

博士論文

サッカー戦術技能の達成度評価のための
コンピュータ適応型テストの開発

平成30年度

安藤梢

筑波大学

目次

第1章	序論	1
1.1	背景	1
1.2	目的	3
1.3	意義	4
1.4	問題	6
1.5	仮説	7
1.6	研究課題	8
1.7	概念の整理と用語の定義	9
1.8	研究の限界	16
1.9	本研究の構成	17
第2章	関連文献	19
2.1	技術技能にアプローチした研究	19
2.2	状況判断・認知能力・意思決定にアプローチした研究	21
2.3	ゲーム分析・ゲーム統計にアプローチした研究	22
2.4	テクノロジーの発展によるビックデータからの分析	24
2.5	コンピュータ適応型テストに関する研究	26
2.6	サッカーの戦術	28
第3章	項目反応理論分析	33
3.1	基本モデル	33
3.2	局所独立の仮定	34
3.3	個人の尺度値の推定	34
3.4	情報関数および情報量	35
3.5	項目パラメータ推定	37
3.6	モデルの適用可能性の判定	39
3.7	尺度の等化	40
3.8	特異項目機能	43
3.9	適応型テスト	46
3.10	多値型反応モデル	48
3.11	古典的テスト理論との比較	49
3.12	項目反応理論の利点	51
3.13	項目反応理論の発達	53
第4章	動画質問によるサッカー戦術技能テストの構成と尺度特性	55
4.1	目的	55
4.2	方法	58
4.3	結果	66
4.4	考察	97
4.5	結論	103
第5章	動画質問による達成度評価テストの項目特性	105
5.1	目的	105
5.2	方法	108
5.3	結果	112
5.4	考察	123

5.5	結論.....	137
第6章	動画質問によるコンピュータ適応型テストの信頼性と妥当性.....	139
6.1	目的.....	139
6.2	方法.....	142
6.3	結果.....	151
6.4	考察.....	157
6.5	結論.....	163
第7章	総括.....	165
7.1	結論.....	165
7.2	今後の課題.....	166
	文献.....	167
	関連論文.....	173
	謝辞.....	174

1章 序論

1.1 背景

1.1.1 サッカー戦術技能測定の必要性

スポーツにおいて、選手の競技力の測定は常に重要な課題である。特に、サッカーにおける競技力は、個人競技に比べて複雑である。高度に組織化された現代のサッカーにおいては組織力がより重要視されるようになっており、「戦術技能 Tactical skill」(財団法人日本サッカー協会技術委員会, 2002)を評価する必要性が高まっている。また、日本のサッカーが世界で戦えるレベルを保持するためには、育成世代からの教育が重要であることもたびたび指摘されている。財団法人日本サッカー協会をはじめ、多くの国のユース年代の指導指針において「基本戦術の習得」を達成課題としている。

ユース年代のサッカー戦術のなかでも認知能力の重要性、継続的測定の重要性は、これまでの研究でも明らかにされている。田中(1990)は、「プレー決定はプレイヤーの知識構造を反映する」との見解の立場から、サッカーの局面状況での問題解決課題の筆記調査を行い、プレイヤーの知識構造を推測した。その結果、少年サッカー選手が持つ「宣言的知識」は、ワンツーパスやスルーパスのような組織化された基本的プレーにおいては、大学サッカー選手と大きく異ならないが、組織化されたプレーを状況、特に構造化されていない状況にそれらの知識をどのように適用させるかという「手続き的知識」には、質と量において両者の間に違いがあったと報告している。そして、プレーの選択肢、特に「構造化されていない状況に適用できる選択肢の所有量の拡大と質の向上」と「その選択肢を選択する判断基準のための論理関係の確定」が、少年サッカー選手の知識構造の発達につながることを指摘している。

また、田中(2001)は、サッカープレイヤーの守備における知識としての戦術がユース世代の選手にどのように理解され、どのように発達するのかを検討している。その結果、基本的なグループ戦術である守備のバランスを理解することは、競技経験の少ないプレイヤーにとっては困難なことである、と述べている。また、年齢に関わらず、個人戦術の理解がグループ戦術獲得の前提条件として必要となること、個人レベル、グループレベル、あるいはチームレベルのいずれにおいても、戦術的な理解を得

るための認知的なトレーニングと、知識としての戦術をフィールド上で具現化するためのトレーニングの重要性を意味している、と指摘している。

小泉（2004）は、少年サッカー年代の選手は経験年数も浅く、状況判断が迫られる回数もまだ多くないことから、状況認知・意思決定の能力は、発達段階であると考えられるとしている。しかし、トレーニングによって状況判断能力の中の主に状況認知の能力が向上することを示唆している。

ところで、サッカーコーチングではサッカー競技者に要求される重要な能力は、基礎的なものから順に、Physical conditioning（体力・運動能力）、Technical skill（テクニカルスキル）、Tactical skill（戦術技能）、Mentality（メンタリティ）の4要因であるとされている（図 1.1.1）。測定可能性はこれと逆順であり、戦術技能は簡易に測定することが困難な技能である（日本サッカーコーチーズアソシエーション JFCA, 1998）。

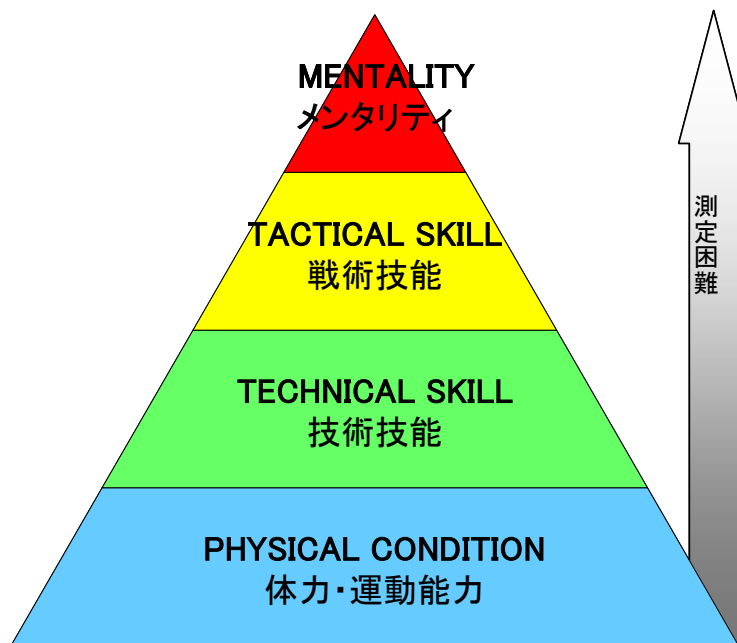


図 1.1.1 サッカー選手に要求される能力

それゆえ、サッカーに専門的な戦術技能を簡易に測定する標準化テストは、これまで開発されておらず、サッカーゲームにおける戦術パフォーマンスの上達と戦術技能の発達は、コーチや監督など指導者が視認的に評価しているのが現状である。

特に、日本のジュニア年代の指導においては、個人のテクニックを追求したトレーニングが多く、戦術をトレーニングしている例はあまりない。一方、ヨーロッパのサ

サッカー先進国のクラブや代表チームでは、少年期からトップチームと同じ戦術を指導していることが多い。さらに、サッカー戦術の家庭教師を雇っている例もある。「戦術大国」として知られるスペインでは6，7歳から基本的戦術をスタートさせ、ユース年代でトップチームと同様な戦術を学んでいる，という事例もある。

このように，日本におけるサッカートレーニングでは，戦術のトレーニングや指導が大きな課題となっている。効果的なトレーニングや指導のためには，年代に関わらず，選手の持つ戦術技能を数値化し，選手と指導者で共有することが肝要であると思われる。

1.2 目的

これまで見てきたように，サッカー戦術技能は攻撃および守備局面においてゲームパフォーマンスを達成するために必要不可欠な技能であるにも関わらず，未だ標準化テスト (Standardized test) などの測定方法がないことが現実である。監督・コーチがサッカートレーニングプログラムの成果を確認することができ，また，選手自身も戦術技能の発達を確認することができるよう，継続的に測定できる簡易的な新しいサッカー戦術技能 (Tactical skill) の測定方法が必要とされている。

以上の問題点を踏まえ，本研究では，サッカーの戦術技能 (Tactical skill) を測定するための新しい測定方法として，サッカーゲームにおける複数の戦術プレーの成否パターンデータを手掛かりにし，戦術プレーの達成度からサッカー戦術技能のコンピュータ適応型テストを開発することを目的とした。

1.3 意義

本研究の特徴は、以下の3点である

1) 個人の総合的な戦術技能 (Tactical skill) を測定対象とする

サッカーゲームはその全過程を通じ、プレーの成功、不成功、個々の選手の機転のきいたプレー、意外性と偶然性など様々な要因によって激しく緊張し、弛緩する。また、これが他のスポーツ種目よりも非常にはっきりしている(シュテラーら, 1993)。

そこで本研究では、サッカーゲームにおける戦術パフォーマンスを様々な種類の複数の戦術プレーの成否の連続ととらえ、個々の戦術プレーの成否を質的評価の測定対象とする。また、多数ある戦術プレーをどれだけ達成したかの程度を評価する達成度評価テスト方式により、個人の戦術技能を測定する。

2) 複雑で連続的なゲーム状況での能力を測定するために、実戦プレー場面の動画を使用する

映像編集により、敵、スペース、味方、身体の向き、視野などを映像上に表示する。これにより、ビデオ映像テストの結果と、実際のプレー場面における選手の評価とを関連させて検討する。

3) 簡易的で継続的に測定するために、コンピュータ適応型テスト方式(Computerized Adaptive Test: CAT) を使用する

項目反応理論(IRT)を適用したコンピュータ適応型テストを使用する。CATは、英語を中心とする語学能力検査や職業適性検査として広く普及してきている。それらの検査では、合否判定型の知識テストとして用いられることが多いが、本研究のサッカー戦術技能を測定テストでは、迷路課題のような技能テスト型とする。コンピュータが提示する設問に対して、自覚している戦術プレーの達成度(戦術プレーができる/できないの成否)を回答していくテスト方式である。攻撃と守備の戦術パフォーマンスの達成度の自己評定や他者評定から戦術技能(Tactical skill)を測定するコンピュータテスト方式では質問の戦術プレーを動画でモニタに表示することが可能である。これにより、時間的連続性を考慮したゲーム状況を反映することができる。また、質問紙型テスト方式の文章質問が示す戦術プレーの誤解を回避することが可能である。

このような動画質問を用いたコンピュータ適応型テスト方式（CAT）によるサッカー戦術技能測定の特長は、以下の点である。

- 1) 簡易にかつ継続的に測定することが可能であり、選手個人の戦術技能（Tactical skill）発達評価への活用が可能となる。
- 2) 測定された戦術技能（Tactical skill）水準に応じて個人に適合した戦術トレーニングプログラムを実施することが可能となる。
- 3) 項目反応理論（IRT）を適用することで、項目の達成基準値は不変性を伴う項目特性値として分析される。これにより、サッカーの専門家による項目の達成基準の設定は不要であり、専門家のレベルによって得点が異なるなどの問題を解消することができる。

1.4 問題

研究目的を解決するために、本研究で検討した一般的問題は、サッカー戦術技能 (tactical skill) を達成度評価するコンピュータ適応型テストは、どのようなものか。」であった。

一般的問題を具体的に解決するために、以下の下位問題について検討した。

下位問題 1

コンピュータ適応型テストのためのサッカー戦術技能 (tactical skill) の構造, 測定項目, 動画質問, 尺度特性は、どのようなものか。

下位問題 2

サッカー戦術技能 (tactical skill) の動画質問による達成度評価テストの項目特性とテスト特性は、どのようなものか。

下位問題 3

サッカー戦術技能 (Tactical skill) の動画質問によるコンピュータ適応型テストの信頼性と妥当性は、どのようなものか。

1.5 仮説

一般的問題および下位問題を解決するために、以下の仮説について検討した。

仮説1

コンピュータ適応型テストが測定するサッカー戦術技能 (tactical skill) は、攻撃と守備における個人戦術技能、グループ戦術技能から構成される。サッカー戦術技能の測定項目は、攻撃と守備における個人戦術技能項目とグループ戦術技能項目から構成される。動画質問によるサッカー戦術技能テストは、信頼性と妥当性がある。

仮説2

サッカー戦術技能 (tactical skill) の動画質問による達成度評価テスト項目は、局所独立性、一次元性、2パラメータ・ロジスティック・モデルへの適合性、推定された困難度、識別力、能力値の不変性があり、テストの信頼性、妥当性、適合性がある。

仮説3

サッカー戦術技能 (tactical skill) の動画質問によるコンピュータ適応型テストは、信頼性、妥当性、簡便性がある。

1.6 研究課題

前述した仮説を検証するための研究課題を以下のように設定した.

研究課題 1

コンピュータ適応型テストを用いてサッカー戦術技能 (Tactical skill) の達成度を測定するために, 定性的分析と尺度特性分析を適用して, 動画質問によるサッカー戦術技能テストを構成し, テストの信頼性と妥当性を検討する.

研究課題 2

サッカー戦術技能 (Tactical skill) のコンピュータ適応型テストを構成するために, 項目反応理論 (IRT) 分析を適用して, 動画質問によるサッカー戦術技能の達成度評価テストの項目特性とテスト特性を検討する.

研究課題 3

適応型テストアルゴリズムと動画データベース技術を適用して, サッカー戦術技能 (Tactical skill) の動画質問によるコンピュータ適応型テストを構成し, テストの信頼性, 妥当性, 簡便性を検討する.

1.7 概念の整理と用語の定義

サッカー戦術技能の「戦術」「技能」などの用語は、サッカーにおいて日常的に用いられる用語であるが、厳密にはこの用語が意味するところは、スポーツ科学者の間でも明確に定義されてはいない。競技によっても、また、同じ競技であってもチームや監督によって、それぞれの使う用語が指している内実は同一とは限らない。サッカーの「戦術」という用語の使い方について、類似した「哲学」、「戦略」という用語との違いを検討し、本研究での用語の定義を示した。

1.7.1 戦術，哲学，戦略

「戦術の理解力がある」、「〇〇監督のサッカー哲学」、「戦略が悪い」など、戦術、哲学、戦略という用語は、サッカー競技について語る際によく用いられる用語であるが、その違いや意味の境界ははっきりしているとは言えない。

「哲学」という用語は、英語の「Schemas of plays (プレーのスキーマ)」, ドイツ語の「Spielschme」や「Spielphilosophie」に対応する。Gréhaigne et al. (1999) は、「チームスポーツ」における Schemas of plays を「特定の指示や合図に基づいて行われる、事前に決められた一連のアクション」であり、戦術や戦略よりもずっと前に計画されるもので、監督がプレーをどう理解しているかを反映している、と定義している。サッカーの戦略を研究している Cordes (2013) は、「Spielphilosophie」を「監督が支持するプレーの在り方に関する監督の基本的な考え」であり、「選択された戦略と実行された戦術によって観察が可能で、個人やチームの行動規範となるもの」であると定義している。

この「哲学」や「スキーマ」という用語に比較すると、「戦略」や「戦術」に関する学術的記述頻度はかなり多いといえる。「戦略 (Strategie)」と「戦術 (Taktik)」という概念は、古代の兵学で用いられたギリシャ語に由来し、それぞれ「ある全体構想の立案と実行」、「配置や編成の術」を意味する (Jan, 2010)。スポーツの領域でこの用語が使われるようになったのは、1960年代に入ってからのもので、両者は明確に区別されずに使われていることが多い。Schnabel (2008) は、「戦略と戦術は特定の行為を示すものではなく、どちらも、計画的で、賢く、計算高い行動をさす」とすら述べている。

「戦術」という用語は、試合の「競技の指揮に関するあらゆる処置（広義）」と「ある特定試合中の行動（狭義）」の二通りに用いられている（Jan, 2010）。

Roth (1989)は、ドイツ語圏内のスポーツ科学の専門家を対象とした調査で、「戦術」と「戦略」の語義が混乱してはいるが、「その場の状況に制約された短期の選択過程」は「戦術」に、「長期にわたる計画の立案」は「戦略」に位置付けるというミニマム・コンセンサスがあることを見出している。

Cordes (2013)は、Gréhaigne et al. (1999)を参照しながら、これらの様々な概念を、図 1.7 のようにまとめている。「戦略」は試合前に立てられ、「戦術」は試合で実行され、「哲学」は試合の前、試合中、試合後全体にわたって参照される。

本研究では、この Cordes (2013) の用語の定義に準拠し、戦術は「試合中に下されて、試合の成り行きに直接影響を与える種々の決定」であると定義した。



図 1.7 戦略、戦術、哲学の関係（Cordes, 2013 を改編）

戦術は、さらに、チームメイトの力を使わずに 1 人で達成できる「個人戦術」、最低 2 人以上のチームメイトが必要となる「グループ戦術」、チーム全体のコンセプトをもとに行動する「チーム戦術」に分類することができる。また、試合の局面により、「攻撃戦術」と「守備戦術」に分類することができる。

1.7.2 戦術技能, 技術技能

戦術は個人の競技力を構成する重要な要素であるが、これを実際に行動に移すには、まず試合状況を認知・分析し、戦術的な知識を稼働して次の行動を決定し、運動技術を駆使してそれを実行する、というプロセスを経なければならない。

Martens(2012)は、このような「競技において相手チームや相手選手から有利さを得るために行う選手の意思決定や行動」を「戦術」とは区別して「戦術技能 tactical Skill」と呼んでいる。また、「達成すべき課題を実行するために自分の体を動かす特定の手続き」を“technical skill”と呼んでいる。FIFAは、これらの技術や能力を、Tactと区別して、“tactical skill”と“technical skill”と呼んでいる。これは、Ehlenz et al.(1985)の「戦術達成能力 taktische Fähigkeiten」(選手自身が戦術課題を達成できる能力)や「技術達成能力 technische Fähigkeiten」(選手自身が技術課題を達成できる能力)に相当すると考えられる。注意したいのは、一般に「戦術」とそれを遂行する“skill”や“Fähigkeiten(能力)”を区別していることである。

ところで、一般に“skill”は、「スキル」と訳されることが多いが、“technic”の訳語である「技術」と混同して用いられることがしばしばある。森(2014)は「技」の方法や手段を「技術」とよび、「人間がもつ技に関する能力であり、それを使って仕事などを行う行為」を「技能」としている。「技術」は客観的に表現され記述できるため伝達容易であるが、「技能」は個別的で主体的なものであり、人を介してしか伝達できない。

本研究では、skillをサッカーの技術を達成するための選手の能力にとらえ、FIFAで用いられている“tactical skill”, “technical skill”を、それぞれ「戦術技能」, 「技術技能」と呼ぶこととする。

1.7.3 用語の定義

あらためて、本研究における各用語の定義を以下に示した。サッカー戦術に関する用語の定義は、表 1.7.1 に示されている。

1) サッカー戦術技能 (Tactical skill)

サッカーゲームで発揮されるサッカーに専門的な運動技能である。

2) サッカー技能

サッカー技能は、サッカーゲームにおいてゲームパフォーマンスを成就するために発揮されるサッカーに専門的な運動技能である。サッカー技能は、攻撃技能と守備技能から構成される。

3) 運動技能

運動技術を定められた目的のために、その状況に適した状態で遂行し、現象として運動成就（パフォーマンス）に変換する能力である。運動技術同様、個人に対してのみ適用し、集団に対しては適用しない。

4) 運動技術

ある目的に対して考えられる最も適切な運動行為を遂行するための方法、仕方であり、個人に対してのみ適用し、集団に対しては適用しない。適切な運動行為は、現在までの科学知識や実践経験に基づき、言葉や図、バイオメカニクスや数学の用語、機能解剖学の用語を用いて、さらにはそれ以外の方法を用いて記述することができる。

5) 達成度評価

個人の成績そのものを単独で評価する絶対評価で、到達度評価ともいう。あらかじめ設定した到達目標に基づいて、それがどの程度達成できたかで評価する。

6) ゲームパフォーマンス (戦術パフォーマンス)

試合を遂行するにあたって、個人または集団（チーム）が成就する運動成績の総体であり、試合中の現象として表出されたものである。

7) 攻撃戦術技能 (attacking tactical skill)

サッカーゲームの攻撃局面におけるゲームパフォーマンスを成就するために発揮されるサッカー戦術技能 (Tactical skill) である.

8) 守備戦術技能 (defensive tactical skill)

サッカーゲームの守備局面におけるゲームパフォーマンスを成就するために発揮されるサッカー戦術技能 (Tactical skill) である.

表 1.7.1 サッカー戦術用語の定義

戦術	定義
ボールを運ぶためのファーストタッチ	ボールを運びやすいところにコントロールする
DFをかかわすためのファーストタッチ	DFをかわしやすいところにコントロールする
シュートやパスのためのファーストタッチ	シュートやパスがしやすいところにコントロールする
スクリーン	ボールと相手との間に自分の身体を入れて、ボールを奪われないようにする。Shieldingシールドイングともいう
ポストプレー	攻撃の時、前線にいるトップの選手(ターゲットマン)にボールを当てて、ペナルティマーク周辺エリア、バイタルエリアに基点をつくり、攻撃を組み立てていく方法。
優先順位の高いパス	パスの優先順位が高い
攻撃方向を変えるパス	攻撃方向を変えるパス
タイミングの良いパス	受け手の動きに合ったタイミングのパス
方向が正確なパス	受け手の動く方向に合ったパス
強さが適当であるパス	受け手の動きと距離に合った強さのパス
見せかけのパス	相手を引き出すためのおとりのパス
方向を変えるドリブル	突破するためにドリブル方向を変化させる
スピードを変えるドリブル	突破するためにドリブルスピードを変化させる
DFを引きつけるドリブル	ドリブルで相手を引きつける
DFラインを突破するドリブル	ドリブルでDFラインを突破する
マークDFを突破するドリブル	ドリブルでマークDFを突破する
体の向き(観る)	味方の動き、相手守備のポジションなど判断に必要な情報を得るために、ボールと攻撃方向を同一視野に入れることができる体の向き、姿勢
ルックアップ	パスを受ける前、ボールコントロール後に、視野を確保してボール、味方、相手の状況を観る
ボール保持者とのコミュニケーション	アイコンタクト、指示の声、ボディランゲージなどでボール保持者と受け手が意思疎通する
チェックの動き	ある方向に動き出そうとする前に、一旦逆方向へ2,3歩ダッシュしてから急に方向を変えてダッシュする動き(チェック)(図参照)
ブルアウェイ	ボールから遠ざかりディフェンダーの視野から消える動き(図参照)
ウェーブ(曲線的動き)	ボールを受ける際に視野とスペースを確保のための曲線的な(放物線を描く)動きのこと
ダイアゴナルラン	コート中央からサイドあるいはその逆に斜めに走る(あるいは横切る)動き。スペースをつくる、スペースを利用するために重要となる。
サポート	ボールを保持している味方選手のために、パスコースをつくるような動きをすること。オフザボールの動きで、角度、距離、タイミングが重要となる。
視野から消える動き	ブルアウェイやウェーブなどでマークされているDFの視野から消える動き
DFの視野外から飛び出す動き	DFの視野から外れた位置からDFライン背後のスペースへ飛び出す動き
DFライン背後への走りこみ	DFラインの背後スペースへ走り込む動き
相手を引きつける動き	突破するスペースをつくるためにマークを引き付ける動き
スルーパス	ディフェンダーの間を通してディフェンスラインの裏側へ通り抜ける味方へ通すパスのこと。ペネトレイトパス、キラーパスともいう
壁パス	2人の間のパスによる突破の手段。パスを出す選手はパスとともに前方へ走り、受けた選手は壁の役割をしてリターンパスを行うもの。ワンツー、ダブルパス、ギブアンドゴーなどとも呼ばれる
クロスオーバー	2人の選手が互いに逆方向に走りながら交差する動き。
オーバーラップ	ボールの後方から、ボールを持っている選手の背後を通過してその選手を通り越し、前方のスペースへと飛び出す動き。動く方向が逆の場合はクロスオーバー
第3の動き	図でX1からX2の選手にパスが出る時、X3はX1から直接受けるためではなく、X2に渡ってからパスを受けるために、X2がパスを受けるよりも前にすでに動きを開始し、より有利なポジションでボールを受けようとする動き
オーバー	同一パス方向に位置する浅い方のFWを超えて深い方のFWがパスを受ける。
素早いリスタート	ファウルやアウトオブプレーの直後にFKやスローインを開始する
ショートコーナー	コーナーに近い味方にパスして展開するコーナーキック
コーナーキック	自陣のゴールラインからボールを出したときに、同サイドのコーナーからブレイスキックで開始する
直接フリーキック	直接得点できるフリーキック
ペナルティキック	ペナルティスポットからブレイスキックする直接フリーキック

表 1.7.1 サッカー戦術用語の定義 (続き)

戦術	定義
サイドチェンジ	攻撃サイドを右から左へ、左から右へ替える
サイドアタック	左右サイドのスペースから展開する攻撃
アーリークロス	DFラインの手前からDFライン背後スペースへ入れるクロスボール
プルバック	ゴールラインからマイナスに折り返すクロス
カウンターアタック	速攻
ダイレクトプレー	余計な回り道をせず、できるだけシンプルに、フィニッシュから逆算してプレーを組み立てていく考え方。プレーのプライオリティ(優先順位)が重要視される。
ポゼッションプレー	チームでパスを回してボールを保持すること
バイタルエリアの攻略	バイタルエリアはラストパスの基点となりうるエリアを指すことが多い。もともとは非常に重要なエリアという意味。
ファンタジスタの攻撃	攻撃の組み立て、しかけ、突破、シュート、得点に優れた選手
守備から攻撃への切り替え	ボールを失った直後に守備に切り替える
プレッシング (相手のプレーを制限する)	相手の攻撃をスピードダウンさせ、相手の次のプレーを自由にさせない方法。(ディレイ&ジョッキー)
振り向かせない	ボール保持者を攻撃方向にターンさせない
アプローチ	守備者がボールを持っている相手との間合いを詰めるプレー。同様に意味でプレスがよく使われる。
遅らせる	ボールを攻撃方向に移動させない、ディレイともいう
方向の限定	攻撃方向を狭めて制限していく
ボールの奪いどころをつくる	守備ゾーンでボールを奪う確率が高いところ
ボールを奪う	相手がボールをコントロールする瞬間にボールを奪う
ジャストミート(ボールを奪うとき)	攻撃側選手がボールをコントロールした瞬間にボールを奪う
インターセプト	パスが相手にわたる前に奪うこと
同一視野	相手とボールを同一視野に入れること
裏をとられない	正しいポジショニングの1要素で、チャレンジが可能で、裏をとられないように相手との距離を保つ。アプローチがボールの移動中のプレーで、裏をとられないはボールが移動する前のプレー
マンマーキング	相手をマークする
ゾーンマーキング	守備ゾーンをおさえる
マークの受け渡し	DFがお互いのマークマンを受け渡す
クロスボールへの対応	マークマンとボールを同一視野に入れ、クロスボールを処理する
チャレンジ&カバー	ボールへのプレッシャーすなわちチャレンジする選手と1stDFを後方からカバー(サポート)する選手との関係(図参照)
コレクティブディフェンス(挟み込み)	2人以上でボール保持者に対してボールを奪うために挟み込みに行くプレー
ブロック (守備の壁: 絞り込み)	エリック・ワシントンがいう守備の集結(concentration)に近い概念。守備の集結はゴール前での守備の網目を小さくすることに限定している
チェーンリアクション(連動)	3人、4人のDFラインが守備ゾーンで連動して動く
バランス	DFの配置が良く、守備ゾーンの深さと幅が安定している
リトリート	自陣に引いて守備ゾーンを確保する
スモールフィールド	守備でエリアを狭くする
ラインコントロール	守備ゾーンでのDFラインの連動、位置調整
コンパクト	トップと最終ラインの縦と左右の横の距離を短くしてボールを奪いやすくする
バイタルエリアの守備	DFラインを突破する基点となる攻防の重要エリア
攻撃から守備への切り替え	ボールを奪った直後に攻撃に切り替える

1.8 研究の限界

1) 定義による限界

本研究を通じて使用される用語の定義が明確にされたが、この定義の範囲内で検討がなされ、結論が示される。

2) 標本による限界

結論の一般化のためには標本は母集団を代表している必要があるが、本研究の標本は想定される母集団から無作為に抽出されたものではない。したがって、標本のサッカー戦術技能 (tactical skill) 水準の範囲内で結論の一般化が可能である。

3) データの統計処理による限界

コンピュータ適応型テストを構成するために、2パラメータ・ロジスティック・モデル(2PLM)による項目反応理論(IRT)分析を適用して、サッカー戦術技能 (tactical skill) の達成度評価テストの項目特性とテスト特性を分析した。したがって、項目反応理論分析の範囲内で結論の一般化が可能である。

4) 測定方法による限界

動画質問によるコンピュータ適応型テストでは、各戦術技能 (tactical skill) の質問に、単一の戦術プレー動画を使用した。サッカー戦術技能 (tactical skill) パフォーマンスの測定には、サッカーゲームでの戦術プレー達成度の自己評定法を用いた。また、サッカーゲームでの戦術プレーの達成度は、相手チーム、リーグ、大会の競技水準に相対的である。したがって、これらの測定方法の範囲内で結論の一般化が可能である。

1.9 本研究の構成

まず、本研究に関連する概念の整理と用語の定義を提示したうえで、2章でこれまでの先行研究を概観した。さらに、以下の研究課題を順次検討した。3章では、本研究の重要な分析手法である項目反応理論(IRT)分析について述べた。4章、5章、6章では、図1.7.1に示した3ステップに分けて、サッカー戦術技能(tactical skill)の動画質問による達成度評価テストを作成した。7章では、本研究の成果と今後の課題について述べた。

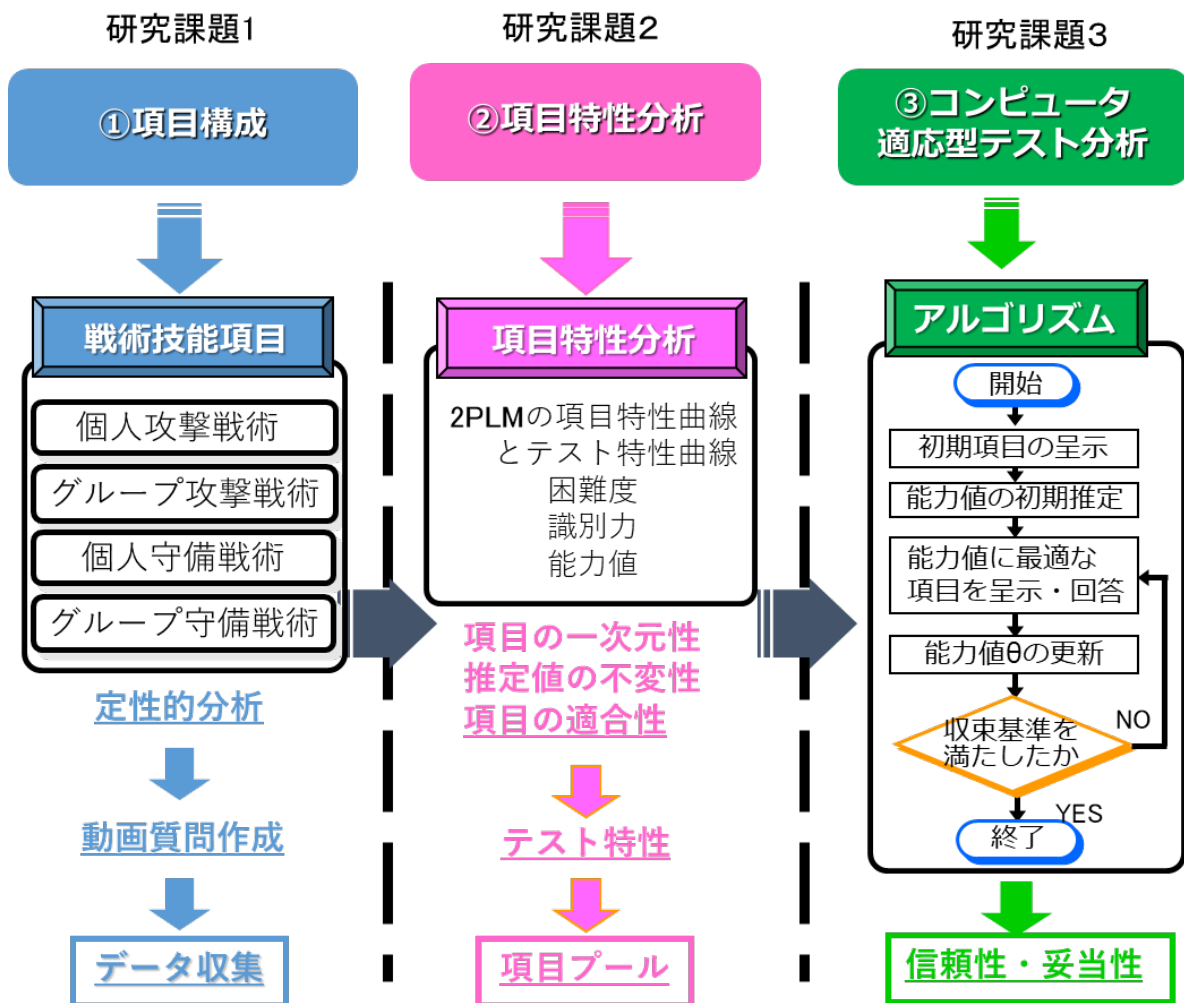


図 1.7.1 サッカー戦術技能の動画質問による達成度評価テストの構成手順

第1ステップでは、専門家による定性的分析法を適用して、サッカー戦術技能(tactical skill)構造、測定項目、動画質問を分析し、動画質問によるサッカー戦術技能(tactical skill)テストを構成し、テスト項目の信頼性と妥当性を分析した。(研究課題1)

第 2 ステップでは，達成度評価のテスト理論である項目反応理論 (IRT) 分析を適用して，動画質問によるサッカー戦術技能の達成度評価テストの項目特性とテスト特性を分析した．(研究課題 2)

第 3 ステップでは，動画質問によるコンピュータ適応型テストアルゴリズムを開発し，テストの信頼性，妥当性，簡便性を分析した．(研究課題 3)

第2章 関連文献

以下の2.1節から2.4節では、サッカー戦術技能 (tactical skill) に関するこれまでの研究について概観する。

2.1 サッカー技術技能(Technical skill)にアプローチした研究

個人戦術力を構成している技術力にアプローチした研究には、動作に関するバイオメカニクス的研究やキネマティクスの分析などがある。これらの研究では、戦術的思考力の前提となる対戦相手の競技力の見積もりおよび相手の行為の予測、実行される行為が対戦相手に対して持っている意味、行為に込めた当事者の意図などが考慮されていないために、個人戦術力を明らかにすることにはつながっていない(曾田, 2011)。

個人戦術技能を構成している個人のサッカー技能(technical skill)に関するテスト(スキルテスト)については、1980年代前半までは、「試合の中で現れるプレーは連続的動きの中で、相手と競り合いながら、しかも、スピードの変化を含んだ複雑な形で表現されるので、そのプレーを客観的に測定することは不可能に近い」(磯川ら, 1983)という考えが主流であった。そのため、1960年代から1970年代にかけては、試合ではない場面でパフォーマンス(実技)を行い、その技術水準を評価するスキルテストが多く開発された。

阿部(1961)が作成したスキルテストは、スローイン、ドリブル、シュート、プレーキック、ボール扱い、ヘディングの6種類からなり、ゴールキーパーにはさらにプレーキック、パントキック、ボール投げの3種類が加えられている。このテストは当時の全日本代表候補、学生選抜、ユース代表などにも行われ、技術水準を評価する指標として用いられていた。また、浅見(1970)は、ボールつき、サイドキック、ジグザグドリブル、インステップキック、ヘディング、スローインの6種類からなるスキルテストを作成した。このテストは、日本サッカー協会の科学研究部が少年用のスキルテストとして用いたため、最も広範囲で利用され、1980年代前半まで1部テストの項目は全国大会出場選手に実施されていた。その他、8の字ドリブルテスト、トラッピングテストなどが行われていた(磯川ら, 1978; 磯川ら, 1983)。また、Cohen(1962)はシュート技術に対する自己評価とシュートの確率を予想し、実際のシュート結果と比較することで、シュート力を評価した。

これらのスキルテストは、ゲーム中に用いられる技術を使いこなせる能力を客観的に評価する目的で作られてきた。しかし、ゲーム中に用いられる技術は、それが敵・味方合わせて 2 2 人という状況下で使われるため、正しく再現することは不可能に近い(岩村, 1981)。ゲーム状況を最大限に類似させたスキルテストであったとしても、変化するゲーム状況や選手間の関係性を表現するテスト状況を準備することができないことから、パフォーマンステストを用いたサッカー技能 (technical skill) やサッカー戦術技能 (tactical skill) の測定は困難であるといえる。

このようにスキルテストでは、テストの条件を実際のゲーム状況にどんなに近づけても、個人戦術に用いられる特定の動作の習熟レベルを時間的・空間的な側面から測定・評価できるにすぎず、その合理性や経済性を評価することはできても、合目的性を評価することはできない(曾田, 2011)。

したがって、スキルテストは動作の習熟レベルの客観的な評価には役立っても、テストの条件が実際のゲーム場面と異なるために、テスト結果が個人戦術力を評価しているかどうかの妥当性に問題がある (Kuhn, 1978)。

2.2 状況判断・認知能力・意思決定にアプローチした研究

サッカー選手の状況判断に関する研究として、中山(1998)はサッカープレーヤーの状況判断過程のモデル化を行い、状況判断過程には状況／認知能力、予測、計画、プレー決定の4つの下位過程が存在することを明らかにした。発話プロトコルによるサッカープレーヤーの状況判断過程のモデル化を分析し、構築されたモデルには、状況／認知能力、予測、計画、プレー決定の4つの下位過程が存在することを明らかにした。田中(1999)は、あるゲーム状況に対するプレーの決定は、プレーヤーの知識構造を反映するものであり、知識構造の発達とは、宣言的知識の拡大と質的向上、および手続き的知識の獲得であることを明らかにした。また、田中(2001)は、同様の立場から、サッカー選手の守備における戦術がどのように理解され、どのように発達するかをジュニアユース年代とユース年代とで比較した。

しかし、これらの研究は、サッカー選手における状況判断を記述式で示すことを主とするもので、サッカーの実際の指導には活用されにくい。そこで、小泉ら(2003, 2004)は、サッカー選手の実際の指導現場に直接還元することを想定、サッカー選手における状況判断の状況認知能力と意思決定を測定する新たなビデオ映像テストを作成した。また、このテストを用いた継続的な測定の結果から、少年サッカー選手の状況認知能力と意思決定に関する特性をトレーニングとの関連を踏まえて検討した。さらに、典型的に現れるゲーム状況をピッチ上に設定して、被験者に実行すべきプレーを回答させ、専門家によって検討された「選択すべき有効なプレー」との一致度によって、状況判断、すなわち戦術的思考力を評価している。

しかし、これらの先行研究には、以下の問題点が指摘されている。

- ①ゲーム状況は多次的複合的であるため、すべての要素を含んだ状況での研究は非常に困難である。
- ②課題として用いる状況は何らかの形で人工的に設定せざるをえないことから、2 vs 2, 3 vs 3, 5 vs 5などの限定された局面であった。
- ③記述式ではなくビデオ映像を用いて作成したビデオ映像テストであっても、その結果と実際のプレー場面における選手の評価とは関連できていない。
- ④ビデオ映像自体の妥当性の検証が検討されていない。

2.3 ゲーム分析・ゲーム統計にアプローチした研究

鈴木・西嶋 (2002) は、ゲームパフォーマンス分析は、一般的にゲーム分析 (game analysis) とゲーム統計 (game statistics) に大別されると述べている。ゲーム分析では、専門家の視認的方法によって、技術、戦術、技能、チーム力などが質的に評価、記述され、ゲーム統計ではゲームパフォーマンスの分析手法 (Hughes, 1996) を用いて得点数、失点数、シュート数などの計数データを扱う、としている。加えて、鈴木・西嶋 (2002) は、ゲーム分析では分析者の主観性および恣意性を排除することはできないと指摘しており、Frank and Miller (1986) もまた、コーチのゲーム観察の正確性は3割程度であると述べていることから、客観的な測定値に基づいたゲームパフォーマンス分析が重要であるといえる。

ゲームパフォーマンスの分析には、サッカーゲームからのデータの取得が必要である。サッカーにおけるデータの取得法の原点は、競技知識をもった人間が試合を見て判断したものを記録する方法であり (加藤, 2016), 1960年代は手作業が主流であった。太田ら (1969) はグラウンド上の線を目印にして選手の移動を視覚的にとらえ、5分間に1枚のペースで手記する方法を用い、選手の移動距離や移動パターンを分析して戦術面に活用した。しかし、この方法ではデータの取得に多くの人数が必要であった。1980年代には、ビデオに録画された試合映像からゲームパフォーマンスを中心とした統計を取って分析する方法が主流となり (田中, 1984; 難波・清, 1988), ハードウェアやソフトウェアの進化に伴って、データの取得方法も変化した。内山ら (1989) はビデオ撮影者1名、ゲーム展開 (場所、プレイヤー、プレイの結果) を口頭で言う者1名、コンピュータに入力する者1名の計3名で役割を分担し、試合中にリアルタイムでデータを取得し、ハーフタイムなどに活用する方法を考案した。

Hughes (1993) や Erdmann (1991) は、ビデオとコンピュータを使用した解析の重要性を指摘した。移動距離などの CGS 単位系や、シュートの回数や決定率などの頻度または割合で測定できるパフォーマンスは比較的主観に依存する程度が低く、サッカー経験のある者であれば、少ない誤差で測定することができると考えられる。しかし、これらの測定可能なパフォーマンスはサッカーの1部分を表現しているに過ぎず、複合的な技能やプレー構造などの測定できない領域については、選手や指導者がパフォーマンスデータに基づいて推測するしかない。そこで、鈴木ら (2000) はシュート技能の因果構造を明らかにし、山田ら (2000) はディフェンスプレッシング技能の因

果構造を明らかにした。これらの研究では、複数の専門家によるデルファイ法（Linstone and Turoff, 1975）を伴う特性要因分析を適用して技能の因果構造を定性的に分析し、内容的妥当性を確認した。さらに、構造方程式モデリングを適用して技能領域間の因果構造モデルを検証し、技能評価尺度を構成した。

2.4 テクノロジーの発展によるビッグデータからの分析

データテクノロジーの発展により，選手の位置情報を計測し，選手の走行距離，スピード，スプリント回数，パス成功率，シュート数，対人の勝率などデータを蓄積できるようになった．これらは多変量時系列データであり，つまり，サッカーゲームから計測されたビッグデータである．

SAP はドイツ一部リーグ，ブンデスリーガに所属するサッカークラブ TSG1899 ホッフェンハイムと協力し，ビッグデータと Internet of Things を活用し，選手の動きに関するデータ分析のイノベーションを開発している．選手が身に着けたセンサーから収集されたデータは SAPHANA に集められ，トレーニングおよび試合の分析に用いられる．クラブは各選手やチーム全体としての動きをリアルタイムに分析し改善に役立てている．

監督は，分析に基づいてあらたなトレーニング方法を開発している．選手のパフォーマンスの特徴，たとえば加速力，最高速，ボールコンタクトなどが選手ごとにリアルタイムに計算され，選手ごとおよびチームの合計としてビジュアルに表現され．地理情報分析を適用して，たとえば走行距離，平均スピード，ボール保持率，プレー選択傾向などの個人およびチームの動き方の特徴に対して，強みをさらに高め，弱みを克服するために最適なトレーニングメニューを作ることができる．

またデータは負傷のリスクを減らし，またはプレーの最高強度をさらに上げるために使うことができる．

ドイツ代表チームはソフトウェア大手 SAPAG と手を組み，選手のパフォーマンスに関する膨大なデータを集め分析する「試合分析ソフトウェア」を作っている．” マッチインサイト” と呼ばれるこのツールは，フィールドに設置されたカメラがとらえた映像から，プレーヤーの場所とスピードも含め，秒間数千にも及ぶデータポイントを取り出し記録する．データは SAP のデータベースに蓄積・分析され，コーチは特定の選手のパフォーマンスに関するデータを簡単に取り出し，選手個人のモバイル端末に対してフィードバックを送ることができる．マッチインサイトを使うことで，ドイツ代表チームは各選手のボール保持時間を計測し，かつての 3.4 秒から，1.1 秒にまで縮めることができた．またコーチ，選手，スカウトはその変化をビジュアルに見て体感することができ，それがチームの哲学として浸透していった．

