

旭川工業高等専門学校

研究報告

第 61 号

RESEARCH REPORT

OF THE

NATIONAL INSTITUTE of TECHNOLOGY,

ASAHIKAWA COLLEGE

NO.61

令和 8 年 3 月 / March, 2026

目 次

査読なし論文

探究学習の成果を学びあうことによる

クリエイティブな高校生の育成

～まちなかキャンパスの事例から～ 浜 田 良 樹 1

球技領域におけるゲーム記録法「心電図」のICT化

— 体育授業用アプリ「e-PassGram」の開発と使用感の評価— 矢 幅 照 幸 24

阿 羅 功 也

榎 本 由 里 子

近 藤 雄 大

苫 米 地 里 香

沼 倉 学

崎 田 嘉 寛

「ランニング・バイアスロン」の教材開発に関する理論的考察 矢 幅 照 幸 38

松 本 佑 介

阿 羅 功 也

榎 本 由 里 子

近 藤 雄 大

苫 米 地 里 香

崎 田 嘉 寛

CONTENTS

Non peer reviewed Papers

Fostering Creative High School Students Through Collaborative Learning of Inquiry Based Learning Outcomes ~From the Case of Asahikawa City Center Campus~	Ryoju HAMADA 1
Digitalization of the "Shindenzu" Game Recording Method in Ball Games: Development and Usability Evaluation of the Physical Education App "e-PassGram"	Teruyuki YAHABA 24 Koya ARA Yuriko ENOMOTO Yuta KONDO Rika TOMABECHI Manabu NUMAKURA Yoshihiro SAKITA
Theoretical Considerations on Teaching Materials Development for "Running Biathlon"	Teruyuki YAHABA 38 Yusuke MATSUMOTO Koya ARA Yuriko ENOMOTO Rika TOMABECHI Yoshihiro SAKITA

探究学習の成果を学び合うことによる

クリエイティブな高校生の育成～まちなかキャンパスの事例から～

浜田 良樹*

Fostering Creative High School Students Through Collaborative Learning of Inquiry-Based Learning Outcomes ～ From the Case of “Asahikawa City Center Campus”～

Ryoju HAMADA

Abstract

The authors developed a learning event called “Asahikawa City Center Campus (ACCC)” in Asahikawa City, Japan. (In Japanese, “Machinaka Campus”. “Machinaka” stands for “downtown” in Japanese) In this event, high school students can display, exchange, and learn the efforts of “Period for Inquiry-Based Cross-Disciplinary Study” (inquiry-based learning) mandated for all high school students. Meanwhile, ACCC was expected to foster future human resources to realize the UNESCO Creative City of Design, to which Asahikawa belongs since 2019. ACCC is a collaborative learning opportunity where students can present the outcomes of their inquiry-based learnings. Held three times from 2022 to 2024, the event took place on weekends in June within pedestrian-only road in the city center, attracting over 60,000 visitors and establishing itself as a goal of inquiry-based learning. This paper summarizes findings from a questionnaire survey examining the relationship between ACCC and high school students' inquiry-based studies while considering development of new collaborative learnings initiatives by students. The results indicate overall positive reception, revealing students who sincerely engaged in learning during this opportunity, connected it to various other learning experiences, and demonstrated strong motivation to pass on knowledge to the next generation. The challenge moving forward is to maintain this initiative diligently without losing sight of its original purpose.

1. 研究の目的

北海道旭川市は人口 32 万人で、卓越したデザインによる高級家具の産地として知られていたところ、2019 年 10 月にユネスコデザイン創造都市というものに認定された。市民の創造性を発揮できる街を作ることによって貴重なチャンスである。創造的な都市は多様な価値観を尊重する。ゆえに「緩やかで幅広い学び合い」の場を持つことが人材育成にとって有効ではないか。その題材として、高校生に義務づけられている「創造的な探究の時間」（以下、「探究学習」という）という研究を屋外のテントにおいて一斉に発表させるという構想が生まれた。

「まちなかキャンパス」と命名されたこの互学互修の機会は、2021 年 9 月にオンラインで初めて実施され、2022 年 6 月から年に 1 回街頭で実現し、展示従事者数 500 名、来場者数 6 万人を

超す巨大イベントになり、本稿執筆時点で 3 回目が終わっている。

このような「大規模な学び合い」の場の存在は高校生の研究意欲を促進するのか、探究学習は適切な題材と言えるのか、それは世代間継承につながっていくのか。本稿の目的は、筆者らが「まちなかキャンパス」に託した意図の有効性を、アンケートにより検証することである。

2. 研究の背景

2.1. ユネスコデザイン創造都市

はじめにユネスコ創造都市ネットワーク、その一部をなすデザイン創造都市サブネットワークという制度を概説する。もともと創造都市とは、チャールズ・ランドリーらが提唱した思想 (Creative Class)¹⁾を国連教育科学文化機関 (ユネスコ) が 2004 年に事業化したものである。それは概ね次のようなものである。

- ① クリエイティブな人材は都市に住む。彼らに好まれる都市は、イノベーションの基礎単位となり得る。
- ② 「創造都市」は文化に価値を見だし (佐々木, 竹谷 (2018)²⁾、それを原動力としてユニークでイノベティブなまちづくりをする。グローバル化した経済における都市の機能は無機的・画一的であるが、クリエイティブ・シティのあり方は多様である。
- ③ このような都市に対しユネスコが認証を与え「創造都市」のリストに加わる。
- ④ 各都市は、文化によるクリエイティブな都市づくりのため施策を競い、それらはシンポジウム、ワークショップ、国際会議と言った場で公開され、ベスト・プラクティスとして共有される (例えば神戸の事例について、栗山, 三輪 (2010)³⁾)。
- ⑤ 別の都市がベスト・プラクティス模倣し、さらに新しいイノベーションを起こす。
- ⑥ 2015 年に国連が制定した SDGs 文書の影響を受けて、「文化を原動力として持続する街、それによって SDGs を実現するための創意工夫」へと方向性が少し変化した。
- ⑦ 2024 年 12 月現在、8 分野 (文学、音楽、映画、メディアアート、デザイン、工芸、食文化、建築) に 350 都市が加盟しており⁴⁾、そのうちデザイン分野は旭川を含めて 49 都市ある。これがデザイン創造都市サブネットワークである。

一時的な表彰ではなく、長期にわたる継続的な努力が求められることに注意したい。全ての加盟都市は 4 年に一度、その間の達成を報告し、同僚都市のピアレビューを受け、さらにユネスコ本体による審査を受けなければならない。もし、進展がなければ取り消しもありうる。かくして、旭川市はこれまで家具工業が牽引してきた「デザイン文化」を産業全般に、一部の職人から市民全般に、水平または垂直に展開しなければならなくなった。

2.2. 「創造的な探究の時間」

近年、文部科学省は「アクティブラーニング」という学び方を重視し、受け身型の学びから、

児童生徒の意思を取り入れた学びへの転換が図られている。国語、地理歴史などの教科には探究という概念が導入され、一部の科目名が変更(古典探究、歴史探究など)になっている。

自分で学ぶというトレンドの象徴的な存在が、2019 年から高校のカリキュラムに導入された「総合的な探究の時間」(以下、「探究学習」という)という教科である。これは、「実社会・実生活から自ら見出した課題を探究することを通じて、自分のキャリア形成と関連付けながら、探究する能力を育む」(文部科学省 2017) ⁵⁾ というものである。ベネッセ総合教育研究所が探究学習のテーマを調査している(表 1) ⁶⁾。身近な問題が最も多く、世界的な課題というのは多くが SDGs に関するものである。

課題	% (n = 1,597)
社会や地域の課題解決に関すること	58.0
職業や自己の進路に関すること	53.8
国際的(グローバル)な社会課題の解決に関すること	29.4
文学・言語・歴史・文化・芸術に関すること	26.2
自然科学や数学的事象に関すること	23.2
企業の事業課題に関すること	11.3
その他	2.6

表 1. 探究学習のテーマ(複数回答)

しかし、自ら問題を定義する経験のない生徒にとって自らの課題を表現するのは至難であるし、教科書で教えることに慣れた教員にとっても非常に難しいようである。実際、筆者らの周りでも、多くの高校生から「探究はやり甲斐がない」という不満の声を聞いた。高校を訪ねて探究担当の教員に会って話を聞いてみたが、彼らも難しい、もどかしいと口々に訴えた。

3. 探究学習・大規模学習に関する先行事例調査

探究学習は 2-6 単位で、一部の専門学科で教科名の読み替えがあるものの、すべての高校生に対し必修とされている。2024 年学校基本調査によれば、高校生は 2024 年に 2,906,921 人いる ⁷⁾。ゆえに毎年新規に探究学習に挑む生徒の数はおよそ 100 万人となる。英語などの通常の教科には、学習の出口として入試があるし、部活動には大会がある。しかし、探究学習には大会や発表会などが明確に定義されていない。

文部科学省の探究学習のホームページには 245 のコンテストのリスト ⁸⁾ が存在するが、教育委員会が主催しているものは 86 件しかなく、内容もバラバラならば参加者数も不明で、到底 100 万人の受け皿にはなり得ていない。例えば北海道では、道内を 10 ブロックに分けて 12 月-1 月に発表会をしている。しかし、すべてオンライン開催で、1 校 1 チーム、5 名まで、7 分以内との制限がついている ⁹⁾。民間の大会は多いが、分野が限定されたり、中学生や大学生が

入ったりしている。

これに対し、高校の探求学習と大学が手を組む事例は散見される。岩手県大船渡市の高橋 (2021)¹⁰⁾は「大船渡学」という探求学習を高校の教諭として自らデザインした。大学が地域にないため地域の企業や団体等との連携事例であるが、大学が探求学習を助ける可能性について考察している。福岡県北九州市の石川 (2023)¹¹⁾は北九州市立大学と高校・高専 4 校によるジェンダー問題に的を絞ったコラボの事例である。京都府宇治市の橋本 (2024)¹²⁾の研究は、京都文教大学と複数の高校が京都府南部において大学生が参与する探求学習を行い、企業や自治体を巻き込んで「探究型学習交流会」を立ち上げた報告である。

大規模な学び合いの機会という観点では、「愛知サマーセミナー」がある。愛知県私学協会に所属する社会科の先生たちが、「みんながセンセイになれば楽しいね」というコンセプトを打ち立て、1988 年に「自由に学び合う」機会を立ち上げたのが始まりで、2022 年現在は講座数 700、7 万人規模に発展している¹³⁾。愛知サマーセミナーから広がった¹⁴⁾兵庫県尼崎市の「みんなのサマーセミナー」は「生涯学習」「地域づくり」という観点から、自治体がメインになって運営される。講座数 245、参加者数 4100 人の学び合いである^{15) 16) 17)}。

まとめると、探究学習は始まったばかりで未だ模索段階にあり、それを発表する機会も少なく、まして研究成果をまちづくりに生かそうというレベルには至っていない。大規模な学び合いの場はごく一部の自治体にしか存在しないし、少なくとも探求の出口としては設計されていない。ゆえに、探究学習の成果を大規模に発表させ、創造的な人材を育成するという取り組みには新規性がある。

4. 研究のコンセプト

筆者が大規模かつ創造的な知の発見の場という構想を実際に描き始めたのは 2021 年の秋からである。賛同者は断続的に意見交換を行い、3 つの重要コンセプトを定義した。それは次のようである。

- ① 高校生の学び合いを促進する場を作る
- ② 高校生の探究学習の出口とする
- ③ 学び合いの場を持続可能にする

4.1. 学び合いの促進

「まちなかキャンパス」の第 1 のコンセプトは高校生が主役であり、将来の彼らがユネスコ創造都市という課題に取り組むということである。

筆者らは、社会人は「デザイン」とか「まちづくり」に関することを知りすぎていると考えた。特許庁が「デザイン経営」という言葉を提唱した頃から、さまざまな人の行為に「デザイン」という概念が上乘せされてきた。例えば、「バイオマスの促進」と言う言葉が「バイオマスのデザイン」に置き換えられる。さて、後者は前者よりわかりやすいだろうか。無理に「デザイン」を加えることで、本質が見えにくくなっていないだろうか。デザインブームは、その意

図とは裏腹に、多くの社会人に対し、デザインについて深く考えることを諦めさせることにつながったのではないだろうか。

まちづくりについても、社会人はいろいろなことを知っている。例えば、再開発にはお金がかかる、時間がかかる、合意形成が大変であるということを知っている。だから、デザインによるまちづくりが喫緊の課題だなどと言っても、無理だよ、お金どうするのよ、という方向に頭が働いてしまう。

これに対し、ユースの柔軟で先入観がない発想は、時として大人を驚かせる。例えば、高校生のあるグループは、「(高校と) 電力会社との契約を廃止します」「ソーラー発電とバイオマスでエネルギーを賄うエコロジーな学校を作ります」と胸を張って発表した。別の小学生に「デザインによるまちづくり」という話をしたら、「そんなの簡単だよ。旭川にはたくさんの橋がある。全部に電飾を付けたらいい。飛行機から見たらきれいだよ」と即答した。

筆者らは高校生の可能性に賭けようと考えた。そのためには、日頃考えていること、研究していることを存分に訴えることができる場を設計する必要がある。その場は物理的に存在し、興味のあるものを回ることができるものでなければならない。新しい考え方に接することで、互学互修が生まれる。ユースには時間があるから、さらに学び合いは続く。旭川市内に 8000 人ほどいる高校生の学習量を積分したものは、デザイン創造都市実現に向けての有用な手がかりとなり得る。彼らはいずれクリエイティブな人材に成長し、デザイン創造都市の担い手として社会の至る所で活躍してくれるだろう。

4.2. 探究学習の出口

第 2 のコンセプトは、探究学習という埋もれたエフォートの利活用である。

高校の探究学習のテーマは、地域課題、SDGs、キャリアデザインなどが多い。まず、地域課題の揭示と解決は、現実的なニーズを発掘し、ソリューションも同時に示すものだから、高校生の荒削りで大胆なアイデアは、大人には超えられない価値を持つ可能性がある。SDGs の促進に関する研究は、デザイン創造都市の目的に合致するし、気候の極端化など昨今多くの人が共感するテーマである。キャリアデザインは多様性が尊重される時代において、自らを主張するという意味でも、フィードバックを得るという意味でも、発表すること、そして聞くことに意義がある。かかる確信のもと、筆者は市内の各高校 (14 校) に対し「探究学習合同発表会」構想を説いて回った。

発表の相手は市内の子どもである。校内発表会と違い、非常に多くの子どもがやってくる。だから、子どもにわかるように教えなければならない。そのためには、自分の探究学習をより深く学ぶ必要がある。教える機会があることは格好の学びの機会にもなる (Learning by Teaching)。

さらに、高校生以外の展示が必要と考えた。SDGs やデザインに関する研究は、大学でも同じようなことをやっている。また旭川市内には 3 つの公設試験研究機関があるし、SDGs 関係のイベントを熱心にやってきた NPO や企業も多数存在する。従ってこのような主体にも声をかけ、

模範展示として出展してもらおう。このように、高校生を真ん中に置きつつ、高い知的刺激を受けるレベルの展示を配置し、学びをより深めることができる機会を得るように設計することにした。

4.3. 持続する学び合い

学び合いは長いレンジの営みだが、まちなかキャンパスは年のうちたった 2 日しか開催することができない。一方で高校生は毎年 1/3 が卒業し、1/3 が入学してくる。まちなかキャンパス出場は完全にボランティアであり、強制はしない。先輩がつまらないと感じたものに、後輩を誘うはずがない。先輩がやり甲斐を感じないことに後輩が感動するはずもない。ゆえに、学び合いの場は知的好奇心に満ちていると同じくらい、楽しくて、人に勧めたくなるような場であることが求められる。

