

# アルペンスキーの遠隔教育システムの提案と初期的検討

小野 重遥<sup>1,a)</sup> 金井 秀明<sup>1,b)</sup> 小池 秀樹<sup>2,c)</sup> Wu, Erwin<sup>2,d)</sup>

**概要:** COVID-19 の影響により、遠隔教育技術が再注目されている。しかしスポーツの分野では、指導者が学習者の動きを細かく確認しながら直接指導を行うことが難しいことから、技能習得のための遠隔教育環境はまだ十分とは言えない。そのため今回のコロナ禍において、学校等によるスポーツ系の講義では十分な実技教育が提供されなかった例もある。我々はこれまでスキーを対象として、スキーシミュレータや Virtual Reality 技術を用いたトレーニングシステムの開発を行ってきた。スキーのトレーニングは季節や地形などの制約があり、継続的な実施が難しいという問題がある。我々はこのスキー学習における「技術習得の機会の制限」と COVID-19 における「実技教育の機会の減少」という問題を組み合わせ、これらの問題を解消する実技教育を対象とした完全遠隔教育システムのフレームワークを提案する。本研究では、提案したフレームワークを用いてアルペンスキーを対象とした遠隔学習システムのプロトタイプを開発した。接続実験の結果、30 秒間で 100ms 前後の遅延が認められたが、両地点間の物理的距離を考慮すれば提案フレームワークを用いた遠隔学習システムとして十分適用可能であることが示された。提案したフレームワークおよび本システムは最終的に「リアルタイムな感覚共有」の実現を目指しており、本研究では初期的検討として感覚共有を実現するための応用例を視覚、聴覚、触覚の 3 つの視点から検討した。

**キーワード:** スキー、遠隔教育、双方向通信、共学習

## Development of distance learning system of Alpine ski and its initial consideration for real-time sensory sharing

**Abstract:** Distance learning has been gaining attention owing to the spread of COVID-19. However, the distance learning environment for skill learning is still inadequate because it is difficult for instructors to check the learners' movements in detail and provide direct guidance. We have developed a training system for skiing. Implementation of ski training is difficult owing to seasonal and terrain limitations. Problems such as "limited opportunities for skill acquisition" in ski learning and "reduced opportunities for practical skills education" in the COVID-19 situation are similar to a certain extent. Therefore, to overcome these limitations, we have provided a framework for practical distance learning systems. In this study, we developed a prototype of a distance learning system for alpine skiing using the proposed framework. The connecting experiment results demonstrated that this system could be applied as a distance learning system using the proposed framework. The proposed framework and system ultimately aim to realize "real-time sensory sharing." Thus, as an initial investigation, we also examined applications to realize sensory sharing from three perspectives: visual, auditory, and haptic.

**Keywords:** Distance learning, Skill learning, Alpine ski, Co-learning

<sup>1</sup> 北陸先端科学技術大学院大学  
Japan Advanced Institute of Science and Technology, Nomi,  
Ishikawa 923-1211, Japan

<sup>2</sup> 東京工業大学  
Tokyo Institute of Technology, Meguro, Tokyo 152-8550,  
Japan

a) s2120010@jaist.ac.jp

b) hideaki@jaist.ac.jp

c) koike@cs.titech.ac.jp

d) Wu@cs.titech.ac.jp

## 1. はじめに

本稿では、スポーツの場面における実体験型のリアルタイムな遠隔教育システムのフレームワークを提案する。また、このフレームワークを用いて試作したアルペンスキーの同期型遠隔教育システムについても報告する。

