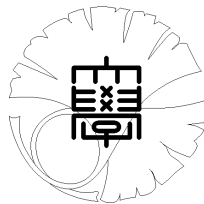


数理科学実践研究レター 2021–17 October 28, 2021

ダンスにおける「キレ関数」の定式化と採点データの比較

by

里見 貴志



UNIVERSITY OF TOKYO

GRADUATE SCHOOL OF MATHEMATICAL SCIENCES

KOMABA, TOKYO, JAPAN

ダンスにおける「キレ関数」の定式化と採点データの比較

里見貴志¹ (東京大学大学院数理科学研究科)

Takashi Satomi (Graduate School of Mathematical Sciences, The University of Tokyo)

概要

本稿では、ダンススキルを客観的かつ定量的に評価したいという目標のもとで、評価要素の1つである「キレ」の有無に焦点を当てる。まず、「キレ」という言葉の定義を与え、それをもとに「キレ」の有無の度合い（これを「キレ関数」と呼ぶ）の定量的な評価方法を提案する。さらに、「キレ関数」をインストラクターによるダンススキルの採点と比較し、「キレ関数」をダンススキルの評価指標とすることの妥当性について検証する。

1 はじめに

人がダンスしている動画を解析して点数をつけることは近年重要性が増している。日本の教育分野に目を向けると、2012年度より中学校の体育でダンスが必修化された。一方、ダンススキルの評価には主観的・感覚的な部分が大きく関わるため、指導者の負担が大きいという課題がある。そのため、ダンス動画解析による客観的かつ定量的なダンススキルの評価は指導者の負担軽減や公平なダンス教育を提供し、多くの人がダンスをより楽しめる社会に繋がると考えられる。

本稿では、ダンススキルの評価要素の1つである「キレ」という言葉の解釈を与える。それをもとに、曲の拍と体の各部位の速度を使って「キレ」の有無の度合い（これを「キレ関数」と呼ぶ）を定量的に評価する方法を提案する。さらに、「キレ関数」をダンススキルの評価指標とすることの妥当性を見るため、「キレ関数」とインストラクターによるダンススキルの採点には相関があることを説明する。最後に、「キレ関数」をダンススキルの評価指標とすることの長所と課題を挙げ、今後の展望について説明する。

ここで、本稿の構成について説明する。第2節では「キレ」の定義と「キレ関数」の定量的な評価方法について説明する。第3節では「キレ関数」とインストラクターによるダンススキルの評価を比較し、「キレ関数」の妥当性と長所について説明する。第4節では課題と今後の展望について述べる。

2 「キレ関数」の定義

まず、「キレ」という言葉を定義する。「キレ」とは次のダンスステップに移行するタイミングで体の各部位が素早く動き、それ以外のタイミングではしっかり止まっていることだと定義する。これは体の各部位の速度変化がはっきりしていて、動きにメリハリがあることだと言い換えられる。そのため、「キレ」の有無の度合いを評価するには、ある時刻 t における速度とその周辺の速度の違いを比較し速度変化を調べればよい。

図1は時刻 t における体の各部位の速度の絶対値 $|v|$ を表したグラフである。図1ではある時刻で速度が急激に大きくなりすぐに小さくなっているため、ダンスに「キレ」があると解釈できる。

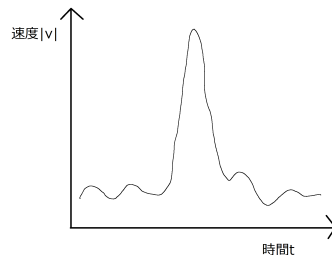


図 1: 「キレ」がある例

¹tsatomi@ms.u-tokyo.ac.jp

一方、図 2 ではつねに速度が大きいものの、速度変化はあまり大きくない。また、図 3 では速度はつねに小さく、速度変化が大きくない。そのため、これらはダンスに「キレ」がないと解釈できる。

