

フィギュアスケート競技者のジャンプの回転の判定の認識に関する実証研究  
- 大学体育会所属部員を対象に -

廣澤聖士<sup>1)</sup>, 青木義満<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> 慶應義塾大学大学院理工学研究科総合デザイン工学専攻

<sup>2)</sup> 慶應義塾大学理工学部電気情報工学科

キーワード: アーティスティックスポーツ. 競技規則. 審判員, 回転不足, ダウングレード

**【要旨】**

フィギュアスケートのジャンプの得点は難易度に応じた基礎点と, 質を表す出来栄点の合計で決まり, 回転が足りないと判定されれば多くの場合両方で減点されてしまう. 判定基準は競技規則中に明文化されているが, 規則に関する講習会の参加はインストラクターなどに限られ, 一競技者に対しては行われていない. また, 競技者が判定基準について共通認識を得ることができているかを調査した研究は見当たらない. 本研究では放映映像を用いて大学部活動部員にジャンプの回転不足判定を行ってもらい, 実際の競技結果と比較検討を行った. 結果, 競技者の持つ判定基準の認識が実際のものよりも甘い可能性を示した. また, 所持級・競技歴・インストラクターの指導頻度について, 中央値を閾値として2群に分け正解率の差の検定を行ったところ, インストラクターの指導頻度が高い群が低い群に比べて有意に正解率が高かった. これは競技者が独学で判定基準を理解する学習機会が限定的であることが原因と考えられる. 競技者が自身のパフォーマンスを評価し, 適切な技術向上サイクルをまわすためにも, 判定基準の共通認識を形成できるための環境整備が求められるのではないかと.

スポーツパフォーマンス研究, 13, 527-542, 2021年, 受付日: 2021年3月28日, 受理日: 2021年9月13日

責任著者: 廣澤聖士 223-8522 横浜市港北区日吉 3-14-1 seiji.hirosawa.0226@keio.jp

\*\*\*\*

**Judging under-rotation in figure skating:  
university figure skaters' understanding of the scoring rules**

Seiji Hirosawa, Yoshimitsu Aoki

Keio University

Key words: artistic sports, rules for judging figure skating, judges

**【Abstract】**

The scoring of jumps in figure skating is determined from a combination of points for

technical difficulty and for quality. If a jump is judged to be under-rotated, points are generally deducted from both of those scores. The standards for judging a jump to be under-rotated are defined in the official competition rules. Seminars on the rules are provided for coaches, but not for skaters. Further, the present authors were unable to find any published investigation of skaters' understanding of judges' scoring standards. The present study compared university skate club members' judgments of under-rotations to judgments made in actual competitions, using videos of competitions that had been broadcast. The results suggested that the university skaters' judgments tended to be more lenient than the ones made by the competition judges. For the analysis, the participants ( $N=14$ ) were divided into two groups at the median. The scoring by the skaters who had had more coaching corresponded more closely to that of the competition judges than did the scoring by the skaters who had had less coaching. This may be a result of the skaters having had very limited opportunities to learn the standard scoring criteria on their own. In order for skaters to be able to evaluate their own performance and improve their technique, it may be necessary to establish a system in which judges and skaters can come to a common understanding of the scoring standards.

## I. 問題提起

### 1. 研究背景と目的

フィギュアスケートは国際スケート連盟(International Skating Union, 以下 ISU)が統括するスポーツである。一般にシングル競技では複数のジャンプ・スピン・ステップを実施する。2002年まで競技会では「6.0 ジャッジングシステム」が用いられていた。この採点方式では、審判員は主に技術評価である Technical merit (ショートプログラムでは Required elements)と、主に芸術評価である Presentation について 0.0~6.0 の範囲で採点を行う。各審判員はこれらの得点の合計で順位付けし、総合順位は各審判員がつけた順位の中央値によって決定される。このような中央値による順位の決定方法は、少数の審判員による恣意的な順位付けに対して、強力な防衛策になると言われている(Bassett G.W., Jr. and Persky J, 1994)。一方で、多数の審判員によって恣意的な順位付けが行われることを助長することにもつながるとされている(Zitzewitz, 2006)。実際に 98 年, 02 年冬季オリンピックの競技会において、審判員の不祥事が起こった。これが発端となり、採点をより客観的にするため、現行のジャッジングシステム(International Judging System, 以下 IJS)が導入された(Zitzewitz, 2014)。

IJS での評価項目は、技の難度とその質を評価する「技術点」と芸術的価値を評価する「演技構成点」に大別される(町田, 2020)。技術点については、ジャンプ・スピン・ステップの技術要素一つ一つに得点をつけられ、その合計が得点となる。そのため、IJS 導入前よりも、ジャンプの回転不足での着氷や誤ったエッジを使っただけの踏切、スピン時の姿勢やステップの正確性などが厳密に評価されるようになり、直接的に得点に影響するようになった。

技術要素の中でも特にジャンプが占める得点割合は高い。実際に竹内ほか(2020)は 2018-2019 シーズンの採点方式における仮想最高点を算出している。男子シングルフリースケート競技の場合、ジャンプの得点は総得点のうち約 55%を占め、約 5%であるスピン、約 4%であるステップを大きく引き離している。ジャンプの得点は、回転数と種類によって予め定められている「基礎点」と、出来栄を数値化する「GOE: Grade of Execution」の合計点で決まる。回転不足と判定されてしまえば、多くの場合基礎点と GOE の両方で減点されてしまうため、得点に大きく影響を与える。IJS において、競技会の審判員は詳細な技術要素の判定を行う「テクニカルパネル」と演技構成や技術の出来栄を評価する「ジャッジパネルまたはジャッジ」の 2 つに大別されている(竹内ほか, 2020)が、ジャンプの回転不足についてはテクニカルパネルが判定する。なお、本研究では「審判員」を競技や規則に限らず関連する役職の総称として用いる。また、フィギュアスケートの IJS におけるテクニカルパネルやジャッジパネルは審判員の下位の概念として使用する。

