーリング部門の選手によるパフォーマンス測定を行うものである。

柿山ら(2018)は、カーリング競技における試合に影響する要素として、アイスコンディションやストーン挙動に関する物理的要素、選手のパフォーマンスやスキルに関する人間的要素、ショット選択やゲームプランに関する戦術的要素が考えられていると報告した。

物理的要素および戦術的要素は関連誤差の程度が明確である一方、人間的要素であるショットの正確性に関与するパフォーマンスの計量化が重要と考えられる。ショットは、ストーンを投球するデリバリー、投球されたストーンの軌道と速さをブラシによる摩擦でコントロールするスイープ、投球されたストーンの軌道と速さをコントロールするためのライン・ウェイトコールの3つで構成される。3つの要素の中でもデリバリーは、ストーンを投げる方向や速さに大きく影響を与えており、ショット成功のための大きな比重を占めている。しかしながら、デリバリー時のハック踏力に着目した研究はほとんど認められず、これらのパフォーマンス測定は、競技力向上に不可欠となるであろう。そこで本研究は、各被験者のカーリングにおけるデリバリー時のハック踏力とデリバリーフォームを測定、分析し、選手の個人特性を明らかにすることを目的とした。

## 方法

### 対象者

本研究の対象者は、日本代表経験のある S 大学カーリング部門に所属する男子 3 名で、全員右利きであった。各被験者には実験に先立ち、実験の目的や内容を十分に説明し、書面による承諾を得てから実験を行った。被験者全員の身体的特徴と競技経験年数の基礎統計量を表 1 に、各被験者の身体的特徴と競技経験年数を表 2 に示す。

表 1 被験者の身体的特徴と競技経験年数

		Mean	SD
被験者 (n=3)	年齢(歳)	21.67	1.70
	身長(cm)	170.73	8.28
	体重(kg)	64.53	6.27
	競技年数(年)	12.67	1.89

表 2 各被験者の身体的特徴と競技経験年数

	年齢(歳)	身長(cm)	体重(Kg)	競技年数(年)
被験者1	21	173.5	67.1	10
被験者2	20	159.5	55.9	14
被験者3	24	179.2	70.6	14

## 実験方法

測定は北海道銀行カーリングスタジアムで行った。十分なウォーミングアップを行わせた後、ハックにフォースプレートを装着及び被験者にモーションセンサを装着させた状態で、測定で投球するドロウウェイト(以下, DW), ボードウェイト(以下, BW), ノーマルウェイト(以下, NW), トップウェイト(以下, TW)を各1投ずつ試投させた。測定時にはDW, BWの順で交互に計16投を投球させた後, NW, TWの順で交互に計16投を投球させた。

各ウェイトにおいて、ストーン速度が最も早かった試行を *fastest*, 最も遅かった試行を *slowest* とした。

## 測定区間の定義

デリバリー準備は、デリバリー予備動作前のハックに蹴り足をつき、しゃがみ込んだ時点とした。プルバック局面は、投球の予備動作であるストーン及び体を後方へ滑らせる動作を開始した時点を始点とし、始点からプッシュ局面の開始時点までとした。プッシュ局面は、進行方向に対し体を前方へ滑らせる動作を開始した時点を始点とし、ハックから足が離れた時点までとした。デリバリー終了は、ストーンがホグラインを超えた時点とした。



## 測定項目及び測定方法

### ハック踏力

ハック踏力の測定には、フォースプレート(テック技販社 M3D-EL-FP-U)を用いた。フォースプレートは、ハックの中心線とフォースプレートの中心線を合わせて設置し、養生テープで固定した。接着に伴う力を排除するため、フォースプレート固定後に専用ソフトウェアによるゼロ調整を行った。

今回はハック面に対する垂直方向の力を測定した。

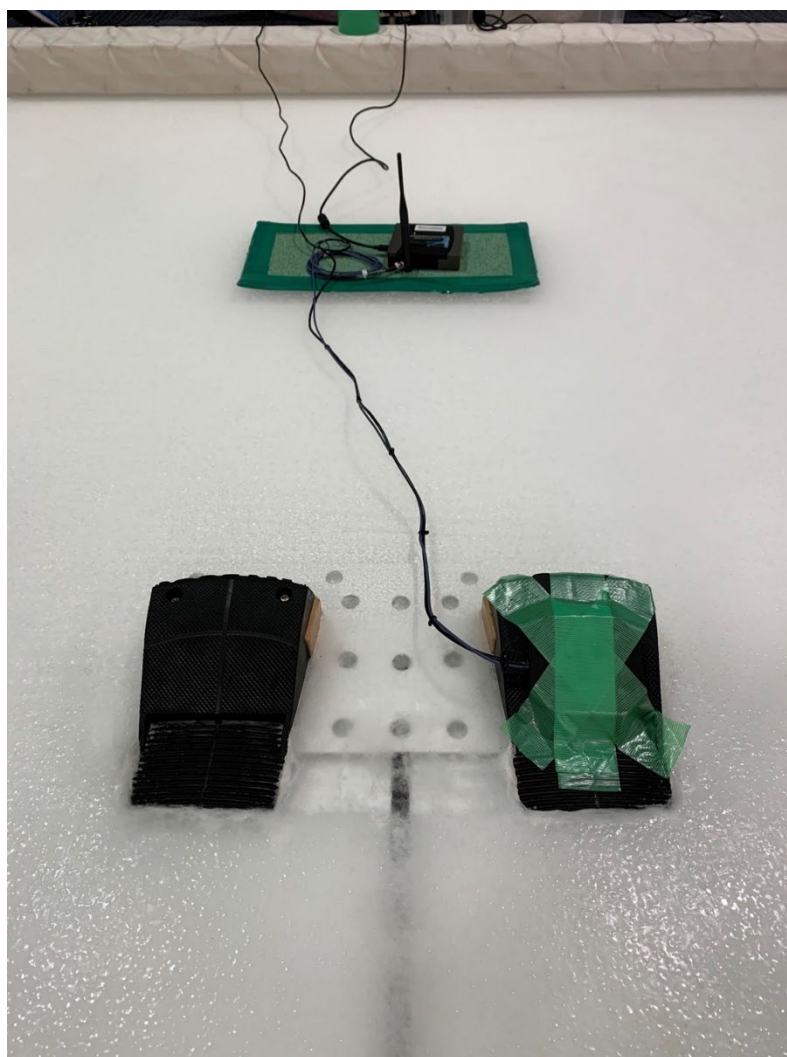


図 1 ハックへのフォースプレート設置

## デリバリーフォーム

デリバリーフォームの測定には、モーションセンサ(Noraxon 社 Myomotion)を用いた。専用ソフトウェア(MR3.10)によるデリバリーフォームの測定のために、仙椎上部、大腿外側部(左右)、下腿内側部(左右)、立方骨上部(左右)の7か所にモーションセンサを取り付けた。測定区間はプルバック局面からデリバリー終了までとした。デリバリー準備の直前に膝関節の屈曲-伸展動作によりフォースプレートを踏むことで、ハック踏力とデリバリーフォームの同期を取った。



図 2 Myomotion の取り付け

## ストーン速度

ストーン速度の測定には、光電管(Brower Timing Systems 社 TCi System)を用いた。光電管は、バックラインとホグラインにそれぞれ2個、計4個設置した。バックラインとホグラインの間(8.23m)を通過した時間によってストーン速度を決定した。

## 統計処理

### 動的時間伸縮法(Dynamic Time Warp 以下, DTW)

DTW とは, 時系列データ同士の距離・類似度を測る際に用いる手法である. 波形の距離を求める手法として, ユークリッド距離 (Euclidean Distance) やマンハッタン距離 (Manhattan distance) が知られているが, DTW は 2 つの時系列の各点の距離(誤差の絶対値)を総当たりで求め, 全て求めた上で 2 つの時系列が最短となるパスを見つける分析手法である.

