

1. 担当 PM

稲見 昌彦（東京大学 先端科学技術研究センター 教授）

2. クリエータ氏名

山形 昌弘（東京大学大学院工学系研究科 電気系工学専攻）

麻 大輔（東京大学 工学部機械工学科）

3. 委託金支払額

2,736,000 円

4. テーマ名

動画でフィギュアスケートの練習を支援するシステム

5. 関連 Web サイト

なし

6. テーマ概要

本プロジェクトのクリエイターらは、学生時代にフィギュアスケートの競技者として、練習や後輩への指導に向き合ってきた。練習や指導に取り組む中で、特にジャンプに苦戦してきた。まず、ジャンプは一瞬なので、頭で考えている暇がない。次に、着氷は後ろ向きにしかできないので、徐々に回転を増やしていく練習ができない。最後に、作用反作用の法則により、空中では、各部位の動作を独立にコントロールできない。例えば「右足以外はそのままで、右足の動きだけを変える」ことはできない。これらの結果、言葉で直すべきポイントを理解するだけでは、実際には直せないという壁に何度も直面してきた。

競技者達は、直すべきポイントを言葉で理解して実践しようとするだけでなく、上手な人のジャンプをお手本として見ることで、ある程度の感覚を掴み、ジャンプを習得してきた。しかし、自分の動きとお手本の動きの違いが大きく、特に練習しはじめのジャンプでは、そのお手本を自分が跳ぶ感覚に繋げるのが難しい。そこで本プロジェクトでは、スマホで練習を撮影した定点映像から競技者を追跡し、ジャンプを検出して切り抜き、そのジャンプを加工した映

像もしくは画像を生成して見せることで、ジャンプの感覚的な理解を促進させるシステムを開発することを当初の目的としていた。

しかし、プロジェクト期間中に映像生成機能を開発したところ、それによって生成された映像の踏切時の動作に不自然があることが問題となった。具体的には、ほとんどしゃがみ込んでいないのに急に跳び上がる、急に回転が始まる等の不自然さで、そのため生成した映像を見ることでイメージトレーニングを行うことによる練習効果が期待できなくなった。そこでこれらの問題を解消するために、自然な踏切動作を行い、それを撮影するための装置を開発する計画にプロジェクトの方針が変更された。

7. 採択理由

自らフィギュアスケートで活躍している提案者 2 名によるトレーニング支援システムの提案である。今までジャンプ動作の定量化を行うなど、デジタル技術をすでに積極的に取り入れており、今回動画像解析により姿勢推定を行い、トレーニングの効率を格段に上げることを目指した点が興味深い。

このプロジェクトをきっかけに多くの人々がフィギュアスケートのプレイや観戦に興味を持ったり、初心者からプロまで活用可能なシステムに育つことを期待し採択とした。

8. 開発目標

フィギュアスケートのジャンプ習得には長期間の練習が必要であり、その期間の多くが同じ間違いの繰り返しによる停滞期間である。特に、踏切時の姿勢の間違いが競技者にとっての課題となっている。既存の練習方法には、ジャンプ動作の間違いを修正することが困難であるという問題が存在する。

本プロジェクトは、簡単で実際のジャンプに近い動作を実現する練習装置の開発を目的とした。間違いの修正を困難にする要因を特定し、必要最低限の改変でそれぞれを解消することが狙いである。主要な要因は、①ジャンプの瞬間的な動作、②反動による相互作用、および③転倒の恐れである。

これらの要因を解消するために、以下の 3 つの要件を満たす練習装置を開発することにした。

- ① 正しい力を加えた際に踏切動作がゆっくりと行われるようにする。
- ② 足の動きをガイドして相互作用をなくす。
- ③ 転倒の恐れをなくすために、ジャンプの踏切動作を単体で行えるようにする。

