

平成 27 年度

順天堂大学大学院スポーツ健康科学研究科 修士論文

# サッカーのサイドバック選手の試合中 における高強度運動についての研究

氏 名 佐藤 創

論文指導教員 吉村 雅文先生

合格年月日 平成 28 年 2 月 22 日

論文審査員 主査 中村 充

副査 廣津 信義

副査 吉村 雅文

## 目次

第1章 緒言.....	1
第2章 先行研究.....	3
第1節 ゲーム分析.....	3
第2節 SBに求められる戦術行動.....	4
第3節 高強度運動.....	5
(1) サッカーにおける高強度運動.....	5
(2) サッカーの試合中における高強度運動についての比較.....	6
(3) GPSシステムによる高強度運動の測定.....	13
第3章 研究目的.....	15
第4章 研究方法.....	16
第1節 研究対象.....	16
(1) 対象者.....	16
(2) プレーレベルによるカテゴリー分け.....	16
第2節 ゲーム分析の方法.....	16
(1) ゲーム分析に使用した機器・ソフト.....	16
(2) 試合中におけるランニングの測定方法.....	16
(3) 分析対象.....	17
a) 分析場面.....	17
b) 加速タイミングの区分.....	18
c) ランニングの比較項目.....	19
第3節 統計処理.....	19
第5章 結果.....	20
第1節 HIR及びSPTのゲーム分析による結果.....	20
(1) 各プレーカテゴリーにおけるHIR&SPTの発生場面.....	20
a) プレーカテゴリーにおける分析場面の発生回数についての割合.....	20
b) 分析場面におけるランニングカテゴリーの発生割合.....	20
(2) 各プレーカテゴリーにおける場面別の加速タイミング.....	21
(3) 「Scene A」及び「Scene B」におけるHIR&SPTの発生位置.....	22
第2節 HIR&SPTの測定結果.....	23

(1) HIR&SPT の距離.....	23
a) TDC に占める HIR&SPT の割合.....	23
b) 各ランニングカテゴリーの 1 本あたりの距離.....	23
(2) HIR&SPT の回数.....	24
(3) HIR&SPT のスピード.....	25
第 6 章 考察.....	27
第 1 節 ゲーム分析の方法と結果に対する考察.....	27
(1) ゲーム分析の結果についての考察.....	27
(2) ゲーム分析の方法についての考察.....	29
(3) 本研究の限界と課題.....	30
第 7 章 結論.....	31
引用・参考文献.....	32
英文要約.....	36
謝辞.....	37
図表一覧.....	38
図 1.....	38
図 2.....	39
図 3.....	40
図 4.....	41
図 5.....	42
図 6.....	42
図 7.....	43
図 8.....	43
図 9.....	44
図 10.....	44
図 11.....	45
図 12.....	45
図 13.....	46
図 14.....	46
図 15.....	47

图 16.....	47
图 17.....	48
图 18.....	49
图 19.....	50
图 20.....	50
图 21.....	51
图 22.....	51
图 23.....	52
图 24.....	52
图 25.....	53
图 26.....	53
表 1.....	54
表 2.....	54
表 3.....	54
表 4.....	54
表 5.....	55

