

## 研究背景

※ T.Narizuka et al., Sci. Rep. 11, 5509, 2021

### ○ 最小到達時間によるスペース評価

- サッカーにおいて、スペースの価値はどのように決まる？  
⇒ 選手からの到達時間に着目する
- 時刻  $t$  においてチームAの中で位置  $\vec{x}$  に最も速く移動できる選手の到達時間： $\tau_A(\vec{x}, t)$  (=最小到達時間)
- $\tau_A(\vec{x}, t)$  は運動方程式や機械学習によって計算する

### ○ 安全度と空白度

- 攻撃側と守備側の最小到達時間を  $\tau_{of}(\vec{x}, t)$ ,  $\tau_{df}(\vec{x}, t)$  とする
- 攻撃側から見た位置  $\vec{x}$  の**安全度**

$$z_1(\vec{x}, t) = \frac{\tau_{df}(\vec{x}, t) - \tau_{of}(\vec{x}, t)}{\sqrt{2}}$$

- $z_1(\vec{x}, t) > 0$  : 攻撃側が位置  $\vec{x}$  に速く到達できる
- $z_1(\vec{x}, t) < 0$  : 守備側が位置  $\vec{x}$  に速く到達できる

### ○ 位置 $\vec{x}$ の空白度

$$z_2(\vec{x}, t) = \frac{\tau_{df}(\vec{x}, t) + \tau_{of}(\vec{x}, t)}{\sqrt{2}}$$

値が大きいほど両チームから位置  $\vec{x}$  への到達に時間がかかる

### ○ フィールドの分割

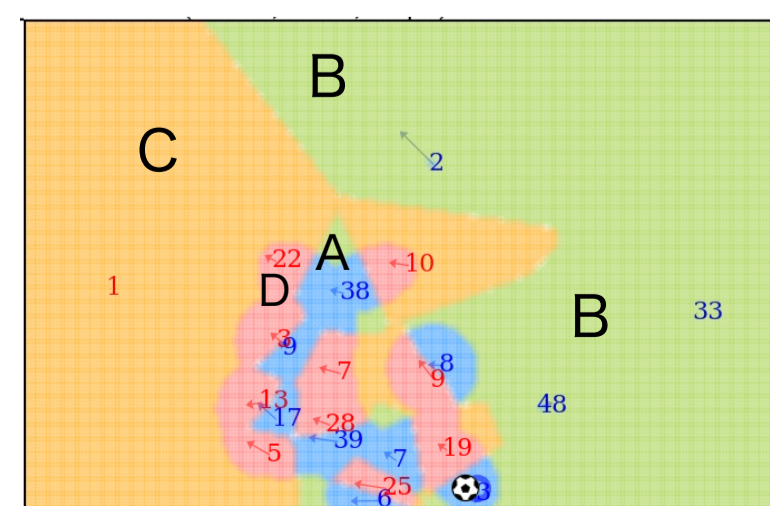
- $z_1(\vec{x}, t) = 0$  : 攻撃側から見た安全/危険の閾値
- $z_2(\vec{x}, t) = 2$  : 密集/空白の閾値
- 2つの閾値からサッカーのフィールドを4つの領域に分割

**A** : 安全・密集 ( $z_1 > 0, z_2 < 2s$ )

**B** : 安全・空白 ( $z_1 > 0, z_2 > 2s$ )

**C** : 危険・空白 ( $z_1 < 0, z_2 > 2s$ )

**D** : 危険・密集 ( $z_1 < 0, z_2 < 2s$ )



## 目的と方法

謝辞：「公益財団法人中山隼雄科学技術文化財団」，「データスタジアム株式会社」，「情報・システム研究機構 統計数理研究所 医療健康データ科学研究センター」の支援に感謝致します。

### ○ 目的

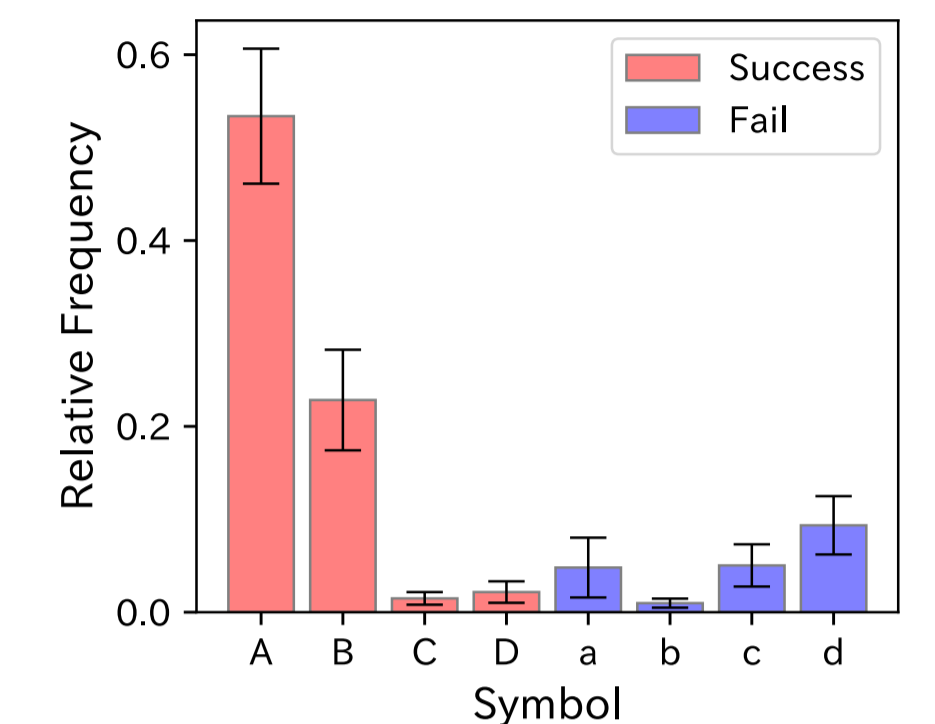
- 最小到達時間に基づくスペース評価の枠組みをサッカーの試合分析に実践的に応用する
- パス回しからチームのスペースの利用の仕方を特徴づける

