

**クラウチングスタートフォーム変化が疾走速度に与える影響  
～ICT機器を用いたアクティブラーニング授業の導入～**

久野 峻幸・秋原 悠・辻 慎太郎  
西本 浩章・阿部 征大・野上 展子

**Effect of Crouching Start Form on Sprinting Speed  
～ Introduction of active learning lessons  
using ICT devices ～**

Takayuki Hisano, Yu Akihara, Shintaro Tsuji,  
Hiroaki Nishimoto, Yukihiro Abe, Nobuko Nogami

**神戸医療未来大学紀要 第24巻 第1号**

(令和5年12月)



## <原著>

# クラウチングスタートフォーム変化が疾走速度に与える影響 ～ ICT 機器を用いたアクティブラーニング授業の導入～

久野 峻幸\*・秋原 悠\*\*・辻 慎太郎\*・西本 浩章\*・阿部 征大\*・野上 展子\*

## Effect of Crouching Start Form on Sprinting Speed ～ Introduction of active learning lessons using ICT devices ～

Takayuki Hisano\*, Yu Akihara\*\*, Shintaro Tsuji\*,  
Hiroaki Nishimoto\*, Yukihiro Abe\*, Nobuko Nogami\*

In this study, our focus was on short-distance running, specifically the crouching start form, within the field of health and physical education. This form of competition involves running, jumping, and throwing – basic human movements. The aim of this study was to gather insights for developing classes that enhance students' records, foster the joy of competition, and facilitate the acquisition of efficient basic movements.

The study aims to inform the development of foundational movement classes. The findings suggest that the greater trochanter's higher position raises the centre of gravity, shortening the duration required for each joint of the lower limb to extend from a flexed position. Moreover, the ground reaction force vector increases in the direction of travel due to the forward tilt of the lower leg.

It is recommended that the methodology employed in this study using ICT devices could serve as a model for individuals to self-assess and enhance their own movements by means of visual feedback.

**Key words** : Track and Field, ICT Devices, Active Learning, Health and Physical Education  
陸上競技, ICT 機器, アクティブラーニング, 保健体育科教育

## I 緒言

Society5.0の到来によって、人工知能（AI）は自然言語処理、画像認識、音声認識などの分野で飛躍的な進歩を遂げ、ビッグデータは、膨大な量のデータを収集・分析、Internet of Things (IoT) は、様々なデバイスがインターネットに接続することでリアルタイムにデー

タ収集や遠隔操作が可能になり、これらは、ビジネス分野だけでなく、医療現場、教育現場等で活躍し、現在においても急速に発展している。これらの技術を使用し、2021年に開催された東京オリンピック・パラリンピックにおいては、様々なスポーツ団体において映像分析チームがIoT、人工知能を使用し映像を取得し、分析を行うことによって選手強化

\* 神戸医療未来大学 (Kobe University of Future Health Sciences) 〒679-2217 兵庫県神崎郡福崎町高岡1966-5  
\*\* 関西大学 (Kansai University)

に貢献してきた。また、取得してきたデータやこれまで蓄積されたデータ(ビッグデータ)を活用し、対戦相手の分析、自国選手のフィジカルの向上などに尽力した結果、東京オリンピックにおいて金メダル27個、銀メダル14個、銅メダル17個の計58個を獲得した。これらは、競技力向上のために先端技術を取り入れた賜物であると言える。

スポーツ現場において Society5.0の到来によってもたらされた効果は大きい。教育現場においても、AI・IoT・ビッグデータが COVID-19の流行を受け、近年導入され、流行が落ち着いた現在も、従来の授業方法とオンラインの授業形態のハイブリットの形として新たな教育方法として実施されている。例えば、学校現場において多様な学習者に対応し、紙の教科書の代わりにデジタル教科書の活用、黒板に板書ではなく電子黒板を利用し動画などを使用する授業を展開されている。これは、日常の様々な場面において Information and Communication Technology (ICT) を用いることが当たり前となっている子供たちが情報や情報手段を主体的に選択し活用していくための基礎的な知識として情報を活用する能力を身に付け、情報社会に対応していく力を蓄えるためにも必要なことである。それに加え、文部科学省において、平成29年3月に中学校の新学習指導要領<sup>(1)</sup>、平成30年3月には高等学校の新学習指導要領<sup>(2)</sup>が公示された。その中では、「情報活用能力」が言語能力などと同様に「学習の基盤となる資質・能力」と位置付けられ、教育課程全体において育成することが示された。

