

トラッキングデータと試合実況のイベント・アノテーションによる 湘南ベルマーレにおける攻撃・被攻撃プレーの分析

金木 勇志 秋田県立大学 経営システム工学専攻 1 年

三角 悠太 秋田県立大学 経営システム工学科 4 年

宮本 道子 秋田県立大学 経営システム工学科 教授

1. 背景と目的

サッカーは世界でも屈指の人気のスポーツであり、日本を始め多くの国でリーグが作られ、その数は 70 カ国約 140 リーグにもなる。日本では 1993 年に J リーグが開始され、鹿島アントラーズをはじめとする 10 チームから始まり、今では J1・J2・J3 リーグで 53 チーム(2015 年時点)にも増え、根強い人気を誇っている。しかし、サッカーだけでなくスポーツ全体を通して関心が薄くなってきており、スポーツ参加市場規模の縮小やスポーツ関連メディア市場の支出の減少が見られる。スポーツへの関心の低下を見て取れる図を図 1 に示す。ほとんどのスポーツでファンの数の減少が見られ、2011 年に増加したサッカー日本代表のファンの数も 2015 年には 3,222 万人と落ち込んでいる。そのスポーツへの関心が低下する中、2015 年に J リーグにおいて新たにトラッキングシステムが導入された。

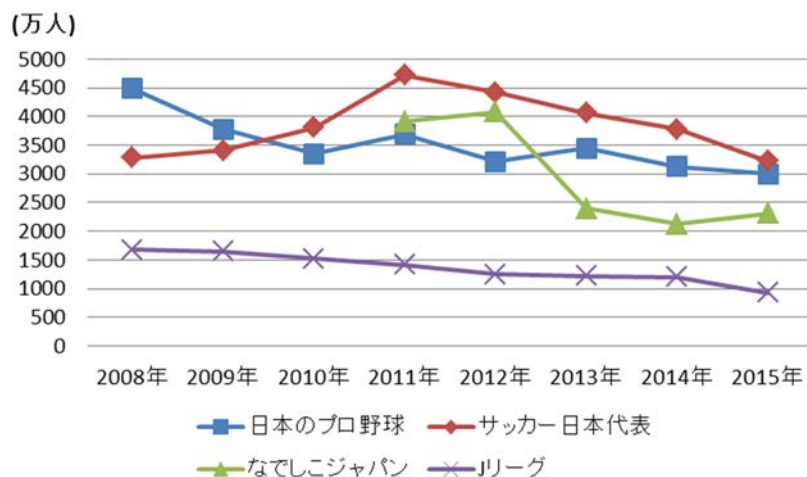


図 1 各スポーツにおけるファンの数の推移 (出典：マクロミル, 2015)

2015 年に J リーグ 1 部を対象に導入されたトラッキングシステムは、軍事技術のミサイル自動追尾システムを応用したもので、メインスタンドに設置された 2 台のカメラが選手やボールの位置を 1 秒に 25 フレーム単位で計測するものである。このシステムにより、試合中の選手の動きや速度などを細かい時間で見ることができるようになった。トラッキングシステムは欧州を中心に一般的ではあったが、2010 年南アフリカ W 杯において、選手の走行距離やホットゾーンなどのトラッキングデータを用いたテレビ中継により世界中で有名なシステムとなり、2015 年には日本でも導入された。(スポーツナビ, 2015)

このデータを有効に活用できれば、チームの選手の動きや得点・失点パターンなどからより高度な戦術を組み立てられると考えられる。また、先述した南アフリカ W 杯のようにテレビ中継でのトラッキングデータの活用により、試合観戦の際に試合状況や選手の情報をより分かりやすくし、初めて見る観戦者にも分かりやすい中継にできればサッカー人気の上昇にも繋がると期待されている。

本研究はトラッキングシステムからの選手の動きのデータとボールに触れた選手のプレーを表すボールタッチデータ、試合実況・解説のデータを使って、湘南ベルマーレ(以下湘南)の攻撃や被攻撃の場面から、どのようなプレーがチャンスやピンチに繋がるのかを分析することを目的とし、チームの立場から戦術や選手の評価ができるように分析を行っていく。また、試合放送時の各試合の実況解説からイベント・キーワードをテキストマイニングで抜き取り、トラッキングデータの注釈となる情報をメタデータとして追加するイベント・アノテーション(annotation)(Hahn and Seong, 2015)も行う。

2. 先行研究

試合中のサッカー選手の動きやボールポジションを分析する研究は、1995 年以降数多く行われてきた。Intille and Bobick(1995) は、アメリカのサッカーテレビ中継における閉じられた世界の概念を使って、ある特定の選手や複数の選手について選手の動きを追跡した。特定の 1 人の選手に対して見る場合は、選手の姿が曖昧であったり、地面に文字などの選手以外のものがあったりすると、正確に特定の選手を追跡することができない場合もあることを説明した。また、複数の選手を追跡する場合は追跡する最初の時点と最後の時点は選手の全身を追跡し、その中間のフレームでは選手の頭を追跡することで複数の選手を追跡した。Seo, et al.(1997)はサッカーの試合映像からグラウンド中の RGB の色のピーク値を計算し、選手やボールを判別することで追跡した。グラウンド上のセンターサークルを基準にすることで選手の位置や動きを計算し、センターサークルが表示されない場合はセンターサークルが表示された場合の画像と合わせて、モザイク画像を作り、グラウンド全体の選手の位置や動きを計算した。Xu et al. (2004)は試合中のサッカー選手のポジションを、複数のカメラで追跡するモデルを提案した。複数のカメラで同じ選手を追跡することでより正確な追跡を可能にし、実際の試合における検証でも高い精度での選手の追跡を実現したと説明した。

近年も、テクノロジーの発展に合わせ、スポーツ選手の試合中の動きを分析する研究が発表されている。Ren, et al. (2004)はサッカーの試合での複数の画像を用いることで、グラウンドの縦横だけでなく、高さを加えた 3 次元のデータを用いてボールを追跡した。これにより正確にボールの軌道を再現でき、高い精度での再現が可能だと説明した。Dearden, et al.(2006)は SIR パーティクルフィルタリングを利用して、カメラからの動きやコンピュータからの領域データを用いて、ピッチ上の選手を追跡することを可能にした。Bialkowski, et al. (2014) は試合中のそれぞれの選手の動きの平均から各選手のおおよその位置を導き出し、それをフィールドの選手について並べたときフォーメーションについてクラスター分析し、フォーメーションの種類とクラスターの度数分布表やフォーメーションの動きを見た。Kotzbek and Kainz (2014)はサッカーの試合のトラッキングとイベントの時空間データを対象に GIS を用いることにより、選手やチームについて解析しビジュアル化することで、試合中の選手の動きを説明した。

Wisbey, et al. (2010)は、フットボール選手の肩のハーネスにつけた GPS からのデータを使って、2005 年(n=80 (ゲーム)), 2006 年(n=244), 2007 年 (n=632), 2008 年(n=793)の AFL シーズンを分析した。その結果、ミッドフィルダーはフォワードやディフェンダーより早く

集中して走ることで、グラウンドを広くカバーしていることが分かった。2005 年から 2008 年の間、AFL フットボールはゲームのスピードがより速くなったため、プレーヤーやコーチに対し、身体的な要求が高まったことがデータによって証拠づけられた。

一方、スポーツ映像を使った情報抽出を補うため、インターネットのウェブで流れるスポーツ中継情報である Webcast Text データを使い、ビデオ情報とテキスト情報を連携させた研究も行われている。Xu, et al. (2006)は Webcast データを対象に、試合開始を検出する Game Start Detection(GSD), 試合時間を認識する Game Time Recognition(GTR), イベントの境界を測定する Boundary Detection Accuracy(BDA)を用いてテキストとビデオを連携させた。Europa Premier League (EPL)の 6 試合と UEFA チャンピオンズリーグの 2 試合の計 8 試合について GSD と GTR を用いて試合時間を検出した結果、GTR を用いたほうが GSD を用いたときよりも正確性、信頼性が高いことが分かった。また、BDA を用いて EPL の 4 試合、FIFA World Cup の 61 試合を対象にイベントの境界の認識を行った。その結果、ゴールやシュートなどのイベントは両リーグにおいて高い確率で認識できているのに対し、フリーキックのイベントは 40%台と低い値となった。これにはフリーキックのイベントの前にファールのような他のイベントが存在するために、精度が低くなったと説明した。Chen and Chen(2012)はバスケットボールとサッカーの試合を対象に Webcast のデータからテキストマイニングにより、試合中に見られた単語とその単語とつながる単語を探し、バスケットとサッカーを比較した。バスケットボールについては 2008-2009 年の NBA の 41 試合、2009-2010 年の NBA の 25 試合、計 66 試合を対象とし、サッカーについては 2010-2011 年の UEFA チャンピオンズリーグ 68 試合を対象とした。その結果、バスケットボールでは「jumper」という単語が多く見られ、「jumper makes」が文として多く見られた。また、サッカーでは相手に止められる「blocked shot」とキッカーがミスをする「missed shot」が同等のカテゴリに分類された。