## 第1章 緒言

サッカーでは近年、戦術の変化が試合中の選手のパフォーマンスにおける体力的要素に大きな影響を与えている<sup>29)</sup>。2010年 FIFA ワールドカップ南アフリカ大会以降における戦術の傾向として、守備の戦術が進歩したことにより、その守備を打開するために多くの人数をかけた厚い攻撃が求められている<sup>18)</sup>。このようなサッカーの進歩による戦術の変化が、試合中の高強度運動である High Intensity Running (以下、HIR と表記する)を増加させ、その重要性を高めている<sup>9)18)19)</sup>。この戦術の変化によって最も HIR が増加したのがサイドバック (以下、SB と表記する) (図1) であると報告されている<sup>9)</sup>。SB 選手は近年の戦術変化の影響から、守備だけでなく攻撃時にも大きな役割を担うこととなった<sup>9)36)</sup>。例えば、攻撃時に、本来ピッチのサイドエリアでプレーする味方のサイドミッドフィールダー (以下、SMF と表記する) がピッチの中央にポジションを移し、味方とのパス交換によりゲームを構成している間に、SB は味方 SMF が移動したことで空いたサイドエリアの大きなスペースを利用し、より相手ゴールに近い位置で攻撃に参加することが求められている<sup>8)36)</sup>。さらに攻撃に参加した後、直ちに守備陣形を整えるためにポジションを修正する必要がある<sup>9)18)19)36)</sup>。このような近年の戦術の傾向と HIR の増加の関係<sup>9)</sup>から、SB に求められる動きは HIR のような速いスピードで行うことが求められていると考えられる。よって、近年のサッカーでは、試合中の選手のパフォーマンスにおける戦術的要素と体力的要素は密接に影響していると言えよう。また、世代別の国際大会において同様な戦術の傾向が見られる。2015年に開催された FIFA U-17 ワールドカップチリ大会の公式テクニカルレポート (<http://www.fifa.com/u17worldcup/organisation/documents/index.html>) でも SB の攻撃参加について言及していた。このことから、近年のサッカーにおける SB が攻撃に参加する戦術の傾向は、年代に関係なく求められるものだと言える。

これまでもサッカーの試合中における高強度運動の重要性については先行研究から報告されており、HIR が試合中のパフォーマンスを評価する体力的指標とされてきた<sup>4)17)27)32)</sup>。サッカーの試合では常に移動速度が変化しており、移動の合間に行われるスピードの速いランニングが試合中の運動強度を高めている<sup>17)32)</sup>。およそ4秒毎に短い全力疾走や方向転換、タックルやジャンプなどの短い高強度運動が1,000~1,400回も行われている<sup>32)</sup>。そのためサッカーでは強度の高い運動を繰り返し行なう高強度パフォーマンスが重要とされている<sup>32)37)</sup>が、これに戦術的要素が加わり、その重要性が増したと言える<sup>11)</sup>。Di Salvo V. ら (2009) によると試合中の高強度パフォーマンスは高い水準で求められるが、それらは

戦術的に効果があるパフォーマンスとして必要とされている<sup>17)</sup>と指摘しており、SBのHIRについても、その「量」だけでなく戦術として効果的かどうかといった「質」が求められている。SBによる攻撃参加の「質」については日本サッカー協会（以下JFAと表記）による2010 FIFA World Cup 南アフリカ大会テクニカルレポートにおいて、攻撃に「攻撃参加するタイミング」が、要素の1つとして指摘されている<sup>18)</sup>。トップレベルのSB選手は「質」の高いHIRを多く求められると言える。よって、サッカーの試合で重要とされ、さらに近年の戦術の傾向によって増加したHIR<sup>9)18)19)</sup>について、ゲーム分析からプレーレベル別の傾向を明らかにすることは、より高いレベルを目指すSB選手に対して、有益な情報となり、日頃のトレーニングに活かすことができると考える。

これまでの研究の多くはHIRの距離と回数をプレーレベルやプレーポジション別に比較し、その特性を検証したものであり、1つのポジションに特化した研究は十分に行われていない。また多くの研究が大規模なサンプルによる測定された数値での検証であり、実際にどのようにHIRが行われているかといったゲーム分析による検証も十分に行われていない。そこで本研究では映像を用いたゲーム分析からSBという特定のポジションの内で近年の戦術の傾向から求められるHIRについて、プレーレベル毎にその傾向を分析、比較することで、プレーレベルによる差を明らかにすることを目的とした。

