

# 大学との連携によって実施した中学校体育授業に関する 事例的研究：投能力向上のための学習プログラムについて

## A Case Study on Junior High School Physical Education Classes Implemented in Collaboration with An University: Learning Programs for Improving Throwing Ability

高信清人<sup>1</sup>, 松原拓矢<sup>2</sup>, 伊佐野龍司<sup>3</sup>, 関慶太郎<sup>3</sup>, 小針幸世<sup>4</sup>, 青山清英<sup>3</sup>  
Kiyohito Takanobu<sup>1</sup>, Takuya Matsubara<sup>2</sup>, Ryoji Isano<sup>3</sup>, Keitaro Seki<sup>3</sup>, Sachiyo Kobari<sup>4</sup>, Kiyohide Aoyama<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 日本大学大学院文学研究科 / Graduate School of Literature and Social Sciences, Nihon University

<sup>2</sup> 株式会社ラクスパートナーズ / RAKUS Partners Co., Ltd.

<sup>3</sup> 日本大学文理学部 / College of Humanities and Sciences, Nihon University

<sup>4</sup> 豊島区立千川中学校 / Senkawa Junior High School, Toshima Ward, Tokyo

### 抄録

本研究では大学と中学校保健体育科との授業連携の一事例を取り上げ、その成果と諸問題を定性的・定量的に検証することを目的とした。インタビュー調査およびバイオメカニクスの分析の結果、中学校は大学との連携によって、体育授業の中で生徒の投能力を向上させるという成果があげられ、大学は研究フィールドや学生の体験学習の実践の場を得ることができ、双方にメリットがあることが確認された。課題として今後の連携については、地域の教育委員会や地域コーディネーターといった地域との連携の必要性が確認された。

キーワード：半構造化インタビュー、バイオメカニクス、実践的指導力、授業連携

## 1. 緒言

大学は、歴史的には教育と研究を本来の使命としてきたが、社会情勢の変化とともに大学に期待される役割も変化しつつある。平成17年の中央教育審議会答申「我が国の高等教育の将来像」では、大学の機能別分化に「社会貢献機能（地域貢献、産学官連携、国際交流等）」が追加され、社会貢献機能が明示的に挙げられた（文部科学省, 2005）。そして、平成18年改正の「教育基本法（第7条第1項）」および平成19年改正の「学校教育法（第83条第2項）」によって、従来の「研究（知の蓄積）」、「教育（知の継承）」に加えて「地域貢献（知の還元）」が第3の使命として据えられるようになった（文部科学省, 2006;2007）。

また、2008年閣議決定された国土形成計画では「新たな公」として、「多様な民間主体を地域づくりの担い手にとらえ、それら相互が、あるいは、それらと行政とが有機的に連携する仕組みを構築することにより、地域の課題に的確に対応していくことの可能性が高まってい

る」とした。そして、その重要な主体のひとつとして、大学が位置づけられた。つまり、大学の「第3の使命」と地域の「多様な主体」の2つが結びつき、大学と地域の連携はこの時期から、急速にホット・イシューとなり始めた（中塚・小田切, 2016）。

さらに総務省が平成26年3月4日に開催した「平成25年度域学連携フォーラム」によると、「域学連携の取り組みは地域（地方自治体）及び大学（大学生・教員）双方にメリットがあり、さらなる充実が望まれていることから、連携事例の収集・整理、そのノウハウの確立、継続的に実施できる仕組み作りが求められている」と明記されている（総務省, 2014）。つまり、地域には「大学に集積する知識・情報・ノウハウを活かすことができる」、「地域で不足する若い人材力を活用できる」、「地域が活性化する」というメリットがあり、大学には「実践の場が得られる」、「教育・研究のフィードバックができる」というメリットがあるといえる。そして、その観点から、地域と大学の両者は「学生や地域住民の人材育成」という点で共通メリットをもつことになるとされている。また、2015年の新しい国土形成計画（第2次計画）においても、「大学等が、社会に貢献する人材の育成や、地域の連携拠点としての機能を果たし、また、大学等や大学生と地域のかかわりが継続的な活動につながるよ

う、その取組を促進する」と述べられている(国土交通省, 2015)。

このような背景より、総務省は、地方行政が実践する諸活動の中に大学地域連携を重要な柱の一つと捉え、大学等と連携した地域づくり活動を行う地方公共団体に対して、特別交付税措置を講じるなどの事業を行い、地域力の創造・地方の再生に向けた活動の推進を支援するようになった。そして具体的な大学地域連携の活動のあり方として、地域資源発掘や地域振興プランづくり、地域課題解決に向けた実態調査などを挙げている。これらは、大学地域連携という言葉から一般にもイメージされることの多い活動であるが、基本的に地域づくり、地域の活性化の推進を直接的な目標とする諸活動の中に位置づけられるものであり、その他にも大学地域連携活動は多々存在する。例えば、地域の医療や福祉に関わりその改善・適正化に努める活動、地域の住民を対象としたスポーツ指導や技芸に関わる教育活動、特定地域を舞台として行われる大学の実践的教育・交流活動などである(落合, 2022)。特に、教育活動は大学という知の宝庫であり、人材の拠点でもある高等教育機関に期待されている大学地域連携活動であると考えられる。大学、行政機関、学校など様々な関係機関が一体となり、エビデンスに基づき、現状・課題を把握した上で、地域のビジョンを共有し、課題解決に向けた連携の抜本的強化を図っていくことが不可欠であると考えられる。

大学と地域の連携に関して、青山(2022)は、これまで事例報告として扱われてきたものも含めて大切な研究と位置づけ、アカデミックなエビデンスを導出することが質の高い大学地域連携を生み出すと述べている。このような背景から、近年、「大学地域連携学」を学問領域として位置付ける機運が高まっている。また、「大学地域連携学」は大学地域連携を対象とした事例研究を重要視し、いくつかの研究領域から問題に取り組むといった構造的なアプローチによって問題を解決するという学際応用理論に基づいた学問であると言われている(青山, 2022)。

そこで、本研究では大学と中学校保健体育科との授業連携の一事例を取り上げ、その成果と諸問題を定性的・定量的に検証することを目的とした。

## 2. 方法

本研究で取り上げる題材は、A大学B学部が東京都C区立D中学校と連携し、投能力向上のための学習プログラムを用いて体育授業で実践した事例とした。定性的研究として、当事者の語りから授業連携の概要や成果、課

題の抽出を行うために、授業連携の担当教員へのインタビュー調査を実施した。また、授業連携の成果を、体育授業で行ったハンドボール投げの投動作から客観的に検討するために、定量的研究として、当時の画像データから生徒の投動作をバイオメカニクスの分析した。

D中学校に対しては、研究協力に先立ち、研究の目的や方法、実験参加に伴う安全性に関してA大学側からD中学校の学校長および学級担任に十分な説明を行い、その後、生徒およびその保護者から実験参加の同意を得た。なお、本研究は日本大学文理学部研究倫理審査委員会の承認を受けた(承認番号:29-55)。また、本研究は保健体育の授業内で実施した実践的研究のため、時間の制約や倫理的配慮から対照群を設定することができなかった。

### 2.1. 対象者

本研究の対象者、授業連携に携わったD中学校の担当であった体育教師1名に半構造的なインタビュー調査を実施した。本調査の意図は、本連携に関する事実確認と現状における課題の抽出であった。

また、本研究で投動作の分析を行なった対象者は、東京都C区立D中学校の男子生徒190名(年齢:13.9±0.8歳, 身長:1.61±0.08m, 体重:49.1±9.2kg), 女子生徒204名(年齢:14.0±0.8歳, 身長:1.56±0.06m, 体重:48.1±8.2kg)とした。なお、女子生徒の投動作は関ほか(2019a, 2019b)が用いたデータセットを改めて分析したものである。なお、本研究は、測定データの2次利用についても研究倫理委員会の承認および生徒・保護者から同意を得ている。

### 2.2. インタビュー調査の内容

本インタビューは次の7項目を基幹質問として実施した。連携の構築過程の初期段階について、先行研究(益子ほか, 2003)で述べられているモデルケースと照らし合わせて検討するために、①「A大学と連携を行うことになった経緯をお聞かせください。」という質問を設定した。次に、連携の基礎となる部分は、歴史的・個人的関係性による信頼関係や社会関係資本である場合がしばしば見られるが(中塚・小田切, 2016)、本連携においてはどのような関係性に基づいて連携が実現したのかを検討するために、②「連携実現にあたってA大学の窓口となった教員との関係性をお聞かせください。」という質問を設定した。さらに、公立学校の場合、教育委員会などが仲介役とならない限り、大学との連携の実現は容易ではないという実態があるが(文部科学省, 2012)、D

中学校では過去に大学との連携についての前例があるか確認を行うために、③「今回の連携以外で過去に大学と授業連携を行った例はありますか。」という質問を設定した。第4の質問として、今後の連携を行う上でどのような手段で連絡を取り合うのが良いか、また、地域を跨ぐ連携において互いの進捗報告や情報共有の手法など、重要な知見を得ることを目的として、④「A大学と連絡を取る際に用いた手段および打ち合わせの頻度をお聞かせください。」という質問を設定した。第5の質問として、連携実施時における教員のコミュニティ形成や、カリキュラム作成など、学校内での方針を決定する上での知見を得ることを目的として、⑤「今回の授業連携には何名の先生がそれぞれ何の役割をもって携わったのでしょうか。」という質問を設定した。第6の質問として、元から決まっているカリキュラムの中、限られた授業時間を大学との連携授業の一部に充てることによるメリットとデメリットを確認するために、⑥「大学による体育授業の介入を実現させるためにどのような落としどころで意見交換がされたのかお聞かせください。」という質問を設定した。最後の質問として、教員が異動する公立中学校において、一回性の連携内容を引き継ぐことや、継続的な連携を行うことの難易度を確認し、今

後の検討課題を抽出するために、⑦「投能力向上のための学習プログラムは現在も引き継がれて行われているのでしょうか。」という質問を設定した。

### 2.3. 学習プログラム

本連携で行われた投能力向上のための学習プログラムは、尾縣ほか（2001）が提案した、どすこいバウンド投げ、振り子投げ、ステップ投げ、バトン投げの4つの教材に、紙鉄砲と遠投を加えて6つの教材にして関ほか（2019a, 2019b）が提案したものであった。これらの教材で構成された学習プログラムを、尾縣ほか（2001）と同様に体育の授業の一環として取り入れ、図1に示した通りに実施した。なお、授業1時間あたり約10分間の実施とした。

### 2.4. データ収集およびデータ処理

学習プログラムの有効性を検証するために学習プログラム前後にハンドボール投げ（2号球：0.35kg）の測定を行った。なお、測定は授業の都合により、PreとPostの測定間隔が約6ヶ月となった。ハンドボール投げは文部科学省が平成11年度の体力・運動能力調査から導入した「新体力テスト」（スポーツ庁、online）の種目の一つであり、平坦の地面に描かれた直径2mのサークル内か

