

# サッカーのトラッキングデータからの守備戦術プレーの達成度評価

松岡弘樹（筑波大学大学院）

田原康寛，中村環，猶本光，安藤梢，見汐翔太（筑波大学大学院）

山守杏奈，西嶋尚彦（筑波大学）

連絡先（〒305-8574 つくば市天王台 1-1-1 筑波大学体育科学系，

TEL&FAX: 029-853-2654, E-mail: [nishi@taiiku.tsukuba.ac.jp](mailto:nishi@taiiku.tsukuba.ac.jp)）

## 1) 緒言

データテクノロジーの発展から，サッカーゲームのトラッキングデータから選手の位置情報が取得可能となった．従来の試合のイベント情報を適用した分析では，攻撃アクションの分析が中心であり，守備分析に限界があった．選手の位置情報から，守備選手の位置や距離が算出可能であり，守備戦術のプレー分析に活かすことができる．そのために，選手の位置情報から守備戦術プレーを測定する尺度が必要である．

一方，サッカーの戦術は，監督・選手の視認的な評価が中心であり，定量化が課題である．監督・選手に対する定性的分析を通して，サッカー戦術プレーを測定し，達成度を評価する必要がある．鈴木と西嶋(2002)，Suzuki & Nishijima (2005)は，構造方程式モデリング (Structural Equation Modeling : SEM)

を適用して，統計的に妥当な戦術評価尺度を開発した．しかし，SEMは，因果関係の証明は可能だが，絶対評価尺度出はないことから，戦術プレーの達成度は評価できなかった．サッカーゲームデータからは，サッカーチーム及び選手の戦術プレーの評価では達成度の評価は重要であり，評価基準が必要である．

スポーツ技能の達成度評価のために項目反応理論 (Item Response Theory : IRT)が適用されている．IRTを適用したテストは目標基準準拠測定であり，対象の能力の絶対評価ができる (大友，1996)．つまり，絶対評価尺度を用いて，サッカー戦術プレーの達成度を評価することが可能である．

また，データマイニング手法の決定木分析は，ビッグデータの解析に適用でき，従属変数を区分する独立変数の分岐値を算出する．つまり，サッカーゲームの

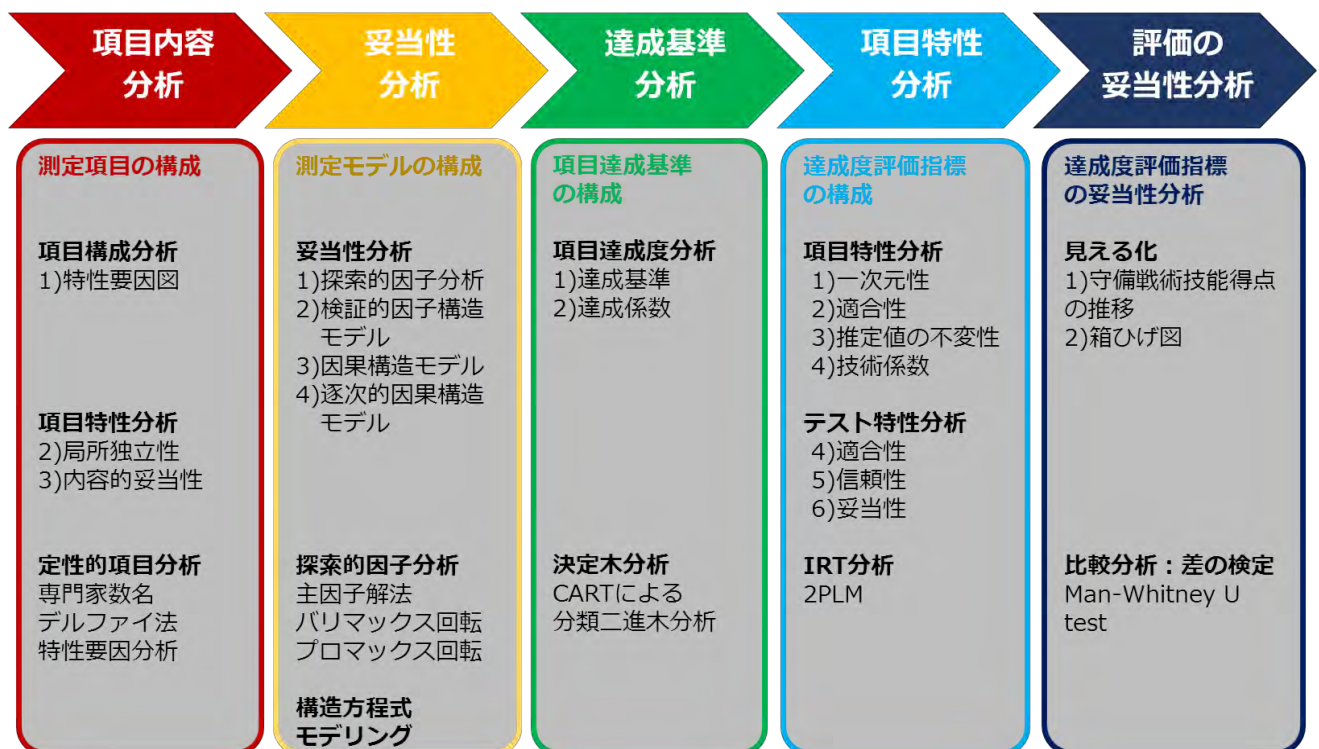


図1. 分析手順

成否を区分する戦術プレーの達成基準値を分析することが可能である。

監督・選手が認識している守備戦術プレーを測定する項目を構成し、決定木分析と IRT を適用することで、サッカーの試合の選手の位置情報から守備戦術プレーの達成度評価を構成することが可能である。

