

混戦型チームスポーツの選手位置情報を活用した 付加情報の生成と可視化 ～視聴者やファンにとっての観戦価値を向上させる 付加情報の生成・可視化を目指して～

中田洋平¹

概要: 近年、混戦型チームスポーツでは、種別を問わず選手位置情報が計測・記録されてきている。また、同時に、計測・記録された選手位置情報を活用し、ファンや視聴者に向け、プレーや戦術などの理解を助け、観戦価値を向上させるための付加情報の生成法や可視化法にも注目が集まりつつある。本講演では、ファンや視聴者向けどのような付加情報を提供したら良いかという観点を交えて、混戦型チームスポーツに対して講演者の研究室で取り組んでいる選手位置情報を活用した付加情報に関する研究例について講演する。また、その中では、サッカー、バスケットボール、ラグビー（7人制）への適用例についても紹介する。

キーワード: チームスポーツ、選手位置情報、付加情報、情報可視化、戦術解析

Generation and Visualization of Explanatory Information Based on Player Position Information in Team Sport : From Player Position to Explanatory Information Enhancing Value for Fans and Viewers

YOHEI NAKADA^{†1}

Abstract: Recently, player position information is measured and recorded in games of various team sports. Further generating methods and visualizing methods of explanatory information based on such player position information are drawing an attention, since these methods can help us to understanding plays and/or strategies and enhance value for us to watch games. In this lecture, I talk about studies in my laboratory related to explanatory information based on player position information from the viewpoint of enhancing value for fans and viewers. In addition, I introduce also applications for soccer, basketball, rugby sevens.

Keywords: Team Sports, Player Position Information, Explanatory Information, Information Visualization, Strategy Analysis

1. はじめに

ここ 20 年の間で、スポーツ観戦は大きく変化してきた。かつては、競技場か自宅のテレビでの観戦が主流であったが、スポーツカフェ・バーやパブリックビューイング会場で観戦を楽しむようなファンも少なくない。また、電車やバスでの移動中のような状況で、スマートフォンで観戦を楽しむような人もいれば、競技場でもスマートフォンを片手に配信情報や放送映像などを確認しながら観戦するという人まで存在する。更には、VR、AR、MR、SR などと言ったいわゆる xR 技術を利用した観戦サービスも、初期的・試験的なものも含めて徐々に始まりつつある[1][2]。これに加え、競技場での観戦の新しい形となり得るスマートスタジアムという概念も生まれてきている[3][4]。そして、放送技術の面からも、テレビ放送などで提供する映像も大きく変化している。ドローンでの撮影映像はもちろんのこと、

競技場の様々な位置に設置されたカメラでの撮影映像、審判が装着するカメラでの撮影映像なども提供されつつある。また、既に、スポーツ観戦を軸に、自由視点映像などの映像技術や 5G などの情報通信技術の試験的サービスあるいは先行サービスも始まっている[5][6][7]。今後も、このような技術により、更にスポーツ観戦は大きく変化していくと予想できる。

ここで、このように変わっていくスポーツ観戦で、今後、どのようなことが起こり得るのかを、より具体的にみるために、昨年に日本で開催されたラグビーワールドカップ 2019（以降、RWC2019）での事例を振り返ってみたい。周知のように社会現象ともなり、多くの流行語を生んだ RWC2019 であるが、その主要因は、もちろん史上初のベスト 8 進出を果たした日本代表チームの大躍進である。その他にも、ラグビー競技への理解や選手のスター化などを促した、事前の、そして途中のプロモーションや報道などの

¹ 明治大学 総合数理学部 ネットワークデザイン学科
Department of Network Design, School of Interdisciplinary Mathematical Sciences, Meiji University

