

女子バレーボールにおける決定木分析と項目反応理論を用いた達成基準と困難度の検討 —V.LEAGUEと地方大学を対象として—

沼田 薫樹*, 濱田 幸二*, 坂中 美郷*, 柏木 涼吾**, 高橋 仁大*

Turning Point and Difficulty in Women's Volleyball Using Decision Tree Analysis and Item Response Theory —V.LEAGUE and Local Universities—

Koki NUMATA*, Koji HAMADA*, Misato SAKANAKA*, Ryogo KASHIWAGI**, Hiroo TAKAHASHI*

Abstract

Tamaki et al. (2005) stated that it is necessary to show the numerical targets to improve sports skills. In volleyball, Miyakozawa et al. (1982) indicated the standard values dividing the winning and losing with Break Even Point. However, this study showed the values at 50% probability of win/loss. We need the percentage of winning and losing that are more clearly divided. The present study is to develop achievement standards and the item difficulties in volleyball with decision tree analysis and item response theory. The results could be applicable in practical coaching situations. The data were collected from the Kyushu University Women's Volleyball League (University Women) of 2018 and the V.LEAGUE Women's Division 1 (V-League) of 2018-19. As a result, the number of serve points (1.5 times), block points (2.5 times), and successful reception rate (AB) (74.1%) of the V-League were higher than that of University women. The item difficulties of the number of attack points were low in both categories (V-League: -1.464, University women: -0.486). It suggested that those were easy to achieve. Although the number of attack points was assumed to contribute to the winning of the match (Minowa and Yoshida, 1990), those were easy to achieve. It is concluded that scoring from serves and blocks may affect the strength of the team.

Key Words: Turning point, Difficulty, Decision Tree Analysis, IRT
達成基準, 困難度, 決定木分析, 項目反応理論

I. 緒 言

近年のバレーボールでは、スコアラーやアナリストを採用するチームが増加しており、競技レベルに関わらずゲームデータを扱うことが一般的になっている。また、ゲームデータは試合期のゲームでの利活用に止まらず、準備期の技術練習中にもデータを収集・活用している¹⁷⁾。データの活用方法として児玉ら¹¹⁾は、試合に挑むためには数値目標の形でプランを立てるの必要性があると述べており、玉木ら²⁵⁾も同様に練習者のスキルの向上には、目標となる分かりやすい数値を提示することが必要であると、数値目標の必要性を示唆している。バレーボールにおいて数値目標に関する研究は、都澤ら¹⁵⁾がBreak Even Pointを用いてバレーボールゲームにおける勝敗の目安となる基準を作成した。しかし、前述の研究は1999年のルール改正以前

のサイドアウト制であり、現在は攻撃が決まったときや、自チームあるいは相手チームにミスがあった時にサーブ権の有無にかかわらず点数が入るラリーポイント制である。また、Break Even Pointは勝率が50%時の基準値であり、三浦・木葉¹⁴⁾は勝率が50%を上回った地点の基準値は“及第点の”確率であると述べていることから、現在のラリーポイント制における明確に勝敗が分かれる割合から基準値が必要であると考えられる。

明確に勝敗が分かれる基準値を作成する方法として、データマイニング手法の一つである決定木分析を用いた提示をする。決定木分析は従来の統計手法の判別分析やクラスター分析と同じく判別や予測を目的とする手法であり⁷⁾、従属変数に影響する独立変数によって標本を二股以上に枝分かれする均質なグループにするという概念で解析が行われる²⁴⁾。これまで、決定木分析は状況によって購買する確率を算出する方法として、主にマーケティングにおいて活用されてきた^{8) 10)}。体育学・スポーツ科学領域で行われた先行研究では、高校生を対象に過去の運動経験が運動習慣を決定する要因を調査した研究²³⁾があげられる。

* : 鹿屋体育大学 (National Institute of Fitness and Sports in Kanoya)

** : 鹿屋体育大学大学院 (Graduate school of physical education, National Institute of Fitness and Sports in Kanoya)

(受付日: 2020年4月23日, 受理日: 2020年8月29日)

鈴木²⁴⁾は決定木分析について、「体育・スポーツ科学分野において活用の可能性は大にある」と述べていることから、ゲームパフォーマンス分析においても有効な手段であると考えられる。