このボールを早く回すプレースタイルは、とくにブラジル代表を7-1で粉砕した試合の、わずか179秒の間に3ゴールを挙げたところにも表れている（SAP, 2016）。

しかし、現在実際の現場で活用されている項目のほとんどは、サッカーゲームにおけるコンディションを選手へのフィードバックするために使用され怪我やコンディショニングの管理に用いられているのが現状である。

サッカーのビッグデータによって、従来にはない有益な情報を得ることが期待されている。しかしながら、サッカーのビッグデータを用いた研究はまだ歴史が浅く、研究の蓄積が必要であると指摘されている（徐, 2017）。

Costaら(2009)は、サッカー戦術原則の定義を作成した。Mimmertら(2016)は、サッカー戦術に関するレビューをまとめ、これまでの先行研究ではサッカー戦術技能(Tactical skill)は測定されていないことを指摘した。これまでは選手の動きを記述的・観測的に測定し、分析していたために多くの時間が掛かり、専門家の専門的知識が必要とされていた、という問題点を指摘した。最近のトラッキングデータによるビッグデータから定量的・客観的にサッカーゲームにおける戦術プレーやパフォーマンスを測定する必要があると述べ、欧州チャンピオンズリーグ(UFACL)のバルセロナ対バイエルンミュンヘンの実際の試合におけるFWライン、MFライン、DFラインのライン間の距離の変動を分析した。

Rein & Mimmert(2016)は、同様に、トラッキングデータからこれまでにない定量的なサッカーの戦術パフォーマンスを測定する必要性を述べている。しかし、ここで測定しているのはチームのユニットとしての変動であり、個人の戦術技能(Tactical skill)を直接測定しているものではない。

2.5 コンピュータ適応型テストに関する研究

1990 年以降、欧米に比較して我が国では、新しいテスト理論である項目反応理論 (IRT) の標準化されたテスト作成への適応、ならびに項目反応理論 (IRT) に基づいた適応型コンピュータテストの開発研究が遅れている。欧米の適応型コンピュータテスト開発研究は既に実用段階にあり、英語力検定の TOEIC や TOEFL のコンピュータテストに代表される。

コンピュータ適応型テスト (Computerized Adaptive Test: CAT) の構築は、公益財団法人日本英語検定協会 (Eiken Foundation of Japan) が基礎開発した「キャセック (Computerized Assessment System for English Communication: CASEC)」などに代表されるように、英語能力検定をはじめとするコミュニケーション能力を測定するテストとして実用化が進展している。

一方、医学研究ではコンピュータ適応型テスト (Computerized Adaptive Test: CAT) を用いた研究が進展してきており、コンピュータ適応型テストを用いた方がテストの信頼性と妥当性が高く、利用者の便利性和高いことを示す報告が多い。Kramer (2016) は、子供の自閉症の度合いを評価するコンピュータ適応型テスト PEDI-CAT (ASD) は高いテスト信頼性を示した ($ICC > 0.86$)。親たちはコンピュータによる PEDI-CAT (ASD) は非常に使いやすかったと述べており、コンピュータでないテストよりも不必要な質問事項が少なかったことが評価された。同様に、Dumas (2012) は PEDI-CAT を用いて「障がいがある、ない」を測定し、CAT の信頼性が高かった。Barthel (2016) は、ドイツの小児科において患者が述べる症状を元に、CAT を用いて診断結果を導き出す新しい試みを行った。

Anatchkova (2013) は、健康関連クオリティーオブライフ (Health-related quality of life (HR-QOL), 生活水準) を評価するために、Role functioning computer adaptive test (RF-CAT) を用いて、CAT が高い信頼性、妥当性、受容性 (acceptability) があることを報告した。Thamsborg (2015) は、ガンなどの腫瘍を患う患者の多くが訴えている食欲不振の度合いを正確に測る CAT を開発し、正確に患者一人一人に合わせた測定を実現した。

Gamper (2016) は、Role functioning (RF) のための CAT を開発した。これは、腫瘍学の中最も頻繁に使用されている HRQOL の測定法 (EORTC QLQ-C30) の CAT 版を開発するための研究の一部であり、によって選択されたテスト項目には信頼性があった。

RF-CAT bank は正確性と効率性を高め、今後のガン研究と治療に積極的に取り入れていくべき科学技術である、と結論付けられた。健康に関連する生活の質を CAT によって導き出し、CAT を使うことによって質問数を 11% から 50% まで減少させる簡便性があった。

このように、医学の研究ではコンピュータ適応型テストを用いた研究が進んでおり、コンピュータ適応型テストを用いた方が、信頼性、妥当性が高く、ユーザーにとっても便利性和高い。

これらの先行研究からも、サッカー選手に専門的な戦術技能を測定するための適応型コンピュータテスト開発に関する研究は未だなされておらず、本研究はまったく新しい試みであるといえる。

2.6 サッカーの戦術

サッカー戦術技能項目の内容的妥当性を確保するために、サッカーの専門的機関である国際サッカー連盟(FIFA)および公益財団法人日本サッカー協会(JFA)が提示している戦術構造を参照した。

2.6.1 国際サッカー連盟(FIFA)

国際サッカー連盟(FIFA)の指導テキストである FIFA Coaching (2004)では、サッカーゲームにおける戦術的戦略 (tactical strategies) は攻撃チームと守備チームに分類されている。攻撃チームの戦術的戦略はクイックブレイクアタック、ビルドアップアタック、カウンターアタックの3つに分類されている。攻撃の目的は、ボールを失わずに得点を取ることである。攻撃チームの目的はボール保持者個々のアクション、敵のマークをのがれること、選手の動きによってスペースをつくる(open up)ことである。

一方、守備チームの戦術的戦略は、混合守備(mixed defence)、ゾーン守備(zonal defence)、個人守備(individual defence)、プレス、オフサイドの5つに分類されている。守備の目的はポゼッションを奪還し、ゴールを与えないことである。守備チームの目的は守備ユニットにディフェンダーが戻り、個人および集中マーキングによって、攻撃スペースを消す(close down)ことである。

表 2.3.1 は、サッカーにおける主要な基礎戦術的戦略(main fundamental tactical strategies)を示している。攻撃では、マーク外し(losing the marker)以下 13 に分類されている。守備ではマーク(marking)以下 12 に分類されている。

2.6.2 日本サッカー協会(JFA)

財団法人日本サッカー協会の指導テキスト(2004)では、サッカーゲームの目的は攻撃においてはゴールを奪うことあるいはボールを失わないことであり、守備においてはゴールを守ること、あるいはボールを奪うことである。サッカーは攻撃局面と守備局面の切り替えにおける攻防である。このことから、サッカー戦術は攻撃戦術と守備戦術に大別され、それぞれが個人戦術、グループ戦術、チーム戦術に分類される。

サッカー戦術の習得の順序は個人戦術、グループ戦術、チーム戦術の順である。公益財団法人日本サッカー協会指導テキストでは、12歳以下(U-12)で個人戦術、14歳

以下(U-14)で個人+グループ戦術, 16歳以下(U-16)でチーム戦術を身につけることを課題としている。つまり日本サッカーでは, チーム戦術技能の基盤はグループ戦術技能および個人戦術技能である, と促えているのである。

サッカーゲームではボールを保持しているオンザボール(on the ball)の時間とボールを保持していないオフザボール(off the ball)時間が存在する。この概念は攻撃だけではなく, 守備にも適用される。つまり, 守備のオンザボールは直接マークしている相手チーム選手がボールを保持しているときであり, 守備のオフザボールは直接マークしている相手チーム選手がボールを保持していないときである。

ボールに直接関わらないオフザボールの時間は非常に重要であり, サッカーコーチングではオフザボールに目を向けることや, オフザボールへの働きかけが重要である。しかし, オフザボールへのコーチングの目的は, あくまでもオンザボール局面を良好するためのものである。自分自身あるいは味方のオンザボールの局面をより良くするためのオフザボールという感覚を, 基礎知識としてもつようにすることが重要である。

攻撃戦術は, 個人戦術とグループ戦術から構成される。個人戦術はゲーム状況に対応して個人技術を使うことである。個人技術はボールをもっているときのオンザボールとボールをもっていないときのオフザボールに区別される。ゲーム状況に対応して良い判断をするための個人技術は, 有効な視野の確保(good body shape)をすること, ボール, ゴール, 味方, 相手, スペースを観ることである。

オンザボールの個人技術はシュート, ドリブル, パスである。シュートの技術ポイントはゴールへの意識(ゴールを目指すこと)である。ドリブル技術はランウィズザボール(run with the ball), ドリブルフェイント, スクリーンとターンである。ドリブルの技術ポイントはスピードの変化と持続, 方向の変化により積極的にしかけること, スクリーンとターンにより次の突破を狙い, ボールを奪われないことである。パスの技術ポイントはパスの優先順位, パスの質, 味方とのコミュニケーションである。パスの優先順位は,

- ①相手の背後,
- ②前方へのパス(できれば前を向かせる),
- ③ディフェンスから遠い足,

である。パスの質は方向, 強さ, タイミングである。味方とのコミュニケーションはアイコンタクト, 指示の声, ボディランゲージである。

オフザボールの個人技術ポイントは動きの優先順位，スペースつくりの動き，ボール保持者とのコミュニケーションである。動きの優先順位は，

- ①相手の背後をねらう，
- ②前方でパスを受ける（できれば前を向く），

である。これらを可能にするためのチェックの動きが必要である。スペースつくりの動きは，おとりの動き，牽制の動きである。ボール保持者とのコミュニケーションはオンザボールと同様なアイコンタクト，指示の声，ボディランゲージである。

攻撃のグループ戦術はゲーム状況に対応して突破のためのコンビネーションプレーを使うことである。グループ戦術はドリブル突破（サポートの牽制を利用して），スルーパス，壁パス，クロスオーバー，オーバーラップ，第3の動きである。

守備戦術は攻撃戦術と同様に個人戦術とグループ戦術から構成される。個人戦術はゲーム状況に対応して個人技術を使うことである。個人技術はボールをもっている者に対するときのオンザボールとボールをもっていない者に対するときのオフザボールに区別される。オンザボール守備の技術ポイントはボールとゴールを結んだラインにポジションをとるのが基本であること，プレッシャーをかけること，ボールを注視することである。

オフザボールの守備技術は正しいポジショニング，アプローチ，チャレンジの優先順位である。正しいポジショニングの技術ポイントは相手とゴールを結んだライン上を意識すること，相手とボールを同一視できる身体の向きを確保すること，チャレンジが可能で，裏を取られないような相手との距離を保つことである。アプローチの技術ポイントはボールの移動中にでききるだけ寄せること，相手のファーストタッチ時には相手のあらゆる動きに対応できる体勢をとることである。

チャレンジの優先順位は，

- ①インターセプト，
- ②タックリング，
- ③振り向かせない，
- ④ディレイ（遅らせる）とジョッキー（相手のある方向に追いやること），

である。タックリングの技術ポイントはボールをつなぐのではなく，身体を入れることである。振り向かせないことの技術ポイントは間合いを考えることである。ディレイとジョッキーの技術ポイントはむやみに飛び込まないことである。

守備のグループ戦術はチャレンジ&カバーである。チャレンジ&カバーの技術ポイントは、第1ディフェンダーは正しいポジションからプレッシャーをかけること、第2ディフェンダーはカバーリングも考え、角度、距離、ボール保持者の状況に注意してポジションをとること、指示の声をかけることである。ここで、第1ディフェンダーはボールをもっている者をマークしている。第2ディフェンダーボールをもっていない者をマークしている。

表 2.3.1 サッカーにおける主要な基礎戦術的戦略

Definitions of the main fundamental tactical strategies (FIFA, 2004)	
Attacking	
Losing the marker	The action of getting away from an opposing player by making a run, finding space or making a dummy run to receive the ball.
All-out attack	A dynamic, attacking phase involving several of the team to spread play out and create space (both out wide and in the last third of the field).
Off-the ball movement	Creating space for team-mates by running into space, making decoy runs, etc.
Triangular play	Play involving 3 players, where 2 players automatically provide support for the ball carrier behind and/or in front of him.
Playing "keep-ball"	Retaining possession by playing it from the right flank to the left flank, and then back again.
Changing tempo	Accelerating or slowing down play (the movement of the ball) by using specific technical or tactical actions.
Switching play	Changing the location of play by a long pass to another part of the pitch in the opposite direction to that in which play had previously been going.
Drawing in the opponent	The player with the ball at his feet goes towards the opponent to tempt him into the tackle; he then eliminates the opponent by dribbling past him or passing.
Support play	The action of backing up the ball carrier to provide an option for him.
Position switching	Exchanging positions or zones with other players.
Dummy or decoy run	Running into a space to distract the defence, but with no intention of receiving the ball (thereby deliberately creating space for a team-mate).
Overlapping run	Creating numerical advantage on the flank by running round the teammate in possession (to create a 2 v 1 situation).
Pivot player / Link man	A player who usually has his back to goal when receiving the ball and who then lays it off for the supporting striker(s).
Defensive	
Marking	Defensive position adopted by players to prevent opponents receiving or challenging for the ball.
Anticipation	Defensive positioning action where the opponent's reaction is anticipated and the defence changes position accordingly to respond to this.
Reducing the spaces (grouping together)	Leaving as little space as possible between the defensive lines by closing down using the whole team.
Lateral movement	Movement of the whole team or the line across the width of the field, but still remaining compact.
Closing down the area in front of goal	Tightly packing players into the centre of the field to close down this area.
Pressing	Harassing or surrounding the opponent in numbers to regain possession.
Attacking pressing	The action zones where players apply pressing.
Defensive pressing	The action zones where players apply pressing.
Mutual cover	The positioning of the players around the pitch to support their teammates. Each player is "covered" or protected by another.
Pyramid defensive formation	Triangular defensive formation facing up to the ball carrier in the opposing team.
Echelon formation	Echeloned or diagonal covering position in relation to where the ball is, used by the defensive unit or the midfield.
Thwarting the opponent	Going towards the ball carrier with the aim of halting his progress, making him play the ball or shepherding him to an area of the pitch that will allow the defence to organize itself.
Tackling	A duel with the aim of dispossessing the opponent of the ball.

第3章 項目反応理論分析

3.1 基本モデル

3.1.1 項目特性曲線

項目特性理論では、テストの項目はすべて「項目特性曲線(Item Characteristic Curve: ICC)」と呼ばれる曲線で記述される。この曲線は、潜在特性尺度値とその項目に正答する確率との関係を表し、潜在特性尺度値の単調増加関数になっている。

潜在特性尺度値がそれぞれ

$$\theta_A, \theta_B \quad (\theta_A < \theta_B)$$

である二人の被験者A, Bが、この項目に正答する確率はそれぞれ

$$P_A, P_B \quad (P_A < P_B)$$

で与えられる。実際のテストでは、「能力」の高い受験者が誤答し、「能力」の低い受験者の方が正答する場合も少なからず見られるが、項目反応理論では、「正答する」ことが「確率的な現象」であるという仮定を導入してモデル上に表現する。

3.1.2 ロジスティック・モデル

項目特性曲線は、曲線の形にロジスティック曲線と呼ばれる曲線形を仮定することが多い。これは、ロジスティック曲線を表す関数が数学的に取り扱いやすいという理由による。また、それは、特にロジスティック・モデル(logistic model)と呼ばれており以下の式で示される。

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

ここでの記号はそれぞれP: 正答率, θ : 能力値, D: 尺度要素(1.7), a: 識別力, b: 困難度を表している。

項目特性曲線の位置が右よりにある項目ほど難しく、左よりにある項目ほどやさしい。ここで、曲線の位置はパラメータで決まるのであるから、パラメータbは困難度パラメータ(difficulty parameter)と呼ばれる。

また、パラメータaの値が大きい項目は変曲点の前後で特性尺度値の違いを明らかに識別できるのに対して、パラメータaの値が小さい項目はそれほど明らかに識別することはできない。つまり、パラメータaの値によって特性尺度値を識別する力が決まるのであるから、パラメータaは識別力パラメータ(discrimination parameter)と

呼ばれる。ロジスティック・モデルには、識別力および困難度の2つのパラメータをもつ「2パラメータ・ロジスティック・モデル」の他に、識別力パラメータはすべての項目で等しい値をとり(従って、項目パラメータではなくなる)、困難度パラメータのみが項目間で異なる「1パラメータ・ロジスティック・モデル」、そして識別力および困難度に加えて多枝選択形式項目で生じやすい「当て推量(guessing)」を表すパラメータを加えた「3パラメータ・ロジスティック・モデル」がある。

3.2 局所独立の仮定

n 項目から構成されるテストに対する被験者の反応について、項目反応理論では、「受験者の、ある項目に対する反応は、他のいずれの項目に対する反応とも独立に生ずる」ことを仮定する。これは、「局所独立(local independent)の仮定」と呼ばれ、ある受験者について項目 j に正答したかが、項目 k に正答するか誤答するかに全く影響しないという仮定である。

3.3 個人の尺度値の推定

実際のテストでは、受験者の項目反応パターンがテストを採点した結果得られ、これを基に個人の潜在特性尺度値 θ を推定する。例えば、その受験者が項目1に正答、項目2に誤答、 \dots 、項目 n に正答したならば、項目反応パターンは $(1, 0, \dots, 1)$ になる。これがその受験者に関して得られたデータのすべてであり、これを基にその受験者の潜在特性尺度値 θ を推定する。

実際の推定には、統計学で最尤推定法(maximum likelihood estimation)と呼ばれる方法が用いられることが多い。これは、実際に観測された項目反応パターンが得られる確率が最も大きい θ の値を推定値とする方法で、例えば、反応パターン $(1, 0, \dots, 1)$ を示した被験者の推定値の候補として、 θ_1 、 θ_2 、 θ_3 の3つの値が考えられる時、

$$\text{Prob} (1, 0, \dots, 1 \mid \theta_1),$$

$$\text{Prob} (1, 0, \dots, 1 \mid \theta_2),$$

$$\text{Prob} (1, 0, \dots, 1 \mid \theta_3),$$

の値を計算して、もし2番目の値が最も大きくなったならば、 θ_2 をその被験者の推定値とする。

3.4 情報関数および情報量

3.4.1 テスト情報量(関数)

項目反応理論では、テストの測定精度を表すのにテスト情報量(amount of test information) $I(\theta)$ を用いる。

これは潜在特性尺度値 θ の関数で表され、2パラメータ・ロジスティック・モデルの場合、

$$I(\theta) = D^2 \sum a_j^2 P_j(\theta) Q_j(\theta)$$

になる。ここで、 n はテストに含まれる項目数、 $P_j(\theta)$ は項目特性関数、 $Q_j(\theta) = 1 - P_j(\theta)$ 、そして、 D は定数でその値は1.7である。

特性尺度値が θ である受験者に対して n 項目から構成される同じテストを何度も繰り返し実施するという状況を仮に考えたときに、1回実施する度に計算される推定尺度値 θ について分布が得られるが、 $I(\theta)$ はその分布の分散(測定の誤差分散)の逆数に相当し、その意味でテストの精度を表している。テスト情報量を用いることによって、受験者ごとに測定精度を推定でき、その測定が当該受験者にとって適切であったか否かなど、きめの細かい議論をすることができる。

3.4.2 項目情報量(関数)

テスト情報量を表す上の式の右辺について、

$$I_j(\theta) = a_j^2 P_j(\theta) Q_j(\theta)$$

とおくと、テスト情報量は、

$$I(\theta) = \sum I_j(\theta)$$

になる。これは、テスト情報量が各項目ごとに定義される $I_j(\theta)$ の総和で得られることを示している。従って、 $I_j(\theta)$ はテスト全体のテスト情報量に対して各項目が貢献している分を表している。そこで、この $I_j(\theta)$ を項目情報量(amount of item information)と呼ぶ。結局、「テスト情報量は項目情報量の和で表される」ことになる。

3.4.3 得点情報量(関数)

項目反応パターンではなく、従来から個人のテスト結果を表示するのに基本的には正答数得点(number right score)がよく用いられて来た。ここでは、正答数得点から特性尺度値 θ を推定した場合の推定精度について述べる。

この場合も、受験者の実際に観測された正答数得点が x である時、 x が得られる確率が最も大きくなる θ の値をもって当該受験者の特性尺度値の推定値とする。すなわち、正答数得点に基づく特性尺度値の最尤推定法である。この場合に尤度関数は、

$$L(x | \theta) = \prod_j P_j(\theta)^{x_j} Q_j(\theta)^{1-x_j}$$

で与えられる。この方法で、推定尺度値を求めた場合の推定精度は得点情報(amount of scoring information) $I_x(\theta)$ で表される。2パラメータ・ロジスティック・モデルの場合は、

$$I_x(\theta) = D^2 [\sum_j a_j P_j(\theta) Q_j(\theta)]^2 / [\sum_j P_j(\theta) Q_j(\theta)]$$

で与えられる。そして特性尺度値 θ の全範囲で、

$$I_x(\theta) \leq I(\theta)$$

という関係が成り立つことが証明される。すなわち、得点情報量はテスト情報量に等しいかそれよりも小さい値をとるというもので、項目反応パターンを正答数得点化する際にもとの項目反応パターンの持つ情報の一部が失われることによる。

情報量は低くなるが、あらかじめ正答数得点 x と推定特性尺度値 θ との対照表が計算して与えられていれば、テストの採点場面ではコンピュータによる数値計算が不要となる特徴を持っている。

3.5 項目パラメータ推定

被験者個人の潜在特性尺度値 θ を推定するためには、その前に各項目の識別力および困難度パラメータの値が分かっているなければならない。通常は、あらかじめ予備テストを実施してその結果得られる項目反応行列データを基にして各項目のパラメータ値を推定する。以下では実際に用いられることの多い項目パラメータ推定法について述べる。

3.5.1 簡易推定法

この方法は、項目反応理論で分析しようとするテストが、

- ①テストが1次元性をもつ
- ②各項目の項目特性曲線が正規累積型である
- ③項目間で局所独立の仮定が成り立つ
- ④受験者集団で潜在特性尺度値の分布が正規型である。

という条件を満たしている場合に、項目反応理論の項目パラメータと従来からテストの分析によく用いられてきた古典的テスト理論の項目統計量との間に、

$$a = p / \sqrt{1 - p^2}, \quad b = -\phi^{-1}(\pi) / p$$

という関係が導かれることを利用する。ここで、 a および b はそれぞれ項目反応理論の識別力および困難度パラメータを、 p は項目得点とテストが測定する潜在特性との双列相関係数(biserial correlation coefficient)、 π は項目通過率を、さらに、 $\phi^{-1}(\cdot)$ は標準正規分布関数の逆関数を表す。

実際のテストを分析する場合に項目パラメータの推定法として簡易推定法が用いられた例は少ない。簡易推定法があまり用いられない理由としては、

- ①潜在特性が正規分布するとみなせる受験者集団にのみ適用が可能である
- ② $a = p / \sqrt{1 - p^2}$, $b = -\phi^{-1}(\pi) / p$ の式は「標本(sample)」ではなく「母集団(population)」において成立するものである
- ③項目パラメータ推定値の標準誤差が求まらない
- ④統計数理的な性質(例えば、一貫性)が十分に確認されていない
- ⑤計量的方法の研究者の関心引かない
- ⑥容易に利用できるコンピュータ・プログラムがない

などがある。簡易推定法は、大規模に実施されるテストを分析するのに適した項目パラメータ推定法といえる。

3.5.2 最尤推定法

個人の特定尺度値 θ を推定するのに用いた最尤推定法は、項目パラメータ値 a および b を推定する際にも用いることができる。個人の推定尺度値を推定する場合は、当該受験者について観測された項目反応パターンが得られる確率が最大になる θ の値を推定値とするものであったが、項目パラメータ値を推定する場合でもほぼ同様である。ただし、1人の受験者の項目反応パターンを用いるのではなく、受験者集団全体の項目反応行列(item response matrix)を用いる点が異なっている。

3.5.3 ベイズ推定法

観測(測定)されたデータのみならずそれ以前の情報も利用できる場合には、それを事前分布と呼ばれる確率分布に定式化して統計的推測の場面に積極的に取り入れるという考え方もある。この考え方に基づく推定法はベイズ推定法(Bayesian estimation)と呼ばれ、統計学の中でも、観測データに基づいて客観的な推論を行おうとする従来の統計学(古典的統計学と呼ばれることもある)に対して、確率を「確信の度合い」を表す「主観的確率」として捉え、研究者あるいは意志決定を行う個人の確信の度合いを事前分布として導入し、観測データと合わせて統計学的な推論を行うベイズ統計学と呼ばれる大きな流れとなっている。

ベイズ統計学では、ベイズの定義に基づいて

$$\text{事後分布} \propto \text{事前分布} \times \text{尤度}$$

によって、事前の情報(事前分布)と観測データ(尤度)とから事後分布を得て、例えば事後分布モード(mode)をもって推定値とする。

IRTの項目パラメータ値推定場面では、

$$L(U \mid a, b, \theta_1, \theta_2 \cdots \theta_n)$$

であり、観測データは受験者の項目反応行列 U であるのに対して、推定すべきパラメータ

$$a, b, \theta_1, \theta_2 \cdots \theta_n$$

の各々に対して事前分布を定式化する．具体的には，各項目の識別力パラメータに対してはX分布が，困難度パラメータには正規分布が，そして各受験者の尺度値 θ 1に対しては正規分布がそれぞれ用いられる．各確率分布の母数は事前の情報に基づいて設定される．事前分布を用いるため，識別力パラメータの推定値が負になるなど，項目反応理論(IRT)モデルに照らしてあり得ない推定値が得られないことがないなどの利点がある反面，歪んだ事前情報を統計的推測の過程に取り込まないように慎重に配慮する必要がある．

3.6 モデルの適用可能性の判定

項目反応理論には古典的テスト理論には見られない特徴があるが，それらの点が実際の測定場面で効果を発揮するためには，当該測定場面で項目反応理論を適用することが適当であるか否かについて，あらかじめ十分な検討を行っておく必要がある．項目反応理論が適合しない測定場面で得られたデータに対して項目反応理論による分析を加えても意味のある結果は得られない．ここでは，項目反応理論(IRT)モデルの適用可能性を判定する方法のいくつかについて述べる．

3.6.1 1次元性

まず，テストが測定しようとする潜在特性が1次元であるかどうかという，1次元性(undimensionality)について認識する必要がある．2パラメータ・ロジスティック・モデルでも潜在特性は θ で表される変数ひとつであった．1次元性を確認するには，テストに含まれる項目の項目間相関行列を因子分析し，スクリー・テストの結果，因子数がひとつになればよい．スクリー・テストとは，項目間相関行列(厳密には主体角要素を共通性の推定値で置き換えたもの)の固有値を大きいものから順にプロットした時に急激に値が小さくなる直前までの固有値の個数をもって因子数とする方法で，1因子性が高い場合には第1固有値のみが際立って大きくなる．

3.6.2 不変性

次に，項目反応理論(IRT)モデルの特徴である「項目パラメータの不変性(invariance of item parameters)」および「能力尺度値の不変性(invariance of ability parameters)」について確認する必要がある．前者は既に得られている項目

反応データについて、受験者群をランダムに2群に振り分けて、群ごとに独立に項目パラメータの推定値が標本誤差程度の違いであれば「項目パラメータの不変性」が成り立っているとみなせるし、後者はテストに含まれる項目を折半して、各部分テストごとに独立に受験者の尺度値を推定し、その結果受験者ごとに得られた推定尺度値間の違いが標本誤差程度であれば「能力推定値の不変性」が成り立っているとみなせる。

3.6.3 適合度

さらに、各項目の項目特性曲線の適合度について検討する。この場合には統計的検討が用いられる。統計的検定はデータ数が大きくなると検定仮説（無帰仮説）を棄却しやすくなるという方法に固有の性質があることに注意する必要がある。統計的検定の結果については、データ数が少ないにも関わらず適合度検定で仮説が棄却された場合は、確信をもってIRTモデルが適合しないと判断し、逆に、受験者数が多いにも関わらず仮説が採択された場合には、確信をもってIRTモデルが適合しているという判断を下せばよく、統計的検定はこれらの場合に主として有効であることに注意して利用しなければならない。

3.7 尺度の等化

3.7.1 等化

各種の能力テストをはじめとして、異なる尺度上で表現されたテスト結果を相互に比較する必要がある場合は実際場面で多く見受けられる。結果は相互に比較可能なように同一の共通尺度上で表示される必要がある。このように、複数の異なるテスト(尺度)による測定結果を共通に表示できる共通尺度を構成する手続きを「テスト(尺度)の等化 (equating)」という。

3.7.2 IRT 尺度の等化

項目反応理論では項目の識別力・困難度および被験者の特性尺度値を表す尺度の原点と単位とは線形変換の範囲で任意に定められる。例えば、項目特性曲線が、

$$P_j(\theta) = \{1 + \exp[-1.7a_j(\theta - b_j)]\}^{-1}$$

の式で与えられる2パラメータ・ロジスティック・モデルで仮に、

$$a^* = k - 1, \quad (1-31)$$

$$\theta^* = k\theta + 1 \quad (1-32)$$

$$b^* = kb + 1 \quad (1-33)$$

という変換を実施しても項目特性曲線には変化がない。言い換えると、項目反応理論の特性尺度は線形変換の範囲で原点と単位とを自由に決められるということである。

受験者の異なる複数の版による測定結果を相互に比較する場合には、各版ごとに項目パラメータが推定され、各版の受験者集団の推定尺度値の平均を 0.0、標準偏差を 1.0 となるように原点と単位の決められている尺度をすべての版に共通な原点と単位をもつ共通尺度に等化する必要がある。

尺度 θ を共通尺度 θ^* に変換するという状況について考えると、変換前の θ と変換後の θ^* とで各項目の特性曲線は同一の正答確率を示さねばならず、上の式で表される変換を実施すればよい。すなわち、項目パラメータについては(1-31)および(1-33)式を、受験者の特性尺度値については(1-32)式によって共通尺度上の値に変換すればよい。なお、(1-32)式から変換後の共通尺度上で受験者集団の平均は 1、標準偏差は k になることが明らかである。

実際の測定場面では変換式中の k および 1 の値は未知であるから、何らかの情報に基づいて推定しなければならない。従って、IRT 尺度を等化するという問題は等化のための係数 k および 1 の値を推定するという問題に帰着される。

3.7.3 等化のデザインと等化法

実際に、等化係数 k 、1 の値を推定するためには等化すべき 2 つの尺度の両方に共通する情報が必要である。すなわち、「両方の尺度上で特性尺度値が既知である受験者が存在する」か、または、「両方の尺度上で項目パラメータ値が既知である項目が存在する」か、いずれかの条件が満たされなければならない。

実際に項目反応理論に基づいて作成されたテスト A とテスト B との等化を行うためには 2 通りのデータ収集デザインがある。1 つは、2 つのテスト間に共通の項目が含まれるようにテストを予め構成しておく「共通項目デザイン」であり、もう 1 つは、2 つのテストを同一の受験者集団に実施する「共通受験者集団」である。

共通項目デザインでは、共通項目のパラメータ値 (a , a^*) が誤差を含まないならば共通項目が 1 項目のみであったとしても、その識別力パラメータ値から(1-31)式によ

り k の値を, そしてこの k の値と困難度パラメータ値とから(1-33)式により 1 の値を得ることができる. しかし, 実際に項目パラメータ推定値が誤差を含まないことは考えられないため, さまざまな工夫が必要となる. このような誤差を含むデータから尺度 θ と尺度 θ^* との関係を表す方程式の等化係数を推定することになる. 最初に原点を通り, (a_j, a_j^*) ($j=1, m$)からの垂直距離の2乗和が最小になる直線を求め, その傾きの逆数をもって等化係数 k の推定値とし, 次に傾きが k で (b_j, b_j^*) ($j=1, m$)からの垂直距離の2乗和が最小になる直線の b_j^* 切片の値をもって等化係数 1 の推定値としている.

共通受験者デザインでは, 共通受験者の推定尺度値 (θ, θ^*) が誤差を含まないならば共通受験者が2名存在すれば(1-32)式を利用して $k, 1$ に関する2元連立方程式を立て, それを解くことによって等化係数 k および 1 の値を得ることができる. しかしながら, 実際に受験者の推定尺度値が誤差を含まないことは考えられないため, さまざまな工夫が必要となる. このように誤差を含むデータから尺度 θ と尺度 θ^* との関係を表す方程式の等化係数を推定することになる. ある条件の下で (θ_j, θ_j^*) ($j=1, N$)の主成分を表わす直線の係数が, 等化係数 $k, 1$ の最尤推定値に一致することを示し, 等化係数 k および 1 の推定値を得ている. 共通受験者デザインでは各受験者に2つのテストを受験させる必要があるため, テストの練習効果や被験者の疲労効果が結果に影響を与える場合があるなど実際的な注意が必要である.

さまざまな等化係数の推定法が提案されているが, 項目パラメータ推定値や被験者の推定尺度値がどのような推定法を用いて得られたものであるか, 推定誤差に関する情報も利用できるか否か, 各等化法が要求している条件がどのような場合に満たされるのか, また, 得られる等化係数の推定値にどの程度の精度が要求されるのか, など等化を実際に行う状況と対応づけていずれの等化法を利用するのかを決定しなければならぬ.

3.8 特異項目機能 (differential item functioning : DIF)

項目反応理論の文脈では、「項目パラメータの不変性が特定の下位集団で成立していない」場合に、「当該項目でDIFが生じている」と言う。実際にある項目でDIFが存在するとは、同一の特性尺度値 θ について正答確率が下位集団で異なり、

①下位集団AとBとで、一貫して集団Aの方が正答確率が高い場合(均一DIF; uniform DIF),

②下位集団AとBとで、 θ 上のある点までは集団Bの方が正答確率が高いが、その点を越えると集団Aの方が正答確率が高くなる場合(不均一DIF ; nonuniform DIF)

とがある。前者の場合には2つの項目特性曲線が交差することはないが、後者の場合には θ 上のある点で交差する。DIFを検出する方法は、下位集団ごとに描かれる項目特性曲線を比較する方法と下位集団ごとに得られる項目パラメータ推定値を比較する方法の2つに大別される。

3.8.1 項目特性曲線を比較する方法

これは、DIFがないならば、2つの下位集団から得られる項目特性曲線は(標準誤差による変動分を除いて)同一になるはずであるから、同一項目に対する2つの項目特性曲線のズレの大きさを表す指標を定義して、その値が大きい場合に当該項目にDIFありと判断する方法である

項目特性曲線に挟まれた領域の面積を利用する方法

2つの下位集団から得られた項目特性曲線(尺度は等化されているものとする)に挟まれた領域の面積を計算し、その値の大小がDIFの大小の指標となる。

下位集団間の正答確率の差を利用する方法

実際のテストでDIFを問題にする場合には、関心のある下位集団間でDIFの大きさがどの程度あるかということであるから、単に特性尺度値全体での2つの項目特性曲線間の差を問題とするのではなく、下位集団の構成員が存在する特性尺度値付近での項目特性曲線の差を特に問題とすべきとも考えられる。

これらをはじめ各種の指標が提案されており、それぞれに特徴が見られるが、いずれの場合も指標の値そのものに対する解釈基準が明確ではなく、また各指標の標本動についても現在までのところ十分に検討されてはいないなどの問題が残されている。

3.8.2 項目パラメータを比較する方法

これは、DIFがないならば、2つの下位集団から得られる項目パラメータの推定値は(標準誤差による変動分を除いて)同一になるはずであるから、同一項目に対する2組のパラメータ推定値のズレの大きさを表す指標を定義して、その値が大きい場合に当該項目にDIFありと判断するという方法である。実際には、何らかの検定統計量を定義して、「2つの下位集団間で項目パラメータ値が等しい」という仮説を検定することになる。

Lord(1980)の方法

この方法は項目パラメータ推定値の漸近分布(データ数が十分大きい時の分布)を利用する。この方法については、

- ①過剰な数の項目についてDIFありと判断してしまう傾向がある
- ②個々の項目パラメータ値については値がかなり異なるにも関わらず、最終的に描かれる項目特性曲線が非常に類似したものになる場合が稀にある。この場合でもDIFありと判断してしまうことになる、などの問題点が知られている。

尤度比を利用した方法

この方法は尤度比検定と呼ばれる統計的検定法を用いるもので、DIFの存在を検討したい項目について、「下位集団間で項目パラメータ値は等しい」というモデルと「下位集団間で項目パラメータ値は異なる」というモデルとを比較する検定統計量を構成し、実際に得られたデータから「下位集団間で項目パラメータ値は等しい」という仮説が棄却された時に当該項目でDIFがあると判断するものである。この方法については、

- ①DIFを検討する項目ごとに項目パラメータ推定の手続きを繰り返す必要がある。

②安定した結果を得るためにはいずれの下位集団についてもある程度の受験者数が必要になるが、特定の下位集団(マイノリティーグループなど)についてこの条件を満たすことが難しい場合がある、
などの問題点もある。

3.8.3 DIF 検出に伴う問題点

DIF を検出する方法について現在多くの研究が実施されているがまだ解決すべき問題点が残されている。例えば、

①テストや質問紙に含まれる項目数が多い場合に、すべての項目で本当はDIFがない場合にも、検定の結果いくつかの項目でDIFの存在が示されることがある。

②下位集団の尺度を等化する際に、等化法の違いや等化法に内在する誤差の影響を受け、それがDIFに関する結果にも影響する。

③DIFの検討を項目ごとに実施するため、項目パラメータ推定時に既にDIFが存在する。

④他の項目の影響が混入している。

などである。

現在のところDIFを検出する方法として決定的とされる方法はなく、指標および検定法ごとに異なる特徴を持っている。従って、実際の項目や質問紙調査項目についてDIFの検討を行う場合には複数の指標および検定法を併用することが望ましい。しかも、DIFが統計的方法で検出されたとしても、さらにその原因を解明することが必要である。例えば、国際比較研究で2つの言語の質問項目(一方はオリジナル、他方は翻訳されたもの)で、DIFが検出されたとしても、翻訳の不完全さによるのか、質問項目自体の意味が文化的な差異をもっているのかについては、さらに別の検討が必要になる。また、項目バイアスについても、集団化での項目困難度の違いがテストの測定項目と関係ない原因で生じていると判断されてはじめて、DIFは項目バイアスと認定される。

3.9 適応型テスト

当該テスト中に、困難度のやさしい項目から難しい項目までが一様に含まれている場合には、受験者全体としてならずと精度の高い測定を実施することができるが、受験者1人1人について見ると十分満足できる精度の測定になるとは必ずしも限らない。また逆に、当該テスト中に、困難度が特定の値に近い項目が主として含まれている場合には、1部の受験者に対しては十分に満足できる精度の測定を実施できるが、他の受験者に対しては不十分な精度の測定となってしまう。そこで、受験者個人ごとに最適な困難度等の特性をもつ項目を選択してテストを編集したならば、すべての受験者に対して十分に満足できる精度の測定が可能になる。このように個人ごとに最適な項目を選択・編集して実施するテスト方式を「適応型テスト」方式と呼ぶ。

適応型テストでは、当該受験者の測定に最適な項目を選択するのに、基本的には「直前に実施した項目に対して受験者が正答した場合には、次にはより難しい項目を実施し、逆に受験者が誤答した場合には、次にはよりやさしい項目を実施する」という手続きを逐次繰り返す。

適応型テスト方式の利点には、

- ①すべての受験者に対して高い精度の測定が実施可能である、
 - ②精度を落とすことなく、被験者1人あたりに実施する項目数を減らすことができ、そのためにテストの実施に要する時間を短縮することができる、
 - ③難しい項目が続いて被験者にフラストレーションや不安を起こさせたり、やさしすぎる項目が続いて飽きさせたりすることがない、
 - ④受験者のスケジュールに合わせてテストを実施できる、
- などがある。

適応型テストでは各個人ごとに実施される項目が異なり、項目数も異なる。しかしながら、項目反応理論を用いて尺度を構成することによって、受験者ごとに実施した項目が異なっても測定結果を同一の尺度上に表現でき、測定の精度を確認することができる。すなわち、適応型テストは項目反応理論を用いることによって初めてその利点を実現することができる。

3.9.1 項目固定型多段階テスト

あらかじめ項目がその特性（特に困難度）に基づいてネットワーク上に配列されており、受験者には逐次項目に対する反応に応じてネットワーク上の項目が呈示される。項目ネットワークの配列法によってさらに下位分類することが可能であるが、例えば、多層構造のものは始めの項目数についてはツリー状のネットワークが組み立てられており、受験者はその反応に従って枝分かれして進むが、その後は困難度に基づいて分割された複数の層状のネットワークの層の間を受験者は項目に対する反応に基づいて上下して進む。受験者は正答すれば1つ上の、誤答すれば同じ層もしくは1つ下の層の項目に進むが、1番上の層で正答した場合や1番下の層で誤答した場合には引き続き同じ層の項目に進む。この方法は、多くの項目数を必要としないため、テスト過程も管理しやすく、ペーパーテストでも十分に実施することができる。しかし、両端付近の被験者については層の数が制限されているため層を上下することができず、従って、必ずしも最適な困難度の項目による測定とはならず測定精度が悪くなってしまいうという難点がある。

3.9.2 項目可変型多段階テスト

あらかじめ項目をネットワーク状に配列するのではなく、あらかじめ項目困難度や識別力の値が推定されている等の整備された項目プール中から最適な項目を逐次直接取り出して受験者に呈示する。最適な項目を決定する基準のとり方によって、最大情報量方式とベイズ方式とに分けられる。この方法では、瞬時に次に呈示する最適な項目を決定するための数値計算を行い、最適項目を決定し、その内容を呈示する必要があるためコンピュータの利用が不可欠となる。

3.10 多値型反応モデル

項目反応モデルには観測変量が2値型のモデルに加えて、観測変量が多値型のモデルがある。受験者の反応が「はい－いいえ」「正答－誤答」などの2値型ではなく、多値型である場合を取り扱うモデルで「多値型反応モデル(polytomous response model)」と呼ぶ。そして、多値型の反応が名義的なカテゴリで与えられている場合に用いられる「名義反応モデル(nominal response model)」と、多値型の反応が階段(順序)づけられたカテゴリで与えられる場合に用いられる「段階反応モデル(graded response model)」とに大別される。

3.10.1 段階反応モデル

受験者の反応が、「非常に賛成－やや賛成－どちらとも言えない－やや反対－非常に反対」「完全な正答－部分的に正答－誤答」などの段階をもった多値型の場合に用いられるモデルで、一般には順序づけられたカテゴリの数に特に制限はない。

3.10.2 名義反応モデル

受験者の反応カテゴリが、段階反応モデルとは異なり順序性をもたない多値型の場合に用いられるモデルで、例えば、4肢選択形式の項目で正答選択枝以外は特に順序をつける根拠がないような場合に用いられる。一般にはカテゴリ数に制限はない。

3.11 古典的テスト理論との比較

古典的テスト理論(classical test theory)と比較して、項目反応理論をテスト開発に用いる利点についてまとめる。古典的テスト理論では、基本的に正答した項目数を個人の得点とする。それに基づいて、

- ①観測得点が真の得点と誤差の和であらわされる、
- ②多数回繰り返し測定した時の個人の誤差の期待値は0である、
- ③1回の測定において多数の受験者における誤差の平均は0である、
- ④1回の測定において多数の受験者における真の得点と誤差との相関は0である、
などの仮定が置かれ、
- ⑤当該受験者集団における通過率(正答者の比率)を用いて、各項目の難易度を表す、
- ⑥当該受験者集団における点双列相関係数(項目得点とテスト得点との相関係数)を用いて各項目の識別力を表す、
- ⑦テストの測定精度は信頼性係数で表す。テストの信頼性係数は、当該受験者集団における真の得点の分散と観測得点の分散との比で定義され、実際には推定値が用いられる、
- ⑧テスト得点の解釈規準は、準拠集団におけるテスト得点の分布の中の相対的な位置にもとづいて設定される。準拠集団は、テストが測定対象とする集団と同質の標本集団である、
などの特徴がある