5. 研究の詳細な方法

前節に述べた 3 つのコンセプトに基づき、それを一体感のある学びの機会として成立させるための具体的な手段を設計していった。

5.1. 場所

旭川市には駅前から北に向けて約 1 km にわたり続く幅員 22m の歩行者専用道路があり、買物公園と呼ばれ市民に親しまれている。もともとは道道・国道だったのだが、1972 年、モータリゼーションによる交通事故が社会問題化したとき、都心の公共空間は誰のものかという観点から当時の市長が発案し、全国初の恒久的歩行者天国になった。この場所では、テントを並べたイベントがしばしば行われる。大型テントだと 40 張りほどのスペースが取れる。都心の誰でも知っている場所で、ゆったりと場所を取って、静かに学び合ってもらおうと考えた。「まちなかキャンパス」という命名はここから生まれた。

5.2. 出展の条件とストーリー性の付与

ユネスコデザイン創造都市の推進を目指すという大目的に資するものでなければならないので、テーマをデザイン、SDGs、まちづくりのいずれかに関係するものと定義した。ただし厳密な結びつけは行わず、広い意味で関りがあれば可とする。

方法はワークショップ、実演、実験、ゲームなど自由である。しかし、関連する SDGs ゴールを明確にすることを求めた。そして、類似するテーマごとに空間を分割し、街路を歩いていけばテーマ性のある学びができるようにテントを配置した。ただ教えればよいというものでもないし、面白ければよいというものでもない。まちなかキャンパスでは、小さな探究学習が互学互修してクラスターになり、市民を巻き込んでデザイン創造都市を目指すという潮流を作り出す。まちなかキャンパスは一見雑多な研究を整然と並べているが、実は多様性こそがデザインの本質だということを表現するように設計されている。

5.3. スタンプラリー

高校生、大学生の発表を誰に聞かせるか。もちろん相互訪問して互いに聞き合うことも重要だが、その次の世代の育成を考慮する必要がある。ゆえに小学生・中学生向けのスタンプラリーを同時開催することとした。子どもたちは各テナントを回り、4カ所の定点において、参加した数に応じて景品をもらうということにした。子どもは地球規模の環境変動や過度な IT 化など、大人が気づき始めている「何か」に直接影響を受ける当事者であるから、こういう学びの機会はいくらあってもよい。

5.4. リーフレット

インターネットでは埋没してしまうと考え、あえて紙のリーフレットを印刷（約 3 万枚）した。これを旭川市教育委員会の協力を得て、市内全小中学校に配布、先生から子どもに渡してもらう。内容は各テナントの展示内容の紹介とスタンプラリーの案内である。23 年からは同学年の学びを重視する観点から、高校も配布にし、参加できない 4 校にも届けた。24 年には上川郡鷹栖町の小中高 4 校を加え、36,000 枚となっている。

5.5. 表彰

有識者に依頼し、高校のテナントを回り、独創性、実現可能性、プレゼンテーションなどの項目で採点し、結果を集計し後日表彰する仕組みを取り入れた。2024 年には各テナント同士の相互表彰という仕組みも加えた。これらは、筆者の専門であるゲーミングシミュレーションからヒントを得た。

6. まちなかキャンパスの概要

6.1. 規模

2021 年に第 1 回のまちなかキャンパス実行委員会を組織し、6 月に実施できるように準備していたが、新型コロナウイルスの影響で北海道全域に緊急事態宣言が発令され、9 月に Youtube でオンライン開催した。このときは市内の小学校高学年と中学生、延べ 27,000 枚のリーフレットを送付、視聴者数は 2 日間で 3000 ビューほどであった。2022 年に入って事態が改善し、本来意図していた買物公園において対面で実施することになる。対面になった後の参加団体数（2022 年—2024 年）を表 2 に示す。ひとつの団体で複数の展示をしている場合があるため、両者の数字は一致しない。

出展者数は保険加入者数からの推定であり、大学生・社会人を含んでいる。会場来場者は定まったカウント方法に基づき、市が発表した数字である。あるテナントが来場者に来場の動機を尋ねたところ、7 割以上が学校でもらったリーフレットを見たからと答えている。ゆえに来場者はほとんどが旭川市（24 年は上川郡鷹栖町を含む）からであると思われ、旭川市の人口はおよそ 32 万人であるから、市民の 2 割くらいが訪れていることになる。

	2022 年 6 月 18 日— 19 日		2023 年 6 月 17 日— 18 日		2024 年 6 月 25—26 日	
	展示数	団体数	展示数	団体数	展示数	団体数
高校等	20	18	28	9	27	11
公設試験研究機関	3	3	4	4	3	3
大学等	5	4	7	7	5	5
高専	1	1	4	1	6	1
団体	8	8	9	7	8	8
企業	0	0	4	4	7	7
合計	37	34	56	32	56	35
出展者数	541		581		930	
来場者数	63000		67000		68000	
リーフ枚数	27000		33000		34000	
テント数	44		44		37	
屋内展示数	5		8		5	

表 2. まちなかキャンパスの規模

6.2. 実施態様

図 1 左はリーフレットに刷り込んだ地図であり、右は旭川駅から全体を撮影したものである。初夏の旭川都心に、まっすぐにテントが並ぶ。街区ごとにテントを左右に 1 基ずつジグザグに配置し、十分な間隔を開けてあるのは、人を密集させず、ワークショップ等が肉声でも十分に通り、参加者間で対話ができるようにするためである。同じ理由でハンドマイク、楽器等の利用も禁止である。コロナの時代に構想したものなので、飲食もない。まちなかキャンパスがどこの何にも似ていないと言われるのは、このような設計の影響も大きい。



図1 左は略図、右は旭川駅から北向きに遠望したもの

図 2 は高校生のテント展示の様相である。たくさん子どもたちが訪れていることがわかるが、その保護者もいるし、同世代の参加者もいることがわかる。左上は図 1 の写真とは逆に旭川駅方面を向いている。右下の写真はスタンプラリーであり、保護者に隠れている子どもがいる。



図 2 まちなかキャンパス点描

6.3. 出展高校

高校の出展者は 11 校で、すべて屋外のテント展示であった。32 番の「企業教育を広める会」は複数の高校にまたがるので 1 校とカウントしている。表 3 は各展示の内容と SDGs ゴールを示しているが、同じ高校でも別の展示を出している場合があり、総数は 27 である。展示の内容は食品ロス、防災、キャリアデザイン、アイヌ文化、アントレプレナーシップなど多彩である(表 3)。これは、SDGs の特性を表現している。それぞれがそれぞれの分野を研究し、実践し、その成果を別なことをやっている人と分かち合い、さらに意識を高め、自律的に新たな交流を生まれ得ると感じさせる雰囲気があった。

高校生の態度は極めて前向きで、よく工夫されており、子どものみならずその保護者をも引きつけていた。会場は静かであるにもかかわらず高揚感に包まれ、あちこちで知らない人たち同士の会話が生まれた。長さ 1km と広い会場を、何度も往復する子どもたちの行き来とした姿を見て、筆者らはこのイベントの成功を確信し、来年の継続を誓い合った。

		イベント名	該当するSDGs ゴールの番号 (仮)
1	北海道旭川北高等学校	コットン育ててみませんか？	3, 4, 10, 12, 14
2	北海道旭川北高等学校	Create a global Asahikawa	8, 11, 16
3	北海道旭川北高等学校	食品ロス削減への道～豊かな味覚を	2, 12
4	北海道旭川北高等学校	共助の広場～皆で助け合って災害を	11
5	北海道旭川北高等学校	恋をして地球を救おう！？	5, 16
6	北海道旭川北高等学校	めざせ病原体マスター！	3, 6, 11
7	北海道旭川北高等学校	ぐーぐーカラカラQuestion！	2
8	北海道旭川北高等学校	救え！動物の命！！	15
9	北海道旭川北高等学校	ファッションでExpression！	5
10	北海道旭川北高等学校	自分のこと、もっと知っていきませ	5, 10, 16
11	旭川志峯高等学校	特進エリア グローバルコースの紹介	4
12	旭川実業高等学校工業科	1. eスポーツ（グランツーリスモ）体験	4, 9, 12
13	旭川実業高等学校商業科	缶バッジ作成とスイーツ販売	4, 9
14	旭川永嶺高等学校	旭川市民に愛されるお店作り	4, 9, 12
15	旭川藤星高等学校	フィリピンスマイルプロジェクト	1, 10
16	北海道旭川西高等学校	小松菜・堆肥・メイクでLifeUP！	3, 5, 11
17	旭川龍谷高等学校	アイヌ文化を知ろう・触れよう！	4
20	北海道旭川農業高等学校森林科学科	オリジナル木工アート作り～いろんな形 の木に触れよう～	12, 13, 15
21	北海道旭川農業高等学校農業科学科	バガスって何？・発酵の不思議～三升漬カ	2, 3, 4, 12, 13, 14, 15
22	北海道旭川農業高等学校食品科学科	ライスパワーバーでエネルギーチャージ！	4
28	北海道旭川工業高等学校建築科	こっぴキーホルダー	4, 9, 12
29	北海道旭川工業高等学校電子機械科	3Dプリンターや実習作品を見て電	4, 9, 12
30	北海道旭川工業高等学校情報技術科	アバター制作やクレーンゲーム、PC	4, 9, 12
31	北海道旭川工業高等学校電気科	かんたんな電子工作にチャレンジ！	4, 9, 12
32	旭川に起業家精神を広めようの会	アントレプレナーシップを学ぼう	9
33	旭川明成高等学校	旭川を盛り上げるために	11, 13

表 3. 参加高校リスト

7. 結果

7.1. アンケートの実施方法

2022 年は出展者向けのアンケートを取っていない。2023 年・2024 年はおおむね同じ内容のアンケートを採っているが、2024 年版は探究学習との関係を調べるため 6 問増えている（以下、

23A、24A という)。2024 年には探究学習の関連を詳細に調べるため別なバージョンも（以下、24B という）も取っている（表 4）。

アンケート名	n	うち高校生	対象者
23 年参加者アンケート A	115	42	高校、高専、大学、 社会人団体
24 年参加者アンケート A	52	20	高校、高専、大学、 社会人団体
24 年参加者アンケート B	68	59	高校、高専
合計	235	121	

表 4. 本稿で取り上げるアンケート

7.2. 回答者の属性

アンケート 24A、24B における高校生の学年及び性別は表 5 のようである。探究学習が 2 年から 3 年にかけて行われることを反映した結果となっている。

学年	24A・24B			
	総数	男子	女子	N/A
高 1	4	2	2	0
高 2	31	19	12	0
高 3	24	15	9	0
合計	59	36	23	0

表 5. 24 年展示参加者のうちアンケート回答者の属性

7.3. 参加者間の「学び合い」は機能したか？

自分の発表を人に理解してもらうのと同時に、他人の発表も積極的に見に行き、学んでほしい。まちなかキャンパスの展示はほとんどの高校でシフト制になっており、個々の参加者には空き時間が発生する。この時間を有効に使い、他の展示を見て「学び合い」をしてもらうことを期待して設計していた。果たして高校生はよその展示を見に行ってくれたのだろうか。表 6 はその結果を示す。

	24B			
	総数	はい	いいえ	N/A
高 1	4	4	0	0
高 2	31	21	10	0
高 3	24	17	7	0
合計	59	42	17	0
%	100.0%	71.2%	28.8%	0.0%

表 6. 他の展示を見ましたか

同問がある 23A においては「はい」76.1%、24A では75%であった。つまり 2023-2024 年においては、7 割以上の生徒が他の展示を見に行っており、よそで行われている探究学習の内容を知る機会を利用していたことがわかった。

この設問に「はい」と答えた生徒に対し、感想を尋ねた。表 7 にその結果を示す。

	24B				
	総数	新たな発見があった	考えは変わらないが参考になった	つまらなかった	N/A
高 1	4	3	1	0	0
高 2	21	17	4	0	0
高 3	17	14	2	0	1
合計	42	34	7	0	1
%	100.0%	81.0%	16.7%	0.0%	2.4%

表 7. 他の展示を見てどう感じたか

一人を除き全員が肯定的な感想を抱いたようだ。広い会場を生かし、あらゆる要素が揃ったまちなかキャンパスでよその探究学習の内容を知ることは、SDGs やデザインの新しい視点を発見することであり、ほとんどの生徒がそれをするにより、ユースの学びのムーブメントを生み出す可能性が示された。

最後に、他の高校、大学、企業、公設試験研究機関、NPO 等の展示を見て、それが新たな交流に結びつくと思うかについて尋ねた。表 8 にその結果を示す。

24A						
	総数	強くそう 思う	ややそう 思う	時期尚早	あまりそ う思わな い	まったく そう思わ ない
高1	2	2	0	0	0	0
高2	13	10	2	1	0	0
高3	5	4	1	0	0	0
合計	20	16	3	1	0	0
%	100.0%	80.0%	15.0%	5.0%	0.0%	0.0%

表8. まちなかキャンパスをきっかけにして新しい交流や研究が生まれる可能性はありますか

この設問は n=20 とサンプル数が少なく、将来の交流の可能性について、現時点での印象を問うているにとどまるとはいえ、95%が肯定的に回答している。ユースたちは今後も交流を望んでおり、共同研究の可能性を意識している。ほぼ全員が地元の中学校の出身であり「旧友」同士のつながりがあり、それが前向きな気持ちを後押ししている可能性が高い。

参加者同士が交流を始めている兆候は初回以来、いくつかのエピソードとして筆者の耳に入っている。2022年6月のまちなかキャンパスにおいて、A高校はT酒造会社と組んで酒粕スイーツというアイデアを展示したのだが、これが大好評であったため、実際に製品化され9月の食のイベント「食ベマルシェ」で出品された。またB高校では「昆虫食」を提案。その試作品を製作するにあたり、農業高校と連携した。女子生徒が伝統的に多いC高校は、自身の展示とは別に、ガールスカウトの出展の支援をした。

こういう学校の枠を超えた学び合いはこれまでの探求学習が苦手としていたことであり、こういう事例の存在は後輩たちの刺激となる。

7.4. 探求学習はテーマとして適切であったか？

ここでは高校生の展示者に対し、探求学習の進捗状況について 24A, 24B において質問した。その集計結果を表9に示す。

24A, 24B		
未着手	14	17.7%
進行中	45	57.0%
終了	18	22.8%
N/A	2	2.5%
合計	79	100.0%
%	100.0%	1.3%

表9. 進捗度合計

探究学習を現に行っているか、すでに完了した状態で参加している高校生は 63 名、およそ 8 割である。さて、探究学習のテーマはまちなかキャンパスに出展したテーマと関係があるのだろうか。それとも子ども向けに簡単にしたのだろうか。前問で「進行中」または「終了」と答えた者 (n=63) について、表 10 に集計した。

学年	24A・24B					
	総数(探求 終了・進行 中)	5. 強く一 致してい る	4. だい たい一致 している	3. 初歩 的な内容 である	2. ごく 初歩的 な内容 である	1. 無関 係である
高 1	5	0	2	2	0	1
高 2	34	8	17	6	1	2
高 3	25	7	13	2	0	0
合計	63	14	31	10	1	3
%	100.0%	22.2%	49.2%	15.9%	1.6%	11.1%

表 10. 探求学習のテーマとまちなかキャンパスの出展内容の関係

無関係、ごく初歩的だと答えた者は相対的に低学年に目立ち高学年では少ない(高1の50%、高3の12%)。つまり、ほとんどの高校生は、探究学習に関連する内容をまちなかキャンパスの題材として展示できている。ゆえに、まちなかキャンパスは探究学習の「出口」のひとつとして機能していると言えるし、探究学習のテーマはまちなかキャンパスの大目的である「デザイン創造都市」を構成するパーツの一つになり得るのである。

24A ではまちなかキャンパスの存在が探究学習にとって励みになるかどうかを質問した。表 11 に示す。

	24A					
	総数	強くそう 思う	ややそう 思う	変わらな い	あまりそ う思わな い	まったく そう思わ ない
高 1	2	1	1	0	0	0
高 2	13	9	3	1	0	0
高 3	5	5	0	0	0	0
合計	20	15	4	1	0	0
%	100.0%	75.0%	20.0%	5.0%	0.0%	0.0%