バレーボールにおけるゲームパフォーマンス項目は「サーブ」、「レシーブ」、「トス」、「アタック」、「ブロック」と大きく分けて5項目あり¹⁶⁾、それぞれの項目に特徴・特性が異なることから、同じ尺度で評価できていなかった。そこで、近年の能力評価法の主流であり、量的に評価する基準を開発することができる有効な統計手法⁹⁾である項目反応理論（以下IRT）を用いた提示をする。IRTでは特性が異なる項目を同一尺度上で評価可能なため、対象の能力を的確に評価できるとしている⁶⁾。山田ら²⁷⁾は、サッカー熟練者のポゼッション技能の困難度と識別力を検証し、対象となる選手の自己評価テストを作成した。この方法を応用することによってゲームパフォーマンス項目の困難度や識別力といった特性を検証することが可能である。

以上のことから、本研究はラリーポイント制におけるバレーボールのゲームパフォーマンス項目の達成基準と項目の困難度を決定木分析およびIRTを用いて作成することを目的とした。特に、項目特性に応じた段階的な指導法・コーチング法に活用できる資料を提供することが可能である。

II. 方 法

2-1. 調査対象

2018-19 V.LEAGUE Women Division1（以下Vリーグ）におけるレギュラーラウンドの11チーム、計110試合、422セットを対象とした。また、2018年度地方大学女子秋季バレーボール1部リーグ（以下大学女子）におけるレギュラーラウンド計15試合51セットを対象とした。大学女子においては全日本大学選手権大会の上位に1, 2チーム入る程度の実力であった。

2-2. 調査方法

対象の試合をコート後方観覧席より撮影し、後日データバレー（Data Project社）に試合中に出現した技術及び技術の評価を入力した。データバレーへの入力には普段の練習や試合において使用している熟練者が行った。一般的には客観性や信頼性を担保するため、複数の分析者の一致率（客観性）や同じ分析者の複数の分析の一致率（信頼性）を算出する。しかし、本研究は各カテゴリーのアナリストが現場で使われている実践的なデータであることから、ある程度の妥当性を担保することとした。本研究はPalao et al.¹⁹⁾、Drikos et al.⁴⁾を参考に以下のゲームパフォーマンス項目とした。

- ①サーブ：決定数, ミス数
- ②レセプション：評価（A, B, C, D, ミス）数,
返球率（A）, 返球率（AB）
- ③アタック：決定数, ミス数
- ④ブロック：決定数

本研究におけるサーブ決定率はサーブ決定数からサーブ総数を除したものを、サーブミス率はサーブミス率からサーブ総数を除したものとした。また、サーブ効果率は日本バレーボール協会の統計システムとして開発されたJVIMS（Japan Volleyball Information Management System）に則り、以下の式で算出を行った。なお本研究において、サーブ効果率を算出する際の「効果」は相手のレセプション評価（表1）からC評価及びD評価を用いた。

表1 レセプションの評価基準

項目	評価基準
A評価	セッターが定位置で処理した
B評価	セッターが2, 3歩動いて処理した
C評価	セッターがアンダーで、もしくはセッター以外が2段トスで処理した
D評価	相手コートにそのまま返った

$$\frac{(\text{サービスエース} \times 100) + (\text{効果} \times 25) - (\text{サーブミス} \times 25)}{\text{サーブ総数}} = \text{サーブ効果率} (\%)$$

本研究におけるレセプション返球率はレセプション評価基準（表1）を用いた。レセプション返球率（A）はレセプション評価（A）をレセプション受数で除したものを、レセプション返球率（AB）はレセプション評価（A）とレセプション評価（B）をレセプション受数で除したものとした。

続いて、本研究におけるアタック決定率はアタック決定数からアタック総数を除したものを、アタックミス率はアタックミス数からアタック総数を除したものとした。また、アタック効果率はサーブ効果率と同様JVIMSに則り、以下の式で算出した。

$$\frac{\text{決定数} - \text{ミス数}}{\text{アタック総数}} \times 100 = \text{アタック効果率} (\%)$$