ジャンプの回転不足に関する判定基準は毎シーズン発行されるテクニカルパネルハンドブック中に明文化されており、オンライン上でも公開されているため誰もがアクセスできるものである。現在では国際大会や国内全国規模の大会のみならず、国内地方競技会においても IJS に基づいて競技会が開催されている。一方で、競技者は日常的な練習中にテクニカルパネルの判定を受けることはできない。そのため、競技規則の評価基準を読み解き、練習時には自分の技術の良し悪しを自ら評価しながら、技術向上のために試行錯誤を繰り返すことが求められる。しかし、競技規則に関する講習会はインストラクター向けのものが行われている様子が伺えるが、一競技者が参加できるような講習会については見当たらない(日本フィギュアスケートインストラクター協会, 2005)。

町田(2020)は、評価対象となる身体運動の中に音楽に動機付けられた表現行為が内在するスポーツをアーティスティックスポーツと定義している。アーティスティックスポーツは容易には融合し得ないスポーツとアートの両義的性質を有しており、競技規則の変更によって競技の価値基準が変動してしまう特性を持つため、他の対戦競技や記録競技にも増して競技規則が競技者のパフォーマンスに大きな影響を及ぼすことを指摘している。このような不安定さを持つアーティスティックスポーツにおける競技規則のあり方としては、技術と芸術を評価する 2 つの尺度を盛り込むこと、特に技術面については、解釈を差し挟む余地を与えず規則を読めば誰もが少なくとも以下の 4 項目(1.技の種類、2.技の難度の序列、3.技の質を評価するための合理的な判断基準、4.技の種類、難度、質に応じたスコア配分)に関する共通認識を形成できるよう可能な限り具体的な規則でなければならないと主張している。また、体操競技では長年課題とされていた採点結果の正確性と公平性の担保のために技術の自動判定システムの開発に取り組んでいる。評価基準の腕・脚・体のまがり角度に対する表記の曖昧さ(「まっすぐ」「わずかにまがる」など)を見直し、3D センシング技術から出力された関節の座標位置によって決まる関節角度で定義し直すことで、審判ごとの個性を評価基準から排除する仕組みを開発している(金澤ほか, 2019)。

現行の競技規則においてフィギュアスケート競技者は技術面の判定に共通認識を持つことができているのだろうか。本研究では、ジャンプの回転不足の判定において競技者がどれほど正確に判定を行うことができるかの実情を調査すること、判定精度に差が生じる場合の属性を明らかにすることを目的に、実際の競技会でテクニカルパネルが判定した結果を正解とした上で、異なる属性を持つフィギュアスケート競技者の間で判定精度・傾向に差が生じるかを検討した。

## 2. 関連研究

Lockwood et al. (2006) では、42 名のフィギュアスケート審判員が 10 個のジャンプ映像を視聴し、研究者によって作成された評価基準を元に各審判員が着氷のパフォーマンスの評価を行った。結果、審判員の知覚評価スコアの順位相関は高く、判定に一貫性が見られたことが示されている。また、行武・藤野(2018)は、IJS 導入後の技術点の基礎点および出来栄点(GOE)においては、競技者の滑走グループ順による、期待バイアスが見られなかったことを報告している。

また、Pizzera & Raab(2012)の研究では、スポーツオフィシャル(審判員・レフェリー)の知覚的な判定には、判定者の運動経験・観戦経験・審判経験が関係するが、競技によって重要な因子は異なることが報告されている。この研究ではサッカー、ハンドボール、アイスホッケーとトランポリンを取り扱っているが、トランポリンについては判定精度と運動経験が正の相関を持っていた。

体操競技について、Pizzera et al. (2018) はレベルの異なる 35 名のドイツ国内資格を持つ審判員を対象に、跳馬のハンドスプリングの試技に対する審判員の技術評価について検証している。被験者全員の採点結果とドイツ国内で 2 番目に高い審判資格を持つ 3 名が作成した基準点との平均偏差は 0.66 であり、審判員間で評価の質が保たれていたことを報告している。また、判定を行う審判員が、評価する試技を実施できるか否かと評価の精度の関係に関連して複数の研究報告がなされている。Pizzera (2012) においては、試技を実施できる審判員の方が実施できない審判員よりも関節の角度の推定と誤った姿勢の検出の精度が高いと報告している。Heinen et al. (2012) では、審判経験がないが

試技を実施できる体操競技者は、試技を実施できない審判と同等の技術判定を行うことができることを報告している。一方で、Pizzera et al. (2018) においては試技が実施できる審判員群と実施できない審判員群とでの技術評価に有意差はなかったという結果を示している。

以上のように、競技規則の共通認識の形成に関する調査は審判員を対象にしたものが多く、審査を受ける競技者側に着目した調査報告は見当たらない。また、採点競技の技術判定は自身の運動経験が影響すると考えられる。

### 3. ジャンプの回転の判定について

ジャンプの回転の判定は不足の程度により Under-rotated と Downgraded の2つに大別される。「ジャンプが“回転不足判定(Under-rotated)”となるのは、“不足している回転が 1/4 回転以上, 1/2 回転未満”の場合である。Under-rotated のジャンプはテクニカルパネルから各ジャッジへ示され、プロトコルでは要素名の後ろに“<”記号が付される。Under-rotated となったジャンプには、減ぜられた基礎値 (BV) が与えられる」(日本スケート連盟, 回転不足判定(Under-rotated)のジャンプ項, 2018)。