表 11. まちなかキャンパスの存在は、探究学習の励みになりますか

n=20 とサンプル数は少ないが、圧倒的に肯定的な回答が多い。まちなかキャンパスはすでに3回転したから全ての高校生が知っており、探究学習も全学年におよんだ結果、まちなかキャンパスに出したいから探究を頑張るという層が育まれてきた一つの証拠である。

表12は、24Bのデータを用いて探求における学習態度と、まちなかキャンパスに向けた学習の関係を調べたものである。探求への取り組みの評価は{5.非常に熱心に取り組んだ 4.熱心に取り組んだ}を上位、{3.他の教科と同じくらい 2.他の教科より熱心ではない 1.熱心ではなかった}を下位である。まちなかキャンパスに向けての勉強は{5.非常に勉強した 4.少し勉強をした}を上位とし{3.見直しをした 2.あまり勉強していない 1.ほとんど勉強をしていない}を下位とした。

	24B					
	探求学習実施中または終了	自己評価	探求への取り組み	まちなかキャンパスのための勉強		
				上位	下位	N/A
高1	3	上位	2	2	2	0
		下位	1	0	1	0
高2	21	上位	17	16	1	0
		下位	4	3	1	0
高3	20	上位	14	10	3	1
		下位	6	2	4	0

表12. まちなかキャンパスの予習と探求学習の取り組みの関係

すべての学年において、探求に取り組むことと、まちなかキャンパスの予習に取り組むことに明らかな相関がみられる。出口があることはやる気を生む。そして出口は明確に認知された。そうでなければ、このような数字は出ない。将来を構想する上で心強いデータである。

7.5. 次世代への広がり

まちなかキャンパスは、長く続く事業であるが、高校生は3年で卒業してしまう。したがって、今年参加した者に高い満足度を持ってもらい、自らの役割の認識を認識し、後輩につないでいくことが常に重要となる。表13は楽しさ、表14は自分たちの役割、表15は世代間継承についての意識、表16は後輩にお薦めの度合いを問うた結果をまとめたものである。

学年	24A・24B				
	総数	とても楽しかった	やや楽しかった	あまり楽しくなかった	楽しくなかった
高 1	6	4	2	0	0
高 2	44	36	7	0	1
高 3	29	23	6	0	0
合計	79	63	15	0	1
%	100.0%	79.7%	19.0%	0.0%	1.3%

表 13. まちなかキャンパスは楽しかったですか

学年	24A・24B				
	総数	あると思う	場合によってはあると思う	あまりないと思う	ほとんどないと思う
高 1	6	5	1	0	0
高 2	44	37	4	1	2
高 3	29	22	7	0	0
合計	79	64	12	1	2
%	100.0%	69.6%	26.6%	1.3%	2.5%

表 14. まちづくりデザインについて高校生や大学生が果たす役割は

学年	24A・24B				
	総数	とても有意義である	意味はある	あまり意味はない	意味はない
高 1	6	5	1	0	0
高 2	44	33	8	1	2
高 3	29	17	12	0	0
合計	79	55	21	1	2
%	100.0%	69.6%	26.6%	1.3%	2.5%

表 15. まちなかキャンパスで考え方を下の世代に伝えることは

学年	24A・24B				
	総数	強くそう 思う	そう思う	あまりそ う思わな い	思わない
高 1	6	1	3	1	1
高 2	44	25	17	0	2
高 3	29	14	14	1	0
合計	79	25	34	2	3
%	100.0%	69.6%	26.6%	1.3%	2.5%

表 16. 来年自分で出たいか、卒業する場合は後輩に勧めたいか

まちなかキャンパスはイベントとして楽しく（「楽しくなかった」は 1 名）、探求学習の成果を小学生や中学生に伝えるというコンセプトも強く支持され、自分たちもまちづくりなどに関与できるという手ごたえと使命感を感じ、後輩に参加を勧めたいと感じている。卒業した高校生はいずれ市民になる。ゆえにこれらのデータは、長期にわたって市民をデザイン都市実現に向けて取り込むという当初の設計通りに、まちなかキャンパスというイベントが機能したことを意味する。

7.6. 結果の総括

まちなかキャンパスにより、イベントによる学びの促進、探求学習の出口、持続する学び合いは実現できたのか。以下にまとめる。

- ① 7 割超の高校生が子供相手のスタンプラリーに付き合うだけでなく、よその展示を見に行った（表 6）。見に行った高校生の 8 割以上が新たな発見をし、または参考になる知見を得た（表 7）。まちなかキャンパスを継続することで交流や研究が増進する可能性につき、8 割が肯定的な回答をした（表 8）。ゆえに、まちなかキャンパスは高校生のためになる機会として機能したと言える。
- ② 探究学習をやっている生徒のうち、探究学習のテーマとまちなかキャンパスにおける展示のテーマはおおむね 7 割一致している（表 9, 10）。まちなかキャンパスという出口の存在は、95%の高校生の励みになり（表 11）、探究学習に熱心に取り組むこととまちなかキャンパスに熱心に取り組むこととの間には明確な相関がある。ゆえに多種多様なコンテンツを含む探究学習をメインに据えたことは成功であった。
- ③ 毎年 1/3 が入れ替わってしまう高校での知の世代間継承には、上の世代が抱いたイメージが重要である。楽しかったと答えた高校生 98%（表 13）、自分の考えが次の世代に伝わったと手応えを感じた者 96%（表 14）、自分でもできるんだと感じた者 95%、

後輩に強く勧めたいと思っている者 95% (表 15) は、少なくとも来年までは持続できることを示している。

8. 課題

以上、ユネスコデザイン創造都市に指定され、デザインによる持続可能なまちづくりを実現するための学びのイベントを設計し、そのコアとして高校の探究学習をおいた結果、高校生には非常に高い満足を与えることができた。しかし課題も多い。

8.1. 強い危機意識を維持し続ける

2019 年 10 月にユネスコデザイン創造都市に選定された当時、アジアの同僚都市は北京、ソウル、バンコク、シンガポール、ドバイなど首都級のメガシティが多かった。これらの都市のデザイン戦略を旭川が模倣できないのは明らかであったが、直後、世界は新型コロナウイルスの影響を受け、旭川は新規加盟都市にもかかわらず、極めて限定的にしか情報を得られない状況に追い込まれてしまった。

一般論として、まちづくりという政策課題は、税制、ゴミ、除雪、医療などの課題と比べると緊急性は高くない。まして当時はコロナが猖獗を極めていて、ユネスコデザイン創造都市などは不要不急として先送られても不思議はなかった。しかし、何もしなかったら、4 年後の更新審査で認定を取り消されてしまう。このことは、少なくとも関係者の間では、「自分で考え、行動するしかない」という非常に強い危機意識を醸成した。自分で考えることの重要性は産学官金の共通認識となり、筆者が設計したまちなかキャンパスも、あらゆるセクタから「とにかくやってみよう」という応援を受けることができ、それが成功につながった。

結果としていきなり来場者 6 万 3 千人という巨大イベントになり、2 年目は 6 万 7 千人、3 年目は 6 万 8 千人と順調に伸びている。そういう真面目な学び合いの機会を設計し、実現したことは、デザイン創造の中でも初めてとされ、同僚都市から大いに賞賛された。しかし 3 年が経過し 4 年目を企画するにあたり、当初ほどの危機意識を持ち続けることの難しさを感じている。初心を忘れず、地道な努力を続けていくため、筆者らはさらなる対話を重ねていく必要がある。

8.2. リソースを維持する

まちなかキャンパス自身の持続可能性について言えば、探究学習の出口として高校に認知され、評価され、市民にもポスターやリーフレットの意匠、ロゴマークが認知されているのは大きく、いきなり消滅することはないだろう。しかし、少子化は当地でも進み、展示者も来場者も漸減していくはずである。特に高等教育機関が 3 大学 1 短大 1 高専しかない旭川には、18 歳人口の流出という構造的な問題があり、筆者が高専の人間であったため、イベントの運営は高専生、大学生に依拠するところが大きかった。スタッフを確保できなければ運営が困難になる。予算も同様で、旭川市の負担金は減ることはあっても増えることはない。企業協賛金を地道に

集めていくことが持続のための必要条件になる。

8.3. 参加者の累積とデザイン都市意識の醸成

しかし、希望はある。教育は非常に息の長い営みであり、まちなかキャンパスは毎年1回とは言え、すべての小中高生、12学年に向けて参加を呼びかけている。2021年に小学1年生、6歳だった子どもが大学4年、21歳になるのは2035年である。彼（彼女）が小学2年の時からまちなかキャンパスは存在し、10回目の参加で高校生になり、出展側に回る。参加した児童生徒・学生は人口比でどの程度になるか。以下の条件で試算すると、図3のようになる。

- ① 2021年度に誕生日を迎える小学生、中学生、高校生の数は旭川市の学校基本調査によると、高校生でおよそ3000人、中学生で2500人、小学校低学年で2300人程度であった。
- ② 大学生は1学年850名とする。2026年には旭川市立大学に地域創造デザイン学部（定員80名）ができるので3年目から930人とする。
- ③ 幼稚園児はおよそ2000人、その後生まれてくる子どもは漸減し、2028年（7年後）には1600名程度と予想する。
- ④ イベントに参加する者の割合を21年を起点とし毎年2%、4%、6%、8%増とし、10%を超えたら1%ずつ増加するものと仮定する。

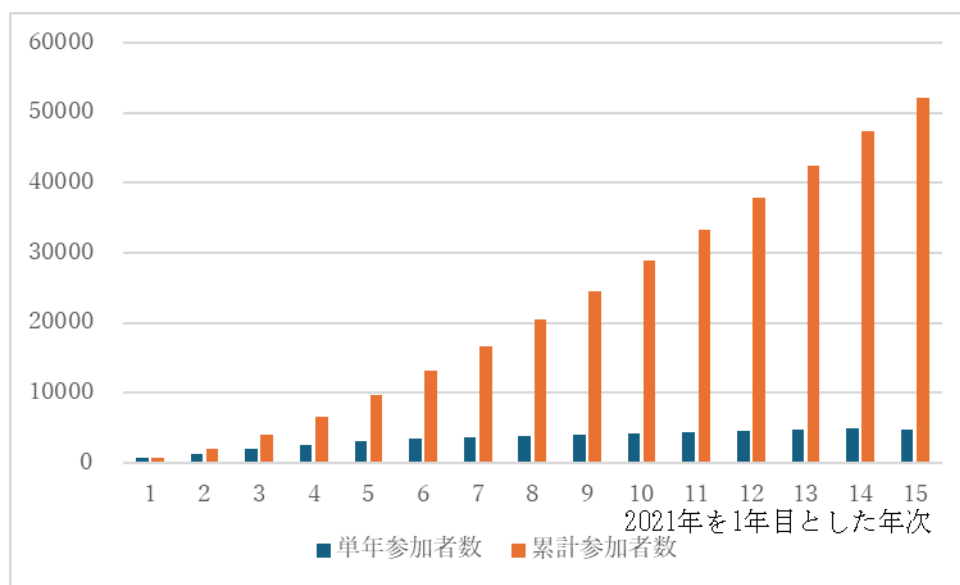


図3 参加者数の予測

ブルーは年度ごとの参加者数（2021年はコロナにより対面の開催はなし）であり、オレンジは出展経験者の延べ数である。2025年で延べ9687名、2030年で28822名、2035年には52124名と試算される。2035年の旭川市の人口予測は28万人—30万人である（2015年旭川市人口ピ

ジョン) ので、計算上市民の 5.5-6 人にひとり以上が参加経験者となる。しかもその年齢層は若い方に偏っていて、最高でも 36 歳(2021 年に 22 歳だった者)である。このように、デザインによるまちづくりに対し高い意識を持つ若者が育つ。彼ら彼女らが成人したとき、「旭川はデザインの街、デザインで SDGs を実現するとユネスコに認められた街」という自覚と誇りが、彼ら彼女らの心の中に、当たり前属性として根付く。こういう元気な若者が多数いることは、街の未来を考える上で非常に心強いことである。

8.4. 旭川以外の都市への展開可能性

現時点においてユネスコ創造都市は全国に 11 都市あるのだが、どこにもまちなかキャンパスのようなものはない。学びの大規模イベントは「愛知サマーセミナー」など限られており、そもそも違うコンテキストから生まれてきたものだ。旭川には 8.1 で述べたような切迫した事情があったし、買物公園のような素晴らしい場所があり、人口といい、学校等の数といい、多すぎず少なすぎず、ちょうどよかった。ゆえに筆者がひとりでコーディネータと事務局を務めることができた。ゆえにまちなかキャンパスは旭川という街で、特殊な状況において生まれたもので普遍性がないという考察もあり得よう。

だが、探究学習の人口は毎年百万人もいて、高校生が発表の機会に飢えているということは全国共通であり、子ども相手に、同級生相手に学び合いをすることは有用であるということは確かである。筆者は、類似のイベントに挑戦する都市や個人を歓迎し、サポートを惜しまない心算であるが、そのためには筆者らが「まちなかキャンパス」を持続させ続けなければならない。季節は春めいてきた。そろそろ次のまちなかキャンパスの準備が始まる。旭川の街を挙げての挑戦は今後も続く。

謝辞：本研究の実施にあたっては、公益財団法人科学技術融合振興財団 (FOST) の助成を受けた。また、日本シミュレーション&ゲーミング学会の SIG である技術移転研究部会、地域におけるアナログゲームの促進部会からも支援を受けた。

参 考 文 献

- 1) Landry, C. (2000). The Creative City: A Toolkit for Urban Innovators, London: Comedia.
- 2) 佐々木雅幸, 竹谷多賀子(2018). 創造都市ネットワークの展開とその可能性, 経済学論叢, 69(4), pp. 509-546, 同志社大学.
- 3) 栗山尚子, 三輪康一(2010). デザイン都市・神戸での都市の景観と環境デザインに関する国際ワークショップ WAT_Kobe2009 の事例報告, 都市計画論文集, 45(3), pp. 295-300.
- 4) 文部科学省「ユネスコ創造都市ネットワーク 分野別加盟都市一覧」(2024)
https://www.mext.go.jp/content/20240124-mxt_koktou01-100014744.pdf
(2025年1月18日閲覧)
- 5) 文部科学省(2017)
[平成29年度小・中学校新教育課程説明会\(中央説明会\)における文科省説明資料](https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/_icsFiles/afieldfile/2017/09/28/1396716_1.pdf) p. 53,
https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/_icsFiles/afieldfile/2017/09/28/1396716_1.pdf (2025年1月19日閲覧)
- 6) ベネッセ教育総合研究所(2022)、「高等学校の学習指導に関する調査2021, Q. 25
https://benesse.jp/berd/up_images/research/gakusyusido2021_kou.pdf
(2025年1月19日閲覧)
- 7) 文部科学省「令和6年度学校基本調査」(2024) Q. 135
https://www.mext.go.jp/content/20241213-mxt_chousa01-100012485_02.pdf, No. 135
(2025年1月19日閲覧)
- 8) 文部科学省「児童生徒を対象とした「探究」に係るコンテストについて」(2024)
https://www.mext.go.jp/content/20241213-mxt_chousa01-100012485_02.pdf
(2025年1月18日閲覧)
- 9) 北海道教育委員会(2024)「探究チャレンジ〇〇」
<https://www.dokyoi.pref.hokkaido.lg.jp/hk/kki/117083.html> (2025年1月27日閲覧)
- 10) 高橋正紀(2021)『『総合的な探求の時間』に関わる高大連携の在り方～『大船渡学』の実践を通して』、修紅短期大学紀要、Vol. 41, pp. 51-55.
- 11) 石川敬之(2023)「高大連携を通じた探求学習の課題と可能性」、『地域創生学研究』Vol. 6, pp. 57-71.
- 12) 橋本祥夫「地域と連携した高大連携による地域協働型PBL探求学習を中核とする教育プログラムの構想」、『地域協働研究ジャーナル』Vol. 3, pp. 41-57
- 13) 愛知サマーセミナー(2024)「愛知サマーセミナーとは」
<https://www.samasemi.net/about/index.html> (2025年1月27日閲覧)

- 14) 愛知サマーセミナー(2024)「全国に広がるサマセミ」
<https://www.samasemi.net/expansion/index.html> (2025年1月27日閲覧)
- 15) 田代理恵、田代洋久(2023)「学びの場を通じた地域づくりの担い手創出の意義と課題～尼崎市の生涯学習イベントを事例に～」、『地域共創学会誌』Vol. 10, pp. 29-48.
- 16) 田代洋久(2023)「学びをテーマとした市民主導型イベントの意義に関する考察～『みんなのサマーセミナー2022(尼崎市)』を事例に～」、北九州市立大学法政論集 Vol. 51, No. 1-2, pp. 23-57.
- 17) ユネスコ創造都市と探求学習を結びつけ、創造的な都市を目指すという観点からの文献は筆者らが関わったもの以外は発見できなかった。

球技領域におけるゲーム記録法「心電図」の ICT 化 —体育授業用アプリ「e-PassGram」の開発と使用感の評価—

矢幅 照幸* 阿羅 功也** 榎本 由里子*** 近藤 雄大****
苫米地 里香***** 沼倉 学***** 崎田 嘉寛*****

Digitalization of the "Shindenzu" Game Recording Method in Ball Games: Development and Usability Evaluation of the Physical Education App "e-PassGram"

Teruyuki YAHABA Koya ARA Yuriko ENOMOTO Yuta KONDO
Rika TOMABECHI Manabu NUMAKURA Yoshihiro SAKITA

Abstract

This study developed the game analysis app “e-PassGram” for ball games in physical education classes and examined its usefulness. Through collaboration with IT engineers, a practical application was constructed and implemented in basketball classes for 123 technical college students. The results showed that the group using the app exhibited significantly higher motivation toward the class and greater awareness of challenges compared to the non-user group. However, no difference was observed in improvements in areas such as expressive skills, suggesting that teaching methods need to be refined to effectively utilize the data.