効果もあったのは間違いない。

他方で、従来から複雑で分かりにくいと言われることの多かったラグビーの試合を、放送でより分かりやすく伝えることに成功したことも、大きな要因であると言える。例えば、ケーブルカメラでの撮影は選手の上から迫力のある俯瞰的な映像で試合と捉えることを可能とした。また、意図してか意図せずにか、TMO（テレビジョンマッチオフイシャル）の導入により、重要な反則時に様々な角度で撮影されたリプレイ映像が放送され、実際に何が起きたのかを理解することも可能にした。更に、そこまで重要でない反則時などにも、放送映像に反則やルールの説明をテロップで提示することでラグビー特有のルールなどを理解しやすくした。それとともに、ときおりボール支配率やエリア支配率を提示し、均衡状態でも現状の有利不利を理解することが可能となった。更に、スクラム時には、フォワードの総体重を提示することで、スクラム時の有利不利を理解することもできるようになった。

もちろん、このような放送での試みの全てが、RWC2019で初めて実施されたものというわけではない。ただし、少なくとも著者の目からは、このような試みの多くが、流行語にもなったいわゆる「にわか」ファンと呼ばれる観戦初心者が試合を理解するのを助け、観戦に対する経験価値とも言える観戦価値を高めたように見える。そして、このような RWC2019 の放送での事例は、本年開催の東京オリンピックでも、試金石として活用されるとともに、既にネットニュースでも散見されるように、マイナー競技も含めた種々の競技で多様な試み[8][9]が成されるだろう。もちろん、それらの全てが定着するとは言えないが、昨年、あるいは、本年は、後年にスポーツ観戦の大きな変革点と見做されることも起こり得る。

2. 観戦価値を高める付加情報

前述のような RWC2019 の放送時の試みのいくつかは、付加情報の提示によるものと言える。なお、本稿では、付加情報をスポーツにおける試合状況、プレー、戦術、ルールなどの理解を助ける全ての情報と捉えて議論を進めたい。このような定義では、付加情報の提示自体は、別段、新しいものでもなく、スポーツ放送が始まった頃から、実況・解説といった形で音声により提示されていたものと言える。そして、その一部は、数十年前から映像上でも提示されていた。例えば、野球では、点数、ボールカウント、球速などといった情報の提示が、それに相当するものと言える。そして、近年は、映像解析・映像処理技術、パターン認識・機械学習技術、データ解析技術などの急速な発展により、付加情報に関する高度化も急速に進んで行っている。例えば、ボールの軌道を可視化したり、球速を数値化したりするような試みは、野球はもちろんのこと、既に当たり前のように、様々なスポーツ放送で実施されている。また、か

表 1 スポーツ放送における付加情報の分類例

Table 1 Example of Classification of Explanatory Information in Sports Broadcasting.

分類名	内容・観点	例
身体情報	選手の身体に関わる情報	体重、身長、走力、その他の競技特性に有用な計測記録など
過去の実績情報	「過去、どうであったか？」	打率など（野球）、支配率（種々の球技）など
現状の観測情報	「直前のプレーはどうであったか？」 「今、どうであるか？」	ボールの球速・軌道（種々の球技）、選手位置（種々の球技）など
将来の予測情報	「何が起こり得るか？」	これから起こり得るプレー・戦術 など

なり以前より、サッカーでは、選手位置やプレー履歴などのデータを計測・記録し、そのようなデータを用いて、オフサイドラインを可視化したり、ボール支配率などの数値を提示したりしている。ただし、ここに示したものは、極々一部に過ぎず、現在は、様々なスポーツで、様々な付加情報が数値化や可視化されてきている。

もちろん、このような近年提示されている付加情報の中には、昔から実況・解説という形で定性的な音声情報として伝えられていたものも少なくない。しかし、実況・解説による付加情報の提示は、その実況・解説者や内容にも依存するものの、対象とする競技について全くの知識のない観戦初心者には、理解が難しいことも少なくない。一方、近年のスポーツ放送映像における付加情報の可視化・数値化では、万人に分かる形とは言わないまでも、少ない知識しかない観戦初心者にも分かる形で提示できている点が、大きな違いと言える。