昨今の新型コロナウイルス感染症の感染拡大に伴い、遠

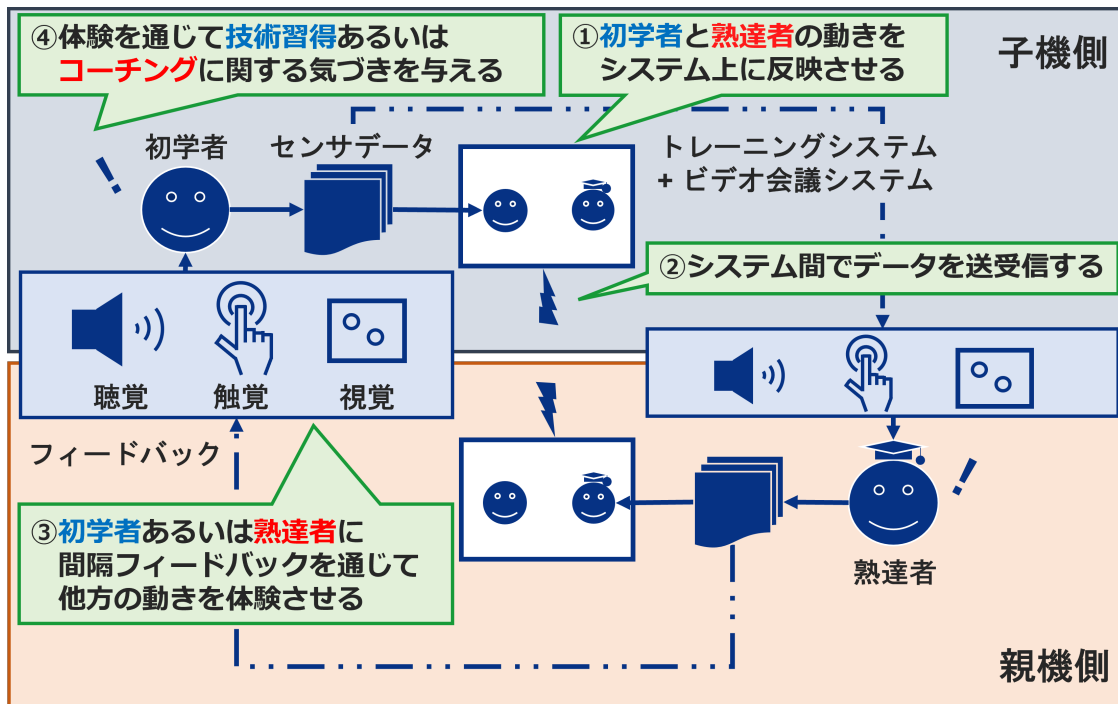


図 1 スポーツにおける同期型遠隔教育システムのフレームワーク

隔教育が再注目されている [1][2]. この潮流により, 従来の遠隔教育システムそのものあるいはそれらを用いる教員や学生たちが抱えている問題が明らかになった. 教師にとって従来の遠隔教育の手法では学生の弱点を特定するためのフィードバックを得ることは難しく, そのため学生にとっても授業を理解するのに十分なフォローアップが得られていない可能性がある [3]. このような「直接的なインタラクションの欠如」に対する懸念は Alawamleh ら [4] による調査でも同様に得られており, 従来の遠隔教育システムにおける重要な課題であると考えられる.

とりわけ, 体育系の講義における遠隔教育環境は依然として整備されていない. 体育系の講義において遠隔授業という方式では指導者が学習者の動きを細かく確認し, 直接的な指導を行うことが難しいため, 十分な教育が提供されない可能性がある. 従って, 従来のスポーツの場面における遠隔教育システムの利用は避けられてきた [5]. 実際に, Murad ら [6] の調査では, 学生が遠隔教育によってスポーツスキルを習得することと, 実環境でスキルを実行することとの間にギャップが存在している可能性が示唆されている.

これらの問題を解消する方法として, スポーツの場面では従来, ブレンディッド・ラーニングの手法が用いられてきた [7]. ブレンディッド・ラーニングでは実習を対面方式で行い, 座学を遠隔教育システムで受講する. 先に述べた「直接的なインタラクションの欠如」という遠隔教育の欠点を, 対面形式の授業を組み合わせることで解消している. 実際に, 今回のコロナ禍においても体育の授業におい

てブレンディッド・ラーニングを取り入れた例が報告されている [8].

またスポーツの場面では, 近年仮想的な環境や VR 技術を用いたトレーニングシステムが報告されており, そのトレーニング効果についても検証されている [9]. これらのトレーニングシステムではコンピュータ上に用意された環境を実環境に見立て, シミュレータや各種デバイスを介してユーザの動きを画面上に反映している.