2-3. 統計処理

2-3-1. 決定木分析

決定木分析は下川ら²²⁾の手続きに則り、樹木の成長過程をCART法とし、応答変数をセットの「勝ち」「負け」、目的変数を各ゲームパフォーマンス項目とした二進分類木分析を行った。基準値となる分岐はGini係数を用いて、次の式によって算出した。

$$\text{GINI}(t) = 1 - \sum_{j=1}^k p^2(j|t)$$

($p(j|t)$): ノード t 内のクラス j の割合)

2-3-2. IRT分析

IRT分析のために、セットの「勝ち」「負け」を2値データとし、加藤ら⁹⁾の手続きに準拠して、1パラメーター・ロジスティック・モデル(1PML)によるIRTを行った。1PMLの項目特性曲線は次のようにあらわされる。

$$P(\theta) = 1 / (1 + \exp(-Da(\theta - b_j)))$$

(P:達成率, θ :能力値, D:尺度要素(1.7), a:識別力, b_j :困難度)

項目特性として、次元性、項目困難度と項目識別力を算出した。決定木分析およびIRT分析にはR(バージョン3.5.2)を用いて分析を行った。

III. 結果及び考察

3-1. 次元性の検討

用いられた12項目のゲームパフォーマンス項目にはお互いに等質な項目群がいくつあるかを検討するために、12項目全てからなる相関行列を求め、主成分分析を行なった。図1は求められた固有値の変化を示したものである。固有値は構造的関連の分散の大きさを示している。図から分かる様に、第一主成分に対応する固有値は第二主成分以降の固有値に対して著しく大であり、分散を第一主成分で説明可能であることを示している。つまり、このパフォーマンス評価項目全てが共通した変動傾向を示しており、次元性があると判断された。

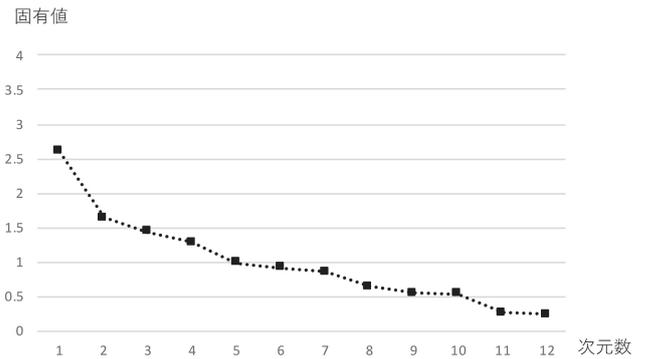


図1 主成分分析における固有値の変化

3-2. 決定木分析による達成基準の作成

本研究における各ゲームパフォーマンス評価項目の達成基準を越えた際に勝利する確率及び負ける確率は表2のとおりである。Vリーグにおいて達成基準を越えた際に最も勝率が高い項目はアタック効果率の74.2%となった。また、大学女子においてはサーブミス率の84.6%となった。

一般的にサーブミス率やサーブミス数は少ないほうが良いと考えられており、本研究のVリーグにおいてサーブミス率が達成基準を越えなかった場合勝率が上がり、基準値を越えた際に勝率が下がる結果となった。サーブミスに関して沼田ら¹⁸⁾や吉田ら³¹⁾はサーブミスが試合の負けに大きく関わらないことを示唆しており、ミスを恐れずに相手の攻撃を単調にするために強いサーブによって相手を崩す、もしくは得点することが重要であると述べている。本