本研究では、従来のようにスポーツ映像を使うのではなく、トラッキングデータを使い、試合での実況解説を融合させた新しいフレームワークを提案する。

3. 分析フレームワーク

先行研究に基づいて提案する本研究のイベント・アノテーションのフレームワークは図 2 の通りである。

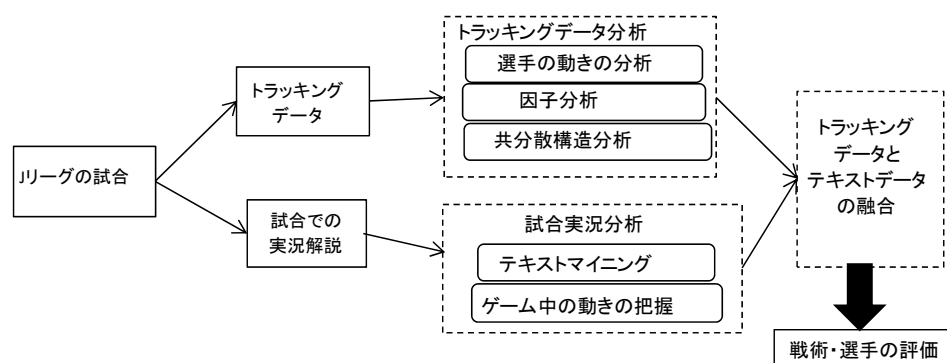


図 2 研究フレームワーク

4. データ概要

本研究に用いたデータはデータスタジアム株式会社から提供されたもので、情報・システム研究機構の新領域融合研究プロジェクト「社会コミュニケーション」データ中心科学リサーチコモンズ事業「人間・社会データ」の支援を受けたものである。

分析は2015年度J1リーグ1stステージ、第2節の鹿島アントラーズ(以下鹿島)戦、第17節の松本山雅FC(以下松本)戦の2試合における、ボールタッチデータとトラッキングデータを対象として行った。また、それぞれの試合における実況解説を加えて分析を行った。

5. 分析方法

本研究で使用した分析手法は大きく分けて、因子分析、共分散構造分析、テキストマイニングである。因子分析と共分散構造分析については鹿島、松本、湘南の攻撃の場면을対象にし、テキストマイニングと選手の動きの分析については攻撃と守備、両方の場면을対象とした。

因子分析ではボールタッチデータから攻撃に関係のある変数を選出し分析を行ったもので、共分散構造分析に用いる潜在因子を推定することを狙いとした。なお、因子分析は最尤法で行い、回転法はプロマックス法を用いた。

共分散構造分析では因子分析によって得られた因子から潜在因子を推定し、モデルを作成して分析を行った。これにより、因子間の関係を導き出し、チームの戦術について分析した。

テキストマイニングでは試合での実況解説のデータを用いてテキストマイニングを行った。分析の対象は得点1分前からの実況解説に絞っている。実況解説は「Jリーグオンデマンド」の見逃し配信を利用し、2015年3月14日配信の鹿島戦と2015年6月27日配信の松本戦を利用した。

6. トラッキングデータの分析

6.1 選手の動きの分析

トラッキングデータの統計を行うにあたり、システムターゲットIDごとに横に広がっていたものを縦に結合させた。これにより変数はフレーム番号から時速までの7変数となり、このデータを用いて統計を行った。また、本研究では対象のトラッキングデータを得点前の1分間に絞っている。

得点前の1分間の選手の動きをグラフにしたものの例を図3に示す。点が大きくなっているところが始点となっている。グラフのX軸、Y軸は実際のグラウンドに対応しており、原点に当たる部分がグラウンドのセンターマークであり、このグラフの場合X軸の負方向が自陣ゴール、正方向が敵陣ゴールとなる。なお、自陣か敵陣かの判断はキーパーの座標により判断した。この図を得点者、アシストした選手、ディフェンダーとディフェンスに絡んだ選手の分だけ作成した。

鹿島戦1点目アシスト高崎

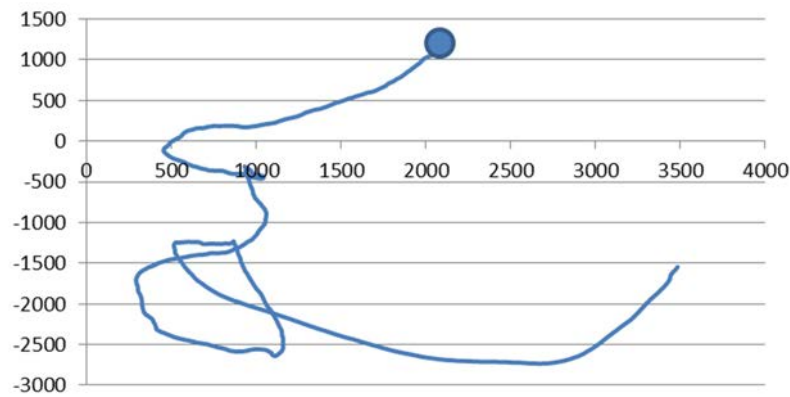


図3 選手の動きの図示

6.2 テキストマイニング

実況解説のデータを用いてテキストマイニングにより単語の出現頻度と単語間の関係性を見る。前述した通り、得点の1分前からの実況解説についてテキストマイニングを行っている。単語を囲む円が大きいほど単語の出現頻度が高く、単語間を線が繋いでいる場合は関係性があると解釈できる。

まず、鹿島戦での1点目の得点について図4に示す。図4を見ると正反対の単語である「戻る」と「攻める」が線で結ばれており、関係性があることがわかる。また、「戻る」と「きる」、「攻める」と「きる」に関係性があることから、湘南が「戻りきる」前に鹿島が「攻めきった」事が考えられる。さらには選手名として挙げられているほとんどが湘南の選手であること、「ボール」と「奪う」に関係性があることから、鹿島はボールを奪い素早いカウンターアタックにより、湘南が戻りきる前に攻めきったことが考えられる。

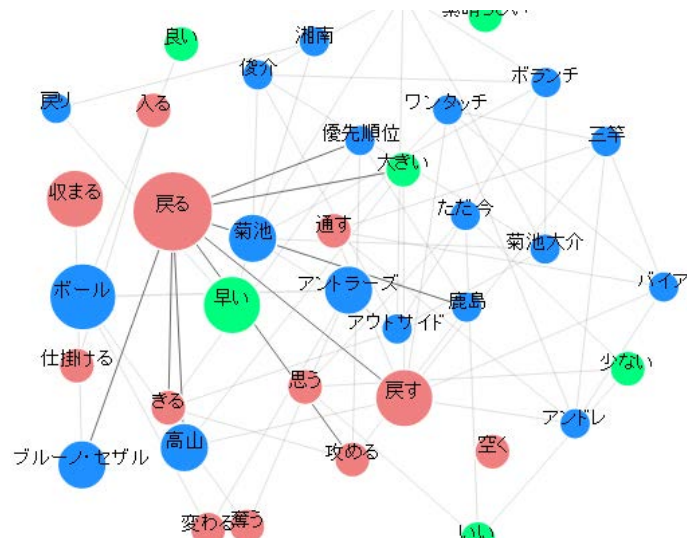
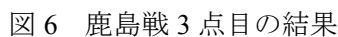
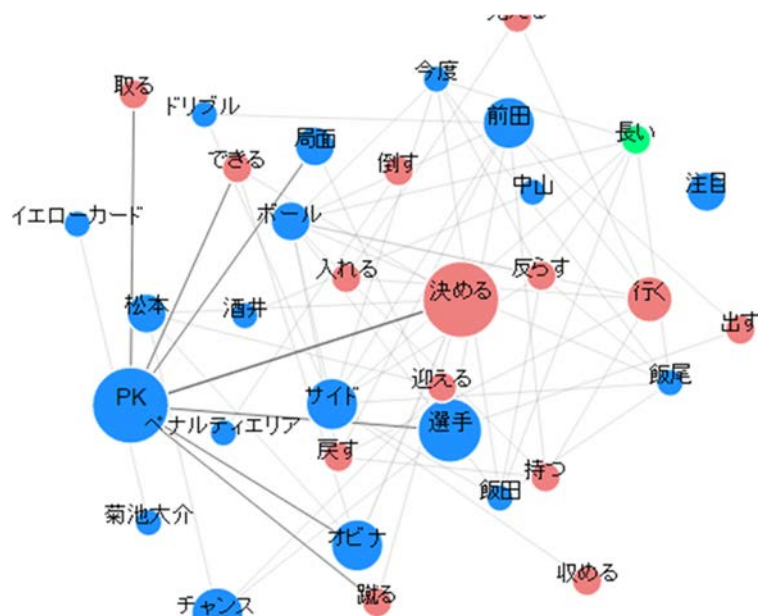


図4 鹿島戦1点目の結果

次に鹿島戦での3点目の得点について図6に示す。図6を見ると、「アリソン」が一際大きく表示されている。これはアリソン選手が得点者である他にも多くの場面でボールに関わったためだと考えられる。また、「アリソン」と「強い」、「いい」が繋がっていることから、いいクロスに合わせてさらにディフェンスに競り勝ちゴールを決めたことが考えられる。