我々はこれまでスキーを対象として, スキーシミュレータや Virtual Reality 技術を用いたトレーニングシステムの開発を行ってきた [10][11][12][13]. スキーのトレーニングには季節的あるいは地形的な制限があるため継続的に実施することが難しい. このことから, とりわけスキー初心者に対する技術習得の機会は限られており, 先に述べたブレンディッド・ラーニングの手法を適用することも難しい. そのため, 少なくともスキーの文脈においては, ブレンディッドラーニングのような既存手法に頼らない, 完全な遠隔対話による教育システムのフレームワークが必要であると考えた. なお, 従来のスキー全般におけるトレーニングシステムにはスキー実施中のデータを収集して後からフィードバックが行われるタイプ (データログ型) [14][15] や, ユーザに対してリアルタイムなフィードバックが行われるタイプ (リアルタイム型) [12][13][16] があるが, 前者は主に上級者向けのシステムであり, 初中級者を対象とする場合はどのように動けばよいのかが直感的に理解しやすい後者が適していると思われる.

そこで我々は, 図 1 に示すような実体験型のリアルタイ

ムな遠隔教育システムのフレームワークを提案する。とりわけこのフレームワークでは、双方向の物理的なフィードバックが可能である。生徒と教師は、お互いの動きを相手に対して物理的にフィードバックできる。このような「リアルタイムな感覚共有」の実現により、従来の遠隔教育の手法と比べてより効果的な教育が可能になると考えられる。

これは一見、Piicernoら [17] の提案するフレームワークとも類似しているが、本フレームワークは学生と教師のリアルタイムなインタラクションの実現をより重視しており、学生と教師がお互いに自身の動きを相手にフィードバックする機構を備えるという点や、教師と学生間のリアルタイムなコミュニケーションがあるという点で異なる。

本研究では、このフレームワークを用いた遠隔教育システムの初期的な試みとして、スキーシミュレータを用いたアルペンスキーの同期型遠隔教育システムを試作し、その動作検証を行った。

## 2. システム概要

本項では、本研究で提案するフレームワークを用いたアルペンスキーの遠隔教育システムの概要について述べる。

本システムの開発環境には Unity を使用した。スキーシミュレータとして PRO SKI SIMULATOR: POWER SKI SIMULATOR\*1を使用し、姿勢データの取得には Microsoft Azure Kinect\*2を使用した。またビデオ通話システムとして CISCO Webex\*3を用いた。

図 2, 3 に本システムの画面を示す。親機、子機の両環境とも前方に教師のモデル、後方に学生のモデルが配置されており、それぞれの姿勢データが反映されている。また、画面下部には子機側の荷重センサモジュールから取得した荷重データが共有されている。なお、荷重センサモジュールは先行研究で使用したものと同じものを使用している [12]。

本システムでは教師（親機側）と学生（子機側）が Unity 上の仮想環境でそれぞれ専用のシーンをプレイする。親機はセンサデータの送受信を行うため、特定のポートにおける TCP 接続をバインドし、子機の接続要求があるまで待機する。子機は親機が接続を待機しているポートへの接続を試行する。子機の接続が Accept されると、親機と子機のシステムが同時に開始される。以降はシステムを停止するまでセンサデータの送受信が行われる。