表 1 は、このような付加情報の分類例を示したものである。ただし、この分類例は、あくまで本稿での議論のための便宜上のものであり、実際には多様な分類例が存在し、より緻密かつ良い分類例も在り得る。また、実際には、この分類例では区分けしづらいものや、境界例となるものもある点には留意して欲しい。本表に示されるように、本稿での分類では、付加情報は大きく 4 つに区分けできる。1 つ目は選手の身体に対するものである。例えば、身長や体重のようなものがある。その他、走力に関するものや、その競技独自の観点でのものもある。2 つ目は、「過去、どうであったか？」という観点からの情報であり、その時点までに集計あるいは累積されたような実績値を提示するものである。なお、スタッツと呼ばれるものの多くは、この分類と考えられる。この中でも 2 種類に大別でき、野球における打率や本塁打数のように、そのシーズンや大会中での実績値を表すようなものと、サッカーなどでのボール支配率のように、その試合でのその時点までの実績値を表すようなものがある。次の 3 つ目は「直前のプレーはどうであっ

たか？」や「今、どうであるか？」を伝えるために、その時点や少し前の時点の観測値を表すようなものである。例えば、様々な球技で計測されているボールの軌道や速度などを提示する場合は、この分類に属する付加情報となる。また、近年、同様に様々な混戦型チームスポーツで計測されている選手位置情報を、そのまま提示するような場合も、この分類の付加情報と捉えることもできる。最後の1つは、「何が起こり得るか？」を伝えるためのものである。例えば、解説者が、これから可能なプレーや戦術の情報を示すような場合などがこれに相当する。

現在、3つ目や4つ目に分類される付加情報、特に4つ目に属するものは、まだ実況・解説に多くを頼っており、このような分類の付加情報を数値化・可視化して提示していくことが、今後の付加情報の発展の在り方と考えることができる。というのも、観戦初心者には、プレーや戦術に対する知識が乏しく、様々な試合を観戦してきた観戦者にはできる試合の現状理解や今後の展開予測ができないことが多い。そのため、その理解や予測を補助することは、戦術的側面の強い競技、特に混戦型チームスポーツでは、観戦価値を高めることに繋がり、新たなファンの獲得やファンの固定化に役立つ可能性が高いと考えられるからである。

なお、これは著者の個人的見解ではあるが、いくら付加情報の可視化や数値化の技術が発展しようと、完全に実況・解説が無くなることは無いと考えている。むしろ、これまでも見られたように、有用な付加情報が数値化・可視化されることで、それらを利用して実況・解説がより分かりやすく変っていき、実況・解説の価値も高まるというのが、今後、最も起こり得る形だと考えている。

3. 選手位置情報からの付加情報の算出例

現在、著者の研究室では、幾つかの混戦型チームスポーツを対象として、前述のような付加情報の算出や可視化を目指した研究を進めている。そして、その中では、文献[10]に記載の運動モデルに基づいた方法を活用して、その時点の選手の位置や速度の情報から、任意の時刻後までに選手が到達可能な領域（以降、選手到達可能領域）を算出し、この選手到達可能領域を活用した研究課題に取り組んでいる。本稿では、以降、その内3つの研究例を紹介する。ただし、本稿では、それらのエッセンスのみを記すため、詳しい原理や仕組みについては、各々の研究例の紹介の中で引用する文献や、著者の別講演での予稿[11]などを参照して欲しい。なお、他研究者らによる異なるアプローチから類似の付加情報を生成・可視化するような有用な研究例も数多く存在する。ただし、本稿では紙面などの関係もあり、それらを紹介することは困難である。そのため、そのような研究例について知りたい場合は、例えば、研究例の多くが纏められている文献[12][13][14]などを参照して欲しい。