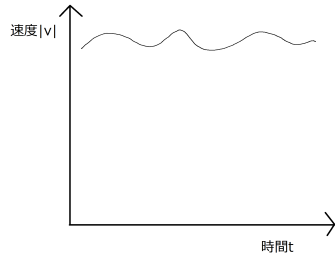


図 2: 「キレ」がない例 1

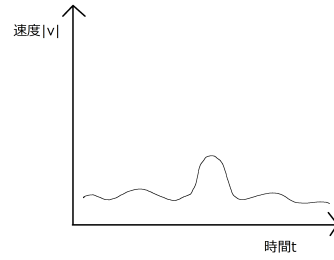


図 3: 「キレ」がない例 2

次に、この定義をもとに「キレ」の有無を定量化する方法を説明する。

以降、曲に合わせて手拍子した際の時間間隔を拍といい、1 拍の時間を b とする。ステップの初めの時刻 t_s からステップの終わりの時刻 t_e までを 0.5 拍ごとに区切り、それらの区間を順に I_1, I_2, \dots, I_m とする。すなわち、 $i = 1, 2, \dots, m$ に対し

$$I_i := \left[t_s + \frac{(i-1)b}{2}, t_s + \frac{ib}{2} \right]$$

とする（このとき $t_e - t_s = bm/2$ となる）。身長を l としたとき、区間 I_i 上の「キレ関数」 $L(i)$ を

$$L(i) := \frac{\max_{t \in I_i} |v(t)|}{\sqrt{lv_i}}, \quad v_i := \frac{2}{b} \int_{I_i} |v(t)| dt$$

と定義する（ $i = 1, 2, \dots, m$ ）。ここで $v(t)$ は体の各部位の速度ベクトルであり、時刻 t の 1 コマ後の位置座標の差分を 1 コマ（1/30 秒）で割ることで計算する。各 $L(i)$ の平均 T をダンス全体の「キレ関数」とする、すなわち

$$T := \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m L(i)$$

とする。

「キレ関数」 T の値が大きいほどダンスには「キレ」があり、ダンススキルがあると解釈する。これにより、この「キレ」の有無を数値化し、定量的に表すことができる。

「キレ関数」 T の値は体の各部位（例えば右手、左足等）ごとに計算できる。3 節のデータ比較では両手と両足の 4 部位の「キレ関数」 T の平均を用いる。

3 「キレ関数」の妥当性と長所

この節では、「キレ関数」 T をダンススキルの評価指標とすることの妥当性と長所について考察する。実際の動画を基に計算した「キレ関数」 T とインストラクターによるダンススキルの採点を比較し、これらに相関があることを見る。また、「キレ関数」の長所として様々な要素によらない点が挙げられることを説明する。

この節は 3 つの項で構成される。3.1 項では、「キレ関数」 T の正しい値を求めるために体の各部位の位置の認識に加えた工夫について説明する。3.2 項では、インストラクターによるダンススキルの採点と「キレ関数」の関係を示し、これらに相関があることを説明する。3.3 項では、「キレ関数」は様々な要素によらない定義であり、それが「キレ関数」の長所であることを説明する。

3.1 体の各部位の位置の認識に関する工夫

「キレ関数」 T の計算では、ダンスの動画から体の各部位の位置を認識し0.5拍ごとに速度の絶対値 $|v|$ の最大値を求める必要がある。そのため、体の部位の認識が正しくできないと「キレ関数」 T の値に誤差が生じてしまう。

例えば、両腕の位置を誤認識している例があった。この例では、実際には両腕を外側に広げているのに対し、服の模様のために認識位置が内側になっている。そのため、このまま計算すると T の値に誤差が生じてしまう。

そこで、体の各部位の認識精度を上げるために以下の工夫を加える。

1. 左右逆に認識している部分の修正

体が横を向いていると誤認識が多く、「キレ関数」 T の計算に不向きである。そのため、「キレ関数」 T の計算に使用するステップは体が正面を向いている部分に限り、横を向いている部分を除外する。さらに、位置認識の際に左右の位置が逆になっている部分は位置を入れ替えることで修正する。

例えば、左右が正しく認識されているコマの1コマ後では右手と左手、右足と左足の位置が入れ替わり、左右が正しく認識されていない例があった。そのため、この例のように誤認識している部分は左右の位置座標を入れ替えて計算する。

2. 速度の絶対値 $|v|$ の値が大きすぎる部分の除外

インストラクターによるダンスの動画を分析し、1コマ(1/30秒)で大きく動きすぎる($|v|$ の値が大きすぎる)箇所から誤認識が原因となっている箇所を抽出した。その結果、1コマで身長14%以上移動した部分は誤認識が原因であることが多く、そうでない部分は正しく認識されていることが多かった。そのため、体の部位が大きく動きすぎることはないと仮定し、1コマで身長14%以上移動した箇所は位置の誤認識とみなして除外する。