平成28年度神奈川県立体育センター研究報告書によるタブレット端末における保健体育授業の活用実態<sup>(3)</sup>によると、県立高等学校、中等教育学校教諭153名を対象とした意識調査アンケートを実施したところ、「タブレッ

ト端末を活用したことがありますか」という質問に対し約31%の教諭のみが「はい」と答え、保健体育の分野においてはまだICTの活用が普及していないことがわかる。加え、ICT機器を活用した内容もただ映像を撮影し生徒自身や仲間同士で確認をしたり、見本の動画を掲示したりと客観的な指標で活用ができておらず、保健体育授業では、従来通り教員が見本や失敗例を教示する指導が、現場においてはほとんどであると言える。

東京オリンピック・パラリンピックの史上最多メダル獲得は、各中央競技団体が映像を用いたフィードバックの活用を行うことで、選手の競技力の向上につながったことが要因の一つと考えられ、教育現場においても、同様のICT機器を用いて、映像を学習者にフィードバックすることで、他者との比較ではなく、自分の成長また体の動かし方の発見につながり、記録の向上、競技の楽しさや喜びを味わい、基本的な動きや効率のよい動きを身に付けることができるようになると思われる。

そこで、本研究では、ヒトの基本動作である走・跳・投を競技とする、保健体育分野の陸上競技短距離走の特に、静止状態から全力疾走を行う際、短時間で走速度をより大きくする能力の要因の1つと考えられるスタートに着目し、タブレット、スマホ等のICT機器を使用し、他者との比較ではなく、自分自身の体の動かし方の発見につながり、記録の向上、競技の楽しさや喜びを味わい、基本的な動きや効率のよい動きを身に付けることができる授業づくりのための知見を得ることを目的とした。

## II 方法

### 1. 対象者

対象は、保健体育教員を目指す学生、またスポーツ指導者を目指す学生26名とした。被験者には測定前に口頭にて研究の目的、方法について説明を行い、口頭にて実験参加の同意を得た。

### 2. 実験方法

#### (1) 測定方法

被験者に、50mの全力疾走を行わせた。その際、被験者右側より、ハイスピードカメラ(JVC GC-YJ40)を用いて300Fpsでスタートから5mの区間の映像を撮影した。(図1)被験者の疾走速度は、被験者スタート動作を行ってから5m地点を通過するまでに要する時間を疾走速度とした。またその際のピッチ(step/sec)とストライド長(m)を算出

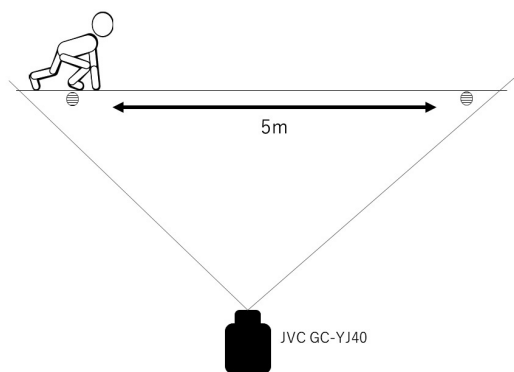


図1 ハイスピードカメラを用いたクラウチングスタート撮影図

した。

#### (2) 運動課題

被験者には、2回の50m全力疾走を行わせた。1回目(Pre)は、被験者各自に十分なウォーミングアップを行わせ、その後50mを全力疾走させた。2回目(Post)はiPad、

androidタブレットを利用した映像の閲覧方法を教示したのち、60分間被験者同士でICT機器を利用し、複数回の疾走動作の比較や動作のスローモーション、関節の角度を算出からの走動作の変更など練習を行わせ(図2)、その後、50mの全力疾走を行わせた。

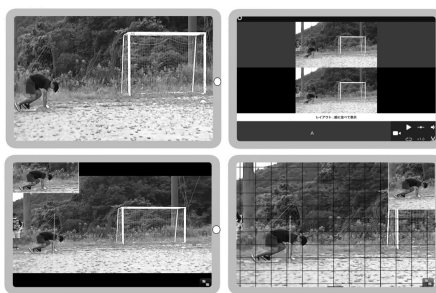


図2 ICT機器を利用したアクティブラーニング使用映像例  
(左上:遅延映像,右上:比較映像,左下:スローモーション映像+拡大映像,右下:角度表示映像)