表2 Vリーグ及び大学女子における決定木分析を用いた達成基準と勝敗の変化

パフォーマンス項目	達成基準	達成基準を越えなかった		達成基準を越えた		n	割合	n	割合
		勝ち	負け	勝ち	負け				
サーブ決定数	1.5本	269	44.2%	340	55.8%	125	69.8%	54	30.2%
サーブ決定率	7.3%	336	55.4%	270	44.6%	58	31.9%	124	68.1%
サーブ効果率	7.0%	93	33.1%	188	66.9%	301	59.4%	206	40.6%
サーブミス率	8.5%	311	58.7%	219	41.3%	83	32.2%	175	67.8%
V									
レセプション返球率(A)	28.3%	222	43.4%	289	56.6%	172	62.1%	105	37.9%
リ									
レセプション返球率(AB)	74.1%	269	44.4%	337	55.6%	125	68.7%	57	31.3%
I									
アタック決定数	12.5本	29	16.7%	145	83.3%	365	59.4%	249	40.6%
グ									
アタックミス数	2.5本	273	58.0%	198	42.0%	121	38.2%	196	61.8%
アタック決定率	33.6%	67	22.3%	233	77.7%	327	67.0%	161	33.0%
アタック効果率	26.1%	98	25.2%	291	74.8%	296	74.2%	103	25.8%
アタックミス率	4.6%	220	60.4%	144	39.6%	174	41.0%	250	59.0%
ブロック決定数	2.5本	318	41.1%	221	58.9%	173	69.4%	76	30.6%
サーブ決定数	0.5本	17	37.0%	29	63.0%	47	83.9%	9	16.1%
サーブ決定率	1.7%	19	38.8%	30	61.2%	32	60.4%	21	39.6%
サーブ効果率	7.9%	23	37.7%	38	62.3%	28	68.3%	13	31.7%
サーブミス率	15.9%	49	55.1%	40	44.9%	11	84.6%	2	15.4%
大									
レセプション返球率(A)	43.3%	2	14.3%	12	85.7%	49	55.7%	39	44.3%
レセプション返球率(AB)	67.5%	7	21.9%	25	78.1%	44	62.9%	26	37.1%
学									
アタック決定数	13.5本	5	12.5%	35	87.5%	46	74.2%	16	25.8%
女									
アタックミス数	4.5本	43	55.1%	35	44.9%	8	33.3%	16	66.7%
アタック決定率	34.7%	14	24.1%	44	75.9%	37	84.1%	7	15.9%
アタック効果率	30.1%	15	25.9%	43	74.1%	37	84.1%	7	15.9%
アタックミス率	7.2%	42	57.5%	31	42.5%	9	31.0%	20	69.0%
子									
ブロック決定数	1.5本	25	36.2%	44	63.8%	26	78.8%	7	21.2%

研究においても V リーグのミス率は 16% まで大幅な勝敗率の変化はなかった (48-53%)。また、勝率が極端に減少し始めたのはミス率が 24% 以降の試合で、試合数の約 1.5% (n=12) であった。これらのことから、意図的にサーブミスする必要はないが、サーブ決定数やサーブ効果率を向上させるためのサーブミスはある程度の範囲であれば勝敗に大きく関わらないことが考えられる。

続いて、本研究においてサーブ決定数とブロック決定数において達成基準が大学女子より V リーグが 1 本多かったが (図 2)、アタック決定数 (大学女子: 13.5 本, V リーグ 12.5 本) においては 1 本少ない結果となった。サーブ決定数において, Quiroga et al.²⁰⁾ はプレーヤーのレベルが高いほどボールは速く移動し、ヒットはより効果的になると述べており、ブロック決定数においてブロックはチームのレベルを判断する上で最も重要であると示唆している⁵⁾。しかし、サーブにおいてはランキング上位のサーブ決定数が多いことが明らかにされているものの^{4) 18)}、カテゴリの差について言及しているものはない。また、男子を対象とした研究ではあるが、ブロックにおいてカテゴリの違いによってブロック得点数に差がないことを報告している⁶⁾。以上のことから得点比の観点で V リーグは大学女子と比べてサーブとブロックの決定数が上昇し相対的にアタック決定数が下がったと考えられる。

加えて、レセプション返球率 (AB) においても V リーグが大学女子に比べて 6.6 ポイント高い結果となった (図 3)。レセプションにおいてチームのレベルが上がると、レセプションの成功が増加することや¹⁹⁾、レセプションはエリート選手と非エリート選手を区別するスキルであった³⁾と報告していることから、V リーグにおけるレセプション返球率 (AB) が高くなったと考えられる。しかし、レセプション返球率 (A) においては、大学女子が 15 ポイント高い結果となった (図 3)。吉田ら³¹⁾、佐藤ら²¹⁾ は、ジャンプサーブによる得点が勝敗に影響を与えると述べており、また、秋山ら²⁾ は、ジャンプサーブのスピードが年々向上し、サーブを攻撃的に打つ傾向にあるためセッターへの返球が難しくなっており、過度に A 評価のレセプションを狙うよりも、最低限コンビネーション攻撃を実行できるような範囲に返球する B レシーブを目的にすることもであると述べている。このことから、ジャンプサーブや効果的なサーブを用いている V リーグではレセプション返球率 (A) が低くなったのではないかと考えられる。