## 第2章 先行研究

本章では第1節にて「ゲーム分析」について、第2節にて「サイドバックの戦術行動」について、第3節にて「高強度運動」について考証していく。

### 第1節 ゲーム分析

サッカーの試合中におけるチームや選手のパフォーマンスを分析することは、チームや選手個人の現状を把握する上で、とても重要である。

鈴木（2010）はこれまでのゲームパフォーマンス分析の研究動向をまとめて報告している。鈴木（2010）によれば、ゲームパフォーマンス分析には、「測定」と「評価」の観点があり、「測定」により収集されたデータに価値（意味）を与えるものである<sup>35)</sup>としている。しかし、実際に指導現場で行われているゲーム分析はチームの分析スタッフの主観によって評価されたものであり、指導現場にとっては有益な情報であるが、一般化された評価観点とは言い難い<sup>35)</sup>。そのため、客観的証拠が必要な「研究論文として発表されているゲーム分析と、実際の指導現場で行われている分析とは少なからずギャップがあると考えられる」<sup>35)</sup>と指摘している。しかしながら、これまでもゲームパフォーマンス分析に関する研究は多く行われている。

ゲームパフォーマンス分析の手法として、鈴木（2010）は「記述手法」と「追跡手法」ふたつの手法を取り上げ、その動向を報告している<sup>35)</sup>。「記述手法」は試合を観察し、指導者が必要と考える現象を客観的に記録するもので、主にゴールやシュートといった技術的な成否について集計し、パフォーマンスを定量化するといった現象の頻度を分析対象とした<sup>35)</sup>。その後、記述項目に戦術行動を追加して、より質的なパフォーマンス評価を試みるものが現れた<sup>35)</sup>。いずれにしても「記述手法」は「いつ、どこで、誰が、何を行なったかが計測され、動きの分析、戦術的評価、技術的評価、統計的資料収集が主な目的とされている」<sup>35)</sup>とした。当初はボールを持った選手のプレー（以下、「On the ball」と表記する）についての評価が中心であったが、ボールを持っていない選手の動き（以下、「Off the ball」と表記する）に注目した分析手法が提案されており、今後の実用化が期待されると報告している<sup>35)</sup>。もうひとつの分析手法は「追跡手法」である。これは選手やボールの動きを分析対象とし、試合の経過を伴う位置の変換を確認するものである<sup>35)</sup>。選手やボールの追跡方法は、キルビメータを用いた手作業から、カメラによる動画像解析技術によるトラッキングシステムやGlobal Positioning System（以下、GPSと表記する）を用いたトラッキングシステムへと発展していった<sup>35)</sup>。この方法は、「選手の移動特性を定量化するという

点では十分な客観性を有している」<sup>35)</sup>が、その「データ変動を解釈するためにはサッカーに専門的な知識が必要となり、かつ恣意性が強いことがうかがえる」<sup>35)</sup>として、測定は客観的であっても評価は主観的にならざるを得ないと指摘している<sup>35)</sup>。以上、ゲームパフォーマンス分析の手法は技術の発展により進化しているが、「何を測定し、何を評価すべきかの問題点は未だ解決されていない」<sup>35)</sup>のが現状である。しかし、鈴木(2010)は、この解決策として2つの切り口を提案している。ひとつは、トラッキングシステムの活用した、選手の位置情報を含めた移動情報を基に戦術分析や技能評価の可能性である<sup>35)</sup>。これは監督の戦術的な狙いが達成できたか否かを客観的に見るためのデータになり得ると指摘している<sup>35)</sup>。もうひとつは、指導者がどのように分析データを活用するかの提案をしている。本来は分析データが指導者の意思決定に影響を与えるべきである<sup>35)</sup>と考えられるが、それとは逆に、指導者が行いたい戦術を選手に浸透させるための根拠として利用する方法もあり得るとした<sup>35)</sup>。指導者がデータに左右されるのではなく、指導者の「都合の良いように」データを活用することも間違っていないのではないかと指摘している<sup>35)</sup>。

以上、鈴木(2010)の報告から、ゲームパフォーマンス分析について考証を行なったが、ゲームパフォーマンス分析での評価方法に確固としたものがないため、独自性を持った研究が行える可能性が大いにあると考える。