同手法は, 時系列同士の長さや周期が違ってても類似度を求めることができる特徴を持っている.

本研究では, 各ウェイトにおいて平均ストーン速度に最も近かった試行のデリバリーフォームと, fastest, slowest 時のデリバリーフォームを DTW 解析の対象とした.

## 結果

### ストーン速度

図3は、被験者3名の各ウェイトにおける平均ストーン速度を示したものである。被験者内の4種類のウェイトにおけるストーン速度の誤差は、概ね0.1m/sの範囲、最大で0.25m/sで投球されていた。これはライン間通過時間にして、概ね0.2秒以内の範囲で、最大0.3秒の誤差で投げ分けされていることが確認された。被験者間のDW・BW・NWにおけるストーン速度の誤差は、0.15m/sの範囲内であり、被験者間の速度の違いは確認されなかった。しかし、TWの平均ストーン速度は、被験者1は3.66m/s、被験者2は3.25m/s、被験者3は3.24m/sであった。

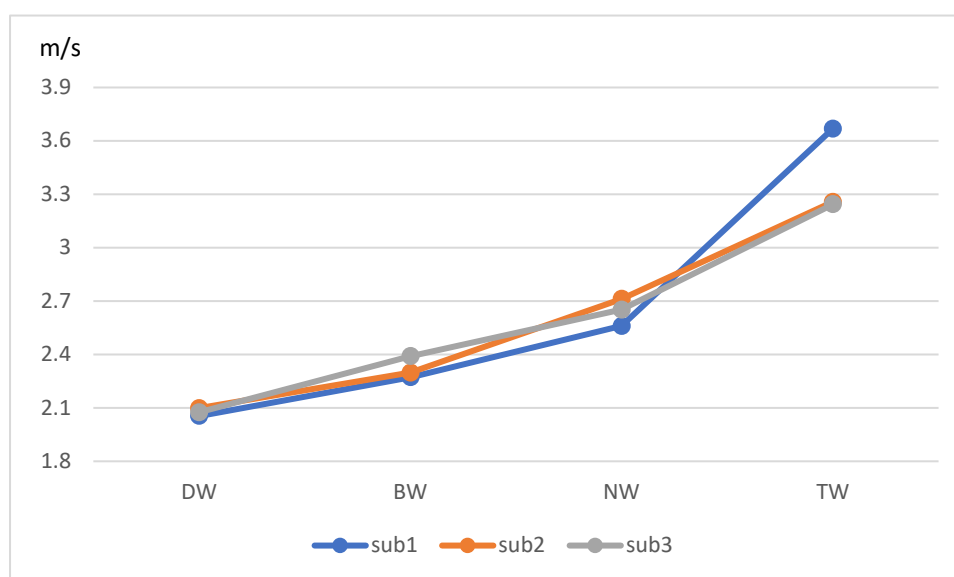


図3 被検者3名の平均ストーン速度

## ハック踏力

### 測定値基礎統計量・信頼性

表 3 は、被験者 3 名の各ウェイトにおけるハック踏力値の基礎統計量と ICC を示したものである。

表 3 各ウェイトにおけるハック踏力値の基礎統計量

測定項目	n	Mean	SD	Max	Min	ICC
DW	3	464.01	51.86	535.06	379.36	0.988
BW	3	497.83	69.20	652.27	411.74	0.991
NW	3	564.56	80.57	713.43	442.77	0.980
TW	3	740.32	118.65	881.61	571.70	0.996