## 3. 接続実験

本研究では、初期的な試みとして姿勢データの双方向通信と子機側の荷重データの親機側へのフィードバックに関する接続実験を行った。

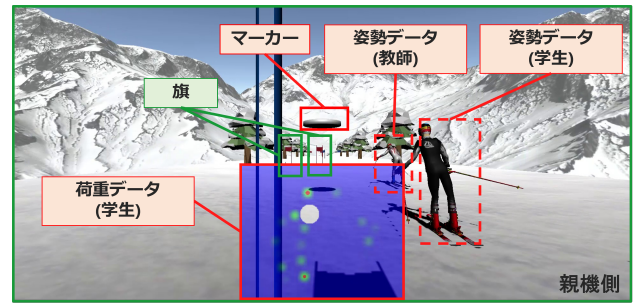


図 2 提案システムの動作画面（親機側）

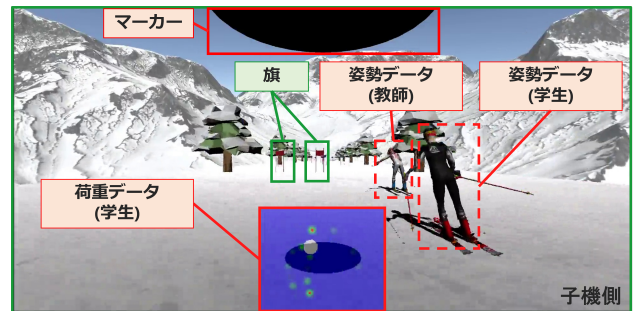


図 3 提案システムの動作画面（子機側）

### 3.1 実験概要

今回は北陸先端科学技術大学院大学と東京工業大学間で全く同じ実験環境を用いて遠隔接続を試みた。なお、両学校間の直線距離は Google Map 上で約 293km であった。

図 4 は接続実験の様子を示したものである。地面から Azure Kinect 下端までの距離は約 175[cm] とし、Azure Kinect 前端から PRO SKI SIMULATOR 前端までの距離は約 150[cm] とした。また、アルペンスキーの旗は等間隔に設置し、速度も固定した。

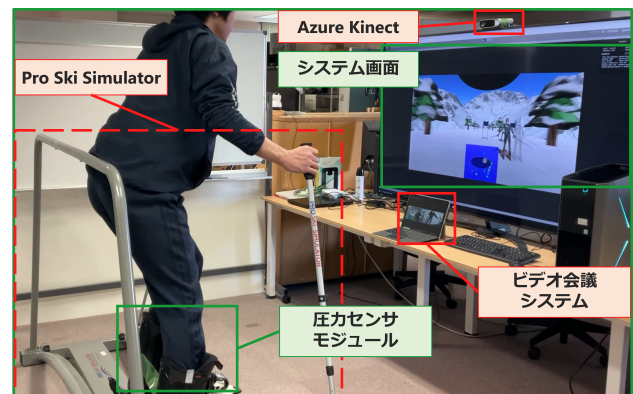


図 4 提案システムの接続実験風景（子機側）

また、今回は簡易的な方法として物理的なフィードバックではなく視覚的なフィードバックを採用した。従来の遠隔教育システムの手法では、画面を介することにより双方の動きが 2次元画像に制限されてしまうほか、荷重データのように画面では確認できないデータを双方が同時に確認することは難しい。そのため、センサデータが視覚化、共有

\*1 <https://www.ski-simulator.com/power-ski-simulator-en>

\*2 <https://azure.microsoft.com/en-us/services/kinect-dk/>

\*3 <https://www.webex.com/>

可能であることは、他のセンサデータの共有や物理フィードバックのリアルタイムな提供を可能にするためにも非常に重要である。

### 3.2 実験結果

図5に実験結果を示す。これはシステム実施中の各環境のスクリーンキャプチャを用いて、システムが開始されたタイミングで同期を取った後、教師用のモデルの位置が両環境上でほぼ同一の位置になるまでのフレーム差を取ったものである。各スクリーンキャプチャのフレームレートは約30[fps]であったため、親機側と子機側のスクリーンキャプチャにおいて教師用のモデルの位置に3[f]の差が生じている場合の遅延は100[ms]となる。

親機側と子機側の端末間にほとんど差はなく、ほぼリアルタイムなデータのやり取りが行われていると考えられる。従って、本システムは同期的な遠隔教育システムとして十分応用できると考えられる。さらに、今回の両実験の距離を考慮すると、接続先が異なる国同士であっても実用に堪えることが示唆される。ただし、モバイルルータ等の無線インターネット接続環境を使用する場合は天候の変化など接続環境によっては大きな遅延が発生する可能性がある。

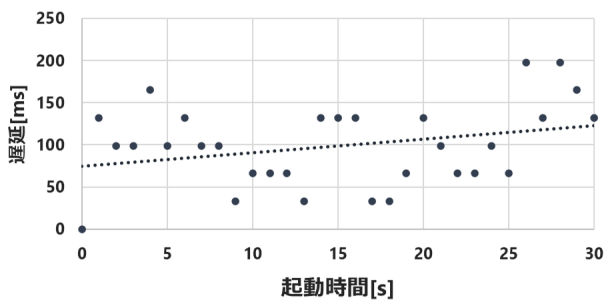


図5 教師側モデルが同一位置に描画された時のフレーム差

## 4. 「リアルタイムな感覚共有」に向けた検討

本研究では、提案フレームワークを用いたアルペンスキーの同期型遠隔教育システムを開発し、その接続実験を行った。本研究で提案したフレームワークおよびシステムは「リアルタイムな感覚共有」の実現を目指している。従って、本項ではその初期的検討として図1で挙げた3種類のフィードバックについて、感覚共有を実現するための応用例を視覚、聴覚、触覚の3つの視点から検討した。

