

7人制ラグビー向けの最適攻撃プレー算出可能な戦術ボードツール に対する選手能力設定機能の搭載

Incorporation of Players' Abilities Setting Function in Tactical Board Tool Capable of Computing Optimal Attack Plays for Rugby Sevens

八代 航太郎[†]
Kotaro Yashiro

廣瀬 蒼馬[‡]
Soma Hirose

中田 洋平^{†*}
Yohei Nakada

1. はじめに

近年、国内でのラグビーへの注目度が高まっている。そのような中で、著者らは、これまで、7人制ラグビーを対象とし、選手・ボール位置情報と選手速度情報から、シミュレーション技術と最適化技術に基づき、ランとハンドパスからなる最適攻撃プレーを算出する方法の研究を進めてきた[1][2]。更に、著者らは、この最適攻撃プレー算出法を搭載した戦術ボードツールを試作してきた[3][4]。ただし、同戦術ボードツールをより実践的なものとするためには、選手の能力に関する情報を設定する機能の追加が必要であった。そこで、本稿では、同戦術ボードツールに、各選手の能力を設定できる機能を搭載し、機能搭載後の同ツールに対して初期的な検証を実施する。

2. 最適攻撃プレー算出法の概要

本節には、戦術ボードツールに搭載されている最適攻撃プレー算出法[1][2]の概要について記す。

2.1 最適化問題としての定式化

同算出法では、選手とボールの運動モデルに基づいてランとハンドパスのシミュレーションを行い、その結果に基づいて、トライまでに要する最短時間を表す最短トライ時間と、そのプレーをするとタックルする敵選手の人数の期待値を表す期待被タックル数の2つの指標を総合して攻撃プレーの評価値を計算する。より形式的には、これらの2つの指標に基づいた次式に示す最小化問題を考え、その解を最適攻撃プレーとしている。

$$\min_{p \in P^*} F(p), F(p) = T(p) + \lambda N(p) \quad (1)$$

ただし、 p は攻撃プレーを、 P^* は有効で実行可能な攻撃プレーの集合を表している。また、 $T(p)$ と $N(p)$ は、それぞれ、攻撃プレー p での最短トライ時間と期待被タックル数を表している。そして、パラメータ $\lambda \in [0, \infty)$ は2つの指標のトレードオフを調整するためのパラメータである。

2.2 ランプレーのシミュレーション

同算出法では、ボール保持選手のランにおいて、同選手の位置 $\mathbf{r}(t)$ は以下の選手運動モデルに基づき、最適方向に最大推進力をかけているものとして算出している。

$$d\mathbf{r}(t)/dt = \mathbf{v}(t) \quad (2)$$

$$d\mathbf{v}(t)/dt = a\mathbf{v}u - a\mathbf{v}(t) \quad (3)$$

ただし、定数 $a[s^{-1}]$ は選手の加速能力、 $V[m/s]$ は最大速度に関する変数を、 $\mathbf{v}(t)$ と u は、それぞれ、選手の速度ベクトルと単位推進力方向ベクトルを表している。

ただし、ここでの最適方向としては、そのまま一定方向に推進力をかけ続け、敵側トライエリアに到達するまで進み続けた場合に、最小化問題(1)で用いられる目的関数値 $F(p)$ の意味で最小となるものとしている。また、ボール保持選手がハンドパスをせずにランを継続している場合には、意思決定の時間幅 $\Delta[s]$ で、最適方向を修正するものとしている。

なお、同運動モデル(2)(3)は、敵選手によるタックル可能性、パス妨害可能性、および、味方選手によるパス捕球可能性を評価するために用いられる選手到達可能領域[1][2]の導出にも用いられている。そのため、後述する選手能力設定機能による各選手の最大速度 $V[m/s]$ の変更は、直接的に変更した選手のランプレーのみに影響するものでなく、他の部分にも影響することがある。