全ての項目において、級内相関係数が 0.7 以上、もしくは 0.75 以上となったため、測定値として良好であると判断した。

## 平均ハックピーク踏力

図 4~6 は、被験者 3 名の各ウェイトにおける平均ハックピーク踏力を示したものである。被験者 3 名とも、TW 時に最大値を示した。

図 7~9 は、被験者の体重がハック踏力値に及ぼす影響を排除するため、被験者の体重 1 kgあたりの平均ハックピーク踏力を示したものである。

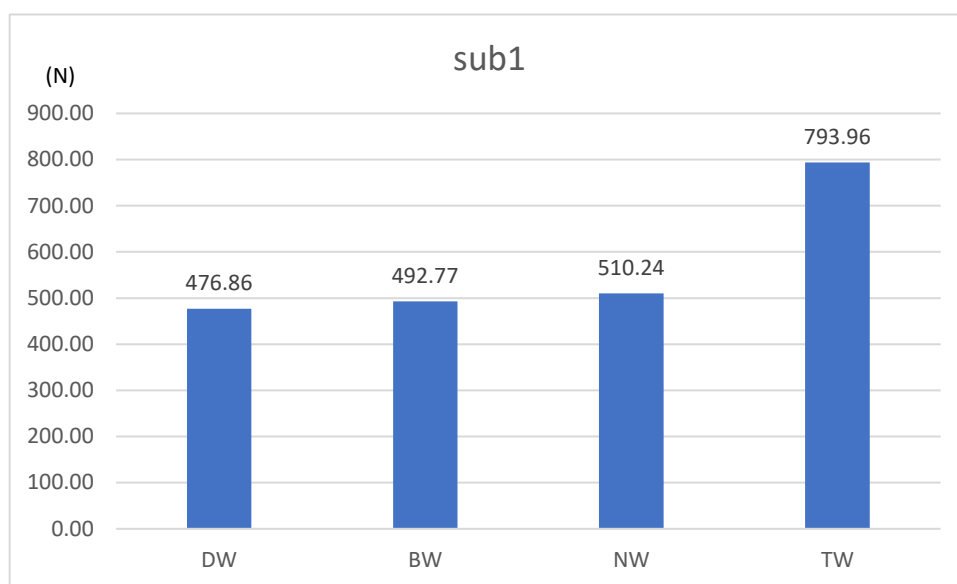


図 4 被験者 1 の平均ハックピーク踏力

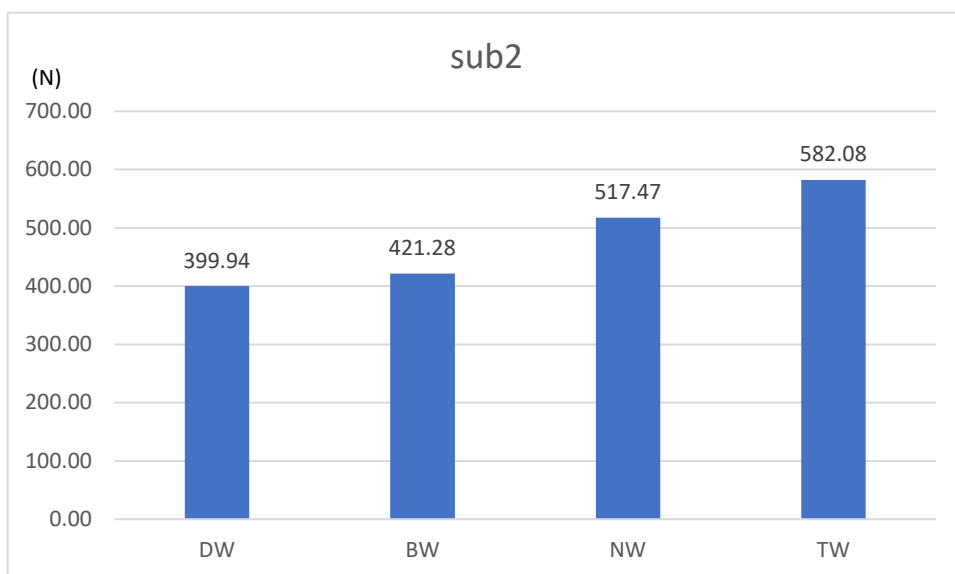


図 5 被験者 2 の平均ハックピーク踏力

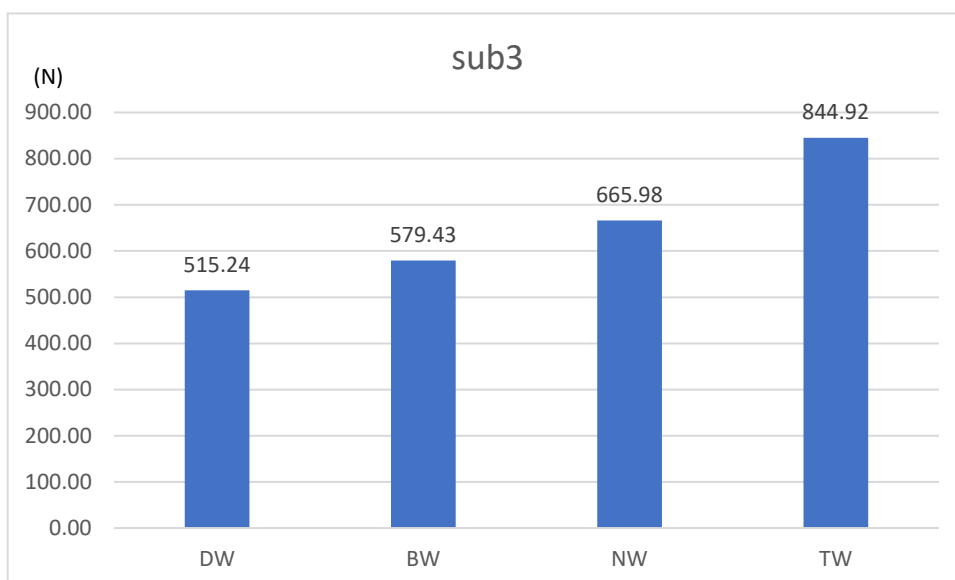


図 6 被験者 3 の平均ハックピーク踏力



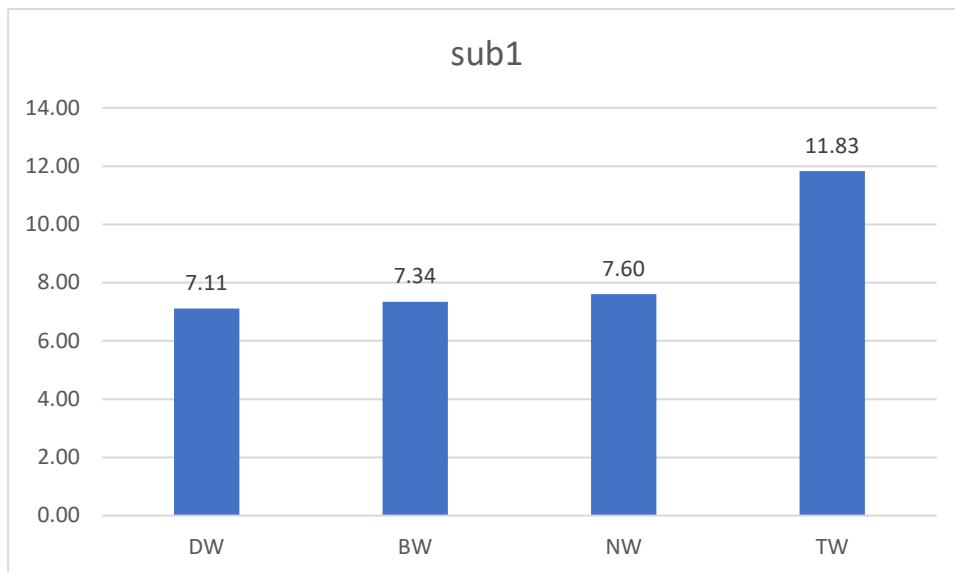


図 7 被験者 1 における体重 1 kgあたりの平均ハックピーク踏力

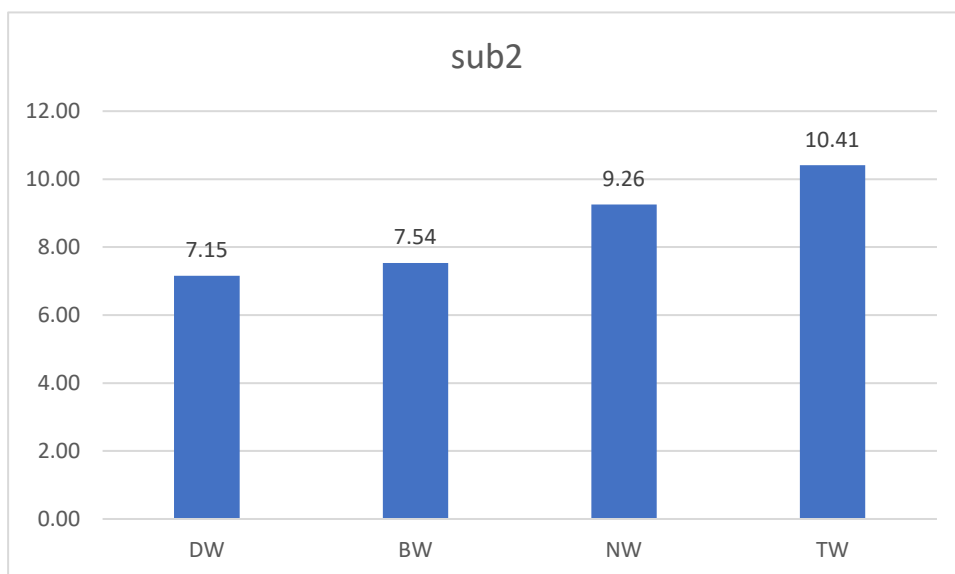


図 8 被験者 2 における体重 1 kgあたりの平均ハックピーク踏力

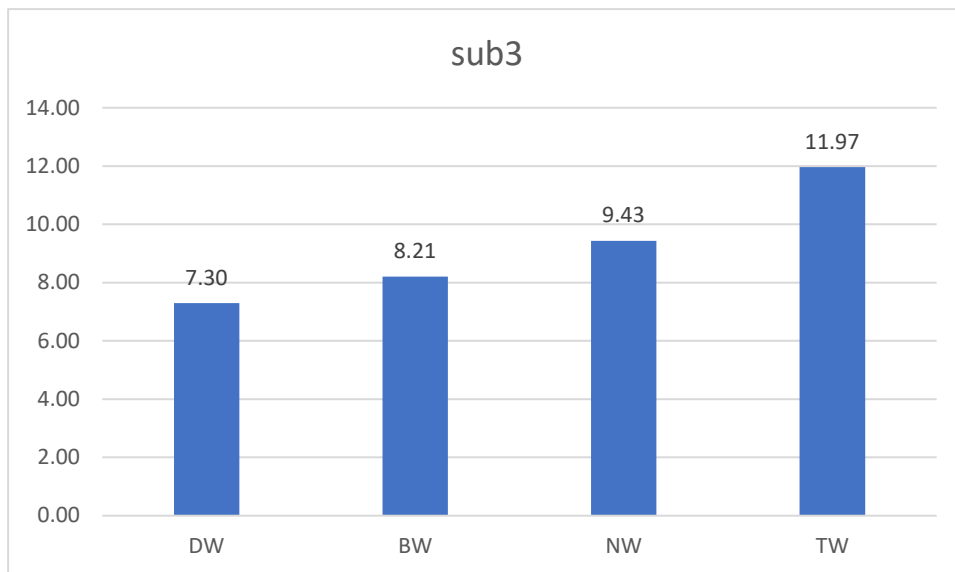


図 9 被験者 3 における体重 1 kgあたりの平均ハックピーク踏力

## ハック踏力とストーン速度

表4は、各ウェイトのハック踏力とストーン速度の共変関係を示したものである。各被験者の各ウェイトにおけるハック踏力とストーン速度について Pearson の積率相関係数を算出し共変関係を確認した結果、被験者1・全ウェイト： $r=0.966$ 、被験者2・全ウェイト： $r=0.951$ 、被験者3・全ウェイト： $r=0.985$ と、有意な非常に高い正の共変関係を示した。また、被験者3・BW： $r=0.865$ 、被験者3・TW： $r=0.788$ であり、有意な高い正の共変関係を示した。被験者1・NW： $r=0.639$ 、被験者1・TW： $r=0.702$ 、被験者2・NW： $r=0.684$ とNSながらも高い値を示した。

