

サッカーの戦術における数理的考察とシミュレーション

お茶の水女子大学 堀之内あゆ

1 はじめに

サッカーの試合では有力な選手がいるだけで勝つことができるわけではなく、勝利につながるような有効な戦術が存在する。しかし、経験的に有効な戦術だと知られていても、その有効性は証明されていない。そこで私は、サッカーの戦術の有効性が、フォーメーションやプレーヤーの上手さなどのパラメータにどのように依存するのかを数理的に検証したいと考えた。

本研究では、サッカーの戦術で有効な攻撃パターンの1つの、サイド攻撃に注目した。実際には、サイド攻撃は複雑なダイナミクスとなる現象だが、ここでは、ディフェンダーとオフエンダーの能力関係によってどのような最適配置が得られるかを、コスト関数を用いて明らかにすることを試みた。コスト関数を用いて、古くから最適施設配置等の研究が数多く行われている。

さらに、オフense 2人対ディフェンス 1人の3人のプレーヤーの関係性をモデルにして、戦術の有効性を明らかにした。オフエンダーとディフェンダーの能力のパラメータを一つ設定して解析を行ったが、MASを用いることで、3人のプレーヤーそれぞれにルールを与えることができる。したがって、能力差だけを考慮した場合と比べて、より具体的にどのようなパラメータによって結果が左右されるかどうかを検証した。なお、シミュレーションの手法はMAS (Multi Agent Simulation) を用い、シミュレータは(株)構造計画研究所の artisoc を利用する。MAS とは、複数の人や生物などのエージェントに同時進行的に各々のルールを設け、お互いに相互作用を受けながら実行させるシミュレーションのことである。

2 数理的考察

2.1 コスト関数

サイド攻撃とは、攻撃側のプレーヤーが行う戦術である。攻撃側のプレーヤーは2人で、1人がシュートを狙うオフエンダーで、もう1人はボールを持ったプレーヤーであり、ディフェンダーのいる方向に攻めていると仮定する。オフエンダーは、ボールを持ったプレーヤーからパスを受けてシュートすることが目標である。

サイド攻撃では、シュートを狙うオフエンダーとボールを持ったプレーヤーが離れているため、両方を確認するのが難しい。オフエンダーを注視するとボールを見失い、ボールを注視するとオフエンダーの動きに対応することが難しくなる。したがって、サイド攻撃においてディフェンダーは、オフエンダーとボールの異なる方向の動きに同時に対応するため、対応が難しくなると考えられる。一方、サイド攻撃にはパスの距離が伸びるという攻撃側にとってのリスクもある。

サイド攻撃のコスト関数を与える。

$$H = (1 - K)f(\theta) + Kg(L) \quad (1)$$

ここで、 $f(\theta)$ はディフェンスのしやすさ、 $g(L)$ はパス

のリスクの大きさを表す関数で、それぞれ、ディフェンスから見た攻撃者2名のなす角度 θ と、攻撃者間の距離 L の関数であるとする。また、パラメータ K ($0 \leq K \leq 1$) はこれら2つのコストの重みを調整するパラメータで、 K が大きいほどパスのリスクが大きな重みを持つので、攻撃者側の下手さを表すパラメータであると解釈できる。本研究ではいくつかの α の値について考察を行った。

3 シミュレーションと考察

3.1 設定

オフエンダーとディフェンダーの能力差だけを考慮した場合と比べて、より具体的にどのようなパラメータによって結果が左右されるかどうかを検証した。今回は、サイド攻撃の流れを以下のように想定した。

- ボールを持ったプレーヤーは、逆サイドにいるオフエンダーにパスを出す
- オフエンダーとボールを持ったプレーヤーは、ゴールに向かう
- ディフェンダーは、オフエンダーとボールを持ったプレーヤーの両方を確認できる位置からスタートしてパスカットを狙う

また、プレーヤーごとにルールを設定してシミュレーションを行った。戦術の成功・失敗の定義としては、ボールを持ったプレーヤーからオフエンダーにパスが通り、オフエンダーがボールを保持できれば成功とする。また、ディフェンダーが途中でパスカットしてボールを保持した場合は失敗とする。さらに、ボールを持ったプレーヤーがパスすることなくゴールまで走り抜ける場合も失敗とする。

3.2 モデル

モデルは縦 15(m) × 横 20(m) の2次元空間である。サッカーのフィールドは実際には縦 100–110(m) × 横 64–75(m) と厳密には決められているが、サイド攻撃を行うことを想定して場を与えるため、ハーフコート内の一角を仮定しシミュレーション空間とした。実際のシミュレーションモデルを図1に示す。



図1: シミュレーションモデル。