

サッカーの試合中における守備局面の評価 - パスの可能性に着目して -

Evaluation of Defensive Situations in Football Games:

Focusing on the Possibility of Passes

学籍番号 47-146756

氏名 森岡 渉 (Morioka, Wataru)

指導教員 貞広 幸雄 教授

1. はじめに

近年、GPS やビデオトラッキングといったデータ収集技術の進歩に伴い、集団スポーツにおいて選手位置等の詳細な時空間データが取得可能となってきた。例えば、日本でスポーツデータの配信・分析事業を担うデータスタジアム社では、野球・サッカー等の試合会場に専用のビデオカメラを設置し、内容をデータ化し、クラブやメディアに提供している。

データ収集技術は確立されてきている一方、そのデータを有効に活用する方法論は少ない。例えば、筆者が取り組むサッカーのパスの可能性に関連する研究に、Fujimura and Sugihara (2005) や Gudmundsson and Wolle (2014) が挙がるが、1 試合全てを取扱い評価するまでには至っていない。

そこで、本研究では、集団スポーツ分析の方法論蓄積に繋がるよう、集団スポーツの代表例であるサッカーを取り上げ、ゴロのパスの可能性に着目した試合中における局面の評価を試みる。本稿では、攻撃よりも規則性の高いとされる守備の立場から評価する。

2. パス可能地点の推定手法

局面の評価をするにあたり、まずは、攻

撃中のチームにとってパスが可能な地点を求める必要がある。そこで本節では、パス可能地点を推定する手法について述べる。

推定にあたり、はじめに記号を以下のように定める。

$\mathbb{P} = \{P_1, \dots, P_{11}\}$: 攻撃中のチーム P の選手 11 人

$\mathbb{Q} = \{Q_1, \dots, Q_{11}\}$: 守備中のチーム Q の選手 11 人

\mathbf{p}_k : 攻撃中チームの選手 P_k の位置ベクトル

\mathbf{q}_j : 守備中チームの選手 Q_j の位置ベクトル

v_{P_i} : チーム P の各選手の速さ

v_{Q_j} : チーム Q の各選手の速さ

v_b : ボールの速さ

$\mathbf{b}(t)$: 時刻 t におけるボールの位置ベクトル

$C(\mathbf{x}, r)$: \mathbf{x} を中心とする半径 r の円

このとき、パスが可能な任意の地点 \mathbf{y} とは、ボールを保持していない攻撃選手 P_k が、ボールを保持している攻撃選手 P_l から、ボールを受け取れる地点と定義される。本稿では、まずは単純なモデルを想定し、選手及びボールは 2 次元上を全方向等速直線で移動可能とする。また、受け取れる条件は以下 2 つとする。

条件1 : ある攻撃選手 P_k が ボール到達時までに地点 \mathbf{y} に到達できる。

条件2: 守備選手 Q_j の誰も地点 \mathbf{y} への移動中のボールを奪取することができない。

各条件を式で表すと、次の通り。

$$\text{条件 1 : } \mathbf{p}_k \in C \left(\mathbf{y}, \frac{d}{v_b} v_{P_k} \right)$$

$$\text{条件 2 : } \mathbf{q}_j \in C \left(\mathbf{b}(t), tv_{Q_j} \right)$$

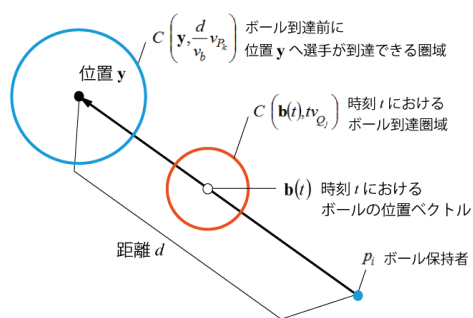


図-1 パス可能地点推定手法の概略図

3. 各地点の評価観点と重みづけ

パス可能な地点の重要度（点数）は、次の展開の良さによってそれぞれ異なる。そこで、サッカーのプレー原則に則り、ピッチ内の各地点に重みづけをして点数をつけることで、各場面の定量的な評価を目指す。

本研究では、守備にとって最も大切な「相手にゴールをさせない（得点を奪われない）こと」を考慮し、シュートを選択できる位置へのパス面積が広いほど局面の重要度が高くなるよう設定する。

具体的には、次節で述べる実際の試合データよりパスまたはシュートをした位置を用いて、シュートを選択する確率変数を求めるロジスティック回帰分析を行うことにする。

$$\log \frac{p(x)}{1-p(x)} = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2$$

各変数を次のように定める。被説明変数 $p(x)$ には、シュート選択の有無（シュートなら 1、パスなら 0）を、説明変数 x_1 に、ゴールまでの距離（ポスト間ゴールラインとの距離[m] 図-2）を、 x_2 にゴールとの角度（ポスト間ゴールライン中点との角度の正弦 $[\sin\theta]$ 図-3）を採用する。