このようなテスト開発における古典的テスト理論の特徴に対して、項目反応理論の特徴は大きく異なる。

第1に、項目反応理論では個人の得点として正答項目数を用いるのではない。潜在特性尺度上で個人の得点を表す。個人の得点は当該受験者の項目に対する正誤反応パターンから推定される。したがって、古典的テスト理論のテスト得点が厳密には順序尺度の水準にあるのに対して、項目反応理論の個人の特性尺度値は間隔尺度の水準にある。これによって、統計的分析を加えるのにより妥当性の高いデータが得られる。

第2に、項目反応理論では項目の難易度と識別力で表される各項目の特性が項目特性曲線のパラメータで表わされるため、古典的テスト理論の通過率および点双列相関係数のように指標の値を求める集団が異なった場合に、異なる値が得られるようなことがない。つまり、受験者集団によらず「項目パラメータの不変性」が成り立つ。

第3に、項目反応理論ではテストの測定精度をテスト情報量で表す。テスト情報量が特性尺度値 θ の関数として与えられるため、異なる尺度値をもつ個人ごとにそのテストによる測定の精度を評価することができる。古典的テスト理論の信頼性係数はテスト全体としての精度を表わすため、受験者に対する平均的なテストの精度を示している。そのために、特定の個人についてそのテストで良い測定が実施されたかどうかを評価できない。

第4に、適応型テストのように解答する項目が受験者間で異なる場合でも、項目反応理論では同一特性尺度上の値で測定結果を表示することが可能である。古典的テスト理論では正答項目数を個人の得点として用いるため、異なる項目に解答した受験者間の測定結果を比較することが不可能である。

第5に、項目反応理論では、テストを構成する項目の1部を新しいものと入れ替えても、特性尺度値をもとに解釈基準が設定されるのでテストの標準化をやり直す必要がない。古典的テスト理論では、項目を入れ替えると基本的に標準化の手続きをやり直す必要がある。標準化を実施するにはかなりの労力を要するため、このことが項目の更新が円滑に進まない理由のひとつになる。項目反応理論では項目の更新と標準化の手続きが分離されているため、常に最新の項目を用いてテストを構成できる。

3.12 項目反応理論の利点

3.12.1 共通の尺度上での能力測定

項目反応理論の特徴の第1は、被験者の能力推定値は、その被験者に実施された項目とは独立に求めることができる。つまり、項目反応理論で求めた値を利用すれば、被験者ごとに解答する項目が異なっている場合でも、相互に比較可能な尺度値が得られるということである。角度を変えて述べると、被験者の能力推定値は、それを推定するために用いられる項目にかぎってその場特有の値として決定されるのではなく、いわば不変的に決定することができるということである。こうしたことが可能になるためには、2つの条件を備えておかなければならない。1つは、すべての項目は、被験者の同一の潜在特性を測定することができるということである。2つめは、すべての項目パラメータの数值は、同一の尺度からできているということである。項目反応理論で求められた項目パラメータは、この条件をみたすことが可能である。

3.12.2 標本集団に依存しないで共通の項目特性値を求める

第2の利点は、項目困難度パラメータ、あるいは、項目の弁別力パラメータの値などの項目特性は、受験者集団とは独立して求めることができるということである。

古典的テスト理論では、受験者集団ごとにその項目の困難度や弁別力は異なる。つまり、項目特性の値は、受験者集団の数だけ存在することになる。そして、正答した項目の数で表されるテスト得点とういかたちでしか、その被験者の能力を推定することができない。古典的テスト理論の「テスト得点」(test score)という概念では、被験者能力と項目困難度という2つの要因を切り離すことができないまま、その両者の関係で相対的に決定されているものである。

これに対して、項目反応理論を用いた分析では、同1の項目を異なった受験者集団に与えても、その項目の持っている特性の値に変わりないという結果を得ることができる。つまり、項目困難度や項目弁別力は、その項目が、項目反応理論で用いられているモデルに一致していれば、それを受験する受験集団に関わらず1つの不変的な値として示すことが可能であるということである。

3.12.3 能力ごとにかかる測定精度

第3の利点としては、測定の精度の問題である。測定の精度というのは、古典的テスト理論でいえば、「測定の標準誤差」とか、「信頼性係数」とかを指す。古典的テスト理論でいうこの標準誤差や信頼性係数は、その測定に用いられた受験者集団全体についてのものであるということにまず注目しておかなければならない。しかし、被験者1人ひとりに対するテストの精度は明らかではない。

ここで、精度が高いというのは、別の言い方をすれば、情報量が多いということである。そして、情報量が多ければ、被験者の持っている本当の能力をかなりの正確さをもって推定できるということになる。これに対して、情報量が少ないということは、被験者の持っている能力をあまり正確に測定することはできないということの意味する。項目反応理論では、しばしば「項目情報関数」(item information function)という用語が用いられるが、それは、それぞれの能力水準に対応する測定精度の指数を指しているものである。重要な試験の合否判定のテストには、その作成や編集のために、この項目情報関数が効果的に利用できる。つまり、合否の分かれる付近で最大の情報量を提供してくれる項目、すなわち、その付近で情報関数値が最大になるような項目を集めることである。それができれば、きわめて正確な合否判定が可能になると考えられる。

米国では「適応型テスト」とか、「仕立て式テスト」とかいう用語をよく耳にする。これは、情報関数の値が最大になるように個人の能力に応じた項目をコンピュータに集めさせて、被験者の能力にあった無理のない項目で能力を効率的に推定するというものである。また、各項目の情報関数の和をもって「テスト情報関数」(test information function)とよび、いろいろな効果的な用法も考えられている。このように項目反応理論を用いれば、測定の精度を、受験者集団全体という平均的で不明確なものとしてではなく、被験者1人ひとりについて検討することが可能である。

3.13 項目反応理論の発達

項目反応理論という考え方そのものは決して新しいものではない。この考え方の誕生は、古くは1940年にさかのぼる。1952年頃から、この考え方は、着実に発展していった。当時、Lordはこの新しい理論を「項目特性曲線理論 (Item Characteristic Curve Theory)」と呼んでいた。その考え方の基本は、応答者の能力と項目特性のあいだに、ある種の確率的関数関係を仮定して、それによって項目の特性と被験者の能力とを同時に推定していこうとするひとつの理論モデルに基づくものであった。

1960年にデンマークの数学者であるGeorg Raschが、「ラッシュ・モデル」(The Rasch model)を発表して脚光を浴びた。これは、テストの正答率を応答者の能力水準と、これとは独立する項目困難度との積の関数によって定めるというモデルである。

Lord (1965) は、103,275名という膨大な被験者のデータを用いて再び活発な研究を開始し、項目反応理論は、特に、多肢選択式で行われたテスト結果の分析にはきわめて大きな威力を発揮することを明らかにした。Lordは、彼の理論を、「項目特性曲線理論」とか、「潜在特性理論」(Latent Trait Theory)と最初呼んでいたが、1976年米国心理学会の演説で「項目反応理論」という用語を採用して以来、この呼び方が一般的になってきた。

第4章 動画質問によるサッカー戦術技能 (Tactical skill) テストの構成と尺度特性

4.1 背景と目的

背景：サッカーゲームパフォーマンスの測定

最近の20年間では、サッカーのゲームパフォーマンスの測定方法および戦術的な評価は大きく発展してきており、ゲームパフォーマンスの向上のために重要な役割を果たしている。Gonzalez-Villora et al. (2015) は、サッカーのユース選手における戦術手段のレビューとチームスポーツの戦術評価をまとめた。総合的なスポーツの評価のためには、心理学、社会情緒、物理学と生理学、技術と戦術のようなスポーツの発展のためのすべての変数を取り扱うべきであること、および戦術的な評価は1980年代や1990年代まで見過ごされていたことを指摘した。

Judith et al. (1998) は、ゲームパフォーマンス評価方法 (Game Performance Assessment Instrument: GPAI) を開発した。彼らはGPAIが、進入型、ネット型、フィールド型のゲームパフォーマンスを測定する妥当性と信頼性のある方法であることを示した。

Elferink-gemser et al. (2004) は、スポーツにおける戦術技能 (Tactical skill) 項目を開発した。因子分析を用いて戦術技能 (Tactical skill) 項目を作り出し、オンザボールでのポジショニング、判断力、知識、その他の状況の知識、宣言的・手続き的知識に関する戦術技能 (Tactical skill) のすべてにおける状況変化の中でのプレー、カバーリング、アタッキング、ディフェンスの尺度を構成した。

Kannekens et al. (2009a) は、ワールドクラスのユースチームの戦術能力について調査し、戦術技能 (Tactical skill) と競技的水準の関係を分析した。彼らは、スポーツにおける戦術技能 (Tactical skill) 項目の宣言的・手続き的知識の尺度を構成し、戦術技能 (Tactical skill) は高いレベルのサッカーパフォーマンスの基本であることを示した上で、高度な専門家が指導するトレーニングと高い競技的水準での試合経験、若い年齢で始めること、および高い質のスポーツタレント発達プログラムは良い戦術能力の発達のための鍵となる要因であることが示唆された。

Kannekens et al. (2009b) は、縦断的な研究を用いて、エリートユースサッカー選手の戦術技能 (Tactical skill) の自己評価型の測定尺度を明らかにした。

Memmert et al. (2010)は、エリートユースサッカー選手の戦術パフォーマンステストを開発した。それは、高いスポーツタレントをもったサッカー選手の戦術指向ゲームテストにおける状況の評価とその選手たちの動的な個人内の発達を分析した。

Kannekens et al. (2011C)は、サッカーのスポーツタレント発達におけるキーファクターをポジショニングと判断力とした。将来成功し、トップチームに進むと予測されるユース選手の確認と発達を確認することを実施したが、成功のための主たる決定要因は戦術技能 (Tactical skill) であった。

背景：サッカー戦術技能 (Tactical skill) 測定の必要性

一方、戦術技能 (Tactical skill) はゲーム中の選手の動きから、視認的、主観的に評価されているのが現状であった (Hughes & Franks, 1997; Stiehler et al., 1993)。日本サッカー協会の指導教本 (日本サッカー協会指導委員会, 2000) では、選手に教えるべきことは「目的を達成するために、状況を把握して、必要に応じた手段を選択し、それを発揮する能力」である、と定義している。また、個人技術と個人戦術を明確に区別し、個人技術の習得を確認するテストとしてサッカースキルテストを紹介している。ボールキック技能やドリブル技能などの基礎技能 (テクニカルスキル) はパフォーマンステストを用いて測定できるが、ゲーム中の状況判断を伴う戦術技能 (Tactical skill) はパフォーマンステストを用いて測定することはできない。

サッカーゲームにおける戦術パフォーマンスの上達と戦術技能 (Tactical skill) の発達はコーチや監督が視認的に評価しているのが現状であるが、サッカートレーニングプログラムの成果を確認するために、簡易に使用できるサッカー戦術技能 (Tactical skill) テストが必要である。公益財団法人日本サッカー協会技術委員会 (2002) は、高度に組織化された現代のサッカーにおいて組織力がより重要視されるようになっており、また、多くの国のユース年代の指導指針では「基本戦術の習得」を達成課題としていることから、戦術技能 (Tactical skill) を評価する必要性が高まっている、と報告している。

目的

そこで, 本章では, コンピュータ適応型テストを用いてサッカー戦術技能 (Tactical skill) の達成度を測定するために, 定性的分析と尺度特性分析を適用して, 動画質問によるサッカー戦術技能 (Tactical skill) テストを構成し, テストの信頼性と妥当性を分析することを目的とした.

4.2 方法

4.2.1 標本

分析に用いた標本は、専門的にサッカーを実施している男子大学生サッカー選手 141 名であった。表 4.2.1 は、サッカーのポジション別標本数を示している。表 4.2.2 は、対象者の特徴を示している。対象者の年齢の平均値±標準偏差(mean±SD)は 20.2 ±0.99 歳であり、サッカー競技年数は 11.9±2.16 年、身長は 174.1±6.26cm、体重は 66.9±5.77kg であった。すべての対象者には実験の主旨と内容について詳細に説明し、対象者として参加する承諾を得た。本研究の研究課題は、筑波大学人間総合科学研究科倫理委員会にて承認された（課題番号第 22-364）。

表 4.2.1. ポジション別標本数

ポジション	N
ゴールキーパー (GK)	12
ディフェンダー (DF)	44
ミッドフィルダー (MF)	53
フォワード (FW)	32
計	141

表 4.2.2. 標本の特徴

項目	N	Mean	SD	Min	Max	Med	Mod
年齢	141	20.2	0.99	18	23	20	20
身長	141	174.1	6.26	154	191	174	174
体重	141	66.9	5.77	54	88	67	70
競技年数	141	11.9	2.16	3	17	12	12

専門的にサッカーを実施している男子大学生サッカー選手 141 名

4.2.2 項目構成方法

内容的妥当性のあるサッカー戦術技能 (Tactical skill) 項目を構成するために、公益財団法人日本サッカー協会 (JFA) 指導指針 (2002) のサッカー戦術分類に準拠した。サッカー専門家4名を対象としたデルファイ法を伴う特性要因分析 (QC 手法開発部会編, 1979; 細谷, 1982; 杉山哲朗, 1988) を実施し、サッカー戦術技能 (Tactical skill) の領域、戦術、項目を階層的に構成した。評価者は、財団法人日本サッカー協会 (JFA) 認定 S 級コーチライセンスをもつ代表チーム監督経験者, JFA 認定 C 級コーチライセンスをもつサッカー日本代表選手と日本代表チームテクニカルアシスタント, 日本代表コーチ経験のあるサッカー研究者の4名であった。

項目の局所独立性を確認し、項目ごとの動画質問を編集した (写真 4.2.1)。動画質問時間は30秒程度で編集し、全動画質問の合計時間は、約41分 (2,460秒) であった。

図 4.2.1 に示される回答用紙を用いた。5件法選択肢を用いて、サッカーゲームにおける戦術達成度を自記式回答した。自己評定 (self-rating) における認知バイアス (cognitive bias) を回避するために、予備調査に基づいて、5件法選択肢の戦術達成率は「かなりできる」90%程度、「できる」70%程度、「ややできる」50%程度、「あまりできない」30%程度、「まったくできない」0%とした。評定不能の選択肢は「わからない」とした。回答の当て推量 (guesswork) を回避するために、戦術認知度を「知っている、知らない」の2件法で回答した。

4.2.3 測定方法

集合調査法を用いて、動画質問によるサッカー戦術技能 (Tactical skill) テストを10分間の休憩時間を挟んで、2回実施した。動画質問は大型スクリーンに映写した。図 4.2.2 に示される回答用紙に記入した。

5件法選択肢の測定値は、「かなりできる」は5点、「できる」は4点、「ややできる」は3点、「あまりできない」は2点、「まったくできない」1点、評定不能の選択肢は「わからない」は1点、回答の当て推量 (guesswork) を回避するための戦術認知度「知らない」は1点とした。サッカー戦術技能 (Tactical skill) 19項目は、各戦術技能 (Tactical skill) を構成するテスト項目の測定値を総和して尺度得点とした。

写真 4.2.1. サッカー戦術技能テスト項目の動画質問例：視野から消える動き
写真内の選手の肖像権保護のために削除

サッカー戦術チェック①

記入年月日: _____

氏名: _____ 男・女 _____ ID _____ クラブ・チーム名: _____

競技年数: 満 _____ 年 年齢: 満 _____ 歳 身長: _____ cm 体重: _____ kg

競技水準: 1. 日本代表(全年齢代表) 2. 地域選抜 3. 県選抜 4. 県内地区選抜 5. その他

ポジション: 1. GK 2. センターDF 3. サイドDF 4. 守備MF 5. 攻撃/サイドMF 6. FW 7. #10

知らない	知っている	問1. 次のような戦術は知っていますか、 また、試合でプレーできますか。	かなり できる	できる	やや できる	あまり できない	まったく できない	わから ない
1	2	1) ボールを運ぶためのファーストタッチ	5	4	3	2	1	0
1	2	2) DFをかわすためのファーストタッチ	5	4	3	2	1	0
1	2	3) シュートのためファーストタッチ	5	4	3	2	1	0
1	2	4) スクリーン	5	4	3	2	1	0
1	2	5) フリーで前を向くターン	5	4	3	2	1	0
1	2	6) DFを背負って前を向くターン	5	4	3	2	1	0
1	2	7) ポストプレー	5	4	3	2	1	0
1	2	8) 優先順位の高いパス	5	4	3	2	1	0
1	2	9) 攻撃方向を変えるパス	5	4	3	2	1	0
1	2	10) タイミングの良いパス	5	4	3	2	1	0
1	2	11) 方向が正確なパス	5	4	3	2	1	0
1	2	12) 強さが適当であるパス	5	4	3	2	1	0
1	2	13) 見せかけのパス	5	4	3	2	1	0
1	2	14) 正確なクロス	5	4	3	2	1	0
1	2	15) 方向を変えるドリブル	5	4	3	2	1	0
1	2	16) スピードを変えるドリブル	5	4	3	2	1	0
1	2	17) DFを引きつけるドリブル	5	4	3	2	1	0
1	2	18) DFラインを突破するドリブル	5	4	3	2	1	0
1	2	19) マークDFを突破するドリブル	5	4	3	2	1	0
1	2	20) ワンタッチシュート	5	4	3	2	1	0
1	2	21) コントロールからシュート	5	4	3	2	1	0
1	2	22) ドリブルからシュート	5	4	3	2	1	0
1	2	23) クロスからシュート	5	4	3	2	1	0
1	2	24) 体の向き	5	4	3	2	1	0
1	2	25) ルックアップ	5	4	3	2	1	0
1	2	26) ボール保持者とのコミュニケーション	5	4	3	2	1	0
1	2	27) チェックの動き	5	4	3	2	1	0
1	2	28) ブルアウェイ	5	4	3	2	1	0
1	2	29) ウェーブ(曲線の動き)	5	4	3	2	1	0
1	2	30) ダイアゴナルラン	5	4	3	2	1	0
1	2	31) サポート	5	4	3	2	1	0
1	2	32) 視野から消える動き	5	4	3	2	1	0
1	2	33) DFの視野外から飛び出す動き	5	4	3	2	1	0
1	2	34) DFライン背後への走りこみ	5	4	3	2	1	0
1	2	35) 相手を引きつける動き	5	4	3	2	1	0
1	2	36) スルーパス	5	4	3	2	1	0
1	2	37) 壁パス	5	4	3	2	1	0
1	2	38) クロスオーバー	5	4	3	2	1	0
1	2	39) オーバーラップ	5	4	3	2	1	0
1	2	40) 第3の動き	5	4	3	2	1	0

図 4.2.1. サッカー戦術技能テスト回答用紙

知らない	知っている	問1. 次のような戦術は知っていますか. また、試合でプレーできますか.	かなり できる	できる	やや できる	あまり できない	まったく できない	わから ない
1	2	41) オーバー	5	4	3	2	1	0
1	2	42) サイドチェンジ	5	4	3	2	1	0
1	2	43) サイドアタック	5	4	3	2	1	0
1	2	44) アーリークロス	5	4	3	2	1	0
1	2	45) プルバック	5	4	3	2	1	0
1	2	46) カウンターアタック	5	4	3	2	1	0
1	2	47) ダイレクトプレー	5	4	3	2	1	0
1	2	48) ポゼッションプレー	5	4	3	2	1	0
1	2	49) 素早いリスタート	5	4	3	2	1	0
1	2	50) ショートコーナー	5	4	3	2	1	0
1	2	51) コーナーキック	5	4	3	2	1	0
1	2	52) 直接フリーキック	5	4	3	2	1	0
1	2	53) ペナルティキック	5	4	3	2	1	0
1	2	54) バイタルエリアの攻略	5	4	3	2	1	0
1	2	55) ファンタジスタの攻撃	5	4	3	2	1	0
1	2	56) 守備から攻撃への切り替え	5	4	3	2	1	0

知らない	知っている	問2. 次のような戦術は知っていますか. また、試合でプレーできますか.	かなり できる	できる	やや できる	あまり できない	まったく できない	わから ない
1	2	1) プレッシング	5	4	3	2	1	0
1	2	2) 振り向かせない	5	4	3	2	1	0
1	2	3) 遅らせる	5	4	3	2	1	0
1	2	4) 方向の限定	5	4	3	2	1	0
1	2	5) ボールの奪いどころをつくる	5	4	3	2	1	0
1	2	6) ボールを奪う	5	4	3	2	1	0
1	2	7) ジャストミート(ボールを奪うとき)	5	4	3	2	1	0
1	2	8) インターセプト	5	4	3	2	1	0
1	2	9) 同一視野	5	4	3	2	1	0
1	2	10) 裏をとられない	5	4	3	2	1	0
1	2	11) アプローチ	5	4	3	2	1	0
1	2	12) マンマーキング	5	4	3	2	1	0
1	2	13) ゾーンマーキング	5	4	3	2	1	0
1	2	14) マークの受け渡し	5	4	3	2	1	0
1	2	15) クロスボールへの対応	5	4	3	2	1	0
1	2	16) チャレンジ&カバー	5	4	3	2	1	0
1	2	17) コレクティブディフェンス(挟み込み)	5	4	3	2	1	0
1	2	18) ブロック(守備の壁, 絞り込み)	5	4	3	2	1	0
1	2	19) チェーンリアクション(連動)	5	4	3	2	1	0
1	2	20) バランス	5	4	3	2	1	0
1	2	21) リトリート	5	4	3	2	1	0
1	2	22) スモールフィールド	5	4	3	2	1	0
1	2	23) ラインコントロール	5	4	3	2	1	0
1	2	24) コンバクト	5	4	3	2	1	0
1	2	25) バイタルエリアの守備	5	4	3	2	1	0
1	2	26) 攻撃から守備への切り替え	5	4	3	2	1	0

図 4.2.1. サッカー戦術技能テスト回答用紙 (続き)

4.2.4 統計分析

サッカー戦術技能 (Tactical skill) テストの 2 回の測定値から再テスト法信頼性を分析し、2 回目の測定値を分析に用いた。探索的因子分析と構造方程式モデリング分析を適用して、19 項目 (尺度得点) から構成されるサッカー戦術技能 (Tactical skill) と、82 項目から構成されるサッカー戦術技能 (Tactical skill) テストの構成概念妥当性を分析した。統計的仮説検定における有意水準は $P < 0.05$ とした。

4.2.5 探索的因子分析

探索的因子分析を適用して、サッカー戦術技能 (Tactical skill) とサッカー戦術技能 (Tactical skill) テスト項目の因子構造と構成概念妥当性を分析した。最尤推定法による主因子解法を用いて、固有値 1.0 以上の因子を抽出し、バリマックス直交回転とプロマックス斜交回転とを順次実施した。探索的因子構造における共通性の低い項目を除外した後、再度、探索的因子分析を実施し、回転後の因子構造と因子パターン行列が単純構造に達するまで繰り返した。

4.2.6 構造方程式モデリング分析

大友(1996)、渡辺ら(1999)、豊田(2002)、Nakano et al. (2004)、青柳(2005)の手続きに準拠して、サッカー戦術技能 (Tactical skill) とサッカー戦術技能 (Tactical skill) テスト項目の探索的因子分析から得られた因子構造に基づいて、潜在変数 (因子) と観測変数 (項目) から構成される測定モデル (検証的因子構造と 2 次因子構造) を構成した。構造方程式モデリング分析を適用して、検証的因子構造における潜在変数 (因子) から観測変数 (項目) へのパス係数から、サッカー戦術技能 (Tactical skill) テスト項目の構成概念妥当性を分析した。

検証的因子構造における因子間相関から、1 次因子の背後に高次の因子を想定し、二次因子構造におけるサッカー戦術技能 (Tactical skill) 項目の構成概念妥当性を検証した。自由母数の推定は予測式と実測値の連立方程式を解くことができるが、連立方程式の数よりも自由母数が多い場合には解が求まらないことがある (識別不能)。したがって、識別性を確保するために、本研究では一般的に用いられている方法に従い、分析対象モデルに対して以下の制約を加えた。

- ①潜在変数の分散を「1」に固定

②誤差変数から観測変数へのパスを「1」に固定

モデル適合度指標の特徴を考慮して、複数の適合度指標からモデル適合性を評価した。モデル適合度指標には、カイ2乗 (χ^2) 値 (CMIN) とその自由度と有意確率, GFI, AGFI, NFI, CFI, RMSEA, AIC を用いた。統計分析には、アプリケーションソフトウェア IBM SPSS Statistics24 を用いた。構造方程式モデリングには、IBM SPSS Statistics24 と Amos24 を使用した。統計的仮説検定における有意水準は $P < 0.05$ とした。

4.3 結果

4.3.1. 定性的分析

図 4.3.1 は、デルファイ法を伴う特性要因分析の結果得られたサッカー戦術技能 (Tactical skill) の定性的構造を特性要因図 (魚の骨図) で示している。サッカーは攻撃局面と守備局面の切り替えにおける攻防であることから、サッカー戦術技能 (Tactical skill) は攻撃戦術技能 (Tactical skill) と守備戦術技能 (Tactical skill) に大別され、それぞれが個人戦術技能 (Tactical skill)、グループ戦術技能 (Tactical skill)、チーム戦術技能 (Tactical skill) に分類された。チーム戦術技能 (Tactical skill) の基盤はグループ戦術技能 (Tactical skill) および個人戦術技能 (Tactical skill) である。

個人攻撃戦術技能 (Tactical skill) は、ボールを操作するオンザボール (on the ball) 局面とボールを操作しないオフザボール (off the ball) 局面の個人攻撃戦術技能 (Tactical skill) から構成された。オンザボール局面での個人攻撃戦術技能 (Tactical skill) はスクリーンアンド(&)ターン、ファーストタッチ、ポストプレー、クロス、ドリブル、シュート、パス、ボディシェイプ、観るであった。オフザボール局面での個人攻撃戦術技能 (Tactical skill) はコミュニケーション、受ける動きであった。グループ攻撃戦術技能 (Tactical skill) は2人戦術、3人戦術、エリア戦術、リスタートであった。

表 4.3.1 は、定性的分析から得られたサッカー戦術技能 (Tactical skill) の定義を示している。これらの戦術技能 (Tactical skill) ごとに1つ以上の戦術項目が選定された。個人攻撃戦術技能 (Tactical skill) は34項目であり、グループ攻撃戦術技能 (Tactical skill) は22項目、個人守備戦術技能 (Tactical skill) は11項目、グループ守備戦術技能 (Tactical skill) は15項目であった。

定性的分析からの尺度構成

文献研究だけではサッカー戦術技能 (Tactical skill) 構造と測定項目構成について必要な情報が得られなかったため、定性的分析技法であるデルファイ法を伴う特性要因分析を用いてサッカー戦術技能 (Tactical skill) 構造と測定項目を構成した。

デルファイ法は専門家の認識、意見、将来予測などを集約する定性的分析技法である。特性要因分析は階層的因果関係を特性要因図 (魚の骨図) に表現する定性的分析技

法である。デルファイ法と特性要因分析を併用することにより，複数の専門家の帰納的推論を経て，論理的整合性と内容的妥当性を満足する階層的因果構造を構成することが可能になる。

サッカー戦術技能 (Tactical skill) の尺度構成手続きにデルファイ法を伴う特性要因分析を適用することにより，複数のサッカー専門家が認識しているサッカー戦術技能 (Tactical skill) を集約し，論理的整合性のあるサッカー戦術技能 (Tactical skill) 構造と内容的妥当性のある測定項目を構成することが可能になる。図 4.3.1 の特性要因図 (魚の骨図，再掲) に示されるように，測定対象の構成概念であるサッカー戦術技能 (Tactical skill) の階層的構造を構成した。また，表 4.3.1 に示されたように，サッカー戦術技能 (Tactical skill) の測定項目を構成した。

このように，測定対象の構成概念の定性的構造が明示されていない場合には，尺度構成手続きの第1ステップにおいて測定モデルを構成するために，デルファイ法を伴う特性要因分析を用いることが有用であると考えられる。

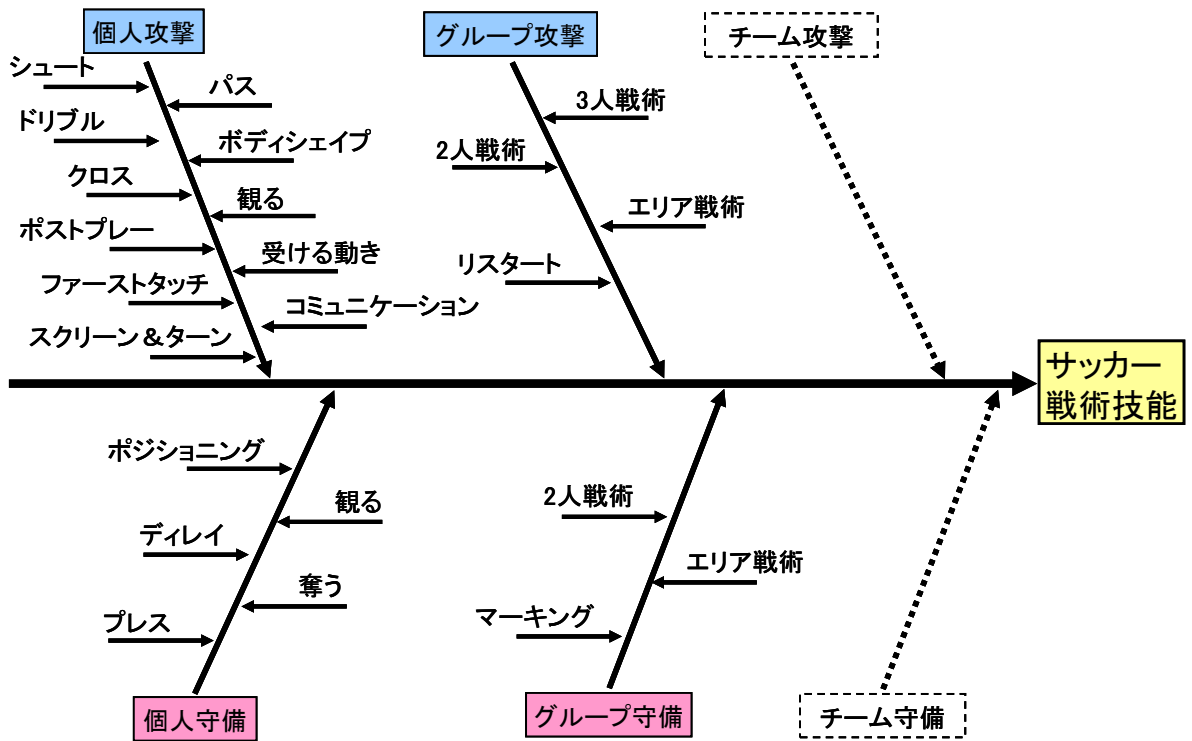


図 4.3.1. サッカー戦術技能の定性的構造 (特性要因図, 魚の骨図)

表 4.3.1. 定性的分析によるサッカー戦術技能の分類と定義

表分類	No 戦術技能	定義
個人 攻撃	1 シュート	攻撃局面の最終戦術であり、ボールキックやヘディングなどによりボールをゴール内に入れ、得点する攻撃戦術である。
	2 ドリブル	パスやシュートのためのスペースをつくり、相手守備者を抜き去ってプレーに参加できなくさせるための個人攻撃戦術である。
	3 クロス	クロス第1目的は、ボールを守備者の背後へ、しかもプライム・ターゲット・エリアにパスすることである。プライム・ターゲット・エリアの縦はゴールエリア内側の1.8mからペナルティースポットまで延長した7.3mであり、幅はゴールエリア幅の18mである。クロスは守備者に修正する時間を与えない強さのパスであり、中に入ってくる選手のタイミングに合わせた正確なパスであることが重要である。
	4 ポストプレー	前線の選手(ターゲットマン)にパスを出し、そこを起点に攻撃をしかける戦術である。ターゲットマンとなった選手はワンタッチでボールを出すか、またはキープして相手を引きつけてからスペースに展開する。
	5 ファーストタッチ	ただ足下にボールを止めるのではなく、次のプレーを考えた「判断を伴ったファーストタッチ」である。ハイプレッシャーの中で攻撃チャンスをものにするには、その攻撃局面で最適なファーストタッチが不可欠となる。そのためには、ボールにタッチするぎりぎりまで周りの状況を良く観ておかなければならない。最適なファーストタッチで相手を脅威に陥れたプレーヤーたちは、相手の状況を観てぎりぎりまで判断を遅らせて、最後の瞬間に1番良いプレーを選択できる戦術技能(Tactical skill)をもっている。
	6 スクリーン & ターン	スクリーンは、相手に厳しいマークを受けている場合などに使う個人攻撃戦術である。ボールと相手の間に自分の身体を入れることによってボールを奪われないようにする。ルーズボールの処理や相手をブロックしながらシュートなど多様な場面に応用できる。ゲームの中ではスクリーンしているだけでは進展がない。ボールを保持している選手はサポート選手を使い、自分でターン戦術を用いて新しい局面をつくり出す。 ターン戦術は、守備選手(ディフェンダー、DF)に対して正対する場合と、背対する場合とに使いわける。攻撃選手は、パスを受ける場合に、自分がターンするのに十分なスペースがあるかないかを常に認知していなければならない。ターン戦術は攻撃において非常に重要である。ターンできる場面でそれを逃した場合、攻撃の機会を遅らせ、守備側がリカバーするのを許すことになる。また、味方の攻撃選手を前線の攻撃ポジションに送り込む機会を失うことになる。スクリーンしている選手が適当なスペースがあると気づけば、ターンすることによって次の攻撃のスピードと勢いを増大することができ、守備選手の混乱を増大することになる。
	7 パス	攻撃のために重要な戦術である。攻撃戦術において優先権の高いパスの種類は順に、①守備人背後のスペースへのパス、②最前線の攻撃者の足もとへのパス、③少なくとも1人の守備者を越えるパス、④攻撃の方向を変えるためのクロスパス、⑤サポートする後方の選手へのパスである。これは、相手守備陣に対して最も致命的となるパス戦術の順である。また、パスは単に味方に通れば良いのではなく、受けた選手が何をできるのかが大切な要素である。そのために、戦術的に重要なパスの要素はパスの「質」である。パスの「質」は通常、タイミング(Timing)、方向(Direction)、強さ(Weight of the ball)を指す。
	8 ボディシェイプ	身体の向きと姿勢を合わせた概念であり、クリエイティブなプレーのためにはボールを持っているとき、持っていないときに関わらず、常に有効な視野を確保するための戦術である。
	9 観る	良いボディシェイプ(good body shape)による有効な視野の確保からボール、ゴール、味方、相手、スペースを確認することであり、優先順位の高い判断をするために重要である。
	10 受ける動き	オフザボール局面での受ける動き戦術は、ボール保持者とのコミュニケーション、チェックの動き、プリアウェイ、ウェーブ(曲線的動き)、ダイアゴナルラン、サポート、視野から消える動き、DFの視野外から飛び出す動き、DFライン背後への走りこみなどである。
	11 コミュニケーション	アイコンタクト、指示の声、ボディランゲージなどでボール保持者と受け手が意思疎通するための戦術である。

表 4.3.1. 定性的分析によるサッカー戦術技能 (Tactical skill) の分類と定義 (続き)

分類	No	戦術技能	定義
グループ攻撃	12	2人戦術	突破のための2人のコンビネーションプレーであり、相手を引きつける動き、スルーパス、壁パス、クロスオーバー、オーバーラップなどである。
	13	リスタート	アウトオブプレーやファウルで攻撃権を得た場合のグループ戦術である。ゴールキック、コーナーキック、フリーキック、スローインなどである。
	14	3人戦術	突破のための2人のコンビネーションプレーであり、第3の動き、オーバーなどである。
	15	エリア戦術	スペースを積極的に突破するためのグループ戦術であり、サイドチェンジ、サイドアタック、アーリークロス、プルバック、カウンターアタック、ダイレクトプレー、ポジションプレーなどである。
個人守備	16	プレス	ボールをもつ相手のプレーの時間とスペースを縮小することである。相手の攻撃をスピードダウンさせること、相手の次のプレーを自由にさせないこと、ボール保持者を攻撃方向にターンさせないことなどである。また、守備者がボールを持っている相手との間合いを詰めることである。
	17	ディレイ	ボールを攻撃方向に移動させないこと、攻撃方向を狭めて制限していくことである。
	18	ポジショニング	チャレンジが可能で、裏をとられないように相手との距離を保つことである。
	19	奪う	守備ゾーンでボールを奪う確率が高いところで奪うこと、相手がボールをコントロールする瞬間にボールを奪うこと、攻撃側選手がボールをコントロールした瞬間にボールを奪うことである。また、パスが相手にわたる前に奪うことである。
	20	観る	相手とボールを同一視野に入れることである。個人攻撃戦術技能 (Tactical skill) と同様に、観るは、良いボディシェイプ (good body shape) による有効な視野の確保からボール、相手、味方、スペースを確認することであり、優先順位の高い判断をするために重要である。
グループ守備	21	マーキング	相手や守備ゾーンをマークすることである。
	22	2人戦術	プレスとカバーのための2人のコンビネーションプレーであり、チャレンジ&カバー、コレクティブディフェンス (挟み込み) などである。
	23	エリア戦術	スペースを積極的に守備するためのグループ戦術であり、ブロック (守備の壁：絞り込み)、チェーンリアクション (連動)、バランス、リトリート、スモールフィールド、ラインコントロール、コンパクトなどである。

4.3.2 信頼性

表 4.3.2 は、動画質問によるサッカー戦術技能 (Tactical skill) テストを構成する 82 項目の信頼性係数、妥当性係数、平均値 (Mean)、標準偏差 (SD) を示している。信頼性係数は、0.60 から 0.91 の範囲で、平均値は 0.79 であった。妥当性係数は、0.26 から 0.77 であり、平均値は 0.60 であった。

表 4.3.2. 動画質問によるサッカー戦術技能テスト項目の信頼性と妥当性 (N=141)

領域	分類	戦術	信頼性	妥当性	Mean	SD
		N	82	82	82	82
		Mean	0.79	0.60	2.8	1.03
		SD	0.07	0.10	0.4	0.15
		Max	0.91	0.77	3.5	1.54
		Med	0.79	0.62	2.9	1.01
		Min	0.60	0.26	1.4	0.77
領域	分類	項目	信頼性	妥当性	Mean	SD
攻撃個人	ファーストタッチ	1) ボールを運ぶためのファーストタッチ	0.65	0.61	3.3	0.9
		2) DFをかわずするためのファーストタッチ	0.71	0.70	2.8	1.0
		3) シュートのためファーストタッチ	0.70	0.65	2.8	1.0
		4) スクリーン	0.82	0.58	2.4	1.2
		5) フリーで前を向くターン	0.75	0.56	3.5	1.1
	スクリーン&ターン	6) DFを背負って前を向くターン	0.83	0.55	2.3	1.0
	ポストプレー	7) ポストプレー	0.72	0.46	2.4	0.9
	パス	8) 優先順位の高いパス	0.72	0.45	2.9	1.0
		9) 攻撃方向を変えるパス	0.70	0.63	2.9	1.0
		10) タイミングの良いパス	0.71	0.67	2.7	0.9
		11) 方向が正確なパス	0.61	0.59	2.8	0.8
		12) 強さが適当であるパス	0.60	0.53	2.8	0.9
		13) 見せかけのパス	0.81	0.59	2.4	1.2
クロス	14) 正確なクロス	0.81	0.51	2.5	0.9	
ドリブル	15) 方向を変えるドリブル	0.77	0.53	2.5	1.1	
	16) スピードを変えるドリブル	0.83	0.54	2.9	1.0	
	17) DFを引きつけるドリブル	0.79	0.70	2.8	1.1	
	18) DFラインを突破するドリブル	0.84	0.53	2.3	1.0	
	19) マークDFを突破するドリブル	0.76	0.62	2.4	1.0	
シュート	20) ワンタッチシュート	0.78	0.66	2.7	1.0	
	21) コントロールからシュート	0.83	0.65	3.0	1.0	
	22) ドリブルからシュート	0.78	0.69	2.8	1.0	
	23) クロスからシュート	0.86	0.59	2.6	0.9	
ボディシェイプ	24) 体の向き	0.79	0.69	3.3	0.9	
観る	25) ルックアップ	0.67	0.59	3.0	0.9	
コミュニケーション	26) ボール保持者とのコミュニケーション	0.69	0.62	3.5	0.9	
受ける動き	27) チェックの動き	0.90	0.64	2.9	1.1	
	28) プルアウェイ	0.85	0.74	3.2	1.1	
	29) ウェーブ(曲線の動き)	0.83	0.70	3.1	1.1	
	30) ダイアゴナルラン	0.89	0.70	3.0	1.5	
	31) サポート	0.66	0.64	3.4	0.8	
	32) 視野から消える動き	0.75	0.69	2.7	1.1	
	33) DFの視野外から飛び出す動き	0.79	0.77	2.8	1.1	
	34) DFライン背後への走りこみ	0.78	0.66	3.1	1.2	

表 4.3.2. 動画質問によるサッカー戦術技能テスト項目の信頼性と妥当性 (N=141, 続き)

領域	分類	項目	信頼性	妥当性	Mean	SD	
攻撃 グループ	2人戦術	35) 相手を引きつける動き	0.75	0.72	2.8	1.0	
		36) スルーパス	0.86	0.68	2.7	1.1	
		37) 壁パス	0.88	0.73	3.2	1.0	
		38) クロスオーバー	0.87	0.72	3.1	1.2	
		39) オーバーラップ	0.90	0.71	3.1	1.2	
	3人戦術	40) 第3の動き	0.76	0.74	3.0	1.1	
		41) オーバー	0.76	0.61	2.5	1.2	
	エリア戦術	42) サイドチェンジ	0.86	0.49	2.6	1.0	
		43) サイドアタック	0.79	0.70	3.0	1.0	
		44) アーリークロス	0.86	0.67	2.8	1.0	
		45) ブルバック	0.74	0.57	2.3	1.5	
		46) カウンターアタック	0.75	0.57	2.9	0.9	
		47) ダイレクトプレー	0.76	0.62	2.9	0.9	
		48) ポゼッションプレー	0.71	0.66	2.7	0.9	
		リスタート	49) 素早いリスタート	0.76	0.42	3.4	0.8
	50) ショートコーナー		0.82	0.52	3.1	1.2	
	51) コーナーキック		0.87	0.60	2.7	1.1	
	52) 直接フリーキック		0.91	0.44	2.2	1.0	
	53) ペナルティキック		0.91	0.60	3.5	1.2	
	エリア戦術	54) バイタルエリアの攻略	0.71	0.64	2.5	1.0	
		55) ファンタジスタの攻撃	0.86	0.39	1.4	1.0	
		56) 守備から攻撃への切り替え	0.67	0.48	3.5	0.8	
	守備個人	プレス	1) プレッシング	0.86	0.71	3.4	0.9
			2) 振り向かせない	0.81	0.63	3.2	1.0
		ディレイ	3) 遅らせる	0.80	0.67	3.3	0.9
			4) 方向の限定	0.81	0.70	3.4	0.8
奪う		5) ボールの奪いどころをつくる	0.76	0.61	2.9	0.9	
		6) ボールを奪う	0.78	0.61	3.0	1.0	
		7) ジャストミート(ボールを奪うとき)	0.74	0.61	2.5	1.3	
		8) インターセプト	0.83	0.61	3.0	1.0	
観る		9) 同一視野	0.75	0.36	3.1	0.8	
ポジショニング		10) 裏をとられない	0.84	0.46	2.8	1.0	
プレス		11) アプローチ	0.80	0.60	3.3	1.0	
守備 グループ	マーキング	12) マンマーキング	0.83	0.64	2.9	1.1	
		13) ゾーンマーキング	0.86	0.65	2.8	1.1	
		14) マークの受け渡し	0.82	0.67	3.0	1.0	
		15) クロスボールへの対応	0.78	0.26	2.7	0.9	
		16) チャレンジ&カバー	0.75	0.72	3.1	1.1	
	2人戦術	17) コレクティブディフェンス(挟み込み)	0.85	0.73	3.1	1.0	
		18) ブロック(守備の壁, 絞り込み)	0.82	0.44	2.2	1.3	
	エリア戦術	19) チェーンリアクション(連動)	0.87	0.59	3.0	1.1	
		20) バランス	0.76	0.64	2.9	0.9	
		21) リトリート	0.88	0.49	2.0	1.5	
		22) スモールフィールド	0.78	0.55	2.3	1.3	
		23) ラインコントロール	0.82	0.47	2.7	1.1	
		24) コンパクト	0.74	0.66	2.9	1.0	
		25) バイタルエリアの守備	0.74	0.57	2.6	1.0	
		26) 攻撃から守備への切り替え	0.72	0.35	3.2	1.0	