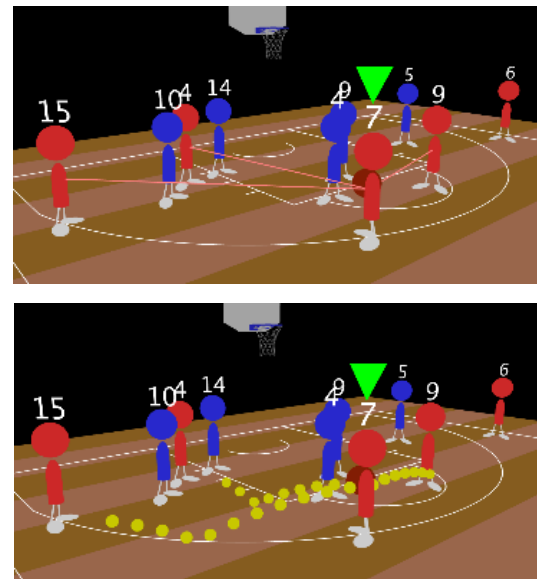


図1 バasketボールにおけるパス可能選手とパスコースの可視化例[16]

Figure 1 Example of Visualization of Pass Receivable Players and Possible Pass Courses in Basketball[16].

3.1 パス可能選手および可能なパスコースの可視化

ここでは、著者の研究室で取り組んできているパス可能選手予測法[15]、および、それを拡張した3次元パスコース可視化法[16]について概説する。なお、これは前述の3つ目か、4つ目に分類されるような付加情報の生成法や可視化法と見なすことができる。今、仮に、パスによるボールの3次元軌道をシミュレーションなどで算出できたとすると、敵選手、および、味方選手の選手到達可能領域を算出し、ボールや選手の接触可能範囲の大きさなども考慮した接触判定を行えば、どの敵選手がそのパスを妨害するか、どの味方選手がそのパスを受け取るかなどを導くことができる。即ち、現在のボールの位置から、無数の実現可能な仮想的パスの軌道を考え、各々についてシミュレーションと接触判定を実施すれば、その内何本の仮想的パスが敵選手に取られずに味方選手に通るかを判断することができる。更に、適当な閾値より、多数の仮想的パスを受け取れる選手をパス可能選手と予測することができる。なお、類似の考え方は、文献[10]に記載のパス評価法でも行われており、これをバスケットボール用に3次元的に拡張したもののパス可能選手予測法[15]とも言える。更に、文献[16]ではこのパス可能選手予測法を拡張して、無数の受け取れる仮想的パスの軌道の中から、代表的なパスの軌道を描画する方法を議論している。

図1は、このようなパス可能選手予測法[15]、および、3次元パスコースの可視化法[16]による可視化の例である。なお、用いているデータはAPDIS Basket Ball Dataset[17]に含まれる女子バスケットボールの試合の選手・ボール位置情報である。図示されるように、これから起こり得るパス

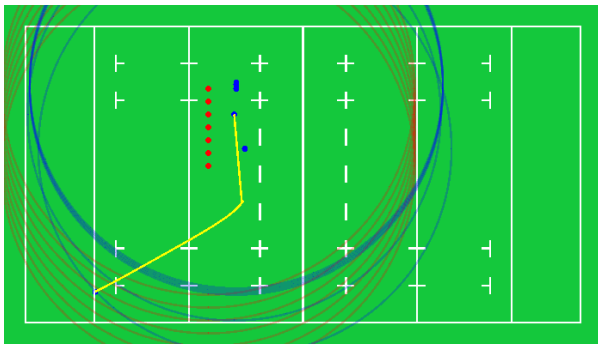


図 2 7人制ラグビーにおける最適攻撃プレーの算出例 [22]

Figure 2 Example of Optimal Attack Play in Rugby Sevens [22].