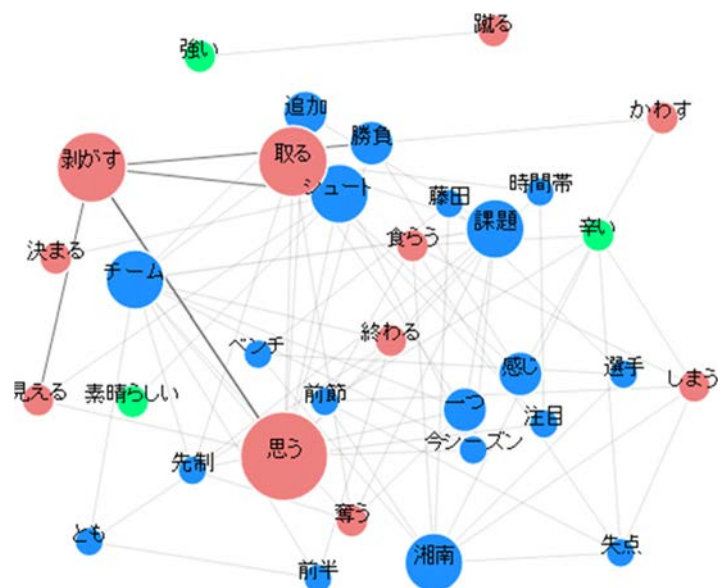


松本戦の1点目の得点について図8に示す。図8を見ると、「ドリブル」と「サイド」,「サイド」と「ボール」が繋がっていることから, サイドで組み立てて攻撃という流れだったことが考えられる。サイドで関わった選手として「前田」,「飯田」,「飯尾」が考えられ, これらの選手が起点となったことが考えられる。



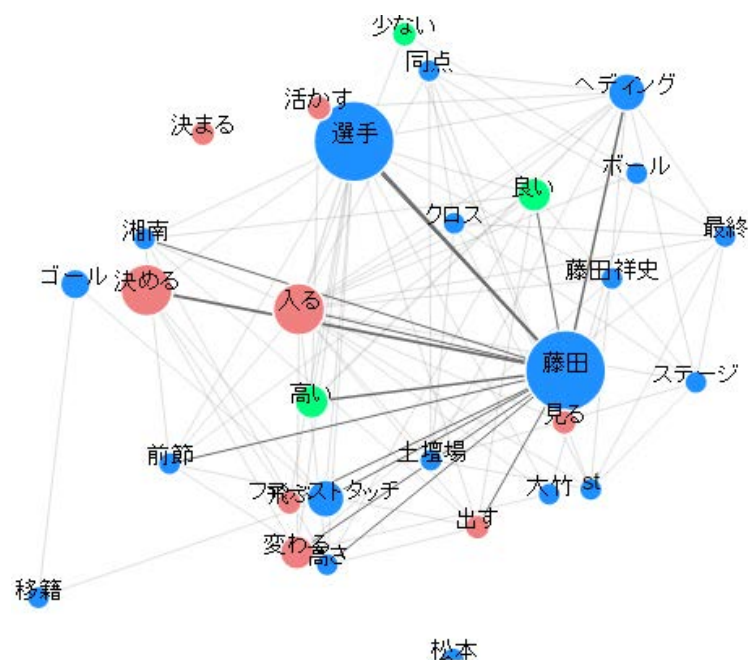
松本戦の 2 点目の得点について図 9 に示す. 図から「湘南」の出現頻度が高い上に他の多くの単語とも関係性があることから, 湘南ペースの中での得点だったことが考えられる.

松本戦の3点目の得点について図10に示す。図10を見ると、「剥がす」が大きく表示されており、「勝負」と繋がり、「勝負」と「かわす」が繋がっていることから、ボールを持ち込みドリブルでかわしていったことが考えられる。この得点を決めたのは古林選手であるが、この結果には表示されずベンチで準備をしていた藤田選手が表示される結果となった。これは藤田選手が今年度に移籍してきた選手であり、注目度が高かったためだと考えられる。



7

松本戦 5 点目の得点について図 12 に示す. 図を見ると, 「藤田」が大きく表示され, 線も多く繋がっていることがわかる. 「ファーストタッチ」「変わる」「入る」と繋がっていることから, 交代後の最初のプレーが得点に繋がったこともわかる. また, 「活かす」と「高い」が繋がっており, 高さを活かしたプレーによる得点だったことが考えられる.



8

松本戦の5得点をまとめたものを図13に示す.ここから湘南のキーマンとなったのは「藤田」と「バイア」だったと考えられる.鹿島戦と比べると全得点をまとめたものに選手名が少なくなっており,特に目立つ選手が少なかったと考えられ,松本戦が鹿島戦よりも思い通りに試合を運ぶことができなかったとも考えられる.

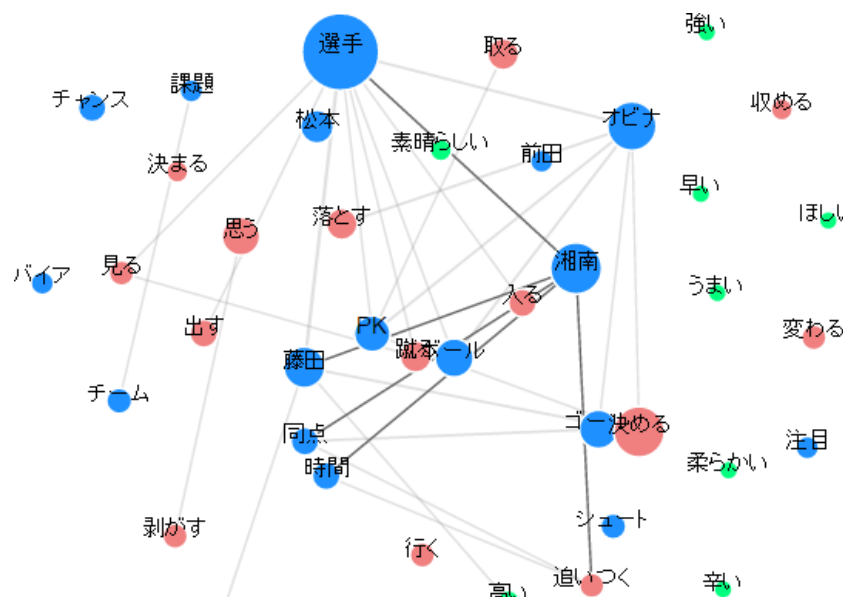


図13 松本戦5得点のまとめ

6.3 選手の動きとテキストマイニングの結合

得点前の1分間の選手の動きとテキストマイニングの結果を結合する.攻撃と守備に分けて考え,攻撃については得点者とアシストした選手,ボールの動きを,守備については主にディフェンダーの動きを見る.なお,表示上で見やすい3人までの動きにするために,ディフェンダーはラストプレーに絡んだ3人を見ることにし,ファールによってPKになった場合はファールをした選手とその直近にいた2人の選手を見ることにする.鹿島戦の結果を図14-1~16-2,松本戦の結果を図17-1~21-2に示す.

図14-1, 14-2から鹿島戦1点目の選手の動きがわかる.攻撃について見ると,空いているスペースを利用して高崎選手がサイドを進みクロスを上げ,それを金崎選手が決めていることがわかる.また,クロスを上げる時点でペナルティエリア内に2人の選手が入ってきており,ボールを奪い素早く攻めるカウンターアタックを行ったことが考えられる.守備について見ると,ディフェンダー3人の最終位置が「スルー」とある点に集中しており,ペナルティエリア内にいた2人の選手のうち前に入り込んだ選手にマークが集中してしまったことが考えられる.これにより後ろに入り込んできた金崎選手へのマークが疎かになり,得点を決められたことが考えられる.

鹿島戦1点目(攻撃)

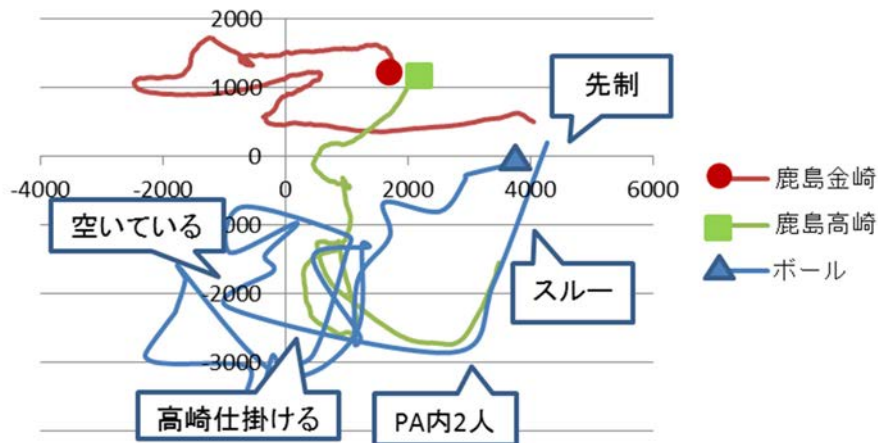


図 14-1 鹿島戦 1 点目の攻撃

鹿島戦1点目(守備)