本研究の目的は、サッカーゲームのトラッキングデータとボールタッチデータを用いて、守備成功に関連する守備戦術プレーの達成度を評価するための測定項目と、達成基準を構成することであった。

## 2) 方法

### 2-1) 標本

データスタジオ株式会社から借用した 2016 年 J リーグ公式戦 1 試合のデータから構成した。標本は、PA, CK, FK の守備以外の守備 (n=151)における相手チームの攻撃アクションに対応する守備プレー (n=2,206) であった。

### 2-2) 守備成否の定義

守備失敗は、シュート、クロス、スルーパス、PA 侵入につながった守備プレーであった。守備成功は、守備失敗以外のすべての守備プレーであった。

### 2-3) 分析手順

図 1 に分析手順を示した。

①デルファイ法を適用したサッカー守備戦術技能の特性要因分析、②データセットへの加工、③因子分析、④構成概念妥当性分析、⑤決定木分析による守備成功の達成基準分析、⑥2 値データセットへの加工、⑦2 パラメータ・ロジスティック・モデル (2 PLM) を適用した IRT 分析を用いた守備戦術技能の項目特性とテスト特性分析、⑧守備戦術技能得点の算出、⑨守備戦術技能得点の妥当性の分析、の手順で分析を実施した。

### 2-4) サッカー守備戦術技能の特性要因分析

サッカーの守備戦術技能構造を定性的に構成し、局所独立性と内容的妥当性がある測定項目を構成するために、サッカーの専門家 6 名によるデルファイ法を伴う特性要因分析を適用した。

## 2-5) データの加工

サッカーの試合のボールタッチデータとトラッキングデータを以下の手順で加工して、データセットを構成した。

### 2-5-1) ボールタッチデータの加工

ボールタッチデータは、パスやシュートなどの各攻撃アクションをアクションプレー単位とし、同一攻撃番号の一連の複数の攻撃アクションプレーを攻撃プレー単位とした。守備アクションプレーで 1 攻撃プレーが終了するためのデータ加工として、1 攻撃プレーの最後のアクションプレーが攻撃アクションで終わり、その次のアクションプレーが守備アクションプレー (タックル、インターセプト、ブロック) の場合、守備アクションプレーまでを一つの攻撃プレーとした。また、攻撃プレーが、PK, 直接 FK, 間接 FK, CK などのセットプレーでスタートし、守備陣形がオープンプレーと異なる攻撃プレーと攻撃アクションプレーは除外した。

### 2-5-2) トラッキングデータの加工

トラッキングデータは各選手(x, y)座標ともに 0.04 秒単位 (1/25 フレーム) のデータであった。測定の誤差を最小限に抑えるために 0.2 秒ごとの平均値を座標値として採用した。

### 2-5-3) 守備プレーの構成

ボールタッチデータの各攻撃アクションプレーの試合相対時間とトラッキングデータの試合経過時間を対応させて、各攻撃アクションプレーに対応した選手の位置情報から構成されるデータセットを作成した。各攻撃アクションに対応した守備選手に関連した情報を守備プレーとした。

## 2-6) 因子分析

因子分析は、主因子解法を用いて、固有値 1.0 以上の因子を抽出した。バリマックス直交回転とプロマックス斜交回転を順次実施した。項目間の相関係数が  $>|0.9|$  の場合は、最も内容的妥当な項目を採用した。分析ソフトウェアは、IBM SPSS ver.23 を使用した。

## 2-7) 構成概念妥当性分析

構成概念妥当性分析は、SEMを適用して、探索的因子構造に基づく検証的因子構造モデルと守備結果への因果構造モデルとから、守備戦術技能項目の構成概念妥当性を分析した。パラメータの推定法は最尤法を用いた。モデルの適合度指標は、Goodness of fit index (GFI), Adjusted goodness of fit index (AGFI), Normed fit index (NFI), Comparative fit index (CFI), Root mean square error of approximation (RMSEA), Akaike information criterion (AIC),  $\chi^2$  値 (CMIN),  $\chi^2$  値の有意確率 (p) を用い、総合的にモデルの適合性を判断した。分析ソフトウェアには、StatWorks を適用した。

## 2-8) 達成基準分析

守備戦術技能項目の守備成功への達成基準分析のために、CRT アルゴリズムを用いた分類二進木分析を適用した。分岐基準は Gini 係数を採用した。従属変数に対して、単独の独立変数を投入した。従属変数は守備成否であり、独立変数の第一分岐値を項目の達成基準とした。分析ソフトウェアは、IBM SPSS ver.23 を使用した。