9. 進捗概要

本プロジェクトでは、ジャンプの一種「ループジャンプ」の踏切動作を、ゆっくり、足の動きをガイドして、踏切動作単体で練習できる装置、Skate Jump

Board（図 1）を開発した。この装置は、スケート靴及び氷の特徴と、ジャンプ中に身体に働く慣性力の一部を再現しているため、実際のジャンプに近い動作が可能になっている。また、自分の動きとお手本の動きを見比べるための、お手本表示機能を有している。



図 1 : Skate Jump Board の可動台（左）と Skate Jump Board を使った練習の様子（右）

この装置の主要な構成要素は以下の 3 つである。

- 傾斜したレール上の可動台

ループジャンプの踏切では、右足に殆どの体重を乗せて急カーブを描き、最後に右足の爪先で跳び上がる。この右足の動きを再現するために、傾斜したレール上の可動台に右足を載せた構造を用いている。可動台は紐でドラムに巻きつけられており、このドラムの回転にゼンマイ等で抵抗を加えることで、動作スピードを調整できるようになっている。これによって、ジャンプの踏切動作を、ほぼ静止から実際のジャンプに近い速度まで連続的に調整しながら練習することができる。

また、スケート靴は爪先側にギザギザした構造が有るため、爪先側に体重をかけると減速し、停止する。これを再現するために、可動台の爪先側下部にスポンジが取り付けられている（図 2）。

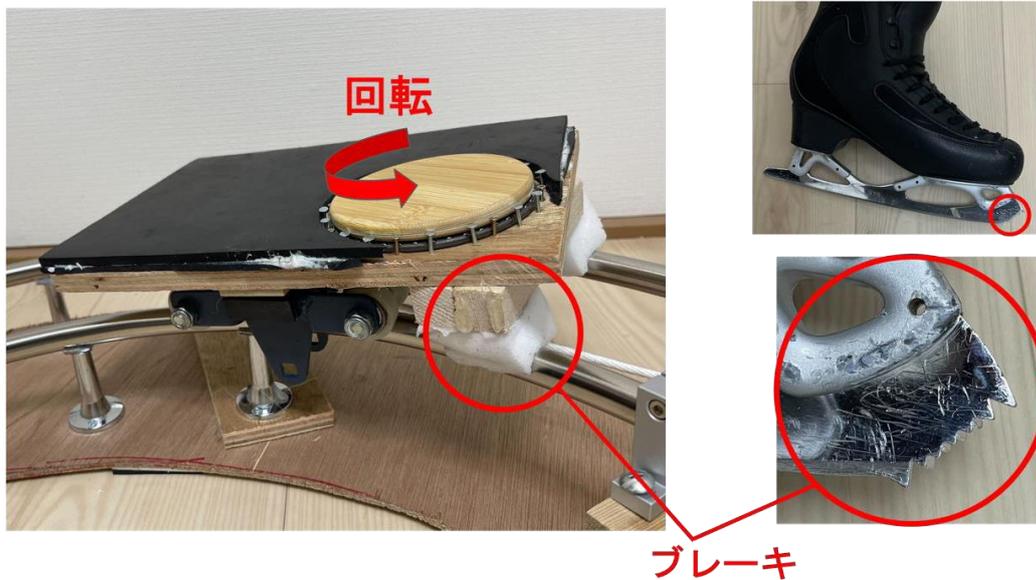


図 2 : Skate Jump Board の台車の詳細構造

- スロープ

ジャンプ中にはブレーキがかかるので、進行方向に投げ出される慣性力が働く。これを再現するために、左足をスロープに乗せる。なお、可動台のレールの傾きも、このスロープの傾きと同じである。これらの傾斜面を、ジャンプ中の水平面に対応させるつもりで動くと、重力で背中側に引っ張られる力が、ジャンプ中の慣性力にほぼ対応する。
- お手本表示機能