ジャンプが Downgraded と判定されるケースは、以下の2つが存在する。

(1) 「ジャンプが“ダウングレード判定 (Downgraded)”となるのは、“回転不足が 1/2 回転以上”の場合である。Downgraded のジャンプはテクニカルパネルから各ジャッジへ示され、プロトコルでは要素名の後ろに“<”記号が付される。Downgraded となったジャンプには、1 回転少ないジャンプの価値尺度 (SOV 表) がその評価に用いられる」(日本スケート連盟, ダウングレード判定 (Downgraded 判定)のジャンプ項, 2018)。

(2) 「明らかに前向き(アクセル型ジャンプの場合には後ろ向き)踏み切りのジャンプは、ダウングレード判定のジャンプとみなされる。ダウングレード判定のジャンプはテクニカルパネルから各ジャッジへ示され、プロトコルでは要素名の後ろに“<<”記号が付される。テクニカルパネルが、(しばしばコンビネーションやシークェンスにおいて)踏み切りでのごまかしでダウングレードかどうか決定をする際に再生で確認することができるのは通常速度のみである」(日本スケート連盟, ごまかした踏切項, 2018)。

なお、1, 2のいずれのケースにおいても、採点表に“<<”が付与されるが、区別されての表記がされていない。そのため、踏切と着氷のどちらで Downgraded になったのかを知ることができない。本研究ではこれらの区別をしないものとして扱うため、Downgraded の中には1に該当したものと、2 に該当したものが両方含まれている可能性がある。

また、回転不足の判定を行う際のポリシーとして以下の事項が明文化されている。

「着氷時の 1/4 回転と 1/2 回転が、ごまかしジャンプを認定するボーダーラインである。特にカメラの反対側でジャンプが行われた場合にそうであるが、ごまかしジャンプの決定にはカメラアングルを考慮に入れるのが重要である。すべてのはっきりとしない場合には、テクニカルパネルはスケーターの利益になるように務めるべきである」(日本スケート連盟 回転不足判定 (Under-rotated) またはダウングレ

ード判定 (Downgraded) のジャンプのコール項, 2018). なお, ジャンプの回転不足の判定を含む, IJS の具体的な判定のフローや採点表の見方の詳細は竹内 (2007), 笹田 (2019), 竹内ほか (2020) を参照されたい.

## II. 研究方法

### 1. 被験者

被験者候補の選定基準は, A 大学体育会スケート部フィギュア部門所属部員のうち, 2019 年度に日本スケート連盟に選手登録をし, バッジテストシングル初級以上を所持しているものとした. なおバジテストとは日本スケート連盟が認定する検定級のことであり, シングル競技では初級, 1 級, 2 級と上がっていき 8 級まで存在する.

対象部員 22 名のうち, 研究内容の詳細と実験参加に際して長時間の映像の視聴による眼精疲労などのリスクを十分に説明した上で, 参加同意書にサインが得られた 14 名を本研究の被験者とした. 被験者の属性の一覧を表 1 に示す.

表 1 被験者属性

|       | 性別 | 年齢 (歳) | 所持級 (級) | 競技歴 (年目) | 指導日数 (日/週) |
|-------|----|--------|---------|----------|------------|
| 被験者 A | 女性 | 22     | 7       | 18       | 6          |
| 被験者 B | 女性 | 20     | 7       | 13       | 6          |
| 被験者 C | 女性 | 22     | 6       | 14       | 0          |
| 被験者 D | 女性 | 21     | 6       | 10       | 4          |
| 被験者 E | 女性 | 19     | 6       | 8        | 4          |
| 被験者 F | 女性 | 19     | 5       | 9        | 5          |
| 被験者 G | 男性 | 18     | 5       | 7        | 1          |
| 被験者 H | 女性 | 20     | 3       | 8        | 3          |
| 被験者 I | 女性 | 19     | 3       | 7        | 4          |
| 被験者 J | 女性 | 21     | 2       | 7        | 0          |
| 被験者 K | 男性 | 21     | 2       | 6        | 1          |
| 被験者 L | 女性 | 22     | 2       | 5        | 2          |
| 被験者 M | 女性 | 21     | 2       | 3        | 6          |
| 被験者 N | 女性 | 21     | 2       | 3        | 3          |

性別は男性:2 名, 女性:12 名で, 平均年齢は  $20.43 \pm 1.28$  歳であった. 所持級は 7 級:2 名, 6 級:3 名, 5 級:2 名, 3 級:2 名, 2 級:5 名であった. 競技歴の平均は  $8.43 \pm 4.20$  年目であり, 幼少期から競技をしている競技歴 18 年目の部員から, 大学入学後に競技を始めた競技歴 3 年目の部員までがいた. 指導日数の項目は, 日本フィギュアスケートインストラクター協会が認定する指導者資格を有するインストラクターから, 氷上での技術指導を週あたり何回受けているかについて回答してもらったものである. 被験者の中には現在インストラクターから技術指導を全く受けていない者が 2 名いた.