## 2-9) テスト特性・項目特性分析

項目の次元性分析のために、一因子分析を実施した。二値データから算出された四分相関行列に、主因子解法を用いて抽出因子数を 1 とする探索的因子分析を実施した。

目標基準準拠測定（達成度評価）のための項目特性とテスト特性の分析のために、二値データに、2パラメータ・ロジスティック・モデル (2PLM) によるIRT分析を適用した。項目特性曲線を推定し、項目特性値（困難度と識別力）と能力値の推定と不変性、項目の適合性、項目情報量を分析した。テスト特性曲線を算出し、テストの信頼性と情報量、テストの妥当性と適合性を分析した。項目特性値の推定にはベイズ推定法を用いた。項目の2PLMへの適合性分析は、 $\chi^2$  検定を適用した。系統無作為抽出法による二分割標本から推定された項目特性値間の相関係数から、項目特性値の不変性を分析した。系統無作為抽出法による二分割項目から推定された能力値間の相関係数から、能

力値の不変性を分析した。テストの信頼性分析では、テスト情報量から算出したテストの信頼性係数が 0.8 以上の能力値範囲を分析した。テストの妥当性分析では、テスト得点に対する能力値の基準関連妥当性を分析した。テストの適合性分析では、テスト得点と能力値の散布図に対するテスト特性曲線の適合度を視認的に分析した。

項目の次元性分析には、Mplus ver.5.0 を用いた。IRT 分析には Bilog-MG ver.3.0 を用いた。項目の  $\chi^2$  検定の有意水準は、 $p < .05$  とした。

## 2-10) 守備戦術技能得点

守備戦術技能の達成度得点を算出した。分類二進木分析の第一分岐における従属変数の守備成功率の増分を守備成功への達成度を示す達成係数 (p) とした。IRT 分析結果の守備戦術技能項目の困難度を守備戦術の技術力水準を示す技術係数 (b) とした。技術係数は、項目困難度に 5.0 を加算し、負の数値の影響を取り除いた。

守備プレーごとに守備戦術技能項目の達成係数 (p) と技術係数 (b) を用いて、守備戦術の達成度を示す守備戦術技能達成力 (P)、守備戦術の技術力を示す守備戦術技能技術力 (B)、守備戦術技能 (DF) 得点を以下の式で算出した。

$$P = \frac{\sum_{i=1}^m (pa)}{A} \quad \dots (1)$$

$$B = \frac{\sum_{i=1}^m (ba)}{A} \quad \dots (2)$$

$$DF = \sqrt{PB} \quad \dots (3)$$

ここで、p = 達成係数、b = 技術係数、m = 項目数、a = 達成 (1) または未達成 (0) の値をとるパラメータ、A = 達成項目数。

## 2-11) 守備戦術技能得点の妥当性分析

守備戦術技能得点、下位技能の第一守備技能得点とブロック守備技能得点を記述統計量で示した。成功守備プレーと失敗守備プレーの差の検定には、Man-Whitney U test を適用した。IRT 分析で推定された能力値に対する守備戦術技能得点の基準関連妥当性を分析した。守備戦術技能得点及び下位技能得点の推移を

検討した。分析ソフトウェアは、IBM SPSS ver.23を使用した。有意水準は  $p < 0.05$  とした。

### 3) 結果

#### 3-1) サッカー守備戦術技能の定性的因果構造

サッカー守備戦術技能の定性的因果構造を明らかにした(図2)。サッカー守備戦術技能は、第一守備技能とブロック守備技能に大別された。技能ごとに、下位技能を構成した。第一守備技能のディレイ技能は、ボール保持者に対する守備から構成され、カバー技能は第一守備者に対する守備的なサポートから構成され

イン&ユニット)の自陣ゴールからの距離、守備組織維持技能は各守備ライン・ユニット間の距離から構成された。

トラッキングデータから29項目構成した。測定項目は、第一守備技能が12項目(ディレイ:5項目,カバー:7項目)、ブロック守備技能が17項目(後退:8項目,守備組織維持:9項目)であった(表1)。