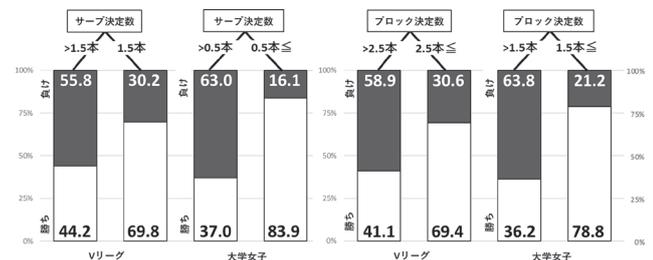


図2 Vリーグ及び大学女子におけるサーブおよびブロック決定数の決定木分析

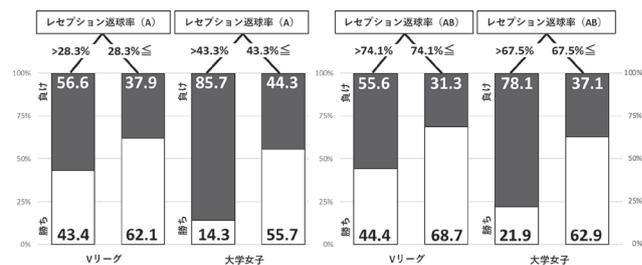


図3 Vリーグ及び大学女子におけるレセプション返球率 (ABおよびA) の決定木分析

3-3. パフォーマンス項目の困難度

図 4 及び 図 5 は項目反応理論を用いて両カテゴリの困難度を算出した結果である。

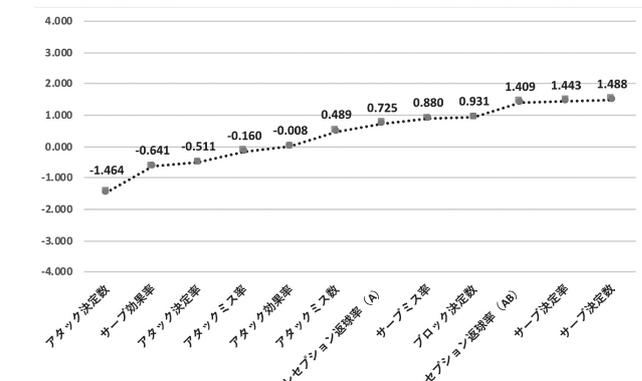


図4 Vリーグにおけるパフォーマンス項目の項目困難度

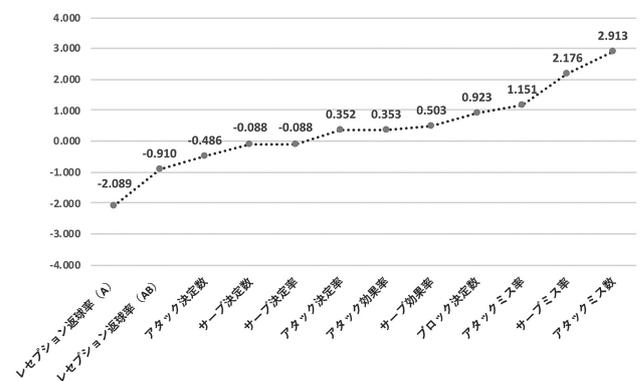


図5 大学女子におけるパフォーマンス項目の項目困難度

本研究において最も達成が困難な項目は V リーグではサーブ決定数 (1.488) となり、大学女子ではアタックミス数 (2.913) となった。

V リーグにおいて最も困難度が低い項目はアタック決定数となり、アタック決定数は大学女子においてもレセプション返球率 (A・AB) に次いで 3 番目に低い項目となった。またアタックに関する項目の困難度は 0 付近もしくは 0 以下であった。多くの研究では、アタックによる決定数や決定率、効果率が勝利に貢献していると報告している^{1) 12) 13) 28) 29) 30)}。しかし、項目反応理論によって求められた

