

動画でフィギュアスケートの練習を支援するシステム

— ジャンプ練習装置 Skate Jump Board —

1. 背景

フィギュアスケートのジャンプを習得するためには、長期間の練習が必要となる。その期間のうち多くが、「同じ間違いを繰り返してしまい、停滞している」期間になっている。特に、「しゃがみ込みが足りない」「踏切動作中の顔が正面を向いていない」など、踏切時の姿勢の間違いが多く競技者の課題になっている。ジャンプ動作の間違いを修正するための練習方法としては、①普通にジャンプを跳ぶ、②釣り竿のような装置でジャンプ中の選手を引き上げて補助する、③床の上でジャンプする、などの方法がある。しかし、①と②はこの動作をすること自体が難しいため、間違いの修正を意識する余裕がない③は、動作自体は簡単だが、肝心の滑る動作を練習できない。他にも多様な練習方法があるが、簡単かつ実際のジャンプに近い動作をする方法がないため、間違いの修正を意識した練習が難しくなっている。

2. 目的

本プロジェクトでは、簡単かつ実際のジャンプに近い動作をするための練習装置を開発することを目的とした。実際の動作からできるだけ離れないために、ジャンプにおいて間違いの修正を困難にしている要因を特定し、それぞれを解消するために必要最低限な変更のみを加えることにした。ジャンプの間違い修正を困難にしている要因は、我々の経験と上級者へのインタビューと物理的な考察により、以下の3つが大きいと考えた。

- ① ジャンプは一瞬で終わるため、全身の動きを細かく意識して修正することができない。
- ② 反動により、何かを直すと他の何かが崩れる。
- ③ 転倒を恐れて、動きを変えることを躊躇する。

これら3つ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。

- ① 「ジャンプは一瞬で終わるため、全身の動きを細かく意識して修正することができない。」という難しさを解消するために、正しい力を加えたときに、ちょうど踏切動作をゆっくりにした動作ができるようにする。
- ② 「反動により、何かを直すと他の何かが崩れる。」という難しさを解消するために、足の動きをガイドすることで「姿勢を変えると足の軌跡が変わる」という相互作用をなくす
- ③ 「転倒を恐れて、動きを変えることを躊躇する。」という難しさを解消するために、ジャンプの踏切動作を単体で行えるようにすることで転倒の恐れをなくして解消する。

また、練習装置の開発に加えて、映像による振り返りを支援することで練習を効率化するスマートフォンアプリケーションの開発も目的とした。

3. 開発の内容

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)。

- 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。



図 2: Skate Jump Board の台車の詳細構造

- 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ことが多い。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

4. 従来の技術(または機能)との相違

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は広く用いられている。しかし、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える方法が存在しなかった。これに対して、本プロジェクトで開発した Skate Jump Board は、踏切中に滑る動作を簡単に行えるため、踏切の間違いを修正することを意識した練習ができる。

5. 期待される効果

本装置を用いた練習で、2 回転のループジャンプを 2 ヶ月・週一回という少ない練習で習得できたクリエイターの麻をはじめ、多くの選手で短期間でのジャンプ上達を確認された。この装置を広めることで、多くの選手が「何が間違っているのか分かっているのに直せない」という停滞を打破し、一つずつ改善していけるようになることが期待される。それによって、競技レベルの向上や、より手軽にフィギュアスケートを楽しめるようになることが期待される。また、ジャンプ動作を無理して修正する必要を減らすことで、練習中の怪我を減らすことも期待される。

6. 普及(または活用)の見通し

本プロジェクトで開発した Skate Jump Board を用いた練習を、フィギュアスケートの練習方法の一つとして定着させることを目指している。現状、この装置での練習を行った選手で、顕著な上達を確認されている。また、多くの競技関係者から好意的な意見を頂いている。

また、この装置についての特許を出願済みである。まずは、より多くの選手で上達を確認することで、この装置での練習による上達効果を定量的に検証することを考えている。その後、装置を製品化し広めていくことを検討している。

7. クリエータ名(所属)

- 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)