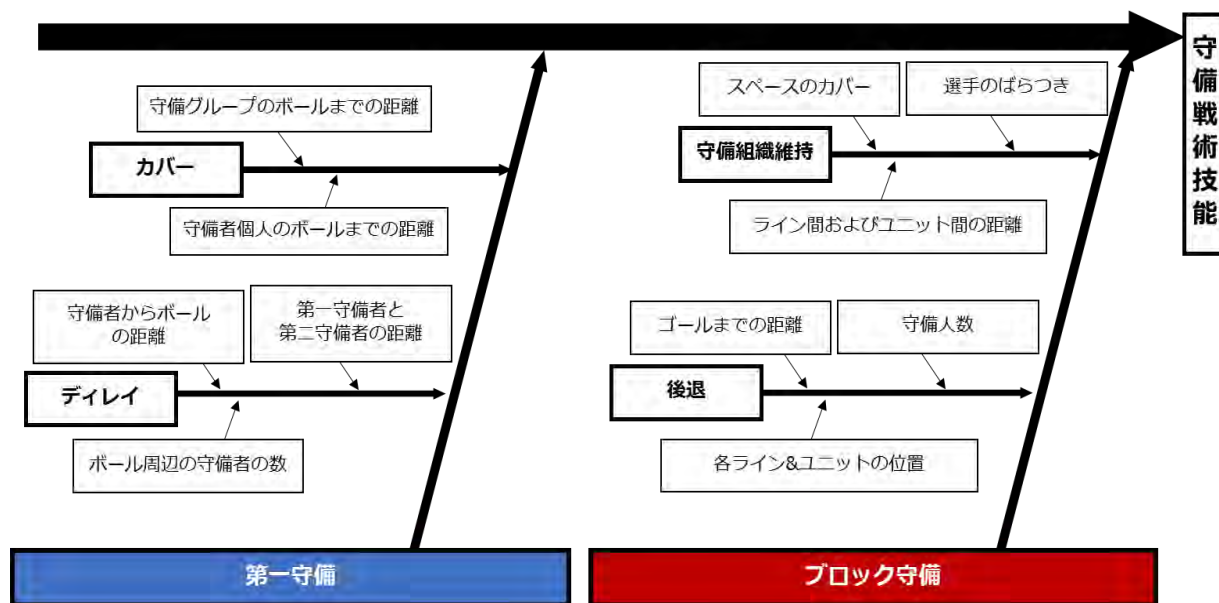


図2. サッカー守備戦術技能の特性要因図

表1. トラッキングデータから構成した測定項目

#守備戦術技能	下位技能	測定項目	単位
1	第一守備技能	ディレイ技能	
2		ボールの10m以内の守備選手数	人
3		ボールの15m以内の守備選手数	人
4		第一守備者からボールまでの距離	m
5		第二守備者からボールまでの距離	m
6		第一守備者と第二守備者の距離	m
7		カバー技能	
8		第二守備者からボールまでの距離	m
9		第四守備者からボールまでの距離	m
10		第五守備者からボールまでの距離	m
11		第一、第二守備者からボールまでの距離の平均	m
12		第一~第三守備者からボールまでの距離の平均	m
13	ブロック守備技能	後退技能	
14		ボールから守備側ゴールの距離	m
15		ボールより守備側ゴール側の守備選手数	人
16		守備チーム 一番前のラインから守備側ゴールの距離	m
17		FW ラインから自軍ゴールの距離	m
18		MF ラインから自軍ゴールの距離	m
19		DF ラインから自軍ゴールの距離	m
20		FW ユニット自陣ゴールまでの距離	m
21		DF ユニット 自陣ゴールまでの距離	m
22		守備組織維持技能	
23		FW~MF ラインの距離	m
24		DF ライン~GKの距離	m
25		FW-MF ユニットの距離	m
26		MF-DF ユニットの距離	m
27		第一守備者~最終ラインの距離	m
28		守備チーム 縦幅	m
29		守備チーム 横幅	m
		GK 自陣ゴールまでの距離	m
		各選手~チーム重心点の距離	m

た。ブロック守備技能の後退技能は、守備チーム(ラ

#### 3-2) 因子分析

探索的因子分析の結果、全分散の 54.1%を説明する 2 因子が抽出され、全 10 項目が選定された。プロマックス回転後の因子間相関係数は、 $-0.43$ であった。バリマックス回転後の因子構造行列とプロマックス回転後の因子パターン行列ともに、単純構造が得られた。第 1 因子は第一守備因子、第 2 因子はブロック守備因子と解釈した。

### 3-3) 構成概念妥当性分析

SEM を適用して、探索的因子構造に準拠して 2 因子 10 項目から構成される検証的因子構造モデルを分析した (図 3)。モデル適合度指標はそれぞれ、 $GFI = .990$ ,  $AGFI = .965$ ,  $CFI = .991$ ,  $NFI = .990$ ,  $RMSEA = .053$ ,  $AIC = 192.533$ ,  $CIMIN = 192.533$ ,  $P = .000$ ,  $df = 16$  であり、総合的に判断してモデル適合度は良好であった。

守備結果に対する逐次的因果構造モデルを分析した (図 4)。守備結果の観測変数には、守備の成否と守備終了時のボールから自陣ゴールまでの距離の 2 項目を用いた。

モデルの適合度指標はそれぞれ、 $GFI = .977$ ,  $AGFI = .953$ ,  $CFI = .978$ ,  $NFI = .975$ ,  $RMSEA = .058$ ,  $AIC = 396.714$ ,  $CIMIN = 324.716$ ,  $P = .000$ ,  $df = 38$  であった。RMSEA は 0.08 以下は中等度の適合のため (Browne & Cudeck, 1992), 総合的に判断してモデル適合度は良好であった。

第一守備から守備結果へのパス係数は 0.06 であり、有意ではなかった。第一守備からブロック守備へのパス係数は有意な  $-0.50$  であった。ブロック守備から守備結果へのパス係数は有意な 0.46 であった。