困難度は数値が低いほど簡単な項目となり²⁶⁾、アタックに関する項目である決定数や決定率、効果率を達成することは比較的容易であることが明らかになった。加えて、サーブ決定数とブロック決定数の達成基準を越えた場合の勝率は両カテゴリにおいて概ね高い数値を示しており（サーブ決定数：Vリーグ69.8%、大学女子83.9%；ブロック決定数：Vリーグ69.4%、大学女子78.8%）、特にVリーグはサーブ決定数とブロック決定数の困難度は高い数値を示していた（サーブ決定数：1.488、ブロック決定数：0.931）。このことから、チームの強さはアタックによる能力よりも、ブロックやサーブによる得点が影響すると推測できる。

さらに、各パフォーマンス項目のパラメータを詳細に吟味すると、段階的な練習に関する検討ができる。例えば、大学女子では最も困難度の低いレセプションが最初に達成すべき項目であると考えられ、次に、アタックやサーブの指導をし、最終的にはブロックによる決定数を増やすような指導を重ねていくことが効率的と考えられる。

IV. まとめ

ゲームパフォーマンス項目に基づいた習熟度に応じた指導法・コーチングの一助とするため、大学女子51セット及びVリーグ422セットを調査し、ラリーポイント制におけるバレーボールのゲームパフォーマンス項目の達成基準を作成し、困難度を算出した。達成基準は主成分分析による一元性の検討を行い、信頼性の高い12項目を選抜した。困難度は両カテゴリの比較検討を行った。その結果以下のような知見を得た。

- 1) 決定木分析および項目反応理論を用いてVリーグ・大学女子におけるゲームパフォーマンス項目に基づいた達成基準と困難度を作成することが可能である。
- 2) 両カテゴリにおける達成基準を比較したところ、Vリーグにおける達成基準はサーブ決定数、ブロック決定数及びレセプション返球率（AB）が多く、大学女子ではレセプション返球率（A）及びアタック決定数が多くなった。これは得点比の観点でVリーグは大学女子と比べてサーブとブロックの決定数が上昇し相対的にアタック決定数が下がったと考えられる。
- 3) アタックにおける決定数や決定率、効果率の項目困難度は両カテゴリとも比較的lowく、達成が容易であることが明らかになった。これまで、アタックは試合の勝利に貢献しているとされていた。しかし、達成することは難しくなく、アタック能力よりもサーブやブロックによる得点がチームの強さに影響するのではないかと推測される。
- 4) 項目困難度からゲームパフォーマンス項目を詳細に吟味することによって、段階的な練習の立案ができる可能性が示唆された。

V. 引用・参考文献

- 1) 明石正和, 千葉正, バレーボール競技におけるゲーム分析, 上世大学研究年報, 自然科学編, 23, pp.71-80, 1999.
- 2) 秋山央ほか, 大学男子トップレベルのバレーボールにおける勝敗に関連する技術項目, 大学体育研究, 39, pp.7-18, 2017.
- 3) Cox, Richard H., Relationship between Selected Volleyball Skill Components and team performance of men's northwest "AA" volleyball teams, Research Quarterly, American Alliance for Health, Physical Education and Recreation, 45 (4), pp.441-445, 1974.
- 4) Drikos, Sotirios. et al., Correlates of team performance in volleyball, International Journal of Performance Analysis in Sport, 9 (2), pp.149-156, 2009.
- 5) Eom, Han Joo., and Robert W, Schutz., Statistical analyses of volleyball team performance, Research quarterly for exercise and sport, 63 (1), pp.11-18, 1992.
- 6) García-de-Alcaraz, Antonio., Ortega, Enrique., and Palao, José Manuel, Technical-tactical performance profile of the block and dig according to competition category in men's volleyball. Motriz: Revista de Educação Física, 22 (2), pp.102-109, 2016.
- 7) Hambleton, Ronald K. and Swaminathan, Hariharan., Item response theory, Kluwer Nijhoff: Boston, pp.10-13, 1985.
- 8) 岩崎学, データマイニングと知識発見－統計学の視点から－, 行動計量学, 26, pp.46-58, 1999.
- 9) 梶井昌邦, 斎藤参郎, 決定木分析による都市型アミューズメント施設の来訪者特性評価, 地域学研究, 35 (1), pp.199-214, 2005.
- 10) 加藤健太郎ほか, Rによる項目反応理論, オーム社, 2014.
- 11) 加藤直樹ほか, マーケティングとデータマイニング, システム/制御/情報, 46 (4), pp.190-196, 2002.
- 12) 児玉善廣ほか, バスケットボール用作戦支援システムの開発 (1)－スコア・データベース参照プログラム－, 仙台大学紀要, 26, pp.97-108, 1995.
- 13) 小島隆史ほか, 大学女子バレーボール競技におけるスパイクレシーブ及びカウンターアタックの重要性－鹿屋体育大学の西日本インカレでの躍進を例に－, 鹿屋体育大学学術研究紀要, 35, pp.67-73, 2007.
- 14) 箕輪憲吾, 吉田敏明, バレーボールにおけるラリーポ