図10～12は、各ウェイトの平均ストーン速度に近い4試行、計16試行におけるハックピーク踏力とストーン速度との関係を示したものである。被験者3名ともにハック踏力とストーン速度の直線関係が確認された。

表 4 各被験者における各ウェイトのハック踏力とストーン速度の共変関係

		共変関係		p
sub1	全ウェイト(n=32)	0.97	***	0.000
	DW(n=8)	0.14		0.741
	BW(n=8)	-0.33		0.431
	NW(n=8)	0.64		0.088
	TW(n=8)	0.70		0.052
sub2	全ウェイト(n=32)	0.95	***	0.000
	DW(n=8)	-0.05		0.910
	BW(n=8)	-0.28		0.506
	NW(n=8)	0.68		0.061
	TW(n=8)	-0.48		0.227
sub3	全ウェイト(n=32)	0.99	***	0.000
	DW(n=8)	0.13		0.761
	BW(n=8)	0.86	**	0.006
	NW(n=8)	0.43		0.285
	TW(n=8)	0.79	*	0.020

\*\*\*:p < 0.001, \*\*:p < 0.01, \*:p < 0.05

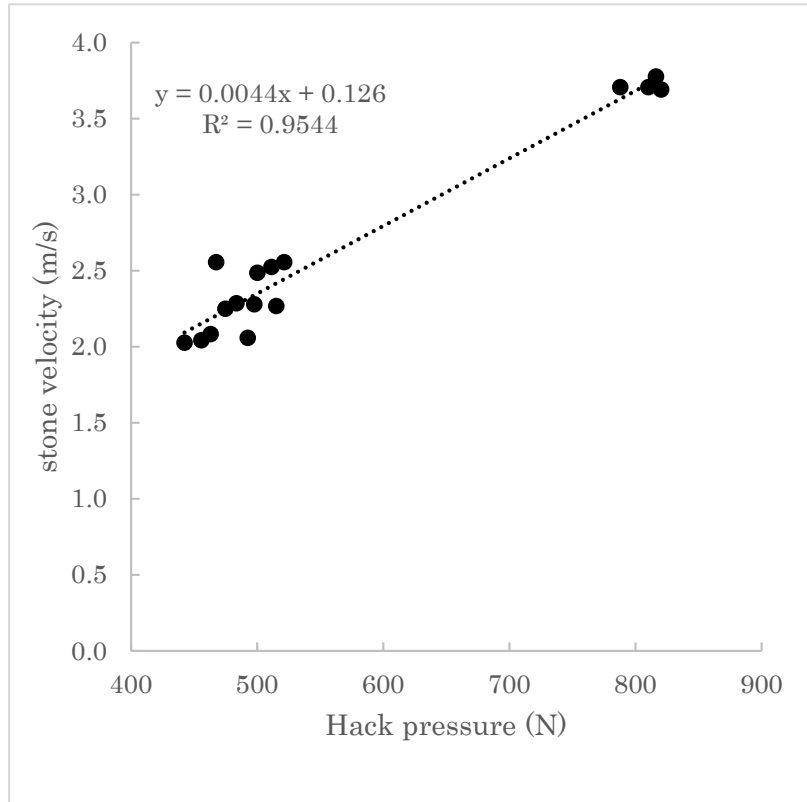


図 10 被験者 1 におけるハック踏力とストーン速度の散布図

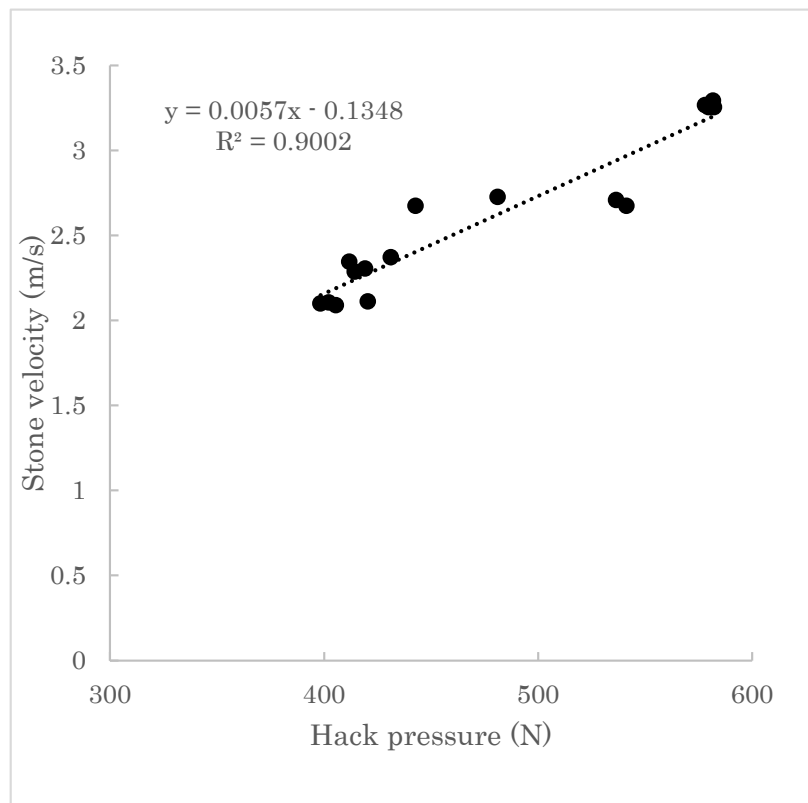


図 11 被験者 2 におけるハック踏力とストーン速度の散布図

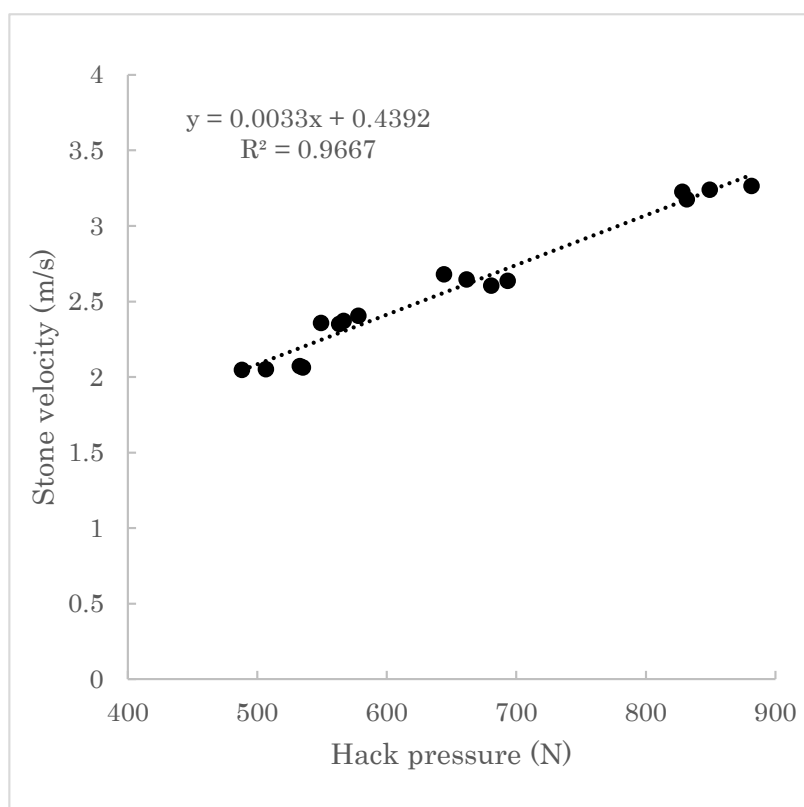


図 12 被験者 3 におけるハック踏力とストーン速度の散布図

### fastest, slowest のハック踏力

図 10～12 は、被験者 3 名の fastest, slowest 時のハック踏力を示したものである。被験者 3 において、fastest 時のハック踏力は slowest 時のハック踏力より強いことが観察された。被験者 1 においては BW, 被験者 2 においては BW,TW で、fastest 時のハック踏力は slowest 時のハック踏力より弱いことが観察された。