#### (3) 動作解析

ハイスピードカメラによって撮影された映像を、画像解析ソフトImageJ(NIH:米国国立衛生研究所)を用いて図3のようにデジタイズした。デジタイズした座標から肩関節、股関節(左右)、膝関節(左右)、足関節(左右)の角度を算出した。

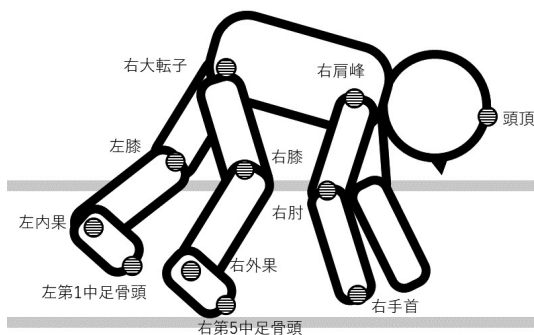


図3 クラウチングスタート時のデジタイズポイント(頭頂,右肩峰,右肘,右手首,右大転子,右膝,左膝,右外果,左内果,右第5中足骨頭,左第1中足骨頭)

### 3. 統計処理

測定項目は、全て平均値±標準偏差で示した。ICT 機器を利用した練習前 (Pre) と練習後 (Post) との各測定項目の比較には対応のある T 検定を用いて分析した。また、疾走速度に与える各項目の影響を調べるためにピアソンの積率相関係数を用いて相関分析を行った。統計的有意水準は 5 % とした。

## III 結果

### 1. 疾走速度の変化

練習前後のスタートから 5 m までの疾走速度およびピッチ・ストライドの比較結果を図 4 に示した。疾走速度の Pre では 1.12 と ± 0.08 sec, Post は 1.08 ± 0.06 sec と 3.60% 疾走速度が向上した。Pre と Post では有意に疾走速度が高まった。(P<0.01)

### 2. ピッチ・ストライドの変化

被験者のスタートから 5 m までの Pre のピッチは 3.81 ± 0.38 step/sec, ストライドは 1.21 ± 0.09 m であった。Post のピッチ, ストライドは 4.15 ± 0.36 step/sec, 1.15 ± 0.08 m であった。Pre と Post のピッチとストライドの比較の結果を図 4 に示した。ピッチは Pre と Post で有意に約 8.81% 増加し (P < 0.01), ストライドは Pre と Post で有意に約

5.38% 減少した (P<0.01)。

### 3. クラウチングスタートフォーム

クラウチングスタート時の Pre の各関節の角度は肩関節 92.79° ± 9.72°, 股関節 (右) 59.25° ± 6.73°, 股関節 (左) 33.63° ± 5.91°, 膝関節 (右) 91.31° ± 11.28°, 膝関節 (左) 97.30° ± 11.88°, 足関節 (右) 91.35° ± 7.78°, 足関節 (左) 114.61° ± 9.78° であり, Post の各関節の角度は肩関節 93.68° ± 10.17°, 股関節 (右) 68.77° ± 9.51°, 股関節 (左) 41.70° ± 6.78°, 膝関節 (右) 104.19° ± 18.56°, 膝関節 (左) 97.19° ± 13.59°, 足関節 (右) 96.21° ± 8.21°, 足関節 (左) 103.88° ± 9.31° であった。各関節の Pre と Post の比較の結果を図 5 に示した。股関節 (右), 股関節 (左), 膝関節 (右), 足関節 (右) で有意に関節角度が増加し (約 16%, 約 24%, 約 14%, 約 7%), 足関節 (左) で有意に関節角度が約 10% 減少した (p<0.01, 足関節 (右) のみ p<0.05)。

### 4. 疾走速度・ピッチ・ストライドの関係

疾走速度はピッチとストライドの積で決まる。そこで, Pre, Post すべての疾走速度とピッチ・ストライドの相関関係を調べたところ, ピッチのみ負の有意な相関関係が認められた (r = -0.50, p<0.01) (図 6)。また, ピッチとスタートフォームの各関節角度との相関関係を調べたところ, 股関節 (右) (r=0.42,