### 2. 問題の作成

2018-2019 シーズンの男女シングルシニア競技の国際大会の放映映像のうち, 各選手の演技映像から単独ジャンプ該当部分のみを切り出し, 問題の候補となる映像のデータセットを作成した. また, テ

クニカルパネルの判定結果を競技公式結果から取得した. なおテクニカルパネルの判定の質を担保するために, 国際連盟主催の大会である, グランプリシリーズ(第 1 戦~第 6 戦, ファイナル), ヨーロッパ選手権, 四大陸選手権, 世界選手権, 世界国別対抗戦の演技映像を対象にした. 総計は 762 個であり, テクニカルパネルの判定結果(正解ラベル)の内訳は, 回転不足なし:440 個, Under-rotated:272 個, Downgraded:50 個であった. このデータセットから, 本研究に用いる 100 問の動画を正解ラベルの比率が全体で同一になるように以下の手順(図1)で選定した.

- (1) それぞれのラベルに対して約 50%にあたる 17 個を研究者が抽出した.
- (2) ラベルの比率が同一になるように残りの問題を完全無作為で抽出した.
- (3) 順番を無作為に並び替え, 本研究で扱う問題とした.(問題動画時間約 33 分)

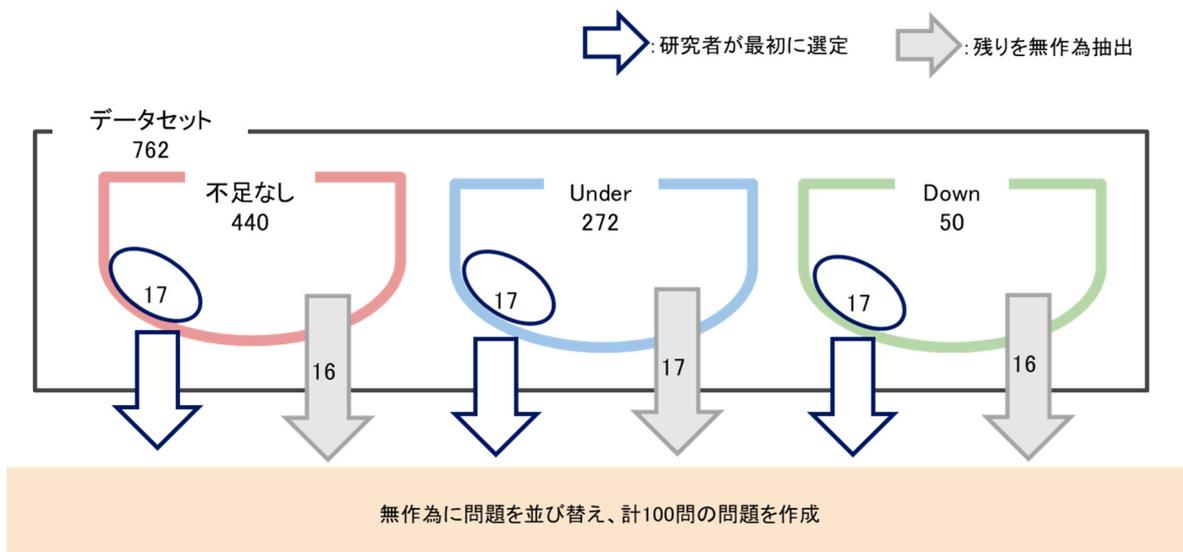


図1 問題作成手順

### 3. 実験概要

#### (1) 実験日時・環境

2019年10月19日正午(第1回)・11月23日正午(第2回)の計2回に分けて実施した. 参加者は第1回で10名, 第2回で4名であった. 大学の教室に机を並べ着席してもらい, スクリーンに映像を投影する形で全員に同じ映像を視聴してもらった. なお, 座席は被験者同士で相談の上決定してもらった.

#### (2) 解答方法

被験者には1つのジャンプに対して, 通常速度で計3回映像を視聴してもらった. その際, 1回目に映像を見た直後に判定(回転不足なし, Under-rotated, Downgraded)を一度記入してもらった. これを解答1とした. その後続けて同じ動画を2回視聴した上で, 再度判定を記入してもらった. これを解答2とし, その被験者の最終解答とした. 全員の解答が終了したことを確認して, 次の映像に進んだ. 進行は研究代表者が行った.

解答方法の説明と例題の後, 調査を開始した. 50問終了時に15分間の休憩を挟み, 残りの50問

に解答してもらった。調査終了後、調査全体としての難易度を 5 段階(1:簡単 ~ 5:難しい)で記入してもらった。調査の説明・書類への記入から調査票回収終了まで、実験全ての工程の所要時間は約 120 分であった。

#### 4. 分析方法

##### (1) 被験者全体の判定精度・傾向の調査

テクニカルパネルが下した判定と同じ判定を正解とし、被験者ごとの最終正解率を集計した。また、正解ラベルごとの問題の正解率を集計した。加えて、被験者全体の判定の傾向を調査するために、全員の判定の最頻値を取った解答を作成し、正解との混同行列を作成した。

##### (2) 判定精度に影響を与える属性と判定傾向の調査

所持級・競技歴・指導日数の 3 つの従属変数について、被験者全体の中央値を閾値として 2 群に割り当てた。各変数の採用理由と仮説、閾値は以下のとおりである。

##### ・所持級

競技者の技術力を示す客観的な指標であり、技術力が高い競技者ほど判定精度が高いと考えられるため採用した、5 級以上を A 群、3 級以下を B 群とした。

##### ・競技歴

A 大学の部員は幼少期から競技を始めた部員と大学から競技を始めた部員が混在している。同じような競技レベルであっても競技歴が長い競技者の方が、判定精度が高いと考えられるため採用した。8 年目以上を A 群、7 年目以下を B 群とした。