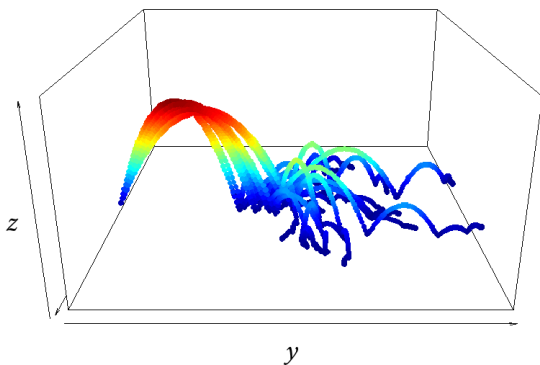


図 3 初期的モデルでのラグビーボールのキックパスシミュレーション [23]

Figure 3 Simulation for Kick Pass with Rugby Ball by Using Our Initial Model [23].

の情報を適切に描画できている様子が見て取れる。なお、本図では、著者の研究室で試作した可視化ツール[18]で描かれた選手位置情報に基づいた単純なCG上に付加情報を描画しているが、現在は、OpenPose[19]を利用して推定した3次元姿勢情報をCG化したものに、描画するような改良も進めている。

3.2 最適攻撃プレーの算出と可視化

次に紹介するのは、7人制ラグビーでの算出例である。もし現在のボール保持選手が、ランによりトライするルートが分かっている場合、敵選手の選手到達可能領域を算出することで、トライルートの途中で何人の選手にタックルされるかを算出することができる。また、これを発展させると、無数の仮想的なランのルートを考え、その中から最適なランによるトライルートを導くこともできるようになる[20]。更に、前述のパスの考え方も導入すると、パスとランを組み合わせた攻撃プレーについての最適化を考えることもできる。このような考え方に基づいて、現在、著者の研究室では、7人制ラグビーに対して、ランとパスの双方を考慮した最適攻撃プレー算出法[21]やその改良[22]の研究を進めてきている。なお、このような最適攻撃プレー算出法で可視化できるのは、規範的とも言える攻撃プレーで

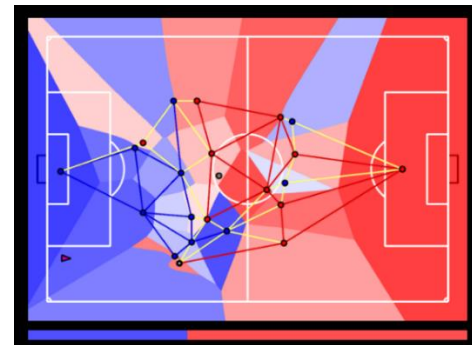


図 4 サッカーにおける優勢領域と隣接グラフの描画例 [11][25]

Figure 4 Example of Drawing of Dominant Regions and Adjacent Graph in Soccer [11][25].

あり、まさに前述の4つ目に分類される付加情報となる。

図2は、仮想的なフォーメーション例に対して最適攻撃プレーを算出した結果を示している。黄色の線がボールの移動軌跡を表しており、青、赤の点がそれぞれのチームの選手到達可能領域の中心位置、あるいは、ボール保持選手の選手位置を表している。また、青、赤の円が、各選手の選手到達可能領域である。本図では、青側チームの初期のボール保持選手が敵側ゴールラインに向かって左側の選手にパスを出し、パスを受け取った味方選手が、敵選手の選手到達可能領域を避けながら、走ってトライする様子が描画されている。なお、現段階では、キックパスは考慮していないが、キックパスも考慮すべく、現在、図3に示されるように、キックパスでのボールの不規則な動きを表現するためのモデルの検討を進めている[23]。

3.3 パスの期待効果とリスクの数量化

最後に紹介する研究例は、サッカーのパスの評価に関するものである。前述の文献[10]では、選手到達可能領域に基づいた拡張ボロノイ領域の算出法と描画法についても論じている。この拡張ボロノイ領域は、優勢領域とも呼ばれ、各選手の支配する領域を表すものとして捉えることができるものである。また、その優勢領域間の隣接関係を表す隣接グラフも、パスやフォロー、あるいはマークなどの重要な関係性を表すグラフとして知られている[24]。