1. はじめに

1.1 研究の背景

文部科学省（以下，文科省）は，2019 年 6 月に「学校教育の情報化の推進に関する法律」¹⁾を公布・施行した。同法は，全ての児童生徒がその状況に応じて効果的に教育を受けることができる環境整備を目的とし，デジタル教材等の開発および普及促進などの施策を定めている。これらの施策の一環として，政府は 2019 年 12 月に「GIGA スクール構想」²⁾を掲げ，文科省を中心に児童生徒への一人一台端末配備と高速通信ネットワーク環境整備，および教員における ICT 活用指導力の向上を推進している。さらに，2020 年以降の新型コロナウイルス感染症の拡大は，オンライン授業・

* 人文理数総合科准教授 ** 人文理数総合科助教 *** 北海道大学大学院修士課程 (2026 年 2 月 2 日受理)

**** 津山工業高等専門学校助教 ***** 札幌国際大学准教授 ***** 宮城教育大学講師 ***** 北海道大学准教授

教材の必要性を高め、学校教育全体における ICT 環境の整備を加速させる契機となった。

このような学校教育全体における ICT 化推進の流れを受けて、体育授業でも ICT 活用が求められるようになった。文科省は「体育・保健体育科の指導における ICT の活用について」³⁾において、体育学習に必要な情報収集やデータ管理・分析、課題の発見や解決方法の選択など、ICT を活用した学習活動の展開を提示している。では、具体的に体育授業においてどのような ICT 活用が展開され、またどのような課題があるのだろうか。

1.2 体育授業用 ICT ツールと課題

現在、体育授業での運動技能学習や練習を支援する ICT ツールとして、「スポテック」⁴⁾や「AI スマートコーチ」⁵⁾といったアプリがある。これらは、お手本動画との比較や AI による骨格解析といった機能を用いて動きを効率的に可視化することで、陸上、水泳、器械運動のほか、球技やダンスなどの個人スキルの分析と改善を目的としている。また、球技領域のゲームに活用できるものとして「コーチのタクティカルボード」⁶⁾や「V-Notes」⁷⁾といったアプリがある。これらは戦術の可視化やプレーの記録・分析を容易にするため、体育授業においても活用されている⁸⁾。しかしながら、これらは本来、競技スポーツの指導現場における戦術分析や技術向上を目的として開発されたものであり、体育授業における教育的目標や学習評価を主眼としたものではない。他方で、教員の授業分析を支援するアプリとして「Lesson Study Analyst for Physical Education」(以下、LSA)⁹⁾が挙げられる。このアプリは、従来の体育授業分析法である期間記録および教員の相互作用行動記録をタブレット端末でリアルタイムに入力でき、授業終了後すぐに分析結果を提示することが可能である。これにより指導プロセスを可視化し、データに基づく省察が可能となる。この結果、例えば、幼児教育の経験が浅い保育者の実践改善¹⁰⁾や教育実習生の授業力向上といった研究成果が報告されている¹¹⁾。

このように、現状の体育授業における ICT 活用は、主として①動作改善を目的とした動画活用、②ゲーム分析を目的としたアプリ活用、③教員の授業分析ツールの活用に大別される。しかしながら、これらの多くは既存の市販アプリに依存しており、例えば、球技における「学習者のゲーム内容」を授業内で振り返るための、記録と集計に特化した体育授業で使用できるアプリは管見の限りほとんどない。したがって、個人技術の向上だけでなく、ゲームの戦術的側面を評価・改善するための専用アプリを開発する必要がある。

1.3 ゲーム記録の ICT 化の必要性

体育授業の課題として、木原ら¹²⁾は、真正の評価の観点から実技評価の方法について言及し、実際のゲーム状況とは乖離したスキルテストではなく、ゲームにおける動き等を記録・評価し、振り返ることの必要性を示唆している。こうしたゲーム中の動きを記録する方法として、学校体育研究同志会がバスケットボールなどの球技領域で活用してきた「心電図調査」¹³⁾(以下、「心電図」)がある。これは、紙媒体の記録用紙に、誰が積極的にボールに関与しているかを時系列で記入し、ドリブル中心かパスワーク中心かといったゲームの状況を把握する方法である。この記録法を教具として活用

することにより、個々の学習者がゲームにどのようにかかわったのかを可視化することが可能となる。しかしながら、紙媒体による記録には効率面で課題がある。こうした記録の効率化例として、前述の LSA は、タブレット画面上のアイコンをタップすることで授業記録・分析を即座に実現できる機能を備えている。同様に、ゲーム記録法である「心電図」についても、紙媒体から ICT ツールへと移行し、直感的なタップ動作による記録と即時フィードバックを実現することで、学習者への迅速なフィードバックと授業の効率化が期待できる¹⁴⁾。

1.4 研究目的

以上に基づき、本研究では以下の 2 点を目的とする。①体育授業の改善を視点としたアプリを開発し、その開発プロセスの妥当性を精査すること。②開発したアプリの使用感を実践に基づいて検討すること。

1.5 研究内容

1.5.1 体育授業の改善を視点としたアプリの開発

本研究における開発視点は、既存の市販アプリにはない機能を備えていること、教員あるいは生徒及び学生が授業中に使用できる操作性を持つこと、そして記録やフィードバックの即時性によって授業改善を図ることである。開発に際しては、プロセスやリソース(予算等)を可視化して検証し、その成果と課題も明らかにする。

1.5.2 開発したアプリの使用感に関する実践的検討

開発したアプリを実際の体育授業場面で使用し、その使用感を検討する。調査対象者は、旭川工業高等専門学校の体育教員 2 名および同校の第 2 学年に在籍する 123 名(男子 101 名、女子 22 名)とし、質問紙調査を実施する。調査では、質問項目に基づき、本アプリの利用可能条件、今後の体育授業に求められる機能、および授業改善への寄与について検証する。

2. 体育授業の改善を視点としたアプリの開発

2.1 開発環境と要件

開発にあたっては、学校現場の ICT 環境を考慮する必要がある。GIGA スクール構想により小・中学校では一人一台端末が整備されている一方、高等学校における端末の整備状況は学校によって異なり、BYOD (Bring Your Own Device) 方式を採用するケースも見られる¹⁵⁾。こども家庭庁の調査¹⁶⁾によれば高校生のスマートフォンの専用率はほぼ 100%に達していることから、特定のタブレット端末に依存せず、生徒自身のスマートフォンでも活用可能なアプリとすることが、授業での利用可能性を高める条件であると考えられる。

2.2 開発するアプリの内容

体育授業の球技領域において、ゲームの様相を適切に評価し学習者の学びを深めるためには、単なる得点の結果だけでなく、ボールが誰から誰へ移動したかというプロセスを記録し、個人やチームの戦術的課題を可視化することが重要である。

1.3 で述べた「心電図」は、チームメンバー名が縦に配置された記録用紙を用い、ボール保持者による「触球」の記録に加え、パスであれば受け手に向かって直線を、ドリブルであればジグザグ線を手書きで記入する方法である。攻撃権が相手チームに移るまでの一連のプレー記録が、あたかも心電図のような波形として描画されることが名称の由来となっている。この記録法では、ゲーム終了後に記録用紙上の印を一つ一つ数えながら各個人の「触球数」、「パス成功数」、「シュート数」、および「シュート成功数(ゴール数)」を集計・記録する(図1)。

		アナウンス			記録			
名前	触球	パス成功	ドリブル	触球数	パス成功	シュート数	シュート成功数	
	●	—	〰					
	◎	⊗	◎					
	◎	⊗	◎					
1	けんた	●	—	〰	2	2	1	1
2	ともみ	●	—	〰	2	2	0	0
3	いづみ	●	—	〰	1	1	0	0

図 1 心電図の記録用紙

2.3 アプリの開発方法

まず、「心電図」をアプリ化するための要件定義(機能等)を設定した。具体的には、図1を参考に、「名前」部分を編集できる機能、試合を見ながら「触球」、「パス成功」、「ドリブル」、「シュート失敗」、「シュート成功」をタップすることで記録できる機能、「集計・表示」により集計されたデータを表示できる機能の3点に加え、朱¹⁷⁾が開発した任意の記録を修正できる機能を追加し、計4点を要件として設定した。

次に、外部設計と内部設計を実施した。外部設計として、開発環境にはMacOSで使用可能な開発ツールであるXcodeを採用した。また、アプリ開発プラットフォームには、プログラミング言語C#を用いて様々なOSやデバイスに対応可能なUnityを使用し、Windows OSへの対応も想定して設計した。画面配置等については、図2のように設計した。次に内部設計として、授業ごとの名前編集、ボタン操作の時系列記録、各ボタンの押下回数記録、集計データのPDFファイル保存、任意の記録修正といった機能を設計した。

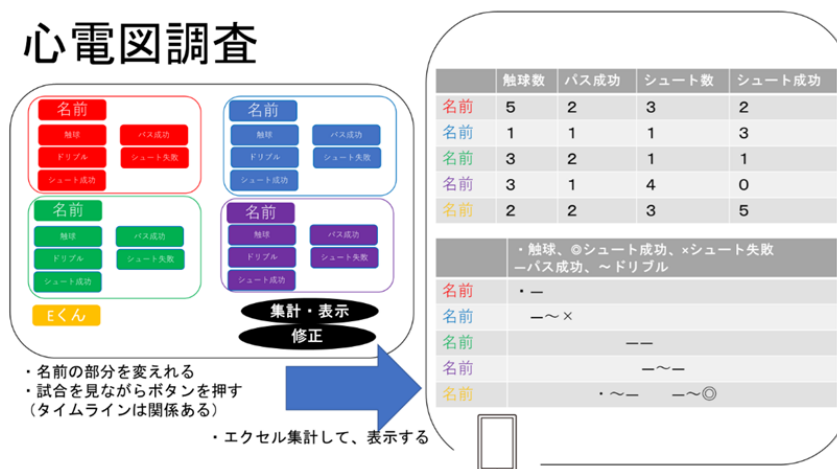


図 2 「心電図」のアプリ設計概要

続けて、要件定義（機能等）およびアプリの外部・内部設計に基づき、アプリを開発した。ソースコードは、株式会社ココナラが運営するスキルマーケット「ココナラ」を通じて開発者に委託し作成した。その後、ソースコードを Xcode でビルドし、タブレット端末にインストールして、試作アプリの動作を確認した。

最後に、試作したアプリを、体育方法を専門とする大学教員 3 名、高等専門学校教員 1 名、大学院生 1 名及び筆者を含む計 6 名で確認した。これを踏まえ、朱¹⁷⁾が開発した「触球数調査」アプリの機能を組み込み、「e-PassGram」として、App Store に公開することとした。また、多くの教育現場での利用を可能にするため、iPhone への対応も実施した。

2.4 アプリ開発の成果と課題

本アプリの開発に要した費用は、合計 213,430 円である。内訳は、ココナラでの開発委託費が 147,700 円、App Store での公開および iPhone 対応が 52,750 円、開発環境の整備が年間 12,980 円である。本研究で開発したアプリをタブレット端末上に表示したものを図 3 に示す。また、開発費用のうち 151,000 円は、クラウドファンディング「体育授業支援アプリを届けたい！考えてチャレンジする体育学習のために」¹⁸⁾により調達し、残りの 62,430 円は自己調達した。なお、本アプリは、教育現場での活用を促進するため、App Store にて無料公開しており、iPad や iPhone ユーザーであれば誰でも利用できる。

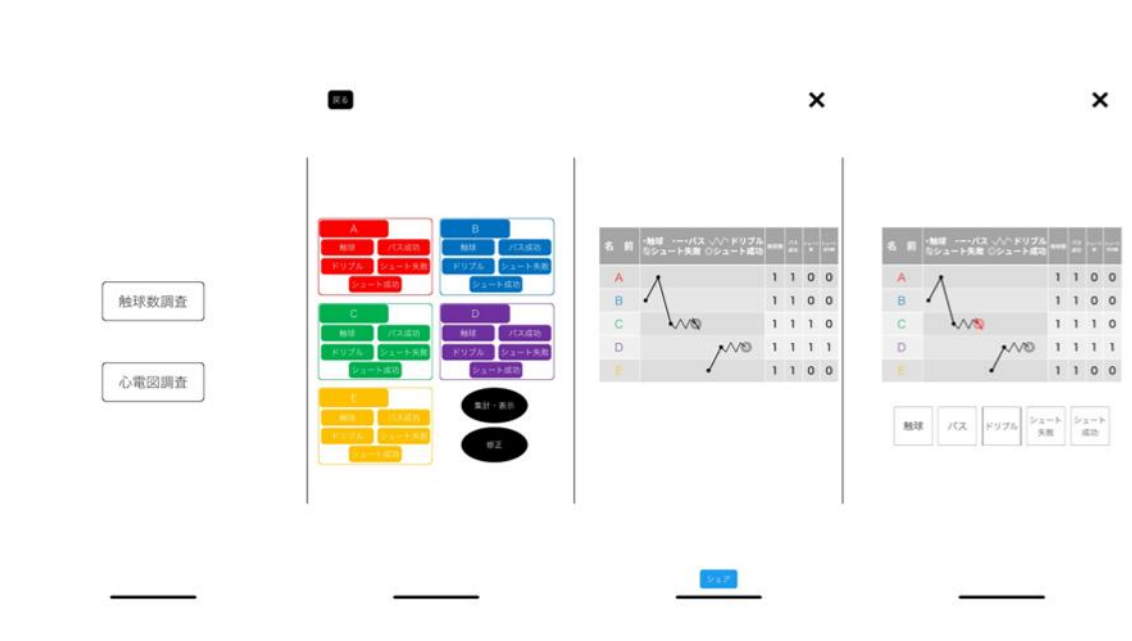


図 3 アプリ「e-PassGram」

アプリ開発による成果と課題について総括する。まず、成果として挙げられるのは、外部委託先の IT 技術者（以下、IT 技術者）のサポートを得ることで、学校現場の教育的ニーズに即したアプリ開発が十分に実現可能であるという点である。従来、体育授業ではボールなどの教具は購入により容易に準備できる一方で、教具としてのアプリの開発は専門性が高くハードルが高いものと捉えられがちであった。しかしながら、本研究のように IT 技術者と連携体制を構築することで、比較的容易に開発できることが明らかとなった。これは、理科授業における実験実習助手のように、IT 技術者を「体育授業の技術的パートナー」として位置づけることの有効性を示唆している。また、教員が既存の汎用アプリに授業を合わせるのではなく、自身の授業構想に必要な機能を技術者に依頼し、教員は指導に専念するという分業体制を確立することで、授業の質的向上と効率化を両立させることが可能となる。すなわち、体育教員と IT 技術者が共同で授業に関わることで、これまでにない体育授業の改善に資することが可能となる。