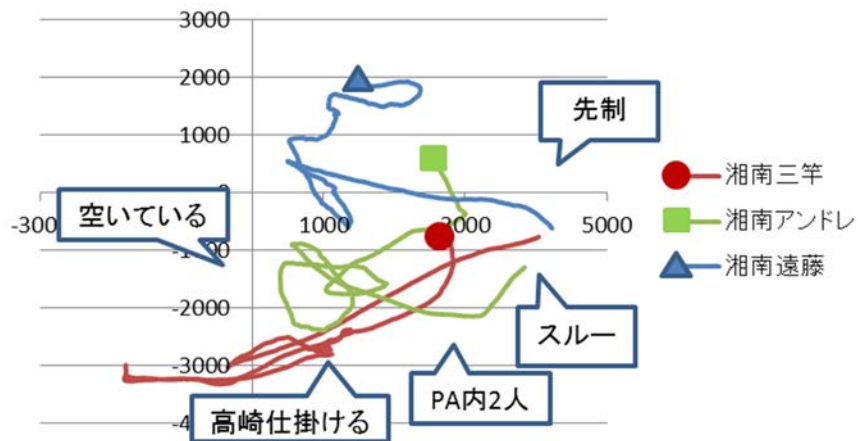


図 14-2 鹿島戦 1 点目の守備

鹿島戦 2 点目は湘南の PK による得点で遠藤航選手が得点を決めた。守備について見ると、ファールの前にコーナーキックがあり、両チームの選手がペナルティエリア内に密集していたことがわかる。またファールの時点を見ると、ファールをした小笠原選手の後ろに山村選手がカバーに入っており、無理にボールを取りに行く必要がなかったと考えられる。この PK はペナルティエリア内の湘南の人数からの焦りが原因で起こってしまったものと考えられる。

鹿島戦2点目(攻撃)

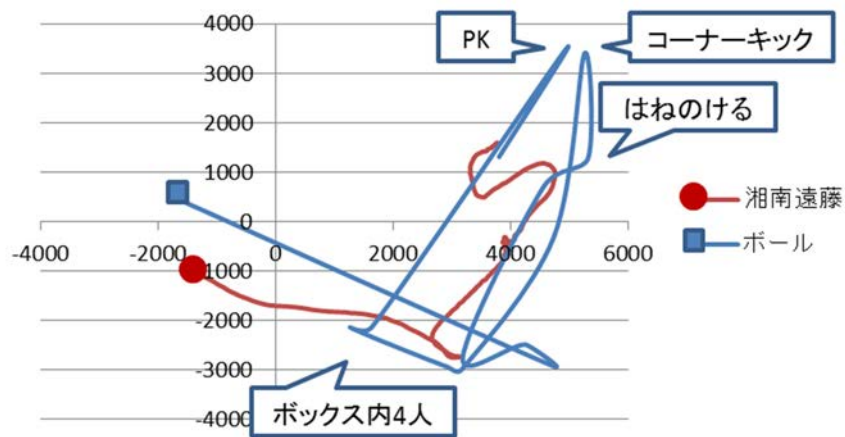


図 15 鹿島戦 2 点目の攻撃

鹿島戦2点目(守備)

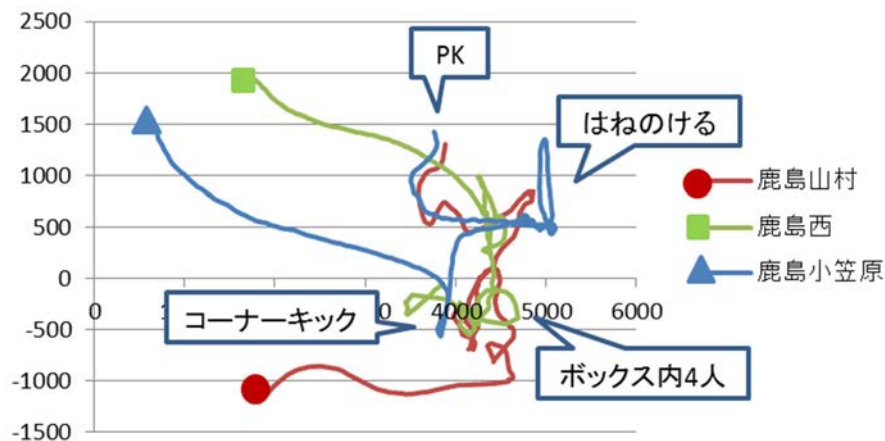


図 15-2 鹿島戦 2 点目の守備

鹿島戦 3 点目は湘南の遠藤選手のアシストによるアリソン選手の得点である。湘南は左右にボールを揺さぶり、攻撃の機会を探っていたことが考えられ、それに合わせて鹿島の守備陣も左右に揺さぶられており、それによる守備の崩れが得点につながったと考えられる。また、得点を決めたアリソン選手は途中交代で出場しており体力が多く残っていたため、90 分間出場していた鹿島の守備陣が対応できなかったことも得点の要因として考えられる。

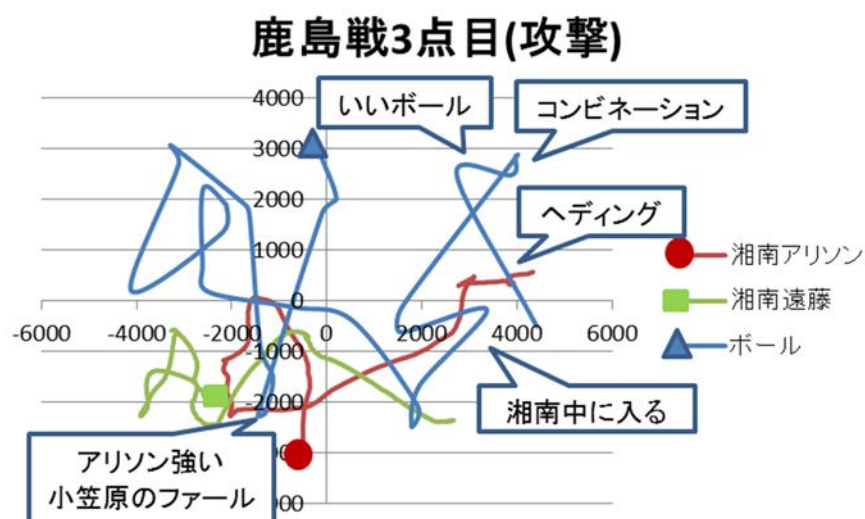


図 16-1 鹿島戦 3 点目の攻撃

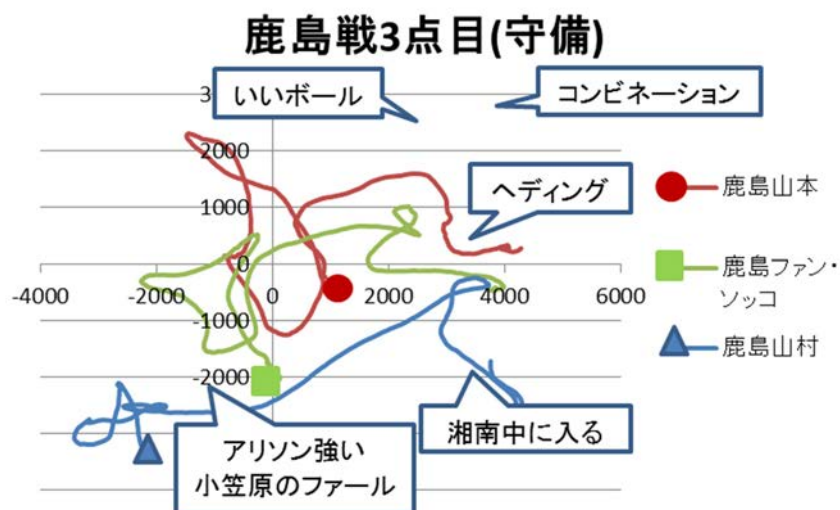


図 16-2 鹿島戦 3 点目の守備

図 17-1, 17-2 から松本戦 1 点目の攻守の選手の動きがわかる。この得点は PK によるもので松本の田中選手がファールをもらい、オビナ選手が PK を蹴り決めている。湘南の守備について見ると、菊池大介選手がピッチ上で前後に大きく移動しており、守備陣も菊池選手ほどではないが前後に動いていることから、松本の攻撃陣に引っ張り出された形になったことが考えられる。その結果、守備の対応が遅れてファールになったと考えられる。

松本戦1点目(攻撃)

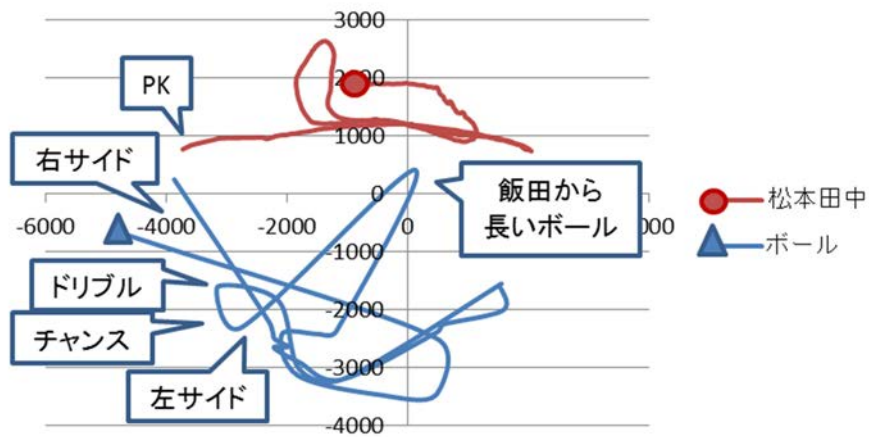


図 17-1 松本戦 1 点目の攻撃

松本戦1点目(守備)