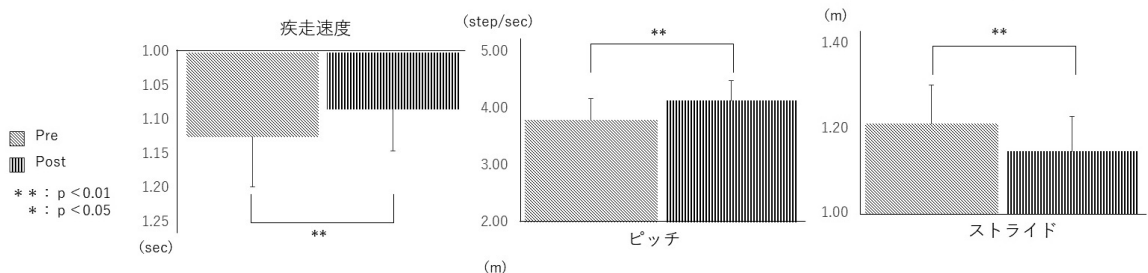


図 4 ICT 機器を利用した練習前後の疾走速度, ピッチ, ストライドの比較

$P > 0.01$ ), 股関節 (左) ( $r = 0.30, P > 0.05$ ) と正の相関が認められ, 足関節 (左) ( $r = -0.39, p > 0.01$ ) が負の相関関係が認められた (図 7). ストライドとスタートフォームの各関節角度との相関関係を調べたところ, 股関節 (右)

( $r = -0.30, P > 0.05$ ), 股関節 (左) ( $r = -0.37, P > 0.01$ ) において負の相関が認められ, 膝関節 (左) ( $r = 0.28, p > 0.05$ ), 足関節 (左) ( $r = 0.46, p > 0.01$ ) で正の相関関係が認められた (図 8).

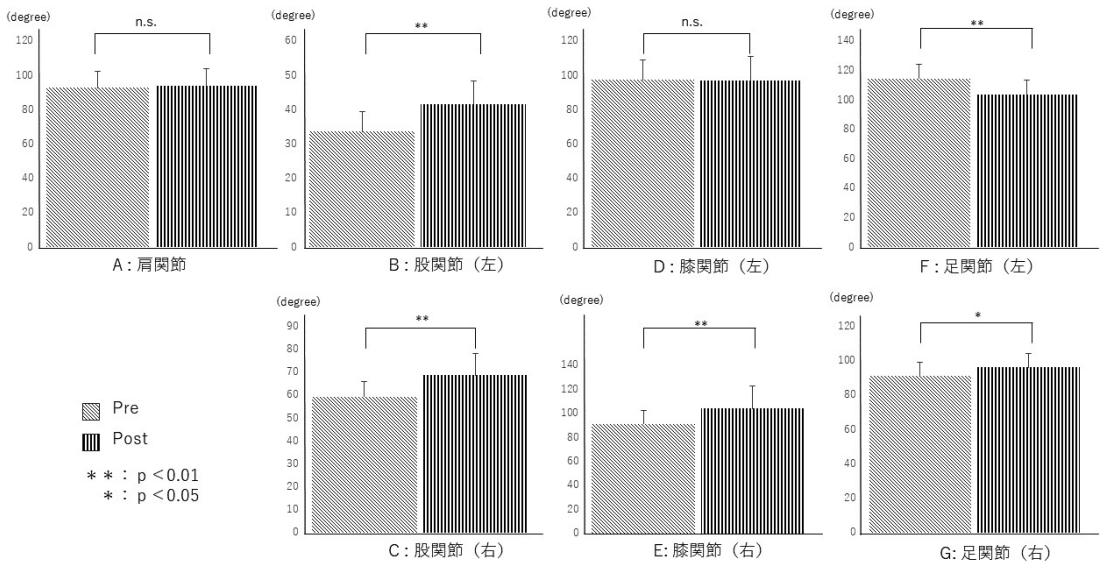


図 5 ICT 機器を利用した練習前後の各関節角度の比較 (A: 肩関節 B: 股関節 (左) C: 股関節 (右) D: 膝関節 (左) E: 膝関節 (右) F: 足関節 (左) G: 足関節 (右))