### 3-4) 達成基準分析

決定木分析を適用して、サッカー守備戦術技能項目の達成基準を分析した (表 2)。達成基準は、守備成功確率を最大限に増加させる基準値であった。

### 3-5) 項目特性とテスト特性の分析

一因子分析から守備戦術技能項目の一次元性を分析した。守備戦術技能項目数は、第一守備技能項目が 9 項目、ブロック守備技能項目が 15 項目、合計 24 項目であった。第 1 固有値は全分散の 59.64%を説明し、第 2 固有値 (分散 12.77%) 以下との間に各段の差が認められた。全 24 項目の因子負荷量は正であり、平均値±標準偏差は  $0.75 \pm 0.17$ , 最大値は 0.98, 最小値は 0.41 であった。

2PLM の IRT 分析から、守備戦術技能の 24 項目の項目特性とテスト特性を分析した。項目達成率の平均値±標準偏差は  $58.11 \pm 30.03\%$ , 最小値は 1.2%, 最大値は 98.5%であった。項目困難度の平均値±標準偏差は  $-0.43 \pm 1.55$ , 最小値は  $-3.73$ , 最大値は 2.31 であった。識別力の平均値±標準偏差は  $2.51 \pm 1.55$ , 最小値は 0.46, 最大値は 7.14 であった。すべての項目の適合度検定は有意ではなかった。

項目特性値と能力値の不変性を分析した。二標本から推定された項目困難度間の不変性係数は、 $r = 0.99$  ( $p < 0.000$ ) であった。項目識別力間の相関係数は、 $r = 0.99$  ( $p < 0.000$ ) であった。推定された能力値間の不変性係数は、 $r = 0.89$  ( $p < 0.000$ ) であった。

テストの信頼性係数が 0.7 以上となる能力値範囲は、 $-2.5$  から  $+2.5$  の間でであった。

テスト合計点と能力値との散布図に対するテスト特性曲線の適合性は、視認的に確認された。テスト合計点に対する能力値の基準関連妥当性係数は、 $r = 0.97$  ( $p < 0.000$ ) であった。