図 13 被験者 1 における fastest slowest 時のハック踏力



図 14 被験者 2 における fastest slowest 時のハック踏力



図 15 被験者 3 における fastest slowest 時のハック踏力



## デリバリーフォーム

### 右膝関節屈曲角度

図 16~18 は被験者 3 名の DW・BW, DW・NW, DW・TW における右膝関節屈曲角度の DTW 距離を示したものである。

被験者内の DTW 距離の比較において、被験者 1 は DW・TW, 被験者 2 は DW・NW, 被験者 3 は DW・BW で最大値を示した。

被験者 1 の 3 条件における DTW 距離の比較で、DW・BW, DW・NW の間には同等の類似関係が確認された。

被験者 2 の 3 条件における DTW 距離の比較で、DW・NW, DW, TW の間には同等の類似関係が確認された。また、プルバック局面からプッシュ局面までの右膝関節屈曲角度は、DW を基準とすると、BW では小さく、NW, TW では大きいことが確認された。

被験者 3 の 3 条件における DTW 距離の比較で、同等の類似関係は確認されなかった。プルバック局面からプッシュ局面までの右膝関節屈曲角度は、DW を基準とすると、BW では大きく、TW では大きいことが確認された。プッシュ局面の右膝関節屈曲角度は、DW を基準とすると、NW では小さいことが確認された。

被験者間の DTW 距離の比較において、被験者 2 の DW・NW, DW・TW, 被験者 3 の DW・BW, DW・TW が高値を示した。

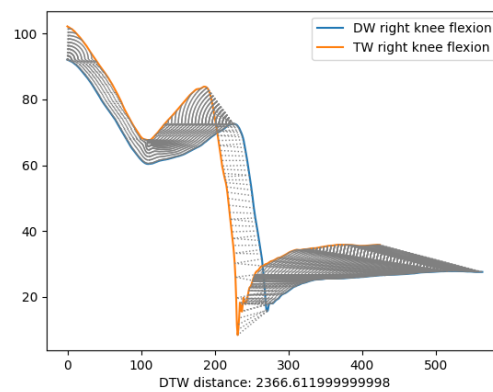
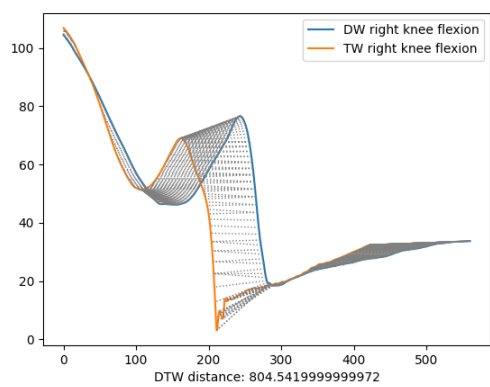
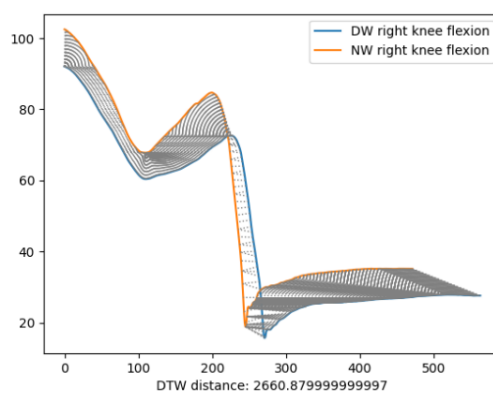
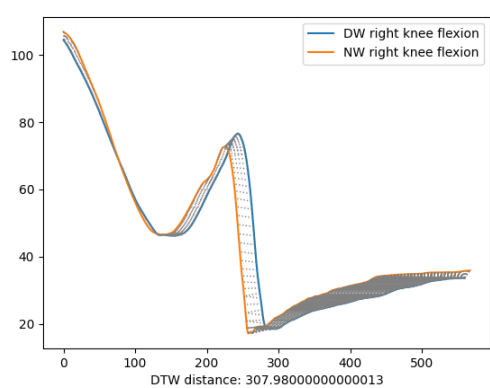
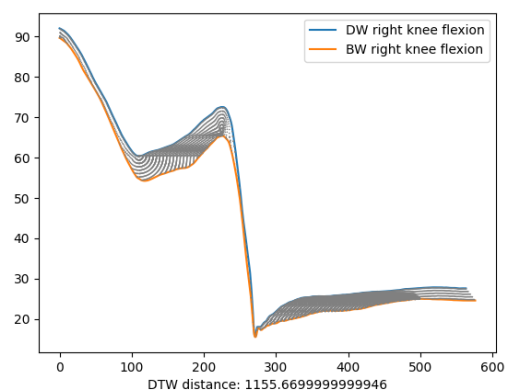
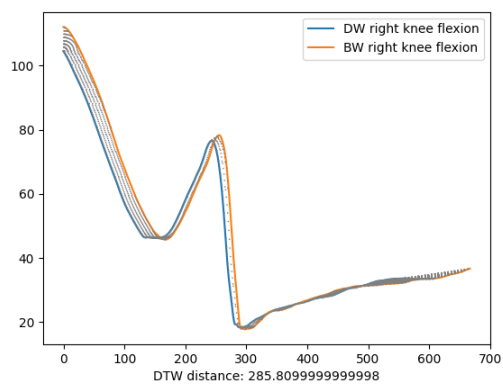


図 16 被験者 1 における右膝関節屈曲  
角度の DTW 距離

図 17 被験者 2 における右膝関節屈曲  
角度の DTW 距離

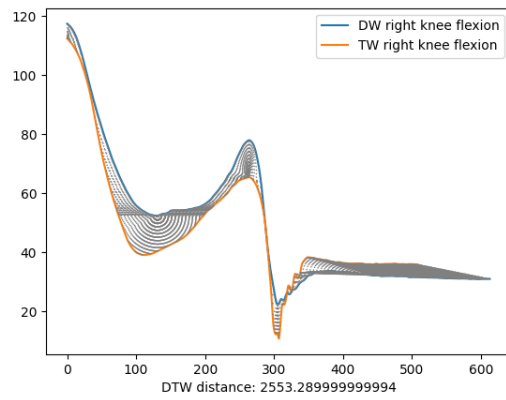
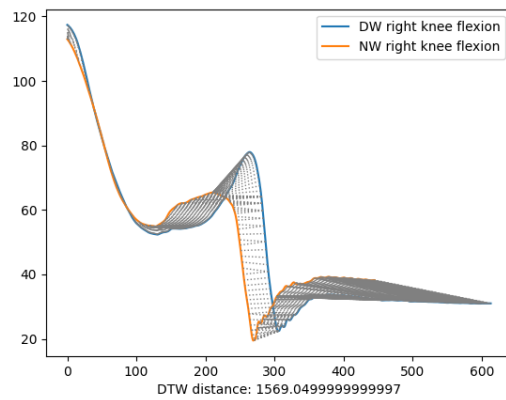
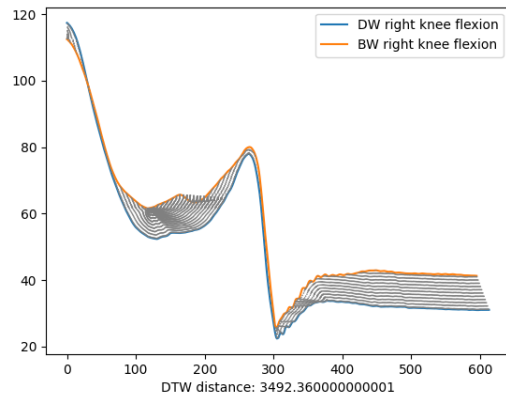