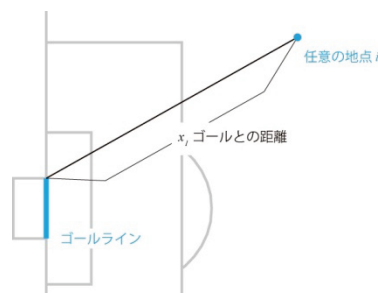


図-2 ゴールとの距離の測り方

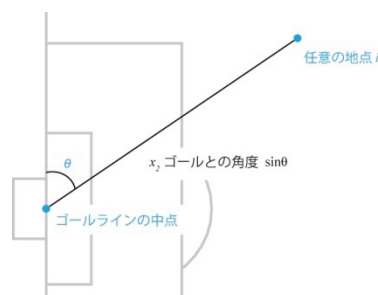


図-3 ゴールとの角度の測り方

4. 事例研究

本手法を実際の試合データに適用する。本稿では、米国スポーツデータ分析会社 Prozone 提供の 2012 年米国大学女子サッカーリーグ 2 試合のデータを用いる。本データは、選手の位置情報を 0.1 秒ごとに記録した CSV ファイルと、ボールの位置情報を事象の発生毎に記録した CSV ファイルの 2 ファイルから構成されている。

まず、選手の挙動を直感的に理解するため、CSV を PostGIS 及び QGIS を用いて空間データ化し、アニメーションで表示した。

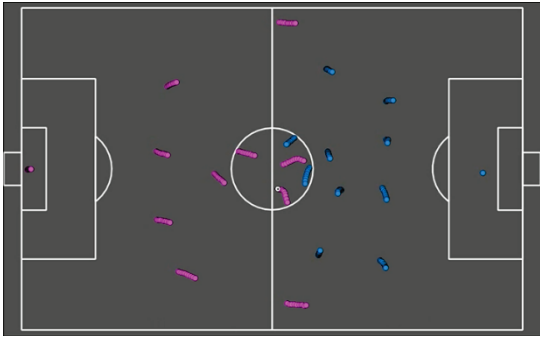


図-4 選手とボールの動きのアニメーション表示

次に、2 節で述べた推定法を用いてパス可能エリアを求める。本事例ではピッチを 1m 四方の 8064 グリッドに分割し、各グリッドの重心でパス可能かを判定する。なお、選手とボールの速さは

$$V_{P_i}, V_{Q_j} = 5.8m/s, V_b = 6 \sim 20m/s$$

とした。アルゴリズムは、図-5 を参照いただきたい。本研究では Python で自動化した。推定後、図-6 のような結果が得られる。図-6 は実際にパスがなされた場面の 1 例で、赤チームが守備中、青チームが向かって左側に攻撃中、白抜きがボール保持選手である。オレンジが推定パス可能エリアで黒丸が出されたパスを受け取った地点であり、推定が成功していると言える。

チーム別のパス可能エリア推定精度を表-1 に示す。再現率が低い（範囲外でもある程度パスが成功している）理由は、今回は対象外とした浮き球によるパスの成功と推察できる。