一方で、開発における課題としては費用の問題が挙げられる。教員の細かな要望に応じて機能を追加・拡張しようとした場合、それに応じた開発コストが発生するため、持続的な開発体制を維持するための費用確保が課題となる。今後は、学校や地域の枠を超えた教員コミュニティによる協働開発や、本研究で活用したクラウドファンディングなどの外部資金の活用により、この課題を克服していく必要がある。

3. 開発したアプリの使用感に関する実践的検討

3.1. 調査対象者

本調査の対象は、旭川工業高等専門学校の第2学年に在籍する学生123名である。内訳は男子101名、女子22名である。なお、調査の実施にあたっては、対象者に対し事前に研究の目的、内容、方法について説明した。また、調査への協力は任意であること、調査の途中や終了後であっても辞退が可能であること、調査結果は授業成績や評価には一切影響しないこと、および個人情報厳密に管理しデータ分析後は適正に処理することを口頭で説明し、これらについて同意を得た上で授業実践と質問紙調査を実施した。質問紙調査は、調査対象者123名に対して、44名から回答を得られた（回収率35.8%）。

3.2 調査内容

3.2.1 授業実践の概要（単元計画と記録方法）

「e-PassGram」の有効性を検証する実践種目としてバスケットボールを選定した。単元配当時間は6単位時間（1単位時間は90分）であり、単元計画は図4に示す通りである。このうち、アプリの使用は第2時から第5時までとした。

授業の構成について、M組、E組、およびC組は、各クラス約5名で構成される5グループを編成した。S組については約5名で構成される6グループを編成した。授業展開は2コート同時進行とし、M・E・C組では4チームが試合をし、残りの1チームが記録係を担当した。S組では4チームが試合をし、残りの2チームが記録係を担当した。試合形式は、試合時間を2分、移動・交代・記録準備時間を約2分とした。記録体制は、試合をする2チームに対し、アナウンス担当（戦況伝達）、アプリ入力担当（または紙媒体記入）を分担して実施した。M・E・C組では記録係が1チームのみであるため、2コートのうち1コートのみを記録対象とし、記録係が2チームあるS組では2コートを記録対象とした。

ゲーム記録は多くの学生にとって初めての経験であったため、第1時ではゲームの様相を記録する手順を共有し、試合のない時間に全員がアナウンス担当を介さず記録用紙へ直接記入する練習を実施した。第2

時数	ねらい	学習活動の概要 (90分)	指導の要点・心電図の活用
1	<ul style="list-style-type: none"> ・バスケットボールの特性を理解する ・スキルレベルを把握する ・「心電図」による記録方法を説明し、練習する 	<ul style="list-style-type: none"> ●オリエンテーション・スキルテスト説明 <ul style="list-style-type: none"> ・30秒シュート, 壁パス, ドリブル等のテスト説明と練習 ●ゲーム実践 (初期データ収集) <ul style="list-style-type: none"> ・リーグ戦 (1試合2分) ・「心電図」記録の練習 	<p>【記録方法：紙媒体のみ】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・アプリは使用せず、紙の記録用紙のみを使用する。 ・アナウンス担当 (戦況伝達者) は配置せず、記録者が試合を見ながら直接用紙に記入する形式をとる。 ・「心電図」の書き方 (触球, パス, ドリブルの線) を習得させる。
2	<ul style="list-style-type: none"> ・個人のスキル課題を明確にする ・役割分担をして正確に記録をとる 	<ul style="list-style-type: none"> ●スキルテスト練習・測定 <ul style="list-style-type: none"> ・グループごとの練習と測定 ●リーグ戦の継続 <ul style="list-style-type: none"> ・チーム戦術の試行 ・記録係によるデータ収集 	<p>【記録方法：紙媒体 + アプリ (導入)】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・iPhoneを所持する学生がアプリ入力を開始する。 ・アナウンス担当を配置し、「戦況を伝える役」と「入力・記入する役」に分担する。 ・紙媒体とアプリを並行して稼働させる。
3	<ul style="list-style-type: none"> ・記録データと実感のズレを確認する ・チームでの連携を深める 	<ul style="list-style-type: none"> ●スキルテスト練習 ●リーグ戦の継続 <ul style="list-style-type: none"> ・これまでの記録を意識したプレー ・オフェンスパターンの工夫 	<p>【記録方法：紙媒体 + アプリ (照合強化)】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・紙媒体とアプリのデータ合点を容易にするため、アプリ内の名前入力順を紙媒体の名簿順と完全に一致させる。 ・記録の精度向上を目指し、リポーターと入力者の連携を強化する。
4	<ul style="list-style-type: none"> ・客観的データに基づき戦術を改善する ・個人のスキル向上を図る 	<ul style="list-style-type: none"> ●中間振り返り <ul style="list-style-type: none"> ・これまでの「心電図」データを確認し、チームの課題 (パスワーク, 特定の個人への依存等) を分析する ●課題解決練習 <ul style="list-style-type: none"> ・シュート, パス, レイアップなどグループ別練習 ●リーグ戦 (改善の検証) 	<p>【データの活用】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・蓄積されたデータをフィードバック資料として配布する。 ・感覚的な振り返りではなく、数値 (触球数・シュート数) や波形 (パスのつながり) に基づいた戦術修正を促す。 ・記録係は引き続きBコート (S組は両方) を中心に記録する。
5	<ul style="list-style-type: none"> ・スキルの習熟度を確認する ・ゲーム内での技能発揮を目指す 	<ul style="list-style-type: none"> ●スキルテスト本測定 (前半) <ul style="list-style-type: none"> ・30秒シュート, 30秒壁パス ●ゲーム実践 <ul style="list-style-type: none"> ・テスト結果を意識したプレーの実践 	<p>【技能とデータの関連付け】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・個人スキルの向上が、ゲーム内の「パス成功数」や「シュート成功数」に反映されているかを確認する視点を持たせる。
6	<ul style="list-style-type: none"> ・単元の総括を行う ・学習成果を確認する 	<ul style="list-style-type: none"> ●スキルテスト本測定 (後半) <ul style="list-style-type: none"> ・レイアップシュート ●最終ゲーム <ul style="list-style-type: none"> ・単元の総仕上げとしての試合 ●総合的な振り返り 	<ul style="list-style-type: none"> ●スキルテスト本測定 (後半) <ul style="list-style-type: none"> ・最終的なゲームパフォーマンスを記録し、単元を通じた変容 (触球の偏りの改善, パスワークの向上など) を評価する。

図 4 バスケットボール単元計画

時以降の授業では、記録係内に iPhone を所持している学生がいる場合、アプリをダウンロードさせ入力を担当させた。入力データは授業後に担当教員へ転送し、次の授業時にプリントアウトしたものを各グループへフィードバック資料として配布し、紙媒体との比較を含めた振り返りに活用した。

なお、記録係内での役割分担は次の通りである。試合に出場していない記録係のメンバーの中で iPhone 所持者をアプリ入力担当とし、それ以外の者をアナウンス担当および紙媒体の「心電図」記入担当とした。本来であれば、試合をする 2 チームそれぞれに対して、アナウンス、アプリ入力、紙媒体記入の計 3 名の配置が望ましい。しかし、グループ編成に際して運動部所属状況や男女比の均等化を優先したため、iPhone 所持者の有無は考慮されなかった。その結果、iPhone 所持者が 1 名のみ、あるいは不在のグループも存在し、全てのグループに対してアプリによる記録を実施することはできなかった。

3.2.2 質問紙調査の内容

上記の第 2 時から第 5 時までの 4 時間の実践後、質問紙調査を実施した。実際にアプリを使用した学生に対しては、「アプリの使用感」(4 項目：ボタンの配置、名前の設定方法、触球数のカウント方法、カウントの修正方法)を確認した上で、「アプリ全体の満足度」とその理由、および「改善点」について回答を求めた。また、アプリ使用の有無にかかわらず全学生を対象として、開発したアプリの利用可能性(9 項目)について調査した。なお、質問紙の作成にあたっては、体育方法学(体育科教育学)を専門とする大学教員 2 名、高等学校保健体育科教員 1 名、体育科教員免許を有する大学院生 2 名、および筆者(第一著者である矢幅)による検討を経て決定した(付録を参照)。

3.3 分析方法

「アプリの使用感」については、実際にアプリを使用した学生のみが回答した。操作性に関する 8 項目(ボタンの配置、名前の設定方法、各操作項目の入力しやすさ、カウント修正方法)は、「そう思わない(1 点)」、「ややそう思わない(2 点)」、「ややそう思う(3 点)」、「そう思う(4 点)」の 4 件法を用いて単純集計により各回答の割合を算出した。「アプリ全体の満足度」については、「低い(1 点)」から「高い(5 点)」までの 5 件法で回答を求め、単純集計により割合を算出するとともに、「満足度の理由」および「アプリの改善点」に関する自由記述の内容と対応させて分析した。

「開発したアプリの利用可能性」(9 項目)については、すべての学生が回答し、「そう思わない(1 点)」、「ややそう思わない(2 点)」、「ややそう思う(3 点)」、「そう思う(4 点)」の 4 件法を設定し、回答の合計割合および平均値を算出した。さらに、回答全体、アプリを使用したグループ(使用群)、アプリを使用しなかったグループ(未使用群)に分類して分析した。

3.4 調査結果と考察

3.4.1 アプリの使用感と改善点

対象者による開発したアプリの使用感について、ボタン配置、名前設定方法、各項目（触球、パス成功、ドリブル、シュート失敗、シュート成功）の入力方法、カウント修正方法に関する結果を表1に示す。

まず、ボタンの配置とそれぞれの項目の入力方法について、「入力しやすい」と回答した割合（「そう思う」と「ややそう思う」の合計）は、44～56%にとどまった。この結果について学生の記述からは、「ボタンを押すだけで入力される」といった記録の簡便性が評価されていた一方で、「ボタンが小さい」、「ボタンを押しづらい」、「表示されている情報が小さい」など、画面上のボタンや文字の大きさに関する不満が挙げられている。また、「音などがなく、押した実感がない」、「押した時にもっと押しさったようなアクションや音がないとあまり押しさった感覚がなかった」といったタップ時の打感不足に対する指摘も確認された。これらのことから、ボタンタップ時にバイブレーションや効果音を付与するなど、打感に関する改善が必要であると考えられる。この点については、本研究ではiPhoneによる記録を実施したため、iPadなど

表1 アプリの操作性に関する評価

質問項目	N=16			
	そう思わない	ややそう思わない	ややそう思う	そう思う
1. ボタンの位置（配置）は押しやすく適切であった	12.5%	37.5%	37.5%	12.5%
2. 名前の入力（設定）方法は簡単であった	12.5%	18.8%	37.5%	31.3%
3. 「触球」は入力しやすかった	18.8%	31.3%	37.5%	12.5%
4. 「パス成功」は入力しやすかった	18.8%	37.5%	25.0%	18.8%
5. 「ドリブル」は入力しやすかった	18.8%	31.3%	25.0%	25.0%
6. 「シュート失敗」は入力しやすかった	18.8%	25.0%	25.0%	31.3%
7. 「シュート成功」は入力しやすかった	18.8%	25.0%	25.0%	31.3%
8. カウントを間違えたときの修正方法はやりやすかった	25.0%	50.0%	12.5%	12.5%

のタブレット端末で利用することで、ボタンや文字の大きさの問題が解消される可能性がある。

次に、名前の設定方法について、「入力しやすい」と回答した割合は、68.6%であった。限定された体育の授業時間内においても容易に名前を入力することが可能であったと判断され、使用感としては改善する必要はないと考えられる。

最後に、カウントの修正方法について、「入力しにくい」と回答した割合（「そう思わない」と「ややそう思わない」の合計）は、75%と高い値を示した。学生の記述からは、「間違えた時の修正がよく分からない」、「修正をどこでするのがわからなかった」といった修正ボタンの配置に関する意見や「やってる途中に見れるようにしたい」、「入力を間違えてもその画面を見ることができないので間違えたかどうか分からない」、「今どうなっているかわからないので、修正しようがない」といった修正機能の仕様に対する不満が確認された。そのため、誤入力に即座に気づくことができるように、グラフを確認しながら入力可能な画面構成に改善する余地がある。一方で、「手書きよりはやりやすい」、「手書きと違って比較的忙しくない」、「入力したものがすぐグラフになるのが便利だと思った」といった意見もあり、紙媒体のゲーム記録方法と比較して、アプリを用いた記録方法の利便性

が確認された。

以上のように、アプリにはいくつかの改善の余地が確認されたが、ゲームの記録に本研究で開発したアプリを用いることで、紙媒体と比較して記録の利便性が向上することが示唆された。このことは、アプリの使用感に関する不満が一定数あったのにもかかわらず、学生の満足度が概ね高かったこと（全体の満足度:普通以上 81.3%）からも確認できよう。

3.4.2 開発したアプリの利用可能性

開発したアプリの利用可能性について、アプリ使用者と未使用者に分類した結果を表 2 に示す。

まず、項目 2, 3, 5 において、肯定的な回答割合（「そう思う」と「ややそう思う」の合計）が概ね高い値を示した（全体:項目 2=71.4%, 項目 3=60.5%, 項目 5=64.3%）。このことから、本研究で開発したアプリを用いた授業は、授業の振り返り、データに基づく課題発見、思考の言語化に関して、アプリ使用の有無にかかわらず、学生に効果をもたらす可能性があると考えられる。

表 2 アプリの利用可能性に関する評価

	N=123(使用者16 非使用者107)											
	そう思わない			ややそう思わない			ややそう思う			そう思う		
	使用者	未使用者	全体	使用者	未使用者	全体	使用者	未使用者	全体	使用者	未使用者	全体
1.このアプリを使うことで、授業の目標や「何を練習すればよいか」が分かりやすくなった	12.5%	14.8%	14.0%	25.0%	37.0%	32.6%	56.3%	29.6%	39.5%	6.3%	18.5%	14.0%
2.授業の振り返りやまとめをする際に、学んだ知識や技術を整理するのに役立った	12.5%	11.1%	11.9%	12.5%	18.5%	16.7%	31.3%	55.6%	47.6%	43.8%	11.1%	23.8%
3.データを見ることで、自分自身の課題（もっとうまくやるために必要なこと）に気づくことができた	6.3%	7.4%	7.0%	18.8%	40.7%	32.6%	31.3%	37.0%	34.9%	43.8%	14.8%	25.6%
4.このアプリを使うことで、プレイや戦術についてより深く考えたり、理解したりすることができた	6.3%	3.7%	4.7%	31.3%	44.4%	39.5%	43.8%	33.3%	37.2%	18.8%	18.5%	18.6%
5.このアプリを使うことで、自分の考えや気づきを文章にまとめやすくなった	12.5%	3.7%	7.1%	25.0%	29.6%	28.6%	43.8%	40.7%	42.9%	18.8%	22.2%	21.4%
6.このアプリのデータを使って、技術や戦術のポイントを友達に説明することができた	18.8%	11.1%	14.0%	37.5%	40.7%	39.5%	25.0%	40.7%	34.9%	18.8%	7.4%	11.6%
7.このアプリを使うことで、体育の授業や練習に対するやる気・関心が高まった	12.5%	14.8%	14.0%	25.0%	44.4%	37.2%	43.8%	29.6%	34.9%	18.8%	11.1%	14.0%
8.自分たちに必要なデータや情報を、このアプリを使ってうまく集めたり選んだりできた	12.5%	11.1%	11.9%	12.5%	40.7%	31.0%	62.5%	33.3%	45.2%	12.5%	11.1%	11.9%
9.このアプリを使って繰り返し確認や練習を行うことで、動きが身についた（上達した）と感じる	12.5%	11.1%	11.6%	31.3%	44.4%	39.5%	25.0%	29.6%	27.9%	31.3%	14.8%	20.9%