2.3 ハンドパスプレーのシミュレーション

同算出法では、ルールに抵触する危険性を考慮して、ボール保持選手は、 $(90 - \epsilon)$ から $-(90 - \epsilon)$ [deg]の方向のみにハンドパスを実行可能としている。なお、角度はフィールドの長軸方向を x 軸(右方向を正)、フィールドの短軸方向を y 軸(上方向を正)とした場合のものである。ここで、定数 ϵ は、ハンドパスの角度猶予を表すパラメータである。また、ハンドパスにおいて、ボールの位置 $\mathbf{b}(t) = (b_x(t), b_y(t))$ が以下の等速直線運動モデルに従っているものとしている。

$$d\mathbf{b}(t)/dt = \gamma \mathbf{e} \quad (4)$$

ただし、 $\gamma[m/s]$ と \mathbf{e} は、それぞれ、ハンドパスの速度と単位速度方向ベクトルであり、1回のハンドパスの間では一定としている。また、以下の不等式を満たす範囲でのみハンドパスが実行可能なものと定義している。

$$\|\mathbf{b}(t) - \mathbf{b}(t_p)\| \leq \Gamma \quad (5)$$

ここで、 $t_p[s]$ はそのハンドパスを出した時刻を、 $\Gamma[m]$ はハンドパスの有効射程距離を表している。このように、式(4)と(5)で示したように、ボールは有効射程距離 $\Gamma[m]$ までは等速直線運動をするものとし、それ以降は無効なハンドパスとしている。

3. 選手能力設定機能の搭載

試作戦術ボードツール[3][4]は、前述の最適攻撃プレー算出法[1][2]を実行する際に、選手の初期位置と初速度を容易に入力することのできる戦術ボードを含んだものである。なお、同ツールは、ボタン操作ウィンドウ、選手の初

[†] 明治大学 先端数理科学研究科 Graduate School of Advanced Mathematical Sciences, Meiji University

[‡] 明治大学 総合数理学部 School of Interdisciplinary Mathematical Sciences, Meiji University

Opponents		Teammates	
PLAYER 1	8.63	PLAYER 8	8.63
PLAYER 2	8.63	PLAYER 9	8.63
PLAYER 3	8.63	PLAYER 10	8.63
PLAYER 4	8.63	PLAYER 11	8.63
PLAYER 5	8.63	PLAYER 12	8.63
PLAYER 6	8.63	PLAYER 13	8.63
PLAYER 7	8.63	PLAYER 14	8.63

図 1 パラメータ(最大速度)表示ウィンドウ

期位置・初速度を入力するための戦術ボードウィンドウ、最適攻撃プレー算出法[1][2]による算出結果を表示する最適攻撃プレー表示ウィンドウの 3 つのウィンドウにより構成されている。本稿では、同戦術ボードツールに、全選手の最大速度 V [m/s]、全味方選手のハンドパスのボールの速度 γ [m/s]と有効射程距離 L [m]の設定機能を追加する。図 1 に、一例として、全選手の最大速度情報 V [m/s]の一覧を示すパラメータ表示ウィンドウを示している。このパラメータ表示ウィンドウでは、ドラッグ操作により、全選手の最大速度を設定することが可能となっている。なお、ボール保持時の最大速度 V [m/s]は、別途求めたボール非保持時とボール保持時の最大速度 V [m/s]の比を表す係数を掛け求めることとしている。また、全味方選手のハンドパスのボールの速度 γ [m/s]と有効射程距離 L [m]についても同様に設定できるパラメータ表示ウィンドウを実装している。

4. 初期的動作検証

本動作検証では、1 つの仮想的フォーメーション例において、設定 1: 全選手が同一最大速度(8.63m/s)かつ全味方選手が同一ハンドパス速度(18.0m/s)で同一ハンドパス有効射程距離(20.0m)、設定 2: 下から 1 番目の味方選手の最大速度のみを 10.0m/s に増加、設定 3: 初期ボール保持選手のハンドパスの速度のみを 13.0m/s に減少、設定 4: 下から 2 番目の味方選手のハンドパスの有効射程距離のみを 14.0m に減少の 4 つの設定で算出した結果を比較する。図 2 は、仮想例における選手の初期位置座標・初速度や各設定における最適攻撃プレーの算出結果を可視化している。なお、図 2(b)~(e)では、青い点は、味方選手の初期位置や前のボール保持選手がハンドパスをした位置、あるいは、現在のボール保持選手の位置を表している。一方、赤い点は敵選手の初期位置を表している。また、黄色い線がボール保持選手のランの軌跡を、薄橙色の線がハンドパスのボールの軌跡を表しており、薄橙色の点はハンドパスの捕球位置を示している。そして、青い円と赤い円がそれぞれ、味方選手と敵選手の選手到達可能領域[1][2]を表している。なお、初期ボール保持選手は青側チームの下から 3 番目の選手となる。