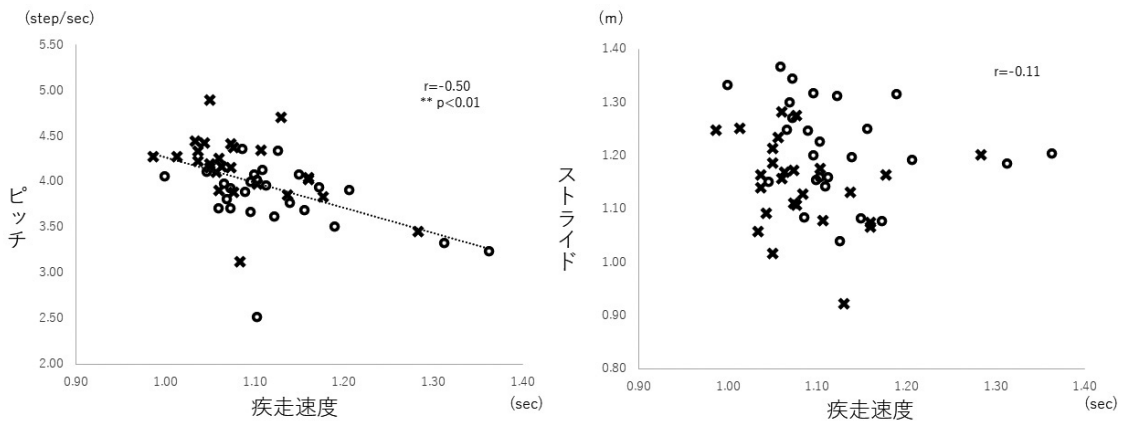


図 6 5m の疾走速度と 5m 区間のピッチ, ストライドの関係

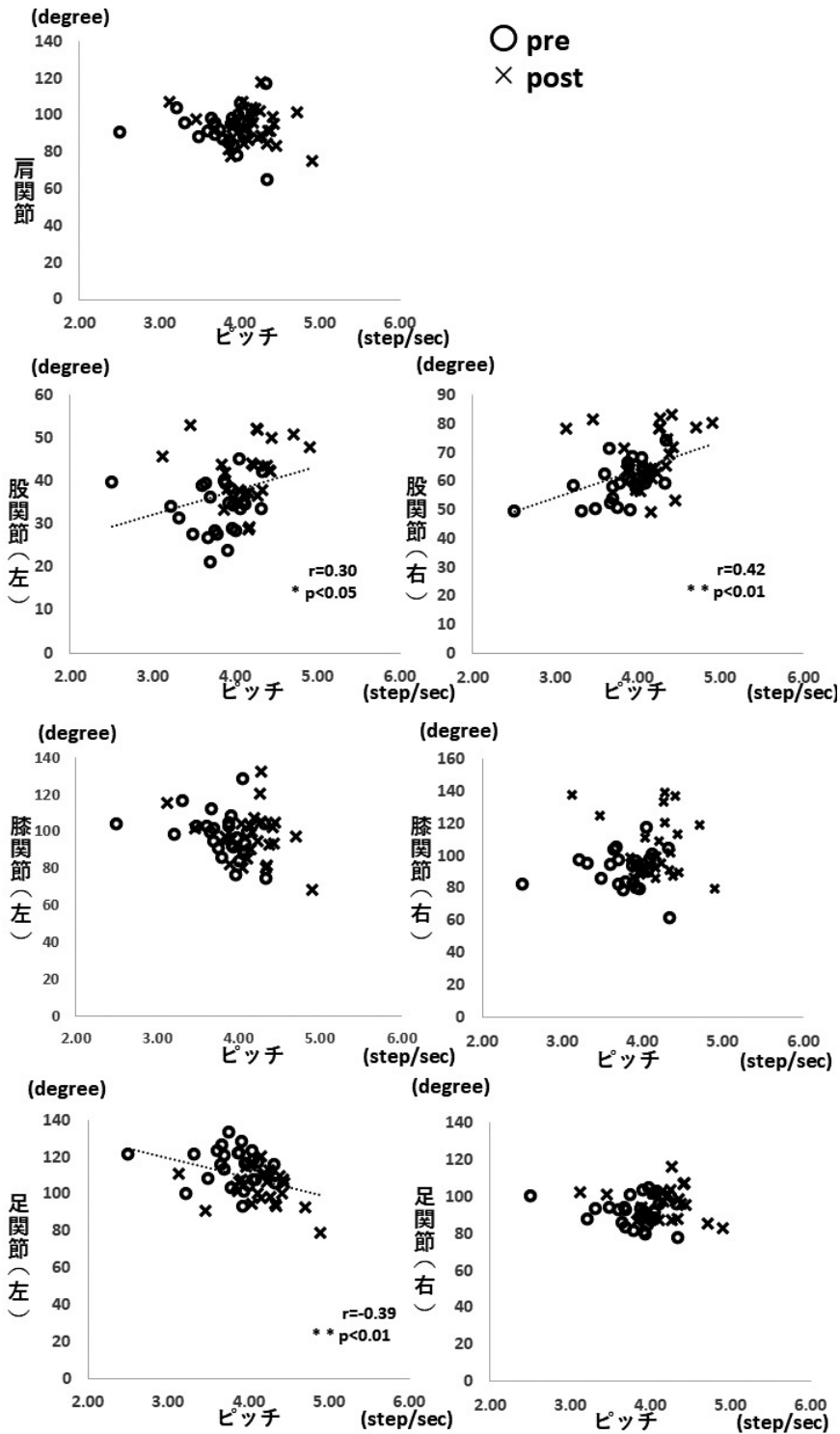


図7 5m区間ピッチとクラウチングスタート時の各関節との相関



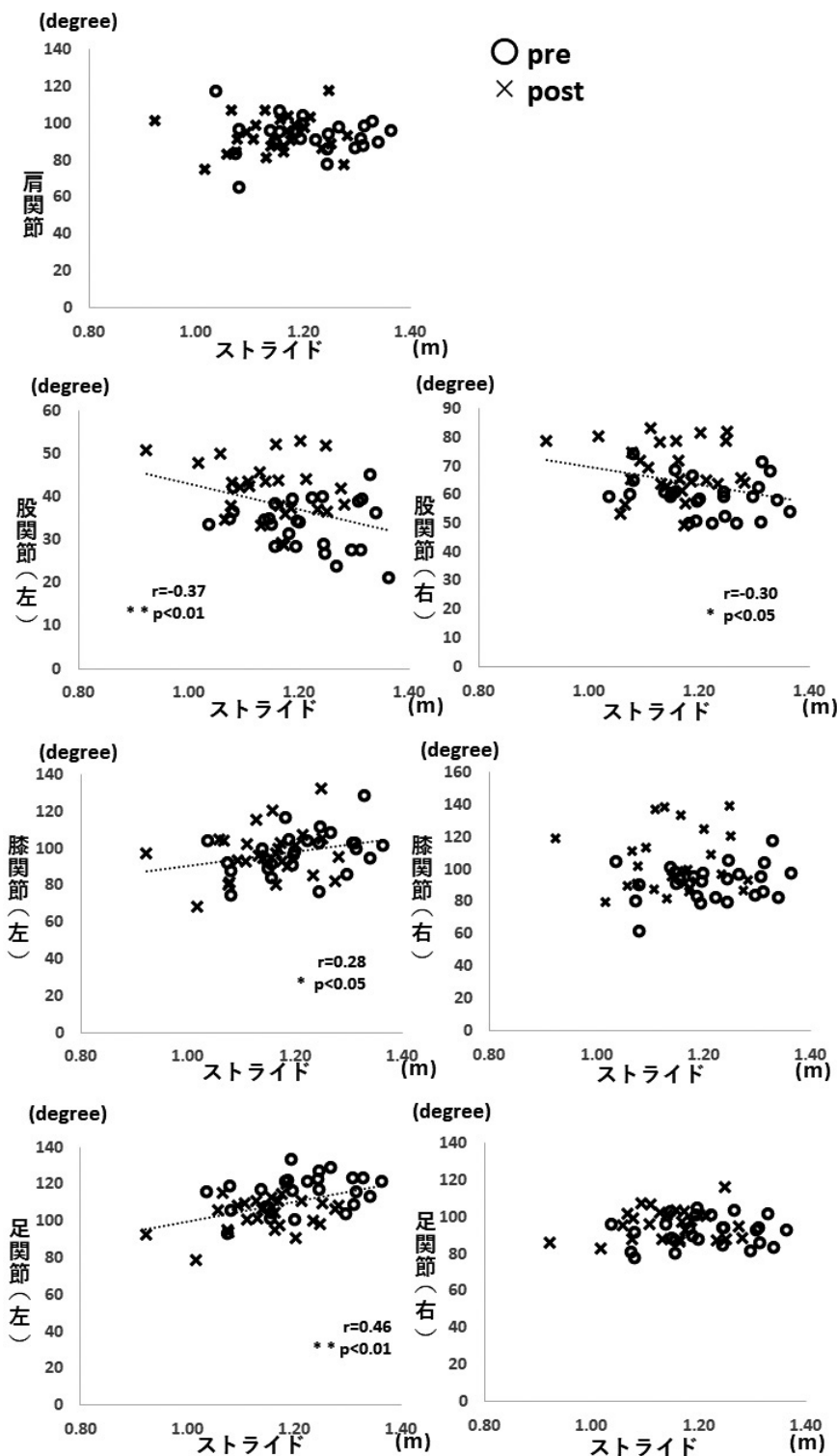


図8 5m区間のストライド長とクラウチングスタート時の各関節との相関

## IV 考察

ヒトの基本動作である走・跳・投を競技とする、保健体育分野の陸上競技短距離走の特にスタートフォームに着目し、タブレット、スマホ等の ICT 機器を使用し、他者との比較ではなく、自分自身の体の動かし方の発見につながり、記録の向上、競技の楽しさや喜びを味わい、基本的な動きや効率のよい動きを身に付けることができる授業づくりのための知見を得ることを目的とした。特に本研究においては、アクティブラーニング型の授業を採用し、陸上競技短距離走のクラウチングスタートの姿勢が疾走速度に与える影響について明らかにした。Pre では、疾走速度が  $1.12 \pm 0.08$  sec, Post では  $1.08 \pm 0.06$  sec と疾走速度が約 3% 向上している。Pre では股関節、膝関節が伸展動作を加えたのち前方方向へ足を動かしているのに対して、Post では股関節 (右)、股関節 (左)、膝関節 (右)、足関節 (右) が約 16%, 約 24%, 約 14%, 約 7% 角度が大きくなっていることから、角度が増大したことにより伸展動作が少なくなり疾走速度の向上につながっていると考えられる。