図 18 被験者 3 における右膝関節屈曲  
角度の DTW 距離

## 右股関節屈曲角度

図 19～21 は、被験者 3 名の DW・BW, DW・NW, DW・TW における右膝関節屈曲角度の DTW 距離を示したものである。

被験者内の DTW 距離の比較において、被験者 1, 3 は DW・NW, 被験者 2 は DW・TW で最大値を示した。

被験者 1 の 3 条件における DTW 距離の比較で、DW・BW, DW・TW の間には同等の類似関係が確認された。

被験者 2 の 3 条件における DTW 距離の比較で同等の類似関係は確認されなかった。しかし、BW, NW, TW とウェイトが速くなるにつれ DTW 距離は高値を示した。プルバック局面からプッシュ局面までの右股関節屈曲角度は、DW を基準とすると、BW では同等、NW, TW では大きいことが確認された。

被験者 3 の 3 条件における DTW 距離の比較で、DW・BW, DW・TW の間には同様の類似関係が確認された。プルバック局面からプッシュ局面までの右股関節屈曲角度は、DW を基準とすると、BW では小さく、NW, TW では大きいことが確認された。

被験者間の比較において、被験者 1 の DW・BW, DW・NW, DW・TW, 被験者 2 の DW・TW, 被験者 3 の DW・NW で高値を示した。

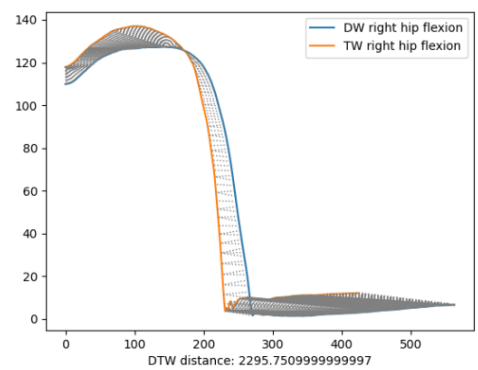
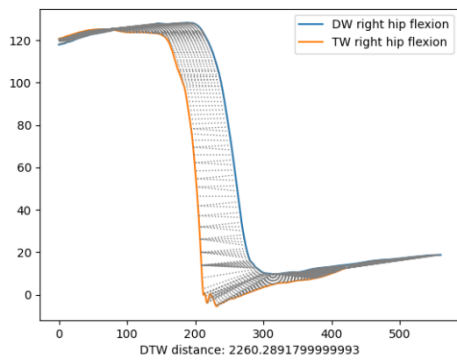
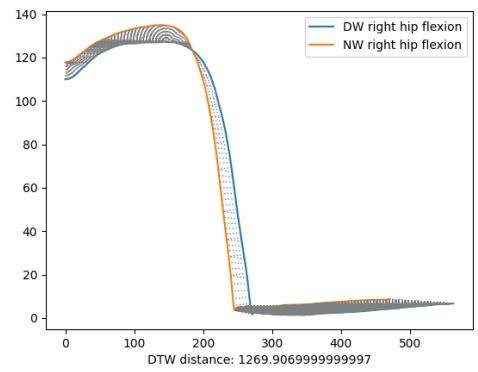
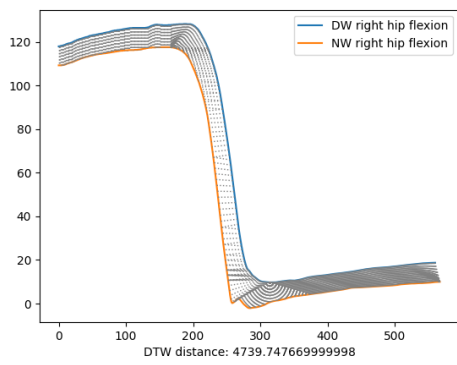
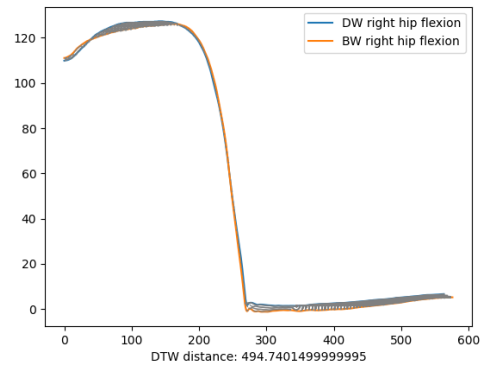
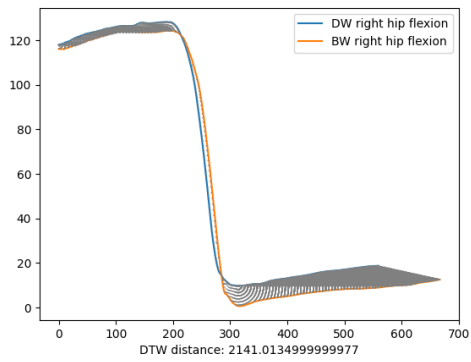


図 19 被験者 1 における右股関節屈曲角度の  
DTW 距離

図 20 被験者 2 における右股関節屈曲角度の  
DTW 距離

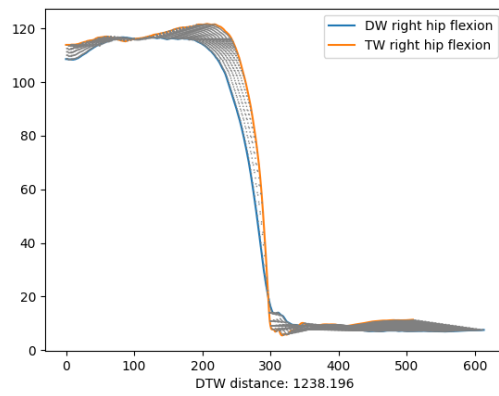
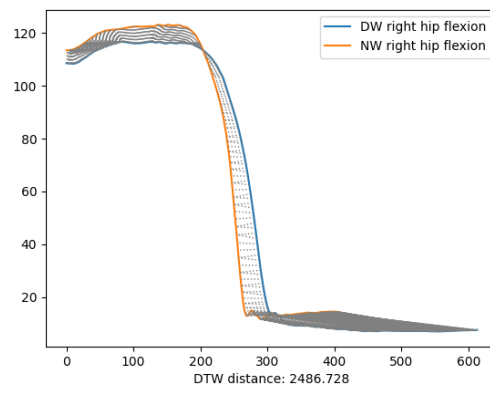
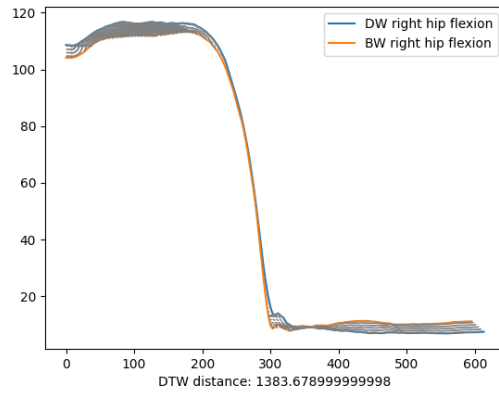


図 21 被験者 3 における右股関節屈曲角度の  
DTW 距離

## 左股関節屈曲角度

図 22～24 は、被験者 3 名の DW・BW, DW・NW, DW・TW における左股関節屈曲角度の DTW 距離を示したものである。

被験者内の DTW 距離の比較において、被験者 1 は DW・NW, 被験者 2, 3 は DW・TW で最大値を示した。

被験者 1 の 3 条件における DTW 距離において、DW・BW, DW・TW の間には同等の類似関係が確認された。プッシュ局面の左股関節屈曲角度は、DW を基準とすると、BW では同等、NW, TW では大きいことが確認された。