次に、アプリ使用者と未使用者を比較すると、項目 1~4, 7~9 において、アプリ未使用者に比べて、アプリ使用者の肯定的な回答割合が高いことが確認された（アプリ使用者と未使用者の差:項目 1=24.5, 項目 2=8.4, 項目 3=23.3, 項目 4=10.8, 項目 7=21.9, 項目 8=30.6, 項目 9=11.9）。これらの結果から、本研究で開発したアプリは、目標・活動理解、授業の振り返り、データに基づく課題発見、戦術理解、意欲・関心、情報収集、技能上達に関して、使用しなかった学生と比較して、使用した学生により大きな効果をもたらすことが示唆される。特に、目標・活動理解、データに基づく課題発見、意欲・関心、情報収集においては、アプリを使用することで、学生の活動の活発化や能力の向上が期待される。

一方で、項目5と6においては、アプリ使用者と未使用者の差が小さいことが確認された（アプリ使用者と未使用者の差:項目5=-4.3, 項目6=-0.3）。この結果は、アプリの使用が思考の言語化、戦術説明に関しては、利用可能性が低いことを示唆している。その要因として、アプリの仕様上、要件定義の段階でアウトプットに関する機能（文章作成や説明支援機能等）を設定していなかったことが考えられる。

4. 結語

本研究では、体育授業における球技の戦術的側面を可視化し、学習評価と授業改善に資するアプリとして「e-PassGram」を開発するとともに、その実践的有用性を検証した。

開発プロセスにおける知見として、IT技術者を授業実践チームの一員と位置づける協働体制の構築が、現場のニーズに即した教材開発において有効であることが示唆された。従来、専門性の壁により困難とされてきた教具としてのアプリ開発において、外部人材への委託やクラウドファンディング等の資金調達手法を組み合わせることで、教員が指導構想に注力しながら具現化できるという新たな教材開発モデルを提示することができた。これは、汎用アプリへの適応にとどまっていた従来のICT活用から脱却し、各領域や授業の特性に最適化された専用ツールを、現場主導で創出できる可能性を開くものである。

また、授業実践を通じた検証からは、本アプリが単なる記録の効率化にとどまらず、学習者の主体的な学びを促進する触媒として機能することが明らかとなった。紙媒体からデジタルデバイスへの移行は、記録の即時性と利便性を向上させただけでなく、学習者が自身の課題やゲームの様相を客観的に捉える視点を養うことに寄与している。特に、アプリを使用した学習者において、目標理解や意欲・関心の向上が示唆されたことは、ICTツールによる情報の可視化が、技能習得のみならず、戦術的な思考や探究的な学習態度の変容に深く関与していることを示している。

他方で、今後の課題として、ICTツールの操作性と持続可能性が挙げられる。身体活動を伴う体育授業において、直感的かつストレスのない操作性は必須条件であり、誤操作の防止や修正プロセスの最適化は、学習への集中を維持するために不可欠である。また、学習効果として課題が確認された思考の言語化や対話を支援する機能を実装することも、次なる開発の焦点となる。さらに、こうした機能拡張を継続するためには、個人の努力に依存しない、教員コミュニティや外部資金を活用した持続可能な開発・運用体制の確立が求められる。

総じて、本研究は、体育教員とIT技術者の連携によるアプリ開発が、授業の質的転換を促す有効なアプローチであることを確認した。今後は、この連携体制を基盤として、アプリの機能改修と、その機能を最大限に活かすための授業プログラムの開発を並行して推し進めていく必要がある。さらに、そこから得られた実践データやノウハウを広く教育現場で共有・蓄積していくことは、類似の課題を持つ他領域への応用可能性を拓くことにもつながるであろう。こうした持続的な開発と実践の循環こそが、体育授業におけるデジタルトランスフォーメーションを実質的に加速させ、新たな学びの価値を創造する礎となることが期待される。

参 考 文 献

- 1) 文部科学省：学校教育の情報化の推進に関する法律：2019年6月28日施行
- 2) 内閣府：安心と成長の未来を拓く総合経済対策, https://www5.cao.go.jp/keizai1/keizaitaisaku/2019/20191205_taisaku.pdf,
2026年1月10日
- 3) 文部科学省：体育・保健体育科の指導におけるICTの活用について,
https://www.mext.go.jp/content/20200911-mxt_jogai01-000009772_10.pdf, 2026年1月10日
- 4) 株式会社アイテック：スポテック, <https://portal.spo-tec.com/>, 2026年1月12日
- 5) ソフトバンク：AIスマートコーチ, <https://smartcoach.mb.softbank.jp/>, 2026年1月12日
- 6) Grzegorz Kipa：コーチのタクティカルボード,
<https://apps.apple.com/jp/app/コーチのタクティカルボード-サッカー/id834813357>, 2026年1月12日
- 7) Akira Takahashi：「V-Notes」をApp Storeで, <https://apps.apple.com/jp/app/v-notes/id972883502>, 2026年1月12日
- 8) 山本朋弘：一人一台端末で学校の学びはどう変わる, 体育科教育, 69(3)：12-15, 2021
- 9) 株式会社ミニマル：Lesson Study Analyst for Physical Education 体育授業分析アプリ, <https://pes-analyst.jp/>,
2026年1月12日
- 10) 矢幅照幸, 石井由依, 若槻稜磨, 近藤雄大, 崎田嘉寛 (2021)：絵本を用いた運動遊びの実践研究 保育内容「健康」・
「言葉」に関する教材開発を視点として, 北海道科学大学研究紀要, 49：93-100, 2021
- 11) 沼倉学, 川戸湧也, 佐藤亮平, 黒田栄彦, 本郷真哉, 長谷川悦示 (2021)：体育授業分析用アプリを用いた教育実習指
導に関する一考察 「Lesson Study Analyst for PE」活用の可能性, 宮城教育大学情報活用能力育成機構研究紀要,
1：9-18, 2021
- 12) 木原成一郎, 川端宣彦：体育における「真正の評価」の展開 Hopple C.J., metzler M.W., Rink J.D.の主張を中心に,
教育目標・評価学会紀要, 14：53-62, 2004
- 13) 根本忠紀 (1977)：サッカーの心電図, 運動文化, 56, 4-8, 1977
- 14) 酒井忠喜：How To バasketボール ゲーム記録の取り方・活かし方, たのしい体育・スポーツ, 28(7)：12-13, 2009
- 15) 文部科学省：高等学校段階における学習者端末の整備状況について (令和6年度当初),
https://www.mext.go.jp/content/20240806-mxt_jogai02-000020467_01.pdf, 2026年1月14日
- 16) こども・家庭庁：令和6年度青少年のインターネット利用環境実態調査 調査結果速報,
https://www.cfa.go.jp/assets/contents/node/basic_page/field_ref_resources/9a55b57d-cd9d-4cf6-8ed4-3da8efal2d63/a8673c90/20250225_policies_youth-kankyau_internet_research_results-etc_14.pdf, 2026年1月14日
- 17) 朱賽奇 (2023)：中国における体育教員のICT機器の利活用に関する研究 授業改善を視点とした調査から
教材開発まで, 北海道大学大学院教育学院修士論文 (2023)
- 18) 榎本由里子 (2025)：体育授業支援アプリを届けたい！考えてチャレンジする体育学習のために (READYFOR),
<https://readyfor.jp/projects/e-passgram>, 2026年1月15日

付録

アプリの体育授業への使用感・利用可能性に関する調査

この調査は、開発したアプリの体育授業への効果を調べるために行うものです。正しい答えや、間違った答えというものはありません。思ったとおりに教えてください。

なお、質問への回答は自由意志であり、答えたくない項目や答えられない項目については無理に回答する必要もなく、もちろん成績には一切影響ありません。調査結果は研究紀要等で公表されますが、回答は全て匿名で処理され、個人が特定されることは一切ありません。ご協力をお願いいたします。

【あなたご自身のことについて教えてください】※全員回答

1. 性別（男性・女性・回答しない）
2. これまで（現在を含めて）のスポーツ競技経験（部活動・クラブチームなど）を教えてください（例：現在・野球部、中学・サッカー部など）
3. 小・中学校の体育授業で、タブレットやパソコンなどのICTを使用・活用したことはありますか？「はい」の人は4と5へ、「いいえ」の人は5へ
4. ※3で「はい」と回答した人は、どのように使用しましたか
5. 現在使用しているスマートフォンを教えてください（iPhone, Android, 持っていない, その他）

【バスケットボール授業の振り返り（これまで5回の授業を通して）】※全員回答

以下の質問項目について、自分の学習を振り返り、最もあてはまるものにチェックしてください

1：そう思わない 2：ややそう思わない 3：ややそう思う 4：そう思う

1. 「状況に応じたボール操作と空間を埋めるなどの動きによって空間への侵入などから攻防をすること」を身に付けることができましたか
2. 「生涯にわたって運動を豊かに継続するためのチームや自己の課題を発見し、合理的、計画的な解決に向けて取り組み方を工夫するとともに、自己やチームの考えたことを他者に伝えること」を身に付けることができましたか
3. 「球技に主体的に取り組むとともに、フェアなプレイを大切にしようとする、合意形成に貢献しようとする、一人一人の違いに応じたプレイなどを大切にしようとする、お互いに助け合い高め合おうとすることなどや、健康・安全を確保すること」を身に付けることができましたか

【開発したアプリの利用可能性について教えてください】※全員回答

以下の質問項目について、自分の学習を振り返り、最もあてはまるものにチェックしてください

1：そう思わない 2：ややそう思わない 3：ややそう思う 4：そう思う

1. このアプリを使うことで、授業の目標や「何を練習すればよいか」が分かりやすくなった
2. 授業の振り返りやまとめをする際に、学んだ知識や技術を整理するのに役立った
3. データを見ることで、自分自身の課題（もっとうまくやるために必要なこと）に気づくことができた
4. このアプリを使うことで、プレイや戦術についてより深く考えたり、理解したりすることができた
5. このアプリを使うことで、自分の考えや気づきを文章にまとめやすくなった
6. このアプリのデータを使って、技術や戦術のポイントを友達に説明することができた
7. このアプリを使うことで、体育の授業や練習に対するやる気・関心が高まった
8. 自分たちに必要なデータや情報を、このアプリを使ってうまく集めたり選んだりできた
9. このアプリを使って繰り返し確認や練習を行うことで、動きが身についた（上達した）と感じる

※授業でiPhoneアプリ「心電図」を利用しましたか

チェックのあと「次へ」をクリックしてください

「はい」の人は引き続き回答をお願いします 「いいえ」の人は「送信」をクリックして終了です

【アプリの使用感について教えてください】※アプリを利用した人のみ回答

以下の質問項目について、自分の学習を振り返り、最もあてはまるものにチェックしてください

1：そう思わない 2：ややそう思わない 3：ややそう思う 4：そう思う

1. ボタンの位置（配置）は押しやすく適切であった
2. 名前を入力（設定）方法は簡単であった
3. 「触球」は入力しやすかった
4. 「パス成功」は入力しやすかった
5. 「ドリブル」は入力しやすかった
6. 「シュート失敗」は入力しやすかった
7. 「シュート成功」は入力しやすかった
8. カウントを間違えたときの修正方法はやりやすかった
9. アプリ全体の満足度は5段階で何点ですか（5が高い、1が低い）
10. 上記9でつけた点数の理由を教えてください（満足度の理由）
11. もっとこうしてほしい等の改善点についてあれば教えてください（改善点）

協力ありがとうございました 最後に「送信」をクリックして終了です

「ランニング・バイアスロン」の教材開発に関する理論的考察

矢幅 照幸* 松本 佑介** 阿羅 功也***

榎本 由里子**** 苫米地 里香***** 崎田 嘉寛*****

Theoretical Considerations on Teaching Materials Development for “Running Biathlon”

Teruyuki YAHABA Yusuke MATSUMOTO Koya ARA
Yuriko ENOMOTO Rika TOMABECHI Yoshihiro SAKITA

Abstract

This study presents the theoretical foundation and lesson plan for a new teaching material, “Running Biathlon,” designed to cultivate “thinking and judgment skills” in physical education classes at technical colleges. This material uses the trade-off relationship between heart rate and shooting accuracy as its learning task. Students analyze their own data to devise strategies for minimizing their time. This approach moves beyond the traditional emphasis on physical ability alone, establishing a competency-based physical education learning model that applies engineering thinking to physical control.

1. はじめに

本研究の目的は、高等専門学校（以下、高専）における体育授業のための新たなスポーツ教材「ランニング・バイアスロン」を開発し、その理論的基盤と授業計画を提示することである。本教材は、ランニングによる心拍数上昇が微細な射撃技能に及ぼす身体的影響を学習課題とし、学生が自己データを分析しながら最適なランニングペース配分と射撃戦略を立案する探究的学習を可能にする。これにより、従来の陸上競技教材が抱える身体能力への依存という課題を克服し、思考力・判断力を中核とした資質・能力ベースの体育授業モデルを理論的に示すことを目指す。

* 人文理数総合科准教授 ** 広島大学助教 *** 人文理数総合科助教 (2026年2月2日受理)

**** 北海道大学大学院修士課程 ***** 札幌国際大学准教授 ***** 北海道大学准教授

1.1 研究の背景

今日のスポーツ教育においては、単なる運動技能の習得にとどまらず、自己の身体データを分析し、論理的な思考に基づいて課題解決を図る科学的なスポーツ教育の実践が求められている。例えば、文部科学

省¹⁾は、高等学校（以下、高校）保健体育科において「思考力・判断力・表現力等」を育成するため、ICTの積極的な活用や、自己の課題を合理的・計画的に解決する学習過程の重要性を指摘している。また、鈴木ほか²⁾は、客観的データに基づくフィードバックは、学習者のメタ認知を促進し、深い学びへ導く有効な手段であることを示している。特に、筆者らが所属する高専では、モデルコアカリキュラム³⁾において論理的思考力や情報活用能力の涵養が目指されている。したがって、高専の体育授業においても、従来の経験則に基づいた指導によって培われた知見に加えて、エンジニアを志向する傾向のある学生の特性を考慮した、データに基づく探究的なスポーツ教材開発が必要である。

1.2 既存教材（陸上競技）の課題

しかしながら、高校における体育授業では、学習指導要領に例示された種目が、その選定根拠や現代的意義が十分に検証されないまま、慣習的に採用され続けているのではないだろうか。とりわけ「陸上競技（長距離走）」は、多くの学校で必修的に扱われている⁴⁾一方で、その学習構造には検討すべき課題が存在すると考えられる。具体的には、球技等の他領域が戦術や連携といった認知的要素（思考・判断）を学習に取り入れやすいのに対し、従来の長距離走は、学習者の心肺機能や持久力といった身体能力がパフォーマンス（順位・タイム）に直結しやすいという特性がある。この身体能力によって成果が決定される構造は、運動が苦手な学習者にとって工夫や思考を見出しにくく、結果として走るだけの単調な学習というネガティブな体験を固着させる主因となっているのではないだろうか。