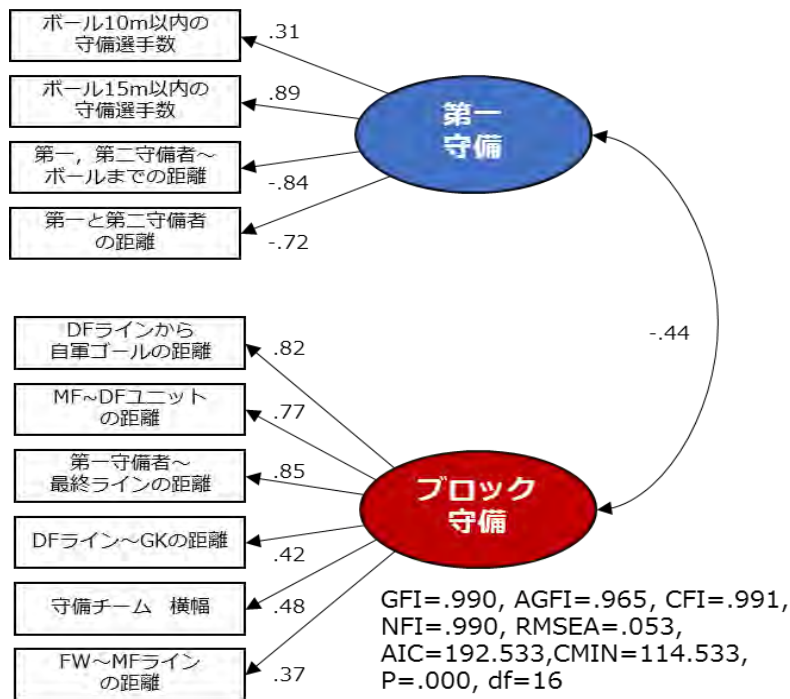


図3. 検証的因子構造モデル

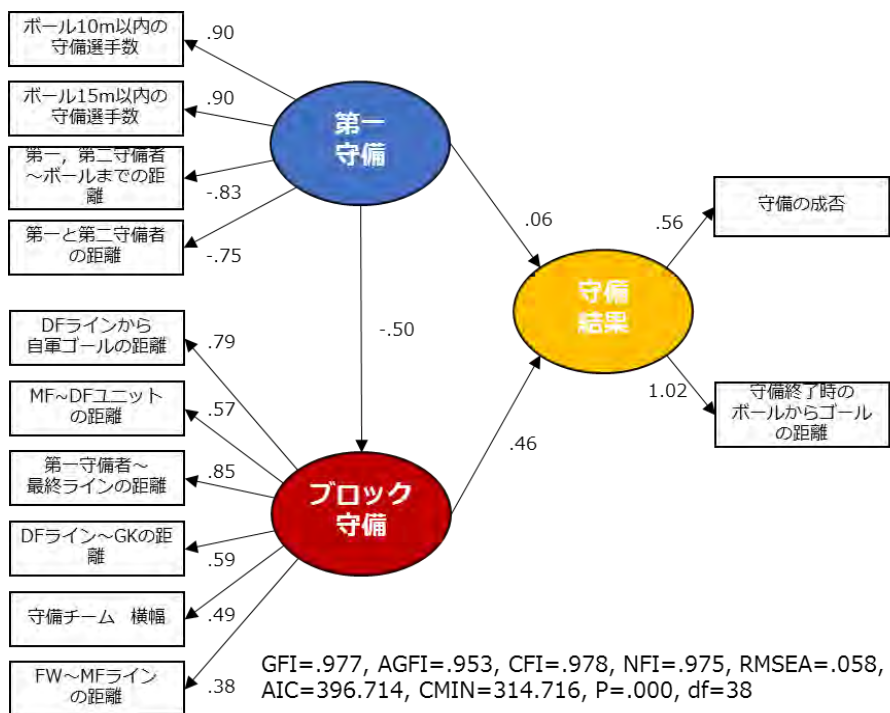


図4. 逐次的因子構造モデル

### 3-6) 守備戦術技能得点の算出

達成係数と技術係数を表2に示した。守備技能得点の平均値±標準偏差は4.0±1.1であり、第一守備得点では2.5±0.9、ブロック守備得点では4.5±1.3であった。

### 3-7) 守備戦術技能得点の妥当性

成功守備プレーの守備戦術技能得点は4.8 (IQR=1.5) 点であり、失敗守備プレーの3.9 (IQR= 1.9) 点と比較して、統計的に有意な差があった (Z = -12.16 P<0.000) (図5)。

成功守備プレーの第一守備術技能得点は2.8 (IQR=0.5)点であり、失敗守備プレーの2.4(IQR=0.4)点と比較して、統計的に有意な差があった (Z = -5.656, P < 0.000) (図5)。成功守備プレーの第一守備術技能得点は5.4(IQR= 1.5)点であり、失敗守備プレーの4.5 (IQR= 2.2)点と比較して、統計的に有意な差があった (Z=-11.78, P < 0.000) (図5)。

表2. 守備戦術技能の測定項目の達成基準, 達成係数と技術係数

#	項目名	単位	達成基準	達成係数	技術係数*
1	第一守備	人	<=5.0	0.5	2.4
2		人	<=5.0	2.4	3.5
3		m	>14.9	14.3	7.0
4		m	>25.4	26.4	7.3
5		m	>8.8	3.8	5.0
6		m	>15.2	10.5	6.9
7		m	>23.4	24.4	7.1
8		m	>6.0	0.8	2.6
9		m	>23.4	3.5	3.9
10	ブロック守備	m	>56.4	11.5	5.2
11		人	>4.0	1.0	1.3
12		m	>49.9	7.3	4.4
13		m	>38.6	7.8	4.6
14		m	>31.4	9.4	4.8
15		m	>28.6	9.8	4.9
16		m	>46.4	7.9	4.7
17		m	>30.9	10.5	4.9
18		m	>6.2	2.9	2.7
19		m	>21.5	12.5	5.4
20		m	>7.0	4.2	4.3
21		m	>14.7	7.1	4.6
22		m	>30.2	3.1	3.1
23		m	>8.3	12.9	5.3
24		m	>11.7	3.1	3.7