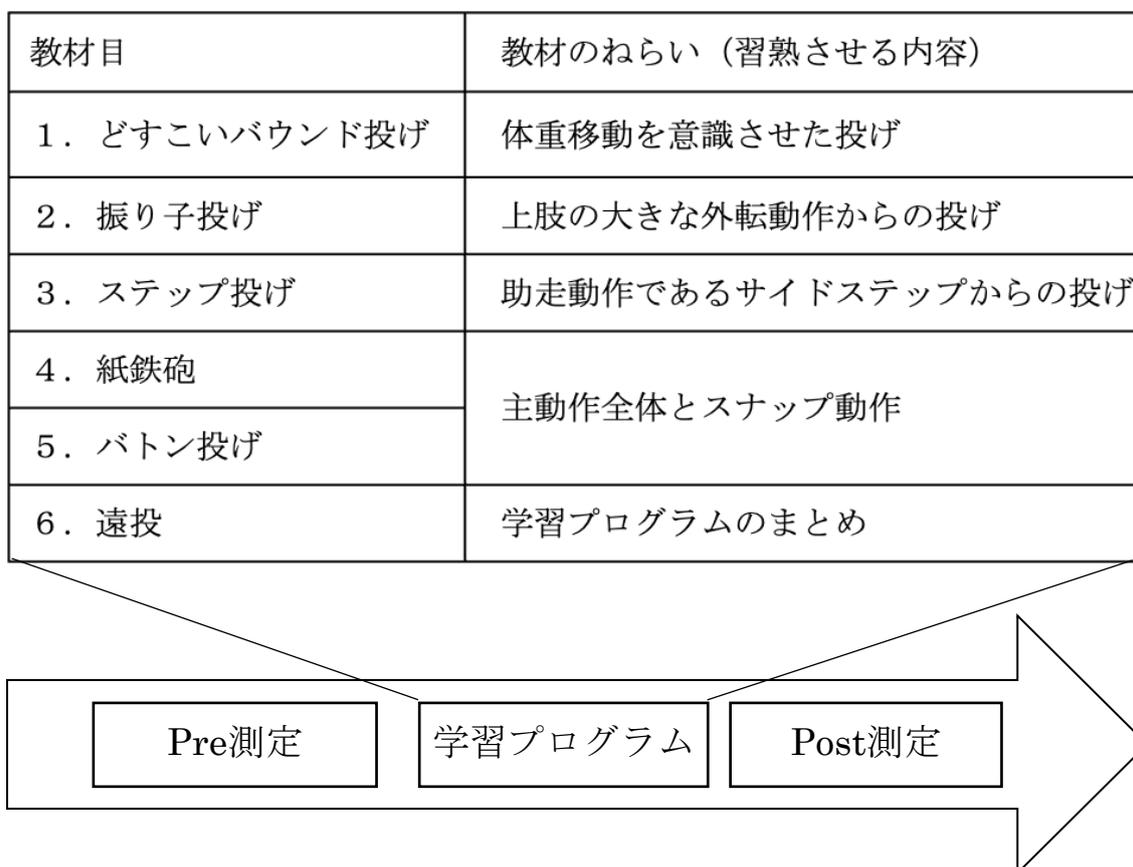


図1 学習プログラムの内容と実施期間

ら投球を行なった。投球中、投球後に円を踏んだり越した場合は無効試技とした。投動作は、動作自由度の大きな上肢を素早く動かす3次元動作であると言われているが(小林ほか, 2012)、本研究は授業時間内での実施のため、時間や設備の制約が大きく、3次元分析を行える測定は実施できなかった。そのため、矢状面における動作のみを分析対象とした。先行研究(尾縣ほか, 2001)も2次元動作分析でその効果を検証していることから、学習プログラムの効果は2次元動作分析で十分に検証可能であると考えられる。

矢状面の投動作はハイスピードカメラ(GC-P100, JVCケンウッド, 神奈川)を用いて側方から300 fpsで撮影した。撮影された映像をもとに、ボール中心、頭頂、耳珠点、胸骨上縁および左右の手先、手首、肘、肩峰、つま先、中足指節関節、踵、外顆、膝関節、大転子の計24点をFrame-DIAS V(DKH, 東京)を用いて100 Hzでデジタル化した。本実験では、運動を行っている平面とカメラの光軸が完全に直行する位置にカメラを設置できなかったため、試技に先立って撮影したコントロールポイントの座標を用いて2次元Direct Linear Transformation(DLT)法(Abdel-Aziz and Karara, 1971)によって実長換算した。実長換算した座標値は、座標成分ごとにWells and Winter(1980)の残差分析法で決定した最適遮断周波数(2-14 Hz)を用いて、Butterworth low-pass digital filterによって平滑化した。

## 2.5. 局面定義

本研究では、主動作前に行われた動作を準備動作、準備動作後に両足が完全に接地した時点を主動作開始時、ボールが手から離れる瞬間をリリース時とした。主動作開始時からリリース時までを主動作局面と定義し、この局面を分析対象とした(図2)。

## 2.6. 分析項目

ハンドボールの速度は、ハンドボール中心の位置座標を時間微分して求めた。投射速度は、リリース時のハン

ドボールの合成速度として求めた。投射角度はリリース時におけるハンドボールの速度ベクトルが水平面となす角度とした。投射高はリリース時のハンドボール中心の位置座標の鉛直成分とした。投擲距離は、風などの空気力学的要因の影響を取り除き、投動作の効果を検討するため、Bartlett and Best(1988)の式にこれらのリリースパラメータを代入することで理論上の投擲距離(L)を求めた。

$$L = \frac{1}{g} V \cos \theta \left[ V \sin \theta + \sqrt{(V \sin \theta)^2 + 2gh} \right] \quad (\text{式1})$$

ここで、 $V$ は投射速度、 $\theta$ は投射角度、 $h$ は投射高、 $g$ は重力加速度を示す。

本連携で扱った学習プログラムがハンドボール投げの投動作に与えた影響を客観的に明らかにし、各教材の目的が達成されたかを検証するため、次のキネマティクス変数を算出した。

教材1の体重移動を意識した投げのねらいを検証するために重心移動距離を算出した。重心移動距離は、主動作開始時からリリース時までの身体重心の移動距離とした。なお、身体重心は、横井ほか(1986)の日本人幼年の身体部分慣性係数を用いて算出した。

教材2の上肢の大きな外転動作からの投げのねらいである腕を大きく使って投げる技術の習得を検証するために、主動作局面中の平均の腕セグメント長、腕セグメント角速度を次の通り算出した。まず、腕セグメント長は、投げ腕の肩から手首までの線分と定義し、腕セグメントと水平面のなす角を腕セグメント角度とした。また、腕セグメント角度のリリース時と主動作開始時との差を腕セグメントの角変位とし、腕セグメントの角変位を主動作局面に要した時間で除すことによって、腕セグメント角速度を算出した。

教材3のサイドステップからの投げのねらいである、準備動作におけるステップ動作の習熟、準備動作から主動作へのスムーズな移行を検証するために、重心スピードを算出した。重心スピードは、主動作開始時における

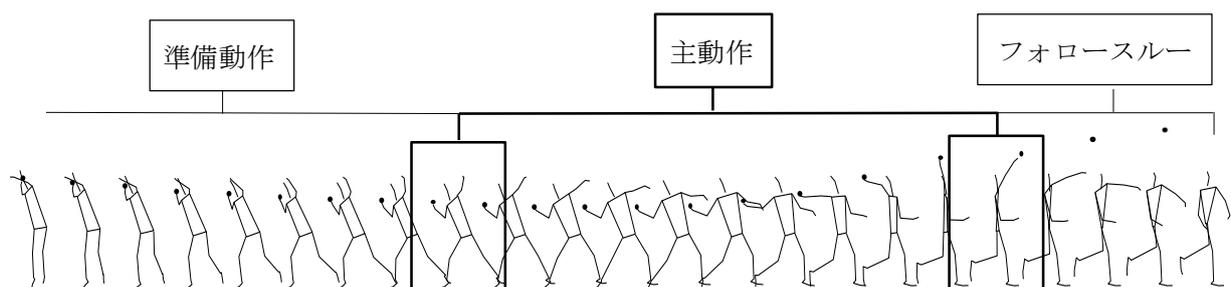


図2 局面定義

身体重心の合成速度とした。

教材 4, 5 の紙鉄砲およびバトン投げのねらいであるスナップ動作の習熟を検証するために、手首に対するハンドボールの相対速度、股関節に対する肩の相対速度を算出した。股関節速度、肩速度、手首速度は、主動作局面中の投げ腕の大転子、肩峰、手首の位置座標を時間微分することで算出した。その上で算出された主動作局面中の相対速度の最大値を採用した。

キネマティクスの解釈では明らかにすることのできない、投動作の原因となる力についての検討を行うために、主動作中にハンドボールに加わる力の平均値およびその方向を、橋本ほか (1994) が砲丸投げにおける投動作を検討した際に用いられた方法をもとに算出した。

主動作開始時のハンドボールの速度を  $\vec{V}'$ 、投射速度を  $\vec{V}_0$ 、主動作中に手からハンドボールに加えられた力の平均を  $\vec{F}$ 、ハンドボールにはたらく重力を  $\vec{W}$ 、ハンドボールにはたらく合力の平均値を  $\vec{f}$  とする。

ここで、 $\vec{V}_0$  と  $\vec{V}'$  の差を、主動作局面に要した時間 ( $T$ ) で除すことによって、主動作中の平均の加速度ベクトル ( $\vec{a}$ ) を算出することができる。また、 $\vec{f}$  は、ハンドボールの質量 ( $M$ ) と  $\vec{a}$  の積である。したがって、 $\vec{F}$  は、 $\vec{f}$  から  $\vec{W}$  を引いたものとなる。

$$\vec{F} = \frac{M(\vec{V}_0 - \vec{V}')}{T} - \vec{W} \quad (\text{式 2})$$

また、 $\vec{V}_0$  の水平成分および垂直成分を  $\vec{V}_0 = (V_{0x}, V_{0y})$  とし、 $\vec{V}'$  の速度成分を  $\vec{V}' = (V_x, V_y)$ 、主動作中にハンドボールにはたらく重力の成分を  $\vec{W} = (0, -Mg)$  とする。このとき、 $g$  は重力加速度を示す。したがって、 $\vec{F}$  の水平成分 ( $F_x$ ) と垂直成分 ( $F_y$ ) は、それぞれ以下のように示すことができる。

$$F_x = \frac{M(V_{0x} - V_x)}{T} \quad (\text{式 3})$$

$$F_y = \frac{M(V_{0y} - V_y)}{T} + Mg \quad (\text{式 4})$$

また、 $F$  の大きさは、

$$|\vec{F}| = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} \quad (\text{式 5})$$