4.3.3 探索的因子分析における固有値のスクリー分析

図4.3.2は、サッカー戦術技能（Tactical skill）を測定する19項目（尺度得点）の探索的因子分析における固有値と、スクリー分析の結果得られた固有値のスクリープロットを示している。第1固有値は10.77であり、全分散の56.7%であった。第2固有値は2.57であり、全分散の13.5%であった。第3固有値は0.77であり、全分散の4.1%であった。相関行列から抽出された第1固有値は、第2固有値以下とは大きな差があり、固有値のスクリープロットはL字型であった。これらの結果は、サッカー戦術技能（Tactical skill）19項目の1次元性（1因子性）を示している。

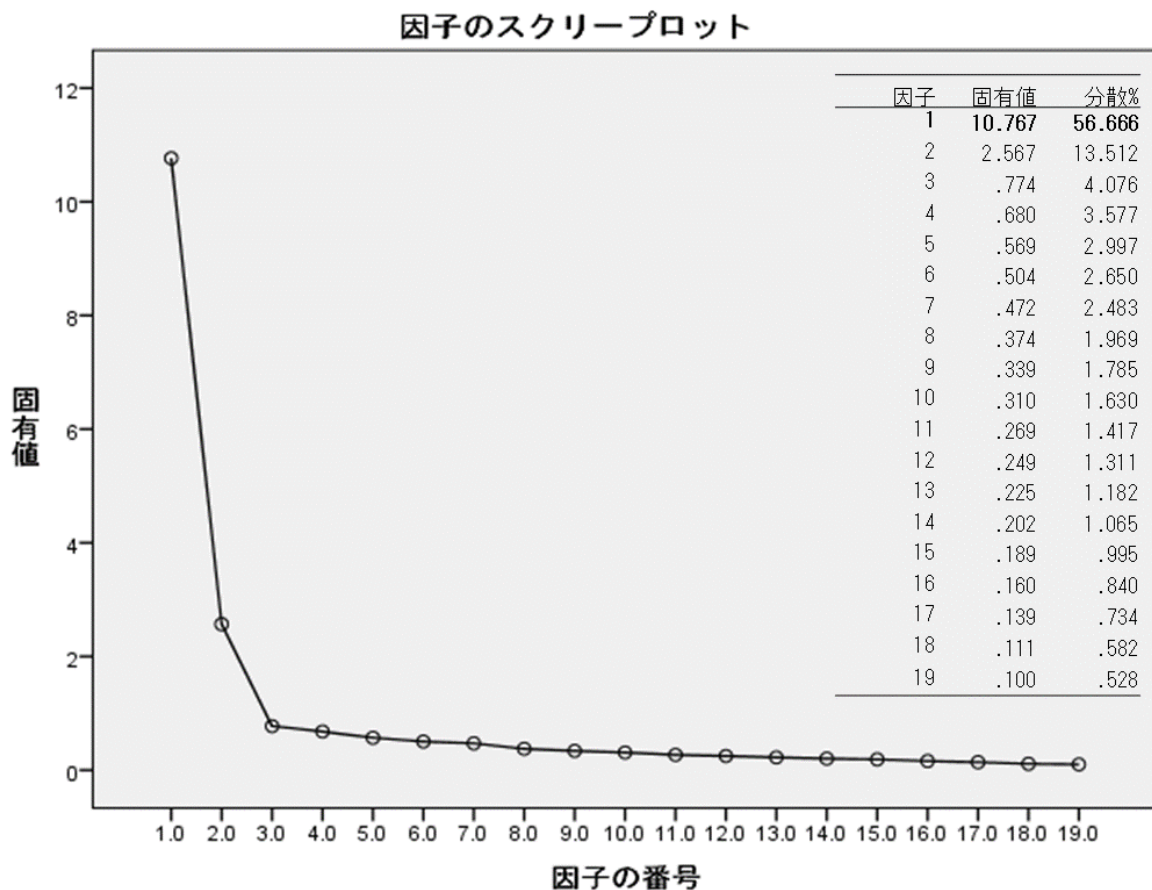


図4.3.2. サッカー戦術技能の探索的因子分析における固有値のスクリー分析

4.3.4 探索的因子構造

表 4.3.2 は、サッカー戦術技能 (Tactical skill) の探索的因子分析におけるバリマックス回転後の因子構造行列を示している。主因子解法により、固有値 1.0 以上の 2 因子を抽出した。バリマックス回転後の因子構造行列は、全分散の 66.8% を説明し、単純構造に到達した。因子負荷量から、第 1 因子は攻撃戦術技能 (Tactical skill) 因子、第 2 因子は守備戦術技能 (Tactical skill) 因子、であると解釈された。これらの結果は、サッカー戦術技能 (Tactical skill) を測定する 19 項目には構成概念妥当性があることを示している

表 4.3.3. サッカー戦術技能の探索的因子分析における
バリマックス回転後の因子構造行列

項目	F1	F2	H2
攻撃ドリブル	.844	.082	0.72
攻撃エリア戦術1	.812	.390	0.81
攻撃動き	.804	.344	0.76
攻撃グループ戦術	.788	.443	0.82
攻撃スクリーン&ターンポストプレー	.769	.202	0.63
攻撃ファーストタッチ	.767	.251	0.65
攻撃シュート	.742	.304	0.64
攻撃エリア戦術2	.739	.137	0.56
攻撃パスクロス	.736	.296	0.63
攻撃リスタート	.636	.328	0.51
攻撃ボディシェイプ観るコミュニケーション	.577	.493	0.58
守備マーキング	.204	.864	0.79
守備エリア戦術1	.285	.822	0.76
守備プレス	.309	.796	0.73
守備2人戦術	.377	.794	0.77
守備ディレイ	.356	.753	0.69
守備奪う	.371	.736	0.68
守備エリア戦術2	.149	.727	0.55
守備観るポジショニング	.120	.619	0.40
固有値	6.86	5.83	12.69
固有値%	36.09	30.70	66.79

因子抽出法: 主因子法, 回転法: Kaiser の正規化を伴うバリマックス法

表 4.3.3 は、サッカー戦術技能 (Tactical skill) の探索的因子分析におけるプロマックス回転後の因子パターン行列を示している。主因子解法により、固有値 1.0 以上の 2 因子を抽出した。プロマックス回転後の因子パターン行列は、全分散の 65.7% を説明し、因子間相関係数は 0.626 であり、バリマックス回転よりも明確な単純構造に到達した。因子負荷量から、第 1 因子は攻撃戦術技能 (Tactical skill) 因子、第 2 因子は守備戦術技能 (Tactical skill) 因子、であると解釈された。これらの結果は、サッカー戦術技能 (Tactical skill) を測定する 19 項目には構成概念妥当性があることを示している。

表 4.3.4. サッカー戦術技能の探索的因子分析における
プロマックス回転後の因子パターン行列

項目	F1	F2
攻撃ドリブル	.986	-.258
攻撃スクリーン&ターンポストプレー	.844	-.081
攻撃エリア戦術2	.834	-.147
攻撃動き	.825	.076
攻撃ファーストタッチ	.820	-.021
攻撃エリア戦術1	.815	.128
攻撃シュート	.767	.054
攻撃パスクロス	.764	.046
攻撃グループ戦術	.763	.203
攻撃リスタート	.629	.128
攻撃ボディシェイプ観るコミュニケーション	.487	.353
守備マーキング	-.124	.959
守備エリア戦術1	-.008	.875
守備プレス	.033	.833
守備エリア戦術2	-.131	.818
守備2人戦術	.116	.802
守備ディレイ	.108	.761
守備奪う	.134	.734
守備観るポジショニング	-.120	.698
固有値	6.87	5.60
固有値%	36.17	29.48
因子間相関	1.000	.626
F2	.626	1.000

因子抽出法：主因子法，回転法：Kaiser の正規化を伴うプロマックス法

4.3.5 検証的因子構造：2因子

図4.3.2は、構造方程式モデリング分析を適用したサッカー戦術技能 (Tactical skill) の検証的因子構造を示している。攻撃的戦術技能 (Tactical skill) と守備的戦術技能 (Tactical skill) から構成される2因子構造モデルである。モデル適合度指標のNFI, CFI, RMSEAは基準値を達成しており、モデルはデータに適合していると判断された。2つの潜在変数 (因子) 間の相関係数は有意な0.66 ($P < 0.05$)であった。

2つの潜在変数 (因子) から観測変数へのパス係数は、探索的因子構造の因子負荷量と同様であり、項目の構成概念妥当性係数である。パス係数の最小値は0.59であり、最大値は0.91であり、全体に0.80程度であった。これらの結果は、サッカー戦術技能 (Tactical skill) を測定する19項目 (尺度得点) は、攻撃戦術技能 (Tactical skill) と守備戦術技能 (Tactical skill) の2因子に対して高い構成概念妥当性があることを示している。

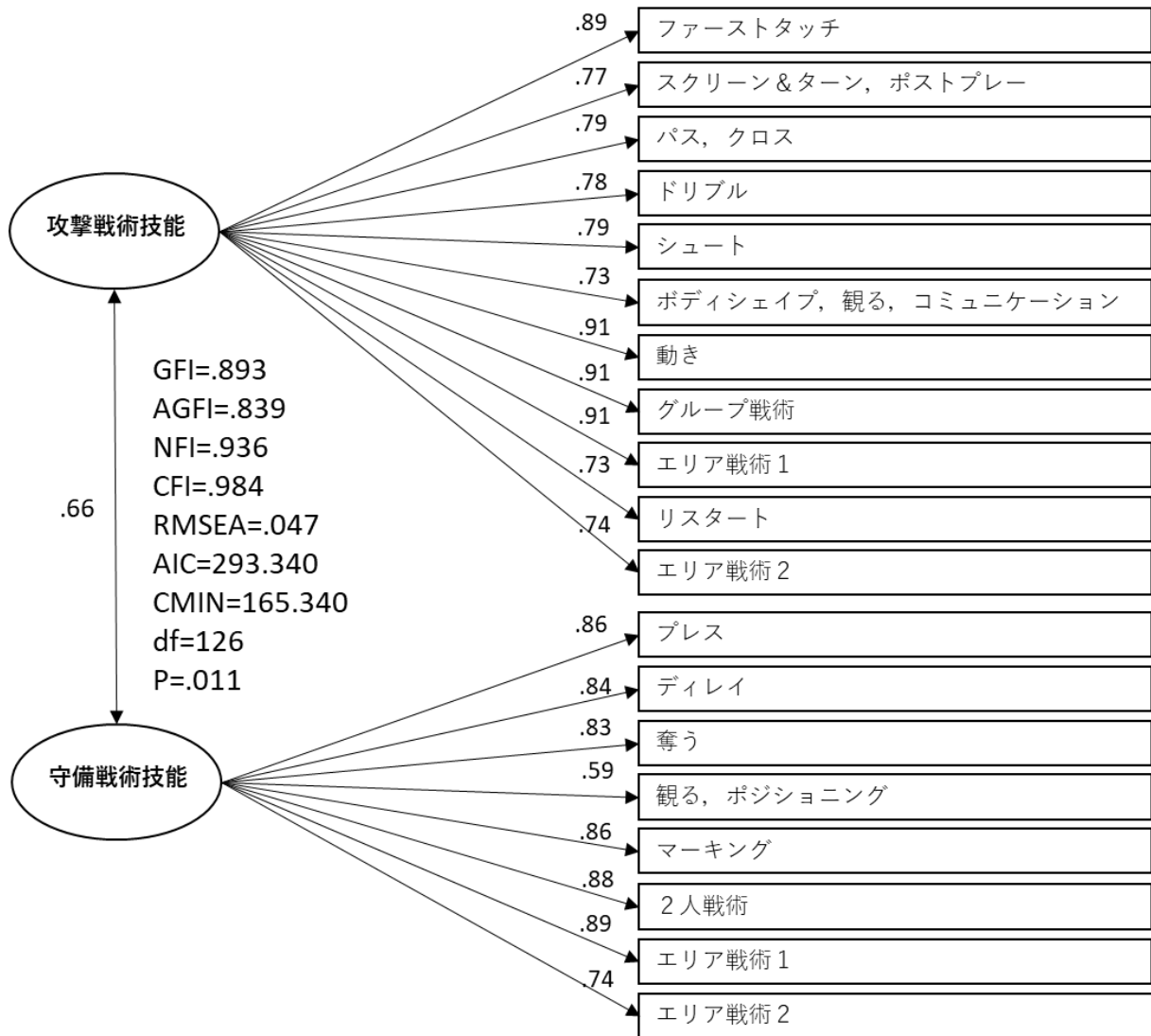
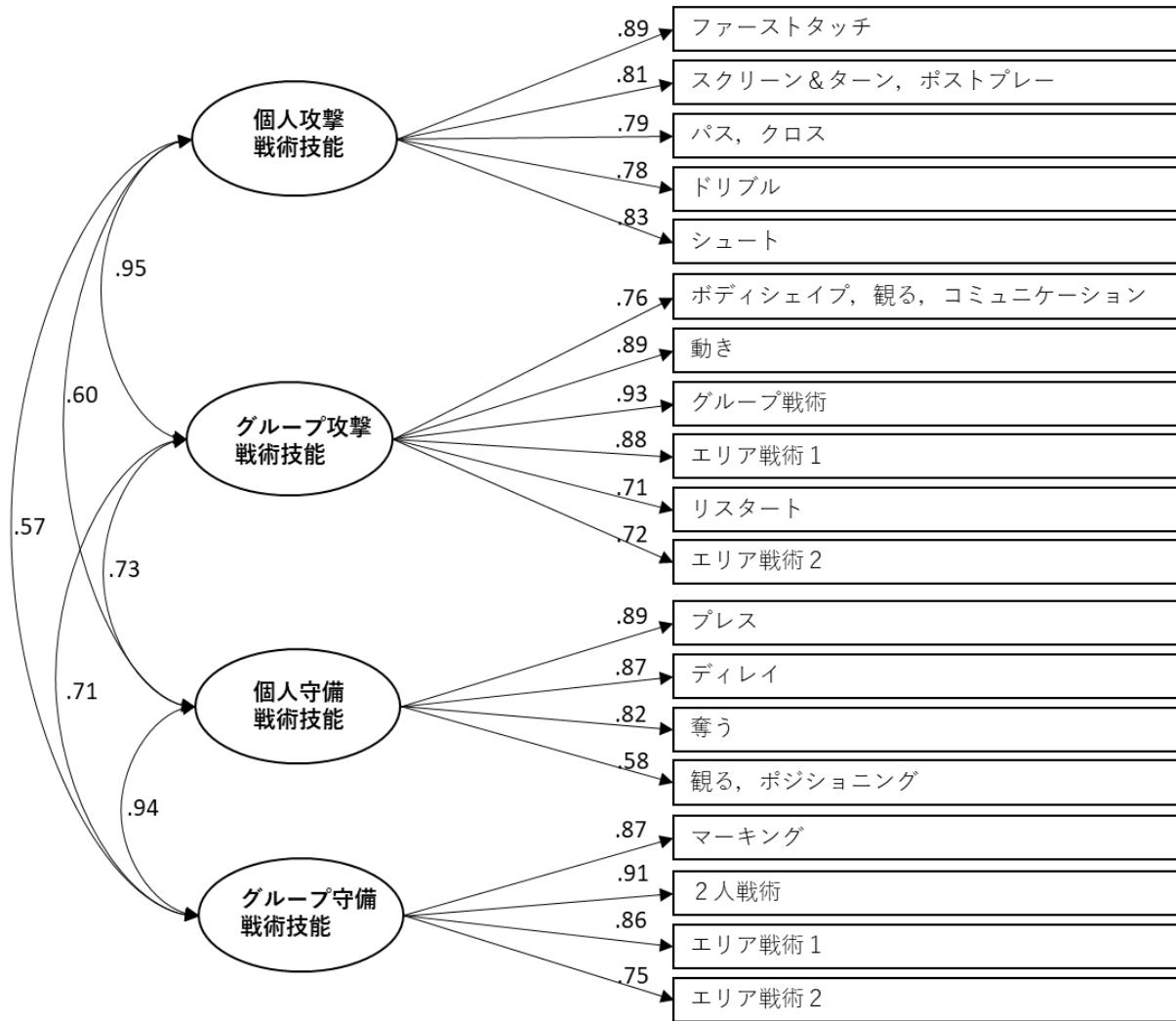


図 4.3.2. サッカー戦術技能の検証的因子構造：2因子

4.3.6 検証的因子構造：4因子

図4.3.3は、構造方程式モデリング分析を適用したサッカー戦術技能 (Tactical skill) の検証的因子構造を示している。個人攻撃的戦術技能 (Tactical skill)、グループ攻撃戦術技能 (Tactical skill)、個人守備的戦術技能 (Tactical skill)、グループ守備戦術技能 (Tactical skill) から構成される4因子構造モデルである。モデル適合度指標のGFI, NFI, CFI, RMSEAは基準値を達成しており、モデルはデータに適合していると判断された。4つの潜在変数(因子)間の相関係数は有意であり($P < 0.05$)、最小値が0.57、最大値が0.95であった。

潜在変数(因子)から観測変数へのパス係数は、探索的因子構造の因子負荷量と同様であり、項目の構成概念妥当性係数である。パス係数の最小値は0.58であり、最大値は0.91であり、全体に0.80程度であった。これらの結果は、サッカー戦術技能 (Tactical skill) を測定する19項目(尺度得点)は、個人攻撃的戦術技能 (Tactical skill)、グループ攻撃戦術技能 (Tactical skill)、個人守備的戦術技能 (Tactical skill)、グループ守備戦術技能 (Tactical skill) の4因子に対して高い構成概念妥当性があることを示している。



GFI=.900, AGFI=.845, NFI=.939, CFI=.986, RMSEA=.045, AIC=291.692, CMIN=157.692 (df=123, P=.019)

図 4.3.3. サッカー戦術技能の検証的因子構造 : 4 因子

4.3.7 サッカー戦術技能 (Tactical skill) の2次因子構造

図4.3.4は、構造方程式モデリング分析を適用したサッカー戦術技能 (Tactical skill) の2次因子構造を示している。個人攻撃的戦術技能 (Tactical skill), グループ攻撃戦術技能 (Tactical skill), 個人守備的戦術技能 (Tactical skill), グループ守備戦術技能 (Tactical skill) の4因子間の相関関係に基づいて、1次因子の背後に1次因子であるサッカー戦術技能 (Tactical skill) を仮定したサッカー戦術技能 (Tactical skill) の2次因子構造モデルである。モデル適合度指標のCFI, RMSEAは基準値を達成しており、モデルはデータに適合していると判断された。2次因子から4つの1次因子へのパス係数は有意であり ($P < 0.05$), 最小値が0.71, 最大値が0.97であった。

潜在変数 (因子) から観測変数へのパス係数は、探索的因子構造の因子負荷量と同様であり、項目の構成概念妥当性係数である。パス係数の最小値は0.58であり、最大値は0.91であり、全体に0.80程度であった。これらの結果は、2次因子構造が高い妥当性があること、サッカー戦術技能 (Tactical skill) を測定する19項目 (尺度得点) は、個人攻撃的戦術技能 (Tactical skill), グループ攻撃戦術技能 (Tactical skill), 個人守備的戦術技能 (Tactical skill), グループ守備戦術技能 (Tactical skill) の4つの1次因子に対して高い構成概念妥当性があることを示している。

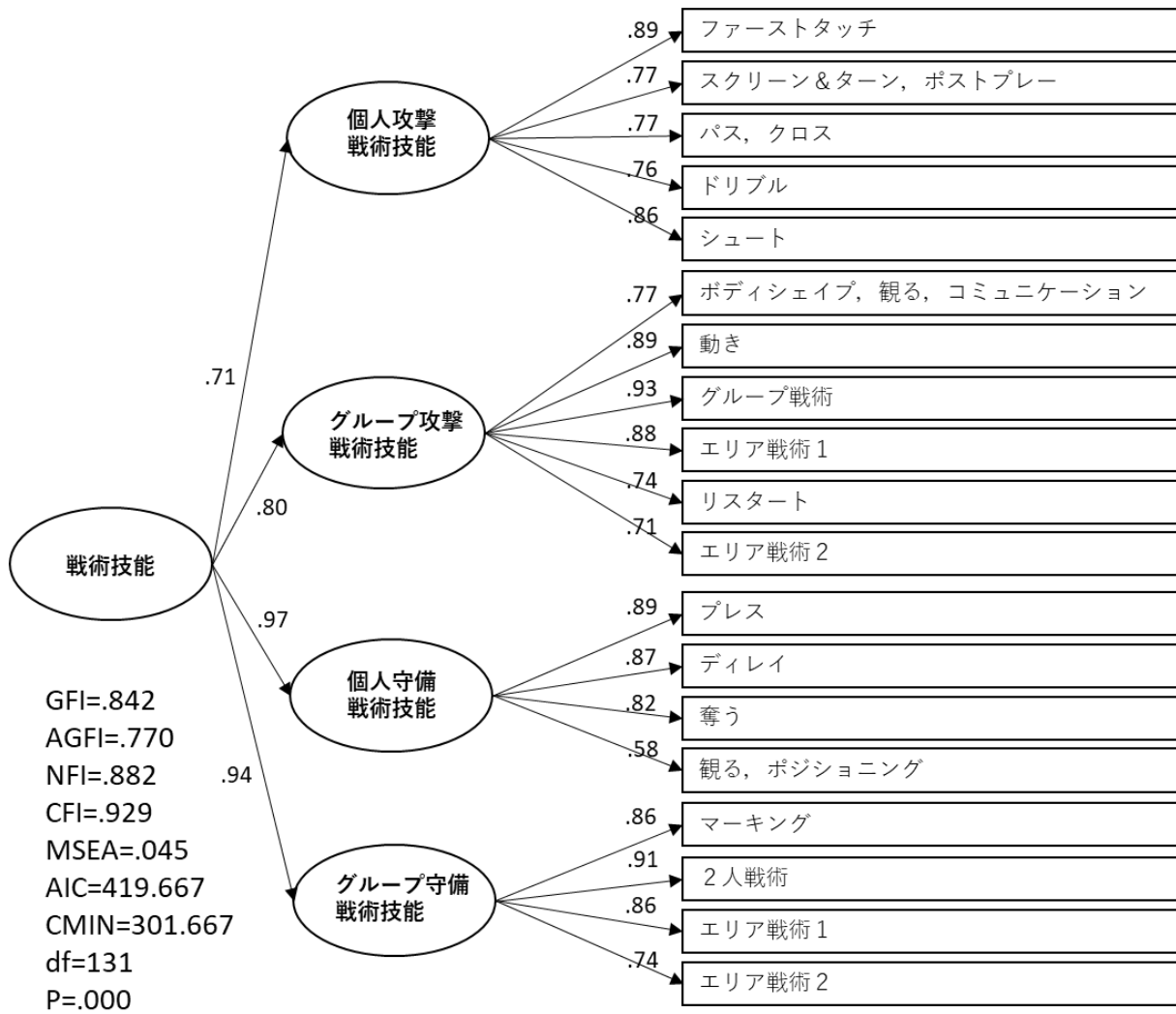


図 4.3.4. サッカー戦術技能の2次因子構造

4.3.8 サッカー戦術技能 (Tactical skill) の探索的因子分析における固有値のスクリー分析

図 4.3.5 は、サッカー戦術技能 (Tactical skill) テスト 82 項目の探索的因子分析における固有値と、スクリー分析の結果得られた固有値のスクリープロットを示している。第 1 固有値は 3.26 であり、全分散の 40.6%であった。第 3 固有値は 6.47 であり、全分散の 7.9%であった。第 3 固有値は 3.69 であり、全分散の 4.5%であった。相関行列から抽出された第 1 固有値は、第 2 固有値以下とは大きな差があり、固有値のスクリープロットは L 字型であった。これらの結果は、サッカー戦術技能 (Tactical skill) テスト 82 項目の 1 次元性 (1 因子性) を示している。

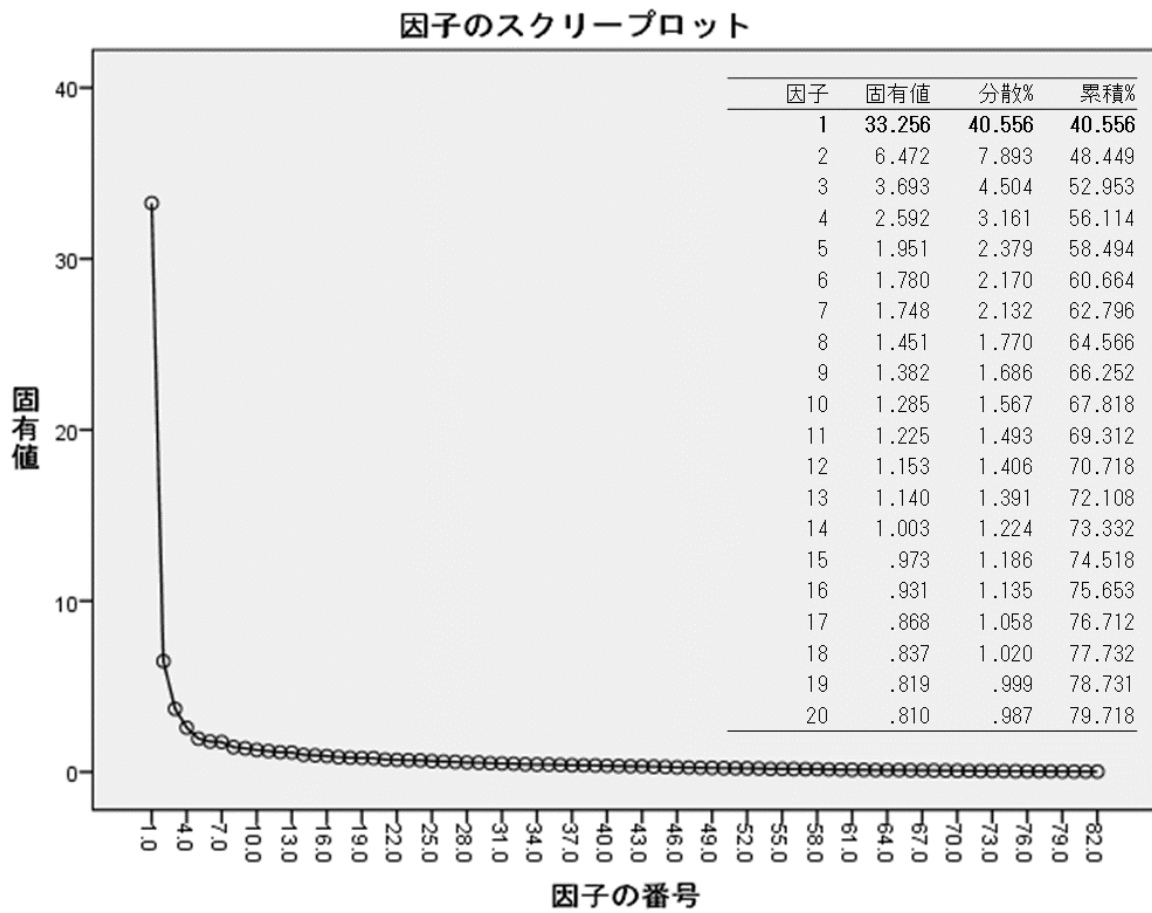


図 4.3.5. サッカー戦術技能テスト項目の探索的因子分析における固有値のスクリー分析

4.3.9 サッカー戦術技能 (Tactical skill) 項目の探索的因子分析のバリマックス回転後の因子構造行列

表 4.3.4 は、サッカー戦術技能 (Tactical skill) テスト項目の探索的因子分析におけるバリマックス回転後の因子構造行列を示している。主因子解法により、固有値 1.0 以上の 3 因子を抽出した。バリマックス回転後の因子構造行列は、全分散の 51.2% を説明し、単純構造に到達した。因子負荷量から、第 1 因子は攻撃戦術技能 (Tactical skill) 因子、第 2 因子は守備戦術技能 (Tactical skill) 因子、第 3 因子はパス攻撃戦術技能 (Tactical skill) 因子であると解釈された。これらの結果は、サッカー戦術技能 (Tactical skill) を測定する 82 項目には構成概念妥当性があることを示している。

表 4.3.5. サッカー戦術技能項目の探索的因子分析のバリマックス回転後の因子構造行列

領域	技能	項目	F1	F2	F3	H2
攻撃	個人, On the ball	ドリブル	.770	-.030	.159	0.62
攻撃	個人, On the ball	シュート	.797	.167	.209	0.71
攻撃	個人, Off the ball	動き	.756	.171	.142	0.62
攻撃	個人, On the ball	ドリブル	.742	.079	.238	0.61
攻撃	個人, On the ball	スクリーン&ターン	.722	.022	.229	0.57
攻撃	個人, Off the ball	動き	.760	.262	.117	0.66
攻撃	個人, On the ball	ドリブル	.681	.065	.156	0.49
攻撃	グループ	エリア戦術	.734	.296	.136	0.64
攻撃	個人, Off the ball	動き	.723	.233	.191	0.61
攻撃	個人, Off the ball	動き	.736	.371	.083	0.69
攻撃	個人, On the ball	ドリブル	.724	.205	.264	0.64
攻撃	個人, Off the ball	動き	.737	.340	.224	0.71
攻撃	グループ	エリア戦術	.673	.187	.131	0.51
攻撃	個人, On the ball	ファーストタッチ	.690	.218	.213	0.57
攻撃	個人, Off the ball	動き	.681	.266	.131	0.55
攻撃	個人, On the ball	シュート	.683	.319	.120	0.58
攻撃	個人, On the ball	パス	.632	.095	.251	0.47
攻撃	グループ	2人戦術	.689	.355	.202	0.64
攻撃	グループ	リスタート	.614	.321	.077	0.49
攻撃	個人, On the ball	ドリブル	.597	.132	.241	0.43
攻撃	個人, On the ball	シュート	.639	.373	.143	0.57
攻撃	個人, On the ball	ファーストタッチ	.638	.222	.327	0.56
攻撃	グループ	2人戦術	.648	.213	.394	0.62
攻撃	グループ	エリア戦術	.629	.347	.210	0.56
攻撃	個人, On the ball	クロス	.578	.176	.203	0.41
攻撃	グループ	リスタート	.596	.285	.162	0.46
攻撃	個人, On the ball	ポストプレー	.546	.228	.031	0.35
攻撃	グループ	リスタート	.534	.326	.007	0.39
攻撃	グループ	2人戦術	.600	.466	.150	0.60
攻撃	グループ	3人戦術	.555	.331	.166	0.44
攻撃	個人, Off the ball	動き	.569	.404	.157	0.51
攻撃	個人, On the ball	スクリーン&ターン	.524	.122	.325	0.39
攻撃	グループ	3人戦術	.593	.388	.316	0.60
攻撃	個人, On the ball	シュート	.546	.382	.161	0.47
攻撃	グループ	エリア戦術	.443	-.042	.281	0.28
攻撃	グループ	2人戦術	.559	.253	.464	0.59
攻撃	グループ	エリア戦術	.482	.227	.162	0.31
攻撃	個人, On the ball	スクリーン&ターン	.496	.330	.154	0.38
攻撃	グループ	リスタート	.443	.107	.253	0.27
攻撃	個人, On the ball	パス	.423	.357	.384	0.45
守備	グループ	マーキング	.323	.812	.018	0.76
守備	グループ	2人戦術	.374	.808	.078	0.80
守備	グループ	エリア戦術	.146	.731	.099	0.57

守備, グループ	エリア戦術	ラインコントロール	-.019	.702	.252	0.56
守備, グループ	マーキング	マークの受け渡し	.334	.755	.121	0.70
守備, グループ	エリア戦術	チェーンリアクション (連動)	.196	.721	.169	0.59
守備, グループ	エリア戦術	コンパクト	.273	.721	.165	0.62
守備, グループ	マーキング	ゾーンマーキング	.366	.728	.078	0.67
守備, 個人, Off the ball	プレス	アプローチ	.217	.666	.130	0.51
守備, 個人, On the ball	プレス	振り向かせない	.256	.681	.215	0.58
守備, グループ	エリア戦術	バランス	.268	.681	.233	0.59
守備, 個人, On the ball	プレス	プレッシング	.335	.691	.222	0.64
守備, 個人, On the ball	ディレイ	遅らせる	.275	.671	.278	0.60
守備, 個人, Off the ball	ポジショニング	裏をとられない	.042	.596	.202	0.40
守備, 個人, On the ball	奪う	ボールを奪う	.220	.629	.292	0.53
守備, グループ	2人戦術	コレクティブディフェンス(挟み込み)	.487	.662	.131	0.69
守備, 個人, On the ball	ディレイ	方向の限定	.302	.639	.310	0.60
守備, グループ	マーキング	クロスボールへの対応	-.255	.459	.286	0.36
守備, 個人, On the ball	奪う	ジャストミート(ボールを奪うとき)	.221	.559	.299	0.45
守備, グループ	エリア戦術	スモールフィールド	.260	.531	.124	0.37
攻撃, グループ	2人戦術	オーバーラップ	.464	.589	.176	0.59
守備, 個人, Off the ball	奪う	インターセプト	.274	.552	.297	0.47
守備, グループ	エリア戦術	ブロック(守備の壁, 絞り込み)	.206	.477	.069	0.28
守備, 個人, On the ball	奪う	ボールの奪いどころをつくる	.275	.528	.286	0.44
守備, グループ	エリア戦術	攻撃から守備への切り替え	-.060	.369	.278	0.22
守備, グループ	エリア戦術	リトリート	-.233	.400	.104	0.22
攻撃, 個人, On the ball	パス	方向が正確なパス	.285	.103	.752	0.66
攻撃, 個人, On the ball	パス	強さが適当であるパス	.279	.087	.674	0.54
攻撃, 個人, On the ball	パス	タイミングの良いパス	.439	.182	.633	0.63
攻撃, 個人, Off the ball	観る	ルックアップ	.195	.329	.597	0.50
攻撃, 個人, On the ball	パス	優先順位の高いパス	.102	.174	.545	0.34
攻撃, グループ	エリア戦術	ダイレクトプレー	.342	.226	.577	0.50
攻撃, グループ	エリア戦術	カウンターアタック	.296	.171	.531	0.40
攻撃, グループ	エリア戦術	守備から攻撃への切り替え	.218	.129	.497	0.31
守備, 個人, Off the ball	観る	同一視野	-.168	.426	.471	0.43
攻撃, グループ	エリア戦術	サイドチェンジ	.223	.276	.508	0.38
攻撃, 個人, Off the ball	動き	サポート	.229	.422	.520	0.50
攻撃, 個人, Off the ball	コミュニケーション	ボール保持者とのコミュニケーション	.265	.369	.480	0.44
攻撃, 個人, Off the ball	ボディシェイプ	体の向き	.393	.356	.481	0.51
攻撃, グループ	エリア戦術	ポゼッションプレー	.477	.244	.471	0.51
攻撃, 個人, On the ball	ファーストタッチ	ボールを運ぶためのファーストタッチ	.364	.187	.408	0.33
攻撃, グループ	リスタート	素早いリスタート	.130	.260	.363	0.22
固有値			19.64	14.66	7.72	42.02
固有値%			23.95	17.88	9.42	51.24

因子抽出法: 主因子法, 回転法: Kaiser の正規化を伴うバリマックス法

4.3.10 サッカー戦術技能 (Tactical skill) 項目の探索的因子分析のプロマックス回転後の因子パターン行列

表 4.3.5 は、サッカー戦術技能 (Tactical skill) テスト項目の探索的因子分析におけるプロマックス回転後の因子パターン行列を示している。主因子解法により、固有値 1.0 以上の 3 因子を抽出した。プロマックス回転後の因子パターン行列は、全分散の 47.1% を説明し、因子間相関係数は 0.593, 0.532, 0.515 であり、バリマックス回転よりも明確な単純構造に到達した。因子負荷量から、第 1 因子は攻撃戦術技能 (Tactical skill) 因子、第 2 因子は守備戦術技能 (Tactical skill) 因子、第 3 因子はパス攻撃戦術技能 (Tactical skill) 因子であると解釈された。これらの結果は、サッカー戦術技能 (Tactical skill) を測定する 82 項目には構成概念妥当性があることを示している

表 4.3.6. サッカー戦術技能項目の探索的因子分析のプロマックス回転後の因子パターン行列

領域	技能	項目	F1	F2	F3	H2
攻撃, 個人, On the ball	ドリブル	DFラインを突破するドリブル	.924	-.319	.021	0.96
攻撃, 個人, On the ball	シュート	ドリブルからシュート	.877	-.096	.033	0.78
攻撃, 個人, Off the ball	動き	DFライン背後への走りこみ	.842	-.061	-.039	0.71
攻撃, 個人, On the ball	ドリブル	マークDFを突破するドリブル	.830	-.193	.098	0.74
攻撃, 個人, On the ball	スクリーン&ターン	DFを背負って前を向くターン	.827	-.256	.105	0.76
攻撃, 個人, Off the ball	動き	ウェーブ(曲線の動き)	.822	.056	-.088	0.69
攻撃, 個人, On the ball	ドリブル	方向を変えるドリブル	.782	-.172	.017	0.64
攻撃, グループ	エリア戦術	サイドアタック	.774	.101	-.067	0.61
攻撃, 個人, Off the ball	動き	視野から消える動き	.767	.014	.014	0.59
攻撃, 個人, Off the ball	動き	ブルアウェイ	.766	.206	-.148	0.65
攻撃, 個人, On the ball	ドリブル	DFを引きつけるドリブル	.758	-.039	.108	0.59
攻撃, 個人, Off the ball	動き	DFの視野外から飛び出す動き	.740	.134	.028	0.57
攻撃, グループ	エリア戦術	バイタルエリアの攻略	.738	-.014	-.036	0.55
攻撃, 個人, On the ball	ファーストタッチ	シュートのためファーストタッチ	.726	.001	.051	0.53
攻撃, 個人, Off the ball	動き	チェックの動き	.720	.082	-.055	0.53
攻撃, 個人, On the ball	シュート	コントロールからシュート	.708	.150	-.080	0.53
攻撃, 個人, On the ball	パス	見せかけのパス	.685	-.142	.135	0.51
攻撃, グループ	2人戦術	壁パス	.681	.173	.009	0.49
攻撃, グループ	リスタート	ベナルティキック	.632	.184	-.116	0.45
攻撃, 個人, On the ball	ドリブル	スピードを変えるドリブル	.631	-.083	.124	0.42
攻撃, 個人, On the ball	シュート	ワンタッチシュート	.629	.225	-.054	0.45
攻撃, 個人, On the ball	ファーストタッチ	DFをかかわすためのファーストタッチ	.629	-.004	.198	0.43
攻撃, グループ	2人戦術	スルーパス	.626	-.035	.278	0.47
攻撃, グループ	エリア戦術	アーリークロス	.607	.180	.034	0.40
攻撃, 個人, On the ball	クロス	正確なクロス	.603	-.014	.074	0.37
攻撃, グループ	リスタート	コーナーキック	.599	.126	-.003	0.38
攻撃, 個人, On the ball	ポストプレー	ポストプレー	.593	.101	-.135	0.38
攻撃, グループ	リスタート	ショートコーナー	.550	.233	-.183	0.39
攻撃, グループ	2人戦術	クロスオーバー	.547	.351	-.056	0.43
攻撃, グループ	3人戦術	オーバー	.532	.195	.002	0.32
攻撃, 個人, Off the ball	動き	ダイアゴナルラン	.527	.282	-.027	0.36
攻撃, 個人, On the ball	スクリーン&ターン	スクリーン	.522	-.092	.243	0.34
攻撃, グループ	3人戦術	第3の動き	.520	.217	.161	0.34
攻撃, 個人, On the ball	シュート	クロスからシュート	.504	.262	-.012	0.32
攻撃, グループ	エリア戦術	ファンタジスタの攻撃	.489	-.260	.244	0.37
攻撃, グループ	2人戦術	相手を引きつける動き	.484	.026	.373	0.37
攻撃, グループ	エリア戦術	ブルバック	.478	.090	.036	0.24
攻撃, 個人, On the ball	スクリーン&ターン	フリーで前を向くターン	.463	.215	.001	0.26
攻撃, グループ	リスタート	直接フリーキック	.446	-.068	.178	0.24
攻撃, 個人, On the ball	パス	攻撃方向を変えるパス	.301	.216	.288	0.22
守備, グループ	マーキング	マンマーキング	.120	.899	-.223	0.87
守備, グループ	2人戦術	チャレンジ&カバー	.168	.863	-.162	0.80
守備, グループ	エリア戦術	バイタルエリアの守備	-.093	.835	-.069	0.71
守備, グループ	エリア戦術	ラインコントロール	-.329	.815	.158	0.80

守備, グループ	マーキング	マークの受け渡し	.125	.800	-.091	0.66
守備, グループ	エリア戦術	チェーンリアクション (連動)	-.048	.790	.006	0.63
守備, グループ	エリア戦術	コンパクト	.050	.767	-.017	0.59
守備, グループ	マーキング	ゾーンマーキング	.186	.766	-.143	0.64
守備, 個人, Off the ball	プレス	アプローチ	.008	.724	-.034	0.53
守備, 個人, On the ball	プレス	振り向かせない	.029	.711	.055	0.51
守備, グループ	エリア戦術	バランス	.039	.703	.074	0.50
守備, 個人, On the ball	プレス	プレッシング	.121	.696	.044	0.50
守備, 個人, On the ball	ディレイ	遅らせる	.039	.677	.128	0.48
守備, 個人, Off the ball	ポジショニング	裏をとられない	-.205	.677	.107	0.51
守備, 個人, On the ball	奪う	ボールを奪う	-.019	.640	.166	0.44
守備, グループ	2人戦術	コレクティブディフェンス(挟み込み)	.344	.634	-.093	0.53
守備, 個人, On the ball	ディレイ	方向の限定	.075	.622	.167	0.42
守備, グループ	マーキング	クロスボールへの対応	-.550	.581	.304	0.73
守備, 個人, On the ball	奪う	ジャストミート(ボールを奪うとき)	.005	.551	.189	0.34
守備, グループ	エリア戦術	スモールフィールド	.110	.545	-.023	0.31
攻撃, グループ	2人戦術	オーバーラップ	.328	.540	-.020	0.40
守備, 個人, Off the ball	奪う	インターセプト	.073	.526	.176	0.31
守備, グループ	エリア戦術	ブロック(守備の壁, 絞り込み)	.074	.509	-.065	0.27
守備, 個人, On the ball	奪う	ボールの奪いどころをつくる	.086	.498	.168	0.28
守備, グループ	エリア戦術	攻撃から守備への切り替え	-.274	.409	.269	0.31
守備, グループ	エリア戦術	リトリート	.125	.397	-.013	0.17
攻撃, 個人, On the ball	パス	方向が正確なパス	.117	-.140	.813	0.69
攻撃, 個人, On the ball	パス	強さが適当であるパス	.135	-.140	.724	0.56
攻撃, 個人, On the ball	パス	タイミングの良いパス	.314	-.063	.618	0.48
攻撃, 個人, Off the ball	観る	ルックアップ	-.030	.204	.600	0.40
攻撃, 個人, On the ball	パス	優先順位の高いパス	-.079	.054	.592	0.36
攻撃, グループ	エリア戦術	ダイレクトプレー	.193	.034	.565	0.36
攻撃, グループ	エリア戦術	カウンターアタック	.167	-.008	.532	0.31
攻撃, グループ	エリア戦術	守備から攻撃への切り替え	.094	-.027	.518	0.28
守備, 個人, Off the ball	観る	同一視野	-.479	.469	.512	0.71
攻撃, グループ	エリア戦術	サイドチェンジ	.046	.151	.499	0.27
攻撃, 個人, Off the ball	動き	サポート	.001	.327	.480	0.34
攻撃, 個人, Off the ball	コミュニケーション	ボール保持者とのコミュニケーション	.075	.259	.435	0.26
攻撃, 個人, Off the ball	ボディシェイプ	体の向き	.237	.202	.411	0.27
攻撃, グループ	エリア戦術	ポゼッションプレー	.382	.040	.403	0.31
攻撃, 個人, On the ball	ファーストタッチ	ボールを運ぶためのファーストタッチ	.278	.020	.366	0.21
攻撃, グループ	リスタート	素早いリスタート	-.025	.194	.350	0.16
固有値			19.16	13.55	5.88	38.59
固有値%			23.37	16.52	7.17	47.06
因子間相関			1.000	.593	.532	
F2			.593	1.000	.515	
F3			.532	.515	1.000	