\*技術係数 = 項目困難度に5.0を加算

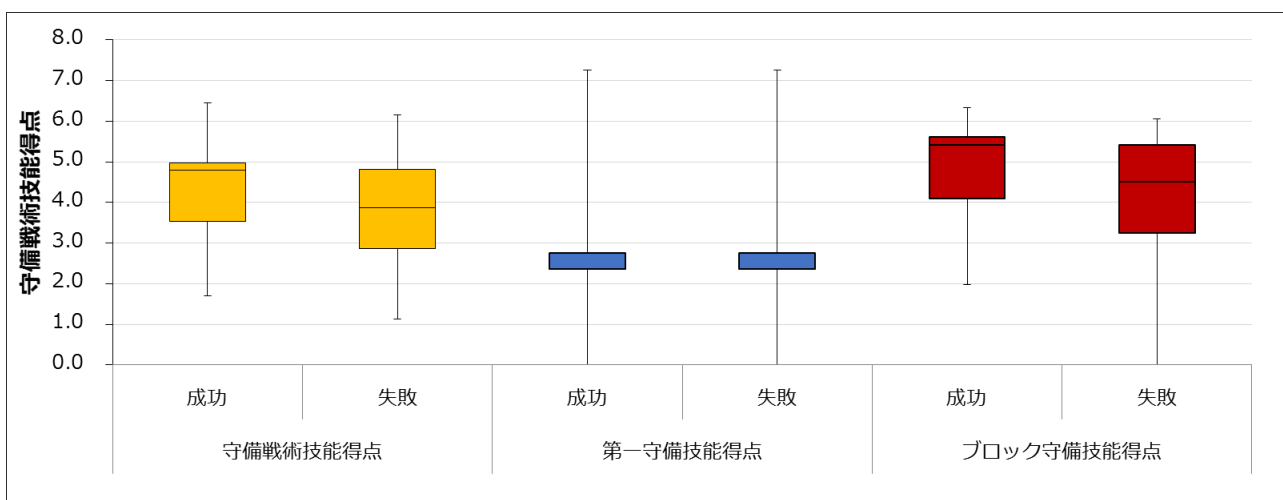


図5. 守備戦術技能得点, 第一守備技能得点, ブロック守備技能得点の差

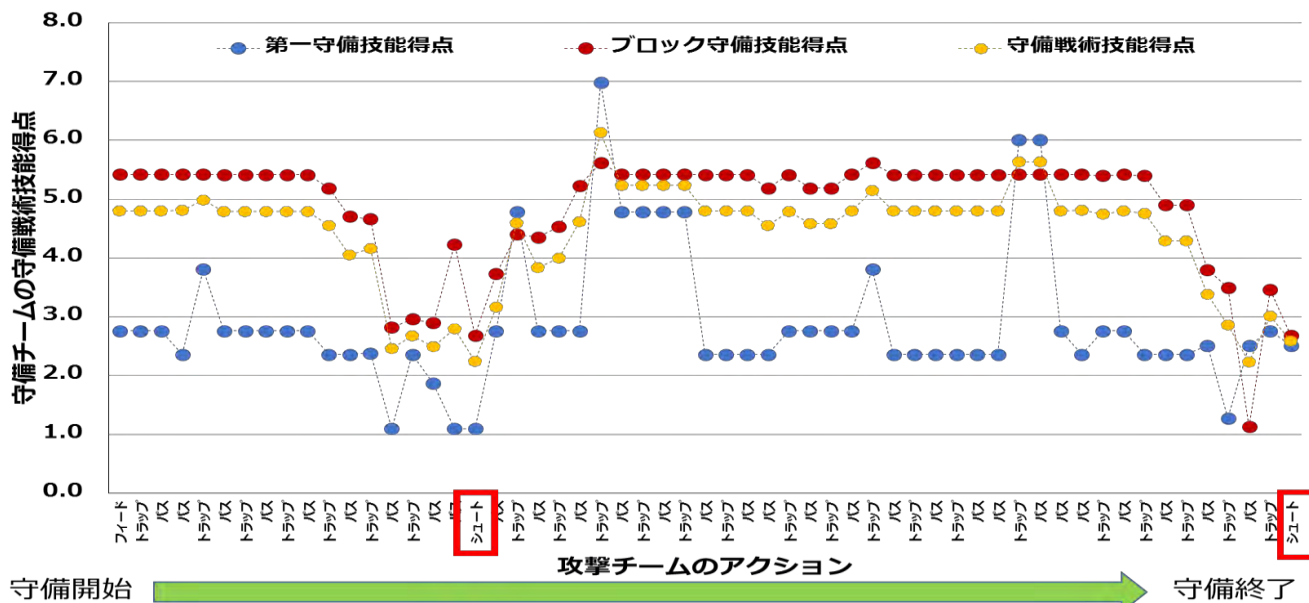


図6. 守備開始から守備終了までの1回の守備の守備戦術技能得点, 第一守備技能得点, ブロック守備技能得点の推移 (図中赤枠=攻撃成果:シュート)

図6は、前半40分から42分までの2分間の守備プレーの守備戦術技能得点と下位技能得点の推移を示している。横軸は攻撃チームの攻撃アクションを示しており、縦軸に攻撃アクションに対応する守備戦術技能得点と下位技能得点を示した。相手の攻撃成果（シュート=図中赤枠）の直前の守備戦術技能得点の低下が確認された。

#### 4) 考察

##### 4-1) サッカー守備戦術技能の因果構造

デルファイ法を伴う特性要因分析から、サッカーの守備戦術技能の定性的因果構造を得た。デルファイ法は、専門家の認識、意見、将来予測などを定性的に集約する手法であり、文献研究のみでは十分に得ることができないスポーツの戦術構造を明らかにすることが可能であった。また、特性要因図を適用することで、戦術構造の因果構造を定性的に表現することが可能であった。鈴木と西嶋（2002）の指摘と同様に、デルファイ法と特性要因分析を併用して活用することは、項目の内容的妥当性、項目反応理論の前提条件である項目の局所独立性、構成内容の論理的整合性を確保した上で、構成概念を3階層まで定性的に構造化することが可能であった。

##### 4-2) 構成概念妥当性分析

探索的因子分析とSEMを適用して、サッカー戦術

技能の因子構造モデルと因果構造モデルとから、サッカー戦術技能項目の構成概念妥当性を分析した。検証的因子構造モデルから、第一守備因子とブロック守備因子に対するサッカー戦術技能10項目の構成概念妥当性を確認した。

逐次的因果構造モデルを構成する第一守備因子とブロック守備因子へのサッカー守備戦術技能10項目の構成概念妥当性を確認した。モデル適合度と有意なパス係数から確認された逐次的因果構造は、第一守備→ブロック守備→守備結果であった。ブロック守備は、チーム全体に関する測定項目で構成され、第一守備にはボール周辺の守備選手の測定項目で構成されていることから、ボールに対する守備が、チーム全体の守備に関連していることが推察された。