で示され、 $\vec{F}$  の水平面となす角 ( $\theta_F$ ) は、

$$\tan(\theta_F) = \frac{F_y}{F_x} \quad (\text{式 6})$$

によって求めることができる。また、各方向においてハンドボールに加えられた平均の力の大きさと、 $T$  の積から、力積 ( $I$ ) を算出した。

主動作中の仕事 ( $W$ ) は、主動作開始時においてハン

ドボールがもつ運動エネルギーと位置エネルギーの和である力学的エネルギー ( $E_m$ ) と、リリース時の力学的エネルギー ( $E_i$ ) との差によって求めた。

## 2.7. 統計処理

すべての変数は平均値±標準偏差で示した。学習プログラムの前後の男女の各種変数の有意差検定には時間と性別を要因とする二要因分散分析を行った。なお、時間は被験者内要因、性別は被験者間要因であった。交互作用が有意であった場合には単純主効果検定を行い、単純主効果が有意であった項目については Bonferroni 法により多重比較を行った。また、交互作用が有意ではないが、主効果が有意であった場合には Bonferroni 法により多重比較を行った。統計処理は IBM SPSS Statistics 27 を用いて行い、有意水準は 5%未満とした。

## 3. 結果と考察

### 3.1. インタビュー調査の結果

#### 3.1.1. 授業連携の経緯

連携の構築過程の初期段階について検討するために、D 中学校の体育教師 E 教諭に第 1 の質問として「A 大学と連携を行うことになった経緯をお聞かせください。」という質問を行った。E 教諭は、「スーパーアクティブスクール実践校に D 中学校が選定されたことがまずは発端にありますね。現在は行われておりませんが教育委員会が主体となって実施された取り組み<sup>注 1</sup>です。」と回答していた。スーパーアクティブスクールの選定に関しては、東京都教育委員会が行ったのではなく、各区市町村の教育委員会がその管轄内の全学校の中から選定して、東京都教育委員会へ推薦校を報告する流れであったという。また、E 教諭は、「C 区教育委員会のある会議の中でスーパーアクティブスクールについての話が持ち出され、私たちの区からは挙手性のように自ら希望した学校を指定校に選出するかたちになりました。」と話していた。つまり、少なくとも C 区においては教育委員会が無作為抽出でスーパーアクティブスクール実践校を決めるのではなく、中学生の体力向上を図る取り組みに対して積極的な学校が選ばれることになるというプロセスが構築されていた。結果、C 区の中から D 中学校が代表として選ばれることになった。E 教諭は、「D 中学校は元々スポーツに対して積極的な取り組みをしまして、開校時からずっと、特に持久走に力を入れていたのです。ですが、投げる力に関しては新体力テストで全国平均を下回っており、スーパーアクティブスクールをきっかけに何とかしたいという気持ちがありました。」と話していた。そ

の後、東京都教育委員会から正式にC区の代表としてD中学校がスーパーアクティブスクール実践校に認定された。「東京都教育委員会へ3年間の実施計画書を提出し、東京都教育委員会から予算をいただいて取り組みを開始しました。」とE教諭はお話しており、予算は全学校一律であった。なお、「教育委員会が何か仲介役になることやアドバイザーになることはなく、基本的に各校に一任するような形でした。」という、各学校に一任するといったような方針であったため、スーパーアクティブスクールに指定された学校が主体性をもって計画的に進めていく必要があった。しかしその上で、「教育委員会が特別に介入することはありませんでしたが、取り組みに関しては教育委員会が直接学校に訪問しに来て、その様子を視察していました。実際、研究授業に教育委員会の方がお見えになって、成果の報告会も行いました。」とE教諭は話しており、学校から教育委員会側への報告・連絡・相談といったコミュニケーションは定期的に行われていたことが確認された。

スーパーアクティブスクールの指定校は、先述したようにそれぞれの学校に割り当てられた予算のもと、その学校の方針でアスリートを講師として呼んでスポーツ教室を開講するなど、東京都教育委員会が定めた目標である、中学生の体力向上を目指して取り組んだ。E教諭は、「D中学校では、得意なものを伸ばし、苦手なものを克服するという目的で、従来から行われていた持久走の記録の更なる向上と、体力テストで全国平均以下のハンドボール投げの記録の向上を図りました。」と話しており、投能力を向上させるための方法を学内だけで解決するより、そのノウハウをもったところへお願いしようということでA大学のF教授を尋ねたという。「私たちD中学校としては、生徒の投能力を向上させたいという思いがあって話をもちかけたのですが、F教授としては、研究フィールドがほしいという思いがありました。それに対してD中学校としては、喜んで協力したいという考えでしたので、お互いのニーズが合致して連携に至りました。」と話していた。

ここで、本連携においてはどのような関係性に基づいて連携が実現したのか検討するために、第2の質問として「連携実現にあたってA大学の窓口となった教員との関係性をお聞かせください。」という質問を行った。するとE教諭は、「実は私もA大学出身で、F教授とは学科の同級生なのです。今でも一緒にお仕事させてもらっています。そのような関係性でしたのでスーパーアクティブスクールのことで協力していただけないか私の方からお声がけさせていただきました。」と答えており、

学校と大学の連携の発端は、E教諭とF教授の個人的な繋がりによるものであったことが明らかとなった。また、「今回の授業連携にはF教授と一緒に当時の大学院生G氏が主体となって動いてくださりました。」と話していた。このケースは歴史的・個人的関係性による信頼関係や社会関係資本に基づくものであり(中塚・小田切, 2016)、地域連携活動を発展させていく上で根幹を成すものであると言える。また、益子ほか(2003)が、この個人的な繋がり的重要性について説いているように、本授業連携におけるE教諭とF教授では、互いの目標を共有し、相互に綿密な対話を行うことのできる、最も基本的な連携の基盤となる社会的資本が構築されたということができる。

以上のことが背景となり、D中学校とA大学の間で、中学生を対象にした体育授業に関する連携が行われることになった。

また、公立学校の場合、教育委員会などが仲介役とならない限り、大学との連携の実現は容易ではないという実態があるが(文部科学省, 2012)、D中学校では過去に大学との連携についての前例があるか確認を行うために、3つ目の質問として「今回の連携以外で過去に大学と授業連携を行った例はありますか。」という質問を投げかけた。するとE教諭は、「実は今までも様々な大学連携を行ってきまして、A大学さんはもちろん、他にも4校程の大学と授業連携を行っていたのです。なので、もともと大学との連携には慣れていました。」と答えていた。このように、元から大学との連携に力を入れ、協力的な学校であったことが明らかとなった。また、「A大学からは陸上競技部の学生さんに来ていただいて走り方教室なども行ってもらいましたよ。その時からの信頼関係もあって今回も依頼させていただいたのです。」と話していた。つまり、A大学とD中学校が互いに協力し合う関係性は既に確立しており、本研究で研究対象とした連携は、継続的な信頼関係から生み出された新たな連携であったことがここで明らかとなった。なお、E教諭が名前を挙げた大学4校のうち、2校はD中学校から地理的に近い大学であり、残りの2校は教員養成に特化した大学であった。A大学も教員養成の学部を設けており、E教諭曰く、様々な大学の学生に、学校教育現場における体験学習(ボランティアやインターンシップ)の機会を与えて、将来現場で活躍するための実践的指導力を身に着けるために欠かせない、重要な学びの機会を提供するために授業連携を行っていたという。その一方で、E教諭は、「スーパーアクティブスクールの取り組みは予算があったのでA大学さんをお願いをして実施できまし

たが、資金がなければ学校側から連携をお願いすることは難しかったかもしれないです。」と話していた。実際、毎年このような大学連携、地域連携を行うための予算が教育委員会からおりてきている訳ではなく本連携は特例であった。また、大学や地域側も連携を行う人材、時間、費用など、様々なリソースが必要になってくるため、今後の連携を行う上での検討課題であると言える。

以上のことから、本研究で取り上げた授業連携の経緯は、もともとのA大学とD中学校との関係性によって構築されたものであり、歴史的・個人的関係性による信頼関係や社会関係資本に基づくものであったことが明らかとなった。また、本連携は東京都教育委員会からの予算があり、リソース不足が連携の障壁となることは無かったが、資金が無ければ連携が難しい可能性があるということが課題点として見出された。

### 3.1.2. 授業連携の実態

第4の質問として、「A大学と連絡を取る際に用いた手段および打ち合わせの頻度をお聞かせください。」という質問を設定した。この質問の意図は、お互いの進捗報告や情報共有の手法は重要な知見を得ることであった。E教諭はこのことについて、「学校側も大学側も忙しく、お互い常にお手隙というわけではないので、連絡のやりとりは電話ではなく時間のある時に返信のできるメールを用いました。メールの方が記録にも残るので好ましい連絡手段だと思います。」と回答していた。このように、本連携ではコミュニケーションツールとして主にメールが用いられ、必要に応じて対面でのミーティングやリハーサルが実施された。実際、本連携の対象となったA大学とD中学校も隣接しているわけではなく、物理的な距離もあったので、連絡手段としてはメールが相応しかったと考えられる。

次に、第5の質問として、「今回の授業連携には何名の先生がそれぞれ何の役割をもって携わったのでしょうか。」という質問を行った。E教諭曰く、「D中学校では当時5人の体育の専任教員と非常勤講師によって体育の授業が行われており、学習プログラムの時間も複数人の教員で実施していました。」とのことであり、チーム・ティーチング形式による授業で実施されていたことが明らかとなった。E教諭は「例えば、チーム・ティーチングを活用して、男子の授業では苦手な生徒を呼んで技能図を見せたりと、マンツーマンで対応しました。」「女子の授業では投運動が苦手な生徒を集めて指導なんかもしました。ボールを掴む練習や、目を瞑らずに取る練習から始めて、チーム・ティーチングの良さを活かした

ながら投動作ができない生徒の対応も行いました。」などと話していた。このように、様々な教員が協力し合い、生徒の様子に応じて柔軟な対応をしていたことが考えられる。

Abdal-Haqq (1992) は、公立学校と大学が対等な立場のもと、学校は生徒の成績を最大限伸ばし、大学は実践研究によって効果的な教育実践を開発、実験、改善することの必要性を述べているが、A大学では一研究機関として、生徒の投能力を向上させるための学習プログラムを開発し、D中学校では一教育機関として生徒の投能力を向上させるための指導を行うという構図が本連携においても構築されていたことが確認された。

続いて第6の質問として、「大学による体育授業の介入を実現させるためにどのような落としどころで意見交換がされたのかお聞かせください。」と尋ねた。年度の初めに元から決まっているカリキュラムの中、限られた授業時間を大学との連携授業の一部に充てることは容易ではないと考えられたが、E教諭から「学校の方針を決定する校長が体育科の教員ということもあって、スーパーアクティブスクールの取り組みに前向きで、投能力向上のための学習プログラムを授業内で実施することについて特に困ったことはありませんでした。」という説明があり、大学が学校の授業に介入する上で懸念点となりそうなカリキュラムの問題は本連携で大きな心配はすることなく授業連携が実施されたことが明らかになった。しかし、このことは本連携においてD中学校の校長が体育科の教員であったことが大きく、柔軟な対応がなされたが、大学は中学校という枠組みの外から介入しているため、連携を行う際には先方の方針なども確認しながら密にコミュニケーションをとって事業を進めていくことが重要であると考えられる。