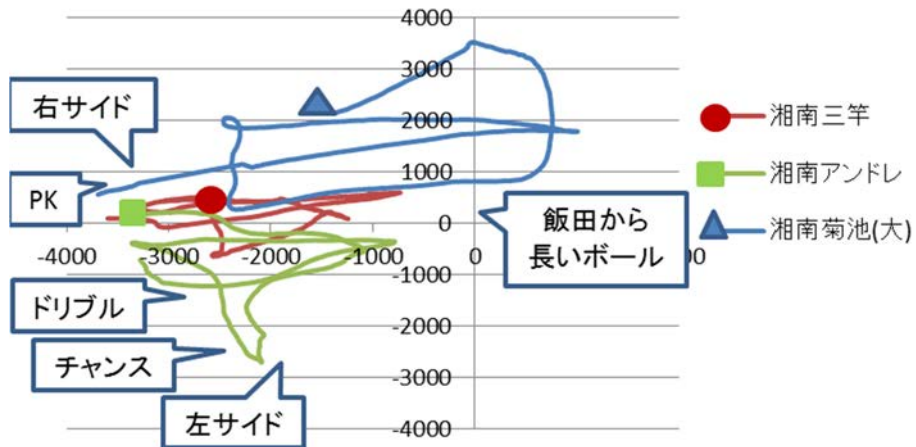


図 17-2 松本戦 1 点目の守備

松本戦 2 点目は湘南のフリーキックからの松本のオウンゴールであり，フリーキックのため守備の選手の動きのみを見る．オウンゴールを決めてしまった岩間選手を見ると，飯田選手とある位置で重なっている．ここから飯田選手と位置が被ってしまったことにより，本来守るべき位置がずれたことでボールへの対応が遅れた結果，オウンゴールとなってしまったと考えられる．

松本戦2点目(守備)

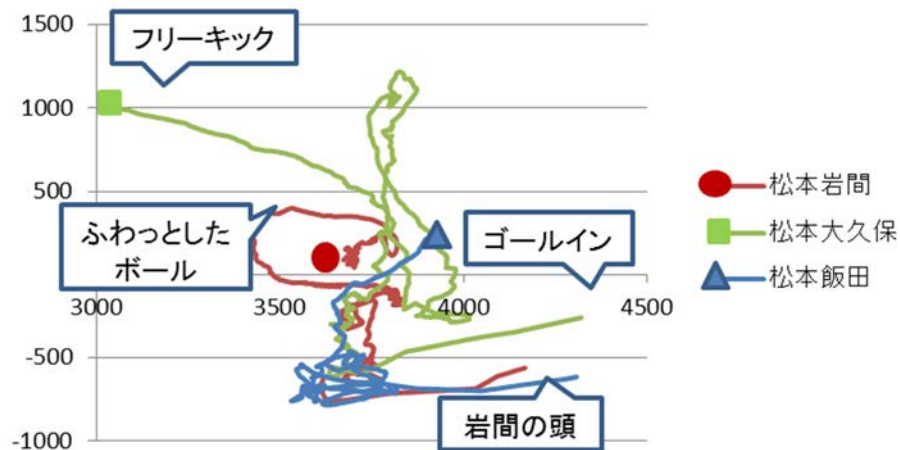


図 18 松本戦 2 点目の守備

松本戦 3 点目は遠藤選手のアシストによる古林選手の得点で、古林選手のドリブルによる突破からのシュートを決めた形となった。攻撃について見ると、得点が決まったサイドは右サイドであるのに対し、左サイドのほうがボールの動いた割合が高くなっている。また、守備について見ると、左右に動いており、揺さぶられたことが考えられる。このことから湘南は左サイドでボールを保持して、右サイドが空いたときにそちらにパスを出したことにより、スペースを有効活用し抜きやすい状況を作り出したと考えられる。

松本戦3点目(攻撃)

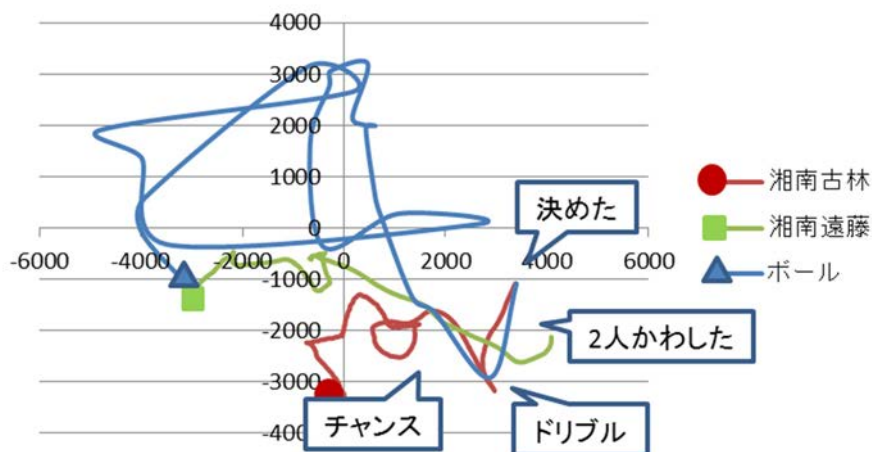


図 19-1 松本戦 3 点目の攻撃

松本戦3点目(守備)

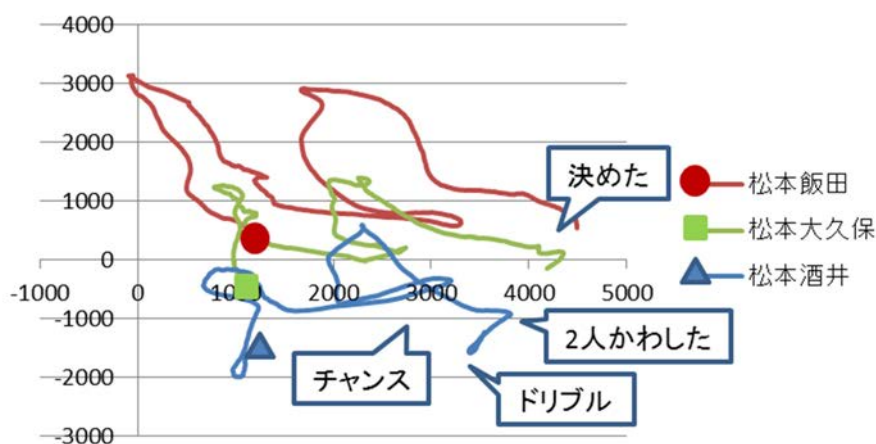


図 19-2 松本戦 3 点目の守備

松本戦 4 点目はオビナ選手のアシストによる阿部選手の得点である。なお、ボールを図に入れた場合、動線が重なり見にくい図になったので、削除して得点者とアシスト選手の 2 人について見る。攻撃について見ると、得点を決めた阿部選手が同じエリアで何度も動き直していることがわかる。ここから阿部選手がディフェンス裏への飛び出しを狙っていたことが考えられる。守備について見ると、ディフェンダーの 3 人がしっかりと戻ってきていることから、湘南は勝っていた状況から堅守に切り替えたと考えられる。しかし、松本のハーフライン付近からのロングパスにより、湘南の守備陣がボールウォッチャーつまりはマークを疎かにしてしまい、ディフェンス裏への飛び出しに対応できなかったと考えられる。

松本戦4点目(攻撃)

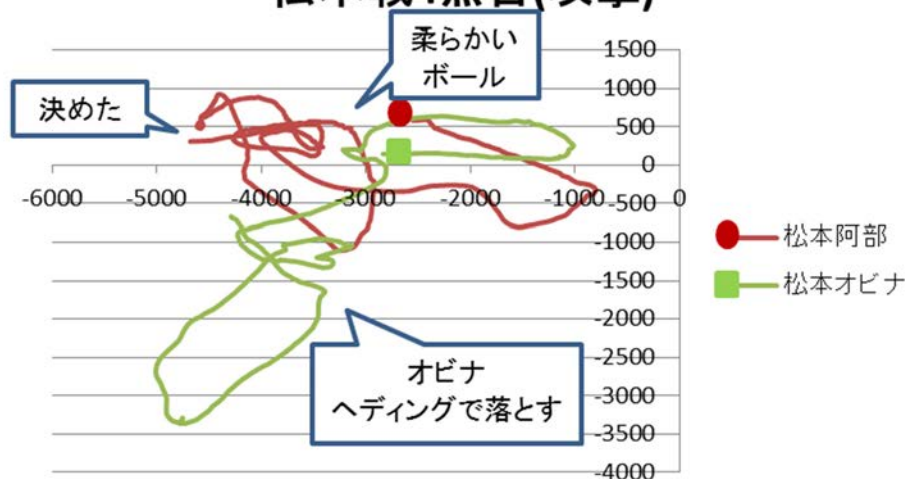


図 20-1 松本戦 4 点目の攻撃

松本戦4点目(守備)

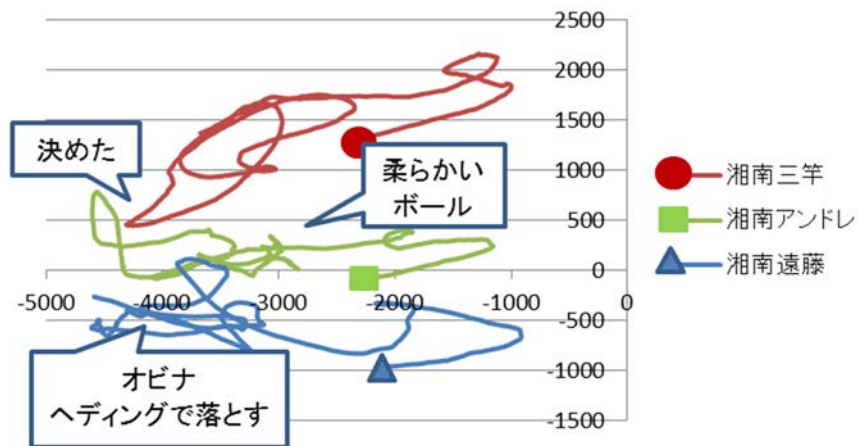


図 20-2 松本戦 4 点目の守備

松本戦 5 点目は直前に交代出場した藤田選手が三竿選手からのクロス进行ヘディングで決めたものである。湘南は失点した後、高さのある藤田選手を投入し、速攻により逆転している。松本の守備を見ると、右サイドからのクロスに対して守備陣が引っ張られており、ゴール前でのマークを疎かにしてしまい、得点を決められたと考えられる。