- イント制のゲームの勝敗に関する研究, スポーツ方法学研究, 3(1), pp.55-61, 1990.
- 15) 三浦健, 木葉一総, バスケットボール競技におけるプレイヤーが目指すゲーム時の得点方法別のシュート成功率の新基準値の検討-日本男子トッパリーグのスタッツを用いて-, スポーツパフォーマンス研究, 10, pp.352-333, 2018.
- 16) 都沢凡夫ほか, バレーボールのゲーム分析 (第一報)-Break Even Point について-, 筑波大学体育科学系紀要, 5, pp.71-78, 1982.
- 17) 日本バレーボール協会, バレーボール指導教本, 大修館書店, 2004.
- 18) 日本バレーボール協会, コーチングバレーボール (基礎編), 大修館書店, 2017.
- 19) 沼田薫樹ほか, 大学女子バレーボールチームを事例とした勝敗とサーブミス及びレセプションアタックの関係, スポーツパフォーマンス研究, 11, pp.97-105, 2019.
- 20) Palao, José Manuel. et al., Effect of team level on skill performance in volleyball, International Journal of Performance Analysis in Sport, 4 (2), pp.50-60, 2004.
- 21) Quiroga, Miriam. E. et al., Relation between in-game role and service characteristics in elite women's volleyball, The Journal of Strength & Conditioning Research, 24 (9), pp.2316-2321, 2010.
- 22) 佐藤由法ほか, バレーボールにおけるブレイクに関する研究-V チャレンジ リーグ男子レベルにおけるサーブが 3 ブレイクポイントに与える影響について-, バレーボール研究, 13 (1), pp.8-13, 2011.
- 23) 下川敏雄ほか, R で学ぶデータサイエンス 9 樹木構造近接法, 共立出版, 2013.
- 24) Suzuki Koya, Nishijima Takahiko, The Influence of Past Sports Experience on Determining Current Exercise Habit in Japan Youth, School health, 3, pp.22-29, 2007.
- 25) 鈴木宏哉, 体育・スポーツ科学分野への決定木分析の応用事例: 分析方法の紹介と分析の注意点, 日本体育測定評価研究, 8, pp.89-95, 2008.
- 26) 玉木徹ほか, スポーツ選手の技能向上のための動画処理とその実用化, 電子情報通信学会, 11, pp.13-18, 2005.
- 27) 月原由紀, 項目反応理論による評価を加味した数学テストと e-learning システムへの実装の試み, コンピューター&エデュケーション, 24, pp.70-76, 2008.
- 28) 山田庸ほか, サッカー熟練者におけるボールポゼッション技能の自己評価, びわこ成蹊スポーツ大学研究紀要, 13, pp.15-23, 2016.
- 29) 米沢利広, バレーボールゲームにおける勝敗の予測-大学女子バレーボールチームについて-, バレーボール研究, 2(1), pp.29-35, 2000.
- 30) 米沢利広, バレーボールゲームのトランジション (Transition) に関する研究, 福岡大学スポーツ科学研究, 33 (1/2), pp.27-34, 2003.
- 31) 米沢利広, バレーボールゲームの First Transition に関する研究-First Transition に影響を及ぼすパフォーマンスについて-, 福岡大学スポーツ科学研究, 35(1), pp.1-9, 2004.
- 32) 吉田康伸ほか, バレーボールにおけるジャンプサーブの効果についての研究, 法政大学体育・スポーツ研究センター紀要, 26, pp.21-23, 2008. の関係性について, 仙台大学紀要, 46 (2), pp.91-97, 2015.