### 3.1.3. 授業連携後

最後に、第7の質問として、「投能力向上のための学習プログラムは現在も引き継がれて行われているのでしょうか。」という質問を行った。E教諭は「現在私はD中学校勤務ではないのですが、現在も当時の学習プログラムの内容が引き継がれて、球技の授業の最初のウォーミングアップなどで行われているみたいです。」と答えていた。教員が異動する公立中学校において、一回性の連携内容を引き継ぐことや、継続的な連携を行うことは先行研究からも容易ではないと考えられる(須田, 2013)。また、本連携では、現在もA大学とD中学校が継続的に連携を実施している訳ではないが、以前に行った内容がD中学校で引き継がれていることは本連携にお

ける成果だと考えられる。また、「現在私が新しく赴任した中学校でも今後投能力向上のための学習プログラムを実施していこうと考えております。」とE教諭は話していた。このことは、佐古(2002)が述べているように、大学がコンサルタントとなって先導的学校に知見を提供し、その先導的学校からまたさらに個別学校へ伝播していくという、先導伝播型の連携システムが構築されていたことが示唆された。

また、第1の質問を行なった際に、Post測定が行われた後については、東京都教育委員会に向けてスーパーアクティブスクールの成果を報告するための研究発表会が行われたことが明らかとなった。その研究発表会に関して、E教諭曰く、「最初に公開授業として、投能力向上プログラムを実践した授業を50分間行い、その後に私の方から『D中学校における体力向上の取り組み』というテーマで研究発表を行い、続けてA大学のG氏から、『中学生の投運動向上に向けた取り組み』というテーマで発表を行っていただきました。」とのことであった。E教諭は報告資料をもとに、当時の授業での工夫を話しており、「ティーム・ティーチングを活用して円滑に授業が行えたことが良かった。」ということを強調していた。成果については、「記録の向上が一番の成果です。多くの生徒の記録が伸びて教員としても嬉しく、A大学さんにご協力いただいて良かったです。特に、女子生徒は伸び代が大きかったと思います。」と話していた。また、「『どうやって投げればよいのか分かった!』という意見が生徒たちから多く聞こえ、正しいフォームにつなげる動きや、体重移動、目線、目標を設定して投げることの効果など、様々なことを学ばせていただいたと思います。」「体重移動を理解したことによって、他の種目の動作も応用できるようになったのではないのでしょうか。」などと様々な成果が見られたことを話していた。宮崎(2020)は、投動作を身に付けることはその他のスポーツの基礎ともなることを示唆しており、実際、学習プログラムの各教材の動作をアナログ<sup>注2</sup>として習得することによって、野球の投球動作(内田ほか,2017)や打球動作(綿田,1994)、ゴルフのスイング動作(マッダロッツ,2007)など様々なスポーツに応用することができると考えられる。また、「できる喜びから意欲の向上にもつながったと思います。実際、投動作が苦手でも積極的に取り組む生徒が増えました。」と話していたことから、本連携で実施した学習プログラムは、生徒たちの運動有能<sup>注3</sup>を高めるような内容であったことが伺える。特に、投能力は結果を数字で表すことができるため、生徒が自身のフォームの変化に気づいたり、「やればできる」という

達成感を味わうことができた可能性も考えられる。その一方で、E教諭は学習プログラムを実施した上での課題点を振り返り、「ボールを投げる動作や捕る動作ができない生徒の対応」と「説明の内容を理解することが難しい生徒への支援」を挙げていた。これらの解決策についてE教諭は「小中連携教育を充実させるなどして、発達段階に応じた基礎体力の向上について課題を共有して解決を図るべきだと思います。」と話していた。このように、学校教育の中で浮彫になった課題を、その学校内だけで解決しようとするのではなく、地域の小学校や高校、あるいは大学などの教育機関などと共有し課題解決に向けて中学校側も主体性をもって地域での活動領域を拡大していくことが重要であると考えられる。

## 3.2. バイオメカニクスの分析の結果

### 3.2.1. ハンドボールの運動からみた学習プログラムの効果

図3は、学習プログラム前後のリリースパラメータを示したものである。投射速度は男子のPreで $13.51 \pm 2.65 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , Postで $14.13 \pm 2.59 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , 女子のPreで $9.90 \pm 1.70 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , Postで $10.60 \pm 1.76 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ であった。二要因分散分析の結果、有意な交互作用は認められず( $F(1, 392) = 0.227, p = 0.634$ ), 時間要因( $F(1, 392) = 67.711, p < 0.001$ )と性別要因( $F(1, 392) = 296.838, p < 0.001$ )に有意な主効果が認められた。投射速度は、Pre < Post ( $p < 0.001$ )の関係で有意差が認められ、女子 < 男子 ( $p < 0.001$ )の関係で有意差が認められた。

投射角度は、男子のPreで $29.0 \pm 7.5 \text{ deg}$ , Postで $30.4 \pm 7.0 \text{ deg}$ であり、女子のPreで $28.7 \pm 8.7 \text{ deg}$ , Postで $31.1 \pm 6.8 \text{ deg}$ であった。二要因分散分析の結果、有意な交互作用は認められず( $F(1, 392) = 0.965, p = 0.326$ ), 時間要因にのみ有意な主効果が認められ( $F(1, 392) = 16.897, p < 0.001$ ), 性別要因には有意な主効果が認められなかった( $F(1, 392) = 0.140, p = 0.709$ )。投射角度は、Pre < Post ( $p < 0.001$ )の関係で有意差が認められた。

投射高は、男子のPreで $1.89 \pm 0.14 \text{ m}$ , Postで $1.91 \pm 0.13 \text{ m}$ であり、女子のPreで $1.88 \pm 0.11 \text{ m}$ , Postで $1.95 \pm 0.11 \text{ m}$ であった。二要因分散分析の結果、有意な交互作用が認められた( $F(1, 392) = 20.215, p < 0.001$ )。そこで、単純主効果検定を行ったところ、時間要因では、性別要因の女子で有意な単純主効果が認められ( $F(1, 392) = 72.231, p = 0.001$ ), Preと比較してPostで大きな値を示した( $p < 0.001$ )。性別要因では、時間要因のPostで有意な単純主効果が認められた( $F(1, 392) = 9.968, p = 0.002$ )。投射高は、女子ではPre < Postの関係で有意差が認めら

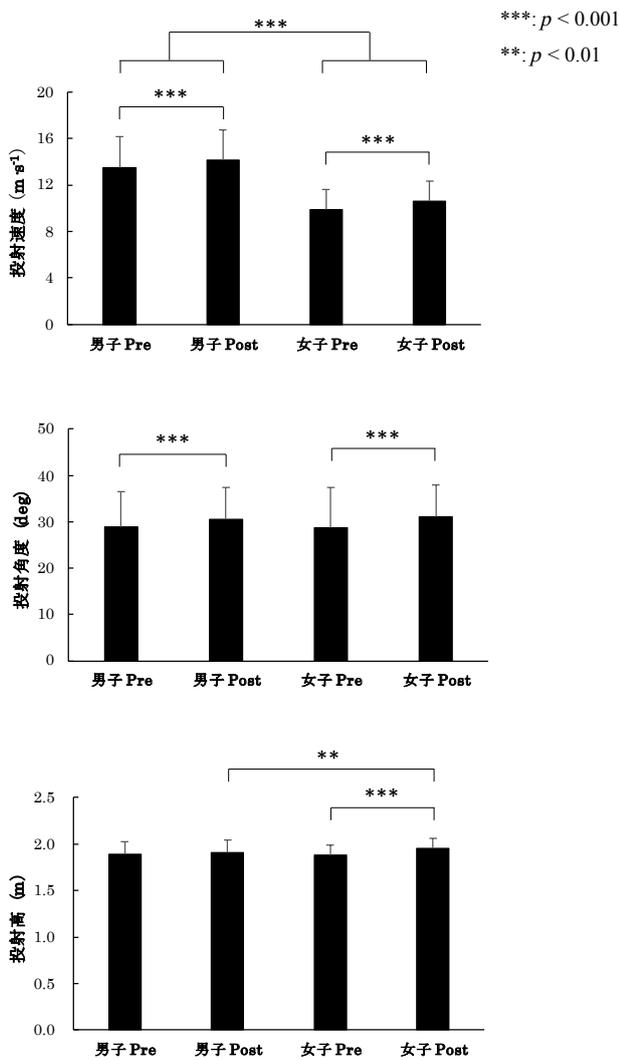


図3 学習プログラムの前後における投射速度，投射角度および投射高

れ ( $p < 0.001$ ), Postでは男子 < 女子の関係で有意差が認められた ( $p = 0.002$ )。

図4は，学習プログラム前後の投擲距離を示したものである。男子の投擲距離は，Preで  $18.66 \pm 6.19$  m, Postで  $20.74 \pm 6.65$  m, 女子のPreで  $10.98 \pm 3.32$  m, Postで  $12.72 \pm 3.66$  mであった。二要因分散分析の結果，有意な交互作用は認められず ( $F(1, 392) = 0.965, p = 0.327$ )，時間要因 ( $F(1, 392) = 121.816, p < 0.001$ ) と性別要因 ( $F(1, 392) = 260.952, p < 0.001$ ) に有意な主効果が認められた。投擲距離は，男女ともに Pre < Post ( $p < 0.001$ ) の関係で有意差が認められ，PreとPostともに女子 < 男子 ( $p < 0.001$ ) の関係で有意差が認められた。

図5は，主動作中にハンドボールに加えられた力積および主動作中に手がハンドボールになした仕事量を示したものである。合力の力積は，男子のPreで  $4.29 \pm 0.97$  N·s, Postで  $4.73 \pm 1.04$  N·s, 女子のPreで  $3.42 \pm 0.62$  N·s, Postで  $3.79 \pm 0.62$  N·sであった。二要因分散分析の結果，有意な交互作用は認められず ( $F(1, 392) =$