## 第2節 SBに求められる戦術行動

SBの戦術行動は近年のサッカーにおける戦術の変化によって、攻撃面でより多くの役割を担うようになっている。

Tipping J. (2007)は2006年のFIFA World Cupドイツ大会に参加したイングランド代表チームの戦術を分析し報告した。その報告では、イングランド代表は選手間で三角形を形成し、それらの選手が柔軟に動くことで攻撃を機能させようとしていた<sup>36)</sup>。例えば、この三角形は主にSB、SMF、セントラルミッドフィールダー(以下、CMFと表記する)で形成されおり、SMFがピッチ中央にポジションを移したことで形成されるサイドのスペースにSBが走り込み攻撃に参加する<sup>36)</sup>。この際にCMFはSBがいたスペースに入り、SBのサポートに入るといった連動性、柔軟性をチームに求めたと報告した<sup>36)</sup>。しかしこの戦術を実行するのに適した選手選考ではなく、有効に機能しなかったと指摘している<sup>36)</sup>。

しかしこのイングランド代表が採用した戦術はその後のFIFA World Cupでも多く見られた。日本サッカー協会(以下JFAと表記)によるFIFA World Cup JFAテクニカルレ



ポートではその大会の傾向を分析し、報告している。

JFA (2010) による 2010 FIFA World Cup 南アフリカ大会の傾向と特徴をまとめた報告では、サッカーは「ゲームがよりテクニカルに、スピーディーに、そしてタフに」なってきたとあり、攻撃と守備は一体化している<sup>18)</sup>と報告している。守備の意識が高まりから、攻撃に多くの人数をかけないと守備を崩せないため、SB の攻撃参加の質の高さがチームに大きな影響を与えた<sup>18)</sup>と指摘した。ここでの「質」とは「攻撃に参加するタイミングや距離、スピードやそれを繰り返し続けられる能力」<sup>18)</sup>を指している。また守備については SB に関する記述はないが、厚みのある攻撃ができていれば、相手にボールを奪われ攻撃が終了しても、すぐさま相手ボール保持者へプレッシャーをかけ、ボールを奪い返すことができる<sup>18)</sup>。もしそれができない場合は強固な守備ブロックを作り、ゴールを守る傾向にあると指摘し、攻撃している間に守備の準備をする意識が重要<sup>18)</sup>であるとした。そのため、攻撃に参加している SB もボールを奪われた直後から相手ボール保持者に対するプレッシャーをかけに行くか、いち早く帰陣することが求められる<sup>18)</sup>と考えられる。

この戦術的傾向は 2014 年のブラジル大会でも継続してみられた。

JFA (2015) による 2014 FIFA World Cup ブラジル大会テクニカルレポートでは、前大会にみられた「攻守の一体化」に加えて、「インテンシティーとクオリティーの高い大会」<sup>19)</sup>であったと報告している。この報告の中で、SB 選手が攻撃エリアでの重要な役割を担っており、これまでは守備に対する備えから、左右どちらかの SB のみが攻撃に参加していたが、今大会では左右両方の SB が相手ゴールに近い位置で攻撃に参加していた<sup>19)</sup>ことを指摘した。

以上の報告から SB 選手が現代サッカーの戦術的傾向において、重要な役割を担っていることがわかる<sup>18)19)36)</sup>。

### 第 3 節 高強度運動

#### (1) サッカーにおける高強度運動

本研究で注目した試合中における高強度運動は、近年多くの先行研究からもその重要性が報告されており、試合中のパフォーマンス評価における体力的側面の指標となっている。

星川 (2002) は生理学的な見地から高強度運動について報告している。サッカーの試合における生理学的強度は 70~80%VO<sub>2</sub>max、心拍数で 170 拍前後、血中乳酸濃度で 5mmol/L とされている<sup>17)</sup>。サッカーの試合中の平均移動速度はおよそ 7km/h とされてい

るが、これは生理学的強度では50%VO<sub>2</sub>maxにも満たない強度<sup>17)</sup>である。サッカーの試合における生理学的強度は70~80%VO<sub>2</sub>maxであるため、サッカーの試合においては常に移動速度が変化していることを意味し、サッカーでは移動距離よりもその合間に行われる高強度運動やドリブルや様々な動きが運動強度を高めていると考えられている<sup>17)</sup>と報告している。