この課題に対し、松本ほか⁵⁾は、設定ペースとの誤差を競う「間接の競争」を導入することで、身体能力への依存度を軽減し、長距離走に対する意識を変容することを試みている。これは重要な知見を提示しているが、懸念されることは、走ることのみで完結する枠組みであるため、技能習得の難しさや身体的強度の低い運動に終始してしまう可能性があることである。今日のスポーツ教育において、素材としての長距離走を、思考力の育成を中核とした教材に再構成するためには、走り方を工夫するというアプローチに加えて、走力以外の変数が結果を左右するという構造的な転換が必要である。本研究があえて陸上競技の長距離走教材を取り上げる理由はここにある。もちろん、既に松本ほか⁶⁾は、「駆け引き」という戦術的な思考や場・グループの工夫によって、走力以外の変数が結果を左右する構造を意図した実践を報告している。そのため、同実践報告における戦術という方向性を継承しつつ、さらに学習者が活用可能な客観的データを戦術に加えることによって結果が覆るモデルを構築できれば、それは教育機関で展開されるスポーツ教育の資質・能力ベースの教材開発の実証例となり得よう。

1.3 高専におけるスポーツ教材開発

高専は、実践的技術者の育成を目的とした教育課程を有しており、高校の学習指導要領の法的拘束力を直接的には受けない。しかしながら、実際のカリキュラム編成においては学習指導要領を参考としており、その趣旨から大きく逸脱するものではない。このカリキュラム編成における一定の自律性は、高専における体育の特質の一つである。高校生と同年齢でありながら、必ずしも既存の種目を網羅的に履修する必要がないため、学習指導要領の趣旨を踏まえつつも、教育効果が高いと判断されれば、前例のない新規教材であっても柔軟に導入・検証することが可能である。

また、高専学生の学習特性も、新たな教材開発を後押しする重要な要因である。吉村⁷⁾の調査によれば、進学動機として「工学を専門的に学べる」や「早く工学を学びはじめられる」を挙げる学生が過半数近くを占めている。早期から専門教育を選択した学生らは、現象を客観的な数値として捉え、論理的に分析することを望んでいるのではないか。したがって、従来の体育で重視されがちな主観的な身体感覚や精神的な努力のみに依拠するのではなく、身体活動を分析的な対象として捉え直すようなアプローチこそが、高専学生の知的好奇心を刺激し、学習効果を最大化すると考えられる。

1.4 「ランニング・バイアスロン」教材の提案

1.4.1 バイアスロン競技の選定とその教育的意義

以上のことから、本研究では新たな体育授業の教材を提案するために、冬季オリンピックの正式種目である「バイアスロン」に着目する。バイアスロンは、高い身体負荷がかかるクロスカントリースキーと、集中力が求められるライフル射撃という、相反する要素を交互に展開する競技である。この競技特性は、心拍数の上昇が微細な運動技能に影響するという身体的なトレードオフを内包していると推定され、本研究が目指す身体制御と戦略的思考を学習させるための素材⁸⁾として適していると判断した。また、オリンピック種目として国際的に認知されたスポーツ文化を扱うことは、学習者に対して教材としての正当性を保証し、学習意欲を高める効果も期待できる。

1.4.2 身体負荷手段としてのランニングの採用

本来のバイアスロン競技は、雪上でクロスカントリースキーを用いて実施されるものである。しかしながら、日本の学校体育施設における実施可能性（雪不足や用具の欠如）を考慮し、本研究ではスキーの代替として「ランニング」（陸上での走運動）を採用する。この修正には、単なる環境適応以上の積極的な教育的意義があると考えられる。スキーでの走行は専門的技能を要するため、未習熟な学生にとっては、心拍数を上げる前に転倒する、移動に精一杯で戦略を考える余裕がないといった状況が生じやすくなる可能性が高い。一方、ランニングは高専学生にとって既習の運動様式であり、移動技術という個人差を最小限に抑えることができよう。これにより、心拍数制御と射撃の関係に焦点を当てた学習が可能となり、教材としての汎用性を高めることができると考えられる。

1.4.3 安全性を担保した代替教具の採用

他方で、学校体育現場において、実際の競技で使用されるライフルを導入することは、安全管理の観点から現実的ではない。したがって、学校教育で実施するためには、射撃の難しさ（照準と静止）を担保しつつ、絶対的な安全性が確保された代替用具が必要不可欠である。そこで本研究では、スポンジ製のソフトダーツを発射する玩具銃（以下、ナーフ：図1参照）を採用する。ナーフは、当たっても痛みを伴わない安全性と、安価で調達しやすい利便性を兼ね備えている。さらに、玩具でありながら一定の集弾性を有しており、心拍数上昇時における手ブレや呼吸の乱れが命中率に直結すると考えられることから、バイアスロンの競技特性を疑似的に再現するための教具として十分な機能を有していると判断した。



図1 ナーフ銃と的の例

1.4.4 既存研究からの発展

本提案は、既存研究である松本ほかが提唱した「駆け引き」という戦術的な思考や場・グループの工夫、および松本ほかの「間接の競争」の概念を継承しつつ、これらを発展させるものである。特に、松本ほかは、「設定タイムとの誤差」という指標を用いたが、本研究ではこれを「心拍数制御と射撃命中率」という指標へと置換する。負荷手段としてのランニングとナーフによる射撃を組み合わせた本教材は、走力のみ依存しない多面的な評価軸を提供し、高専学生に対し工学的思考を用いた身体制御という新たな体育の価値を実証的に提示する試みとなる。

2. 教材設計

2.1 パフォーマンス最適化の指標設計

スポーツ科学分野、例えばスポーツ心理学分野において、パフォーマンス発揮には個人の特性に応じた最適な覚醒水準が存在することは広く認識されている⁹⁾。個人に適した覚醒水準から遠ざかれば最高のパフォーマンスは発揮されず、特に射撃のような精密な運動技能を遂行する場合、身体的負荷や心理的圧迫による過度な刺激がパフォーマンスを著しく阻害する要因となろう。

バイアスロン競技に関する Laaksonen et al.¹⁰⁾ のレビュー研究によれば、バイアスロン選手は高強度のスキー走行中に最大心拍数の約90%に達するが、射撃時には立射で約60%、伏射で約70%まで低下することが報告されている。また、高強度運動後の身体的負荷が姿勢制御を不安定化させ、射撃パフォーマンスを低下させることも取り上げられている。本研究で採用する教材においても、高強度のランニングから微細な動作が可能な中強度以下へ短時間で身体的状態を移行させることが競技パフォーマンスを左右する重要な要因となると想定される。したがって本研究では、心拍数に基づく運動強度の分類法¹¹⁾を参考に、運動強度を5段階の心拍ゾーン(表1)に分類し、学生が自身の射撃精度が維持できる限界点を「適正射撃域 (Zone3)」あるいは「确实命中域 (Zone2)」として客観的に認識させることを学習目標としたい。なお、合理的な配慮(視力等)が必要な学生に対しては、的までの距離短縮や的のサイズ拡大等で調整する。また、射撃技能の習得が著しく困難な場合は、心拍数制御の精度を評価する選択肢を設けることで対応する。

表1 パフォーマンス指標(想定)

Zone	強度	強度の目安 (%HRmax)	主観的な感覚 (RPE)	身体的反応 (想定される射撃への影響)
5	最大	90 - 100%	極めてきつい ※会話できない	・激しい動悸により銃口が大きく揺れる ・肩呼吸による上下動が激化
4	高	80 - 90%	かなりきつい ※息が弾む	・照準を合わせるのに時間がかかる ・冷静な判断力が難しくなる
3	中	70 - 80%	きつい ※会話が途切れる	・呼吸が深くなり、安定し始める ・銃の揺れが制御可能な範囲に収まる ・ターゲットへの集中力が高まる
2	軽	60 - 70%	ややきつい ※会話可能	・呼吸が穏やかになり、銃口が静止する ・リラックス状態で精密射撃が可能
1	最軽	50 - 60%	楽である	・身体的負荷はない

2.2 ゲーム機序としての「待機」の設計

2.2.1 身体的ペナルティから時間的ペナルティへの転換

実際のバイアスロン競技(スプリントなど)では、射撃ミス1回につき追加走が課される。しかし、この方式を授業にそのまま適用した場合、走力に劣る学生ほどペナルティ消化に時間を要し、さらに疲労困憊して次回の射撃精度も下がるといった負のスパイラルに陥りやすいことが想定される。これでは、本授業が意図する戦略的学習が成立する前に、身体的限界によって勝敗が決してしまう懸念がある。そこで本研究では、ミスに対する罰則を身体的負荷(距離)ではなく、強制的な待機

時間に置換する手法を採用した。具体的には、1ミスにつき10秒間、所定のエリアで静止を命じるものである。この変更により、走力の高い学生も低い学生も1ミスの重み(10秒)が均一化され、身体能力差によるハンディキャップが是正されると考えられる。

2.2.2 「待機」の教育的効果

「10秒間走る」と「10秒間ただ待つ」ことは、物理的な時間は同一であっても、学習者が感じる主観的な時間は大きく異なると推定される。特に、競争下において他者が走行している最中に自身が静止する状況は、単なる時間の浪費以上の機会の損失として強く意識されよう。

本教材では、この待機時間を、単なる罰則ではなく自身の戦略とスキルを顧みる学習として機能させたい。この静止時間がもたらす影響を回避しようとする動機づけを活用することで、多少外しても走れば取り返せるという安易な思考を抑制し、射撃に対する慎重かつ合理的な意思決定を促す仕組みとしたい。

2.2.3 戦略のモデル化

上記のルール設定により、本競技における勝利条件(タイム最小化)は、図2の数式によってモデル化することが可能となる。

$$T_{total} = T_{run}(HR) + T_{shoot} + (N_{miss}(HR) \times 10)$$

- T_{total} : 最終タイム (秒)
- $T_{run}(HR)$: 走行タイム (秒) 心拍数 HR の関数であり、 HR が高いほど短縮される
- T_{shoot} : 射撃準備・実行時間 (秒) 静止・整息時間を含む
- $N_{miss}(HR)$: ミス数 (回) 心拍数 HR の関数であり、 HR が高いほど増加する確率が高い
- 10: ペナルティ係数 (秒)

図2 戦略モデルの数式

学習者の課題は、心拍数(HR)を操作変数として、上記の T_{total} を最小化する最適解を見つけ出すことになる。例えば T_{run} を5秒縮めるためにペースを上げ(心拍数上昇)、その結果として N_{miss} が1発増えれば、結果として+10秒の損失となり、トータルでは5秒の遅れとなる。このように、ペナルティを時間として固定化することで、スポーツにおける戦略を変数が明確な最適化課題として扱うことが可能となり、高専学生が得意と想定される数理的思考を直接的に身体活動へ応用する学習環境が整うと考えられる。

3. 授業プランの構築

3.1 単元目標と各回指導計画

3.1.1 単元目標

本単元の目標は、学習指導要領が示す3つの資質・能力に対応して設定している（表2-1）。

まず、「知識及び技能」目標では、運動強度と微細運動技能のトレードオフ関係の理解を重視する。学生は自己の至適心拍数を把握し、呼吸法やペース配分によって心拍数をコントロールする技能を習得することで、身体特性に応じた自己調整能力を養うことができるようにする。次に「思考力・判断力・表現力等」目標では、収集した自己データを分析し、ペナルティ期待値を最小化するという最適化課題の解決に取り組む。さらに、チーム戦略の立案においては、メンバーの特性を数値的に評価し、集団全体を最適化する高次の思考ができるようにする。最後の「学びに向かう力・人間性等」目標は、速さだけでなく正確さや戦略という多様な能力を評価することで、運動能力差等に関わらず多様な貢献が尊重される学習環境を自ら構築することができるようにする。また、安全管理を含む公正な競技運営への参画を通じて、スポーツにおける倫理的態度を身につける。

表2-1 「ランニング・バイアスロン」の単元目標

1. 単元の目標（学習のねらい）

- | |
|--|
| <p>①知識及び技能</p> <ul style="list-style-type: none">・運動強度（心拍数）の上昇が微細運動技能（射撃）に及ぼす生理的影響（トレードオフ関係）を理解する・自身の「至適心拍数（ウィニング・ゾーン）」を把握し、呼吸法やペース配分によって心拍数をコントロールする技能を身につける <p>②思考力・判断力・表現力等</p> <ul style="list-style-type: none">・収集した自己データを分析し、ペナルティ期待値を最小化するための合理的戦略（ペース配分・休憩時間）を立案できる・チームメイトの特性（走力・射撃力）を考慮し、統計的根拠に基づいた役割分担やオーダーを決定できる <p>③学びに向かう力・人間性等</p> <ul style="list-style-type: none">・「速さ」だけでなく「正確さ」や「戦略」の価値を認め、運動能力差や性差に関わらず互いの貢献を尊重し合う・安全上のルール（銃口管理等）を遵守し、公正に競技運営に参画する |
|--|

3.1.2 各回の指導計画

本単元は、高専の授業時間枠（90分）に合わせ、全5回の実験実習形式で構成した。各回は、学習者が「計測・分析・実行」を繰り返し、段階的に課題解決能力を高められるよう設計した（表2-2）。

第1回は、前提となる身体と機材の特性把握および安全意識の醸成をねらいとする。銃口管理等の安全規律を徹底した後、安静時の射撃精度と基礎走力を測定し、次回以降の負荷における比較基準を確立する。

第2回は、運動強度と射撃精度のトレードオフ関係の定量化をねらいとする。3段階の強度（Zone 2・4・5：表1参照）における心拍数と命中率を測定・可視化することで、射撃精度が維持できる限界点を特定し、運動強度の最適解を数値的に考えさせる。表中には記していないが、この回における発展的学習として、ダニエルズ¹²⁾の「トレーニングのタイプと強度」あるいは「VDOT」を参考として提示することも可能である。

第3回は、分析結果に基づく個人戦略の仮説検証をねらいとする。リスクテイク型と安全策型のテストを通じて、理論値と実測値の乖離を分析させ、心理的ノイズ（焦り等）を排除した再現性の高い身体制御の構築と修正をさせる。

第4回は、個の最適化からチーム全体の最適化への拡張をねらいとする。互いのデータを基に役割分担を決定し、待機者が走者のペース配分を制御するシステムを構築することで、組織的な課題解決を図らせる。

第5回は、構築した戦略を実行し、「計測・分析・実行」サイクルの完結をねらいとする。予選と決勝の間にデータ分析のためのハーフタイムを設け、直前の結果に基づく調整（改善）を実施させることで、競争下における自己制御と戦略的思考の定着を評価する。

なお、本教材におけるランニング距離は1回あたり200m程度を想定している。高校の学習指導要領の区分では短距離走（100-200m）に該当するが、同要領が想定する短距離走は全力疾走を前提としており、意図的な減速や停止は含まれていない。一方、本教材では射撃前に心拍数を低下させるために意図的に減速・停止する戦略的判断がなされることが想定され、長距離走に内在するペース配分と持続的能力の最適化に対応していると考えている。したがって本教材は、短距離走ではなく、運動強度の制御と戦略的思考という長距離走の教育的意図を継承するものとして位置づけている。

表2-2 「ランニング・バイアスロン」の指導計画(全5回)