因子抽出法: 主因子法, 回転法: Kaiser の正規化を伴うプロマックス法

4.3.11 オンザボールのサッカー個人攻撃戦術技能 (Tactical skill) の検証的因子構造

図 4.3.6 は、構造方程式モデリング分析を適用したオンザボールのサッカー個人攻撃戦術技能 (Tactical skill) のテスト項目の検証的因子構造を示している。ファーストタッチ、スクリーン&ターン、パス、ドリブル、シュートから構成される5因子構造モデルである。モデル適合度指標の CFI, RMSEA は基準値を達成しており、モデルはデータに適合していると判断された。潜在変数 (因子) 間の相関係数は有意であり ($P < 0.05$), 最小値が 0.68, 最大値が 0.92 であった。

潜在変数 (因子) から観測変数へのパス係数は、探索的因子構造の因子負荷量と同様であり、項目の構成概念妥当性係数である。パス係数の最小値は 0.48 であり、最大値は 0.87 であり、全体に 0.75 程度であった。これらの結果は、オンザボールのサッカー個人攻撃戦術技能 (Tactical skill) のテスト項目は、ファーストタッチ、スクリーン&ターン、パス、ドリブル、シュートの5因子に対して高い構成概念妥当性があることを示している。

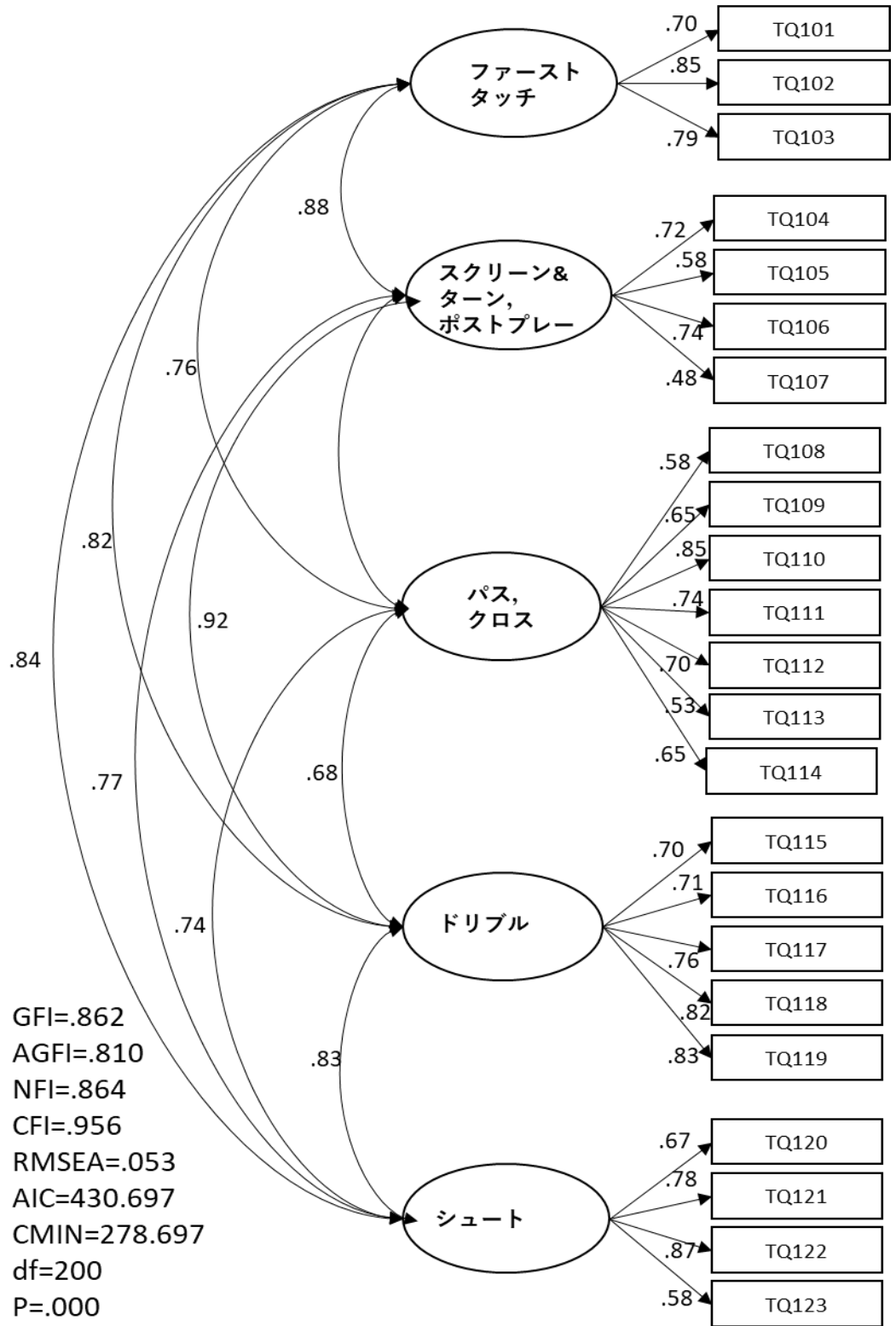


図 4.3.6. オンザボールのサッカー個人攻撃戦術技能の検証的因子構造

4.3.12 オフザボールのサッカー個人攻撃戦術技能 (Tactical skill) の検証的因子構造

図 4.3.7 は、構造方程式モデリング分析を適用したオフザボールのサッカー個人攻撃戦術技能 (Tactical skill) のテスト項目の検証的因子構造を示している。コミュニケーションと動くから構成される 2 因子構造モデルである。モデル適合度指標の GFI, NFI, CFI, RMSEA は基準値を達成しており、モデルはデータに適合していると判断された。2 つの潜在変数 (因子) 間の相関係数は有意な 0.72 ($P < 0.05$) であった。

潜在変数 (因子) から観測変数へのパス係数は、探索的因子構造の因子負荷量と同様であり、項目の構成概念妥当性係数である。パス係数の最小値は 0.48 であり、最大値は 0.88 であり、全体に 0.75 程度であった。これらの結果は、オフザボールのサッカー個人攻撃戦術技能 (Tactical skill) のテスト項目は、コミュニケーションと動くの 2 因子に対して高い構成概念妥当性があることを示している。

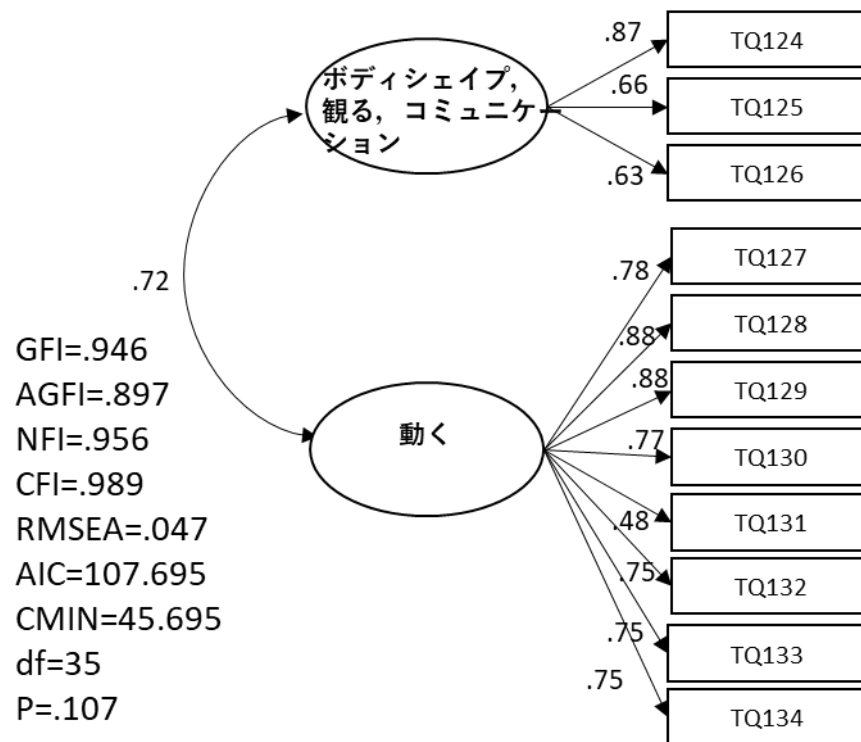


図 6.3.7. オフザボールのサッカー個人攻撃戦術技能の検証的因子構造

4.3.13 オフザボールのサッカー個人攻撃戦術技能 (Tactical skill) の検証的因子構造

図 4.3.8 は、構造方程式モデリング分析を適用したサッカーグループ攻撃戦術技能 (Tactical skill) のテスト項目の検証的因子構造を示している。グループ戦術、リスタート、攻撃エリア 1 と 2 から構成される 4 因子構造モデルである。モデル適合度指標の CFI, RMSEA は基準値を達成しており、モデルはデータに適合していると判断された。潜在変数 (因子) 間の相関係数は有意であり ($P < 0.05$), 最小値が 0.63, 最大値が 0.94 であった。

潜在変数 (因子) から観測変数へのパス係数は、探索的因子構造の因子負荷量と同様であり、項目の構成概念妥当性係数である。パス係数の最小値は 0.46 であり、最大値は 0.88 であり、全体に 0.70 程度であった。これらの結果は、サッカーグループ攻撃戦術技能 (Tactical skill) のテスト項目は、グループ戦術、リスタート、攻撃エリア 1 と 2 の 4 因子に対して高い構成概念妥当性があることを示している。

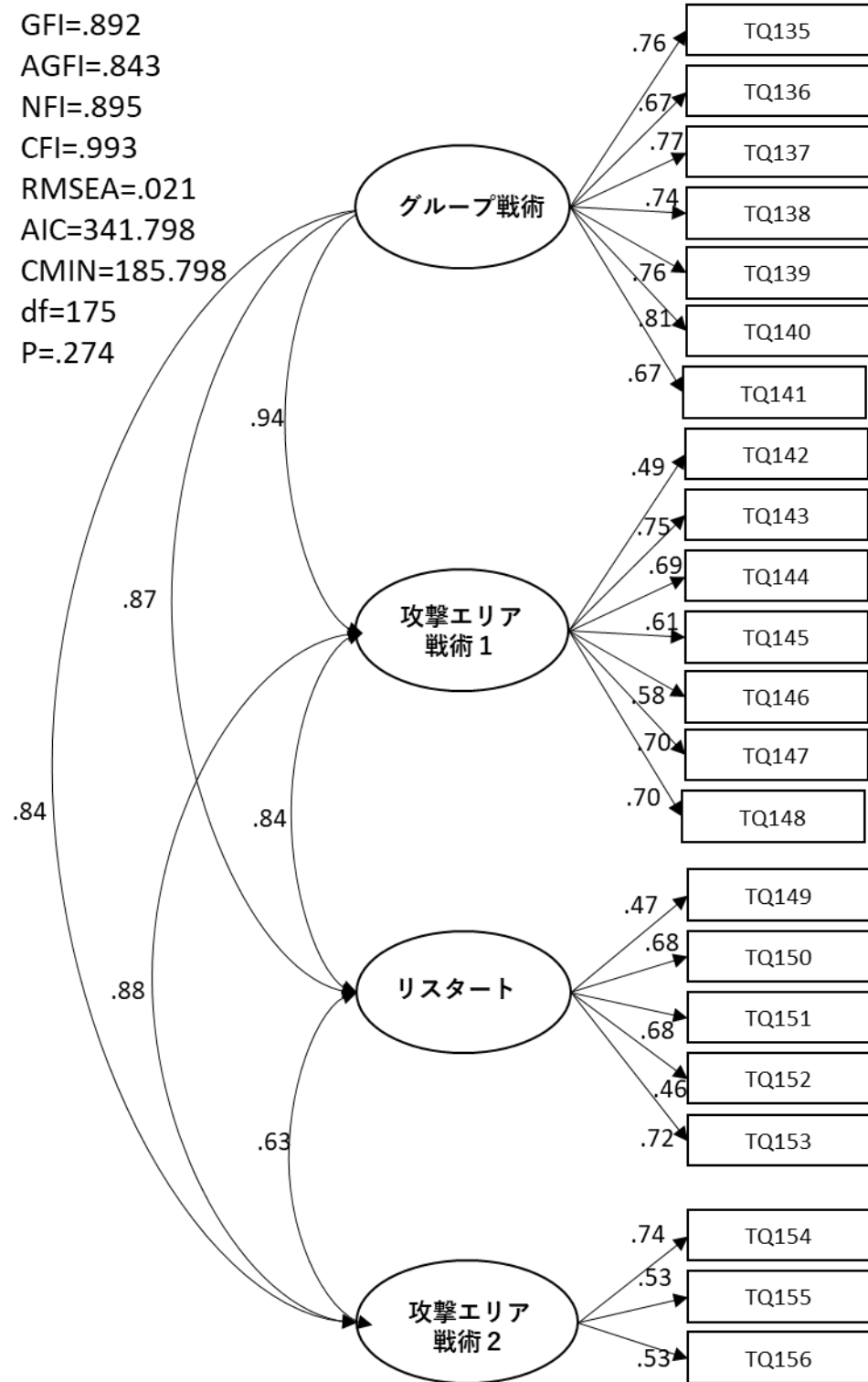


図 4.3.8. サッカーグループ攻撃戦術技能の検証的因子構造

4.3.14 サッカー個人守備戦術技能 (Tactical skill) 項目の検証的因子構造

図 4.3.9 は、構造方程式モデリング分析を適用したサッカー個人守備戦術技能 (Tactical skill) のテスト項目の検証的因子構造を示している。プレス、ディレイ、奪う、ポジショニングから構成される 4 因子構造モデルである。モデル適合度指標の GFI, AGFI, NFI, CFI, RMSEA, カイ 2 乗値は基準値を達成しており、モデルはデータに適合していると判断された。4 つの潜在変数 (因子) 間の相関係数は有意であり ($P < 0.05$)、最小値が 0.58, 最大値が 0.91 であった。

潜在変数 (因子) から観測変数へのパス係数は、探索的因子構造の因子負荷量と同様であり、項目の構成概念妥当性係数である。パス係数の最小値は 0.65 であり、最大値は 0.88 であり、全体に 0.80 程度であった。これらの結果は、サッカー個人守備戦術技能 (Tactical skill) のテスト項目は、プレス、ディレイ、奪う、ポジショニングの 4 因子に対して高い構成概念妥当性があることを示している。

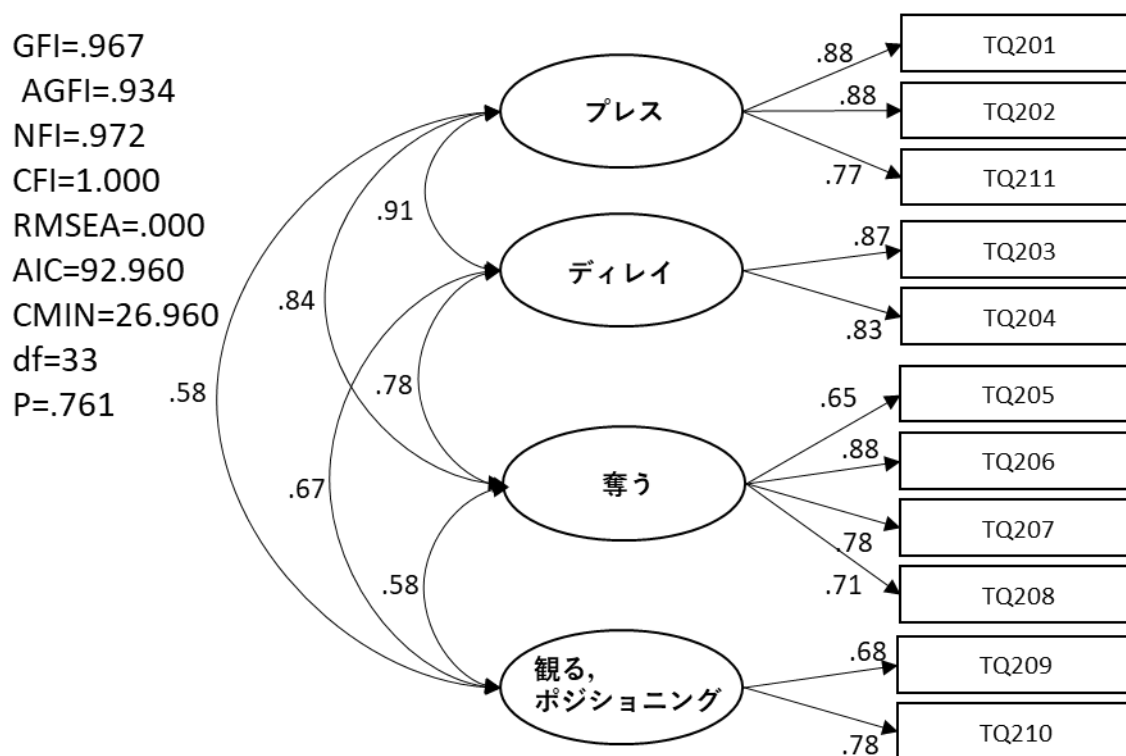


図 4.3.9. サッカー個人守備戦術技能項目の検証的因子構造

4.3.15 サッカーグループ守備戦術技能 (Tactical skill) 項目の検証的因子構造

図 4.3.10 は、構造方程式モデリング分析を適用したサッカーグループ守備戦術技能 (Tactical skill) のテスト項目の検証的因子構造を示している。マーキング、グループ戦術、守備エリア戦術 1 と 2 から構成される 4 因子構造モデルである。モデル適合度指標の GFI, AGFI, NFI, CFI, RMSEA, カイ 2 乗値は基準値を達成しており、モデルはデータに適合していると判断された。4 つの潜在変数 (因子) 間の相関係数は有意であり ($P < 0.05$)、最小値が 0.89, 最大値が 0.93 であった。

潜在変数 (因子) から観測変数へのパス係数は、探索的因子構造の因子負荷量と同様であり、項目の構成概念妥当性係数である。パス係数の最小値は 0.44 であり、最大値は 0.89 であり、全体に 0.80 程度であった。これらの結果は、サッカーグループ守備戦術技能 (Tactical skill) のテスト項目は、マーキング、グループ戦術、守備エリア戦術 1 と 2 の 4 因子に対して高い構成概念妥当性があることを示している。

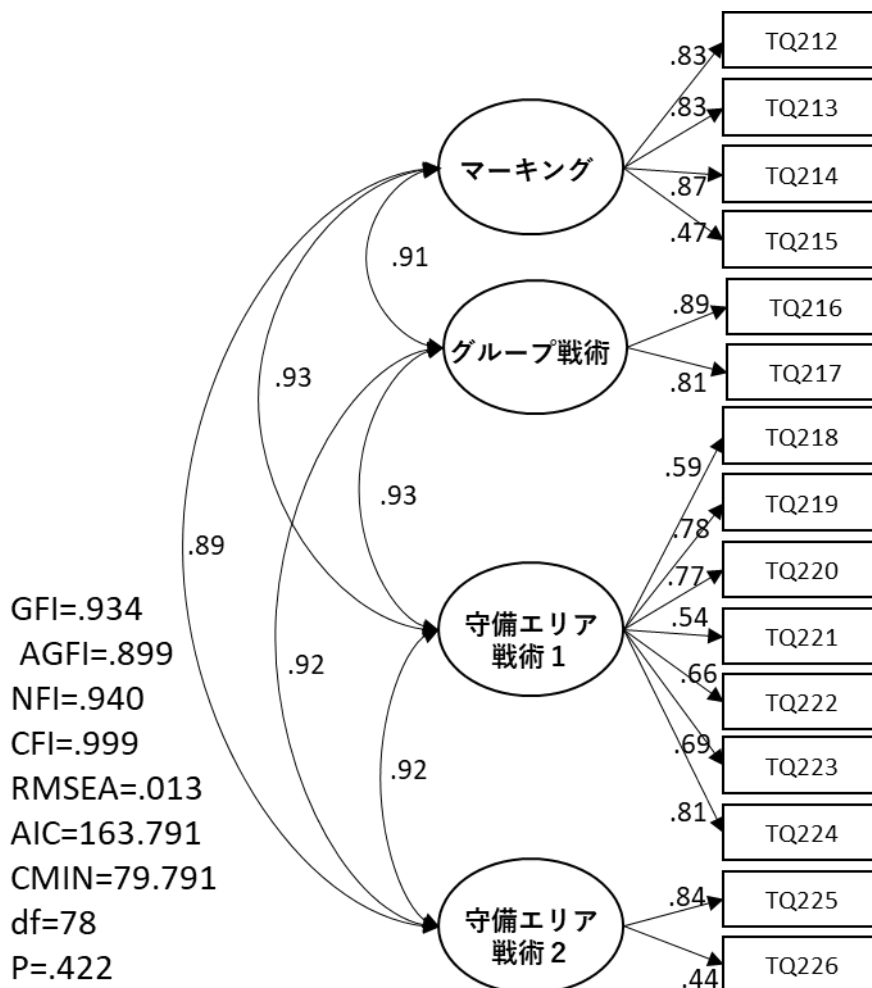


図 4.3.10. サッカーグループ守備戦術技能項目の検証的因子構造

4.3.16 サッカー守備戦術技能 (Tactical skill) 項目の2次因子構造

図4.3.11は、構造方程式モデリング分析を適用したサッカー守備戦術技能 (Tactical skill) の2次因子構造を示している。個人守備戦術技能 (Tactical skill) とグループ守備戦術技能 (Tactical skill) の2つの2次因子とそれぞれ4つの1次因子から構成される2次因子構造モデルである。モデル適合度指標のCFI, RMSEA, カイ2乗値は基準値を達成しており、モデルはデータに適合していると判断された。2つの2次因子間の相関係数は有意な0.94 ($P < 0.05$)であった。2次因子から1次因子へのパス係数は有意であり ($P < 0.05$)、最小値が0.72, 最大値が0.98であった。

8つの1次因子から観測変数へのパス係数は、探索的因子構造の因子負荷量と同様であり、項目の構成概念妥当性係数である。パス係数の最小値は0.47であり、最大値は0.89であり、全体に0.80程度であった。これらの結果は、サッカー守備戦術技能 (Tactical skill) を測定する項目は、個人守備戦術技能 (Tactical skill) とグループ守備戦術技能 (Tactical skill) お構成する8つの1次因子に対して高い構成概念妥当性があることを示している。

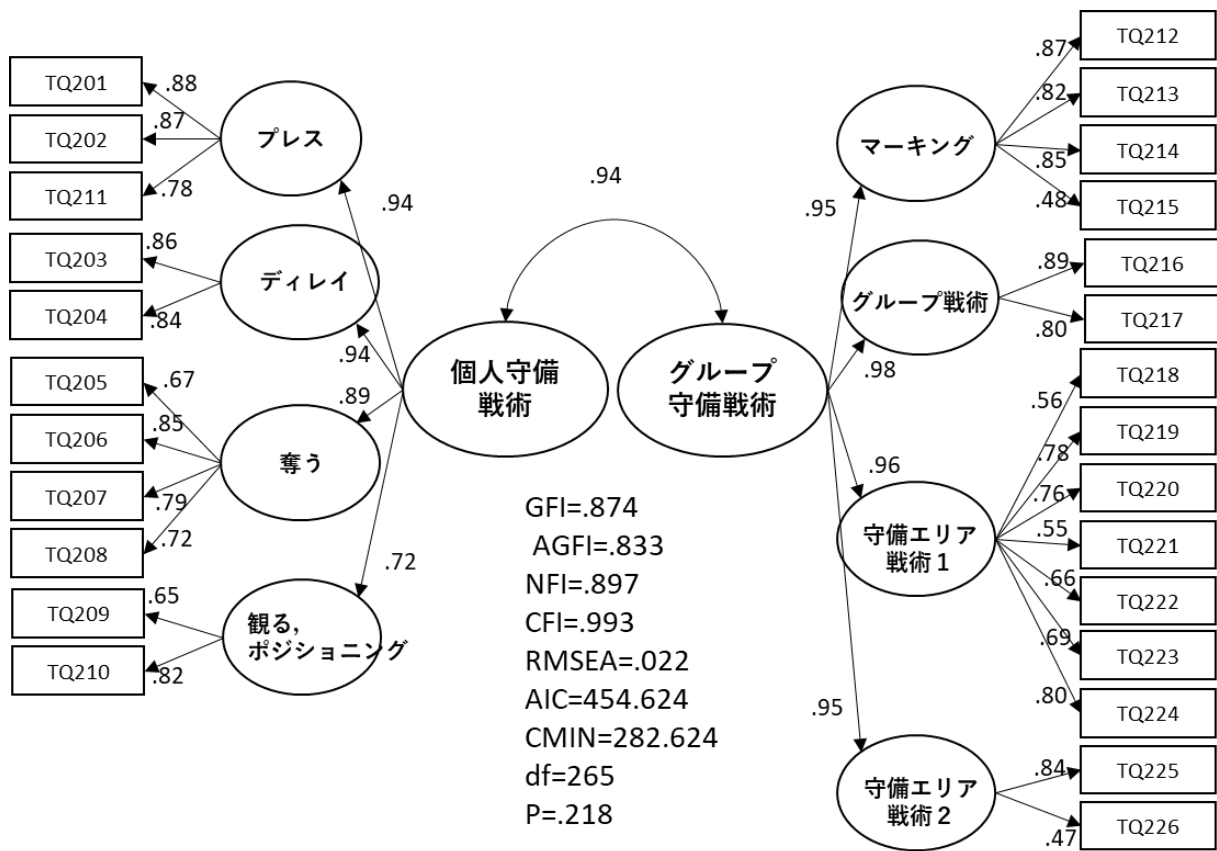


図 4.3.11. サッカー守備戦術技能項目の2次因子構造

4.4 考察

本研究では、サッカー戦術技能 (Tactical skill) のコンピュータ適応型テストで用いる項目を構成するために、サッカー戦術技能 (Tactical skill) テストを構成し、テストの尺度特性を分析した。まず、定性的分析を適用して、サッカー戦術技能 (Tactical skill) の定性的構造と測定項目を抽出した。続いて、構造方程式モデリング分析を適用して、サッカー戦術技能 (Tactical skill) テスト項目の構成概念妥当性を分析した。

4.4.1 サッカー戦術技能 (Tactical skill) 項目の内容的構成

サッカーの戦術技能 (Tactical skill) を対象とした先行研究が取り扱う測定項目を参照した。Grehaigine et al. (1997) が用いた戦術技能 (Tactical skill) 項目は、ボールを受ける、ボールを失う、ボールを奪う、などであった。Judith et al. (1998) が開発したゲームパフォーマンス評価方法 (Game Performance Assessment Instrument: GPAI) で測定される戦術技能 (Tactical skill) 項目は、フィニッシュ (シュート)、ボールポゼッション (パス)、相手のゴールへの攻撃、クリエイティブなスペースへの攻撃、スペースディフェンス、ボールを奪う、カバー、ディレイ、バランス、コーナーキック、フリーキックであった。Mitchell et al. (2006) が用いた戦術技能 (Tactical skill) 項目は、技術発揮、判断、サポート (適切なサポート、適切でないサポート)、ボールを奪う、ボールを失う、パスなどであった。Kannekens et al. (2009a, 2009b, 2011c) は、主としてサッカーの攻撃状況と守備状況で要求されるポジショニング、判断力、オンザボールでの知識、オフザボールでの知識、状況変化におけるプレーを測定する 34 項目の戦術技能 (Tactical skill) 質問から構成している。Garcia-Lopez et al. (2013) は、サッカーゲームの戦術技能 (Tactical skill) 項目をオンザボール局面とオフザボール局面に分類した。オンザボール攻撃項目がコントロール、パス、ドリブルであり、オフザボール攻撃項目がマーク外しと、準備であった。オンザボール守備項目がマーキング、ブロック、ヘルプであり、オフザボール守備項目がマーク、インターセプトであった。

このように、先行研究では、攻撃と守備のオンザボールとオフザボール状況における個人戦術、グループ戦術を詳細に分類したサッカー戦術技能 (Tactical skill) 構造と測定項目構成については、分析されてはいなかった。

そこで本研究では、内容的妥当性のあるサッカー戦術技能 (Tactical skill) 項目を構成するために、財団法人日本サッカー協会 (JFA) 指導指針 (2002) のサッカー戦術分類に準拠し、定性的分析法を適用して、サッカーの専門家が認識しているサッカー戦術技能 (Tactical skill) と測定項目を抽出した。サッカー専門家4名を対象としたデルファイ法を伴う特性要因分析を実施し、サッカー戦術技能 (Tactical skill) の定性的構造と下位領域ごとに内容的妥当性と局所独立性を満足する測定項目を抽出した。

財団法人日本サッカー協会 (JFA) 技術委員会 (2004) では、サッカーゲームの目的は攻撃においてはゴールを奪うことあるいはボールを失わないことであり、守備においてはゴールを守ること、あるいはボールを奪うことである。サッカーは攻撃局面と守備局面の切り替えにおける攻防であることから、サッカー戦術は攻撃戦術と守備戦術に大別され、それぞれが個人戦術、グループ戦術、チーム戦術に分類された。チーム戦術の基盤はグループ戦術技能 (Tactical skill) および個人戦術技能 (Tactical skill) である。サッカー戦術の習得の順序は個人戦術、グループ戦術、チーム戦術の順である。12歳以下 (U-12) で個人戦術、14歳以下 (U-14) で個人+グループ戦術、16歳以下 (U-16) でチーム戦術を身につけることを課題としている。

サッカー戦術技能 (Tactical skill) テストは個人のサッカー戦術技能 (Tactical skill) を測定することから、サッカー戦術技能 (Tactical skill) テストが取り扱う戦術技能 (Tactical skill) 領域は、チーム戦術技能 (Tactical skill) 領域を除くことが妥当であると判断し、個人攻撃戦術、グループ攻撃戦術、個人守備戦術、グループ守備戦術の4技能領域を選定した。

また、財団法人日本サッカー協会 (JFA) 技術委員会 (2004) では、サッカーゲームにおけるオンザボール (on the ball) 局面とオフザボール (off the ball) 局面が定義されている。サッカーゲームでは、チームがボールを保持しているオンザボールの時間と、チームがボールを保持していないオフザボール時間が存在する。この概念は攻撃だけではなく、守備にも適用される。つまり、守備のオンザボールは直接マークしている相手チーム選手がボールを保持しているときであり、守備のオフザボールは直接マークしている相手チーム選手がボールを保持していないときである。

一方、ボールに直接関わらないオフザボールの時間は非常に重要であり、サッカーコーチングでは、オフザボールに目を向けることや、オフザボールへの働きかけが重

要である。しかし、オフザボールへのコーチングの目的は、あくまでもオンザボール局面を良好にすることである。ボール保持者あるいは味方のオンザボールの局面をより良くするためのオフザボールという感覚を、基礎知識としてもつようにすることが重要である、としている。

このような財団法人日本サッカー協会(JFA)の定義に準拠して、定性的分析法を用いてサッカー戦術技能(Tactical skill)構造を構成した。個人攻撃戦術技能(Tactical skill)領域はファーストタッチ技能、スクリーンアンドターン技能、ポストプレー技能、パス技能、クロス技能、ドリブル技能、シュート技能、ボディシェイプ技能、観る技能、コミュニケーション技能、受ける動き技能から構成された。グループ攻撃技能領域は2人戦術技能(Tactical skill)、3人戦術技能(Tactical skill)、エリア戦術技能(Tactical skill)、リスタート技能から構成された。個人守備戦術技能(Tactical skill)領域はプレス技能、ディレイ技能、奪う技能、観る技能、ポジショニング技能から構成された。グループ守備戦術技能(Tactical skill)はマーキング技能、2人戦術技能(Tactical skill)、エリア戦術技能(Tactical skill)から構成された。

これらのサッカー戦術技能(Tactical skill)ごとに測定項目が構成された。サッカー戦術技能(Tactical skill)の測定項目数は個人攻撃技能が34項目、グループ攻撃技能が22項目、個人守備技能が11項目、グループ守備技能15項目、全82項目であった。グループ戦術技能(Tactical skill)は個人戦術技能(Tactical skill)を基盤としていることから、個人戦術技能(Tactical skill)項目数の方がグループ戦術技能(Tactical skill)項目数よりも多いことは内容的に妥当であると推察される。

サッカーの発展とともに、組織力が向上してきており、組織的な守備を打開して得点することは難易度が高くなってきている。また、どのポジションの選手も総合力が向上してきていることから、選手個々の技能水準の差を組織力で補いきることはできなくなってきていると推察される。また、サッカーの発展とともに、攻守の切り替えが早くなり、プレーする時間とスペースが制限されてきている。このような試合状況下では、1瞬の判断が要求され、1人1人がクリエイティブなプレーができなくてはならない。このことから、個人攻撃戦術技能(Tactical skill)の中でも、試合の勝

敗を決定付けるシュート技能, ドリブル技能, パス技能, 受ける動き技能の測定項目が細かく分類されたと推察される.

4.4.2. サッカー戦術技能 (Tactical skill) テストの妥当性

本研究では、サッカー戦術技能 (Tactical skill) のコンピュータ適応型テストで用いる項目を構成するために、サッカー戦術技能 (Tactical skill) テスト項目の尺度特性を分析した。尺度特性は、探索的因子分析と構造方程式モデリング分析を適用して、1次元性、因子構造、構成概念妥当性を分析した。標本数が140程度であることを考慮して、82テスト項目での構成概念妥当性分析に加えて、階層性のある高次因子構造における構成概念妥当性分析のために、19の戦術技能 (Tactical skill) 領域の尺度得点を算出し、技能項目として用いた。

コンピュータ適応型テストは目標基準準拠測定 (達成度評価) のテストであり、プールされているすべての項目の1次元性が前提である。探索的因子分析の結果、82テスト項目と19技能項目の両方ともに、高い1次元性が確認された。1次元性は共通因子成分を示す。すなわち、すべての項目が、共通因子であるサッカー戦術技能 (Tactical skill) を測定することを示している。コンピュータ適応型テストは目標基準準拠測定 (達成度評価) のテストであり、プールされているすべての項目の1次元性が前提である。

定性的分析から、サッカー戦術技能 (Tactical skill) の階層的な技能構造が得られた。サッカー戦術技能 (Tactical skill) は個人攻撃戦術技能 (Tactical skill)、グループ攻撃戦術技能 (Tactical skill)、個人守備戦術技能 (Tactical skill)、グループ守備戦術技能 (Tactical skill) から構成されている。

19技能項目の探索的因子分析では、攻撃技能と守備技能の2因子への構成概念妥当性が確認された。検証的因子分析では、攻撃技能と守備技能の2因子への構成概念妥当性が確認された。同様に、個人攻撃戦術技能 (Tactical skill)、グループ攻撃戦術技能 (Tactical skill)、個人守備戦術技能 (Tactical skill)、グループ守備戦術技能 (Tactical skill) の4因子への構成概念妥当性が確認された。また、サッカー戦術技能 (Tactical skill) の2次因子構造では、攻撃戦術技能 (Tactical skill) と守備戦術技能 (Tactical skill) から構成される1次因子への構成概念妥当性と、個人攻撃戦術技能 (Tactical skill)、グループ攻撃戦術技能 (Tactical skill)、個人守備戦術技能 (Tactical skill)、グループ守備戦術技能 (Tactical skill) から構成される1次因子への構成概念妥当性が確認された。

一方, 82 テスト項目では, 検証的因子分析からオンザボールとオフザボール別の各個人攻撃戦術技能 (Tactical skill) への構成概念妥当性が確認された. 同様に, 各グループ攻撃技能への構成概念妥当性, 各個人守備戦術技能 (Tactical skill) への構成概念妥当性, 各グループ守備戦術技能 (Tactical skill) への構成概念妥当性, 個人およびグループ守備戦術技能 (Tactical skill) の2次因子を構成する各4つの1次因子への構成概念妥当性が確認された.

これらの結果は, 測定対象の構成概念であるサッカー戦術技能 (Tactical skill) は, 攻撃戦術技能 (Tactical skill) と守備戦術技能 (Tactical skill) を2次因子とし, 個人攻撃戦術技能 (Tactical skill), グループ攻撃戦術技能 (Tactical skill), 個人守備戦術技能 (Tactical skill), グループ守備戦術技能 (Tactical skill) を1次因子とする階層的な3次因子構造であり, すべての戦術技能 (Tactical skill) は82 テスト項目から測定されることを示している.

4.5 結論

本研究では、サッカー戦術技能 (Tactical skill) のコンピュータ適応型テストを構成するために、動画質問を用いた自記式 (Self-administering method) のサッカー戦術技能 (Tactical skill) テストを構成し、尺度特性を分析することを目的とした。そのために、定性的分析法を適用してサッカー戦術技能 (Tactical skill) 構造と項目を構成し、構造方程式モデリング分析を適用して、サッカー戦術技能 (Tactical skill) テスト項目の構成概念妥当性を分析した結果、以下のような結論を得た。

- 1) 動画質問によるサッカー戦術技能 (Tactical skill) テストは、個人攻撃戦術技能 (Tactical skill)、グループ攻撃戦術技能 (Tactical skill)、個人守備戦術、個人グループ守備戦術技能 (Tactical skill) を測定する 82 項目から構成される。
- 2) 動画質問によるサッカー戦術技能 (Tactical skill) テストの 82 項目は、信頼性と構成概念妥当性がある。

第5章 サッカー戦術技能 (Tactical skill) の達成度評価テストの項目特性

5.1 背景と目的

背景：サッカー戦術技能 (Tactical skill) 評価の必要性

サッカー戦術技能 (Tactical skill) はゲーム中の選手の動きから、視認的、主観的に評価されているのが現状であった (Hughes et al., 1997; Stiehler et al., 1993). 公益財団法人日本サッカー協会の指導教本 (JFA Teaching Committee, 2000) では、選手に教えるべきことは「目的を達成するために、状況を把握して、必要に応じた手段を選択し、それを発揮する能力」である、と定義している。また、個人技術と個人戦術を明確に区別し、個人技術の習得を確認するテストとしてサッカーのスキルテスト (Skill test) を紹介している。ボールキック技能やドリブル技能などの基礎技能 (Technical skill) はパフォーマンステストを用いて測定できるが、ゲーム中の状況判断を伴う戦術技能はパフォーマンステストを用いて測定することはできない。

サッカーゲームにおける戦術プレーのパフォーマンスの上達と戦術技能の発達はコーチや監督が視認的に評価しているのが現状であるが、サッカートレーニングプログラムの成果を確認するために、簡易に使用できるサッカー戦術技能テストが必要である。JFA Teaching Committee (2002)は、高度に組織化された現代のサッカーにおいて組織力がより重要視されるようになっており、また、多くの国のユース年代の指導指針では「基本戦術の習得」を達成課題としていることから、戦術技能を評価する必要性が高まっている、と報告している。

背景：達成度評価テストの必要性

サッカー戦術技能は攻撃および守備局面においてゲームパフォーマンスを達成するために必要不可欠な技能であるが、未だ標準化テスト (Standardized test) などの測定方法がないのが現実である。この理由の1つとして、戦術パフォーマンスはパフォーマンステスト形式では測定できないことが考えられる。サッカーゲームにおける戦術パフォーマンスは複数の戦術プレーの成否の連続であり、個々の戦術プレーの成否は質的評価の測定対象であると考えられる。多数ある戦術プレーをどれだけ達成したのかの程度は、達成度評価の測定対象である。サッカーゲームにおける複数の戦

術プレーの成否データを手掛かりとして、戦術プレーの達成度から戦術技能を評価するテスト方法を開発することが求められているといえる。

達成度評価のテスト理論である項目反応理論 (Item Response Theory: IRT) では、質問紙テスト型の各項目への正答 (回答) 反応パターンデータから能力尺度を構成し、標本集団に依存しないテスト項目特性値と能力値を推定し、達成度評価テストならびに、コンピュータ適応型テストの項目プールを構成することが可能である。また、項目反応理論 (IRT) は、従来の相対評価のための古典的テスト理論における問題点を解決した新しいテスト理論である。特徴となる利点は以下のような3点である：①対象者集団に依存しない項目特性を算出する、②項目に依存しない能力値を測定する、③測定精度の詳細な検討が可能である。このような項目反応理論 (IRT) の特性を考慮すると、サッカーゲームにおける戦術プレーの達成パターンデータに項目反応理論 (IRT) 分析を適用することにより、攻撃と守備におけるサッカー戦術技能の達成度評価テストを構成することが可能であると考えられる。

加えて、個人がコンピュータを用いて実施する簡易な達成度評価テストとして、コンピュータ適応型テスト (Computerized Adaptive Test: CAT) 方式として実現することが可能である (Watanabe et al., 1999)。CAT は、英語を中心とする語学能力検査や職業適性検査として広く普及してきているのが現状である。しかし、サッカー戦術技能を測定する CAT は、合否判定型の知識テストでなく、迷路課題のような技能テスト型であり、コンピュータが提示する設問に対して自覚している戦術プレーの達成度 (戦術プレーのできる/できないの成否) を回答していくテスト方式であると考えられる。また、コンピュータテスト方式では質問の戦術プレーを動画でモニタの表示することが可能である。これにより、質問紙型テスト方式の文章質問が示す戦術プレーの誤解を回避することが可能である。

このように、サッカーの戦術技能は多数の戦術プレーの達成度を測定することによって、ゲームパフォーマンスを達成度評価できる可能性があるにも関わらず、現在のところ、サッカーの戦術技能の達成度評価テストおよび CAT の研究は報告されていない。

目的

そこで本章では、サッカー戦術技能のコンピュータ適応型テストの項目プールに用いる項目を構成するために、動画質問を用いた自記式 (Self-administering method) の達成度評価テストの項目特性およびテスト特性を明らかにすることを目的とした。そのために、項目反応理論 (IRT) 分析を適用して、サッカー戦術技能の達成度評価テストの項目特性およびテスト特性を分析した。

5.2 方法

5.2.1 標本

分析に用いた標本は、専門的にサッカーを実施している男子大学生サッカー選手 141 名であった。ポジション別(FIFA, 2004)標本数は、表 5.2.1 のとおりである。対象者の年齢は 20.2 ± 0.99 歳、サッカー競技年数は 11.9 ± 2.16 年、身長は 174.1 ± 6.26 cm、体重は 66.9 ± 5.77 kg であった (表 5.2.2)。すべての対象者には実験の主旨と内容について詳細に説明し、対象者として参加する承諾を得た。本研究の研究課題は、筑波大学人間総合科学研究科倫理委員会にて承認された (課題番号第 22-364)。

表 5.2.1. ポジション別標本数

ポジション	N
ゴールキーパー(GK)	12
センターディフェンダー(CDF)	23
サイドディフェンダー(SDF)	21
ディフェンシブミッドフィルダー(DMF)	15
アタッキング & サイドミッドフィルダー(AMF)	38
フォワード(FW)	31
#10	1
計	141

表 5.2.2. 標本の特徴 (再掲)

項目	N	Mean	SD	Min	Max	Med	Mod
年齢	141	20.2	0.99	18	23	20	20
身長	141	174.1	6.26	154	191	174	174
体重	141	66.9	5.77	54	88	67	70
競技年数	141	11.9	2.16	3	17	12	12

専門的にサッカーを実施している男子大学生サッカー選手 141 名

5.2.2 統計分析

各項目の2回の測定値から再テスト法信頼性を分析した(表1)。項目反応理論(IRT)分析では正答パターンデータから項目特性値と能力値を推定することと、再テスト法の信頼性係数が高いこと、1回目測定における不慣れによる回答誤差を考慮して、2回目の測定値を分析に用いた。項目反応理論分析(IRT)のために、「かなりできる、できる、ややできる」の3選択肢を正答(1)として、データを2値化した。

大友(1996)、渡辺ほか(1999)、豊田(2002)、Nakano et al. (2004)、青柳(2005)の手続きに準拠して、2パラメータ・ロジスティック・モデル(2PLM)による項目反応理論(IRT)分析を実施した。項目の1次元性、項目特性曲線(item characteristic curve: ICC)への適合性、推定されたパラメータ(項目困難度と項目識別力)と能力値の不変性、テストの信頼性、テスト特性曲線(TCC)への適合性、測定されたテスト合計点への能力値の妥当性を分析した。

項目の1次元性分析のために1因子分析を実施した。項目の1次元性の基準は、第1固有値の寄与率が第2固有値の寄与率との間に格段の差があることと、第1因子負荷量が正符号(>0.0)であることとした。項目間の四分相関行列に主因子解法の探索的因子分析を実施し、1因子を抽出した。スクリーテストにより、第1固有値寄与率が第2固有値との間に格段の差があることを分析した。第1因子負荷量が正符号(>0.0)であることを分析した。1因子分析には、アプリケーションソフトウェアM-plus, ver. 2.11を使用した。

2PLMの項目特性曲線(item characteristic curve: ICC)は以下の式で表される。

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

ここで、P: 正答率, θ : 能力値, D: 尺度要素(1.7), a: 項目識別力パラメータ, b: 困難度パラメータ, である。P(θ)は、能力(θ)の対象者が項目に正答できる確率を示す。D(尺度要素)は、定数1.7である。aは項目識別力パラメータであり、モデル式をグラフ表現した時の能力値(θ) = bにおける傾きに相当する。aが大きいほど、能力値(θ) = b付近の能力をもつ対象者を識別する力が強い。bは項目困難度パラメータであり、項目の難しさを示す。項目困難度と等しい能力値(θ)をもつ対象者の正答率は50%である。2PLMでは、これらのパラメータを用いたモデル式で表される項目特性曲線(ICC)を用いて、対象者の能力(θ)と項目正答確率(P)との関係が表される。

最尤推定法を用いて 2PLM の項目困難度と項目識別力パラメータ, および能力値を推定した. 最尤推定法の尤度関数は,

$$L(u|\theta) = \prod (P_j(\theta))^u (1-P_j(\theta))^{1-u}$$

である. ここで, P : 正答率, θ : 能力値, u : 回答が正答のときに 1, 不正答のときに 0, j : 項目, である.