松本戦5点目(攻撃)

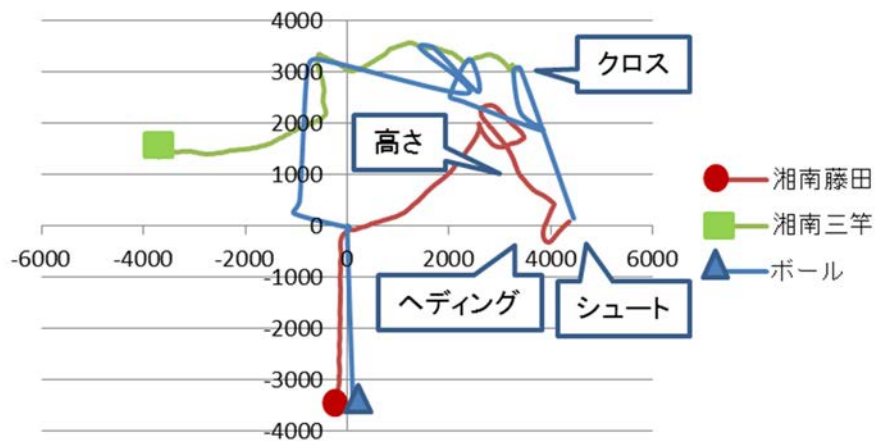


図 21-1 松本戦 5 点目の攻撃

松本戦5点目(守備)

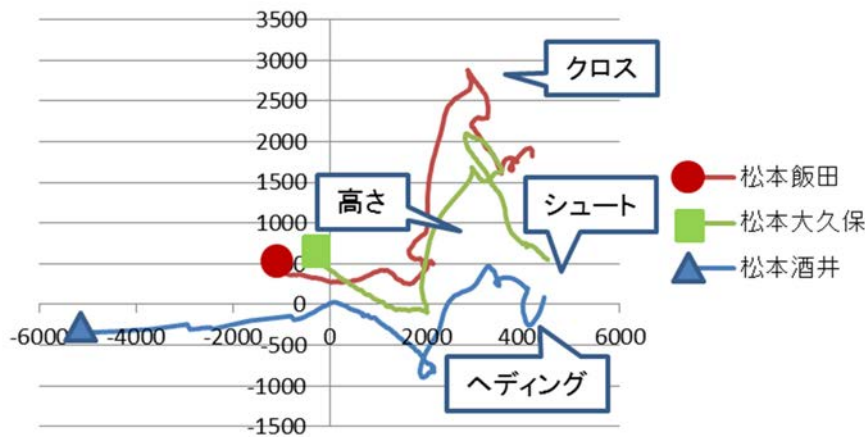


図 21-2 松本戦 5 点目の守備

鹿島戦，松本戦の結果から，湘南の攻撃・被攻撃パターンを見ると，攻撃ではサイドからサイドへ展開し，相手ディフェンダーを揺さぶることで，守備に隙を作り攻撃をしていることが考えられる．1st ステージ序盤と終盤において同じような形で得点していることから，湘南においてサイド攻撃は主体となる攻撃パターンであると考えられる．被攻撃パターンではディフェンスラインの前後の移動が多いことから，高いディフェンスラインを狙われてディフェンス裏への抜けだしや速攻を受けていると考えられる．湘南のディフェンスは 3 バックであり，ディフェンス間の距離や連携がうまくいかなかったときに失点していると考えられる．

7. 分析結果

7.1 因子分析

因子抽出法を最尤法，回転法をプロマックス法とし，因子分析を行った．因子分析の結果を表 1 に示す．なお，使用したデータは変数を同様のものにするために 2 試合をまとめたデータとした．

因子分析をする際に変数の選出を行った．変数は攻撃に関係のある項目に限定し，ゴールやシュートなどのラストプレーと呼ばれるプレーについては分析するための変数に含めなかった．分析結果から，表 1 のように潜在因子が 4 つ見つかった．因子 1 を「起点エリア進入」，因子 2 を「ゴール前のクロス」，因子 3 を「得点機会」，因子 4 を「個人技」とした．

表 1 因子分析の結果

	因子			
	1	2	3	4
F_バイタルエリア進入	0.644	-0.092	0.433	-0.167
F_30mライン進入	0.388	0.027	0.037	0.008
F_センタリング	-0.057	-0.786	0.3	0.12
F_コーナーキック	-0.007	-0.451	0.069	0.044
F_プライマリエリア進入	-0.049	-0.267	0.802	0.059
F_シュートアシスト	0.039	-0.097	0.729	0.068
F_ペナルティエリア進入	0.222	-0.131	0.707	0.022
F_パス	0.257	-0.065	0.042	0.889
F_トラップ	-0.073	0.015	-0.025	-0.667
F_ドリブル	0.043	0.009	0.009	-0.104
F_スルーパス	0.121	0.068	0.082	0.101
F_直接フリーキック	0.022	-0.034	0.033	0.116
F_間接フリーキック	0.098	0	-0.016	0.031
F_ボールゲイン	-0.054	0.052	-0.019	-0.024
F_こぼれ球奪取	-0.001	0.022	-0.009	-0.048
F_ペナルティ脇進入	0.04	0.034	-0.025	0.079

7.2 共分散構造分析

因子分析によって得られた4つの潜在因子を用いてモデルを作成した。鹿島戦の鹿島、湘南と松本戦の松本、湘南の4チームについてモデルを作成した。作成したモデルを図24～27に示す。このモデルにより潜在因子の関係性や「シュート」への関係を見ることができる。また、4つの分析結果をまとめたものを表5に示す。

なお、共分散構造分析のモデルの良さを評価する適合度指標の推奨範囲と作成したモデルの適合度を表4に示す。表4よりこのモデルの適合度が推奨範囲を満たしていることから、このモデルで分析を行う。

表 4 適合度指標の推奨範囲

フィット指標	推奨範囲	モデルの適合度
GFI	≥ 0.90 (Moreland and Beach,1992)	0.97266
AGFI	≥ 0.90 (Moreland and Beach,1992)	0.90602
CFI	≥ 0.90 (Bentler,1990)	0.9465
IFI	≥ 0.90 (Bollen,1989)	0.94717
SRMR	≤ 0.05 (Byrne,1998;Diamantopoulos and Siguaw,2000)	0.04535

鹿島戦についての2つモデルを図24,25に、標準化推定値をまとめたものを表6に示す。示す。鹿島戦での両チームの「得点機会」「ゴール前のクロス」「起点エリア進入」「個人技」と「シュート」の関係性を見ると、湘南のほうが「得点機会」「ゴール前のクロス」と「シュート」の関係性が強く、「起点エリア進入」「個人技」と「シュート」の関係性は鹿島のほうが若干強いことがわかる。ここから湘南がクロスや突破からのチャンスからシュートで終わることができており、鹿島はボールを繋いでパス回しからのシュートが目立っていたことが考えられる。また、「得点機会」と他の因子との関係を見ると、鹿島の値が大きくなっており、チャンス自体は鹿島のほうが作っていたことが考えられる。対して湘南は、「ゴール前のクロス」と「起点エリア進入」「個人技」との関係が強く、パスを繋いで組み立てながらサイドから攻撃を仕掛けていたことが考えられる。