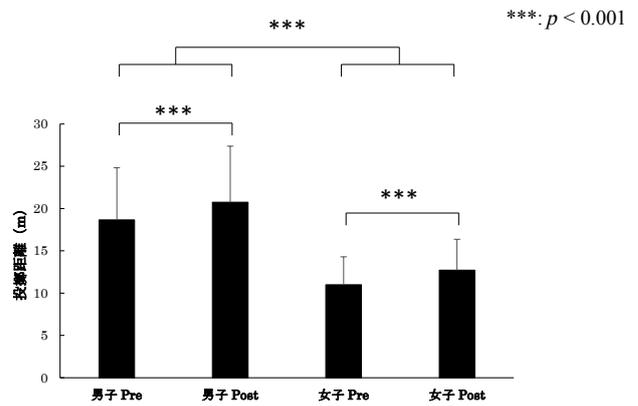


図4 学習プログラムの前後における投擲距離

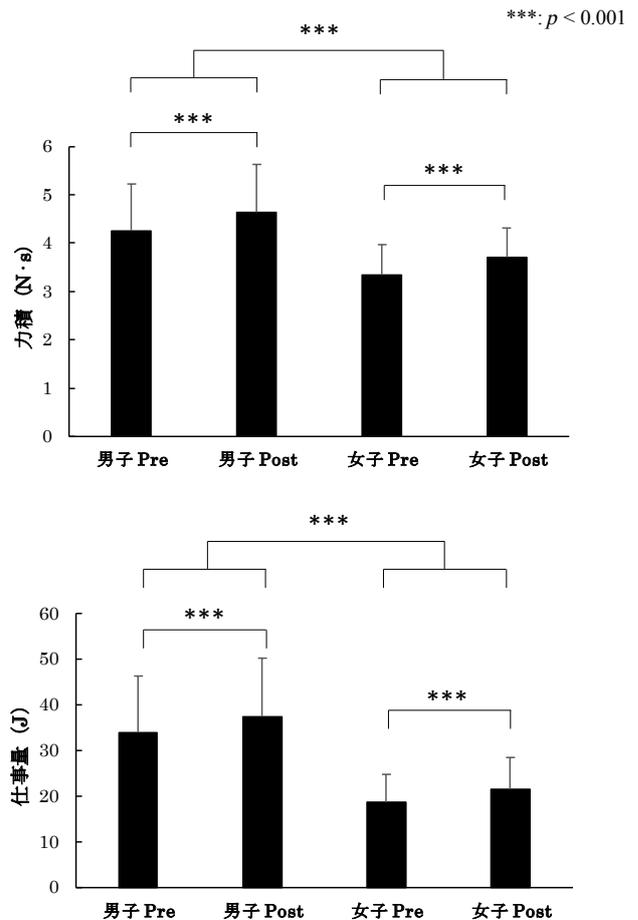


図5 主動作局面中にハンドボールに加えられた力積および主動作局面中にハンドボールになした仕事量

$0.858, p = 0.355$ )，時間要因 ( $F(1, 392) = 106.949, p < 0.001$ ) と性別要因 ( $F(1, 392) = 260.952, p < 0.001$ ) に有意な主効果が認められた。合力の力積は，男女ともに Pre < Post の関係で有意差が認められ ( $p < 0.001$ )，PreとPostともに女子 < 男子の関係で有意差が認められた ( $p < 0.001$ )。

主動作中に手がハンドボールになした仕事量は，男子のPreで  $33.87 \pm 12.35$  J, Postで  $37.35 \pm 12.90$  J, 女子のPreで  $18.76 \pm 6.03$  J, Postで  $21.59 \pm 6.90$  Jであった。二要因分散分析の結果，有意な交互作用は認められず ( $F(1, 392) = 0.737, p = 0.391$ )，時間要因 ( $F(1, 392) =$

68.412,  $p < 0.001$ ) と性別要因 ( $F(1, 392) = 277.953, p < 0.001$ ) に有意な主効果が認められた。手がハンドボールになった仕事量は、Pre < Post の関係で有意差が認められ ( $p < 0.001$ )、女子 < 男子の関係で有意差が認められた ( $p < 0.001$ )。

本研究では、投擲距離には有意な交互作用は認められず、男女ともに Pre と比較して Post において有意に大きかった。関ほか(2019a;2019b)は、中学生の女子において、学習プログラムは投能力向上に有効であったことを報告しているが、本研究の結果から男子においても同様に投能力向上に有効であったことが示唆された。

投射速度は男女ともに Pre と比較して Post で有意に大きい値を示した。すべての投擲競技において、記録を決定する主な要因は投射速度、投射角度、投射高とされているが (Hay, 1993)、中でも、投射速度は投擲距離を決定する上で、最も重要な要因であることがこれまでの研究で明らかになっている (村上・伊藤, 2003; Bartlett et al., 1996; Mero et al., 1994)。このことから、投射速度の増加が投擲距離の増加の主な要因であったと考えられる。

投射速度が増加した要因について検討するため、主動作中に手がハンドボールになった仕事量および力積を算出したところ、いずれも男女ともに Pre と比較して Post で有意に増加していた。桜井 (1992) は、手から放たれる際のボールに与える仕事量を大きくすることでボールの投射速度が増加すると報告している。仕事量は力と距離の積であり、これらを大きくすることが投射速度の増加につながると言える。また、このことを時間的観点から見れば、力と時間の積である力積を大きくする必要があるとも言える (宮西, 2003)。陸上競技の砲丸投げにおける回転投法やサッカーのスローインにおけるハンドスプリングスローなどは、力の作用する時間や距離をできるだけ伸ばすことによって、投射速度を獲得する技術である。このことから、本研究の学習プログラムを通して、主動作局面中に大きな仕事量や力積を獲得できる技術を習得したことが示唆された。

投射角度は Pre と比較して Post で有意に大きかった。本研究で得られた投射速度、投射高における最適な投射角は約 40 deg と考えられる。本研究における投射角度は、Pre では男女ともに約 30 deg であり、最適な投射角よりも小さい値であった。そのため、Post において男女ともに投射角度が有意に大きくなったことは、最適投射角度に近づいたと言えよう。

一方で、投射高には有意な交互作用が認められ、男子では Pre と Post の間に有意差は認められなかったが、女

子では Pre と比較して Post で有意に増加した。投射高が投擲距離に与える影響は大きくないことが先行研究で明らかになっており (石井, 1980)、本研究においても投射高の変化によって投擲距離が大きく変化したとは言い難い。しかし、女子で投射高が有意に増加したことは、教材の効果で投動作が変化した可能性がある。

### 3.2.2. 投動作からみた学習プログラムの効果

本研究で用いた学習プログラムでは、軸脚から反対脚への体重移動 (教材 1)、投げ腕の肩の回転 (教材 2)、準備動作におけるステップ動作の習熟および準備動作から主動作へのスムーズな移行動作の習得 (教材 3)、スナップ動作 (教材 4, 5) を狙いとした教材で構成されている。それぞれの教材の効果について、まず、身体重心に関する動作について述べていく。図 6 は、主動作局面中の重心移動距離、主動作開始時の重心スピード、主動作局面に要した時間を示したものである。主動作局面中の重心移動距離は、男子の Pre で  $0.26 \pm 0.08$  m, Post で  $0.28 \pm$

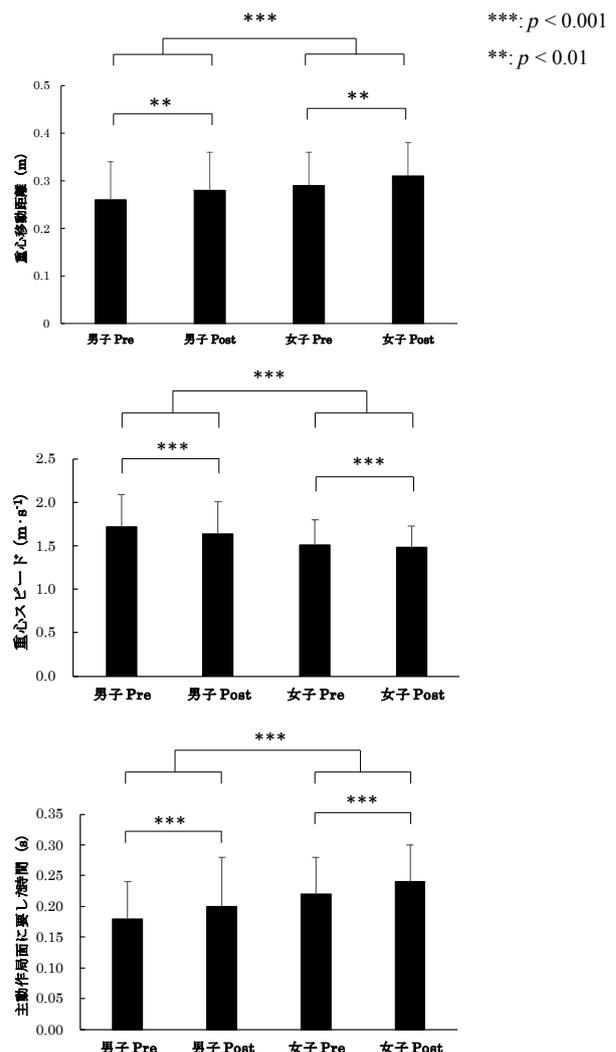


図 6 主動作局面中の重心移動距離、主動作開始時の重心スピード、主動作局面に要した時間

0.08 m であり、女子の Pre で  $0.29 \pm 0.07$  m, Post で  $0.31 \pm 0.07$  m であった。二要因分散分析の結果、有意な交互作用は認められず ( $F(1, 392) = 0.003, p = 0.958$ ), 時間要因 ( $F(1, 392) = 15.498, p < 0.001$ ) と性別要因 ( $F(1, 392) = 25.955, p < 0.001$ ) に有意な主効果が認められた。重心移動距離は, Pre < Post ( $p < 0.005$ ) の関係で有意差が認められ, 男子 < 女子 ( $p < 0.005$ ) の関係で有意差が認められた。

主動作開始時の重心スピードは, 男子の Pre で  $1.72 \pm 0.37 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , Post で  $1.64 \pm 0.37 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , 女子の Pre で  $1.51 \pm 0.29 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , Post で  $1.48 \pm 0.25 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  であった。二要因分散分析の結果、有意な交互作用は認められず ( $F(1, 392) = 2.289, p = 0.131$ ), 時間要因 ( $F(1, 392) = 10.154, p < 0.01$ ) と性別要因 ( $F(1, 392) = 44.886, p < 0.001$ ) に有意な主効果が認められた。重心スピードは, Post < Pre ( $p < 0.001$ ) の関係で有意差が認められ, 女子 < 男子 ( $p < 0.001$ ) の関係で有意差が認められた。

主動作局面に要した時間は, 男子の Pre で  $0.18 \pm 0.06$  s, Post で  $0.20 \pm 0.08$  s, 女子の Pre で  $0.22 \pm 0.06$  s, Post で  $0.24 \pm 0.06$  s であった。二要因分散分析の結果、有意な交互作用は認められず ( $F(1, 392) = 0.240, p = 0.624$ ), 時間要因 ( $F(1, 392) = 24.594, p < 0.001$ ) と性別要因 ( $F(1, 392) = 71.535, p < 0.001$ ) に有意な主効果が認められた。主動作局面に要した時間は, 男女ともに Pre < Post の関係で有意差が認められ ( $p < 0.001$ ), Pre と Post ともに男子 < 女子の関係で有意差が認められた ( $p < 0.001$ )。