推定された項目パラメータの不変性を分析するために, 系統無作為抽出法により 2 分割したそれぞれの標本から推定された項目パラメータ間のピアソンの積率相関係数を不変性係数とした. 同様に, 推定された能力値の不変性を分析するために, 系統無作為抽出法により 2 分割したそれぞれの項目群から推定された能力値間のピアソンの積率相関係数を不変性係数とした.

項目の適合性を分析するために, カイ 2 乗検定による適合度検定を適用した. 統計的仮説検定の有意水準は $P < .05$ とした.

テストの妥当性を分析するために, テスト合計点を妥当基準とする推定能力値の基準関連妥当性を分析した. テスト特性曲線(TCC)上にテスト合計点と能力値とをプロットして描かれた散布図から, 視認的にテストの適合性を判定した.

テスト精度を分析するために, テスト情報関数(Test Information Function: TIF)とテストの信頼性係数(Test Reliability: TR)を用いた. 項目情報関数は以下の式で表される.

$$I_j(\theta) = D^2 a_j^2 P_j Q_j$$

ここで, I : 項目情報量, θ : 能力値, j : 項目, D : 尺度要素(1.7), a : 項目識別力パラメータ, P : 正答率, Q : 誤答率(1-P), である.

テスト情報関数(TIF)は項目情報関数(Item Information Function: IIF)の和であり, 以下の式で表される.

$$T(\theta) = \sum I_j(\theta)$$

ここで, T : テスト情報量, I : 項目情報量, j : 項目, θ : 能力値である.

テストの信頼性係数は以下の式で表される.

$$\rho(\theta) = 1/(1+1/T(\theta))$$

ここで, ρ : 信頼性係数, T : テスト情報量, θ : 能力値である.

コンピュータ適応型テストでは、戦術技能領域ごとに得点を算出することから、領域ごとのテスト信頼性係数を分析した。項目反応理論(IRT)分析には、アプリケーションソフトウェア BILOG-MG, ver. 3.0 を使用した。

5.3 結果

5.3.1 1因子分析

図 5.3.1 は、1 因子分析から得られた固有値のスクリープロットを示している。第 1 固有値は 33.99 であり、全分散への寄与率は 41.45%であった。第 2 以下の固有値寄与率は 11%以下と、第 1 固有値に比較して格段の差であり、スクリープロットは L 字型を示した。すべての項目の第 1 因子負荷量の符号は正であった。平均値と標準偏差は 0.62 ± 0.16 であり、最大値は 0.99、最小値は 0.18 であった。

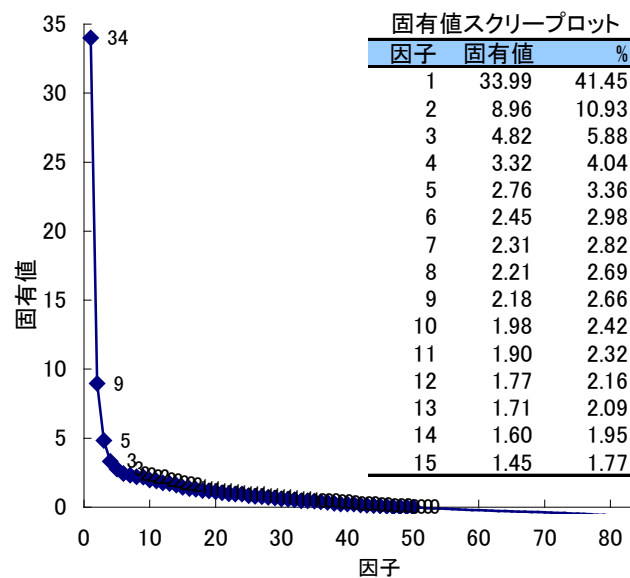


図 5.3.1 サッカー戦術技能項目の固有値のスクリープロット

5.3.2 項目特性分析

表 5.3.1 は、サッカー攻撃戦術技能 (Tactical skill) 領域の項目の達成率、第 1 因子負荷量、テスト得点との相関係数、困難度、識別力、適合度指標カイ 2 乗値の有意性を示している。表 5.3.2 は、守備戦術領域の項目特性を示している。全 82 項目適合度指標カイ 2 乗値は有意ではなかった ($P \geq 0.05$)。

表 5.3.3 は、項目特性統計表を示している。全 82 項目の達成率の平均値と標準偏差は $67 \pm 15\%$ であり、最大値は 90%、最小値は 11%であった。すべての項目の第 1 因子負荷量の符号は正であった。平均値と標準偏差は 0.62 ± 0.14 であり、最大値は 0.93、最小値は 0.18 であった。困難度の平均値と標準偏差は -0.70 ± 0.77 であり、最大値は 2.35、最小値は -2.94 であった。識別力の平均値と標準偏差は 0.86 ± 0.25 であり、最大値は 1.72、最小値は 0.33 であった。

表 5.3.1 では、サッカー攻撃戦術技能 (Tactical skill) 項目は技能ごとに困難度降順に並べられている。ファーストタッチ技能 3 項目は困難度順に、

- ①ボールを運ぶためのファーストタッチが-1.43,
 - ②シュートのためのファーストタッチが-0.78,
 - ③DF をかわすためのファーストタッチが-0.68,
- であった。

パス技能 6 項目は困難度順に、

- ①優先順位の高いパスが-0.90,
 - ②攻撃方向を変えるパスが-0.74,
 - ③方向が正確なパスが-0.56,
 - ④強さが適当であるパスが-0.40,
 - ⑤タイミングの良いパスが-0.37,
 - ⑥見せかけのパスが 0.24,
- であった。

ドリブル技能 5 項目は困難度順に、

- ①スピードを変えるドリブルが-0.77,
 - ②DF を引きつけるドリブルが-0.43,
 - ③方向を変えるドリブルが 0.06,
 - ④マーク DF を突破するドリブルが 0.19,
 - ⑤DF ラインを突破するドリブルが 0.62,
- であった。

シュート技能 4 項目は困難度順に、

- ①コントロールからシュートが-1.25,
 - ②ドリブルからシュートが-0.53,
 - ③ワンタッチシュートが-0.31,
 - ④クロスからシュートが-0.17,
- であった。

受ける動き技能 8 項目は困難度順に、

- ①サポートが-2.19,
- ②プルアウェイが-1.39,

- ③ウェーブ（曲線の動き）が-1.01,
 - ④DF ライン背後への走りこみが-0.91,
 - ⑤ダイアゴナルランが-0.79,
 - ⑥チェックの動きが-0.69,
 - ⑦DF の視野外から飛び出す動きが-0.54,
 - ⑧視野から消える動きが-0.28,
- であった。

2人戦術技能（Tactical skill）5項目と3人戦術技能（Tactical skill）2項目は困難度順に,

- ①壁パスが-0.95
 - ②オーバーラップが-0.87,
 - ③第3の動きが-0.83,
 - ④クロスオーバーが-0.82,
 - ⑤相手を引きつける動きが-0.49,
 - ⑥スルーパスが-0.35,
 - ⑦オーバーが-0.07,
- であった。

エリア戦術技能（Tactical skill）10項目は困難度順に,

- ①守備から攻撃への切り替えが-2.14,
 - ②カウンターアタックが-1.12,
 - ③サイドアタックが-0.87,
 - ④ダイレクトプレーが-0.77,
 - ⑤アーリークロスが-0.49,
 - ⑥ポゼッションプレーが-0.30,
 - ⑦サイドチェンジが-0.25,
 - ⑧プルバックが-0.15,
 - ⑨バイタルエリアの攻略が-0.15,
 - ⑩ファンタジスタの攻撃が2.35,
- であった。

リスタート戦術技能（Tactical skill）5項目は困難度順に,

-
- ①素早いリスタートが -2.94 ,
 - ②ペナルティキックが -1.55 ,
 - ③ショートコーナーが -1.18 ,
 - ④コーナーキックが -0.47 ,
 - ⑤直接フリーキックが 1.07 ,
- であった。

表 5.3.2 では、サッカー守備戦術技能 (Tactical skill) 項目は技能ごとに困難度降順に並べられている。奪う戦術技能 (Tactical skill) 4 項目は困難度順に、

- ①ボールを奪うが -0.94 ,
 - ②ボールの奪いどころをつくるが -0.93 ,
 - ③インターセプトが -0.85 ,
 - ④ジャストミート(ボールを奪うとき) が -0.35 ,
- であった。

マーキング戦術技能 (Tactical skill) 4 項目は困難度順に、

- ①マークの受け渡しが -1.03 ,
 - ②マンマーキングが -0.73 ,
 - ③ゾーンマーキングが -0.68 ,
 - ④クロスボールへの対応が -0.35 ,
- であった。

エリア戦術技能 (Tactical skill) 9 項目は困難度順に、

- ①攻撃から守備への切り替えが -1.69 ,
 - ②バランスが -1.04 ,
 - ③チェーンリアクション (連動) が -1.02 ,
 - ④コンパクトが -0.79 ,
 - ⑤バイタルエリアの守備が -0.51 ,
 - ⑥ラインコントロールが -0.25 ,
 - ⑦スモールフィールドが -0.05 ,
 - ⑧リトリートが 0.06 ,
 - ⑨ブロック(守備の壁, 絞り込み) が 0.16 ,
- であった。

表 5.3.1. サッカー攻撃戦術技能領域の項目特性

領域	技能	#) 項目	達成率%	負荷量 F1	テスト得 点相関	困難度	識別力	適合度 P<.01
個人攻撃	ファーストタッチ	1) ボールを運ぶためのファーストタッチ	84	0.73	0.78	-1.43	0.94	NS
		3) シュートのためファーストタッチ	67	0.55	0.56	-0.78	0.67	NS
		2) DFをかわすためのファーストタッチ	70	0.69	0.71	-0.68	1.01	NS
	スクリーン&ターン	5) フリーで前を向くターン	84	0.46	0.47	-2.02	0.56	NS
		4) スクリーン	49	0.59	0.57	0.06	0.80	NS
		6) DFを背負って前を向くターン	33	0.53	0.52	0.67	0.84	NS
	ポストプレー	7) ポストプレー	45	0.35	0.34	0.28	0.45	NS
	パス	8) 優先順位の高いパス	67	0.46	0.48	-0.90	0.55	NS
		9) 攻撃方向を変えるパス	70	0.66	0.69	-0.74	0.87	NS
		11) 方向が正確なパス	66	0.67	0.71	-0.56	0.94	NS
		12) 強さが適当であるパス	61	0.61	0.63	-0.40	0.84	NS
		10) タイミングの良いパス	62	0.70	0.72	-0.37	1.05	NS
		13) 見せかけのパス	45	0.56	0.52	0.24	0.74	NS
	クロス	14) 正確なクロス	46	0.52	0.50	0.19	0.65	NS
	ドリブル	16) スピードを変えるドリブル	65	0.44	0.43	-0.77	0.53	NS
		17) DFを引きつけるドリブル	63	0.71	0.72	-0.43	1.03	NS
		15) 方向を変えるドリブル	49	0.47	0.44	0.06	0.62	NS
		19) マークDFを突破するドリブル	45	0.61	0.59	0.19	0.84	NS
	シュート	18) DFラインを突破するドリブル	38	0.41	0.40	0.62	0.58	NS
		21) コントロールからシュート	77	0.61	0.63	-1.25	0.74	NS
		22) ドリブルからシュート	65	0.68	0.69	-0.53	0.97	NS
		20) ワンタッチシュート	60	0.71	0.72	-0.31	1.10	NS
ボディシェイプ	23) クロスからシュート	55	0.58	0.57	-0.17	0.75	NS	
	24) 体の向き	82	0.76	0.81	-1.28	1.03	NS	
観る	25) ルックアップ	74	0.63	0.66	-0.97	0.82	NS	
コミュニケーション	26) ボール保持者とのコミュニケーション	87	0.68	0.73	-1.72	0.86	NS	
受ける動き	31) サポート	90	0.64	0.68	-2.19	0.76	NS	
	28) ブルアウェイ	82	0.69	0.72	-1.39	0.88	NS	
	29) ウェーブ(曲線の動き)	77	0.74	0.77	-1.01	1.03	NS	
	34) DFライン背後への走りこみ	73	0.66	0.68	-0.91	0.86	NS	
	30) ダイアゴナルラン	72	0.71	0.72	-0.79	1.02	NS	
	27) チェックの動き	66	0.59	0.58	-0.69	0.70	NS	
	33) DFの視野外から飛び出す動き	69	0.80	0.84	-0.54	1.45	NS	
	32) 視野から消える動き	60	0.73	0.73	-0.28	1.15	NS	
	グループ 攻撃	37) 壁パス	81	0.93	1.00	-0.95	1.72	NS
		39) オーバーラップ	75	0.79	0.82	-0.87	1.14	NS
38) クロスオーバー		74	0.74	0.77	-0.82	1.11	NS	
35) 相手を引きつける動き		66	0.73	0.76	-0.49	1.21	NS	
36) スルーパス		60	0.67	0.68	-0.35	0.92	NS	
3人戦術		40) 第3の動き	76	0.81	0.85	-0.83	1.33	NS
	41) オーバー	53	0.63	0.59	-0.07	0.88	NS	
エリア戦術	46) カウンターアタック	76	0.62	0.67	-1.12	0.78	NS	
	43) サイドアタック	75	0.76	0.80	-0.87	1.14	NS	
	47) ダイレクトプレー	70	0.66	0.70	-0.77	0.88	NS	
	44) アーリークロス	64	0.66	0.68	-0.49	0.93	NS	
	48) ポゼッションプレー	60	0.66	0.66	-0.30	1.05	NS	
	42) サイドチェンジ	55	0.43	0.45	-0.25	0.57	NS	
エリア戦術	45) ブルバック	55	0.64	0.61	-0.15	0.88	NS	
	56) 守備から攻撃への切り替え	90	0.63	0.67	-2.14	0.79	NS	
	54) バイタルエリアの攻略	55	0.67	0.67	-0.15	1.04	NS	
	55) ファンタジスタの攻撃	11	0.38	0.36	2.35	0.61	NS	
リスタート	49) 素早いリスタート	89	0.36	0.35	-2.94	0.46	NS	
	53) ペナルティキック	84	0.72	0.76	-1.55	0.87	NS	
	50) ショートコーナー	78	0.69	0.71	-1.18	0.84	NS	
	51) コーナーキック	62	0.64	0.64	-0.47	0.81	NS	
	52) 直接フリーキック	32	0.35	0.35	1.07	0.47	NS	

表 5.3.2 サッカー守備戦術技能領域の項目特性

領域	技能	#) 項目	達成率%	負荷量	テスト得点 F1 点相関	困難度	識別力	適合度 P<.01
個人守備	プレス	67) アプローチ	84	0.68	0.72	-1.57	0.85	NS
		57) プレッシング	87	0.86	0.96	-1.37	1.37	NS
		58) 振り向かせない	79	0.71	0.75	-1.17	0.95	NS
	ディレイ	60) 方向の限定	90	0.72	0.78	-1.94	0.94	NS
		59) 遅らせる	85	0.74	0.81	-1.51	0.96	NS
	奪う	62) ボールを奪う	76	0.73	0.78	-0.94	1.05	NS
		61) ボールの奪いどころをつくる	74	0.65	0.67	-0.93	0.89	NS
		64) インターセプト	73	0.71	0.74	-0.85	0.96	NS
		63) ジャストミート(ボールを奪うとき)	59	0.58	0.57	-0.35	0.73	NS
	観る	65) 同一視野	81	0.30	0.31	-2.17	0.43	NS
ポジションング		59	0.55	0.55	-0.39	0.65	NS	
グループ 守備	マーキング	70) マークの受け渡し	76	0.67	0.71	-1.03	0.89	NS
		68) マンマーキング	67	0.62	0.62	-0.73	0.73	NS
	2人戦術	69) ゾーンマーキング	67	0.60	0.61	-0.68	0.77	NS
		71) クロスボールへの対応	55	0.18	0.18	-0.35	0.33	NS
エリア戦術	2人戦術	72) チャレンジ&カバー	81	0.80	0.88	-1.12	1.17	NS
		73) コレクティブディフェンス(挟み込み)	79	0.80	0.85	-1.08	1.10	NS
	エリア戦術	82) 攻撃から守備への切り替え	75	0.31	0.31	-1.69	0.43	NS
		76) バランス	76	0.67	0.71	-1.04	0.88	NS
		75) チェーンリアクション(連動)	75	0.61	0.63	-1.02	0.81	NS
		80) コンパクト	75	0.80	0.85	-0.79	1.26	NS
		81) バイタルエリアの守備	63	0.63	0.63	-0.51	0.78	NS
79) ラインコントロール	56	0.52	0.51	-0.25	0.66	NS		
78) スモールフィールド	52	0.65	0.62	-0.05	0.84	NS		
77) リトリート	49	0.52	0.47	0.06	0.58	NS		
74) ブロック(守備の壁, 絞り込み)	47	0.52	0.49	0.16	0.64	NS		

表 5.3.3 サッカー戦術技能テストの項目特性

統計量	達成率%	テスト得点 点相関	負荷量 F1	困難度	識別力
N	82	82	82	82	82
Mean	66.8	0.64	0.62	-0.70	0.86
SD	15.0	0.16	0.14	0.77	0.25
Med	68.1	0.67	0.66	-0.75	0.86
Max	90.1	1.00	0.93	2.35	1.72
Min	11.3	0.18	0.18	-2.94	0.33

5.3.3 パラメータの不変性分析

図 5.3.2 と図 5.3.3 に示されるように、無作為抽出法による 2 分割標本から推定された困難度の相関係数は 0.84 であり、識別力の相関係数は 0.51 であった。

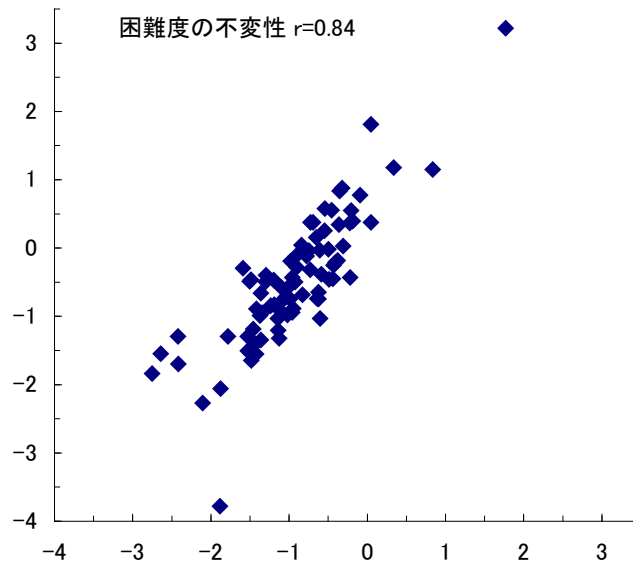


図 5.3.2 困難度の不変性

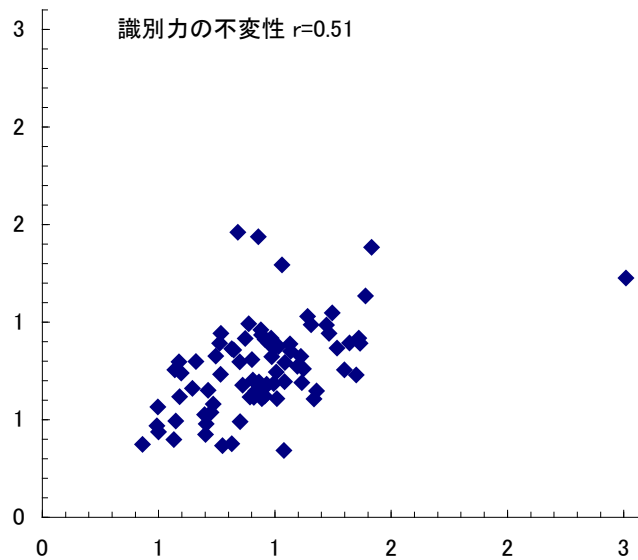


図 5.3.3 識別力の不変性

5.3.4 能力値の不変性分析

図 5.3.4 に示されるように、無作為抽出法による 2 分割項目から推定された能力値の相関係数は 0.90 であった。

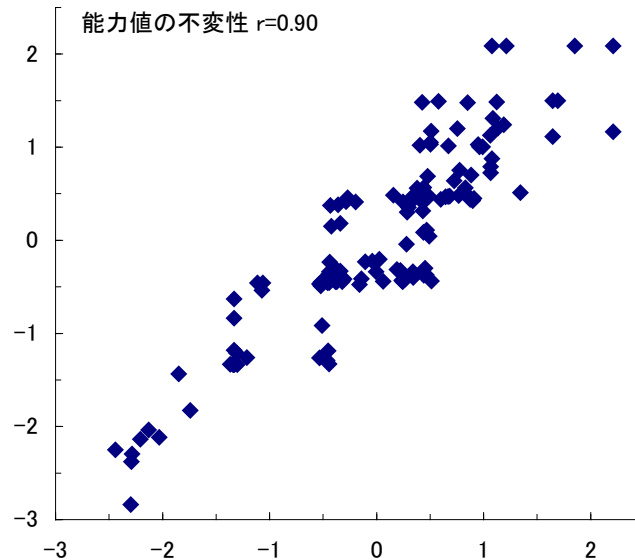


図 5.3.4 推定能力値の不変性

5.3.5 テスト特性曲線の適合性分析

図 5.3.6 は、全 86 項目のテスト特性曲線とテスト合計点と能力値との散布図を示している。テスト合計点と能力値との相関係数は 0.96 であった。

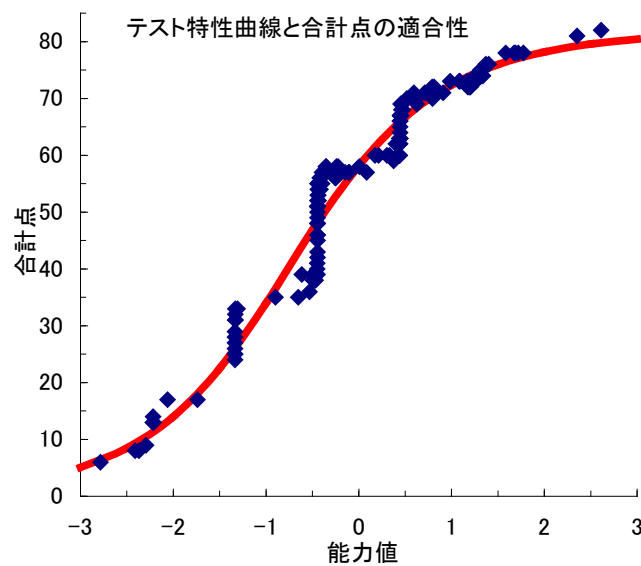


図 5.3.5 テスト特性曲線と合計点の適合性

5.3.6 テスト精度分析

テストの信頼性係数

図 5.3.6 は、サッカー戦術技能 (Tactical skill) を測定する 82 項目から構成される達成度評価テストの信頼性係数(TR)と情報量(TIF)とを示している。テスト情報量は、能力値-0.8 で最大値 41.3 であった。信頼性係数は、能力値-0.5 から-1.0 の間で最大値 0.98 であり、能力値-3.0 から 2.0 の間で 0.80 以上であった。

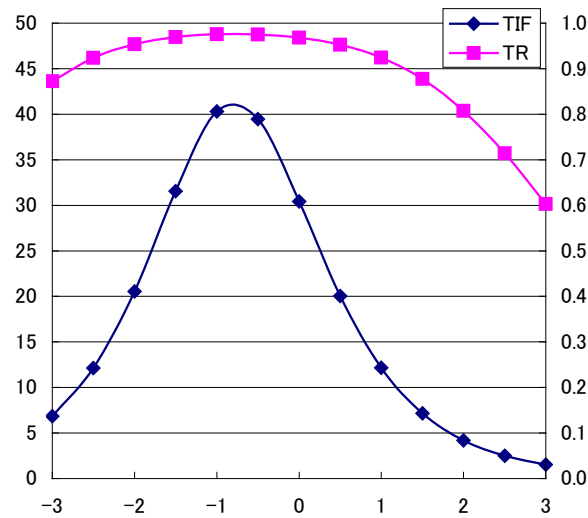


図 5.3.6 信頼性係数(TR)とテスト情報関量(TIF)

戦術技能 (Tactical skill) 領域ごとのテストの信頼性係数

図 5.3.7 は、攻撃および守備戦術技能 (Tactical skill) 項目のテスト情報量と信頼性係数を示している。攻撃技能 56 項目のテスト情報量は、能力値 -0.5 で最大値 28.5 であった。信頼性係数は、能力値 -0.5 から -1.0 の間で最大値 0.98 であり、能力値 -3.0 から 2.0 の間で 0.80 以上であった。守備技能 26 項目のテスト情報量は、能力値 -1.0 で最大値 12.8 であった。信頼性係数は、能力値 -1.0 で最大値 0.93 であり、能力値 -2.5 から 0.5 の間で 0.80 以上であった。

図 5.3.9 は、個人およびグループ攻撃戦術技能 (Tactical skill) 項目のテスト情報量と信頼性係数を示している。個人攻撃技能 34 項目テスト情報量は、能力値 -0.5 で最大値 16.0 であった。信頼性係数は、能力値 -0.5 で最大値 0.94 であり、能力値 -2.5 から 1.0 の間で 0.80 以上であった。グループ攻撃技能 22 項目テスト情報量は、能力値 -1.0 で最大値 12.7 であった。信頼性係数は、能力値 -0.5 から -1.0 の間で最大値 0.93 であり、能力値 -2.0 から 0.5 の間で 0.80 以上であった。

図 5.3.10 は、個人およびグループ守備戦術技能 (Tactical skill) 項目のテスト情報量と信頼性係数を示している。個人守備技能 11 項目テスト情報量は、能力値 -1.0 で最大値 5.9 であった。信頼性係数は、能力値 -1.0 から -1.5 の間で最大値 0.86 であり、能力値 -2.0 から -0.5 の間で 0.80 以上であった。グループ守備技能 15 項目テスト情報量は、能力値 -1.0 で最大値 6.9 であった。信頼性係数は、能力値 -0.5 から -1.0 の間で最大値 0.87 であり、能力値 -1.5 から 0.0 の間で 0.80 以上であった。

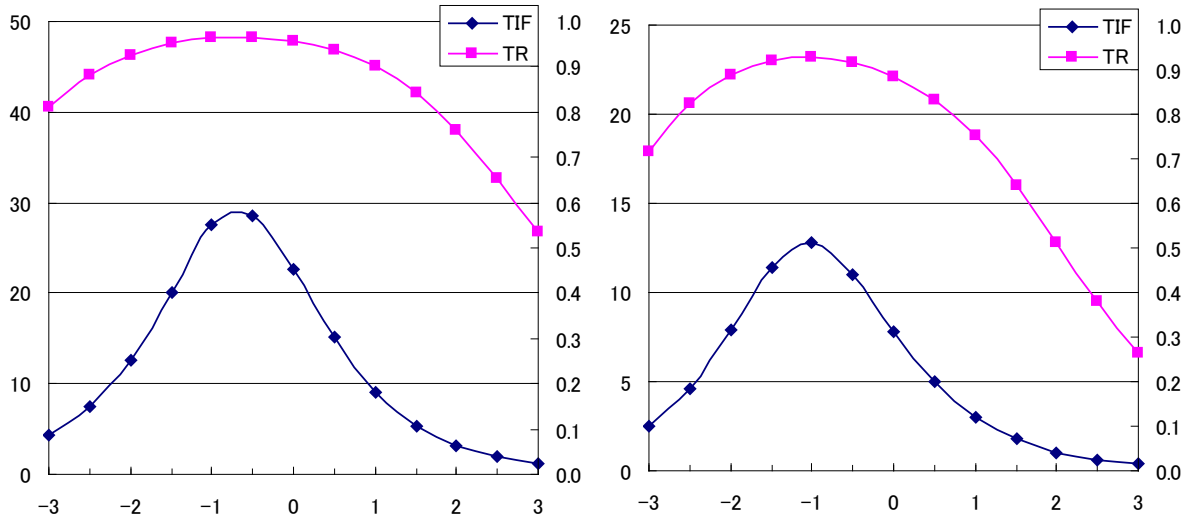


図 5.3.7 攻撃技能(L)と守備技能(R)の信頼性係数(TR)とテスト情報関量(TIF)

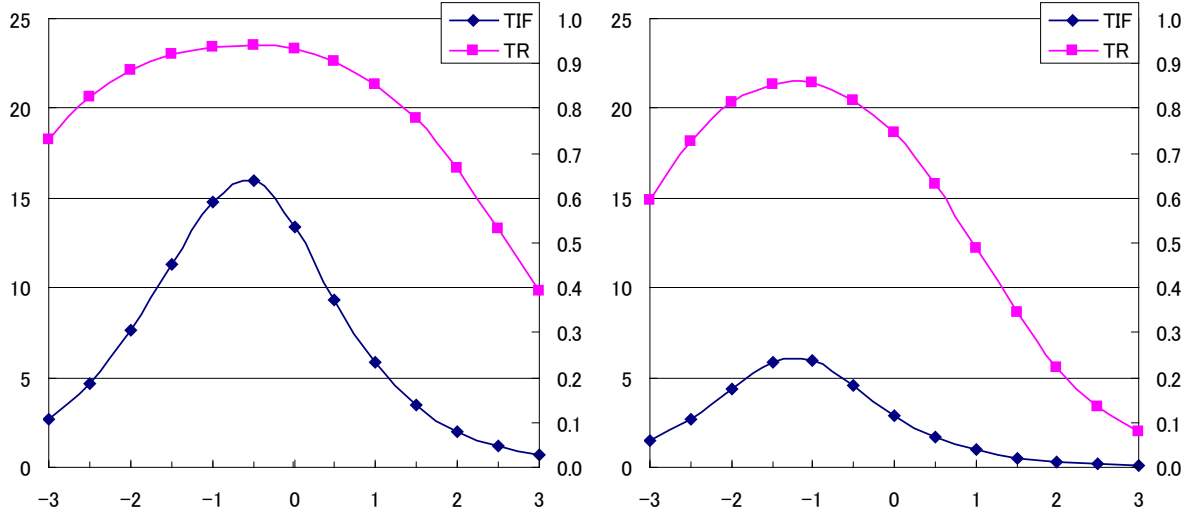


図 5.3.8 個人攻撃技能(L)と個人守備技能(R)の信頼性係数(TR)とテスト情報関量(TIF)

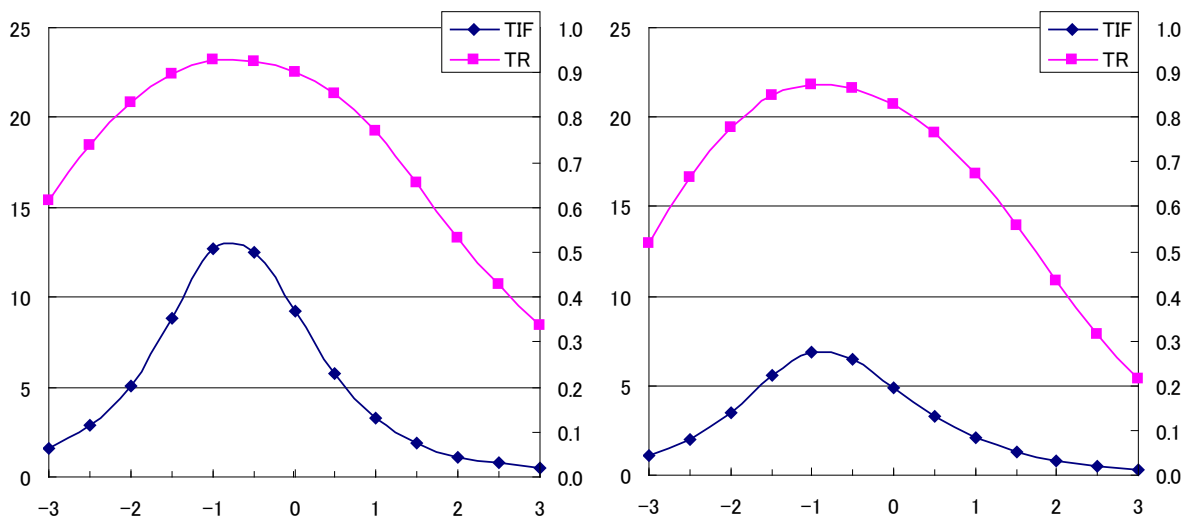


図 5.3.9 グループ攻撃技能(L)とグループ守備技能(R)の信頼性係数(TR)とテスト情報関量(TIF)

5.4 考察

本研究では、サッカー戦術技能のコンピュータ適応型テストの項目プールに用いる項目を構成するために、動画質問を用いた自記式 (Self-administering method) の達成度評価テストの項目特性およびテスト特性を明らかにすることを目的とした。項目反応理論 (IRT) 分析を適用して、サッカー戦術技能の達成度評価テストの項目特性およびテスト特性を分析した。

5.4.1 達成度評価テストの項目特性

サッカー戦術技能 (Tactical skill) の達成度評価テストを項目特性を分析するために、大友(1996)、渡辺ほか(1999)、豊田(2002)、Nakano et al. (2004)、青柳(2005)の手続きに準拠した項目反応理論分析を適用して、項目の局所独立性、項目の1次元性、項目の適合性、項目パラメータの不変性、能力値の不変性を明らかにした。

項目の1次元性は、項目の局所独立性とともに項目反応理論の重要な前提条件であり、1因子分析結果から分析された。全82項目の1因子分析の結果、第1固有値の全分散寄与率は40%と大きく、第1因子負荷量が正であったことから、全82項目の1次元性はあると判断された。第1因子負荷量の平均値は0.62、最大値は0.93、最小値0.18であった。因子負荷量の小さい項目は内容的妥当性を考慮して項目特性分析に含めた。

項目反応理論では2パラメータ・ロジスティック曲線の項目特性曲線モデルを用いて項目への回答パターンからパラメータと能力値を推定するために、項目の適合性は項目特性曲線モデルへの適合性から判定された。適合度指標にはカイ2乗検定を用いた。すべての項目のカイ2乗値は有意($P \geq 0.05$)ではなく、2パラメータ・ロジスティック曲線の項目特性曲線モデルへの適合性はあると判断された。

項目反応理論では、項目パラメータと能力値の不変性は達成度評価テストの項目を構成するための重要な条件であり、サッカー戦術技能項目の正答パターンデータの2PLMの数理モデルへの不変性を意味する。データがモデルに適合していることにより、どのような能力水準のデータから推定されても項目パラメータは一致し、同様にどのような項目から推定されても能力値は一致する。項目困難度の不変性係数は0.84と有意に高く($P < 0.05$)、識別力の不変性係数は0.51と有意な中等度であった($P < 0.05$)。

項目困難度の標準偏差と範囲（最大値 - 最小値）に比較すると、識別力のパラメータの分散度が小さい。ピアソンの積率相関係数では、分散度が小さい変数間では相関関係が希薄化することが推察される。カイ2乗検定から各項目の適合性があることを考慮すると、項目識別力の推定は項目困難度と同様に問題はなく行われており、不変性係数（ピアソンの積率相関係数）は低いものの、本研究で開発された方法の項目識別力は不変性を有すると判断される。

これらのことから、推定された項目パラメータ（困難度と識別力）の不変性はあると判断された。能力値の不変性係数は0.90と有意に高かった($P < 0.05$)ことから、能力値の不変性はあると判断された。

以上のように、項目の局所独立性、1次元性、適合性があり、困難度、識別力、能力値の不変性があることから、定性的分析により構成されたサッカー戦術技能 (Tactical skill) 項目は2パラメータ・ロジスティック・モデルの項目特性曲線に適合しており、サッカー戦術技能 (Tactical skill) の達成度評価尺度を構成することが明らかとなった。

5.4.2 サッカー戦術技能 (Tactical skill) テスト項目の達成度評価基準

困難度は項目特性曲線 (ICC) の達成確率 0.5 のときの能力値であることから、戦術技能 (Tactical skill) ごとに困難度順に項目を並べることにより、サッカー戦術技能 (Tactical skill) の達成度評価基準が明らかとなった (表 5.3.2, 表 5.3.2)。

1) ファーストタッチ

サッカーゲームにおけるファーストタッチはただ足下にボールを止めることではなく、次のプレーを考えた「判断を伴ったファーストタッチ」である。ハイプレッシャーの中で攻撃チャンスをもものにするには、その攻撃局面で最適なファーストタッチが不可欠となる。そのためには、ボールにタッチするぎりぎりまで周りの状況を良く観ておかなければならない。最適なファーストタッチで相手を脅威に陥れるためには、相手の状況を観てぎりぎりまで判断を遅らせて、最後の瞬間に1番良いプレーを選択しなければならない (小野, 2000)。

ファーストタッチ技能の3項目は、

- ①ボールを運ぶためのファーストタッチ、
 - ②シュートのためのファーストタッチ、
 - ③DFをかわすためのファーストタッチ、
- の順に難しいことが確認された。

ボールを運ぶためのファーストタッチはある程度のスペースがある中でのファーストタッチである。シュートのためのファーストタッチはシュートエリアでのファーストタッチである。シュートエリアに近づくにつれスペースは狭くなり、DFのプレッシャーも厳しくなるために困難度が高いと考えられる。DFをかわすためのファーストタッチはファーストタッチ時にスペースを判断して正確にボールを運ぶだけでなく、スペースと敵のディフェンダーの状況をぎりぎりまで観て判断し、相手をおかわすことが要求されるため (日本サッカー協会技術委員会, 2003c)、より困難度が高い戦術技能 (Tactical skill) であることが確認された。

日本の選手はファーストタッチを足下に止めることが多いのに対して、海外の選手はボールを足下に止めずに、ボールを動かしながら、チャンスがあればワンタッチでゴールを向くことを常に考えている。日本選手はボールを受けた後のプランがないことが多く、状況に応じたファーストタッチが少ないことが傾向として挙げられる。ま

た、海外の選手がファーストタッチでボールを動かす幅より、日本人選手は小さい点
があげられる。ボールに寄って、向かってくるボールをタッチしないで自分の前を通
過させて展開を変えていくプレーを行える選手も多くないのが現状である。

ファーストタッチでDFをかわすことで、ボール保持者の状況が優位になり、より
脅威に攻撃することができる。このようなことから、③DFをかわすファーストタッチ
は日本人選手が習得しなければならない重要な戦術技能 (Tactical skill) であると
考えられる。

2) パス

パスは攻撃のために重要な戦術である。パスは単に味方に通れば良いのではなく、
受けた選手が何をできるのかが大切な要素である。そのために、戦術的に重要なパス
の要素はパスの「質」である。パスの「質」は通常、タイミング (Timing)、方向
(Direction)、強さ (Weight of the ball) を指す (ヒューズ, 1999)。

パス技能の6項目は、

- ①優先順位の高いパス、
- ②攻撃方向を変えるパス、
- ③方向が正確なパス、
- ④強さが適当であるパス、
- ⑤タイミングの良いパス、
- ⑥見せかけのパス、

の順に難しいことが確認された。

日本サッカー協会指導指針 (2002) では、攻撃戦術において①優先順位の高いパス、
の種類は順に、

- ①守備人背後のスペースへのパス、
- ②最前線の攻撃者の足もとへのパス、
- ③少なくとも1人の守備者を越えるパス、
- ④攻撃の方向を変えるためのクロスのパス、
- ⑤サポートする後方の選手へのパス、

である。これは、相手守備陣に対して最も致命的となるパス戦術の順である。本章の
結果から、①優先順位の高いパス、の困難度が最も易しいことが明らかとなったが、

これは①守備陣背後のスペースへのパスができるかと回答したと考えられる。本章ではさらに、パスのタイミング、方向、強さを考慮しパス技能を細かく分類した。その結果、優先順位の高いパス技能の中でも、方向、強さ、タイミングの順に難しことが確認された。

次に、パス戦術技能 (Tactical skill) の中で特に困難度が高いのが見せかけのパスであった。見せかけのパスの目的には2重の意味があり、前には存在していなかったスペースとパスする角度を作り出すことと、守備者をだまして間違ったポジションを取らせることである(ヒューズ, 1999)。相手の意表をつく見せかけのプレーをして、守備者にプレーの意図を予測させないパスは困難度が高いことが確認された。見せかけのパスは組織的な現代サッカーの中で、一瞬のひらめきで試合を決定づけることができ、財団法人日本サッカー協会が掲げている「クリエイティブな選手育成」において、重要な戦術技能 (Tactical skill) であると考えられる。

3) ドリブル

ドリブルはパスやシュートのためのスペースをつくり、相手守備者を抜き去ってプレーに参加できなくさせるための個人攻撃戦術である。また、ドリブルはダイレクトプレーにとって、不可欠な戦術の1つである。ドリブルをしなければ、時にはゴールに向かって攻めることが少なくなり、攻撃を止めて守備者にポジションを修正させてしまうこともある。もし、ドリブルできなければ、その選手にはサポートが必要であるし、ボールを後方へパスをして攻撃を遅らせてしまう。

ドリブルは、攻撃のプレーの中で最も興奮するものである。優れたドリブラーは、チームにとって非常に貴重な存在であり、優れたチームには3人や4人はいる。また、彼らは、試合を決定づけるプレーができ、世界の優秀な選手たちの多くが、優れたドリブラーである(ヒューズ, 1999)。

これらのことから、ドリブル戦術技能 (Tactical skill) の発達を確認し、優秀なドリブル戦術技能 (Tactical skill) を持つ選手を育成することは非常に重要な課題であると考えられる。

ドリブル技能の5項目は、

- ①スピードを変えるドリブル,
- ②DFを引きつけるドリブル,

- ③方向を変えるドリブル,
 - ④マーク DF を突破するドリブル,
 - ⑤DF ラインを突破するドリブル,
- の順に難しいことが確認された。

スピードを変えるドリブル, DF をひきつけるドリブル, 方向を変えるドリブルは, パスやシュートのためのスペースをつくるドリブルであると考えられる。

マーク DF を突破するドリブルと DF ラインを突破するドリブルが順に, 特に困難度が高いドリブル技能であることが確認されたことは非常に興味深い結果である。

マーク DF を突破するドリブルは, スペースにドリブルする場合と違い, 厳しくマークしてくる守備者を打ち破らなくてはならない。その場合, ボールを正確にコントロールしながら, 守備者のバランスを崩すか, 相手をあざむく動作をして守備者を抜きさる能力が必要である。そのために, ドリブルをする選手は守備者を突破するために, 相手をあざむく 2, 3 のフェイント動作を持つことが必要である。また, 優れたドリブルを行うためには, ファーストタッチ技能が重要であると考えられる。優れた, ファーストタッチを行うことで, マークをしてくる守備者にタックルさせないことができる。また, 守備者を素早く攻撃できるような位置にボールをコントロールすることで, 守備者に対してドリブルを優位に行うことができる。