これらの結果から、サッカー守備戦術技能項目の構成概念妥当性が確認された。

##### 4-3) 達成基準分析

分類二進木分析を適用することで、守備を成功するための守備戦術プレーの達成基準値を構成した。先行研究では、サッカー守備戦術プレー達成のための基準値として、選手の位置やボールと選手間の距離などの達成基準値を示した研究は存在しない。本研究の達成基準値が初の結果である。

「第一守備者からボールまでの距離」の達成基準は >14.9m, 「第二守備者からボールまでの距離」の達成



基準は>25.0mであった。守備項目の達成基準が15m以上、25m以上の長い距離であった。本研究の守備成否の定義と守備プレーの構成方法が、達成基準値に影響したと考えられる。攻撃側ゴールキーパーGKやセンターバックCBがボールを保持して、守備チームが既にリトリートし、守備組織を形成している守備は、本研究の達成基準に近似する値になると推察される。

#### 4-4) 項目特性とテスト特性の分析

IRTの前提条件である項目の一次元性は、テスト項目が単一の能力領域を測定しなければならないことである。二値データの29項目間の四分相関行列を一因子分析して、固有値を算出した。5項目を削除した24項目の第1固有値寄与率は59.64%であり、第2固有値の寄与率(12.77%)に40%以上の各段の差があったことから、項目の一次元性が確認された。

IRT分析の2PLMでの項目特性値(パラメータ)は、項目困難度と項目識別力である。「FWラインから自軍ゴールまでの距離」の識別力が5.86、「DFラインから自軍ゴールまでの距離」では6.92、「DFユニットから自陣ゴールまでの距離」では7.14と、高い値を示した。これらの項目は、チームの前線から守備の程度を示す重要な指標のため、削除せずに採択した。

項目の適合性は、 $\chi^2$ 検定を適用して分析した。全24項目の $\chi^2$ 値が有意でなかったことから、項目の適合性が確認された。

推定された項目特性値(パラメータ)の不変性と能力値の不変性が、確認された。項目特性値(パラメータ)と能力値の不変性は、達成度評価のテスト理論であるIRTの絶対評価尺度の特性である。項目特性値(パラメータ)の不変性は、いかなる水準の能力を持つ者から算出しても一致する特性である。推定される能力値の不変性は、いかなる項目から算出しても一致する特性である。

テストの信頼性係数は能力値-2.5から+2.5の範囲で0.7以上であり、徳永(2002)が推奨するテストとして最低条件の基準を満たしていた。

テスト合計点と能力値の散布図は、テスト特性曲線に視覚的に良好に適合しており、テストの適合性が確認された。テスト合計点に対する能力値の妥当性係数は有意に高く、テストの基準関連妥当性が確認され

た。

#### 4-5) 守備戦術技能得点の妥当性分析

成功守備プレーの守備戦術技能得点は、失敗守備プレーと比較して有意に高かった。守備戦術技能得点は、守備が安定している時は4.9点を保っていた。一方、攻撃チームの攻撃成果(シュートなど)に繋がっている時に守備戦術技能得点は低下していた。攻撃アクションに対応する守備戦術技能得点の推移から、守備戦術技能の推移を視認的に評価可能であった。

#### 5) 結論

1) サッカー守備戦術技能は、複数の戦術技能の下位領域が関連する定性的因果構造から構成される。

2) 守備成功の達成率を最大にするためのサッカー守備戦術技能項目の達成基準が構成される。

3) サッカー守備戦術技能24項目は、局所独立性、一次元性、不変性があり、目標基準準拠測定(達成度評価)項目である。

4) サッカー守備戦術技能テストは、適合性、信頼性、妥当性があり、目標基準準拠測定(達成度評価)テストである。

5) サッカー守備戦術技能の達成度は、守備の達成度と技術力から測定(評価)される。

#### 謝辞

本研究にあたって、データの貸与をして頂いた、データスタジアム株式会社様、情報・システム研究機構統計数理研究所様に深く感謝致します。

#### 附記

「統計数理研究所共同研究レポート380 スポーツデータ解析における理論と事例に関する研究集会 第4巻、2017年3月、統計数理研究所、pp94-104」に掲載済である。

#### 文献

1) 大友賢二(1996): 項目反応理論入門. 大修館書店, 東京, pp.3-20.

2) 鈴木宏哉・西嶋尚彦(2002): サッカーゲームにおける攻撃技能の因果構造. 体育学研究, 47(6): 547-567.

3) Suzuki K, and Nishijima T (2005): Measurement of a soccer defending skill using game performances. (Ed.) Reilly T, Cabri J and Araujo D (In) Science and Football V: The Proceedings of the Fifth World Congress on Sports Science and Football. Routledge, London, pp. 259-273.

4) 徳永幹雄 (2002) : 体育・スポーツにおける心理尺度開発の動向と展望. 体育学研究, 47 : 479-484.

5) Browne MW, & Cudeck R (1992): Alternative ways of assessing model fit. (Ed.) Bollen KA and Long JS (In) Testing structural equation models. Sage: Newbury Park, pp.233-258.

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>