被験者 2 の 3 条件における DTW 距離において、同等の類似関係は確認されなかった。プルバック局面からプッシュ局面までの左股関節屈曲角度は、DW を基準とすると、BW, TW では小さく、NW では大きいことが確認された。

被験者 3 の 3 条件における DTW 距離において、同等の類似関係は確認されなかった。プルバック局面からプッシュ局面までの左股関節屈曲角度は、DW を基準とすると、ウェイト 3 条件では小さいことが確認された。また、プッシュ局面の BW と NW・TW の比較において、屈曲伸展動作による特徴的な動きが確認された。

被験者間の DTW 距離の比較において、被験者 1 の DW・NW, 被験者 2 の DW・BW, DW・TW, 被験者 3 の DW・NW, DW・TW が高値を示した。

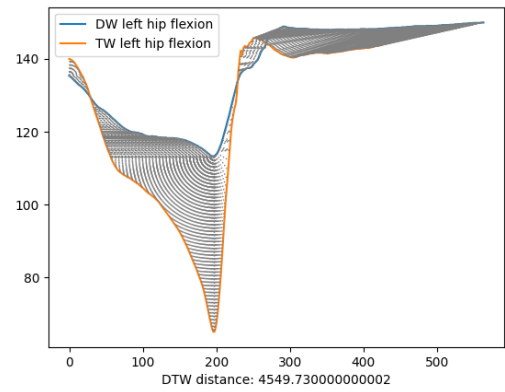
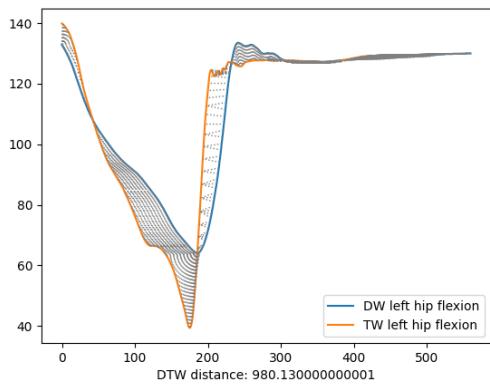
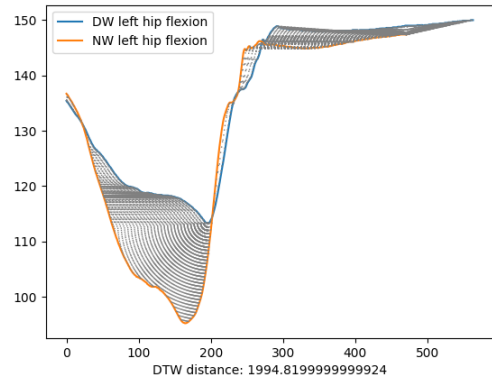
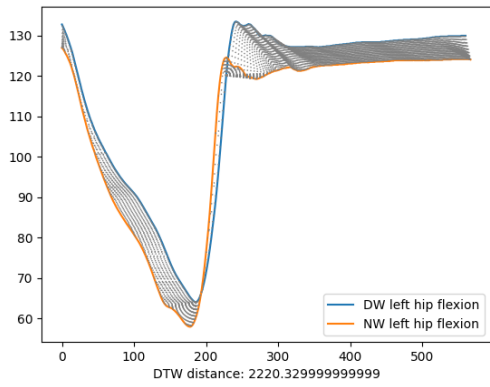
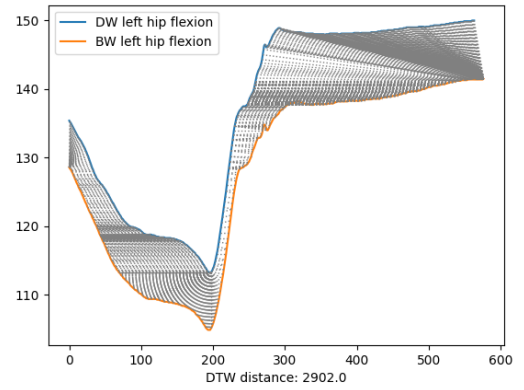
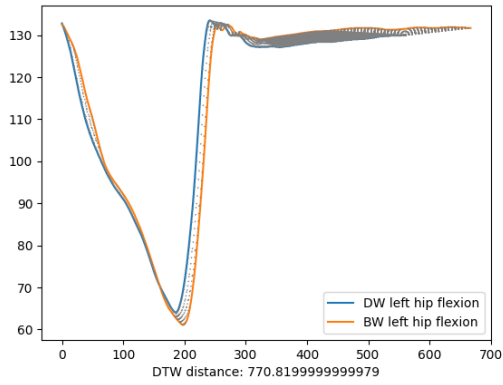


図 22 被験者 1 における左股関節屈曲  
角度の DTW 距離

図 23 被験者 2 における左股関節屈曲  
角度の DTW 距離



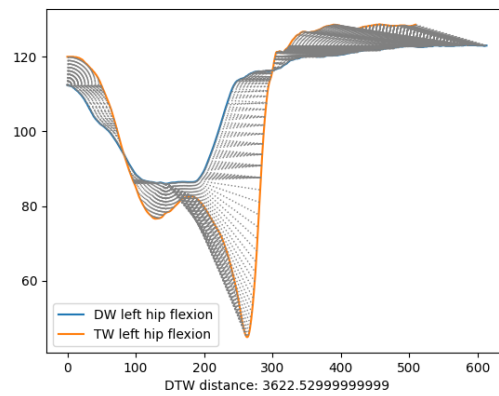
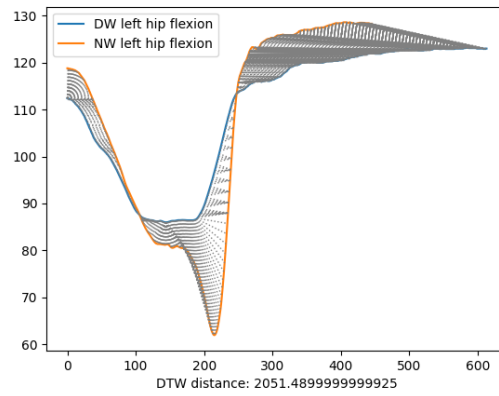
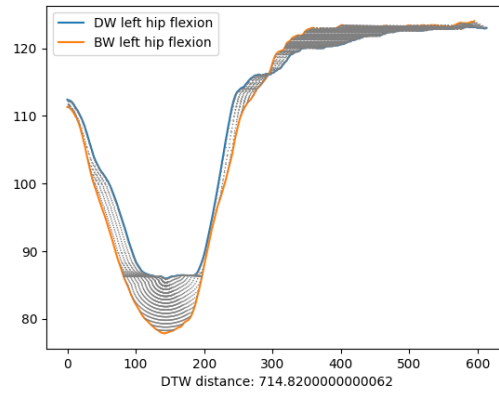


図 24 被験者 3 における左股関節屈曲角  
度の DTW 距離

## 考察

### ハック踏力

本研究では、カーリングデリバリーにおけるハック踏力とストーン速度の共変関係を明らかにするため、Pearson の積率相関係数を算出した。その結果、被験者 3 名共に、ハック踏力とストーン速度との間に非常に高い正の共変関係が確認された。カーリングの指導現場では、ウェイト調節の一要因としてハック踏力の調節が挙げられているが、本研究はそれを裏付ける結果となった。

高校生野球選手における走速度と床反力の関係について、スタート局面における走速度と床反力の推進成分及び床反力との間に有意な正の相関関係が認められた(関根ら 2015)。しかし、男子大学生カーリング選手におけるストーン速度とハック踏力の関係については、ストーン速度とハック面に対して鉛直成分の力との間に非常に高い有意な正の共変関係が確認された。野球のスタート局面では、平面を蹴ることで進行方向に進んでいるが、カーリングにおけるプッシュ局面では、傾斜がついたハックを蹴ることで進行方向へ進んでいる。蹴り足の条件の違いが関係していると考えられる。