さらに, DF ラインを突破するドリブルは, 最終 DF ラインを打ち破ることでゴールキーパーと 1 対 1 の状況になる戦術である。守備者は DF ラインでの守備戦術を駆使しながらゴールキーパーも含め堅い守りをしてくるため, 最も困難度が高い戦術技能 (Tactical skill) 技能であると考えられる。また, DF ラインを突破するドリブルはサッカーゲームにおいて観客が最も興奮し, 一気に得点することができる重要な戦術である。

これらの結果から, 優れたドリブラーを育成するうえで, DF ラインを突破するドリブル戦術技能 (Tactical skill) を習得させることは, 非常に重要であると考えられる。

4) シュート

シュートは攻撃局面の最終戦術であり, ボールキックやヘディングなどによりボールをゴール内に入れ, 得点する攻撃戦術である。シュート技能の 4 項目は,

- ①コントロールからシュート,
 - ②ドリブルからシュート,
 - ③ワンタッチシュート,
 - ④クロスからシュート,
- の順に難しいことが確認された。

シュートは、試合に勝利するために最も重要な戦術技能 (Tactical skill) である。正確にシュートすることができなければ、いくらダイレクトプレーをしても試合に勝つことはできない。シュートの困難度がワンタッチシュート、クロスからのシュートの順に困難度が高いことが明らかになったことは、非常に興味深い点である。

ヒューズの分析結果(ヒューズ, 1999)は、全ての得点の半分は、最初にボールをコントロールしないでシュートするワンタッチシュートであることを示している。この結果はヘディングの得点を含まない、ワンタッチシュートの場合である。ヘディングを含めると、ワンタッチシュートによる得点の割合は71.5%になる。この統計から、シュート場面でのワンタッチシュート機会が多いことが明らかである。本研究においてワンタッチシュートの困難度が高いことが明らかになったことを考慮すると、ワンタッチシュートの戦術技能 (Tactical skill) 練習を行う必要があることが示唆される。

クロスからのシュートは得点をする主要な戦術技能 (Tactical skill) である。1982年のワールドカップに関するFIFAの報告によると、全得点中32%(3点中1点)はクロスによる得点であった。また、クロスは得点機会を多くつくり、クロスからのシュート機会のうち、多くはヘディングシュートであった。ヒューズの分析結果(ヒューズ, 1999)では、クロスからの得点の64%はヘディングによるものであった。攻撃選手が得点できるポジションにうまく入り、その機会を逃さずヘディングの得点に結びつけたならば、もっと多くの得点がクロスから記録される。本研究においてクロスからのシュートの困難度が最も高いことが明らかになったことを考慮すると、クロスからのシュート技能練習をより多く行う必要があることが示唆される。

日本サッカー界は決定力不足を課題としており、決定力不足の原因の1つに「シュートに関して指導している内容と実際教えなければならない内容との多くが関連せず、試合の状況に応じた練習がなされていない」ことが指摘されている。困難度順に

示されたドリブル技能の達成度評価基準は、この問題点を克服する要素の1つになると考えられる。

5) 受ける動き

サッカーにおいてクリエイティブなオンザボール状況を創るためには、その前のオフザボールでの視野の確保が重要となる。そのためには受ける動きの中で良いボディシェイプをとることが必要である。良いボディシェイプをとり、ボールと攻撃方向を同一視野に入れることができれば、味方の動きやディフェンスのポジションなど、判断に必要な情報を手に入れることができ、様々な駆け引きができるようになる。クリエイティブな選手育成という課題のためには、この良いボディシェイプからの視野の確保、すなわちボールを受ける動きは非常に重要な要素である。

オフザボール局面での受ける動き戦術技能 (Tactical skill) の8項目は、

- ①サポート,
- ②プルアウェイ,
- ③ウェーブ (曲線の動き),
- ④DF ライン背後への走りこみ,
- ⑤ダイアゴナルラン,
- ⑥チェックの動き,
- ⑦DF の視野外から飛び出す動き,
- ⑧視野から消える動き,

の順に難しいことが確認された。

チェックの動きは相手のマークを振り切るための動きである。ボールを受ける前から勝負で、ボールをできるだけ優位に受けるためには、タイミング良くディフェンダーから離れるための動きが必要である。このチェックの動きはディフェンダーとの視野と視野との戦いであり、具体的には大きく分けて、まず1つ目には相手を引き出しておいて、ボールと同一視野をとれないところに急に入ってボールを受けるという方法がある。2つ目は、相手にとってボールと同一視野を取りづらいところに潜り込もうとし、相手が同一視野に入れようとしてポジションを変えようとしたときに受けに行くという方法がある(小野, 2000)。

サッカーの局面は大きく2つに分けることができる。すなわち、自分のチームがボールを保持している局面と相手チームがボールを保持している局面である。それぞれの局面はさらに、ボールを保持しているオンザボール(on the ball)局面とボールと直接かかわらないオフザボール(off the ball)局面とに分けることができる。オンザボールの局面は最も目に付きやすく、把握できやすい部分である。サッカーにおいて重要となるのはオフザボール局面であり、オフザボール局面を改善することによってオンザボール局面を改善していくことができる。

戦術トレーニング指導では、いかにオフザボール局面での動きをしっかりと分析できるかが非常に重要であると考えられる。本研究においてオフザボール局面で最も重要な受ける動き戦術技能 (Tactical skill) の達成度評価基準が明らかになった。これらの結果を戦術トレーニング指導や試合分析への活用可能性が期待される。

6) グループ戦術

2人戦術技能 (Tactical skill) 5項目と3人戦術技能 (Tactical skill) 2項目は困難度順に、

- ①壁パス、
- ②オーバーラップ、
- ③第3の動き、
- ④クロスオーバー、
- ⑤相手を引きつける動き、
- ⑥スルーパス、
- ⑦オーバー、

の順に難しいことが確認された。

日本サッカー協会指導指針(2000)では、これらのグループ攻撃戦術は個人戦術技能 (Tactical skill) を基礎としてU-14年代から導入するとしている。グループ戦術技能 (Tactical skill) は「グループの中で機能する個の幅を広げる技能」であり、仲間との関係を適切に処理できる能力である。

本研究においてグループ戦術技能 (Tactical skill) の達成度評価基準が明らかになったことから、特にグループ攻撃戦術を導入するU-14年代の指導の現場で活かされることが期待される。

エリア攻撃戦術技能 (Tactical skill) 10 項目は困難度順に、

- ①守備から攻撃への切り替え、
- ②カウンターアタック、
- ③サイドアタック、
- ④ダイレクトプレー、
- ⑤アーリークロス、
- ⑥ポゼッションプレー、
- ⑦サイドチェンジ、
- ⑧プルバック、
- ⑨バイタルエリアの攻略、
- ⑩ファンタジスタの攻撃、

の順に難しいことが確認された。

自陣エリアから始まる攻撃戦術技能 (Tactical skill) よりも相手ゴールエリア付近での攻撃戦術技能 (Tactical skill) の方が、困難度が高いことが明らかとなった。現代サッカーは非常に高いレベルでの守備組織を有している。相手のゴールエリアに近づくとつれてより強固な守備戦術がひかかれている。これが反映された結果であると推察される。

特にバイタルエリアの攻略の困難度が高いことが明らかとなった。バイタルエリアとは、そのエリアにボールが運ばれると、ゴールにもっとも直結するプレーが可能になる非常に重要なエリアを指す。つまり、攻撃側はバイタルエリアをいかに使うか、守備側はいかに使わせないか、それが勝敗を大きく左右する。バイタルエリアを攻略することができる選手は決定的な仕事のできる選手であると言えることができる。守備側がバイタルエリアを攻略されないように組織的に堅い守りを行う中で、バイタルエリアで相手にとって脅威となるプレーができる選手を育成することが必要であることが示唆される。

7) 奪う

奪う戦術技能 (Tactical skill) の4項目は、

- ①ボールを奪う、
- ②ボールの奪いどころをつくる、

- ③インターセプト,
④ジャストミート (ボールを奪うとき),
の順に難しいことが確認された。

守備の優先順位は,

- ①インターセプト,
②ボールをコントロールした瞬間を狙う,
③振り向かせない,
④ディレイ(遅らせる),
⑤ジョッキー (相手をおある方向においやる),

の順である(日本サッカー協会指導委員会, 2000)。困難度による達成度評価基準の順位も同様であり,

- ①インターセプトの困難度が最も高く-0.851であった。続いて,
②振り向かせないが-1.17,
③遅らせる(ディレイ)が-1.51,
④方向の限定(ジョッキー)が-1.94,
の順であった。

個人守備戦術技能 (Tactical skill) のプレッシング, ディレイ(遅らせる), ボールを奪うの中では, ボールを奪うの困難度が最も高いことが明らかとなった。

現代サッカーは守備が非常に組織的になっているが, その組織を支えているのは個人守備戦術技能 (Tactical skill) である。トップレベルの選手は個人守備戦術の場面で積極的な守備が目立つ。ボールの取りどころの整理ができているため, 少しでもチャンスがあれば身体を寄せて奪い取る場面が多く見られる(日本サッカー協会技術委員会, 2003c)。日本の選手はレベルが向上してきてプレスやディレイなどの個人守備戦術技能(Tactical skill)は高まってきているが, 奪う個人守備戦術技能(Tactical skill) はもっと重点的にトレーニングに取り組む必要があると考えられる。

8) マーキング

マーキング戦術技能 (Tactical skill) の4項目は,

- ①マークの受け渡し,
②マンマーキング,

- ③ゾーンマーキング,
 - ④クロスボールへの対応,
- の順に難しいことが確認された。

マーキング技能では、特にクロスボールへの対応の困難度が高いことが明らかとなった。攻守の切り替えが速いゆえにディフェンスの戻りが速く、簡単にはバイタルエリアに進入できない現代サッカーでは、サイドからの攻撃が非常に有効になってきている。サイド攻撃の増加に伴い、クロスボールへの対応がより重要となる。クロスからの得点をされる要因のひとつとしてディフェンダーがボールウォッチャーになってしまい、相手をフリーにしてしまうケースが多い。ディフェンダーのクロスボールへの対応は、オフザボール時にいかに良いポジションをとれるかにかかっている。ボール保持者とマークする相手を同一視すると同時に、クロスが入った時に相手に簡単にボールに触らせない繊細なポジションをとることが非常に重要である。また、GKとの連携も重要である。

財団法人日本サッカー協会のテクニカルレポート(2003b)によると、育成年代の選手ではクロスへの対応がいい加減であると報告されている。現代サッカーでは、世界の選手を相手にした時クロスの質が非常に高い点があげられる。正確性はもちろんのこと、球種、スピードなどを状況に応じて使いわけている。これらのことから、育成年代からの様々な状況でのクロスボールへの対応技能をトレーニングしていくことは必要不可欠であると考えられる。

9) エリア守備戦術

エリア守備戦術技能 (Tactical skill) の9項目は、

- ①攻撃から守備への切り替え,
- ②バランス,
- ③チェーンリアクション (連動),
- ④コンパクト,
- ⑤バイタルエリアの守備,
- ⑥ラインコントロール,
- ⑦スモールヒールド,
- ⑧リトリート,

⑨ブロック（守備の壁，絞り込み），

の順に難しいことが確認された。

サッカーの試合は，攻撃と守備の切り替えの連続である．現代サッカーはこの攻守の切り替えが非常に速く，相手に一瞬の隙を突かれないうえにも，エリア守備戦術の①攻撃から守備への切り替えの意識は非常に重要である．良い守備をするうえで最も重要なことは，守備は攻撃を開始する際の第1段階であるということを理解することといえる（ヒューズ，1999）．よって，ボールを取り戻す守備のプレーは特に攻撃ゾーンで大切である．攻撃ゾーンでボールを獲得できれば，得点をする機会は非常に増える．中盤ゾーンで始まる守備からはあまり得点できないし，守備ゾーンで始まる守備からは全くといっていい程得点できないという結果が明らかとなっている（ヒューズ，1999）．

これらのことから，攻撃から守備への切り替え技能はサッカーにおいて非常に重要であり，試合を左右する重要なエリア戦術技能（Tactical skill）である．困難度が最も低いことは，サッカーは攻撃と守備の切り替えの連続であり出現回数が非常に多いからであると推察される．

前述のように，攻撃から守備への切り替えは特に攻撃ゾーンでの切り替えであることから，攻撃から守備への切り替え技能項目を攻撃ゾーン，中盤ゾーン，守備ゾーンに細分化することによって，エリア守備戦術技能（Tactical skill）の達成度評価の妥当性が向上することが期待される．

エリア守備戦術技能（Tactical skill）の中でも，スモールフィールド，リトリート，ブロック（守備の壁，絞り込み）が，困難度が高いことが確認された．守備局面においてスモールフィールド，リトリート，ブロックをつくる（形成する）戦術は，FW，MF，DFの3ラインとGK，すなわちチーム全員が連動してコンパクトな守備ゾーンをつくり出し，ボール保持者へプレッシャーをかけると同時に，バイタルエリアへの侵入をさせないポジションを取るなど，チームとして相手の攻撃をコントロールすることのできる陣形をとることである．これらのエリア守備戦術は，FW，MF，DFの3ラインが連動して行なうエリア守備戦術技能（Tactical skill）であるため困難度が高いと推察される．

5.4.3 達成度評価テストの特性

測定されたテスト合計点を妥当基準とする全82項目から構成されるサッカー戦術技能の達成度評価テストから推定される能力値の基準関連妥当性係数は、有意な0.96 ($P < 0.05$)であった。また、テスト特性曲線は、テスト合計点と能力値との散布図に対して視認的に良好に適合していた(図3)。これらの結果は、全82項目で構成されるサッカー戦術技能の達成度評価テストは2PLMに適合しており、テストの妥当性があることを示していると推察される。

全82項目から構成されるサッカー戦術技能の達成度評価テストの精度を示すテスト情報関数と信頼性係数を分析した。テスト情報量は能力値-0.8で最大値41.3であった。テストの信頼性係数は能力値-0.5から-1.0の間で最大値0.98であり、能力値-3.0から2.0の間で0.80以上であった(図5)。これらの結果から、全82項目で構成されるサッカー戦術技能の達成度評価テストの信頼性は高いことが確認された。

コンピュータ適応型テストでは、サッカー戦術技能領域ごとに得点を算出することから、テストの信頼性係数を領域ごとに確認した。56項目から構成されるサッカー攻撃戦術技能、26項目の守備戦術技能、34項目の個人攻撃戦術技能、22項目のグループ攻撃戦術技能、11項目の個人守備戦術技能、15項目のグループ守備戦術技能、それぞれのテストの信頼性は、広い能力値の範囲で高いことが確認された。

以上のように、サッカー戦術技能テストを構成する82項目は、項目の局所独立性、1次元性、適合性があり、推定された項目困難度、項目識別力、能力値の不変性があり、テストの信頼性、妥当性、適合性があることが確認された。定性的分析により構成されたサッカー戦術技能テスト項目は、2PLMの項目特性曲線およびテスト特性曲線に適合しており、サッカー戦術技能の達成度評価テストを構成する項目として、信頼性と妥当性があることが明らかとなった。

5.5 結論

本章では、サッカー戦術技能のコンピュータ適応型テストの項目プールに用いる項目を構成するために、動画質問を用いた自記式 (Self-administering method) の達成度評価テストの項目特性およびテスト特性を明らかにすることを目的とした。そのために、項目反応理論 (IRT) 分析を適用して、サッカー戦術技能の達成度評価テストの項目特性およびテスト特性を分析し、以下のような結論を得た。

- 1) 個人攻撃戦術技能 (Tactical skill) 34 項目, グループ攻撃戦術技能 (Tactical skill) 22 項目, 個人守備戦術技能 (Tactical skill) 11 項目, グループ守備戦術技能 (Tactical skill) 15 項目, 全 82 項目から構成されるサッカー戦術技能 (Tactical skill) 項目は, 局所独立性, 1 次元性, 2 パラメータ・ロジスティック・モデル (2PLM) への適合性, 推定された困難度, 識別力, 能力値の不変性がある。
- 2) 項目困難度からサッカー戦術技能 (Tactical skill) の達成度評価基準が明らかとなった。
- 3) 全 82 項目から構成されるサッカー戦術技能 (Tactical skill) 達成度評価テストは, 2 パラメータ・ロジスティック・モデル (2PLM) への適合性と高い精度がある。

第6章 動画質問によるコンピュータ適応型テストの信頼性と妥当性

6.1 背景と目的

背景：サッカー戦術技能 (Tactical skill) の測定

サッカーに専門的な戦術技能 (Tactical skill) を簡易に測定する標準化テストは構成されていないのが現状である。サッカーに専門的な戦術技能はサッカーゲームで発揮され、ゲームパフォーマンスとして達成される。監督・コーチは、サッカーゲームで達成された多数の戦術プレーの達成度を視認的に評価している。このような専門家の多変数による達成度の評価に着目して、サッカー戦術技能の新しい測定方法を開発することが必要である。

サッカーの専門的技能 (specific motor skill) に関する研究では、サッカー技能 (soccer skill) を測定するためにパフォーマンステストを用いたスキルテストが用いられてきた。しかし、サッカーゲームにおけるゲームパフォーマンスに対するスキルテストの妥当性が低いことから、利用されなくなった。1980年以降、スポーツ技能は、テストパフォーマンスからの測定ではなく、ゲームパフォーマンスから測定する試みが行われるようになった (Hughes, 2003)。一方、ゲーム統計 (game statistics) やゲーム分析 (game analysis) では、ゲームパフォーマンスを直接測定する。計数データ指標からゲームにおけるチームパフォーマンスを測定し、大会におけるチーム間比較を可能とする。しかし、記述的分析に留まり、個々の選手のサッカー技能は十分に測定できない (Suzuki and Nishijima, 2005)。

同様に、テクニカルレポート (日本サッカー協会技術委員会, 2000) に代表されるように、専門家の視認的方法によって集団的スポーツ技能を質的に評価する方法 (シユテラー, 1993) がある。これは多次元的な観点から評価が可能であるが、分析者の主観性および恣意性を排除することはできない。これは、サッカーゲームの攻撃局面と守備局面における個人、数人のグループ、チームの戦術的なゲームパフォーマンスの測定方法が開発されていないためである。

Memmert ら (2016) は、サッカー戦術に関するレビューをまとめ、これまでの先行研究ではサッカーの戦術は測定されていないことを指摘した。しかし、ここで測定しているのはチームのユニットとしての変動であり、個人の戦術技能 (Tactical skill) を直接測定しているものではない。このように、サッカーゲームにおける個人の戦術

技能 (Tactical skill) の達成度を評価するために、戦術技能 (Tactical skill) を直接測定している先行研究はない。

背景：コンピュータ適応型テストによる測定

項目反応理論 (IRT) を適用したコンピュータ適応型テストを使用することによって、簡易的に個人の戦術技能を継続して測定することが可能であると思われる。コンピュータ適応型テスト方式では、少ない時間で簡易的に多くの選手の成長を継続的に測定することが可能である。また、指導者が計画している戦術トレーニングと選手の戦術技能の成長との適合性を確認することができる。達成度評価のテスト理論である項目反応理論 (IRT) を適用することで、項目の達成基準値は不変性を伴う項目特性値として分析される。これにより、サッカーの専門家による戦術プレー項目の達成基準を設定することは不要であり、専門家のレベルによって基準得点が異なるなどの問題を解消することができる。

一方、サッカーの研究ではこれまでにコンピュータテストによる技術戦術技能テストは開発されていない。公益財団法人日本サッカー協会の指導教本 (Japan Football Association Teaching Committee, 2000) では、個人技術と個人戦術を明確に区別し、個人技術の習得を確認するテストとしてサッカースキルテストを紹介している。ボールキック技能やドリブル技能などの基礎技能 (Technical skill) は、パフォーマンステストを用いて測定できるが、ゲーム中の状況判断を伴う戦術技能 (Tactical skill) はパフォーマンステストを用いて測定することはできない。そのために、戦術技能はゲーム中の戦術プレーや選手の動きから、視認的および主観的に評価されているのが現状である (Hughes et al., 1997; シュテラー 1993)。

サッカー戦術はゲームにおける個人、グループ、チームでのプレーパフォーマンスであるので、質問が言語表現では戦術プレー内容が誤認されることが想定できる。これを回避するためには、項目の質問を動画で示すことが必要である。コンピュータテスト形式を用いることにより、項目の質問を動画で表示することが可能となる。

以上のことから、利便性の高いサッカー戦術技能の達成度評価テストの条件は、以下のようなものが考えられる。

- ①項目反応理論 (IRT) に基づいて項目特性が分析された項目プールを用いる。
- ②コンピュータ適応型テスト方式を用いる。

③項目の質問に動画を用いる.

目的

以上のことを踏まえて、本章では、精度が高く短時間で簡便に測定できるサッカーに専門的な戦術技能の達成度評価テストを構成するために、項目反応理論分析とコンピュータ適応型テスト技術を適用して、動画質問によるサッカー戦術技能のコンピュータ適応型テスト（STS-CAT）を開発し、テスト特性を分析することを目的とした。そのために、コンピュータ適応型テストの簡便性、信頼性、妥当性を分析した。

6.2 方法

6.2.1 手続き

以下のような手順で、サッカー戦術技能を達成度評価するコンピュータ適応型テストの妥当性を分析した。

- ①動画質問を用いたコンピュータ適応型テストを作製する。
- ②コンピュータ適応型テストを実施し、能力値(サッカー戦術技能得点)を推定する。
- ③コンピュータ適応型テストの再テスト法による信頼性を分析する。
- ④全項目を用いたサッカー戦術技能達成度評価テスト得点(推定能力値)を妥当基準とするコンピュータ適応型テストの基準関連妥当性を分析する。
- ⑤ポジションの戦術技能特性に対するコンピュータ適応型テストの弁別的妥当性を分析する。

6.2.2 コンピュータ適応型テストの作製

テスト作成データ

渡辺ら(1999), Nakano(2004), 青柳(2005)に準拠してコンピュータ適応型テストを作製した。テスト作製データとして、全項目を用いて構成されたサッカー戦術技能達成度評価テストにおける以下のようなデータを用いて、動画質問によるコンピュータ適応型テストアルゴリズムを構成した(図1)。

- ①項目の質問と選択肢,
- ②項目の質問動画, テスト開始画像, テスト終了画像
- ③項目の困難度, 識別力, 特性曲線, 情報量関数,
- ④初期項目, テスト終了基準

テスト方式

コンピュータ適応型テストのアルゴリズムには、項目可変型多段階テスト方式および最大情報量方式を用いた。項目可変型多段階テスト方式は、困難度および識別力パラメータ値が推定されている項目プールの中から最適な項目を逐次取り出して回答者に提示する。最大情報量方式は、その時点までの回答者の各項目に対する正誤反応に基づいて推定尺度値(能力推定値 θ)を計算し、項目プールの中の未実施項目の中からその推定尺度値で最大の項目情報量を示す項目を選択して、次に回答者に提示す

る。初期項目への回答から開始して、テスト終了基準に到達するまでこの手順を繰り返した。

項目困難度が低い項目から高い項目まで均等な間隔をもつように、サッカー戦術技能領域ごとに3つずつの初期項目を設定した。予備テスト結果から推定能力値が収束する点として、テストの終了基準は、未回答の残り項目の情報量が0.3を下回った場合とした。

テスト実施手順

以下のような手順で、コンピュータ適応型テストを実施した。

- ①回答者は初期項目に回答する。
- ②初期項目に対する回答者の正誤反応パターンから推定尺度値 $\hat{\theta}$ を計算する。推定尺度値 θ における残り項目の項目情報量を計算する。
- ③項目情報量の最も大きい項目を次に実施する。
- ④以前の項目に対する正誤パターンに③で実施した項目の正誤反応を加えて、改めて推定尺度値 $\hat{\theta}$ を計算する。この時点までに実施した項目群のテスト情報量を計算する。次に実施する項目番号を指定する。
- ⑤設定されたテスト終了基準に到達した場合は、⑥へ進む。テスト終了基準に到達しなかった場合は、③へ戻る。
- ⑥必要な情報を記録、保存して、テストを終了する。
- ⑦テスト実施中には、実施した項目番号、項目情報量、回答、回答の正誤、各項目実施後の推定尺度値、その時点までに実施した項目によるテスト情報量を記録、保存する。
- ⑧テスト終了時点では、実施項目数、最終的な推定尺度値、実施した項目に基づくテスト情報量を記録、保存する。

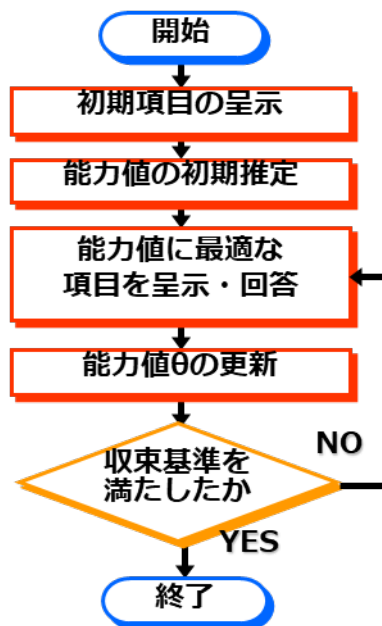


図6.2.1 コンピュータ適応型テストアルゴリズム

6.2.3 項目プールの構成

内容的妥当性のあるサッカー戦術技能 (Tactical skill) 項目を構成するために、公益財団法人日本サッカー協会 (JFA) 指導指針 (2002) のサッカー戦術分類に準拠した。サッカー専門家 4 名を対象としたデルファイ法を伴う特性要因分析を実施し、サッカー戦術技能 (Tactical skill) の領域、技能、項目を階層的に構成した。サッカー専門家は、公益財団法人日本サッカー協会 (JFA) 認定 S 級コーチライセンスをもつ代表チーム監督経験者、JFA 認定 C 級コーチライセンスをもつサッカー日本代表選手と日本代表チームテクニカルアシスタント、日本代表コーチ経験のあるサッカー研究者の 4 名であった。項目の局所独立性を確認し、項目ごとの動画質問を作成した。動画質問時間は平均 30 秒で編集した。

公益財団法人日本サッカー協会 (JFA) 指導指針 (2002) では、サッカー戦術は攻撃戦術と守備戦術に大別され、それぞれが個人戦術、グループ戦術、チーム戦術に分類されていた。サッカー戦術技能 (Tactical skill) テストは個人の技能を測定することから、サッカー戦術技能 (Tactical skill) テストが取り扱う領域は、チーム戦術技能 (Tactical skill) を除く、個人攻撃戦術技能 (Tactical skill)、グループ攻撃戦術技能 (Tactical skill)、個人守備戦術技能 (Tactical skill)、グループ守備戦術技能 (Tactical skill) の 4 領域とした。

オンザボール局面での個人攻撃戦術技能 (Tactical skill) はファーストタッチ, スクリーンアンド(&)ターン, ポストプレー, パス, クロス, ドリブル, シュート, ボディシェイプ, 観るであった。オフザボール局面での個人攻撃戦術技能 (Tactical skill) はコミュニケーション, 受ける動きであった。グループ攻撃戦術技能 (Tactical skill) は2人戦術, 3人戦術, エリア戦術, リスタートであった。オンザボール局面での個人守備戦術技能 (Tactical skill) はプレス, ディレイ, 奪うであった。オフザボール局面での個人守備戦術技能 (Tactical skill) は奪う, ポジショニング, プレスであった。グループ守備戦術技能 (Tactical skill) はマーキング, 2人戦術, エリア戦術であった。

これらの戦術技能 (Tactical skill) ごとに1つ以上の測定項目を選定した。個人攻撃戦術技能 (Tactical skill) 項目は34項目であった。グループ攻撃戦術技能 (Tactical skill) 項目は22項目であった。個人守備戦術技能 (Tactical skill) 項目は11項目であった。グループ守備戦術技能 (Tactical skill) 項目は15項目であった。

項目の局所独立性を確認し, 項目ごとの動画質問を編集した。各項目の質問動画は, タイトルに続いて試合における攻撃あるいは守備の局面映像であった。戦術的な動きを明示するために, 矢印, 丸で囲むなどのハイライトを作図した。スロー再生やストップモーションを使用した。動画質問時間は30秒程度で編集し, 全動画質問の合計時間は, 約41分(2,460秒)であった。

コンピュータ適応型テストに用いる項目特性値を分析するために, 集合調査法を用いて, 10分間の休息を挟んで, 項目プール全項目の動画質問によるサッカー戦術技能 (Tactical skill) テストを2回実施した。動画質問は大型スクリーンに映写した。

回答用紙に回答した。5件法選択肢を用いて最近のサッカーゲームにおける戦術達成度を主観評定した。主観評定のバイアスを回避するために, 予備調査に基づいて5件法選択肢の戦術達成率は「かなりできる」90%程度, 「できる」70%程度, 「ややできる」50%程度, 「あまりできない」30%程度, 「まったくできない」0%とした。評定不能の選択肢は「わからない」とした。当て推量を回避するために, 戦術認知度を「知っている, 知らない」の2件法で評定した。

動画質問によるサッカー戦術技能 (Tactical skill) テスト測定値をコンピュータ適応型テストに入力し, サッカー戦術技能 (Tactical skill) 得点を測定した。

大友(1996), 渡辺ほか(1999), 豊田(2002), Nakano et al. (2004), 青柳(2005)の
 手続きに準拠して, 2パラメータ・ロジスティック・モデル(2PLM)による項目反応理
 論分析を実施した. 項目の1次元性, 2パラメータ・ロジスティック・モデル(2PLM)
 への適合性, 困難度, 識別力, 能力値の不変性を確認し, 項目特性曲線, 項目情報関
 数, テスト特性曲線, テスト情報関数, テスト信頼性係数を算出した.

6.2.4 標本

分析に用いた標本は, 専門的にサッカーを実施している男子大学生サッカー選手
 141名であった. 表1は, FIFA(2004)の分類に準拠したポジション別標本数を示して
 いる. ポジションの選択肢は, FIFA coaching(2004)のポジション分類に準拠し, フ
 ォーマーションシステムは4-1-3-2を想定して, Goalkeeper (#1), Left and
 right-side defenders (#2+#3), Central defenders (#4+#5), Defensive midfielder
 (#6), Left and right-side and attacking midfielders (#7+#8), Forward and
 attackers (#9+#11), #10 (The strategist or Trequartista)であることを説明した.

表 6.2.1 ポジション別標本数

ポジション	N
ゴールキーパー(GK)	12
センターディフェンダー(CDF)	23
サイドディフェンダー(SDF)	21
ディフェンシブミッドフィルダー(DMF)	15
アタッキング & サイドミッドフィルダー(AMF)	38
フォワード(FW)	31
#10	1
計	141

対象者の年齢は 20.2 ± 0.99 歳, サッカー競技年数は 11.9 ± 2.16 年, 身長は 174.1 ± 6.26 cm, 体重は 66.9 ± 5.77 kg であった. すべての対象者には実験の主旨と内容につ
 いて詳細に説明し, 対象者として参加する承諾を得た. 本研究の研究課題は, 筑波
 大学人間総合科学研究科倫理委員会にて承認された (課題番号第 22-364).

6.2.5 測定方法

被験者はPCを使用して、10分間の休息を挟んで、動画質問によるサッカー戦術技能のコンピュータ適応型テスト（STS-CAT）を2回実施した。初期画面では、ポジションなどの属性を入力した（写真6.2.1）。質問画面では、回答を選択するまでは質問動画が繰り返し再生される。選択肢ボタンは、画面下方に配置されている。選択肢は、質問戦術プレーの達成度5件法に、質問戦術プレーの認知度2件法を加えた。選択肢の中から択一選択すると、次の質問画面に移動する。被験者は、最近のサッカーゲームにおける戦術プレーの達成度を5件法選択肢からの択一選択で回答した。自覚的な戦術プレーの達成度を5件法選択肢から測定した。予備調査において、選択肢の形容が示す達成率は回答者ごとに異なることと、競技水準が自己評定の程度に影響すること、これらの解決方法として選択肢の形容に対応する目安となる達成率が示されること、を確認した。これに基づいて、選択肢の形容に対応する自覚的な達成度への影響と、競技水準における自己評定への影響（ダニング＝クルーガー効果）を回避するために、選択肢ごとの達成率を設定し、調査に先立ち口頭で指示した。選択肢の戦術プレー達成率は、予備調査に基づいて設定した。「かなりできる」90%程度、「できる」70%程度、「ややできる」50%程度、「あまりできない」30%程度、「まったくできない」0%とした。評定不能の選択肢は「わからない」とした。回答の当て推量（guesswork）を回避するために、質問戦術の認知度を「知っている、知らない」の2件法で回答した。

写真 6.2.1. サッカー戦術技能の動画質問によるコンピュータ適応型テストの画面構成

写真内の選手の肖像権保護のために削除

6.2.6 統計分析

コンピュータ適応型テストの簡便性の分析のために、全体と戦術領域ごとに、回答項目数の平均値、標準偏差、中央値、最大値、最小値を算出した。

コンピュータ適応型テストの信頼性の分析のために、能力値の再テスト法による信頼性係数を算出した。

コンピュータ適応型テストの代替妥当性の分析のために、項目プール全項目から推定された能力値とテスト合計点を妥当基準とする能力値の基準関連妥当性係数を全体と戦術技能 (Tactical skill) 領域ごとに算出した。

コンピュータ適応型テストの弁別的妥当性の分析のために、1元配置分散分析とTukey法の多重比較検定を適用して、コンピュータ適応型テストの能力値の平均値をポジション間で比較した。統計的有意水準は $P < 0.05$ とした。データ分析に使用したアプリケーションソフトウェアはSPSS, ver. 23.0であった。

大友(1996), 渡辺ほか(1999), 豊田(2002), Nakano et al. (2004), 青柳(2005)の手続きに準拠して、コンピュータ適応型テストでは2パラメータ・ロジスティック・モデル(2PLM)による項目反応理論分析を適用した。2PLMの項目特性曲線(item characteristic curve: ICC)は以下の式で表される。

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

ここで、 P : 正答率, θ : 能力値, D : 尺度要素(1.7), a : 識別力, b : 困難度である。 $P(\theta)$ は能力 θ の対象者が項目に正答できる確率を示す。 D は定数1.7である。 a は項目識別力パラメータであり、モデル式をグラフ表現した時の能力値 $\theta = b$ における傾きに相当する。 a が大きいほど、 $\theta = b$ 付近の能力を持つ対象者を識別する力が強い。 b は項目困難度パラメータであり、項目の難しさを示す。項目困難度と等しい能力値 θ を持つ対象者の正答率は50%である。2PLMでは、これらのパラメータを用いたモデル式で表される項目特性曲線(ICC)を用いて、対象者の能力 θ と項目正答確率 P との関係が表される。

最尤推定法を用いて2PLMの項目困難度と項目識別力パラメータ、および能力値を推定した。最尤推定法の尤度関数は、

$$L(u|\theta) = \prod (P_j(\theta))^u (1-P_j(\theta))^{1-u}$$

である。ここで、 P : 正答率, θ : 能力値, u : 回答が正答のときに 1, 不正答のときに 0, j : 項目, である。アプリケーションソフトウェアは BILOG-MG, ver. 3.0 を使用した。

項目情報量を算出する項目情報関数は以下の式で表される。

$$I(\theta) = D^2 a^2 P Q$$

ここで、 I : 項目情報量, D : 尺度要素(1.7), P : 正答率, Q : 誤答率(1-P), θ : 能力値である。

テスト情報量を算出するテスト情報関数は項目情報関数(item information function: IIF)の和であり、以下の式で表される。

$$T(\theta) = \sum I(\theta)$$

ここで、 T : テスト情報量, I : 項目情報量, θ : 能力値である。

テストの信頼性係数は以下の式で表される。

$$\rho(\theta) = 1/(1+1/T(\theta))$$

ここで、 ρ : 信頼性係数, T : テスト情報量, θ : 能力値である。

コンピュータ適応型テストでは、戦術技能領域ごとに得点を算出することから、領域ごとのテスト信頼性係数を分析した。

コンピュータ適応型テストでは、ベイズ推定法を用いて 2PLM の能力値を推定した。事前分布には正規分布を用いた。ベイズ推定法の尤度関数は、

$$g(\theta) L(u|\theta) = g(\theta) (\prod (P_j(\theta))^u (1-P_j(\theta))^{1-u})$$

である。ここで、 $g(\theta)$ は事前分布, P は正答率, j は項目, u は回答が正解のときに 1, 不正解のときに 0 である。アプリケーションソフトウェアは BILOG-MG, ver. 3.0 を使用した。

コンピュータ適応型テストの基準関連妥当性の分析のために、項目プール全項目から推定された能力値とテスト合計点を妥当基準とする能力値の基準関連妥当性係数を全体と戦術技能 (Tactical skill) 領域ごとに算出した。

コンピュータ適応型テストの弁別的妥当性の分析のために、1元配置分散分析と Tukey 法の多重比較検定を適用して、コンピュータ適応型テストの能力値の平均値をポジション間で比較した。統計的有意水準は $P < 0.05$ とした。データ分析に使用したアプリケーションソフトウェアは SPSS, ver. 23.0 であった。

6.3 結果

6.3.1 回答項目数

表 6.3.1 は、サッカー戦術技能 (Tactical skill) 領域別のコンピュータ適応型テストの回答項目数の平均値、標準偏差、中央値、最大値、最小値を示している。サッカー戦術技能 (Tactical skill) テスト全領域の回答項目数の平均値と標準偏差は 47.7 ± 11.8 項目であり、中央値 49 項目、最大値 68 項目、最小は設定数の 27 項目であった。攻撃領域の回答項目数の平均値と標準偏差は 32.7 ± 10.7 項目であり、中央値 34 項目、最大値 47 項目、最小は設定数の 15 項目であった。守備領域の回答項目数の平均値と標準偏差は 15.0 ± 3.2 項目であり、中央値 13 項目、最大値 21 項目、最小は設定数の 12 項目であった。他の技能領域の統計量は表のとおりであった。

表 6.3.1 コンピュータ適応型テストの回答項目数

領域	項目数	Mean	SD	Med	Max	Min
全体	82	47.7	11.8	49	68	27
攻撃	56	32.7	10.7	34	47	15
守備	26	15.0	3.2	13	21	12
個人攻撃	34	17.3	6.7	18	27	7
グループ攻撃	22	13.3	4.8	15	19	7
個人守備	11	7.0	1.4	6	10	6
グループ守備	15	7.9	2.2	6	11	6

N=141

6.3.2 信頼性係数

表 6.3.2 は、サッカー戦術技能 (Tactical skill) 領域別のコンピュータ適応型テストの再テスト法による信頼性係数を示している。サッカー戦術技能 (Tactical skill) テスト全領域の能力推定値の信頼性係数は 0.91 であった。攻撃技能領域の信頼性係数は 0.90 であり、守備技能領域は 0.89 であった。個人攻撃技能領域の信頼性係数は 0.86 であり、グループ攻撃技能は 0.84、個人守備技能は 0.87、グループ守備技能は 0.84 であった。

表6.3.2 コンピュータ適応型テストの再テスト法の信頼性係数

領域	ピアソン 積率相関	級内相関
全体	0.91	0.89
攻撃	0.90	0.88
守備	0.89	0.89
個人攻撃	0.86	0.85
グループ攻撃	0.84	0.84
個人守備	0.87	0.87
グループ守備	0.84	0.84

N=141

6.3.3 妥当性係数

図6.3.2はコンピュータ適応型テストの代替妥当性係数と相関図を示している。妥当性係数は0.97であった。

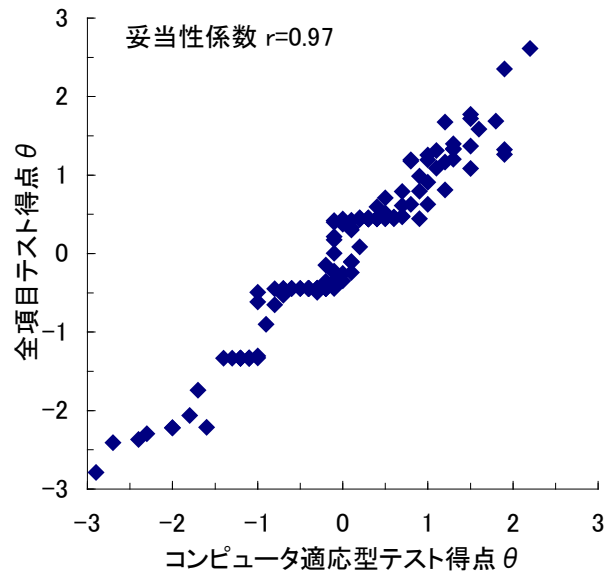


図 6.3.2 コンピュータテストの基準関連妥当性

表6.3.3は、テスト得点を妥当基準とするサッカー戦術技能 (Tactical skill) 領域別のコンピュータ適応型テストの基準関連妥当性係数を示している。サッカー戦術技能 (Tactical skill) 全領域の能力推定値の妥当性係数は0.96であった。攻撃技能領域の妥当性係数は0.96であり、守備技能領域は0.97であった。個人攻撃技能領域の妥当性係数は0.96であり、グループ攻撃技能は0.96、個人守備技能は0.97、グループ守備技能は0.96であった。

表 6.3.3 コンピュータ適応型テストの基準関連妥当性係数

領域	妥当性
全体	0.96
攻撃	0.96
守備	0.97
個人攻撃	0.96
グループ攻撃	0.96
個人守備	0.97
グループ守備	0.96

N=141

6.3.4 能力値のポジション比較

能力値のポジション別分散分析

表 6.3.4 は、動画質問によるコンピュータ適応型テストによって測定されたサッカー戦術技能 (Tactical skill) 得点のポジション別 1 元配置分散分析結果を示している。全項目およびサッカー戦術技能 (Tactical skill) 領域において GK, CDF, SDF, DMF, AMF, FW の 6 ポジションの平均値には有意差が認められた ($P < 0.05$)。

表 6.3.4 コンピュータ適応型テストによるサッカー戦術技能のポジション別一元配置分散分析

領域	項目	平方和	自由度	平均平方	F 値	P
全体全項目	グループ間	39.39	5	7.88	10.59	0.00
	グループ内	100.40	135	0.74		
	合計	139.78	140			
全体	グループ間	39.46	5	7.89	11.97	0.00
	グループ内	89.00	135	0.66		
	合計	128.46	140			
攻撃	グループ間	42.85	5	8.57	11.99	0.00
	グループ内	96.48	135	0.71		
	合計	139.33	140			
守備	グループ間	51.82	5	10.36	13.79	0.00
	グループ内	101.48	135	0.75		
	合計	153.30	140			
個人攻撃	グループ間	38.75	5	7.75	12.53	0.00
	グループ内	83.51	135	0.62		
	合計	122.25	140			
グループ攻撃	グループ間	30.98	5	6.20	11.29	0.00
	グループ内	74.08	135	0.55		
	合計	105.06	140			
個人守備	グループ間	28.77	5	5.75	10.54	0.00
	グループ内	73.68	135	0.55		
	合計	102.44	140			
グループ守備	グループ間	42.48	5	8.50	12.49	0.00
	グループ内	91.86	135	0.68		
	合計	134.34	140			

能力値のポジション別多重比較検定

図 6.3.3 は、全項目と領域別の動画質問によるコンピュータ適応型テストによって測定されたサッカー戦術技能 (Tactical skill) 得点のポジション比較と多重比較検定結果を示している。ポジションはゴールキーパー (GK)、センターディフェンダー (CDF)、サイドディフェンダー (SDF)、ディフェンシブミッドフィルダー (DMF)、アタッキング&サイドミッドフィルダー (AMF)、フォワード (FW)、#10 であった。#10 は 1 名であったので得点を示した。

全項目から推定された能力値であるサッカー戦術技能 (Tactical skill) 得点の平均値は、GK と他のポジションとの間に有意差が認められた ($p < 0.05$)。コンピュータ適応型テストから推定されたサッカー戦術技能 (Tactical skill) 得点、攻撃戦術技能 (Tactical skill) 得点、グループ攻撃戦術技能 (Tactical skill) 得点の平均値も同様に、GK と他のポジションとの間に有意差が認められた ($p < 0.05$)。個人攻撃戦術技能 (Tactical skill) 得点の平均値は、GK と他のポジションとの間に加えて AMF と CDF, SDF との間に有意差が認められた ($p < 0.05$)。守備戦術技能 (Tactical skill) 得点、個人およびグループ守備戦術技能 (Tactical skill) 得点の平均値は、GK と他のポジションとの間に加えて FW と CDF, SDF, DMF との間に有意差が認められた ($p < 0.05$)。

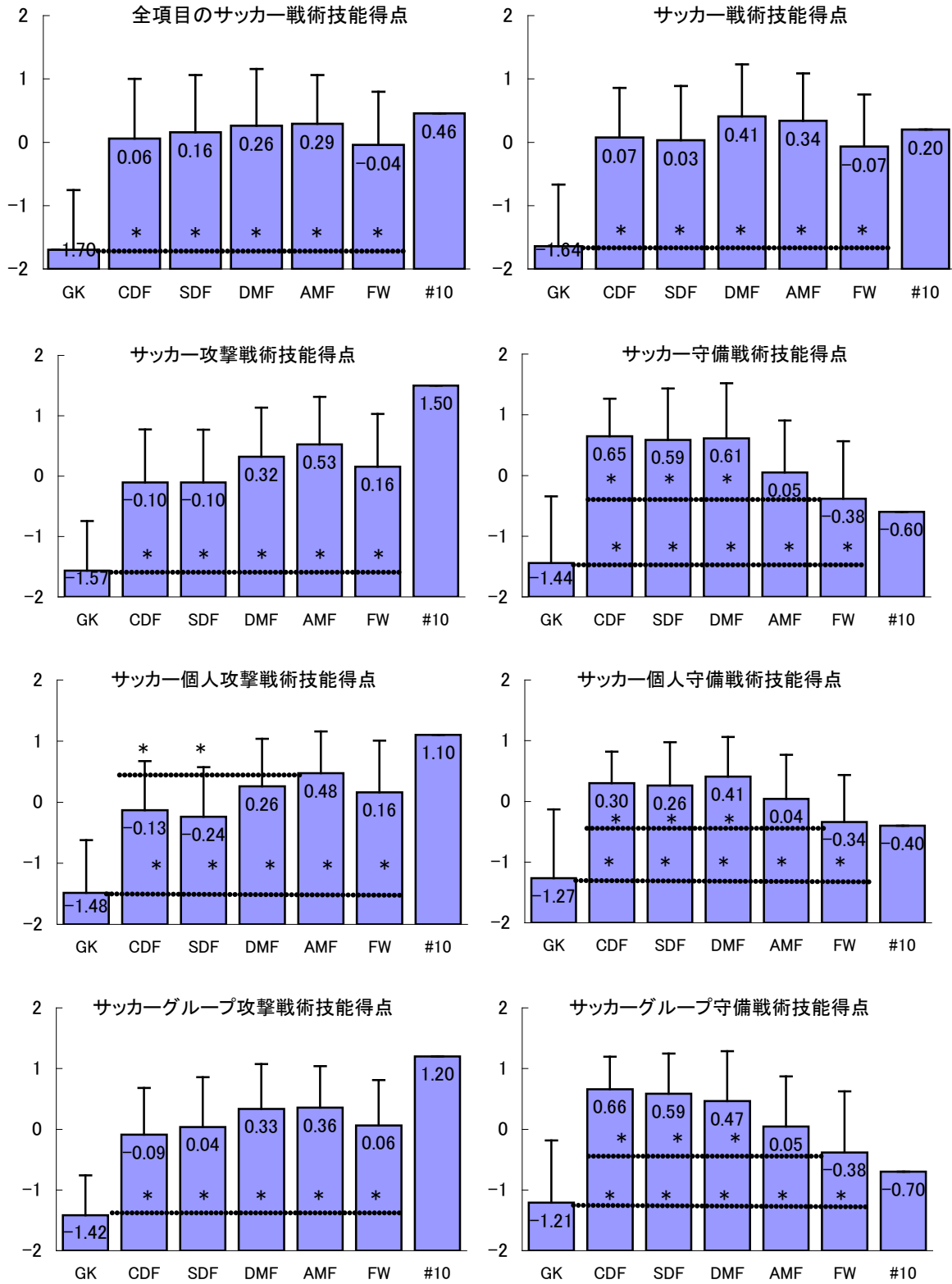


図 6.3.3 コンピュータ適応型テストによるサッカー戦術技能のポジション別比較(*:P<0.05)

6.4 考察

本研究では、精度が高く短時間で簡便に測定できるサッカーに専門的な戦術技能の達成度評価テストを構成するために、項目反応理論分析とコンピュータ適応型テスト技術を適用して、動画質問によるサッカー戦術技能のコンピュータ適応型テスト(STS-CAT)を構成し、テスト特性を分析することを目的とした。そのために、コンピュータ適応型テストの簡便性、信頼性、妥当性を分析した。

第5章の研究課題2において、達成度評価テストの項目特性が分析された82項目を動画質問によるコンピュータ適応型テストの項目プールに用いた。

6.4.1 テストの信頼性

サッカー戦術技能(Tactical skill)の動画質問によるコンピュータ適応型テストから推定された能力値の再テスト法による信頼性係数を算出した結果(表6.3.2)、サッカー戦術技能(Tactical skill)全領域の能力値の信頼性係数は0.91であった。攻撃技能領域の信頼性係数は0.90であり、守備技能領域は0.89であった。個人攻撃技能領域の信頼性係数は0.86であり、グループ攻撃技能は0.84、個人守備技能は0.87、グループ守備技能は0.84であった。

これらの結果から、サッカー戦術技能(Tactical skill)の動画質問によるコンピュータ適応型テストは、高い信頼性があることを示している。

Kramer (2016)が開発した子供の自閉症の度合いを評価するコンピュータ適応型テストの信頼性係数(ICC)は、日常活動(Daily Activities)が0.92、社会認識価値(Social/Cognitive value)が0.86、責任性(Responsibility)が0.90であった。同様に、Dumas (2012)が用いた障がいの程度を測定するコンピュータ適応型テスト、およびAnatchkova (2013)が用いた日常の役和知機能のコンピュータ適応型テスト(a role functioning computer adaptive test (RF-CAT))においても、コンピュータ適応型テストの信頼性は高かった。

これらの先行研究と比較すると、動画質問によるコンピュータ適応型テスト方式のサッカー戦術技能(Tactical skill)の達成度評価テストは、高い信頼性があることが推察された。

6.4.2 テストの妥当性

全項目から推定された能力値を妥当基準とするサッカー戦術技能 (Tactical skill) の動画質問によるコンピュータ適応型テストの代替妥当性を分析した結果 (図 6.3.1), 妥当性係数は 0.97 であった.