まず、図 2(b)に示されるように、設定 1 の場合は、ハンドパスが 2 回行われているものとなっている。次に、図 2(c)に示されるように、設定 2 の場合は、初期ボール保持選手の 1 つ下に位置する味方選手をスルーし、2 つ下に位置する味方選手がハンドパスを受け取るものとなっている。また、図 2(d)に示されるように、設定 3 の場合は、ハンドパスが行われず、ランプレーのみで構成されているものとなっている。そして、図 2(e)に示されるように、設定 4 の場合は、初期ボール保持選手の 1 つ下に位置する味方選手がハンドパスを受け取り、同選手は、変更前の設定 1 の場

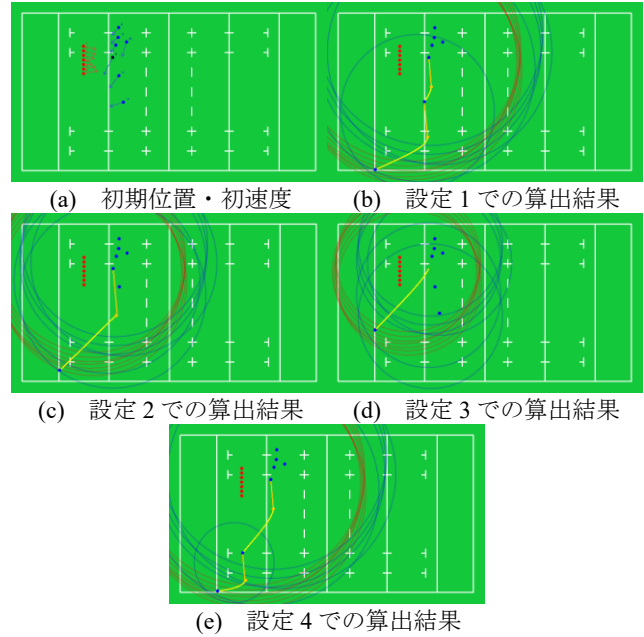


図 2 選手の各能力を変更した場合での算出結果の比較

合と比べ長めのランプレーを行い、同選手の 1 つ下に位置する味方選手にハンドパスを実行するものとなっている。

このように、同じ初期位置・初速度でありながら、各々の設定で、明らかに異なる攻撃プレーが得られている。また、各々の設定での選手の能力値の変更に応じて、ハンドパスの回数やランプレーの長さが変わり、その設定においての妥当な攻撃プレーが算出されている様子も確認できる。

5. おわりに

本稿では、7 人制ラグビー向けの最適攻撃プレー算出法[1][2]を搭載した戦術ボードツール[3][4]に、各選手の能力を設定できる機能を搭載し、機能搭載後の同ツールに対して初期的な検証を実施した。今後は、3DCG 化によるグラフィックの向上とともに、同ツールの評価を実施し、それを通して同ツールや同算出法の改良などを実施する。

謝辞

同研究室に所属していた龍崎伸太郎氏には、多くのコメントと議論を頂きました。感謝いたします。

参考文献

- [1] K. Yashiro and Y. Nakada, "Computational Method for Optimal Attack Play Consisting of Run Plays and Hand-pass Plays for Sevens-side Rugby", Proc. 2020 IEEE International Symposium on Multimedia (ISM), pp. 145–148 (2020).
- [2] K. Yashiro and Y. Nakada, "Fast Implementation for Computational Method of Optimum Attacking Play in Rugby Sevens", In Modeling, Simulation and Optimization, Smart Innovation, Systems and Technologies, Vol.292, B. Das, R. Patgiri, S. Bandyopadhyay, and V.E. Balas, eds., pp. 97–109, Springer, Singapore (2022).
- [3] 八代 航太郎, 中田 洋平, "7 人制ラグビー最適攻撃プレー算出法を搭載した戦術ボードツール", 2022 年電子情報通信学会ソサイエティ大会, A-10-4 (2022).
- [4] K. Yashiro and Y. Nakada, "Prototype Tactical Board Tool for Generating Optimal Offensive Patterns in Rugby Sevens", Proc. 2022 IEEE Eighth International Conference on Multimedia Big Data (BigMM), pp. 101–106 (2022).