この装置の「ジャンプをゆっくり練習できるため、全身の動きを細かく意識できる」という特徴を活かした機能として、動作中にお手本の動きと自分の動きを見比べる機能を開発した。自分の動作に連動したお手本映像と、自分を後ろから撮ったライブ映像を、目の前の iPad に表示する。お手本映像の連動は、ロータリーエンコーダーを用いて台車の位置を推定することで行った（図 3）。この連動によって、常に自分の動作とお手本の動作のタイミングが揃い、自分の動作を細かくチェックすることができる。



図 3 : お手本表示機能の概要

また、映像による振り返りを支援するアプリケーションも開発した。ジャンプの練習を映像で振り返るためには、①練習を撮影する、②ジャンプ部分を見つける、という 2 つの手順が必要であり、それぞれに困難が有る。まず、練習の撮影は、現状人の手によって行われている場合が多い。選手は横 60m 縦 30m のスケートリンクを動き回るため、定点カメラで全面を映そうとすると、選手の映りが小さくなってしまう。また、複数人が激しく動き回るため、既存の追跡カメラでは長時間の追跡が難しい。次に、ジャンプ部分を見つけるためには、1 時間程度の練習を撮影した映像から、1 秒程度のジャンプを探し出す作業が必要となり、時間がかかる。そこで、定点カメラで撮影した映像からユーザを自動追跡し、ジャンプ動作を自動で検出して一覧表示する Android/iOS アプリを開発した (図 4)。

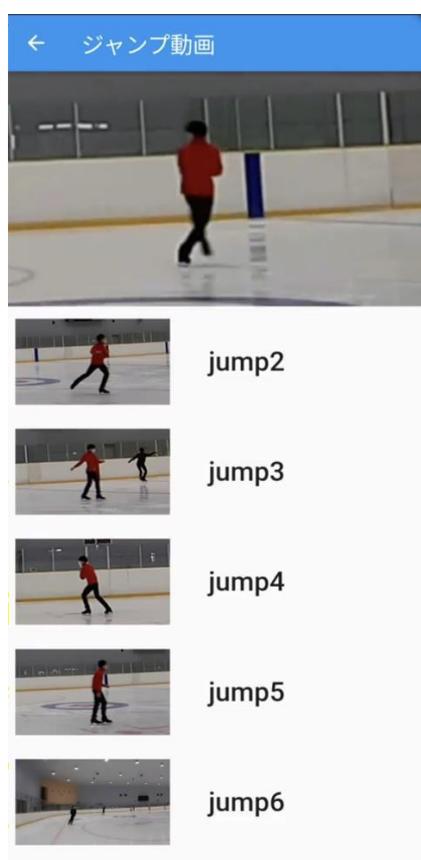


図 4 : 映像による振り返りを支援するスマートフォンアプリケーションの画面

10. プロジェクト評価

ジャンプ中の選手を引き上げることでジャンプを補助する装置が一般的であったが、踏切中に滑る動作を簡単かつ実際のジャンプに近い方法で行うことができる装置は存在していない。本プロジェクトで開発された Skate Jump Board は、踏切中に滑る動作を簡単に行うことができ、踏切の誤りを修正することを意識した練習が可能であるという点で新規性が高いと評価する。

本装置を用いた練習で多くの選手において短期間でのジャンプ上達が確認さ

れており、多くの選手が停滞を打破し、改善を逐次行うことができるようになるだろう。将来的には競技レベルの向上やフィギュアスケートをより手軽に楽しむようになることを期待している。また、ジャンプ動作を無理なく修正することで、練習中の怪我の減少も期待されよう。

11. 今後の課題

クリエーターらは、開発された Skate Jump Board をフィギュアスケートの練習方法として定着させることを目指している。現在、この装置を用いた練習を行った選手で顕著な上達が確認されており、競技関係者からも好意的な意見を受けている。また、特許出願が済んでおり、今後はより多くの選手で上達を確認し、定量的な検証を行った後、製品化し普及を図ることになるだろう。