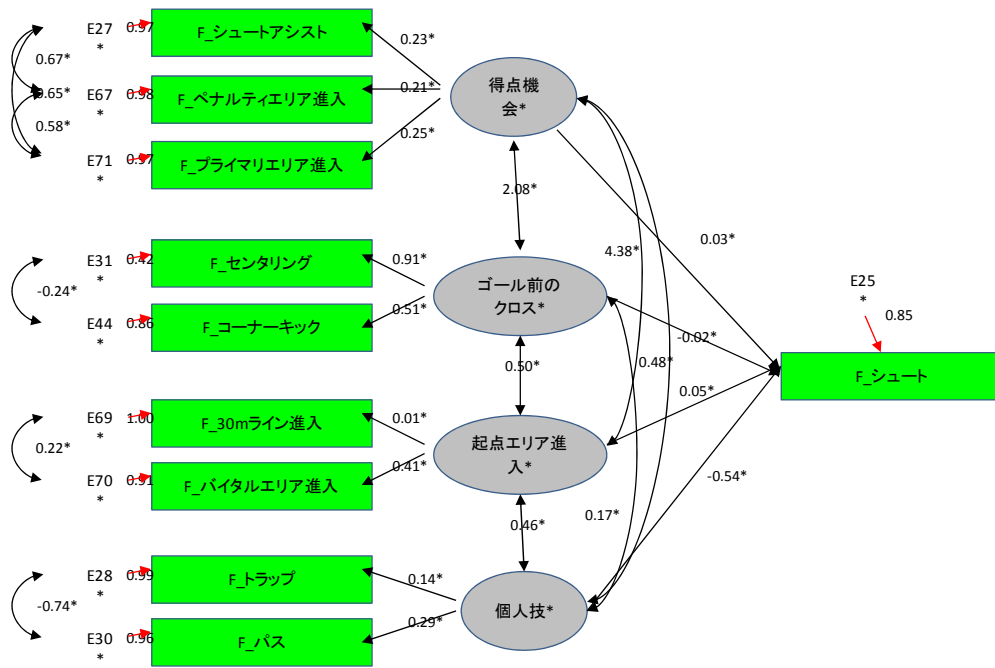


図 24 鹿島戦の鹿島のモデル

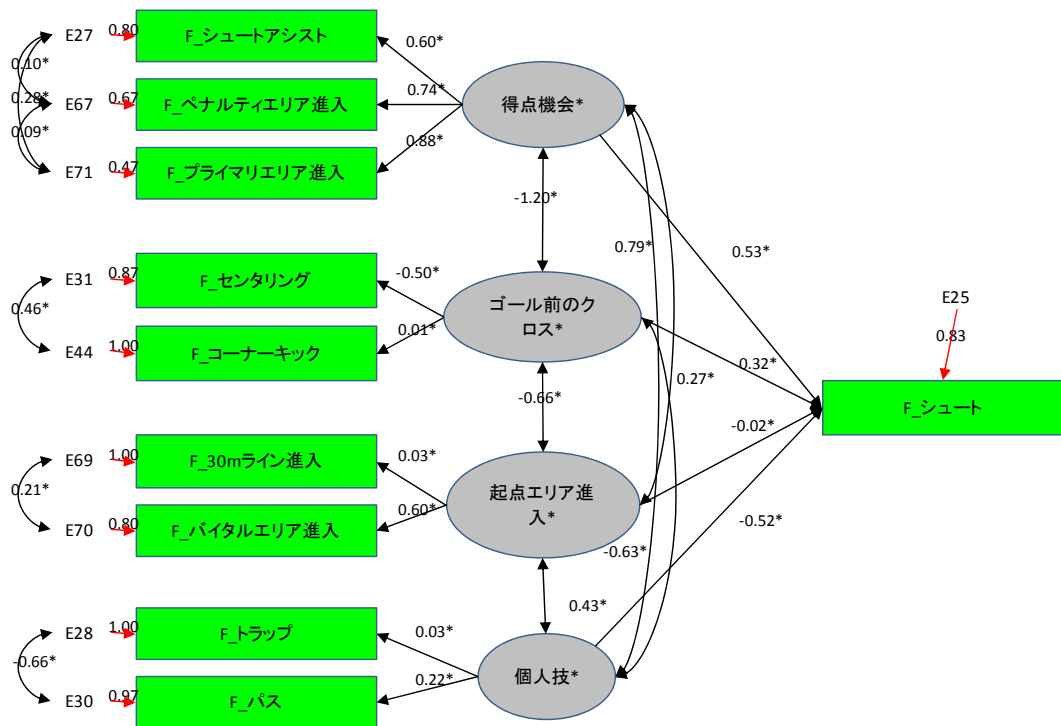


図 25 鹿島戦の湘南のモデル

表 6 鹿島戦の分析結果

パス		標準化推定値	
		鹿島戦 鹿島	鹿島戦 湘南
得点機会	----→ シュート	0.03	0.53
ゴール前のクロス	----→ シュート	0.02	0.35
起点エリア進入	----→ シュート	0.05	-0.02
個人技	----→ シュート	-0.54	-0.52
得点機会	←----→ ゴール前のクロス	2.08	-1.20
得点機会	←----→ 起点エリア進入	4.38	0.79
得点機会	←----→ 個人技	0.48	0.27
ゴール前のクロス	←----→ 起点エリア進入	0.50	-0.66
ゴール前のクロス	←----→ 個人技	0.17	-0.63
起点エリア進入	←----→ 個人技	0.46	0.43

次に松本戦についての2つのモデルを図26, 27に、標準化推定値をまとめたものを表7に示す。潜在因子と「シュート」との関係を見ると、湘南は「個人技」のみが松本の値よりも大きくなっており、他の因子と「シュート」との関係は松本の値のほうが大きくなった。この試合においては鹿島戦での湘南と同様に、松本のほうがシュートで終わることができていたと考えられる。一方で「得点機会」と他の因子との関係は湘南のほうが強く見られ、こちらも鹿島戦と同様に「シュート」との関係が弱かったチームがよりチャンスを作り出していたことが考えられた。これには得点機会は多かったもののシュートで終わることができず、攻撃の途中でボールをカットされたり、ミスなどで相手ボールになったりしていたことが考えられる。また、「ゴール前のクロス」と他の因子の関係も湘南のほうが強く見られ、サイドからの攻撃を得意としていることが考えられる。

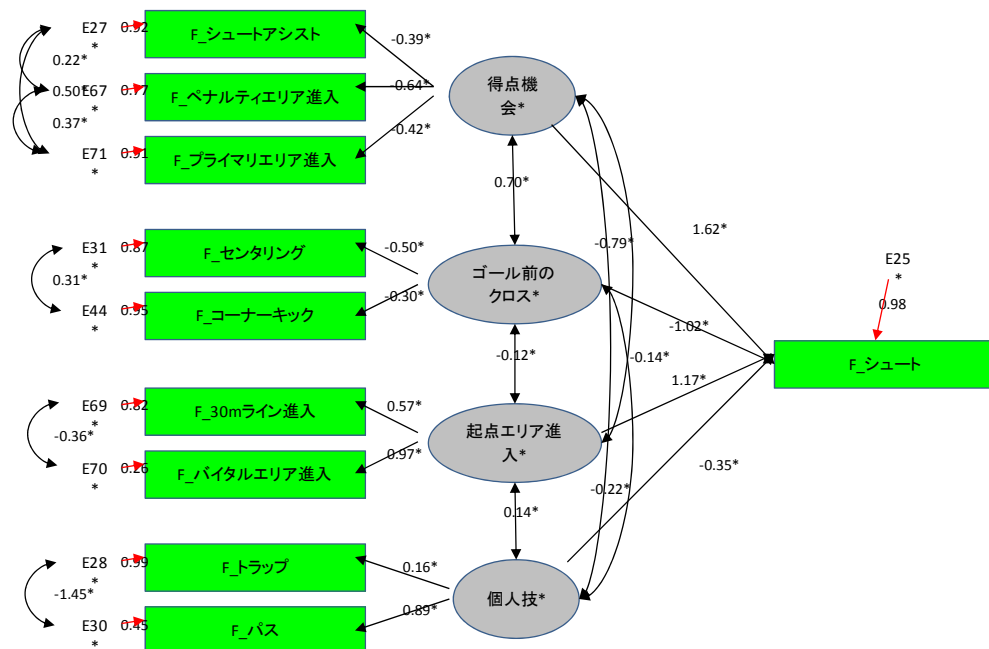


図 26 松本戦の松本のモデル

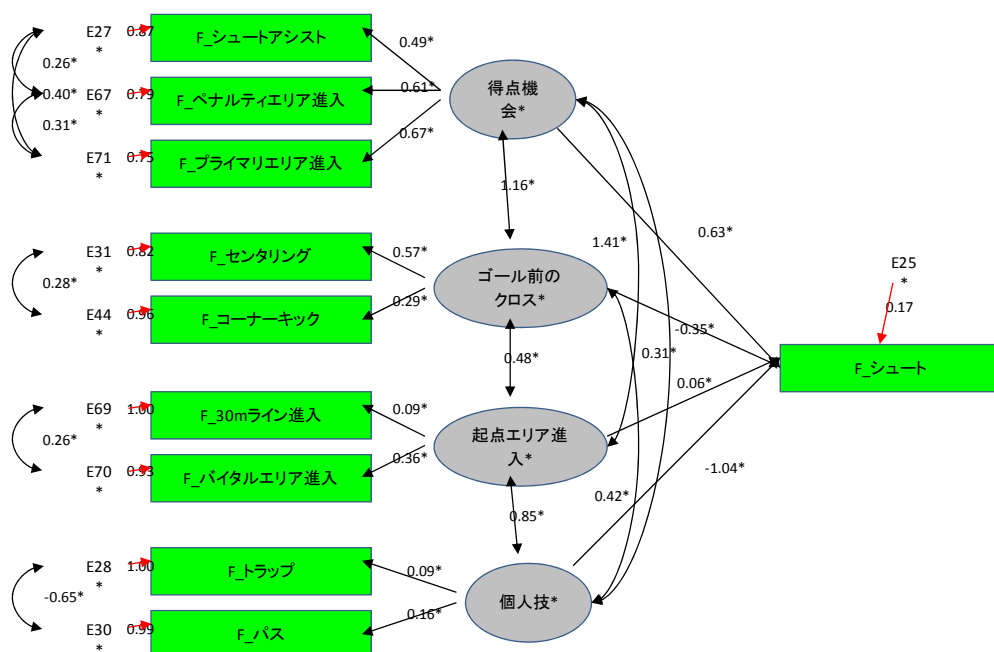


図 27 松本戦の湘南のモデル

表 7 松本戦の分析結果

パス		標準化推定値	
		松本戦 松本	松本戦 湘南
得点機会	----→ シュート	1.62	0.63
ゴール前のクロス	----→ シュート	-1.02	-0.35
起点エリア進入	----→ シュート	1.17	0.06
個人技	----→ シュート	-0.35	-1.04
得点機会	←----→ ゴール前のクロス	0.70	1.16
得点機会	←----→ 起点エリア進入	-0.79	1.41
得点機会	←----→ 個人技	-0.14	0.31
ゴール前のクロス	←----→ 起点エリア進入	-0.12	0.48
ゴール前のクロス	←----→ 個人技	-0.22	0.42
起点エリア進入	←----→ 個人技	0.14	0.85