測定されたテスト得点を妥当基準とするサッカー戦術技能 (Tactical skill) 領域別の動画質問によるコンピュータ適応型テストの代替妥当性を分析した結果 (表 6.3.3), サッカー戦術技能 (Tactical skill) 全領域の妥当性係数は 0.96 であった. また, 攻撃技能領域の妥当性係数は 0.96 であり, 守備技能領域は 0.97, 個人攻撃技能領域の妥当性係数は 0.96, グループ攻撃技能は 0.96, 個人守備技能は 0.97, グループ守備技能は 0.96 であった.

コンピュータ適応型テスト方式では回答者の能力水準に適合した項目を逐次提示することにより, 回答者毎に回答項目が異なることが特徴である. このために, 項目プール全項目から推定されたサッカー戦術技能 (Tactical skill) 得点およびテスト得点を妥当基準とする基準関連妥当性を確認することが重要である.

以上のように, 全項目プールから推定されたサッカー戦術技能 (Tactical skill) 得点を妥当基準とするサッカー戦術技能 (Tactical skill) の動画質問によるコンピュータ適応型テストの代替妥当性係数は 0.97 であった. 測定されたテスト得点を妥当基準とする代替妥当性係数は 0.96 であり, 戦術技能 (Tactical skill) 領域ごとの代替妥当性係数は同等であった.

これらの結果は, コンピュータ適応型テスト方式のサッカー戦術技能 (Tactical skill) の達成度評価テストは, 項目プール全項目から推定されたサッカー戦術技能 (Tactical skill) 得点およびテスト得点に対する高い代替妥当性があることを示している.

コンピュータ適応型テスト方式によるサッカー戦術技能 (Tactical skill) の達成度評価テストでは, 回答者の能力水準に適合した項目を逐次提示するため, 回答者ごとに回答項目や回答項目数が異なるが, 精度が高く短時間で測定できることが確認された.

6.4.3 テストの評価妥当性

動画質問によるコンピュータ適応型テストによって推定された能力値であるサッカー戦術技能(Tactical skill)得点のポジション差を分析した(表 6.3.4, 図 6.3.3). ポジションはゴールキーパー(GK), センターディフェンダー(CDF), サイドディフェンダー(SDF), ディフェンシブミッドフィルダー(DMF), アタッキング&サイドミッドフィルダー(AMF), フォワード(FW), #10であった. #10は1名であったので得点を示した.

全項目およびサッカー戦術技能(Tactical skill)領域においてGK, CDF, SDF, DMF, AMF, FWの6ポジションの平均値には有意差が認められた($P < 0.05$)

全項目から推定された能力値であるサッカー戦術技能(Tactical skill)得点の平均値は, GKと他のポジションとの間に有意差が認められた($p < 0.05$). 動画質問によるコンピュータ適応型テストから推定されたサッカー戦術技能(Tactical skill)得点, 攻撃戦術技能(Tactical skill)得点, グループ攻撃戦術技能(Tactical skill)得点の平均値も同様に, GKと他のポジションとの間に有意差が認められた($p < 0.05$). この結果は, GKは専門性が非常に高いため, フィールドプレイヤーの攻撃および守備戦術技能(Tactical skill)ではGKの戦術技能(Tactical skill)を測定できないことを示していると考えられる.

個人攻撃戦術技能(Tactical skill)得点の平均値は, GKと他のポジションとの間に加えてAMFとCDF, SDFとの間に有意差が認められた($p < 0.05$)ことから, 個人攻撃戦術技能(Tactical skill)は守備ポジション選手より攻撃ポジション選手の方が高いことが明らかとなった.

また, FW選手の個人およびグループ攻撃戦術技能(Tactical skill)得点は, MF選手よりも低い得点であった. この結果は, FW選手は常に守備プレッシャーの強い局面でプレーしており, FWの仕事は1試合で何度失敗を繰り返しても1回成功して得点すれば良いという高い専門性があるためであると推察される.

守備戦術技能(Tactical skill)得点, 個人およびグループ守備戦術技能(Tactical skill)得点の平均値は, GKと他のポジションとの間に加えてFWとCDF, SDF, DMFとの間に有意差が認められた($p < 0.05$)ことから, 個人守備戦術技能(Tactical skill)は攻撃ポジション選手より守備ポジション選手の方が高いことが明らかとなった.

個人守備戦術技能 (Tactical skill) 得点は DMF が最も高く、次いで CDF, SDF であり、グループ守備戦術技能 (Tactical skill) 得点は CDF が最も高く、次いで SDF, DMF の順であったことから、DMF は個人守備戦術技能 (Tactical skill) が高いが、グループ守備戦術技能 (Tactical skill) が低いことが明らかとなった。DMF は中盤での 1 対 1 局面での守備技能が高いことが特徴である。この特徴が測定されたと考えられる。

現代サッカーではポリバレントな選手を求められており、DMF 選手が CDF のポジションもこなすことを要求されることが増えてきている。そのため、DMF はグループ守備戦術技能 (Tactical skill) を向上させることが必要であることが示唆される。

#10 は標本 1 人であったが、戦術技能 (Tactical skill) 得点は非常に興味深い結果であった。個人およびグループ攻撃戦術技能 (Tactical skill) が他のポジションと比べ非常に高い得点となった。逆に、個人およびグループ守備戦術技能 (Tactical skill) は、GK を除く他のポジションの中で最も低い得点となった。

日本サッカー協会指導指針(2000)では、「クリエイティブな選手の育成」を最も大きなテーマとしている。一瞬の判断が要求される現代のサッカーでは、個人のクリエイティブなプレーが要求される。世界の強豪国では、このクリエイティブな選手の育成の重要性を理解し、長期的な視野で育成に取り組んでいる(小野, 2000)。その結果、ロビーニョ、メッシ、C.ロナウドなどの若いクリエイティブな選手が育成されてきている。

本研究では、「#10 は背番号ではなく、一瞬のプレーで試合を決めるプレーができるクリエイティブなプレーヤーである(FIFA, 2004)」ことを測定時に対象者に対して説明した。主観評定の結果、#10 の標本は 1 人であった。攻撃戦術技能 (Tactical skill) 得点は他の標本よりも顕著に高かったことから、#10 の育成は非常に重要であると考えられる。一方、#10 の守備戦術技能 (Tactical skill) 得点は低かった。現代サッカーでは攻撃選手は守備技能を求められているため、#10 選手は守備戦術技能 (Tactical skill) を向上させる必要があることが示唆される。

これらの結果から、サッカー戦術技能 (Tactical skill) の動画質問によるコンピュータ適応型テストは、項目プール全項目から推定された能力値および測定されたテスト得点を妥当基準とする代替妥当性があることが確認された。

サッカー戦術技能 (Tactical skill) の動画質問によるコンピュータ適応型テストでは、回答者の能力水準に適合した項目を逐次提示するために、回答者ごとに回答項目や回答項目数が異なるが、精度が高く短時間で測定できる動画質問によるコンピュータ適応型テストによるサッカー戦術技能 (Tactical skill) の達成度評価テストの妥当性が確認された。

6.4.4 テストの簡便性

サッカー戦術技能 (Tactical skill) 領域別の動画質問によるコンピュータ適応型テストの回答項目数を分析した (表 6.3.1). サッカー戦術技能 (Tactical skill) テスト全領域の回答項目数の平均値と標準偏差は 47.7 ± 11.8 項目であり, 中央値 49 項目, 最大値 68 項目, 最小は設定数の 27 項目であった. 動画質問によるコンピュータ適応型テストでは, サッカー戦術技能 (Tactical skill) 全 82 項目の約半分の回答数で測定できることが確認された. また, 最も少なく回答した場合が 27 項目であり, 全 82 項目の 3 分の 1 程度の回答数で測定できることが確認された.

攻撃領域の回答項目数の平均値と標準偏差は 32.7 ± 10.7 項目であり, 中央値 34 項目, 最大値 47 項目, 最小は設定数の 15 項目であった. 守備領域の回答項目数の平均値と標準偏差は 15.0 ± 3.2 項目であり, 中央値 13 項目, 最大値 21 項目, 最小は設定数の 12 項目であった.

サッカーゲームにおける戦術パフォーマンスの上達と戦術技能 (Tactical skill) の発達はコーチや監督が視認的に評価しているのが現状である. また, 中学校および高校の体育の球技領域やサッカー単元では, 「作戦を生かした攻防を展開してゲームができるようにすること」がねらいであり, 従来の相対評価ではなく, サッカー単元で上達した戦術技能 (Tactical skill) を達成度 (絶対) 評価することが要求されている.

本研究の結果から, 戦術プレーの動画質問を用いたコンピュータ適応型テストは, 簡便に使用できるサッカー戦術技能 (Tactical skill) テストであることが確認された. トレーニング期分けごとのサッカー戦術技能 (Tactical skill) の発達を確認するために, 選手個人, 監督, コーチが使用することが予想される. また, サッカー単元の成果を確認するために, 体育教員が使用することが予想される.

6.5 結論

本研究では、精度が高く短時間で簡便に測定できるサッカーに専門的な戦術技能の達成度評価テストを構成するために、項目反応理論分析とコンピュータ適応型テスト技術を適用して、動画質問によるサッカー戦術技能のコンピュータ適応型テスト（STS-CAT）を構成し、テスト特性を分析することを目的とした。そのために、コンピュータ適応型テストの簡便性、信頼性、妥当性を分析し、以下のような結論を得た。

- 1) 動画質問によるサッカー戦術技能（tactical skill）のコンピュータ適応型テストは、信頼性と妥当性がある。
- 2) 動画質問によるサッカー戦術技能（tactical skill）のコンピュータ適応型テストは、短時間で測定することができるテストの簡便性がある。

第7章 総括

7.1 結論

本研究の目的は、測定が困難であるとされていたサッカーに専門的な戦術技能 (tactical skill) を達成度評価するためのコンピュータ適応型テストを開発することであった。そのために、専門家による定性的分析法を適用して、サッカー戦術技能の構造、測定項目、動画質問を分析し、項目の信頼性と妥当性を分析した (研究課題 1)。次に、項目反応理論 (item response theory: IRT) 分析を適用して、サッカー戦術技能の達成度評価テストの項目特性とテスト特性を分析した (研究課題 2)。続いて、動画質問によるコンピュータ適応型テストアルゴリズムを作製して、テストの信頼性、妥当性、簡便性を分析し (研究課題 3)、以下のような結論を得た。

- 1) 動画質問によるサッカー戦術技能 (tactical skill) テストを構成する 82 項目は、信頼性があり、攻撃と守備における個人戦術技能、グループ戦術技能の構成概念妥当性がある。
- 2) サッカー戦術技能 (tactical skill) の動画質問による達成度評価テスト項目は、局所独立性、1次元性、2パラメータ・ロジスティック・モデルへの適合性、推定された困難度、識別力、能力値の不変性があり、テストの信頼性、妥当性、適合性がある。
- 3) サッカー戦術技能 (tactical skill) の動画質問によるコンピュータ適応型テストは、信頼性、妥当性、簡便性がある。

7.2 今後の課題

サッカー戦術技能 (tactical skill) を達成度評価するための動画質問によるコンピュータ適応型テストを開発するために残された研究課題は、以下のとおりである。

- 1) 発展するサッカーの新しい戦術に対応して、サッカー戦術技能 (tactical skill) を測定する項目群である項目プール (アイテムバンク) への項目の追加と、項目の等価性の分析
- 2) コンピュータ適応型テストシステム技術の開発
質問動画と項目特性値をシステムに入力することにより、新しいコンピュータ適応型テストが作製される。
- 3) 選手のレベルに合わせて、コンピュータ適応型テストのレベル (難易度) を変更すること。項目の困難度を拡大する。

文献

- 曾田宏 (2011) 球技の個人戦術における実践知の構造に関する研究—ハンドボールの事例を中心にして— (博士学位論文), pp. 6-7.
- 阿江通良, 石島繁, 横山直也, 浅井武, 高橋伍郎, 宮丸凱史 (1983) VTRによる動作分析システムの開発. 筑波大学体育センター, 大学体育研究 5: 87-94.
- Almond, L. (1986) Reflecting on themes: A games classification. In: Thorpe, R. and Almond, L. (Eds.), rethinking games teaching. Loughborough University: Loughborough, pp. 71-72.
- Anatchkova, M. (2013) Evaluation of a role functioning computer adaptive test (RF-CAT). Qual Life Res 22: 1085-1092.
- 青柳領 (2005) 項目応答理論による運動能力の測定. 権歌書房: 福岡, pp. 1-120.
- 浅見俊雄 (1970) サッカーの技術構造とスキルテスト. 体育教育 18: 40-43.
- Barthel, D. (2016) Implementation of the Kids-CAT in clinical settings: a newly developed computer-adaptive test to facilitate the assessment of patient-reported outcomes of children and adolescents in clinical practice in Germany. Springer International Publishing Switzerland. Qual Life Res 25:585-594.
- Benesh, J. and Benesh, R. (1956) Reading dance - the birth of choreology. Souvenir: London.
- 張一平 (2007) 確信度テスト法と項目反応理論, 東京大学出版会, 東京.
- Church, S. and Hughes, M. (1987) Patterns of play in association football: a computerized analysis. Communication to First World Congress of Science and Football, Liverpool, pp. 13-17 April.
- Cordes, O. (2013) Strategieentwicklung im Fußball. Dissertationsschrift zur Erlangung des Doktorgrades der Fakultät für Sport- und Gesundheitswissenschaft an der Technischen Universität München 2013, pp. 10-11.
- Costa, I. T., Garganta, J., Greco, P. J., and Mesquita, I. (2009) Tactical Principles of Soccer: Concepts and Application. Revista Motriz, 15(3): 657-668.
- Cohen, J., and Dearnaley, E. J. (1962) Skill and judgement of footballers in attempting to score goals - a study of psychological probability -. Brit. J. Psychol. 53 (1): 71-88.
- 出村慎一, 中比呂志 (1990) バレーボールゲームにおける評価尺度の作成と集団技能の構造. 体育学研究 34: 329-344.
- Downey, J. C. (1973) The singles game. EP Publications: London.
- 土井秀和 (1996) ボール運動のゲーム学習の進め方. 金子明友ほか編 教師のための運動学. 大修館書店: 東京, pp. 229-238.
- Dumas, H. M. (2012) Computer adaptive test performance in children with and without disabilities: prospective field study of the PEDI-CAT. Disability & Rehabilitation: 34(5): 393-401.

-
- Eaves, S. and Hughes, M. (2003) Patterns of play of elite rugby league teams before and after the seasonal change. Book of abstracts, world congress on science and football 5. Gymnos: Madrid, Spain, pp.52-53.
- Elferink-Gemser, M. T. et al. (2004) Development of the tactical skills inventory for sports. *Perceptual and Motor Skills*, 2004, 99: 883-895.
- Erdmann, W. S. (1991) Quantification of games: preliminary kinematic investigations in soccer, *Science and Football II* (eds. T. Reilly, J. Clarys and A. Stibbe), E & FNSPON, London, pp.174-179.
- Ehlenz, H., Grosser, M. and Zimmermann E. (1985) *Krafttraining. Grundlagen, Methoden, Übungen, Trainingsprogramme*. BLV Verlag, München, p12.
- FIFA (2004) *FIFA coaching*. pp.1-33.
- Franks, I. M. and Goodman, D. (1986) A systematic approach to analyzing sports performance. *Journal of Sports Sciences* 4: 49-59.
- Franks, I. M., Johnson, R. B. and Sinclair, G. D. (1988) The development of a computerized coaching analysis system for recording behavior in sporting environments. *Journal of Teaching in Physical Education* 8: 22-32.
- Franks, I. M. and Nagelkerke, P. (1988) The use of computer interactive video technology in sport analysis. *Ergonomics* 31: 1593-1603.
- Franks, I. M. and Paterson, G. (1986) The real time analysis of sport: An overview. *Canadian Journal of Applied Sport Science* 11: 55-57.
- Franks, I. M., Wilson, G. E. and Goodman, D. (1987) Analyzing a team sport with the aid of computers. *Canadian Journal of Sport Science* 12: 120-125.
- Gamper, E. (2016) Development of an item bank for the EORTC Role Functioning Computer Adaptive Test (EORTC RF-CAT). *Health and Quality of Life Outcomes* 14: 72.
- García-López, L. M. et al. (2013) Development and validation of the game performance evaluation tool (GPET) in soccer. *Revista Euroamericana de Ciencias del Deporte* 2(1): 89-99.
- Grehaigne, J. F., Bouthier, D. and David, B. (1997) Dynamic-system analysis of opponent relationships in collective actions in soccer. *Journal of Sports Sciences* 15: 137-149.
- Grehaigne, J. F., Godbout, P. and Bouthier, D. (1999). The foundations of tactics and strategy in team sports. *Journal of Teaching Physical in Education*. 18, 159-174.
- Griffin, L., Mitchell, S. and Oslin, J. (1997) *Teaching sport concepts and skills: A tactical games approach*. Human Kinetics: Champaign.
- グリフィン, ミチエル, オスリン: 高橋健夫ほか訳 (1999) *ボール運動の指導プログラム: 楽しい戦術学習の進め方*. 大修館書店: 東京, p. iv.
- González-Víllora, S. et al. (2015) Decision making and skill development in youth football players. *Int J Med Sci Phys Act Sport* 15(59): 467-487.
- 細谷克也 (1982) *QC 七つ道具*. 日科技連: 東京, pp.18-36.

-
- Hughes, M. (1988) Computerized notation analysis in field games. *Ergonomics* 3: 1585-1592.
- Hughes, M. (1993) Notation analysis in football, *Science and Football II* (eds. T. Reilly, J. Clarys and A. Stibbe), 151-159, E & FN SPON, London.
- Hughes, M., Robrtson, K. and Nicholson, A. (1988) Comparison of patterns of play of successful and unsuccessful teams in the 1986 World Cup for soccer. In: Reilly, T. et al. (Eds.) *Science and football*. E & FN SPON: London, pp. 363-367.
- Hughes, M. (1996) Notational analysis. In: Reilly, T. (Ed) *Science and Soccer*. E&FN SPON: London, pp. 343-361.
- ヒューズ (1999) サッカー勝利への技術・戦術. 辻浅夫, 京極昌三, (訳), 大修館書店: 東京, pp. 1-190.
- Hughes, M. (2003) Notational analysis. In: Reilly, T., and Williams, M. (Eds.), *science and soccer* (2nd ed.) Routledge: London, pp. 245-264.
- Hughes, M. and Franks, I. (1997) *Notational analysis of sport*. E&FN SPON: London.
- Hughes, M. and Jones, R. (2003) Patterns of play of successful and unsuccessful teams in men's 7-a-side rugby union. *Book of abstracts, world congress on science and football 5*. Gymnos: Madrid, Spain, pp. 81-82.
- 石井喜八 (1989) ボールゲームの分析法～フォーメーションの3次元即時記録～. *スポーツジャーナル* 11: 16-18.
- 石井喜八, 安藤幸司, 大橋二郎, 清水宣雄, 戸苺晴彦, 成田明彦, 星野秀樹, 磯川正教, 伊藤静夫 (1989) No. 8 ボールゲームのゲーム分析法に関する研究第2報. 昭和63年度日本体育協会スポーツ科学研究報告: 1-30.
- 石井喜八, 西山哲成 (1990) ボールゲームの分析法. *Japanese Journal of Sports Sciences* 9: 266-271.
- 石井喜八, 戸苺晴彦, 成田明彦, 安藤幸司, 大橋二郎, 上野裕一, 磯川正教, 伊藤静夫 (1988) No. 10 ボールゲームのゲーム分析法に関する研究第1報. 昭和62年度日本体育協会スポーツ科学研究報告: 1-23.
- 磯川正教, 菊池武道 (1978) ヤングフットボーラーの技術分析-スキルテストを中心として-. 昭和52年度ヤングフットボーラーに関する調査報告書: pp. 83-92.
- 磯川正教 (1983) うまさを評価する-スキルテストを中心として-. *JJSports Sci.* 2(10): 774-783.
- 磯川正教, 戸苺晴彦, 大橋二郎, 米田浩 (1983) ボールコントロール能力を見るテストの作成. 昭和57年度日本体育協会スポーツ医・科学研究報告 No. II 競技種目別競技力向上に関する研究: pp. 357-361.
- 岩村英吉 (1981) スキル. *スポーツの科学的研究レビューシリーズ1・サッカー*. 浅見俊雄編著. 新体育社: 東京, pp. 287-298.
- Japan Football Association Teaching Committee (2002) *Soccer teaching textbook*. Japan Football Association, Tokyo, pp. 1-88.
- Jan, K. (2010) *スポーツの戦術入門*, ヤーン・ケルン, 大修館書店, pp. 14-22.
- Jan, K. (2010) *Taktik im sport*. Taishukan publishing Co. Ltd., Tokyo, Japan, 2010, pp. 14-22.

-
- Judith, L. et al. (1998) The Game Performance Assessment Instrument (GPAI) Development and Preliminary Validation. *Journal of Teaching in Physical Education*, 1998, 17, 231-243.
- 管輝, 塩川満久, 沖原謙, 出口達也, 須佐徹太郎 (2000) サンフレッチェ vs. 横浜マリノス戦のゲーム分析における基礎的データに関する研究. *サッカー医・科学研究* 20: 19-24.
- Kannekens, R. et al. (2009a) Tactical skills of world-class youth soccer teams. *Journal of Sports Sciences*, June 2009; 27(8): 807-812.
- Kannekens, R. et al. (2009b) Self-assessed tactical skills in elite youth soccer player: A Longitudinal Study. *Journal of Sports Sciences*, June 2009: 27(8): 807-812.
- 加藤久 (1999) サッカーの戦術とコンピュータ分析の現状と課題. *オペレーションズ・リサーチ* 3: 125-131.
- 河合一武, 磯川正教, 鈴木滋, 大橋二郎, 松原裕, 大幡日出男, 福井真司 (1993) サッカーのゲーム分析システムの実用化 -NAS5-. 平成5年度日本オリンピック委員会スポーツ医・科学研究報告 No. 2 競技種目別競技力向上に関する研究, 第17報: 183-190.
- 小泉昇一, 前田正登 (2003) 少年サッカー選手の状況判断能力の評価に関する研究. *スポーツ方法学研究* 16: 137-145.
- 小泉昇一, 前田正登 (2004) サッカー選手の状況判断能力の評価に関する研究. *体育・スポーツ科学* 13: 21-30.
- Kramer, J. (2016) Validity, reliability, and usability of the pediatric evaluation of disability inventory-computer adaptive test for autism spectrum disorders. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 58: 255-261.
- Kuhn, W. (1978) Zur Leistungserfassung im Sportspiel—Entwicklung einer Fußballspezifischen Testbatterie—. Verlag Karl Hofmann: Schorndorf, S.11-12.
- Laban, R. (1975) Laban's principles of dance and music notation. MacDonald and Evans: London, pp.1-61.
- Larson, L. A. and Yocom, R. G. (1951) Measurement and evaluation in physical health and recreation. The C. V. Mosby: St. Louis, pp.204-208.
- Luhtanen, P. H., Korhonen, V. and Ilkka, A. (1997) A new notational analysis system with special reference to the comparison of Brazil and its opponents in the world cup 1994. In: Reilly, T. et al. (Eds.) *Science and Football* 3. E & FN SPON: London, pp.229-232.
- Martens, R. (2012). *Successful Coaching*. Champaign, IL: Human Kinetics, pp.180-181.
- McGrory, T. and Franks, I.M. (2003) The science of match analysis. In: Reilly, T. and Williams, M. (Eds.) *Science and soccer* (2nd ed.). Routledge: London, pp.265-275.
- 松浦義行 (1983) 体力測定法. 朝倉書店, 東京, pp.151-158.
- 松浦義行 (1993) 数理体力学. 朝倉書店: 東京, pp.1-9.

-
- Mayhew, S. R. and Wenger, H. A. (1985) Time-motion analysis of professional soccer. *Journal of Human Movement Studies* 11: 49-52.
- Memmert D., Lemmink A.P. Koen, M., Jaime, S. (2016) *Sports Medicine*, ISSN 0112-1642, *Sports Med*, DOI 10.1007/s40279-016-0562-5
- Mitchell, S.A. and Oslin, J.L. (1999) *Assessment in games teaching*. NASPE Publications: Reston, pp.1-21.
- 森 和夫(2014) 技術・技能論-技術・技能の変化と教育訓練-, 大妻女子大学人間生活文化研究所：pp.5-9.
- 都沢凡夫, 大沢清二, 朽堀申二, 福原祐三 (1983) バレーボールプレーヤーの攻撃力の評価方法に関する研究. *筑波大学体育科学系紀要* 6 : 93-99.
- 水上潔, 石井秀治 (2001) CG を活用したゲーム分析支援システムによる分析. 第 21 回サッカー医・科学研究会口頭発表資料.
- 森岡理右, 遠藤卓郎, 坂井学, 畑孝幸, 力野由美 (1982) コーチングにおける情報の種類と利用についての一考察. *日本体育学会第 33 回大会号* : 676.
- 中村彰久 (2000) バスケットボールにおける攻撃力指標の提案. *トレーニング科学* 11: 113-118.
- Nakano, T., Nishijima, T., Ohtsuka, K. (2004) Feasibility of ADL test construction based on IRT. *International J of Sport and Health Sci.*, Vol. 2: 145-155.
- 難波邦雄, 清剛裕 (1988) 発達段階別に見たサッカーの基礎的技術の比較検討. *サッカー医・科学研究*, 8: 125-148.
- 日本サッカーコーチーズアソシエーション (JFCA, 1998) ラインハルト・クランテ 98 年 W 杯観戦サッカー指導者研修, pp. 4-7.
- 日本サッカー協会技術委員会 (1998) FIFA ワールドカップフランス 98 テクニカルレポート. 財団法人日本サッカー協会：東京, pp. 1-80.
- 日本サッカー協会技術委員会 (2000) JFA news 増刊号 強化指導指針 2000 年版ポスト 2002. 日本サッカー協会：東京, pp. 1-88 .
- 日本サッカー協会指導委員会 (2000) サッカー指導教本. 日本サッカー協会：東京, pp. 1-88.
- 日本サッカー協会技術委員会 (2002) 2002 FIFA World Cup Korea/Japan™ JFA テクニカルレポート. 日本サッカー協会：東京, pp. 31-51.
- 日本サッカー協会技術委員会 (2003a) FIFA コンフェデレーションズカップ フランス 2003, JFA テクニカルレポート. 日本サッカー協会：東京, pp. 1-36.
- 日本サッカー協会技術委員会 (2003b) FIFA U-17 世界選手権 フィンランド 2003, JFA テクニカルレポート. 日本サッカー協会：東京, pp. 1-40.
- 日本サッカー協会技術委員会 (2003c) FIFA ワールドユース選手権 UAE2003, JFA テクニカルレポート. 日本サッカー協会：東京, pp. 1-52.
- 日本サッカー協会技術委員会 (2004) AFC アジアカップ-中国 2004, JFA テクニカルレポート. 日本サッカー協会：東京, pp. 1-32.
- 西嶋尚彦 (1990) バレーボール技能の構造. *Japanese Journal of Sports Sciences* 9: 280-286.

-
- Nishijima, T., Ohsawa, S. and Matsuura, Y. (1987) The relationships between the game performance and the group skill in volleyball. *International Journal of Physical Education* 24: 20-26.
- 大橋二郎(1979)サッカーにおける選手の移動解析の試み. *桜門体育学研究* 13: 34-38.
- 大橋二郎, 磯川正教, 戸苅晴彦(1989)サッカーのリアルタイムパス分析システムの実用化. 昭和63年度日本体育協会スポーツ科学研究報告 No. 10 ボールゲームの分析法に関する研究第2報: 4-9.
- 大橋二郎, 長浜尚史, 宮城修 (1998) サッカーのゲーム中における「動き」の分析によるパフォーマンスの評価. 平成9年度日本オリンピック委員会スポーツ医・科学研究報告 No. 2 競技種目別競技力向上に関する研究-第21報-: 283-287.
- 大野義典, 三浦純, 白井良明 (1999) サッカーゲームにおける選手とボールの追跡. *情報処理学会研究報告 CVIM 114-7*: 49-56.
- 太田哲男, 浅見俊雄, 小宮喜久, 戸苅晴彦, 菊池武道, 森忠保 (1969) サッカーのゲーム分析. *サッカー* 92: 31-43.
- 大友賢二 (1996) 項目応答理論入門. 大修館書店: 東京, pp. 1-313.
- 沖原謙, 菅輝, 塩川満久, 松本光弘, 崔吉洵, 野地照樹 (2000) サンフレッチェ vs. 横浜マリノス戦のゲーム分析に関する研究. *サッカー医・科学研究* 20: 4-7.
- 小野剛 (2000) クリエイティブ サッカー・コーチング. 大修館書店: 東京, pp. 1-188.
- Oslin, J., Mitchell, S. and Griffin, L. (1998) The game performance assessment instrument (GPAI): development and preliminary validation. *Journal of Teaching in Physical Education* 17: 231-243.
- Pollard, R. (2002) Charles Reep (1904-2002): pioneer of notational and performance analysis in football. *Journal of Sports Sciences* 20: 853-855.
- QC手法開発部会編 (1979) 管理者スタッフの新QC七つ道具. 日科技連: 東京, pp. 19-40.
- Reep, C. and Benjamin, B. (1968) Skill and chance in association football. *Journal of Royal statistical Society, Series A* 131: 581-585.
- Reilly, T. and Thomas, V. (1976) A motion analysis of work-rate in different positional roles in professional football match-play. *Journal of Human Movement Studies* 2: 87-97.
- Rein, R. and Memmert D. (2016) Big data and tactical analysis in elite soccer: future challenges and opportunities for sports science, Rein and Memmert Springer Plus 5: 1410, DOI 10.1186/s40064-016-3108-2.
- Roth, K. (1989) Taktik im Sportspiel: zum Erklarungswert der Theorie generalisierter motorischer Programme fuer die Regulation komplexer Bewegungshandlungen.
- 坂井学, 森岡理右, 遠藤卓郎, 畑孝幸, 力野由美 (1982) コーチングにおける情報の種類と利用についての一考察. *日本体育学会第33回大会号*: 677sackb.
- Sanderson, F. H. and Way, K. I. M. (1977) The development of an objective method of game analysis in squash rackets. *British Journal of Sports Medicine* 11: 188.

-
- SAP News (2016) ユーロ 2016 でサッカードイツ代表を支える新技術を発表.
<https://news.sap.com/japan/2016/06/10/sap>.
- Schnabel, G., Harre, H. D., Krug, J. and Kaeubler, W. D. (2008) Trainingslehre - Trainingswissenschaft. Leistung - Training - Wettkampf. Aachen: Meyer & Meyer.
- Shapiro, R. (1978) Direct linear transformation method for three-dimensional cinematography. *The Research Quarterly* 49: 197-205.
- Strand, B. and Wilson, R. (1993) Assessing sport skills. *Human Kinetics: Champaign*.
- 杉山重利, 高橋健夫, 園山和夫, 細江文利, 本村清人編 (2001) 新学習指導要領による高等学校体育の授業 (下). 大修館書店: 東京, pp. 1-4.
- 杉山哲朗 (1988) 特性要因図. 藤田董ほか編 *すぐに使える QC 手法-QC 七つ道具で問題解決*. 日科技連: 東京, pp. 26-39.
- シュテラー, コンツァック, デブラー: 唐木國彦監訳 (1993) ボールゲーム指導事典. 大修館書店: 東京, pp. 213-280.
- 鈴木宏哉, 山田庸, 大迫剛, 高橋信二, 西嶋尚彦 (2000) フォワード選手におけるゲームパフォーマンスからのシュート技能の計量, *サッカー医・科学研究* 20: 37-41.
- Suzuki, K. and Nishijima, T. (2005). Measurement of a soccer defending skill using game performances. In *Science and Football V: The Proceedings of the Fifth World Congress on Sports Science and Football* (p. 259). Routledge.
- 高木英樹, 高橋伍郎, 坂田勇夫, 椿本昇三, 本間正信 (1989) 水球競技のリアルタイム処理によるゲーム分析の検討. *筑波大学体育科学系紀要* 12: 95-105.
- 瀧剛志, 長谷川純一 (1998) チームスポーツにおける集団行動解析のための特徴量とその応用. *電子情報通信学会論文誌 D-2* 8: 1802-1811.
- 田中和久 (1984) サッカー競技におけるスタイルの研究 最終ディフェンスラインの突破方法, *サッカー 医・科学研究* 5: 49-56.
- 田中雅人 (1990) プレーの選択行動にみる知識の構造. *愛媛大学教育学部紀要 第 I 部, 教育科学* 36: 145-157.
- 田中雅人, 山中亮 (2001) ボールゲームにおける戦術理解の構造とその発達. *愛媛大学教育学部紀要教育科学* 48: 57-70.
- 田中敏光, 松井健太郎, 安形正人, 平野一視, 吉岡政洋, 大西昇 (2000) コンピュータアニメーションによるサッカーシーンの再現. *電気学会論文誌 C 電子・情報・システム部門誌* 120-C: 88-97.
- 谷釜了正, 稲垣安二 (1980a) ギュンター・シュテラーの「球技戦術論」. *新体育* 50(6): 60-69.
- 谷釜了正, 稲垣安二 (1980b) ギュンター・シュテラーの「球技戦術論」. *新体育* 50(9): 46-52.
- Thamsborg, L (2015) Development of a lack of appetite item bank for computer-adaptive testing (CAT). *Support Care Cancer* 23: 1541-1548.
- 戸莉晴彦 (1980) 運動学事始め (23) サッカー (2). *新体育* 50: 51-57.

-
- 戸荊晴彦(1986)サッカーのゲーム分析ーリアルタイム処理によるー. 体育の科学 36: 699-703.
- 戸荊晴彦 (1990) サッカーのチーム力構造の分析ー主としてゲーム分析からー. Japanese Journal of Sports Sciences 9: 287-294.
- 豊田秀樹 (2002) 項目反応理論[事例編]. 朝倉書店: 東京, pp. 1-181.
- 椿本昇三, 阿江通良, 坂田勇夫, 高橋伍郎, 赤澤宏治 (1984) VTR を用いた DLT 法による水球競技のゲーム分析. 筑波大学体育センター 大学体育研究 6: 53-62.
- 椿本昇三, 坂田勇夫, 阿江通良 (1986) 水球のゲーム分析ーDLT 法によるー. 体育の科学 9: 712-716.
- Tucker, L.R. and Lewis, C. (1973) A reliability coefficient for maximum likelihood factor analysis, Psychometrika 38: 1-10.
- 宇土正彦 (1986) 体育授業の系譜と展望. 大修館書店: 東京, pp. 152-154.
- 宇佐美芳明 (2001) 画像処理・CG 技術を用いたゲーム分析支援システムの研究開発. 第 21 回サッカー医・科学研究会口頭発表資料.
- 内山秀一, 今川正浩, 西野仁, 宇野勝 (1989) コンピュータを導入したサッカーのゲーム分析法, サッカー医・科学研究, 9: 109-117.
- 渡辺直登, 野口裕之(1999)組織心理測定論, 白桃書房: 東京, pp. 1-348.
- Winterbottom, W. (1952) Analysing play. In: Winterbottom, W. (Ed.) Soccer coaching. Naldrett: London, pp. 237-247.
- 山田庸, 鈴木宏哉, 大迫剛, 高橋信二, 西嶋尚彦 (2000) ゲームパフォーマンスからのディフェンスプレッシャーの計量, サッカー医・科学研究, 20: 32-36.
- 山中邦夫(1999) 98 ワールドカップにおける日本代表のチームパフォーマンス. オペレーションズ・リサーチ 44 (3): 132-136.
- 山中邦夫, 西嶋尚彦, 松浦義行 (1988) 日本サッカーリーグにおける競技力の推移. 筑波大学体育科学系紀要 11: 133-137.
- 吉田文久 (1997) 球技の学習内容. 竹田清彦ほか編 体育科教育学の探求 体育授業づくりの基礎理論. 大修館書店: 東京, pp. 165-180.

関連論文

査読付論文の投稿

1) 研究課題 2

Analysis of item characteristics of criterion-referenced measurement test of soccer tactical skill with moving image questions for computerized adaptive test, *Football Science*, 15: 26-37, 2018

コンピュータ適応型テストのための動画質問を用いたサッカー戦術技能 (tactical skill) の達成度評価テスト項目特性の分析

2) 研究課題 3

Validity and reliability of computerized adaptive test of soccer tactical skill, *Football Science*, 15: 38-51, 2018

サッカー戦術技能 (tactical skill) のコンピュータ適応型テストの妥当性と信頼性

謝辞

博士論文を遂行するにあたり、研究計画、データ収集と解析方法、論文作成の研究過程全般について、筑波大学体育専門学群在学中から引き続いて15年間、体育系教授・西嶋尚彦博士には終始懇切丁寧なご指導を頂きました。心から御礼申し上げます。

本論文の作成にあたり、体育系名誉教授・山中邦夫先生、同教授・鍋倉賢治博士、同教授・内山治樹博士、同教授・浅井武博士から、論文全体に対する貴重なご指摘・ご指導をいただいたことに深く感謝致します。

デルファイ法に協力頂きました当時JFAアカデミー福島副校長・今泉守正氏、動画編集に協力頂きました筑波大学大学院・JFAアカデミー福島・見汐翔太氏には、深く感謝致します。

また、体育系名誉教授・山中邦夫先生、同教授・浅井武博士には、論文中のデータを収集するにあたり、多大なるご協力を頂きました。被験者として測定に参加して頂きました筑波大学体育会蹴球部員の皆様には、快くご協力頂きました。ここに深く感謝の意を表します。

最後に、体育測定評価学・西嶋研究室の皆様のサポートおよびダイレクトプレーのお陰で、データの収集から分析まで、そして、本文の校正から発表の準備までのプロセスを問題なく行なうことができました。これら多くの方々から受けたご協力に対して改めて感謝致します。

2018年3月 安藤梢