3.2 「キレ関数」とインストラクターによる採点のデータ比較

位置の誤認識を減らす工夫を行ってもなお、多くの誤認識が起こった例があった。

先述の服の模様のために誤認識している例の他に、誤認識が多かった例が2例あった。服の模様以外の誤認識の要因として、Tシャツの袖の端を手と認識してしまっているパターンや、小柄なために間違った検出をしている例があった。これらの3例の動画には「キレ関数」 T の値に誤差があるとみなし、データ比較の際に除外して考える。

図4は各ダンス動画のインストラクターによるダンススキルの採点と「キレ関数」 T の関係を表した散布図である。各点は1つのダンス動画のデータを表していて、体の部位は両手と両足の4箇所の平均をとっている。赤色の点は先述の誤認識が多かったデータ、茶色の点はインストラクターのデータ(このデータは採点はされていないので便宜的に75点としている)である。それ以外のデータは青色の点で表している。

図4で青色の点に注目すると、インストラクターによる点数が高いほど「キレ関数」 T の値が大きくなる傾向がある。そのため、「キレ関数」 T をダンススキルの評価指標とすることはある程度妥当だといえる。

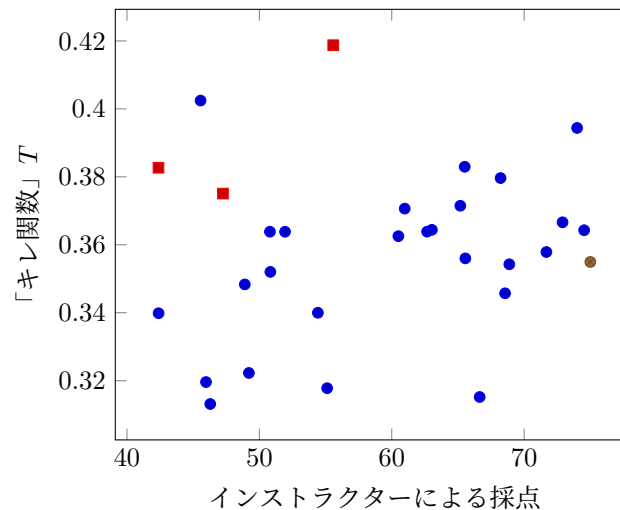


図 4: 「キレ関数」 T とインストラクターによる採点の関係

3.3 様々な要素によらないという「キレ関数」の長所

「キレ関数」を用いることの長所は、先述の評価指標としての妥当性だけでなく様々な要素によらない点が挙げられる。具体的には、以下の要素によらない。

1. 体の大きさ（身長）

一般に体が大きい方が大きな動きが可能なので、体の各部位の速度を大きくできる。そのため、「キレ関数」 T の定義に身長 l による正規化を加えることで、体の小さい人が不利にならないようにしている。

教育分野では「キレ関数」 T を用いることで身長による成績評価の優位性を排除できる。

2. 体の部位

「キレ関数」 T は体の各部位ごとに計算できるので、例えば下半身のみや首のみ等の評価もできる。

4 「キレ関数」の課題と今後の展望

現在「キレ関数」に関する課題は 2 点挙げられる。

1. 体の部位の誤認識の影響を受けやすい

「キレ関数」は速度の絶対値の最大値 $|v|$ を用いて計算するので、体の部位の誤認識が多いと正しい値が計算できない。そのため、今後の展望としては誤認識を減らし正確性を向上するためのより一層の工夫が必要である。例えば、前後のコマと比較や機械学習による誤認識の検出・修正が考えられる。

2. 止まるべきタイミングで体が動いていると「キレ関数」の値が大きくなってしまう

ダンスステップには止まるべきタイミングが存在するものがある。このタイミングで体が動いていると「キレ関数」の評価が悪くなってしまい、ダンススキルを正しく評価できない。とくに、リズムがずれていると止まるタイミングで動くことが多くなり、「キレ関数」の評価が悪くなってしまふ。そのため、今後の展望としては「正しく止まる」ことを認識できるようにし、評価に組み込むことが考えられる。

これらの課題が解決されれば、「キレ関数」はダンススキルを客観的かつ定量的に評価する指標として社会に役立つと期待される。