### 4.1 視覚

アルペンスキーにおいて旗と旗の間を通過する場合、内側付近よりも中央付近を通過するほうが確実に通過できるが、その分次の旗に向けたターンの角度がより大きくなるためタイムが遅くなってしまう。しかし、初心者が正確に内側付近を通過するようにコース取りを意識してターンを

行うことは難しい。そこで、熟達者のコース取りの位置が旗と旗のちょうど中間に位置するように半透明の旗を設置し、コース取り技術の学習を支援することが可能だと考えられる(図6)。

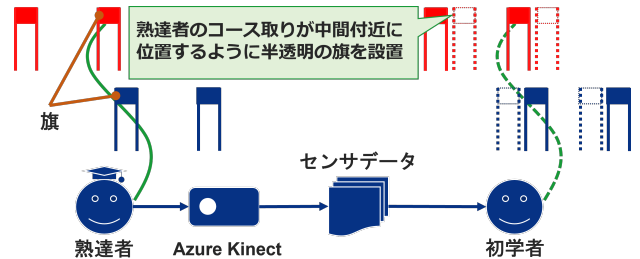


図6 視覚フィードバックによるコース取り技術の学習支援の応用例

また、先行研究[12]では、スキーシミュレータでのスキートレーニングにおける視覚フィードバックを用いた荷重移動の技術習得支援を試みている。このシステムで用いた視覚フィードバックは、VR Ski[10]のシステム画面上に学習者の両足の荷重移動を表示し、その上から学習者の重心位置と熟達者の重心位置を重畳表示させたものである。初学者を対象とした経過観察実験では、フィードバックが与えられなかった群は必ずしも荷重移動技術の改善を示さなかったのに対して、フィードバックが与えられた群は全ての被験者が改善を示した。本フレームワークを用いた遠隔による学習支援でも同様の手法を用いて荷重移動の学習支援を行うことが可能だと考えられる。

### 4.2 聴覚

また、コース取り技術の学習を支援する別のアプローチとして、ユーザの位置に応じた聴覚フィードバックによる支援も考えられる。例えば、ユーザーの位置が熟達者のコース取りから右側にずれている(左寄りに矯正する必要がある)場合は左側から音出力され、ユーザーの位置が右側にずれている(右寄りに矯正する必要がある)場合は右側から音出力されるような支援が考えられる(図7)。

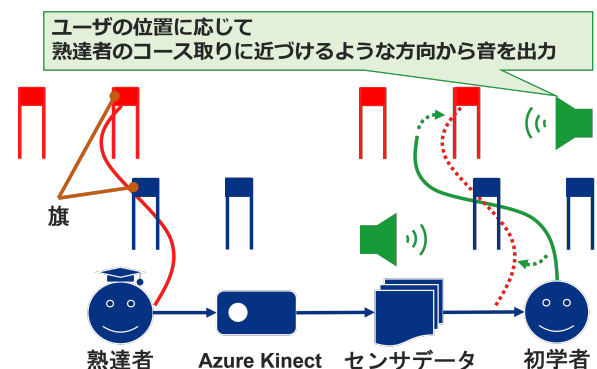


図7 聴覚フィードバックによるコース取り技術の学習支援の応用例

スキー学習の場面においては、長谷川ら[16]のシステム

で聴覚フィードバックが用いられている。このシステムでは、両足の進行方向の重心位置を計測し、前方に重心位置がある（減速しやすい状態）ほど低いピッチの音声、後方に重心位置がある（加速しやすい状態）ほど高いピッチの音声をユーザに提示している。他のスポーツにおいても聴覚フィードバックが運動能力に与える影響について報告されているが、中にはフィードバックの遅延や聴覚情報の遮断によって動作に悪影響を及ぼす可能性があることも指摘されている [18][19]。そのため、実際の双方の環境音、例えば双方の POWER SKI SIMULATOR の使用音を取得した上でユーザの位置に応じたパンニング処理を施してフィードバックを行う、など自然な聴覚情報を再現するような聴覚フィードバックが必要となる可能性がある。また、その際には今回計測された遅延（100-200[ms]）が聴覚フィードバックの効果に与える影響についても慎重に検討する必要があると考えられる。