##### ・指導日数

競技規則に関するセミナーの参加は審判資格を持つものやインストラクター資格を持つものに限られ、一般的な競技者には参加機会がない。そのため競技者に対するインストラクターの技術指導の頻度が高いほうが判定精度も高いと考えられるため採用した。週の過半数である 4 日以上指導を受けているものを A 群、インストラクターからの技術指導を受けていないもの、また受けていても週 3 日以下の者を B 群とした。

それぞれの変数の A 群と B 群との間で正解率に差がないことを帰無仮説とし、Wilcoxon の順位和検定を用いて正解率の差の検定を行った。分析には JMP15 を用いた。棄却の有意水準は 5%とし、p 値の算出には連続修正を行わないカイ 2 乗近似を用いた。従属変数が 3 つあるため、検定の多重性の問題が生じる(水本, 2009)。検定の多重性による  $\alpha$  エラーの影響を抑えるため、得られた p 値を Bonferroni 法によって調整した。具体的には検定を 3 回行うため、p 値を 3 倍することとした。

また、有意差が得られた変数について、A 群と B 群それぞれに割り当てられた被験者の判定の最頻値を取った解答 A と解答 B を作成した。それぞれの解答に対して正解との混同行列を作成し、両者を比較した。

### III. 実験結果

#### 1. 被験者ごとの最終正解率と調査難易度

被験者ごとの最終正解率と調査難易度の結果を表 2 に示す。最終正解率の平均は  $60.7 \pm 7.11\%$  であり、最大値は 71%、最小値は 49%であった。調査難易度に関するアンケート(1:簡単 ~ 5:難しい)では、過半数の 8 名が 5:難しいを選択し、残りの 6 名が 4:やや難しいを選択した。3:普通, 2:やや簡単, 1:簡単を選択したものは 1 名もいなかった。

表2 被験者ごとの最終正解率と調査難易度

|        | 最終正解率(%) | 調査難易度 |
|--------|----------|-------|
| 被験者 A  | 71       | 5     |
| 被験者 B  | 65       | 5     |
| 被験者 C  | 65       | 5     |
| 被験者 D  | 67       | 5     |
| 被験者 E  | 56       | 4     |
| 被験者 F  | 71       | 5     |
| 被験者 G  | 55       | 4     |
| 被験者 H  | 57       | 5     |
| 被験者 I  | 70       | 4     |
| 被験者 J  | 53       | 5     |
| 被験者 K  | 56       | 4     |
| 被験者 L  | 49       | 4     |
| 被験者 M  | 61       | 5     |
| 被験者 N  | 54       | 4     |
| 平均正解率  | 60.7     | 4.6   |
| 不偏標準偏差 | 7.11     | 0.49  |

#### 2. 正解ラベルごとの正解率

正解ラベルごとの正解率の分布を図に示す。平均すると Under-rotated が正解の問題が最も正解率が低く ( $46.4 \pm 24.32\%$ )、次いで Downgraded ( $57.6 \pm 29.93\%$ )、回転不足なし ( $78.6 \pm 22.66\%$ ) の順であった。回転不足なしが正解の問題の正解率の分布は上側に偏り最も正解率が高かった。Under-rotated と Downgraded が正解の問題は正解率の中央値は同じであった。しかし、Under-rotated が正解の問題は分布が下側に偏り正解率が低い問題が多い一方で、Downgraded が正解の問題は正解率の高い問題と低い問題が混在しており、ばらつきが最も大きかった。また、Under-rotated が正解の問題において、唯一正解率が 0% の問題が存在した。

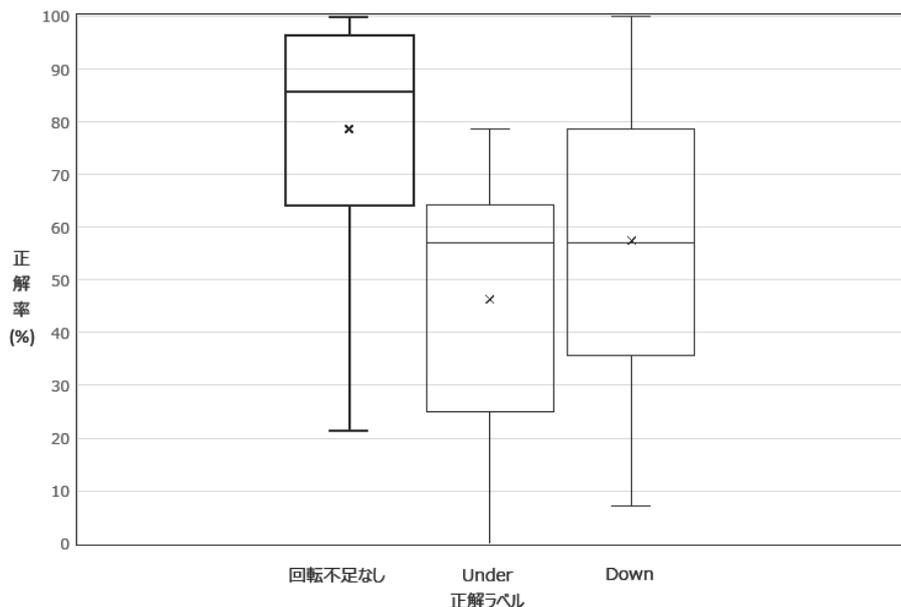


図2 正解ラベルごとの正解率の分布

### 3. 全被験者の判定最頻値

全ての被験者の判定最頻値を取った解答の正解率は 73%となり、個人での最大値を超える結果となった。表3に混同行列を示す。被験者は、実際は Under-rotated と判定されたものを回転不足なし、Downgraded と判定されたものを Under-rotated と誤判定することが多い傾向にある。