表-1 推定の適合性判定結果

	Florida State	Duke
再現率 R	0.704	0.659
適合率 P	0.989	0.964
F 値	0.822	0.783

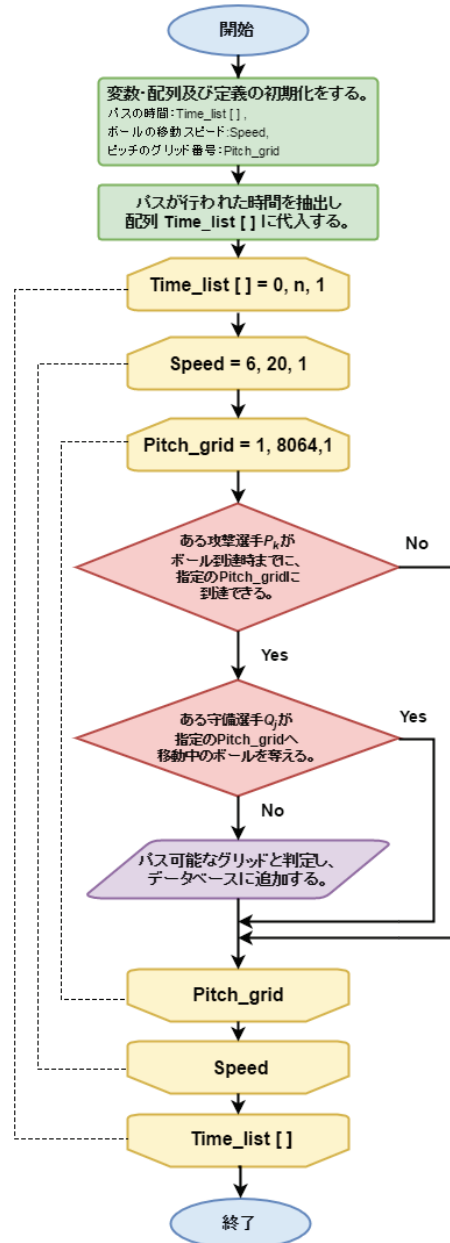


図-5 パス可能判定のフローチャート

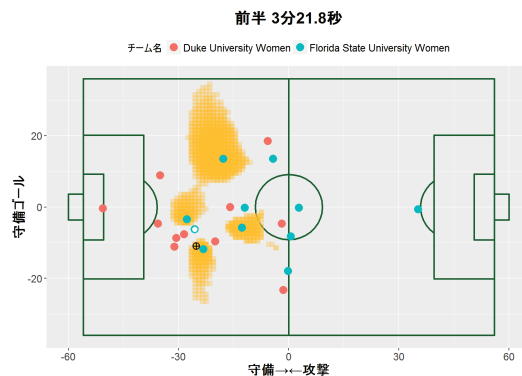


図-6 パス可能エリアを表示した場面例

続いて、3 節で述べた評価手法を用いて試合中の戦局評価を試みる。対象とする 2 試合のデータにおいて、パスは 1144 回、シュートは 38 回であった (図-7)。

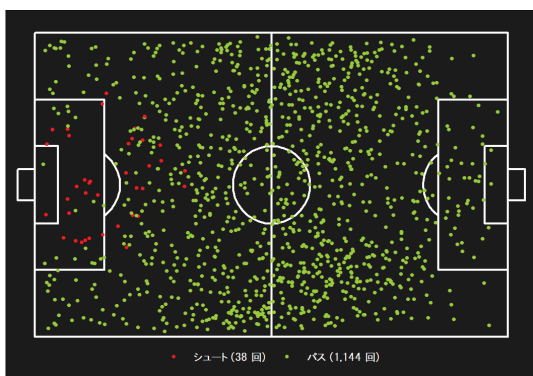


図-7 パス・シュートの分布図

ロジスティック回帰分析をした結果、各地点のシュート選択確率 $p(x)$ は、

$$p(x) = \frac{1}{1 + \exp(0.2426x_1 - 4.88568x_2 - 0.4912)}$$

となり、図-8 が得られる。

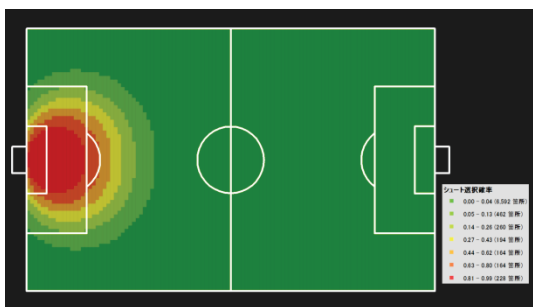


図-8 シュート選択確率

先に求めた推定パス可能エリアと組み合わせ点数を付け、守備局面の評価をする。

本稿では、パスが行われた各場面における防御率 D を次式で求める。

$$D = \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^n S_i}{\sum_{h=1}^n P_h} \right) \times 100 \quad [\%]$$

S_i : パス可能地点 i のシュート選択確率

P_h : ピッチ内地点 h のシュート選択確率

計算結果の一部を図-9 にグラフで示した。これは、前半 45 分間における Duke 大学 (図-4、図-6 での赤チーム) の防御率の推移であり、値が低いほど、失点につながるパスを許してしまっていた場面と言える。なお、下位 3 つを濃い色で強調しており、うち 1 つが、実際に失点へ続く場面であった。

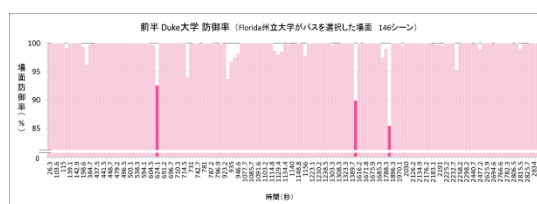


図-9 前半 Duke 大学 防御率

5. おわりに

本研究では、パスの可能性に着目したサッカーの試合中における守備局面の評価手法を提案した。パス可能と推定される各地点に重みづけをすることで、膨大なデータから振り返るべき場面の抽出を可能にした。これは、迅速な勝敗の原因特定と作戦の改善の一助となる。JFA アカデミー福島女子 U-15 監督の見汐氏からも、有用とのコメントを頂けた。ただ、より実用的にするには、選手とボールの運動モデルの改良、シュート選択確率以外の要素も考慮した重みづけ等が求められる。今後の課題としたい。

主な参考文献

- [1] Fujimura, A. and Sugihara, A. (2005) *Geometric analysis and quantitative evaluation of sport teamwork*, Systems and Computers in Japan, 36(6), 49-58.
- [2] Gudmundsson, J. and Wolle, T. (2014) *Football analysis using spatio-temporal tools*. Computers, Environment and Urban Systems, 47, 16-27
- [3] 瀬古沢理一, 大森隆司 (2014) 「サッカーにおけるパス行動決定の計算モデル化」日本人工知能学会学術大会 第 28 回 4L1-2