大島、藤井 (2020)<sup>(4)</sup> によると下腿を前傾させると地面反力ベクトルがより進行方向に向くと報告されている。本研究においても、Pre から Post に各関節角度が向上したことにより、下腿が前傾し、地面反力ベクトルが進行方向に向くことにより、足関節トルクの増大につながり疾走速度が増加したと考えられる。また、疾走速度は 1 秒間あたりの歩数を示すピッチと、1 歩あたりの移動距離を示すストライドとの積であることから、疾走速度を高めるためには少なくともどちらか一方を向上させる必要がある。福田ら (2010)<sup>(5)</sup> は、疾走速度はピッチとより強い関係を持つと報告しているが、Hunter ら (2004)<sup>(6)</sup> は、ストライド

と関係すると報告している。したがって、どちらが疾走速度と関係性が強いが一貫した結果は明確になっていない。本研究では、先行研究とは違い最大疾走速度でのピッチ、ストライドを明らかにしておらず、スタートから 5 m までのピッチとストライドを算出している。その結果、ピッチが約 8% 増加しており、ストライド長は約 5% 減少した。これは、クラウチングスタート時の姿勢の変化がピッチを向上させる動きに変わり、ストライドを短くすることにより疾走速度を向上させていることが考えられる。加え、疾走速度とピッチ、ストライドの相関では、ピッチのみ相関関係が認められたことから、スタートにおいてはストライドを大きくするよりも、ピッチを高めることにより加速を高め疾走速度を高める可能性が示唆された。