表3 全被験者判定最頻値と正解との混同行列

|    |       | 全被験者最頻値   |           |           |
|----|-------|-----------|-----------|-----------|
|    |       | 不足なし      | Under     | Down      |
| 正解 | 不足なし  | <b>29</b> | 4         | 0         |
|    | Under | 10        | <b>23</b> | 1         |
|    | Down  | 0         | 12        | <b>21</b> |

注:表内の数字は件数を表し、全被験者の解答最頻値のラベルと正解のラベルが同一だったものを太字で示している。

### 4. 所持級・競技歴・指導日数における2群の差の検定

各変数についてそれぞれの中央値を閾値として2群(A群・B群)に分けた。各変数の両群の正解率の分布を図3~図5に示す。なお、図3~5の×印は平均値を表す。また、第一四分位数と第三四分位数の計算においては中央値を含めて計算し、四分位範囲の1.5倍を超えた値を特異点として表示している。

全ての変数においてA群の方がB群よりも正解率の平均値・中央値ともに高い値を示した。

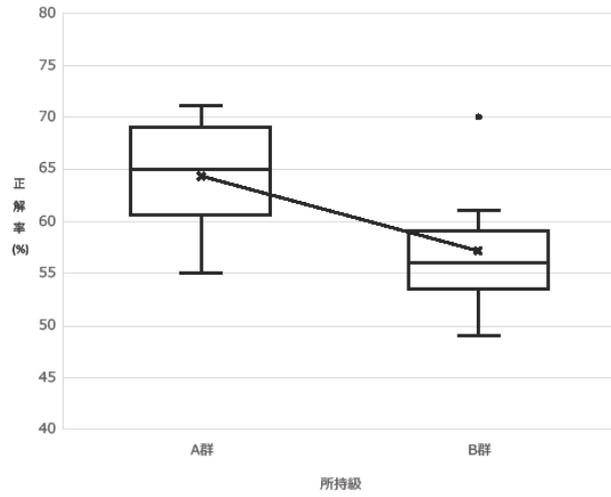


図3 所持級に関する2群の正解率の分布

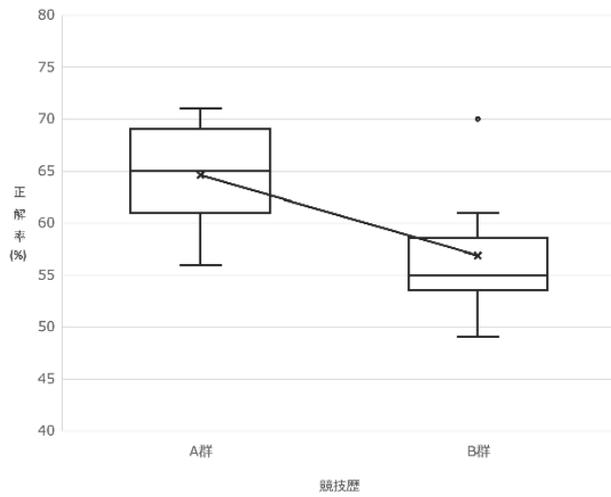


図4 競技歴に関する2群の正解率の分布

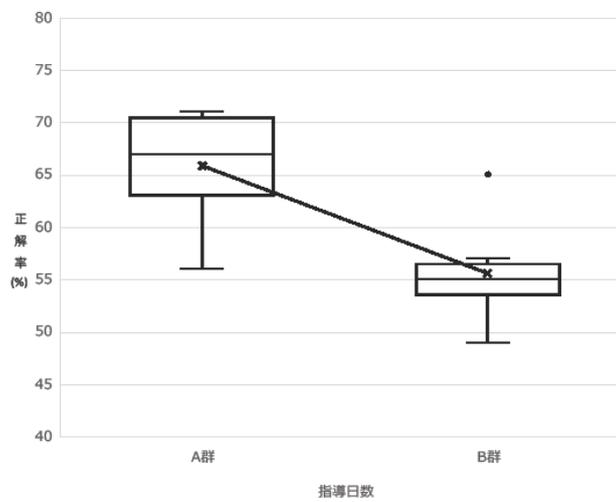


図5 指導日数に関する2群の正解率の分布

それぞれの群間で Wilcoxon の順位和検定を用いて正解率の差の検定を行い, Bonferroni 法を用いて p 値の調整を行った. 指導日数については調整後のp値が 0.026 であり, 5%水準で有意差が生じ, 帰無仮説は棄却された. 一方で所持級については 0.22, 競技歴については 0.088 であり, 5%水準で有意ではなく, 帰無仮説は棄却されなかった.

5. 指導日数における解答最頻値と正解との混同行列の両群比較

表 4, 表 5 は統計的有意差が見られた指導日数についての A 群, B 群の被験者の解答最頻値(解答 A, B)と正解との混同行列である.

表 4 指導日数 A 群の解答最頻値と正解との混同行列

|    |       | A 群最頻値    |           |           |
|----|-------|-----------|-----------|-----------|
|    |       | 不足なし      | Under     | Down      |
| 正解 | 不足なし  | <b>29</b> | 4         | 0         |
|    | Under | 10        | <b>22</b> | 2         |
|    | Down  | 0         | 13        | <b>20</b> |

注: 表内の数字は件数を表し, A 群の解答最頻値のラベルと正解のラベルが同一だったものを太字で示している.

表 5 指導日数 B 群の解答最頻値と正解との混同行列

|    |       | B 群最頻値    |           |           |
|----|-------|-----------|-----------|-----------|
|    |       | 不足なし      | Under     | Down      |
| 正解 | 不足なし  | <b>25</b> | 8         | 0         |
|    | Under | 17        | <b>15</b> | 2         |
|    | Down  | 1         | 15        | <b>17</b> |

注: 表内の数字は件数を表し, B 群の解答最頻値のラベルと正解のラベルが同一だったものを太字で示している.

