

サッカー選手のフォーメーションの評価手法の提案

Proposed Methodology for Evaluating Football Players' Formations

学籍番号 47-196724

氏名 金子 修史 (Kaneko, Shuji)

指導教員 貞広 幸雄 教授

1 はじめに

近年、GPS や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やボールなどの時空間データが取得可能となってきた。サッカーにおいても同様の進歩が見られ、走行距離や速度等に関する分析などが行われている。他方、相手チームの戦略の研究など、サッカーの戦術において不可欠であるフォーメーションの良否については、主として選手や指導者による主観的判断が行われており、客観的評価が欠如しているのが実情である。そこで本研究ではフォーメーションの良否を客観的に判断する手法を提案する。

2 手法

手法は以下の 3 段階より構成される。1.任意時点のフォーメーションを試合データより抽出。2. アンケート調査を実施し、局面毎に望ましいフォーメーションを決定。3. プロクラステス解析を行い、局面毎に任意時点のフォーメーションと望ましいフォーメーションとの差異を評価。1.において、座標データは試合中に CATAPULT 社の装具を、選手に装着してもらい収集する。2.において、東京大学ア式蹴球部を対象にアンケート調査を行い 40 名から回答を得た。アンケート調査では、自チームのディフェンス時、オフェンス時において、図 1 の A、B の

様に二つの図を比較し、より望ましい図を選択する。これを繰り返すことで、局面毎により望ましいフォーメーションを決定する。

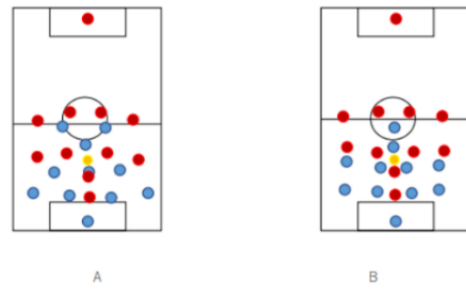


図 1 フォーメーションの比較

3.において、プロクラステス分析とは 2 つの点群に対して、並進・回転・一様なスケールリングの変換のもとで、点群間の二乗誤差が最小になる様に重ねあわせする処理である。以下に処理手順を示す。

I. 点群 X、Y の重心が原点になるよう、X、Y からそれぞれの平均 \bar{X} 、 \bar{Y} を引き X_0 、 Y_0 を算出する。

$$X_0 = X - \bar{X} \quad 1$$

$$Y_0 = Y - \bar{Y} \quad 2$$

II. 2 つの点群のスケールを正規化し、 X_{norm} 、 Y_{norm} を算出する。

$$X_{norm} = \frac{X_0}{\|X_0\|_F} \quad 3$$

$$Y_{norm} = \frac{Y_0}{\|Y_0\|_F} \quad 4$$

Ⅲ. 重心を原点に位置合わせし、スケールを正規化した2つの点群を改めてA、Bとすると、Aを回転して誤差が最小になるようにBに重ねあわせる時の回転行列Rは以下の式で求めることができる。

$$R = \operatorname{argmin}_{\Omega} \|\Omega A - B\|_F \quad \text{s.t. } \Omega^T \Omega = I \quad 5$$

以上の操作を行い、各点間の二乗誤差の合計を、望ましいフォーメーションと実際のフォーメーションとの差異を示す指標とする。

3 アンケート調査結果

図3から図10に、各局面における自チームのフォーメーションの適切さを尺度値で表した。各図において数値が大きい点程、より望ましいフォーメーションであることを意味する。又、敵、自は敵チーム、自チームを表す。442、4213、4123、4312とは、自チームのゴール側から数えた場合の選手の人数を表している。例えば図2では、陣形は442となる。