### 4.3 触覚

技術習得を支援するための方法として、ユーザの動作を無意識的に誘導したり（マインドレス・コンピューティング [20]）、ユーザの動作に対して妨害を加えたりする（妨害による支援 [21]）ようなアプローチも有効であると考えられる。とりわけ「妨害による支援」として、例えば山口ら [22] は VDT 作業者の動画視聴時における姿勢を矯正するために、再生速度を変化させることにより動画視聴を「妨害」するシステムを提案している。

スキー学習の場面においては、スキースtockに取りつけられたジャイロセンサーのデータをもとに金属製のアクチュエーターを伸縮させてユーザのスキースtockの可動域を「妨害」し、熟練者の動きに近づけるように誘導することで姿勢を矯正させるような支援が考えられる（図 8）。人工筋肉に用いられる金属アクチュエーター（例えば原ら [23] や BioMetal<sup>\*4</sup>などで報告されている）は、非力ではあるが空気圧や油圧のアクチュエーターに比べて応答性に優れていることが特長であるため、「妨害」を与えつつもユーザの動作に対して完全な制限を与えないため、ユーザの動作を無意識的に誘導することにも応用できると考えている。

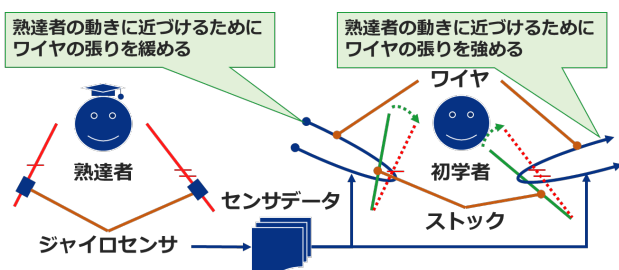


図 8 触覚フィードバックによる姿勢矯正支援の応用例

\*4 <https://www.toki.co.jp/biometal/english/contents.php>

## 5. おわりに

本研究では、スキー学習における「技術習得機会の制限」とコロナ禍における「実技教育機会の減少」とを結びつけ、これらの問題を解決する実体験型の遠隔教育システムのフレームワークを提案した。本項では本研究あるいは本フレームワークの今後の課題と予想される貢献について述べる。

今後の課題としては「リアルタイムな感覚共有機能」の実装と比較実験が考えられる。

まずはじめに、従来のマルチメディアを用いた遠隔教育システムと提案手法について、理想的な動きの再現性について比較検証する。先に述べたように、従来の遠隔教育システムの手法では画面を介することにより双方の動きが2次元画像に制限されてしまうという問題があるため、教師と同じような姿勢を再現するという作業だけでも学生は正確に理想的な姿勢を再現できていない可能性がある。そのため、従来のマルチメディアを用いた遠隔教育システムと提案手法で同一のデバイスを用いて親機側の動きを子機側で再現するタスクを実行した時の親機側と子機側の両方で取得されたセンサーデータを比較し、その一致度を検証する。

その後、従来のマルチメディアを用いた遠隔教育システムやブレンディッド・ラーニングを用いた手法と提案手法について、学習者の習熟度に与える影響の違いを検証する。習熟度の比較方法として、以前我々が報告した画像分類による習熟度判別 [11][12] を応用する。先行研究では、仮想環境のスキーシステムで収集された圧力センサーデータをヒートマップ画像に変換し、被験者のスキー経験に応じて4段階のレベルに分類して学習させ、11人の被験者のレベルを正確に分類している [11]。

このフレームワークは従来の遠隔教育システムの課題である「インタラクションの欠如」を解消し、直接的に対話するのと同様の学習効果を提供する。従って、ブレンディッド・ラーニングのように実地での実技教育を必要とせず、学習環境があればどこでも行える教育環境を構築できると考えられる。