### デリバリーフォーム

HY Ting ら(2014)の報告に基づき、異なる時点で測定したカーリングデリバリーフォームの類似度を確認するために、DTW を用いた。各関節における考察を以下に記す。

### 右膝関節屈曲角度

被験者 1 において、DW・TW の DTW 距離は他 2 条件と比較して高値を示した。この結果は、DW 投球時と比較して TW 投球時のプルバック局面からプッシュ局面への移行が速いこと、右膝関節の爆発的な屈曲-伸展運動、ハックから足が離れた際の右膝関節屈曲角度が 0 度に近い角度のデリバリーフォームを行っていることが要因の 1 つとして考えられ

る。

被験者 2 において、DW・NW、DW・TW は DTW 距離により同等の類似関係が確認された。さらに DW・BW より高値を示した。また、プルバック局面からプッシュ局面までの右膝関節屈曲角度は、DW を基準とすると、BW では小さく、NW、TW では大きいことが確認された。この結果は、BW 以下のような遅いウェイトを投球する際と NW 以上のような速いウェイトを投球する際とでデリバリーフォームを意図的に変化させる個人特性を意味していると考えられる。

被験者 3 において、プルバック局面からプッシュ局面の右膝関節屈曲角度は、DW を基準とすると、BW では大きく、TW では大きいことが確認された。プッシュ局面の右膝関節屈曲角度は、DW を基準とすると、NW では小さいことが確認された。この結果は、ハック踏力によるウェイト調節が他被験者より顕著であったことを考慮すると、NW 以上の速いウェイトを投球する際は、プルバック局面やプッシュ局面の右膝関節屈曲角度を DW 時より小さくし、ハック面に対して垂直に近い角度でハックを蹴っていると推察される。

## 右股関節屈曲角度

被験者 1 において、DW・BW、DW・TW の類似度はほぼ同等である。しかし、TW におけるプルバック局面からプッシュ局面への移行が速いことが確認された。

被験者 2 の 3 条件における DTW 距離の関係から、ウェイトが増大するにつれて DW との類似度は低くなっていた。また、プルバック局面からプッシュ局面までの右股関節屈曲角度は、DW を基準とすると、BW では同等、NW、TW では大きいことが確認された。右膝関節屈曲角度の DW・NW、DW・TW における DTW 距離は同等であったが、右膝関節屈曲角度における DW・NW、DW・TW の DTW 距離には差が確認された。これは、プルバック局面における右股関節屈曲角度の大きさや、伸展運動の速さの違いが要因と考えられる。

被験者 3 において、DW・NW の DTW 距離は他 2 条件と比較して高値を示した。これは、プルバック局面からプッシュ局面への移行の速さと NW におけるプルバック局面の屈曲角度の大きさによるものと考えられる。DW・BW、DW・TW の類似度はほぼ同等である。これは、BW・TW 時の屈曲角度に違いはあるものの、TW 投球時におけるプルバック局面からプッシュ局面の屈曲-伸展運動へ移行する時間が要因であると考えられる。

## 左股関節屈曲角度

被験者 1 において、DW・NW の DTW 距離は他 2 条件と比較して高値を示した。これは、ハックを蹴った後の左股関節屈曲角度が DW 投球時より小さいことが 1 つの要因として考えられる。

被験者 2, 3 において、DW・TW の DTW 距離は他 2 条件と比較して高値を示した。これは、プッシュ局面における左股関節の爆発的な屈曲-伸展運動によるものであると推察される。この運動は、被験者 3 名共に見られ、TW 投球時の特異的な運動であると考えられる。

## 参考文献

柿山広樹, 榎井文人, 柳等, プタシンスキミハウ (2018) 一般競技者レベルのカーリング情報学に向けて 2018 Information Processing Society of Japan WCI2018 論文集 2018 37-40

Fumito Masui, Kohsuke Hirata, Hiromu Otani, Hitoshi Yanagi (2016) Informatics to Support Tactics and Strategies in Curling International Journal of Automation Technology 10(2):244-252

John Bradley (2009) The Sports Science of Curling: A Practical Review Journal of Sports Science & Medicine 8, 495-500

Young-il Kwon, Tae-whan Kim, Sang-hyup Choi (2021) Analysis of muscle mobilization patterns and stop position of stones during sweeping each section of curling hog to hog Korean Journal of Sport Science 2021; 32(1), 170-179

Derek Kivi, Tracy Auld (2012) directional accuracy of the delivery in competitive curlers 30<sup>th</sup> Annual Conference of Biomechanics in Sports 350-353

Kyoung-Seok Yoo, Hyun-Kyung Kim, Jin-Hoon Park (2012) A Biomechanical Assessment of the Sliding Motion of Curling Delivery in Elite and Subelite Curlers Journal of Applied Biomechanics Vol28, 6, 694-700

関根悠太, 岡田純一 (2015) 高校生野球選手の走速度と床反力の関係について スポーツ科学研究 12, 74-83

篠原康男, 前田正登 (2015) クラウチングスタートにおけるスターティングブロックの役

割とその効果に関する検討 体育学研究 60, 667-684

Huong Yong Ting, Kok Swee Sim, Fazly Salleh bas (2014) Kinect-Based Badminton Action Analysis System Advanced Materials Research Vol. 1042, 94-99

出村慎一 (2007) 健康・スポーツ科学のための研究方法 研究計画の立て方とデータ処理方法 杏林書院 p 252-254

須藤康介, 古市憲寿, 本田由紀 (2012) 文系でもわかる統計分析 朝日新聞出版 p87

関根悠太, 岡田純一 (2015) 高校生野球選手の走速度と床反力の関係について スポーツ科学研究 12, 74-83

Huong Yong Ting, Kok Swee Sim, Fazly Salleh bas (2014) Kinect-Based Badminton Action Analysis System Advanced Materials Research Vol. 1042, 94-99

## まとめ

本研究は、カーリングデリバリーの各ウェイトにおけるハック踏力とデリバリーフォームの個人特性を明らかにし、ストーン速度に影響を与えている要因を明らかにするため、日本代表経験を有する3名の大学男子カーリング選手を被験者とし、フォースプレート、モーションセンサを用いてハック踏力、デリバリーフォームの測定を行った。その結果、各被験者の全ウェイトにおけるハック踏力とストーン速度との間に非常に高い有意な正の共変関係が認められた。また、デリバリーフォームの一局面のみを切り取ることなく、DTW距離による比較を行うことで、被験者内及び被検者間のデリバリーフォームの個人特性を明らかにできることが確認された。

今後の一般化に向けて、シニア世代やジュニア世代といった年代別に分ける、女子カーリング選手を対象とし、男女間における比較を行う、対象者の人数を増やし、ハック踏力とストーン速度の相関関係を導く、熟練度の低い選手を対象とすることが必要であると考えられる。対象者の課題に加え、デリバリーの石を離す動作について、進行方向に向かって力を加えるフォローリリースと呼ばれる技術が存在する。上肢関節角度の測定も行うことで、ストーン速度に影響を与えている要因を特定しやすくなると考える。

以上、本研究の結果、札幌国際大学におけるスポーツ活動、運動施設および学外施設においてポータブル床反力計を使用して、冬季オリンピック競技であるカーリングのパフォーマンス向上に関する様々な取り組みが可能であることが明らかとなった。一般的な床反力計は据え置き型であるが、本研究で用いたポータブル型反力計による測定は本学部活動のほか本学関連スポーツチームを対象としても、キネティクスデータに関するパフォーマンス情報を取得し、適切なデータ分析が可能であり、有効なフィードバック情報を提供することができる判断される。