2. 各回の詳細指導計画

回	ねらい	学習活動の概要(90分)	指導の要点	注意点
1	ナーフ・身体の特性を 知り、比較の基準とな るデータを取得する	<ul style="list-style-type: none"> ●オリエンテーションと安全講習(00-20分) <ul style="list-style-type: none"> ・心拍数と確率の意義説明 ・安全管理の徹底(保護グラス、銃口管理の厳格化) ●スキル習得(20-50分) <ul style="list-style-type: none"> ・スタンス指導(どう構えればブレないか等) ・調整(3-5mでの着弾点のクセを把握) ・安静時測定(心拍数平静時で5発×3セット実施 ※これを命中率100%の基準とする) ●基礎走力測定(50-80分) <ul style="list-style-type: none"> ・200mタイムトライアル(射撃なし) ・自分の「全力疾走時のタイム」と「ジョグのタイム」を確認する ●振り返り(80-90分) <ul style="list-style-type: none"> ・次回、負荷をかけた時にどうなるか予測 	<ul style="list-style-type: none"> ※単に「体力」の測定ではなく、 身体を制御する「実験」であるとい う意識を醸成する ※銃口管理を最優先の規律として 徹底する ※「安静時なら当たる」という成 功体験とデータを確実に残させる 	<ul style="list-style-type: none"> ※保護グラスは授業開始から終了ま で着用義務とする ※跳弾を防ぐ ※弾の紛失を防ぐため、開始前と終 了後に総数カウントをチェックする
2	運動強度の変化が射撃 精度に及ぼす影響を定 量化し、グラフ化する	<ul style="list-style-type: none"> ●手順の説明(00-10分) <ul style="list-style-type: none"> ・データ収集が目的であることを意識付ける ●測定と記録(10-60分) <ul style="list-style-type: none"> ・以下のセットを実施し、心拍数と命中数を記録する Set 1: Zone 2(会話可能)で200m→射撃 Set 2: Zone 4(息が弾む)で200m→射撃 Set 3: Zone 5(全力)で200m→射撃 Set 4: (追加実験) Zone 5で走り、15秒休憩してから射撃 ●測定記録の分析(60-80分) <ul style="list-style-type: none"> ・グラフ(横軸:心拍数, 縦軸:命中率)を作成 ・「走って稼ぐタイム」vs「ミスで失うタイム」の計算 ●分析結果の考察(60-80分) <ul style="list-style-type: none"> ・自分の「損益分岐点」を確定させる 	<ul style="list-style-type: none"> ※指定された強度(Zone)を守ら せる 「速く走ること」ではなく「指定 心拍数で撃つこと」を評価する ※数値だけでなく、「視界が揺ら る」「銃が重い」といった主観的 な感覚も記録させる 	<ul style="list-style-type: none"> ※過度な追い込みによる過呼吸や転 倒に注意 ※射撃エリアと走路の動線が交錯し ないように、コーンで明確に区分けす る ※ワークシート記入用のバンダー や筆記用具を、計測地点の近くに用 意させる ※心拍測定を即座に測る手順を練習 させる
3	計算上の戦略を実走で 試し、理論と実践の乖 離を修正し、最適な戦 略を見出す	<ul style="list-style-type: none"> ●仮説の設定:戦略の準備(00-15分) <ul style="list-style-type: none"> ・前回データに基づき、複数の戦略検討意させる 例: Plan A (Zone 4-5維持) Plan B (Zone 3維持, または休憩を入れる) ●個人タイムトライアル:2ヒート制(15-65分) <ul style="list-style-type: none"> ・Heat 1: Plan Aを実行 (十分な休息と分析) ・Heat 2: Plan Bを実行 ●トライアル結果の分析と追加トライアル(65-80分) <ul style="list-style-type: none"> ・理論値と実測値の誤差を分析し、成功と失敗の原因を検討 ・必要に応じて、追加のトライアルを実施 ●戦略の確定(80-90分) <ul style="list-style-type: none"> ・自分にとって最も再現性の高い戦略を確定させる 	<ul style="list-style-type: none"> ※異なる戦略を比較させ、結果の 違いを体感させる ※単に速さを競うのではなく、ど のプランがトータルタイムで優れ ていたかを検証させる ※計算通りにいかなかった原因 (焦り、回復遅れ)を分析させ、 戦略を修正させる ※射撃エリアを「静寂」にし、集 中が必要な環境を作る 	<ul style="list-style-type: none"> ※疲労時の銃口管理がおろそかにな らないように監視する ※ペナルティボックスのデジタルタ イマーを見やすく設置 ※データの信頼性が重要であること を強調し、不正(秒数をごまかす 等)に対処する
4	個人の技術や特性を統 合し、チームとして機 能するようにする	<ul style="list-style-type: none"> ●チームの構築(00-20分) <ul style="list-style-type: none"> ・4人1組のチームを編成する ・データ(走力・命中率・損益分岐点)を共有する ・チームとしての戦略を検討する ●リハーサルに向けた準備(20-40分) <ul style="list-style-type: none"> ・走っていないメンバーの役割を分担する ・チーム内での声かけを決める(競技中の指示等) ●リハーサル(40-70分) <ul style="list-style-type: none"> ・リレー形式での通し練習 ・的確な指示が、ミスを防ぐことを確認する ●チーム戦略の修正(70-90分) <ul style="list-style-type: none"> ・リハーサルの改善点(連携ミス、オーダーミス)を修正 ・本番に向けたオーダー表を作成する 	<ul style="list-style-type: none"> ※走力や射撃力の個人差を「変 数」としてポジティブに扱わせる ※走者(高負荷状態)は判断力が 鈍るため、チーム内からの指示が 重要であることを理解させる ※リハーサルでの失敗を即座に修 正するプロセスを評価する 	<ul style="list-style-type: none"> ※射撃エリアや走路にはみ出さない よう指導する ※チーム編成は、走力・射撃力のバ ランスを教師側である程度調整する ※ホワイトボード等を用意し、各 チームの作戦やラップタイムを可視 化させる
5	構築した戦略を実行 し、その成果を評価す る	<ul style="list-style-type: none"> ●準備(00-15分) <ul style="list-style-type: none"> ・コース設営、準備運動 ●予選(15-45分) <ul style="list-style-type: none"> ・対抗リレー:タイムトライアル形式 ●ハーフタイム(45-60分) <ul style="list-style-type: none"> ・予選の結果(ラップタイム、ペナルティ数)を分析 ●決勝(60-80分) <ul style="list-style-type: none"> ・修正した戦略に基づいて最終レース ●総括・表彰(80-90分) <ul style="list-style-type: none"> ・タイムだけでなく「ベスト・ストラテジー賞」も表彰 ・まとめ/「身体能力の差」を「データと戦略」で補う意味 	<ul style="list-style-type: none"> ※予選の結果分析時間を確保し、 決勝での「改善率」を評価軸にす る ※勝敗だけでなく、「戦略」や 「冷静な制御」を評価する ※この学習が、スポーツ以外でど う役立つか考えさせる 	<ul style="list-style-type: none"> ※試合ではルール逸脱(接触、銃口 管理)が起きやすいため注意する ※予選と決勝の間に十分な「作戦タ イム」を設ける ※特別賞を用意し、戦略的思考を動 機づける

3.1.2 各授業と単元目標の関係

各回においてどの目標を重点的に評価するかを視覚化するために、各授業と単元目標（3観点）の対応関係を整理したものを表3に示す。

表3 各授業と単元目標の関係

回	① 知識及び技能	② 思考力・判断力・表現力等	③ 学びに向かう力・人間性等
1	ナーフの特性（弾道・クセ）を理解し、 ○ 静止状態で正しく射撃する技能を身につける		◎ 安全上のルール（銃口管理、保護グラス着用）を厳守する習慣を形成する
	○ 自身の基礎体力（走力・安静時心拍）を把握する		○ 道具を丁寧に扱い管理する
2	◎ 運動強度（心拍数）の上昇が射撃精度を低下させる「トレードオフ関係」を実体験として理解する	◎ 収集した自己データをグラフ化し、自身の「損益分岐点（限界心拍数）」を分析・特定する	○ 正確なデータを取るために、指定された運動強度（ルール）を守って取り組む
3	◎ 呼吸法や停止動作（休息）を用いて、意図的に心拍数を下げる身体制御技能を習得する	◎ 合理的戦略（ペース配分・休憩時間）を立案し、実走で検証する。	○ 失敗（戦略ミス）を恐れず、改善のためのデータとして前向きに捉える
4	○ チームメイトへの的確なコーチング（指示出し）技能を身につける	◎ チームメイトの特性（データ）を比較検討し、根拠に基づいて最適な役割分担やオーダーを決定する	◎ 運動能力差や性差を「チームの変数」として肯定的に捉え、互いの強みを生かそうと協力する
5	○ 戦略実行のために必要な心拍コントロール技能をプレッシャー下で発揮する	○ 予選の結果を分析し、決勝に向けて戦略を修正する	◎ 「速さ」だけでなく「戦略」の有効性を認め、勝敗に関わらず互いの健闘と知的工夫を称え合う
			◎ 公正に競技を行い、運営に参画する

◎=重点目標（その回で中心的に扱い、評価の主眼となるもの） ○=関連目標（活動を通じて継続的に意識させるもの）

本単元は、授業の進行に伴い、学習の重心を「個の身体制御」→「論理的思考」→「集団での協働」へと発展・統合している。第1-2回（導入期）では、自分の身体データを客観視することから、「① 知識及び技能」の習得が中心となる。第3-4回（展開期）は、最適化に向けた課題を個人で取り組み、続いてチームで解決を図ることから、「② 思考力・判断力・表現力等」が中核になる。第5回（まとめ期）では、これまでの授業を通じてスポーツの多面的な価値を導き出すことから、「③ 学びに向かう力・人間性等」が重要となる。

3.1.3 評価の観点（ルーブリック）

本単元は、表4に示すルーブリックに基づき評価する。まず、「知識・技能」は、運動強度と射撃精度のトレードオフ関係の理解と、それに基づく身体制御技能を評価する。具体的には、自身の限界を把握し、意図的な休息や呼吸法を用いて、パフォーマンスを自律的に安定させる技能を重視する。次に「思考・判断・表現」は、身体データの分析深度と戦略立案の論理性を評価する。特に、予選から決勝へ向けた戦略修正の過程において、直感ではなく数値的根拠に基づいて意思決定し、その因果関係を論理的に説明できるかを問う。最後に、「主体的に学習に取り組む態度」は、安全管理能力とチームへの貢献度を評価する。銃口管理等の安全規律を評価の前提条件とし、個人の能力差をチームの変数として捉え、互いを補完する役割分担やシステム構築に能動的に関与する姿勢を

評価とする。

表4 「ランニング・バイアスロン」の評価基準

評価観点	S 期待値を上回り、他者の範となる	A 到達目標を十分に達成している	B 概ね達成だが、一部課題がある	C 努力を要する・安全上の問題あり
知識・技能	運動強度と射撃精度のトレードオフを論理的に説明でき、自身の「至適心拍数」に合わせて呼吸法やペース配分を自律的に調整し、高いパフォーマンスを発揮している	心拍数が上がると射撃精度が落ちることを理解しており、意図的に休息を取るなどして、基本的な射撃技能を発揮できている。	ルールや動作手順は理解しているが、レース中の心拍コントロール（呼吸・静止）が不十分で、焦りによるミスが散見される。	射撃や走行の基本的技能が著しく不足している、またはルール（装填・発射手順）を正しく理解していない。
思考・判断・表現	収集データを数理的に分析し、予選と決勝の間に戦略を修正している。また、その変更理由を他者が納得できるよう論理的に説明できる	自己データをグラフ化し、自分の傾向に基づいた無理のない戦略を立案・実行できている	データ収集は行ったが、戦略が「直感」や「根性論」に留まっている。または、立案した計画と実際の行動が乖離している	データの記録・分析を行っていない、または戦略を持たずに無計画にレースを行っている
主体的に学習に取り組む態度	自身の銃口管理が完璧であるだけでなく、他者への安全配慮や運営上の危険予知を行っている。チーム内では互いの能力差を補完する役割分担を主導している	銃口管理や保護グラス着用を徹底している。チームの一員として、計測や応援などの役割を責任を持って果たしている	安全ルールはおおむね守れているが、興奮時に注意が必要な場面がある。チーム活動への参加が受動的である	銃口を人に向ける、保護グラスを外す等の危険行為がある。チーム活動に参加しようとしていない

4. 結語

4.1 期待される教育的効果

「ランニング・バイアスロン」教材は、身体活動にデータサイエンスの視点を組み込むことで、運動技能の習得だけではない多面的な教育効果をもたらすと考えられる。

まず、数学（確率・統計）や情報（データ分析）の知識を身体活動に応用する教科横断的な学びの実現である。「どのペースで走れば、ペナルティを含めたタイムが最小になるか」という課題解決を通じ、学習者は座学で得た知識を実感を伴って深化させることができよう。次に、この論理的思考プロセスはメタ認知能力の向上に寄与しよう。従来の身体能力重視から脱却し、勝利のために「あえて止まる（休む勇気）」という意思決定を高く評価することで、自己を客観視し、衝動を抑制する高度な自己制御能力を育成できると考える。最後に、これらの要素はジェンダー・バイアスを考慮することに寄与する。身体能力よりも戦略的合理性が勝敗を左右する競技特性により、慎重なペース配分を選好する傾向にある学生が、オーバーペースに陥りやすい生徒に勝利する事例が創出される可能性がある。これにより、スポーツは身体能力が高い方が有利であるという固定観念を打破し、多様な能力が公正に評価されるインクルーシブな学習環境が構築されよう。

4.2 今後の展望

本研究において提案した「ランニング・バイアスロン」教材は、学生に身体的要素と数学的要素の両面からアプローチさせることで、体育を「身体を通して賢く意思決定する科目」に転換させる可能性がある。今後は、本指導計画に基づいて実際に授業を展開し、学習者の戦略的思考やメタ認

知の変容を実証的に検証することが第一の展望である。その上で、ウェアラブル端末（スマートウォッチ等）を用いたリアルタイム心拍表示システムの導入や、他競技（バスケットボールのフリースロー等）への理論の応用など、教材の高度化と汎用性の拡張に取り組みたい。

加えて補足すれば、本教材を高専から一般の高校の体育授業に転用させる際には、学習指導要領に準拠した陸上競技領域での実施が想定される。この際、授業者は陸上競技の本質的な楽しさである「記録の向上」あるいは「他者との競争」のいずれかに主眼を置くか、あるいは両方をいかに統合するかということになる。本教材は客観的データを基盤としているため、自己・チームベストの更新を目指す記録追求型と順位を競う競争型のいずれにも適応可能であると判断される。今後の実践を通じて、これらのバランスや学習者特性に応じた最適な指導方略を明らかにしたい。

参 考 文 献

- 1) 文部科学省：高等学校学習指導要領（平成30年告示）解説 保健体育編 体育編，東山書房：23, 225（2018）
- 2) 鈴木直樹・中島寿宏・成家篤史・村瀬浩二・大熊誠二編：GIGA スクール時代における体育の「主体的・対話的で深い学び」 Society 5.0 がもたらす体育のコペルニクスの転回，創文企画：51, 63（2021）
- 3) 独立行政法人国立高等専門学校機構：モデルコアカリキュラム：20-181（2023）
- 4) 松本佑介，白石智也，齊藤一彦：高等学校における長距離走授業の実態に関する全国調査 授業の実施状況と目標に着目して，運動とスポーツの科学，29(2)：119-126（2024）
- 5) 松本佑介，藤島廉，齊藤一彦：中学校保健体育授業における「間接の競争」を取り入れたイーブンペースの長距離走に関する事例研究：長距離走嫌いの生徒に着目して，体育科教育学研究，41(1)：1-16（2025）
- 6) 松本佑介，齊藤一彦，白石智也：高校体育における競走相手との駆け引きを主題化した長距離走に関する研究 生徒の長距離に対する態度に着目して，日本教科教育学会誌，44(2)：73-83（2021）
- 7) 吉村薫：近年の高専入学者における，志望動機および進路意識に関する研究 複合学科制度を採用する国立工業高専・A校を例に，早稲田大学大学院教育学研究科紀要，別冊28(1)：131-142（2020）
- 8) 岩田靖：体育科教育における教材論，明和出版：125（2017）
- 9) 日本スポーツ心理学会編：スポーツメンタルトレーニング教本 三訂版，大修館書店：87-88（2016）
- 10) Laaksonen, M.S., Finkenzeller, T., Holmberg, H.C., & Sattler, G. : The influence of physiobiomechanical parameters, technical aspects of shooting, and psychophysiological factors on biathlon performance: A review. Journal of Sport and Health Science, 7(4):394-404（2018）
- 11) 日本スポーツ協会編：アスレティックトレーナー専門科目テキスト 第5巻 検査・測定と評価，文光堂：68（2017）
- 12) ジャック・ダニエルズ，篠原美穂（訳），前川洋一（訳監）：ダニエルズのランニングフォーミュラ 第4版（第5刷），ベースボールマガジン社：53, 78（2025）