解答 A の正解率は71%であり, 解答 B の正解率は 57%であった. また, B 群は A 群に比べて, 実際は Under-rotated と判定されたジャンプを回転不足なしと誤判定する傾向がより強かった.

IV. 結果の考察

1. 競技者全体の判定精度と判定の傾向

被験者ごとの判定正解率の平均は 60.7±7.11%であり, 最大値は 71%, 最小値は 49%であった. また調査難易度のアンケートは過半数の 8 名が「5:難しい」と答え, 残りの 6 名が「4:やや難しい」と答えた. 図2から競技者にとっては Under-rotated のジャンプを正確に判定することが最も難しいといえる. また, Downgraded については判定が難しいものとそうでないものの差が大きい. 映像を確認すると Downgraded で正解率が高かったものは, 明らかな前向き着氷や両足での着氷をするものに限られた. 全被験者の判定最頻値と正解との混同行列(表3)を見ると, Downgraded と判定されたものを Under-rotated, Under-rotated と判定されたものを回転不足なしと誤判定するケースが多く見られた.

以上の結果から, 競技者にとってジャンプの回転不足の判定を通常速度の映像視聴で行うのは容易ではなく, 特に Under-rotated と判定されたものと, Downgraded と判定された中でも明らかな前向き

着氷や両足での着氷ではないものの判定が難しいことが示唆された。誤判定の傾向を見ると、競技者の回転不足判定の認識は実際の判定の基準よりも甘めであり、競技者はジャンプの回転を過大評価してしまう傾向があると考えられる。

## 2. 属性の違いによる判定精度と判定の傾向の差

所持級・競技歴・指導日数について A 群と B 群の正解率の差を検定したところ、指導日数についてのみ統計的有意差が認められた。

所持級が高いほうが判定精度も高いという仮説を設定したが、この仮説を立証する結果は得られなかった。体操競技の先行研究において、判定する試技を実際に実施できる審判の方が技術の判定精度が高いことが示唆されている (Pizzera, 2012)。本研究で取り扱った試技は国際大会トップレベルのものであり、2 回転半・3 回転・4 回転のジャンプがほとんどであった。一方で、本研究の被験者は A 群では、2 種類の 3 回転ジャンプのテストに合格した 7 級所持者が 2 名、2 回転半のジャンプのテストに合格した 6 級所持者が 3 名、5 種類の 2 回転ジャンプのテストに合格した 5 級所持者が 2 名であった。また、B 群は 1 種類の 2 回転ジャンプのテストに合格した 3 級所持者が 2 名と 5 種類の 1 回転ジャンプのテストに合格した 2 級所持者が 5 名であった。そのため、所持級について A 群に割り当てられた被験者であっても、判定する多くの試技を自分で実施することができなかったと考えられる。そのため、今回の閾値での 2 群間の所持級の差においては、判定の正解率に有意差が生じなかったと推察される。試技の実施可否と回転不足の判定精度の関係を詳細に明らかにするためには、被験者と視聴映像を統制した上でさらなる研究が必要である。

また競技歴については、競技歴が長い方が判定精度も高いとの仮説を設定したが、この仮説を立証する結果は得られなかった。フィギュアスケートの競技規則は基本的に毎年変更が加えられる。そのため、これまでの競技歴の長さについては、現行規則での判定精度に影響を与えなかったと考えられる。

一方で、インストラクターの指導日数に関しては、5%水準で有意となった。また、A 群と B 群との間で特に差が現れた部分が Under-rotated の判定である。表 4、表 5 より、B 群は A 群に比べて Under-rotated と判定されたジャンプを回転不足なしと誤判定することがより多くなっていることがわかる。Under-rotated の基準は 2017-2018 シーズンまでと 2018-2019 シーズンからとの間で変更されている。2017-2018 シーズンまでは、不足が 1/4 より大きい場合に Under-rotated と判定されたが (日本スケート連盟, 2017)。2018-2019 シーズンからは不足が 1/4 回転ちょうどであった場合でも、Under-rotated と判定されるようになった。今回の調査は 2019 年 10 月・11 月に実施したものである。基準変更から一年あまりしか経っておらず、競技者自らのみの自己学習でこの基準の違いを認識することは難しかったと考えられる。そのため、インストラクター資格を持つ指導者から高頻度に技術指導を受けている A 群の方が、判定精度が高かったのだと推察する。インストラクターが毎年行われる競技規則の変更のキャッチアップも含めた適切な指導を行うことに加え、競技者が判定基準のポイントを正確に理解し共通認識を得るために講習会や e ラーニングのコンテンツを公開するなどの環境整備をすることが競技統括団体側にも求められるのではないかと。

## V. まとめと今後の課題

本研究では、実際の競技会でテクニカルパネルが判定した結果を正解とした上で、異なる属性を持つフィギュアスケート競技者の中で判定精度・傾向に差が生じるかを検討した。

競技者にとってジャンプの回転不足判定を通常速度で行うことは容易ではないことが示唆された。特に Under-rotated と判定されたジャンプを回転不足なし, Downgraded と判定されたジャンプを Under-rotated と誤判定することが多く、競技者は実際の判定基準と比べると甘い基準の認識を持っていることが示唆された。