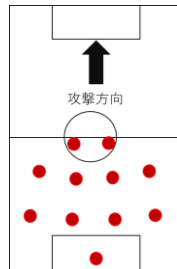


図2 442のフォーメーション

はじめにディフェンス時の結果を示す。

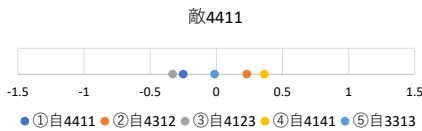


図3 敵4411の場合

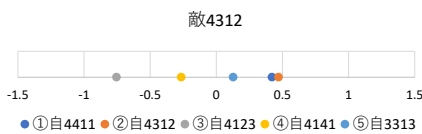


図4 敵4312の場合

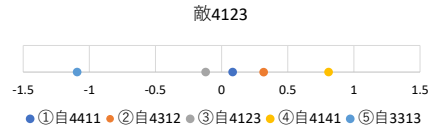


図5 敵4123の場合

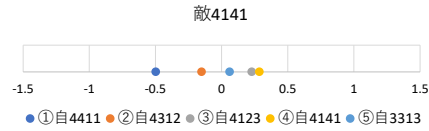


図6 敵4141の場合

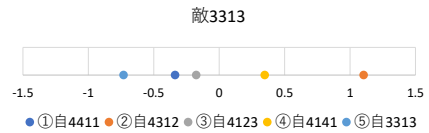


図7 敵3313の場合

図3から図7より、敵4411、4123、4141の時は、自チームのフォーメーションは4141が望ましく、敵4312、3313の時、自チームのフォーメーションは4312が望ましいことが分かる。

次にオフェンス時の結果を示す。

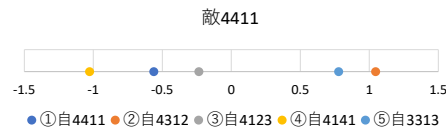


図7 敵4411の場合

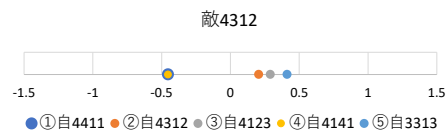


図8 敵4312の場合

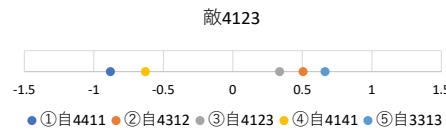


図9 敵4123の場合

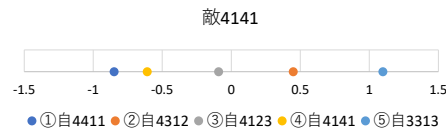


図10 敵4141の場合

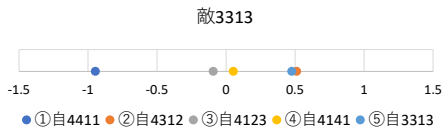


図 11 敵 3313 の場合

図 7 から図 11 より、敵 4411、3313 の時は、自チームのフォーメーションは 4312 が望ましく、敵 4312、4123、4141 の時、自チームのフォーメーションは 3313 が望ましいことが分かる。

4 プロクラステス解析結果

各局面における任意時点のフォーメーションと、望ましいフォーメーションにおいて、プロクラステス解析を行い、二乗誤差の和を算出する。二乗誤差の和を以下 d と表す。尚、相手チームのフォーメーションは試合映像から判断した。はじめにディフェンス時の結果を示す。

表 1 敵 4411 の場合 (自 4141 との比較)

経過時間	4:56	23:27	30:31	37:23	38:11
自チームのフォーメーション					
d	0.614	0.670	0.676	0.679	0.733

表 2 敵 4411 の場合 (自 4312 との比較)

経過時間	23:32	24:08	24:47	40:46	43:47
自チームのフォーメーション					
d	0.652	0.597	0.647	0.605	0.670

表 3 敵 4123 の場合 (自 4141 との比較)

経過時間	3:45	24:16	34:28	42:57	43:42
自チームのフォーメーション					
d	0.601	0.613	0.675	0.675	0.596

表 4 敵 4141 の場合 (自 4141 との比較)

経過時間	2:32	22:37	27:23	28:30	42:38
自チームのフォーメーション					
d	0.712	0.648	0.649	0.730	0.655

表 5 敵 3313 の場合 (自 4312 との比較)