この2試合は1stステージの序盤の試合と終盤の試合の結果であるため、これらの関係性が大きく変わっていたらチームにおける戦術を変更したと考えられるので、2試合での湘南の結果を比較した。標準化推定値をまとめたものを表8に示す。表8において推定値が大きく変わったと考えられるパスを太枠で囲んでいる。大きく変わっているパスとして「個人技」から「シュート」、「得点機会」と「起点エリア進入」、「起点エリア進入」と「個人技」の関係が見られる。これらのパスに関わっている因子としては「起点エリア進入」と「個人技」が挙げられる。ここから湘南は1stステージ序盤から終盤にかけて、サイドからの攻撃に加え、起点エリアでパスを繋ぐような攻撃を取り入れ、攻撃により厚みを増したことが考えられる。

表 8 湘南の結果の比較

パス		標準化推定値	
		鹿島戦 湘南	松本戦 湘南
得点機会	---→ シュート	0.53	0.63
ゴール前のクロス	---→ シュート	0.35	-0.35
起点エリア進入	---→ シュート	-0.02	0.06
個人技	---→ シュート	-0.52	-1.04
得点機会	←---→ ゴール前のクロス	-1.20	1.16
得点機会	←---→ 起点エリア進入	0.79	1.41
得点機会	←---→ 個人技	0.27	0.31
ゴール前のクロス	←---→ 起点エリア進入	-0.66	0.48
ゴール前のクロス	←---→ 個人技	-0.63	0.42
起点エリア進入	←---→ 個人技	0.43	0.85

8. 考察

以上の分析結果から湘南の攻撃・被攻撃プレーについてまとめると、攻撃についてはボールを奪ってから素早く攻めるカウンターサッカーを主体に、バイタルエリアや 30m ラインで試合を組み立て、サイドからの攻撃により得点を狙っていることが考えられる。トラッキングデータの分析結果から、相手ディフェンダーを左右に揺さぶっていることからサイドからの攻撃をチームの攻撃の主体としていと考えられる。また、1st ステージ序盤から終盤にかけて、サイド攻撃に加え、起点エリアを使った攻撃を取り入れていたことが考えられる。

被攻撃については鹿島戦ではカウンターを受けてディフェンス裏へのスルーパスによる失点で、松本戦ではロングパスをヘディングでディフェンス裏に落とされ、そこに走りこまれて失点と、どちらもディフェンス裏へのパスや飛び出しにより失点しており、ディフェンス間の連携やマークの対応に問題があることが考えられる。

カウンターアタックはボールを奪って一斉に攻め上がるものであるため、攻撃の途中でボールを奪われた場合はどうしても隙ができてしまうので、ディフェンスが早く戻ったり、プレスをかけて相手の攻撃を遅くしたりと対応が必要になる。湘南では攻撃としてのカウンターは確立されている反面、カウンターを返されたときの対応に問題があると考えられる。また、湘南のとっている 3 バックはディフェンス間の距離の取り方やコミュニケーションが難しいと言われており、そのデメリットを消しきれていないという部分にも問題があると考えられる。

また、選手について見ると、湘南の遠藤選手が鹿島戦でのテキストマイニングの結果や選手の動きの分析結果に見られ、湘南の勝敗を分けるキーマンはこの遠藤選手であると考えられる。

本研究では、トラッキングデータにおいては攻撃では得点者とアシストした選手を、守備ではディフェンダーを対象としたが、それらの他にもボールに関与した選手はいると考えられ、ラストプレー直近の選手だけでなく攻撃を開始した選手や中継した選手などについても見ることであれば、より正確に試合状況を把握できると考えられる。また、因子分析、共分散構造分析は攻撃についてのみを対象としているため、これに加え守備についても分析できれば戦術や選手の評価をより詳しいものにできると考えられる。

謝辞

本研究に際して、データを提供して下さったデータスタジアム株式会社様や日本統計学会の方々、様々な支援を頂いた情報・システム研究機構様に心より感謝申し上げます。

参考文献

- (1) Bebie, T. and Bieri, H., Soccer Man: reconstructing soccer games from video sequences, *Proc. ICPR*, 1998, pp. 898-902.
- (2) Bialkowski, A., Lucey, P., Carr, P., Yue, Y., Sridharan, S., and Matthews, I., Large-Scale Analysis of Soccer Matches Using Spatiotemporal Tracking Data, *International Conference on Data Mining (ICDM)* 2014.
- (3) Browne, M. W., Cudeck, R., Alternative Ways of Assessing Model Fit, *Sociological Methods and Research*, 21, 1992, pp.230-258.
- (4) Byrne, B.M., *Structural Equation Modeling with LISREL, PRELIS and SIMPLIS: Basic Concepts, Applications and Programming*. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 1998.
- (5) Chen, C.M., Chen, L.H., A Novel Approach for Semantic Event Extraction From Sports Webcast Text, *Multimedia Tools and Applications*, 2014, pp. 1937-1952.
- (6) Dearden, A., Demiris, Y., and Grau, O., Tracking Football Player From a Single Moving Camera Using Particle Filters, In *European Conf. on Visual Media Production, CVMP 2006.*, 2006.
- (7) Diamantopoulos, A. and Siguaw, J.A., *Introducing LISREL*. London: Sage Publications., 2000.
- (8) Hahm, G-J, Seong, C. K. An Approach of Webcast Event Clustering for Sport Video Event Annotation, *International Conference on ICT Convergence 2015 (ICTC 2015)*, Proceedings, pp.849-851.
- (9) Intille, SS. and Bobick, AF., Closed-world tracking, *Proc. ICCV*, 1995, pp. 672-678.
- (10) Kotzbek G. and W. Kainz, Football Game Analysis: A New Application Area for Cartographers and GI-Scientists? In: *Proceedings, Vol.1 and Vol.2 of the 5th International Conference on Cartography and GIS*, 2014. pp. 299-306.
- (11) Lee, TE., *Automating NFL Film Study: Using Computer Vision to Analyze All-22 NFL Film*, – CS231A – Final Project Progress Report, Stanford University. 2013.
- (12) Ming Xu, James Orwell, Graeme Jones. Tracking Football Players with Multiple Cameras, *Image Processing*, Vol. 5, 2004. pp. 2909 – 2912.
- (13) Moreland, R. L. Beach, S. R., Exposure Effects in the Classroom: The Development of Affinity Among Students, *Journal of Experimental Social Psychology*, Vol 28(3), May 1992, 255-276.
- (14) Ren, J., Orwell, J., Xu, G.J., A General Framework For 3D Soccer Ball Estimation And Tracking, *ICIP*, Vol.3, 2004, pp. 1935-1938.
- (15) Seo, Y., Choi, S., Kim, H. and Hong, KS. Where Are The Ball And Players?: Soccer Game Analysis With Color-Based Tracking And Image Mosaic, *Proc. ICIAP*, 1997, pp.196-203.
- (16) Wisbey B, Montgomery PG, Pyne DB, Rattray B., Quantifying Movement Demands Of AFL

- Football Using GPS Tracking. The Journal of Science and Medicine in Sport, Sep. 2010; 13(5):pp. 531-6.
- (17) Xu, C., Wang, J., Wan, K., Li, Y., and Duan, L., Live Sports Event Detection Based on Broadcast Video and Web-casting Text, Proceedings of the 14th annual ACM international conference on Multimedia, 2006, pp. 221-230.
- (18) Xu, C., Zhang, Y-F, Zhu, G., Rui, Y., Lu, H., Huang, Q., Using Webcast Text for Semantic Event Detection in Broadcast Sports Video., Multimedia, Vol.10(7), 2008, pp. 1342 - 1355.
- (19) テキスト速報 Sports navi, <http://sports.yahoo.co.jp/> 2015年11月24日確認.
- (20) Jリーグオンデマンド <http://vod.skyperfectv.co.jp/> 2016年1月25日確認
- (21) J.LEAGUE.jp <http://www.jleague.jp/> 2016年1月25日確認
- (22) スポーツナビ 「J リーグが取り入れた軍事技術 革命の鍵、トラッキングシステムとは!？」 <http://sports.yahoo.co.jp/sports/soccer/jleague/2015/columndtl/201504290006-spnavi> 2016年1月21日確認
- (23) 株式会社マクロミル 2015年スポーツマーケティング基礎調査 https://www.macromill.com/r_data/20151009sports/20151009sports.pdf 2016年1月21日確認

本著作物は原著作者の許可を得て、株式会社日本科学技術研修所（以下弊社）が掲載しています。本著作物の著作権については、制作した原著作者に帰属します。

原著作者および弊社の許可なく営利・非営利・イントラネットを問わず、本著作物の複製・転用・販売等を禁止します。

所属および役職等は、公開当時のものです。

■公開資料ページ

弊社ウェブページで各種資料をご覧ください <http://www.i-juse.co.jp/statistics/jirei/>

■お問い合わせ先

(株)日科技研 数理事業部 パッケージサポート係 <http://www.i-juse.co.jp/statistics/support/contact.html>