これらのことからクラウチングスタートを指導する際、クラウチングスタートフォームにおいて、下腿を前傾させるように動きを変化させることで大きなストライドを獲得するのではなく、ピッチを増加させ、加速するための地面を蹴る回数を増やし、水平ベクトル方向の力を増加させることで疾走速度を高めることができると考えられる。また、対象者が小学校、中学校、高等学校と陸上競技の授業を受講しており、中学校、高等学校の保健体育科教員を目指す学生、スポーツ指導者を目指している学生を対象に行っていることから、積極的に指導を行わず、タブレット、スマホ等の ICT 機器の使用方法及び映像撮影方法、見方を教示することだけを行い、対象者個別、対象者同士の学習のアクティブラーニング型授業を行うことを中心とし、対象者が考えた練習を行わせた。その結果、ICT 機器を使用した練習方法は、疾走速度を約 3% 向上させた。このことは、教員が直接指導しない場合においても、例えば、コロナ化で対面での実技授業ができ

なくとも、対象者が各々スマートフォンやタブレットを使用することで授業を行える可能性があることを示した。総務省「通信利用動向調査」<sup>(7)</sup>によると、スマートフォンを所有している世帯が86.8%となり、各家庭でスマートフォンを利用し体育の遠隔授業においても十分に実施できると考えられる。

また、授業の評価をする際においても、ICT 機器を使用し映像を保管していることからポर्टフォリオの効果を発揮し、授業前から授業後までを段階的に閲覧することができ、本研究で明らかとなったクラウチングスタート時のフォームにおいては、授業前と授業後において下肢の前傾させることができたかどうかを判断することで、疾走速度を高めようとする努力を評価することができると考えられる。