### ○ 使用データ

- J1リーグ20・21年シーズンで行われた95試合
- プレイデータとトラッキングデータ
- データスタジアム株式会社より提供された

### ○ パスに対する記号の割り当て

- 全パスに対してパスを出した時刻における終点位置の  $z_1, z_2$  を求める
- 全パスに対して分割領域を表すA,B,C,Dの記号を割り当てる
- 成功パスを大文字, 失敗パスを小文字に変換する



- 試合中のパス系列は「ABCc」のような記号列として表される
- 安全・密集 (成功) → 安全・空白 (成功) → 危険・空白 (失敗)

## 研究成果

### ○ モチーフ分析

- パスの記号列における連続する  $n$  個の部分列 = 長さ  $n$  のモチーフ
- 長さ2のモチーフに着目 (32種類)

AA, AB, AC, AD, BA, BB, BC, BD, CA, CB, CC, CD, DA, DB, DC, DD, Aa, Ab, Ac, Ad, Ba, Bb, Bc, Bd, Ca, Cb, Cc, Cd, Da, Db, Dc, Dd

※モチーフは1チーム内の連続するパスから求める

※間に失敗パスや試合の中断を含む場合は除外する

### ○ モチーフ $j$ のSP値

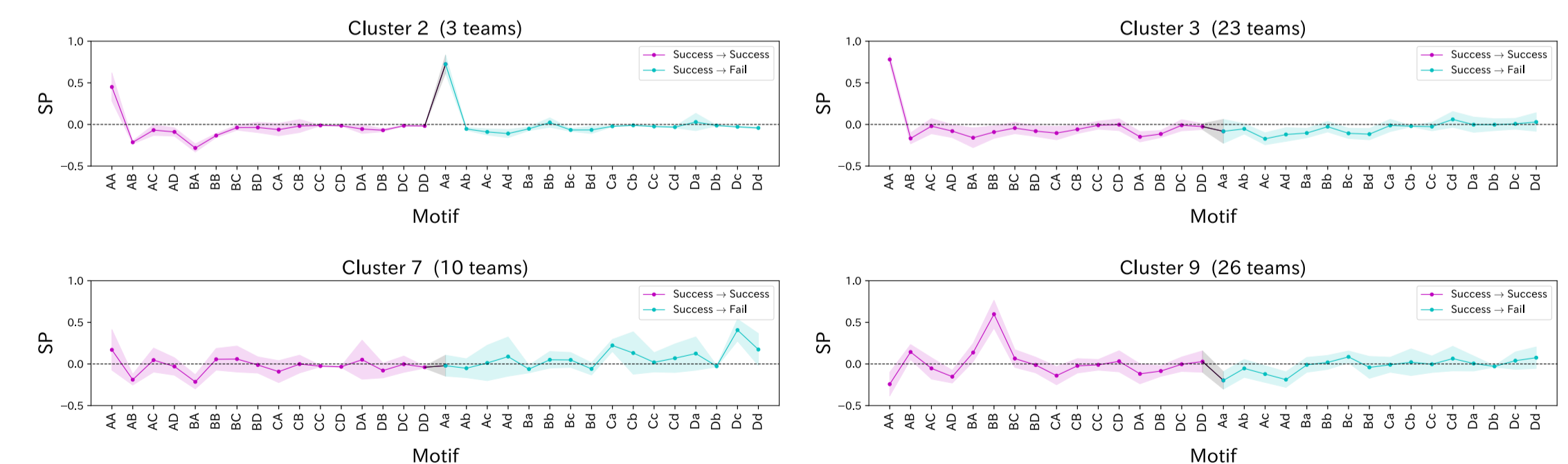
$$SP_j = \frac{Z_j}{\sqrt{\sum_j Z_j^2}}, \quad \left( Z_j = \frac{f_j - \langle f_j^{rand} \rangle}{\sigma_j^{rand}} \right)$$

※  $\langle f_j^{rand} \rangle$  と  $\sigma_j^{rand}$  はランダムに生成した記号列におけるモチーフ  $j$  の平均出現割合とその標準偏差

- $SP_j$  が0からズレるほどモチーフ  $j$  は特徴的

### ○ モチーフプロファイルによるクラスタリング

- 32個のSP値を並べたベクトル： $(SP_1, SP_2, \dots, SP_{32})$   
=モチーフプロファイル
- 190チームのパス系列からモチーフプロファイルを作成
- モチーフプロファイルを入力とする階層的クラスタリング (Ward法)



### ○ 手法の特徴と課題

- モチーフプロファイルにはスペースの安全度・空白度の情報, パスのつながりの情報, パスの成否の情報が含まれている  
⇒ 試合内容の検討やチームスタイルの特徴づけに役立つ
- 長さ3, 4のモチーフの分析, プロファイルとスタッツの関係は？