図3は、著者の研究室で試作しているタッチテーブル型のフォーメーション可視化システム[11][25]で描画した優勢領域と隣接グラフとなる。なお、用いている選手とボールの位置情報は、データスタジアム社[26]から提供を受けている。もちろん、このような優勢領域や隣接グラフ自体も有用な付加情報となり得るが、著者の研究室では、優勢領域や隣接グラフから算出できる幾何学的な特徴量に着目している。そして、パスの発生時における幾何学的特徴量を入力とした統計的学習モデルにより、パスの期待効果を表す得点関連性とパスのリスクを表す被ボール奪取可能性の定量化モデルを構築してきている[25]。この定量化モデルでのパスの評価値は、そのままでは、前述の3つ目に分

類されるような付加情報として、既に起きたパスに対して利用されることとなる。しかし、例えば、前述のパス可能選手の予測情報を組み合わせることで、その時点で、どの選手にパスを出せば、期待効果が高く、リスクが小さいかを数値化した4つ目に分類されるような付加情報となる。

4. おわりに

本稿では、ファンや視聴者に向けてどのような付加情報を提供したら良いかという観点を交えて、混戦型チームスポーツに対して著者の研究室で取り組んできている選手位置情報を活用した付加情報に関する研究例について示した。また、その中で、サッカー、バスケットボール、7人制ラグビーでの「何が起こり得るか?」という観定の付加情報の算出例や描画例についても紹介した。なお、その紹介の際には、CG上での描画などを示したが、当然、これらは実際の映像上に描画することも可能なものでもある。今後も、著者の研究室では、「何が起こり得るか?」という観点から更に有用な付加情報の算出・可視化を目指し研究を進めていく。

謝辞 まず、このような講演の機会を与えて頂きました本研究会の委員の先生方に御礼申し上げます。また、本稿に示した著者の関わった研究例は、多くの方々のご協力・ご助力のもとで成し得たものです。これまで著者と共に研究に直接携わった方々、および、データ収集やヒアリングなどにご助力を頂いた方々にも心より感謝致します。本稿で示したサッカーに関する図の描画には、データスタジアム社[26]からご提供頂いた位置情報を用いています。ご提供頂きましたこと、深謝致します。

参考文献

- [1] “VR でスポーツ観戦！OculusGO でも楽しめる VR スポーツ観戦「XRstadium」リリース！” . <https://vrinside.jp/news/post-140360/>, (参照 2020-02-04).
- [2] “VR でスポーツ観戦、5G のキラーコンテンツになれるか” . <https://tech.nikkeibp.co.jp/atcl/nxt/column/18/00086/00060/>, (参照 2020-02-04).
- [3] “スマートスタジアムの効果と最新事例” . <https://www.techfirm.co.jp/blog/smart-stadium>, (参照 2020-02-04).
- [4] “デジタルシフトが進むスポーツ観戦事例から探る、これからの顧客体験” . <https://backyard.imjp.co.jp/articles/SportsFanExperience>, (参照 2020-02-04).
- [5] “ゴールシーンが360° から見られる！ スタジアムのIT化でスポーツ観戦が変わるかも” . <https://time-space.kddi.com/kddi-now/kddi-news/20180309/2258>, (参照 2020-02-04).
- [6] “自由視点映像生成システムが実用化段階に進展ラグビーワールドカップ2019™におけるハイライトシーン映像を提供” . <https://global.canon/ja/news/2019/20190917.html>, (参照 2020-02-04).
- [7] “NTT ドコモ、「ラグビーワールドカップ2019 日本大会」で5G プレサービスを提供” .