また、このフレームワークの実現により双方向の物理的フィードバックが可能になることで、学生の「熟達者体験」を通じた技能学習、指導者の「初学者体験」を通じたコーチング学習といった、異なる立場どうしでの「共学習」が期待できる。ここで言及する「共学習」は本来、教育的な文脈 [24] では学生どうし、機械学習的な文脈 [25] では分類器どうしという、「(同じ立場にある) 複数の人やものが同じ問題に対して学習しあうこと [26]」を指している。しかし、このフレームワークにおける「共学習」は、はじめから異なる立場どうしにある複数の人が技能学習とコーチング学習といった異なる問題に対する教唆を与えあう新たな関係を築くものになると考えている。

謝辞 本研究は JST 次世代研究者挑戦的研究プログラム JPMJSP2102, JAIST リサーチコア「協生 AI × デザイン拠点」より支援を受けたものである。

## 参考文献

- [1] Dhawan, S.: Online learning: A panacea in the time of COVID-19 crisis, *Journal of Educational Technology Systems*, Vol. 49, No. 1, pp. 5–22 (2020).
- [2] Danchikov, E. A., Prodanova, N. A., Kovalenko, Y. N. and Bondarenko, T. G.: The potential of online learning in modern conditions and its use at different levels of education, *Linguistics and Culture Review*, Vol. 5, No. S1, pp. 578–586 (2021).
- [3] Lassoued, Z., Alhendawi, M. and Bashitialshaaer, R.: An exploratory study of the obstacles for achieving quality in distance learning during the COVID-19 pandemic, *Education Sciences*, Vol. 10, No. 9, p. 232 (2020).
- [4] Alawamleh, M., Al-Twait, L. M. and Al-Saht, G. R.: The effect of online learning on communication between instructors and students during Covid-19 pandemic, *Asian Education and Development Studies* (2020).
- [5] Willett, J., Brown, C. and Danzy-Bussell, L. A.: An exploratory study: Faculty perceptions of online learning in undergraduate sport management programs, *Journal of Hospitality, Leisure, Sport & Tourism Education*, Vol. 25, p. 100206 (2019).
- [6] Adira, M. F. and Ahmad, K. A.: The Impact of E-Learning on University Students' Learning of Sport Skill Subjects During the Covid-19 Pandemic, *EjSBS - Issue 3*, European Publisher, pp. 201–216 (online), DOI: 10.15405/ejsbs.2021.08.issue-3 (2021).
- [7] George, K. and Spyros, P.: Blended learning in K-12 Education: A case study for teaching Athletics in Physical Education, *The 1st International Association for Blended Learning Conference: Blended Learning for the 21st Century Learner*, pp. 36–43 (2016).
- [8] Tariao, F. C. and Yang, J. M. J.: Delivering Face-to-Face Dance Classes in Singapore during the COVID-19 Pandemic, *Journal of Dance Education*, pp. 1–12 (2021).
- [9] Marwan, I., Rahmat, A. A., Malik, A. A. and Rohayati, N.: The Use of Virtual Reality Media at the Level of High Order Thinking Skills in Sport Education, Vol. 6, No. 9, pp. 666–677 (2021).
- [10] Wu, E., Perteneder, F., Koike, H. and Nozawa, T.: How to VizSki: Visualizing Captured Skier Motion in a VR Ski Training Simulator, *The 17th International Conference on Virtual-Reality Continuum and Its Applications in Industry*, VRCAI '19, New York, NY, USA, Association for Computing Machinery, (online), DOI: 10.1145/3359997.3365698 (2019).
- [11] Atsumi, R., Kanai, H., Wu, E. and Koike, H.: A Feature Extraction Method for Classifying Beginner and Expert skier on a Ski Simulatour using Deep Learning, *ACM CHI2021 Workshop: Human Augmentation for Skill Acquisition and Skill Transfer (HAA2021) collocated with The ACM CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (2021).
- [12] 小野重遥, 金井秀明, 西本一志 and 渥美亮祐: スキー初学者のための荷重移動の提示によるスキー技能学習支援: 『内面化可能 AI』の実現に向けた初期的試み, *情報処理学会研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション (HCI)*, Vol. 2021, No. 4, pp. 1–8 (2021).