主動作局面中の重心移動距離は, 男女ともに Pre と比較して Post で有意に増加した。これは, 教材 1 の効果を示すものと考えられ, 軸脚から反対脚への体重移動や準備動作から主動作へのスムーズな移行動作が習得できたことを示していると考えられる。桜井 (1992) は, ボールを速く投げるためには, 身体全体を使って大きなエネルギーを発揮することが重要であり, 重心移動距離を大きくすることは投てき距離を向上させるために重要であると報告している。一方, 主動作開始時の重心スピードは, 男女ともに Pre と比較して Post で有意に低下した。また, 主動作局面に要した時間は, 男女ともに Pre と比較して Post で有意に長かった。村上・伊藤 (2006) は, 投擲距離を向上させるためには助走動作で速度を獲得し, 体幹の前方回転速度へと変換することが重要であると報告しており, 助走動作の重要性を述べている。しかしながら, 本研究の結果は, 助走速度が低下したことを示唆するものである。このことから, 主動作局面における体重移動は, 助走速度の増加ではなく, 時間をかけて重心を大きく移動させることで達成されていたと考えら

れる。したがって, 主動作局面では目的とした技術が習得できていたものの, 助走局面については課題が残る結果となった。

図 7 は, 腕の動作について, 主動作局面中の平均の腕セグメント長と主動作中における腕セグメント角速度を示したものである。

主動作局面中の平均の腕セグメント長は, 男子の Pre で  $0.35 \pm 0.07$  m, Post で  $0.38 \pm 0.07$  m であり, 女子の Pre で  $0.29 \pm 0.07$  m, Post で  $0.31 \pm 0.06$  m であった。二要因分散分析の結果、有意な交互作用が認められた ( $F(1, 392) = 6.644, p = 0.0105$ )。そこで, 単純主効果検定を行ったところ, 時間要因では, 性別要因の男子 ( $F(1, 392) = 61.238, p < 0.001$ ) と女子 ( $F(5, 185) = 99.759, p < 0.001$ ) で有意な単純主効果が認められた。性別要因では, 時間要因の Pre ( $F(1, 392) = 22.860, p < 0.001$ ), Post ( $F(1, 392) = 26.336, p < 0.001$ ) で有意な単純主効果が認められた。平均の腕セグメント長は, 男女ともに Pre < Post の関係で有意差が認められ ( $p < 0.001$ ), Pre, Post ともに女子 < 男子の関係で有意差が認められた ( $p < 0.001$ )。

主動作中における腕セグメント角速度は, 男子の Pre で  $633 \pm 232 \text{ deg}\cdot\text{s}^{-1}$ , Post で  $584 \pm 199 \text{ deg}\cdot\text{s}^{-1}$ , 女子の

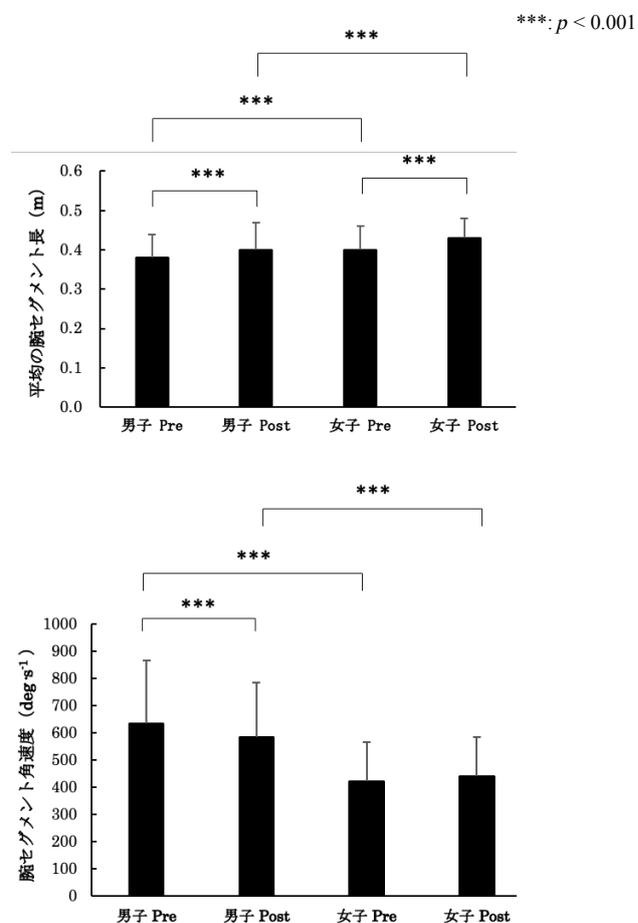


図 7 主動作局面中の平均の腕セグメント長と主動作中における腕セグメント角速度

Preで  $422 \pm 143 \text{ deg}\cdot\text{s}^{-1}$ , Postで  $439 \pm 144 \text{ deg}\cdot\text{s}^{-1}$ であった。二要因分散分析の結果, 有意な交互作用が認められた ( $F(1, 392) = 10.331, p = 0.001$ )。そこで, 単純主効果検定を行ったところ, 時間要因では, 性別要因の男子 ( $F(1, 392) = 10.988, p = 0.001$ ) で有意な単純主効果が認められた。性別要因では, 時間要因の Pre ( $F(1, 392) = 119.791, p < 0.001$ ), Post ( $F(1, 392) = 69.468, p < 0.001$ ) で有意な単純主効果が認められた。腕セグメント角速度は, 男女ともに Pre < Post の関係で有意差が認められ ( $p < 0.001$ ), Pre, Postともに女子 < 男子の関係で有意差が認められた ( $p < 0.001$ )。

主動作局面中の腕セグメント長は男女ともに, Preと比較してPostで有意に増加しという結果は, 教材2のねらいである上肢の大きな外転動作を使って投げる技術が修得できたことを示唆するものである。力学的には, 腕セグメント長を増加させることによって肩関節まわりの慣性モーメントが増加することから, 腕セグメント角速度の低下を招きかねない。その結果として, 投射速度の低下につながるものが懸念される。本研究において, 腕セグメント角速度は, 男子では有意差が認められず, 女子はPreと比較してPostで有意に大きな値を示した。これらのことから, 女子は腕セグメント長と腕セグメント角速度を同時に増加させることに成功し, 男子は腕セグメント角速度を減少させない範囲で腕セグメント長を増加させることができたと考えられ, 結果的に腕セグメントの末端に位置するハンドボール速度は増加することが推察され, それを裏付けるように投射速度は有意に増加していた。したがって, 男女ともに, 教材2によって上肢の大きな外転動作を使って投げる技術を習得できたと考えられる。

図8は, 手首に対するハンドボールの相対速度, また, 股関節に対する肩の相対速度を示したものである。

手首に対するハンドボールの相対速度は, 男子のPreで  $6.67 \pm 2.02 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , Postで  $7.00 \pm 2.05 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , 女子のPreで  $4.92 \pm 1.43 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , Postで  $6.27 \pm 1.63 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ であった。二要因分散分析の結果, 有意な交互作用が認められた ( $F(1, 392) = 21.997, p < 0.001$ )。そこで, 単純主効果検定を行ったところ, 時間要因では, 性別要因の男子 ( $F(1, 392) = 8.340, p < 0.001$ ) と女子 ( $F(1, 392) = 22.280, p < 0.001$ ) で有意な単純主効果が認められ, 男子 ( $p < 0.05$ ), 女子 ( $p < 0.001$ ) とともに Pre < Post の関係で有意差が認められた。性別要因では, 時間要因の Pre ( $F(1, 392) = 100.020, p < 0.001$ ), Post ( $F(1, 392) = 15.621, p < 0.001$ ) で有意な単純主効果が認められ, Pre, Postともに女子 < 男子の関係で有意差が認められた ( $p < 0.001$ )。

股関節に対する肩の相対速度は, 男子のPreで  $3.01 \pm 0.75 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , Postで  $2.91 \pm 0.72 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , 女子のPreで  $2.26 \pm 0.61 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , Postで  $2.45 \pm 0.66 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ であった。二要因分散分析の結果, 有意な交互作用が認められた ( $F(1, 392) = 12.783, p < 0.001$ )。そこで, 単純主効果検定を行ったところ, 時間要因では, 性別要因の女子 ( $F(1, 392) = 22.280, p < 0.001$ ) で有意な単純主効果が認められ, Pre < Post の関係で有意差が認められた ( $p < 0.01$ )。性別要因では, 時間要因の Pre ( $F(1, 392) = 119.141, p < 0.001$ ), Post ( $F(1, 392) = 44.151, p < 0.001$ ) で有意な単純主効果が認められ, Pre, Postともに女子 < 男子の関係で有意差が認められた ( $p < 0.001$ )。

手首に対するハンドボールの相対速度は男女ともにPreと比較してPostで有意に増加したことから男女ともに手首のスナップ動作が上達したことが示唆され, 学習プログラムの教材4, 5のねらい通り手首のスナップ動作を修得できたと考えられる。

また, 身体各部の相対速度についてみると, 手首に対するボールの相対速度は, 男子と比較して, 女子においてPreからPostで大きく向上していた。女子のみを対象とした先行研究でも, 女子では手首のスナップ動作

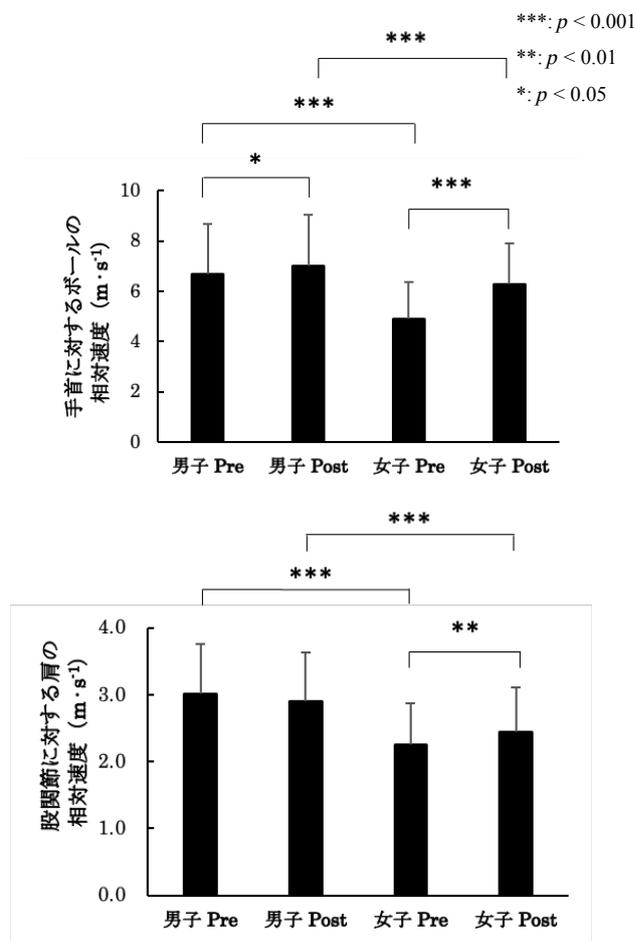


図8 手首に対するハンドボールの相対速度, 股関節に対する肩の相対速度

が上達していたと報告されている（関ほか，2019a）。男子では手首のスナップ動作に上達が見られなかったかのように見えるが，Preの時点で男子の手首に対するハンドボールの相対速度は  $6.67 \pm 2.02 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  であったのに対して，女子のPreは  $4.92 \pm 1.43 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  と有意に低い値であった。また，女子はPostにおいても  $6.27 \pm 1.63 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  であり，男子のPreと女子のPostの間で統計的な有意差は検討していないものの，女子のPostは男子のPreと同等程度の値であった。このことから，男子では学習プログラムを実施する前から，ある程度スナップ動作を修得していたが，女子ではPreの時点においてスナップ動作が未熟であったため，男子と比較してより大きく値が向上したと考えられる。

