

# 卒業研究構想

松村晴琉  
**Haru Matsumura**  
**u320062@st.pu-toyama.ac.jp**

富山県立大学 工学部 情報システム工学科

**14:50-18:00, Friday, January 9, 2026**  
**N516, Toyama Prefectural University**

## 興味を持った分野

- 機械学習とサッカーや音楽を絡ませている研究について興味を持った。

## 先行研究

- サッカートラッキングデータを用いた機械学習に基づくプレー認識手法の提案
- 選手間の位置関係に基づいたサッカーの可聴化の試み
- サッカーにおける集団プレイの検出とその指標化に向けて

## 研究目的

- 低コストでプレーのラベル付け（記録）を自動化し、高校生などのアマチュアレベルでも高度なデータ解析を行えるようにすることを目指していた。

## プレー検出の判定論理

タイムウィンドウ  $W$  に対して、ウィンドウ開始時  $t - W$  と終了時におけるボール座標をそれぞれ始点・終点としたベクトルを  $\mathbf{v}_b^{t-W}, \mathbf{v}_b^t$  とする。以下の式(1)または(2)を満たす場合、プレーが発生したと判定する。

- ボールの軌道（角度）変化による検出

$$\frac{\mathbf{v}_b^{t-W} \cdot \mathbf{v}_b^t}{|\mathbf{v}_b^{t-W}| |\mathbf{v}_b^t|} \leq \cos \theta_{TH} \quad (1)$$

- ボールの移動速度（距離）変化による検出

$$|\mathbf{v}_b^{t-W}| - |\mathbf{v}_b^t| \geq V_{TH} \quad (2)$$

## 研究目的

- サッカーの試合における選手の位置関係を「可視化（見る）」だけでなく「可聴化（聴く）」ことで、試合状況の理解を助けるシステムを提案した研究を行っていた。

## 先行研究の課題

- 現状は味方のみで三角形を作っているが、近くに敵がいればパスは通せないため、敵の位置を考慮した計算が必要。
- 三角形に含まれない残り 8 名の選手の動きをどう表現するかが定まっていない。

# 三角形の指標化と評価

三角形の状態を数値化するために、以下の2つの指標を用いる。

## 1. 面積 $S$ (Area)

選手3名がカバーする空間の広さを表す。

- 面積が広すぎる → パスマисやインターセプトのリスク増
- 面積が狭すぎる → 相手の密集地帯に入り込んでいる可能性

## 2. 形状指數 $q$ (Shape Index)

三角形がどの程度「正三角形」に近いかを示す指標。

$$q = \frac{4\sqrt{3}S}{a^2 + b^2 + c^2} \quad (0 \leq q \leq 1) \quad (3)$$

- $q = 1$  : 正三角形 (バランスの良い配置)
- $q \rightarrow 0$  : 潰れた三角形 (選手が直線上に並び、非効率な配置)

## 提案

- 機械学習による試合の「運動量」と「リズム」を統合した音楽的生成

## 内容

- 選手やボールの動きをコードやメロディとして扱うことでチーム全体の戦術的な運動性を1つの楽曲として体験できるようにする。

## 機械学習モデル

- LSTM (Long Short-Term Memory) 動きの流れを記憶・保持するのに向いている。
- Transformer 長いスパンの構成を学習するのが得意
- Graph Neural Networks (GNN) 選手間の距離や位置関係を直接学習するのに適している。

## 新規性

- パスの間隔や選手の移動速度の変化を楽曲のテンポやリズムの複雑さに同期させる点
- 運動量という動的な要素を音楽の音量や音色に結びつけるという点
- 機械学習を用いて、過去の良いプレーに含まれる運動量のリズムパターンを学習させ、戦術的に価値の高い動きを音楽的なタルシスとして生成する点