- [13] Hoffard, J., Nakamura, T., Wu, E. and Koike, H.: PushToSki-An Indoor Ski Training System Using Haptic Feedback, *ACM SIGGRAPH 2021 Posters*, pp. 1–2 (2021).
- [14] Brock, H. and Ohgi, Y.: Assessing motion style errors in ski jumping using inertial sensor devices, *IEEE Sensors Journal*, Vol. 17, No. 12, pp. 3794–3804 (2017).
- [15] Fasel, B., Gilgien, M., Spörri, J. and Aminian, K.: A New Training Assessment Method for Alpine Ski Racing: Estimating Center of Mass Trajectory by Fusing Inertial Sensors With Periodically Available Position Anchor Points, *Frontiers in Physiology*, Vol. 9, p. 1203 (online), DOI: 10.3389/fphys.2018.01203 (2018).
- [16] Hasegawa, S., Ishijima, S., Kato, F., Mitake, H. and Sato, M.: Realtime sonification of the center of gravity for skiing, *Proceedings of the 3rd Augmented Human International Conference*, pp. 1–4 (2012).
- [17] Picerno, P., Pecori, R., Raviolo, P. and Ducange, P.: Smartphones and exergame controllers as BYOD solutions for the e-tivities of an online sport and exercise sciences university program, *International Workshop on Higher Education Learning Methodologies and Technologies Online*, Springer, pp. 217–227 (2019).
- [18] Hildebrandt, A. and Cañal-Bruland, R.: Effects of auditory feedback on gait behavior, gaze patterns and outcome performance in long jumping, *Human Movement Science*, Vol. 78, p. 102827 (online), DOI: <https://doi.org/10.1016/j.humov.2021.102827> (2021).
- [19] Schaffert, N., Oldag, B. and Cesari, P.: Sound matters: The impact of auditory deprivation on movement precision in rowing, *European Journal of Sport Science*, Vol. 20, No. 10, pp. 1299–1306 (online), DOI: 10.1080/17461391.2019.1710265 (2020). PMID: 31903860.
- [20] Adams, A. T., Costa, J., Jung, M. F. and Choudhury, T.: Mindless computing: designing technologies to subtly influence behavior, *Proceedings of the 2015 ACM international joint conference on pervasive and ubiquitous computing*, pp. 719–730 (2015).
- [21] 西本一志 and 横山裕基: 妨害による支援～あるいは「向上のための改悪」～, *情報処理学会 研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション (HCI)*, Vol. 2014, No. 10, pp. 1–8 (2014).
- [22] 山口直史 and 金井秀明: VDT 作業者の動画視聴におけるサービス品質制御による姿勢矯正行動誘発システム, *情報処理学会 研究報告グループウェアとネットワークサービス (GN)*, Vol. 2020, No. 17, pp. 1–8 (2020).
- [23] Hara, S., Zama, T., Takashima, W. and Kaneto, K.: Polypyrrole-metal coil composite actuators as artificial muscle fibres, *Synthetic metals*, Vol. 146, No. 1, pp. 47–55 (2004).
- [24] van Leeuwen, A. and Janssen, J.: A systematic review of teacher guidance during collaborative learning in primary and secondary education, *Educational Research Review*, Vol. 27, pp. 71–89 (2019).
- [25] Guo, Q., Wang, X., Wu, Y., Yu, Z., Liang, D., Hu, X. and Luo, P.: Online knowledge distillation via collaborative learning, *Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, pp. 11020–11029 (2020).
- [26] DILLENBOURG, P.: What do you mean by 'collaborative learning?', *Collaborative-learning: Cognitive and Computational Approaches*, pp. 1–19 (1999).

## 正誤表

本研究報告において、掲載内容に誤りがございました。謹んでお詫び申し上げますとともに、下記のとおり訂正させていただきます。

訂正箇所
p.1, 著者情報

誤
小野 重遥 <sup>1,a)</sup> 金井 秀明 <sup>1,b)</sup> 小池 秀樹 <sup>2,c)</sup> Wu, Erwin <sup>2,d)</sup>

正
小野 重遥 <sup>1,a)</sup> 金井 秀明 <sup>1,b)</sup> 小池 英樹 <sup>2,c)</sup> Wu, Erwin <sup>2,d)</sup>

北陸先端科学技術大学院大学  
小野 重遥