また、所持級・競技歴・インストラクターの指導頻度に閾値を設けてそれぞれ 2 群間の正解率の差の比較を行った。検定の結果、インストラクターの指導頻度が高いほど判定の正解率が有意に高いことが示された。これは競技者自身だけでは判定基準を理解するための学習機会が限定的であることが原因と考えられる。指導現場においては、競技規則変更のキャッチアップも含めた適切な指導とともに、競技者が判定基準を正確に理解し、共通認識を形成できるための環境の整備が必要だろう。

今後の課題や研究の方針として、競技者が判定の難しいと感じるジャンプの特徴を整理した上で、より詳細な着目点の評価をすることがあげられる。先行研究ではサッカー、体操、ソフトボール、ハンドボール、ラグビー、アイスホッケーにおいて資格を持つ審判を対象に視線計測実験が行われている (Ziv et al., 2020)。フィギュアスケートにおいては回転数をカウントする際に踏切や着氷のどの局面で、また身体の中の部分を基準にするなどが明文化されておらず、競技者とテクニカルパネルの間で見るポイントが異なる可能性がある。視線計測を実施し、有資格者の判定の際の着目ポイントを明らかにすることで、より詳細な知見の収集が可能になると考えられる。

## 謝辞

本研究の被験者として実験に協力頂いた A 大学体育会スケート部 14 名の部員に心から感謝いたします。また、本研究は一般財団法人慶応工学会の資金援助を受けて実施されたものです。

## 文献

- ・ Bassett G.W., Jr. and Persky J. (1994). Rating Skating. *Journal of the American Statistical Association*, 89(427), 1075-1079.  
<https://doi.org/10.1080/01621459.1994.10476845>
- ・ Heinen, T., Vinken, P., & Velentzas, K. (2012). Movement regulation of handsprings on vault. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 84, 68-78.  
<https://doi.org/10.1080/02701367.2013.76230>
- ・ Japan Skating Federation Official Results & Data Site  
<https://www.jsfresults.com/index.htm> (2021 年 3 月 28 日アクセス)
- ・ 金澤裕治, 榎井昇一, 矢吹彰彦, 佐々木和雄(2019). 体操自動採点に向けた 3D センシングと技認識の AI 技術, *人工知能*, 34(4), 531-538

- Lockwood, K., Gervais, P., & McCreary, D. (2006). Landing for success: A biomechanical and perceptual analysis of on-ice jumps in figure skating. *Sports Biomechanics*, 5(2), 231-241.  
<https://doi.org/10.1080/14763140608522876>
- 町田樹(2020). アーティスティックスポーツ研究序説 フィギュアスケートを基軸とした創造と享受の文化論, 白水社, 413p
- 水本篤(2009). 複数の項目やテストにおける検定の多重性 : モンテカルロ・シミュレーションによる検証, 外国語教育メディア学会機関誌, 46, 1-19.
- 日本フィギュアスケートインストラクター協会(2005, 5), コーチのための新ルールセミナー,  
<https://www.jfsia.jp/inter/20040711.html> (2021年3月28日アクセス)
- 日本スケート連盟(2017). ISU ジャッジングシステム テクニカルパネルハンドブックシングルスケート 2017/2018 版
- 日本スケート連盟(2018). ISU ジャッジングシステム テクニカルパネルハンドブックシングルスケート 2018/2019 版
- Pizzera, A. (2012). Gymnastic judges benefit from their own motor experience as gymnasts. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 83, 603-607.  
<https://doi.org/10.1080/02701367.2012.10599887>
- Pizzera, A & Raab, M. (2012). Perceptual Judgements of Sports Officials are Influenced by their Motor and Visual Experience. *Journal of applied sport psychology*, 24, 59-72.  
<https://doi.org/10.1080/10413200.2011.608412>
- Pizzera, A., Möller, C., Plessner, & H. (2018). Gaze Behavior of Gymnastics Judges: Where Do Experienced Judges and Gymnasts Look While Judging?, *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 89(1), 112-119,  
<https://doi.org/10.1080/02701367.2017.1412392>
- 笹田弥生(2019). 採点規則に関する基本調査プロジェクト 2017-20 女子ルールの研究～フィギュアスケートの採点から学ぶ～, 体操競技・器械運動研究, 27, 53-67.
- 竹内洋輔(2007). フィギュア・スケートの新しい採点システムの問題性—2006 年度グランプリシリーズ・男女シングルフリー・スケート例として—, *スポーツ運動学研究*, 20, 69-81.
- 竹内洋輔, 吉岡伸彦, 阿江数通, 杉田正明(2020). フィギュアスケートの新ルールにおける得点の獲得戦略に関する一考察 —男女シングル テクニカルエレメントスコアに関する国際スケート連盟総会決定事項から—, *氷上スポーツ研究*, 2(1), 2-12.
- 行武憲史, 藤野玲於奈(2018). 成果評価基準における正確性について : フィギュアスケートにおける主観的評価の検証, *日本経済研究*, 76, 68-92.
- Zitzewitz, E. (2006). Nationalism in Winter Sports Judging and Its Lessons for Organizational Decision Making. *Journal of Economics & Management Strategy* 15(1), 67-99.  
<https://doi.org/10.1111/j.1530-9134.2006.00092.x>

- Zitzewitz, E. (2014). Does Transparency Reduce Favoritism and Corruption? Evidence From the Reform of Figure Skating Judging. *Journal of Sports Economics*, 15(1), 3-30.  
<https://doi.org/10.1177/1527002512441479>
- Ziv, G., Lidor, R., Zach, S., Brams, S., Helsen, F.W. (2020). Gaze Behavior of Referees in Sports-A Review. *Frontiers in Sports and Active Living*, 2020; 2: 572891.  
<https://doi.org/10.3389/fspor.2020.572891>