- https://www.nikkei.com/article/DGXLRS515419_W9A720C100000/, (参照 2020-02-04).
- [8] “試合のすごさ「見える」 スポーツ観戦に最新技術” . <https://www.nikkei.com/article/DGXMZ054099820X00C20A1UP2000/>, (参照 2020-02-04).
- [9] “最先端技術、五輪判定や強化を「見える化」 AI 解析、ライブル動きも再現” . <https://mainichi.jp/articles/20200123/k00/00m/050/226000c>, (参照 2020-02-04).
- [10] 藤村光, 杉原厚吉. 優勢領域に基づいたスポーツチームワークの定量評価. 電子情報通信学会論文誌信学論. 2004, vol. 87-D-II, no. 3, p.818-828.
- [11] 中田洋平. チームスポーツにおける選手位置情報の活用例ー選手運動モデルを用いた方法を中心としてー. 2019 年映像情報メディア学会冬季大会. 2019, 企画 1-3.
- [12] Gudmundsson, J. and Wolle, T. Football Analysis Using Spatio-Temporal Tools. Computers, Environment and Urban Systems. 2014, vol. 47, p. 16-27.
- [13] Gudmundsson, J. and Horton, M. Spatio-Temporal Analysis of Team Sports. ACM Computing Surveys. 2017, vol. 50, no. 2, Article No. 22.
- [14] Shih, H. C. A Survey of Content-Aware Video Analysis for Sports. IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology. 2018, vol.28, no.5, p.1212-1231.
- [15] Sano, Y. and Nakada, Y. Improving Prediction of Pass Receivable Players in Basketball. Proc. of The 10th International Symposium on Information and Communication Technology. 2019, p. 328–335.
- [16] 佐野裕介・中田洋平. 人体比率に基づいたバスケットボールにおけるパス可能選手予測法の改善と3次元パスコース可視化法. 2020 年電子情報通信学会総合大会. 2020, D-12-19 (in press).
- [17] 大川順也, 中田洋平. バスケットボールにおける選手・ボール位置情報の3次元可視化ツール. 画像電子学会誌. 2018, vol. 47, no. 4, pp. 372-381.
- [18] “APIDIS Basket Ball Dataset”. <https://sites.uclouvain.be/ispgroup/Softwares/APIDIS/>, (参照 2020-02-04).
- [19] Cao, Z. Hidalgo, G. Simon, T. Wei, S. and Sheikh, Y. OpenPose: Realtime Multi-Person 2D Pose Estimation using Part Affinity Fields. arXiv preprint. 2018, arXiv:1812.08008.
- [20] 浅尾洗斗, 氏原三四郎, 中田洋平. 選手到達可能領域に基づくラグビートライト算出ツール. 2017 年映像情報メディア学会冬季大会. 2017, 25C-3.
- [21] 八代航太郎, 中田洋平. 7人制ラグビーにおけるパスとランを考慮した最適攻撃プレーの算出法. 2019 年映像情報メディア学会冬季大会. 2019, 11A-4.
- [22] 八代航太郎, 中田洋平. 7人制ラグビーにおける最適攻撃プレー算出法の改良. 2020 年電子情報通信学会総合大会. 2020, D-12-18 (in press).
- [23] 龍崎伸太郎, 八代航太郎, 中田洋平. 7人制ラグビー最適プレー算出法の改良のためのキックパスシミュレーション法の検討. 2020 年電子情報通信学会総合大会. 2020, 学生ポスターセッション(in press).
- [24] 高橋翔, 長谷山美紀. ネットワーク解析を用いたサッカー映像における重要選手と類似場面の検出に関する一考察. 映像情報メディア学会技術報告. 2014, vol. 38, no. 51, p. 1-4.
- [25] Mimura, T. and Nakada, Y. Quantification of Pass Plays Based on Geometric Features of Formations in Team Sports. Proc. of The 10th International Symposium on Information and Communication Technology. 2019, p. 306–313.
- [26] “DataStadium”. <https://www.datastadium.co.jp>, (参照 2020-02-04).