経過時間	2:51	3:58	12:22	26:03	35:06
自チームのフォーメーション					
d	0.677	0.772	0.766	0.685	0.674

表 1 から表 5 において、 $d \geq 0.65$ となっているフォーメーションは、望ましいとされるフォーメーションと比べて、選手が密集しすぎている、又は広がりすぎていることが分かる。

次にオフense時の結果を示す。

表 6 敵 4411 の場合 (自 4312 との比較)

経過時間	7:23	14:25	15:29	31:31	43:58
自チームのフォーメーション					
d	0.768	0.658	0.722	0.656	0.647

表 7 敵 4312 の場合 (自 3313 との比較)

経過時間	7:25	12:45	13:27	19:20	22:59
自チームのフォーメーション					
d	0.849	0.777	0.743	0.853	0.729

表 8 敵 4123 の場合 (自 3313 との比較)

経過時間	15:29	26:56	32:55	33:05	41:42
自チームのフォーメーション					
d	0.798	0.798	0.853	0.759	0.764

表 9 敵 4141 の場合 (自 3313 との比較)

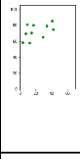
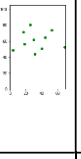
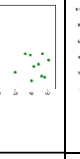
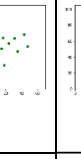

経過時間	2:22	5:23	8:34	36:09	38:03
自チームのフォーメーション					
d	0.824	0.808	0.727	0.790	0.835

表 10 敵 4141 の場合 (自 4312 との比較)

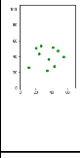
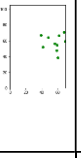
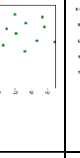
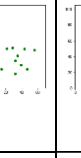

経過時間	14:05	18:49	32:17	33:50	33:59
自チームのフォーメーション					
d	0.667	0.763	0.770	0.610	0.634

表 6 から表 10 から、オフense時と同様に、 $d \geq 0.65$ となっているフォーメーションは、望ましいとされるフォーメーションと比べて、選手が密集しすぎている、又は広がりすぎていることが分かる。特に、オフenseではディフェンスに比べて、上記の傾向が顕著であり、オフense時の望ましいフォーメーションがあまり達成されていないことが分かる。

結論と今後の課題

d の値が小さい程、望ましいフォーメーションとの差異が小さく、d の値が大きい程、差異が大きくなることが分かった。又、d が 0.65 以上となった時、選手が密集している、又は広がりすぎている傾向にあった。以上より、d がフォーメーションの良否を客観的に判断する指標になり得ることが分かった。一方で、より実用的な指標、研究とするには、次の改善の余地を残している。第一にアンケート調査における、フォーメーションのバリエーションである。本論では、サッカーチームごとに異なるであろう望ましいフォーメーションを把握するためにアンケート調査を行ったが、設

問数の関係からフォーメーションを 5 種類に絞った。しかし、試合の中で流動的に変化するフォーメーションを把握するためには、より多くのバリエーションが必要だった様に思える。今後は、アンケート調査の設問数を増やし、より多くの局面に対して評価が出来る研究を目指したい。第二に、各選手の走行スピードなどのパラメータを同一として扱っている点である。各選手の能力によって、フォーメーションは変化する可能性があり、アンケート調査に記した均等な配置なフォーメーションと、実情は異なっている可能性がある。

キーワード

サッカー、サッカー分析、位置情報

修了年月

2021 年 3 月

研究発表履歴

金子修史、對間昌宏、貞広幸雄(2019)「サッカー選手の地理的情報を利用した分析」、『第 28 回 地理情報システム学会学術研究発表大会』, 徳島,ポスターセッション賞

参考文献

- 1) 神谷啓太,仲西航,泉裕一朗:トラッキングデータをを用いたサッカーの試合における戦況変化の抽出,2017
- 2) 土田潤,宿久洋: 重力モデルを用いたサッカー選手の動きの定量化,2017
- 3) 森岡渉: サッカーの試合中における守備局面の評価ーパスの可能性に着目してー,2016