股関節に対する肩の相対速度は，女子のみPreと比較してPostで有意に増加した。投動作における性差について，女子よりも男子の方が体幹部を捻転させて投擲する技術が備わるのが早いことが明らかになっており（桜井・宮下，1982），女子は成人の段階でも体幹部の捻転を使った投動作が未熟であることが報告されている（Leme and Shambes, 1978）。男子は元から体幹部の回旋を使った横回転の動きで，体を捻ると同時に肩関節を内旋することによって，大きな力を生み出す技術を用いて投擲していたことが推察され（Van den tilarr et al., 2013），そのため，股関節に対する肩の相対速度に有意差が認められなかったと考えられる。一方で，女子は学習プログラムによって体幹部の捻転を使った投動作が身についたことによって，股関節に対する肩の相対速度が有意に向上したと推察される。ただし，本研究では時間的，設備的な制約によって，矢状面での2次元動作分析を行なったため，矢状面以外の動作は推測に留まる。したがって，腕や体幹部の3次元的な動作については，今後さらなる検討が必要と言えよう。

## 4. 授業連携の成果と今後の課題

### 4.1. 授業連携による大学側の成果と課題

本授業連携における高等教育機関であるA大学は，その専門性や研究活動を通して中学生の投能力を向上させるための学習プログラムを開発し，連携したD中学校の生徒の体力増進に寄与した。このように，大学の「第3の使命」として文部科学省（2006;2007）で明示されている，「地域貢献」を果たすことができたと考えられる。

また，本連携においてA大学は，貴重な研究フィールドを得ることができた。スポーツバイオメカニクスの分野において，大量の被験者に研究の協力，同意を得て動作の測定および分析をすることは容易なことではない。

しかし，今回は約400名の中学生を対象に投動作の分析を行うことで貴重な被験者データを大量に得ることができた。このようにして得られた知見は，基礎的検証や実践的検証を経て，運動技術や各種動作のメカニズムの究明，動作の原理や原則の究明など，学問の発展に至ることもあろう。また，本連携で実施した学習プログラムの開発のように，体育授業やスポーツ教育の実践に役立つ情報を提供したり，効果的なトレーニング法の開発，スポーツ施設や用具の設計，教材開発の支援，スポーツ障害の原因究明や予防にも大いに役立つと考えられる（阿江・藤井，2002）。

加えて，本連携においては，全ての授業でA大学のG氏が授業を行った訳ではないが，教員志望の学生が実際に教育現場で活動するという機会がもたらされた。教師の専門的能力は，大学における準備教育（preservice education）と学校現場における現職教育（in-service education），そして準備教育と現職教育を接続する導入教育（induction）において開発されるとされている（佐藤，2015）。これに関連して，土屋（2022）は，大学における養成教育の段階においては，準備教育段階の現場経験の不足を補い，現場で専門家としての教師として活躍するためのステップとして，学校での体験学習をおこなうことの重要性を指摘している。つまり，本連携において教員志望の学生が学校現場で実際に生徒を前に指導した経験は，将来現場で教員として活躍するための実践的指導力を身につける重要な学びの機会であったと考えられ，本事例のような大学と学校の連携が，効果的な体験学習の場を生み出すことが可能であるということが示唆された。

以上のことから，本事例は総務省（2014）が「平成25年度域学連携フォーラム」で述べていたような大学が地域の学校との連携を通して，実践的な教育・研究活動の場を得ることができ，大学の教育・研究的成果をあげられた事例と位置づけられるものであったと言えよう。

一方で，本連携によっていくつかの課題も明らかになった。まず，バイオメカニクスの観点では時間的，設備的な制約によって，矢状面での2次元動作分析を行うことが限界であり，体幹部の捻転動作など，3次元的な動作について明らかにすることはできなかった。授業で用いる詳細なデータの取得には課題が残るといえよう。また，学習プログラムにおいても，教材3のステップ投げの分析結果をみると，この指導プログラムが効果的であったとは言いがたく，助走局面の技術修正については課題が残る結果となった。ハンドボール投げでは，直径2mのサークルから投擲する必要があるため，高い助走速

度を獲得することは困難であった可能性があるが、今回の学習プログラムでは下肢の使い方には大きく言及していなかった。したがって、運動連鎖（阿江・藤井，2002）の観点から下肢の使い方を意識させるような教材を開発するなど、本授業連携で得られた結果を踏まえて、またさらに学習プログラムを改良していくことも大学に求められているといえよう。また、実験環境の面以外においても、常にお互いの現状把握をするという点では厳しい距離関係にあり、対面による打ち合わせや、A大学がD中学校に赴く際も時間的・金銭的な移動コストが発生し得る。このように、大学から地理的に離れた学校と持続的可能な授業連携を行うことについて生じる諸課題について解決策を検討することは今後の課題として重要であろう。

#### 4.2. 授業連携による中学校側の成果と課題

本授業連携において、バイオメカニクスの観点からD中学校の生徒の投動作を検証した結果、D中学校は、当初の連携目的であった生徒の投能力の向上を達成することができた。また、投動作について、E教諭の回答から特に女子生徒に効果的であったことが示唆された。このことについて、バイオメカニクスの観点からも結果を確認すると、男子では学習プログラムを実施する前から、ある程度スナップ動作を使った投動作を修得していたが、女子は学習プログラムの実施後にスナップ動作が身についたことが示唆された。このように、E教諭の回答と一致し、バイオメカニクスの検証から客観的に分析した結果はインタビュー調査の妥当性を担保するものであった。また、学習プログラムの各教材の動作を運動アナログンとして習得することによって、様々なスポーツへの応用につながる可能性が示唆された。さらには、生徒自身が投動作の変化に気付いたり、投擲距離が増加した結果を数字で見ることによって生徒の運動有能感を高める授業教材として有効であることも確認された。また、本学習プログラムのメリットとして、教材1つあたり10分間であるため体育授業の中に取り入れやすいこと、特別な施設や道具等を使用しないので準備が比較的容易であることが確認された。大矢・新保（2016）は、投動作に関しての指導法が分からない教員や、教員自身が投動作に苦手意識を持っている場合があると報告しているが、本学習プログラムは教員の専門性に限らず実施することが可能であったということが明らかになった。

一方、本授業連携は東京都教育委員会の政策とその予算に基づいて実現したものであったため、今後A大学やその他の大学と授業連携を行う際、本連携のように円滑

事業が進められるとは限らない。基本的に公立中学校は、年度毎に決められた学校管理費および教育振興費の範囲で行事等を企画するため、独自で授業連携を行おうとすると謝金や交通費などの資金面や、学校の文化や伝統に左右されることがある。また、このような課題点から、例えば連携に至ったとしても持続可能な連携にまではならないケースが多い。実際、本授業連携が現在も連携が引き続き行われている訳ではなく、先行研究でもしばしば指摘されているように単発的な接触に留まっている（矢口ほか，2010）。これらのことを解決するために地域（ここでは教育委員会や地域学校協働活動推進員）と連携し、「大学－学校」ではなく、「大学－地域－学校」という連携構図を持ち、3者が互いに一方向となるのではなく、課題を双方向に共有できる関係を構築した上で、有機的な連携を行なっていくことが必要である。

## 5. 結論

本研究の目的は、大学と中学校の体育授業での授業連携について、事業プログラムの計画・実施に関する諸問題をインタビュー調査により検討するとともに、実施したプログラムの効果をバイオメカニクスの観点から検証することであった。事例として、A大学B学部が東京都C区立D中学校と連携し、投能力向上のための学習プログラムを用いて体育授業で実践した事例を用いた。研究1として授業連携に携わった体育教師1名に半構造的なインタビュー調査を実施し、授業連携の課題の抽出を行った。また、研究2としてバイオメカニクスの画像分析をD中学校の生徒394名の投動作を対象に実施し、本連携の成果を客観的に検討した。主な結果は以下の通りである。

1. 本連携を実施する以前に個人的・歴史的関係性に基づく社会的資本が構築されていたことが確認された。
2. 学習プログラムは学校の学習プログラムは、体育教師の補助教材として有効であり、生徒の投擲距離や体育授業への意欲を向上させることができた。
3. ハンドボール投げにおける投擲距離、投射速度、投射角度は、男女ともにPreと比較してPostで有意に増加した。
4. 重心移動距離、腕セグメント長、手首に対するボールの相対速度は、男女ともにPreと比較してPostで有意に増加し、重心スピードは男女ともにPreと比較してPostで有意に減少した。
5. 腕セグメント長および角変位、股関節に対する肩の相対速度は、いずれも男子と比較して女子において、Pre

から Post でより大きく向上し、肩に対する手首の相対速度は、男子のみ Pre と比較して Post で有意に増加した。

以上のことから、中学校は大学との連携によって、体育授業の中で生徒の投能力を向上させることができたことが明らかになった。また、大学は研究フィールドや学生の体験学習の実践の場を得ることができ、本連携事例は双方にメリットがあることが確認された。

加えて、生徒が学習プログラムの各教材の動作をアナログンとして習得することによって、様々なスポーツへの応用につながる可能性が示唆された。さらには、生徒の運動有能感を高める教材として有効であったことも確認された。

投動作における性差は、男子では学習プログラムを実施する前から、ある程度スナップ動作が修得された状態で投擲していたことが推察されたが、女子は学習プログラムによってスナップ動作を使った投動作が身についたと考えられる。このバイオメカニクスの検証の結果は、インタビュー調査において女子の方が効果的だったという回答を支持するものであった。

また、本研究の結果から、資金や人材などリソース確保の必要性と方法、地理的要因における時間的・設備的制約、持続可能な連携関係の構築のための組織的対応の3点が課題として顕になり、地域の教育委員会や地域コーディネーターとの連携の必要性が確認された。

#### 注記

1 東京都教育委員会によって行われた取り組みで、スーパーアクティブスクールでは、体力を向上させるための指導法の工夫や、運動が苦手な生徒、好きではない生徒を対象とした体育活動等についても具体的な取組を考案し、中学生の体力向上を図るものである。平成28年度から30年度にかけて、都内の中学校62校がスーパーアクティブスクールに指定されている。なお、同時にスーパーアクティブ研究実践校の取り組みも開始し、こちらでは小学校を対象に体力の基盤となる基本的な生活習慣の定着・改善に向けた取組や、栄養・運動・休養の健康三原則に係る保健指導などの具体的取組を実践研究し、小学校における健康教育の充実を図った（東京都教育委員会、2018）。