本実験に参加した対象者によると、教育現場の過程ではスターティングブロックの幅や、走り方の指導はされるが、対象者本人の身体特徴にあったクラウチングフォームやスターティングブロックの幅は指示されていない傾向がある。現に、本研究の実験の際も、「足の幅はどれくらいにすればいいですか」等の質問が頻発した。このことは、対象者本人が陸上競技の楽しさや奥深さを理解できず、ただ機械的に授業を受けている可能性を示唆するものである。ICT 機器を使用した本研究の練習方法を用いれば、対象者本人が視覚的に得られた情報をもとに、考え行動することができ、陸上競技の本質を理解し、結果、走ることの楽しみを得られるのではないかと推察される。加え、本研究で明らかとなったクラウチングスタートのフォームを指導することでより良い授業になると考えられる。

## V まとめ

本研究では、ヒトの基本動作である走・跳・投を競技とする、保健体育分野の陸上競技短距離走、特にクラウチングスタートフォームに着目し、ICT 機器を使用し、他者との比較ではなく、自分自身の体の動かし方の発見につながり、記録の向上、競技の楽しさや喜びを味わい、基本的な動きや効率のよい動きを身に付けることができる授業づくりのための知見を得ること目的とし、この研究の成果は、基本的な動作や効率的な動きを習得するための授業設計に活用されることを目指した。

研究結果より、疾走速度（スタートから5mまで）を向上させるためには、ストライドよりもピッチを高めることが有効であることが示唆された。ピッチを増加させるためには、股関節（右）で約16%、股関節（左）で約24%、膝関節（右）で約14%、足関節（右）約7%角度が大きくなる必要があることが明らかとなった。これらの変化は、大転子の位置を高くすることで重心位置が上昇し、下肢の各関節が屈曲状態から伸展する時間の短縮につながる。また下腿が前傾することから地面反力ベクトルが進行方向に増加していることが考えられた。

ICT 機器を活用した本研究の練習方法は、対象者本人が視覚的な情報を元に自身の動きを評価し、改善する際の指針となることが示唆された。これらのことから、陸上競技の本質を理解し、結果として走ることの楽しみを得られる可能性が推測された。また、図2のようなICT 機器を活用したアクティブラーニングの手法だけではなく、従来通りの指導教員が直接見本を披露したり、言葉で説明する指導においても、本研究結果であるクラウチングスタートのフォームの関節角度を変化させる指導を行うことで、より質の高い授業

が実現できると考えられる。

## 参考引用文献

- (1) 文部科学省 中学校学習指導要領  
(平成29年告示)
- (2) 文部科学省 高等学校学習指導要領  
(平成30年告示)  
[https://www.mext.go.jp/content/1384661\\_6\\_1\\_3.pdf](https://www.mext.go.jp/content/1384661_6_1_3.pdf)
- (3) 神奈川県立体育センター (2017) 平成29年度 神奈川県立体育センター研究報告書 ICT を活用した保健体育授業の充実に向けて－効果的にタブレット端末を活用した主体的・対話的で深い学びを目指して－  
[https://www.mext.go.jp/content/1413522\\_002.pdf](https://www.mext.go.jp/content/1413522_002.pdf)
- (4) 大島 雄治, 藤井 範久 (2020) クラウチングスタートからの1歩目支持期における身体の姿勢と関節トルクが生成する地面反力の関係について 体育学研究 65 pp73-88
- (5) 福田 厚治, 貴嶋 孝太, 伊藤 章, 堀 尚, 川端 浩一, 末松 大喜, 大宮 真一, 山田 彩, 村木 有也, 淵本 隆文, 田邊 智 (2010) 一流短距離選手の疾走動作の特徴－第11回世界陸上競技選手権大阪大会出場選手について－. 世界一流陸上競技者のパフォーマンスと技術. 日本陸上競技連盟. 39-50.
- (6) Hunter J P, Marshall R N, and McNair P J (2004) Interaction of step length and step rate during sprint running. Med Sci Sports Exerc. 36 (2) :261-71.
- (7) 総務省 令和2年通信利用動向調査結果 (2023/08/23最終閲覧)  
[https://warp.da.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/12938773/www.soumu.go.jp/johotsusintokei/statistics/data/210618\\_1.pdf](https://warp.da.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/12938773/www.soumu.go.jp/johotsusintokei/statistics/data/210618_1.pdf)