2 まだやったことのない運動を表象したり、投企したりするために、運動経過を臨場感をもって思い浮かべる素材として用いられる類似の運動例（三木、1994）。アナログンは主運動の下位教材として用いられることが多く、成功体験が得やすいため、学習の初期段階や技、

動きの習得に困難を示している学習者の指導に有効であるとされている（蛭原、2019）。

3 「身体的有能さ」、「統制感」、「受容感」の3因子から構成されている。身体的有能さとは、自己の能力や技能に対する肯定的な認知であり、「自分はできるという自信」のことである。統制感とは、自己の努力や練習によって運動がどの程度できるようになるのかという見通しであり、「練習すればできるようになるという自信」のことである。受容感とは、運動場面で指導者や仲間から自分が受け入れられているという認知であり、「みんなから受け入れられているという自信」のことである（岡澤、1996）。

#### 参考文献

- Abdel-Aziz, Y.I. and Karara, H.M. (1971) Direct linear transformation from comparator coordinates into object space coordinates in close-range photogrammetry. ASP Symposium on Close-range Photogrammetry, American Society of Photogrammetry, Falls Church. 1-18.
- Abdal-Haqq, I. (1992) Professional development schools and educational reform. Concepts and Concerns. Eric Digest, 91(2).
- 阿江通良・藤井範久 (2002) スポーツバイオメカニクスとは. スポーツバイオメカニクス 20 講. 朝倉書店: 東京, pp.1-7.
- 青山清英 (2022) 『大学地域連携学研究』が目指すこと. 大学地域連携学研究, 1 : 3-4.
- Bartlett, R. M., and Best, R. J. (1988) The biomechanics of javelin throwing: a review. Journal of Sports Sciences, 6(1) : 1-38.
- Bartlett, R., Muller, E., Lindinger, S., Brunner, F., and Morriss, C. (1996) Three-dimensional evaluation of the kinematic release parameters for javelin throwers of different skill levels. Journal of Applied Biomechanics, 12 : 58-71.
- 蛭原正貴 (2019) 鉄棒を使った運動遊びの導入における有効なアナログンの検討. 長崎女子短期大学紀要, 43 : 144-149.
- 橋本勲・池上康男・桜井伸二・室伏重信・安藤好郎・岡本敦 (1994) 砲丸投げの投動作に及ぼす砲丸重量の影響. Japanese Journal of Sports Sciences, 43 : 107-113.
- Hey, J. G. (1993) The Biomechanics of Sports Techniques : Fourth Edition. Benjamin Cummings, San Francisco : USA, pp. 495-500.
- 石井喜八 (1980) 投げる. 浅見俊雄 (編) 身体運動学概論 (5 版). 大修館書店: 東京, pp. 226-238.

- 小林育斗・阿江通良・宮崎明世・藤井範久 (2012) 優れた投能力をもつ小学生の投動作の特徴とその標準動作. 体育学研究, 57 : 613-629.
- 国土交通省 (2015) 第二次国土形成計画 (全国計画) (平成 27 年 8 月 14 日閣議決定) [https://www.mlit.go.jp/kokudoseisaku/kokudokeikaku\\_fr3\\_000003.html](https://www.mlit.go.jp/kokudoseisaku/kokudokeikaku_fr3_000003.html), (参照日 2022 年 7 月 5 日).
- Leme, S. A., and G. N. Shambes (1978) Immature throwing patterns in normal adult women. *Journal of Human Movement Studies*, 4 : 85-93.
- マッダロッゾ (2007) ゴルフのフルスイングの解剖学的小さいおよびバイオメカニクスの分析. *National Strength and Conditioning Association Japan*, 14(1) : 3-8. <G.F. John Maddalozzo (1987) An anatomical and biomechanical analysis of the full golf swing *National Strength and Conditioning Association*, 9(4) : 77-79. >
- 益子典文・佐古秀一・梅澤実・西岡加名恵・葛上秀文 (2003) 地域における学校—教育委員会—大学の連携開発方法論に関する一考察：鳴門市における地域一体型教育改善システムの開発過程モデル. *科学教育研究*, 27(1) : 33-41.
- Mero, A., Komi, P.V., Korijus, T., Navarro, E., and Gregor, R. J. (1994) Body segment contributions to javelin throwing during final thrust phases. *Journal of Applied Biomechanics*, 10: 166-177.
- 三木四郎 (1995) アナログン. *学校体育授業事典*. 大修館書店：東京, pp.3.
- 宮西智久 (2003) 野球の投球動作のバイオメカニクス. *日本体育学会大会号*, 54 : 65.
- 宮崎琴子 (2020) 子どもの投能力向上のポイントの整理と教材開発. *国土館人文科学論集*, 1 : 66-79.
- 文部科学省 (2005) 中央審議会 我が国の高等教育の将来像 (答申). [https://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/05013101.htm](https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/05013101.htm), (参照日 2022 年 7 月 5 日).
- 文部科学省 (2006) 教育基本法第 7 条第 1 項 (社会教育). [https://www.mext.go.jp/b\\_menu/kihon/about/004/a004\\_07.htm](https://www.mext.go.jp/b_menu/kihon/about/004/a004_07.htm), (参照日 2022 年 7 月 5 日).
- 文部科学省 (2007) 学校教育法 (第 83 条第 2 項). [https://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/chousa/shougai/015/siryu/1374958.htm](https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shougai/015/siryu/1374958.htm), (参照日 2022 年 7 月 5 日).
- 文部科学省 (2012) 平成 24 年度「大学間連携共同教育推進事業」の選定状況について. [https://www.mext.go.jp/a\\_menu/koutou/kaikaku/renkei/1325191.htm](https://www.mext.go.jp/a_menu/koutou/kaikaku/renkei/1325191.htm), (参照日 2022 年 7 月 5 日).
- 村上雅俊・伊藤章 (2003) やり投げのパフォーマンスと動作の関係. *バイオメカニクス研究*, 7 : 92-100.
- 中塚雅也・小田切徳美 (2016) 大学地域連携の実態と課題. *農村計画学会誌*, 35(1) : 6-11.
- 落合康浩 (2022) 大学地域連携学会設立によせて —『大学地域連携学』を考える—. *大学地域連携学会*, 1 : 1-2.
- 尾縣貢・高橋健夫・高本恵美・細越淳二・関岡康雄 (2001) オーバーハンドスロー能力改善のための学習プログラムの作成：小学校 2・3 年生を対象として. *体育学研究*, 46(3) : 281-294.
- 岡沢祥訓・北真佐美・諏訪祐一郎 (1996) 運動有能感の構造とその発達及び性差に関する研究. *スポーツ教育学研究*, 16(2) : 145-155.
- 大矢隆二・新保淳 (2016) 投運動学習における教師の指導実態に関する研究：小学校教師に対する質問紙調査をもとに. *教科開発学論集*, (4) : 135-142.
- 佐古秀一 (2002) 地域一体型教育改善におけるパートナーシップの実現形態. *鳴門市情報教育実践ハンドブック*, 3(4) : 37-49.
- 桜井伸二 (1992) 投げる科学. 大修館書店：東京.
- 桜井伸二・宮下充正 (1982) 子どもに見られるオーバーハンド投げの発達. *Japanese Journal of Sports Sciences*, 1 : 152-156.
- 佐藤学 (2015) 専門家としての教師を育てる—教師教育改革のグラウンドデザイナー—. 岩波書店：東京, pp.168-172.
- 関慶太郎・松原拓矢・井川純一・長野友紀・青山清英 (2019a) 女子中学生を対象とする投能力向上のための学習プログラムの効果と課題. *教師教育と実践知*, 4 : 37-44.
- 関慶太郎・松原拓矢・井川純一・伊佐野龍司・青山清英 (2019b) 投能力向上のための学習プログラムが女子中学生の投能力と動作に及ぼす影響. *身体と教育の実践知*, 1 : 79-86.
- 総務省 (2014) 「域学連携」地域づくり活動. [https://www.soumu.go.jp/main\\_sosiki/jichi\\_gyousei/c-gyousei/ikigakurenkei.html](https://www.soumu.go.jp/main_sosiki/jichi_gyousei/c-gyousei/ikigakurenkei.html), (参照日 2022 年 7 月 5 日).
- スポーツ庁 (online) 新体力テスト実施概要. [https://www.mext.go.jp/a\\_menu/sports/stamina/03040901.htm](https://www.mext.go.jp/a_menu/sports/stamina/03040901.htm), (参照日 2023 年 2 月 2 日).
- 須田康之 (2013) 教員養成と地域連携—可能性と課題. 北海道教育大学旭川校地域連携フォーラム実行委員会編, 地域連携と学生の学び—北海道教育大学旭川校の取り組み—. 協同出版：東京, pp.40-46.

- 東京都教育委員会 (2018) アクティブライフ研究実践校・スーパーアクティブスクール. [https://www.kyoiku.metro.tokyo.lg.jp/school/designated\\_and\\_promotional\\_school/physical\\_education/active\\_life.html](https://www.kyoiku.metro.tokyo.lg.jp/school/designated_and_promotional_school/physical_education/active_life.html), (参照日 2022年7月5日).
- 土屋弥生 (2022) 教職志望学生の効果的な現場体験学習のあり方について：地域・学校・大学の連携の重要性. 大学地域連携学研究, 1 : 14-22.
- 内田智也・大久保吏司・松本晋太郎・小松稔・野田優希・石田美弥・藤田健司 (2017) 投球動作の Early Cocking 期における軸足股関節の運動学・運動力学的特徴. 日本臨床スポーツ医学会誌, 25(1) : 16-23.
- Van den tilarr, R., Zondag, A., and Cabri, J. (2013) Comparing performance and kinematics of throwing with a circular and whip-like wind up by experienced handball players. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 23(6) : 373-380.
- 綿田博人 (1994) 荷重移動の観点からみた野球の打撃におけるステップ動作に関する一考察. 体育研究所紀要, 34(1) : 29-40.
- Wells, R. P. and Winter, D. A. (1980) Assessment of signal and noise in the kinematics of normal, pathological and sporting gaits. In *Proceedings of the first congress of the Canadian society of biomechanics, Human Locomotion I* : London : UK, Ontario : Canada, pp.92-93.
- 矢口徹也・大谷杏・若園雄志郎・福井庸子・新井浩子・藤澤まどか・藁谷友紀 (2010) 大学と学校との連携に関する総合的研究 (その1). 早稲田教育評論, 24(1) : 23-44.
- 横井孝志・渋川侃二・阿江通良 (1986) 日本人幼少年の身体部分係数. 体育学研究, 31(1) : 53-66.