Stolen T.ら(2005)によるサッカーの生理学に関するレビューによると、サッカーは1試合で10~12kmの距離を走り、およそ90秒に1回の頻度でスプリント(HIRよりも速いスピードのランニングを指す。以下、SPTと表記する)が起き、それらはおよそ2~4秒間続く。SPTの距離は総走行距離の1~11%を占めるとされている<sup>32)</sup>。試合中にはSPTやHIR、タックル、ヘディング、方向転換などの短い動作を4~6秒毎に1,000~1,400回行っており、このことからサッカーでは走るスピードや行う動作が常に変化し続けている<sup>32)</sup>ことがわかる。また試合中における運動の強度は無酸素閾値(通常の選手で最大心拍数のおよそ80~90%)の近くにあり、血中に乳酸が蓄積されるため、高い強度で運動を続けるためには、それを除去する能力を必要とする<sup>32)</sup>。このStolen T.ら(2005)によるレビューではサッカーではHIRやSPTのような高強度の運動が頻繁に行なわれており、パフォーマンスレベルの高い選手ほど、高強度の運動を多く行なっていること<sup>32)</sup>が示されている。

Bangsbo J.ら(1994)はサッカーに必要とされる体力的要素を持久的パフォーマンス、高強度運動パフォーマンス、スプリントパフォーマンス、筋発揮パフォーマンスに分類している<sup>4)</sup>。

## (2) サッカーの試合中における高強度運動についての比較

高強度運動を含む試合中の走行距離に関する研究で主にプレーレベルによる違いを検証したものとプレーポジションによる違いを検証するものが多く見られた。

Mohr M.ら(2003)はItalian Serie A(イタリア1部)でプレーするヨーロッパトップクラスの選手とデンマークリーグ所属選手を対象に、試合中の走行距離を、VHSビデオを用いて測定した。Italian Serie Aでプレーする選手は各国リーグの上位チームが参加するEuropean Champions Leagueや各国の代表チームでプレーしており、それらの選手を「Top-class player」、デンマークリーグ所属選手を「Moderate professional player」とし、2つのレベルの選手の試合中のパフォーマンスを体力的側面から評価した研究を行なった。

この研究では、「Top-class player」の選手が「Moderate professional player」と比べてHIR（この研究では15km/h以上のランニングと定義）を28%（2,430±140m vs. 1,900±120m）、SPT（この研究では25km/h以上のランニングと定義）を58%（650±60m vs. 410m±30m）多く実行していることが報告されており、レベルが高いほど多くのHIR、SPTが行われていることを示した<sup>27)</sup>。しかし、どちらのレベルの選手も試合の最後の15分は最初の15分に比べてHIRが35-45%減少していること、HIRが最も行われた5分間の次の5分間は12%減少しており、選手は試合の後半により疲労を経験するとも報告している<sup>27)</sup>。またプレーポジション別の比較では、ミッドフィールダー（以下MFと表記）の選手が他のSB、センターバック（以下CBと表記）、フォワード（以下FWと表記）と比べ、HIRを多く行ない、SBとFWが他のポジションに比べてSPTを多く行なっていると報告している<sup>27)</sup>。この研究では競技レベルが高い選手がHIRを多く行なっている結果となった。

一方でBradley P.S.ら（2010）は国際試合でプレーするサッカー選手とヨーロッパの主要な国の国内リーグでプレーする選手の2つのレベルの選手を対象に試合中の走行データをマルチカメラによるトラッキングシステム（ProZone, United Kingdom）を用いて測定し、プレーレベル間での比較を行なった。その研究では、総走行距離（10,666±566m vs. 10,859±980m）、HIR（この研究では14.4km/h以上のランニングをHIR、19.8km/h以上をVery Hi-intensity Runningと定義 以下、VHIRと表記する）の距離（HIR:2,520±678m vs. 2,745±332m、VHIR:911±226m vs. 987±300m）についてプレーレベルによる差はなかったと報告している<sup>6)</sup>。さらにプレーレベルに関係なく、両者とも試合終了前の15分間では試合開始直後の15分と比べてHIRの距離が18%減少している<sup>6)</sup>。加えてHIR発生から次のHIRまでの時間をRecovery Timeとし、2群間で比較している。このRecovery Timeの全体平均では2群間は同様な数値であったが、国内リーグ組は、前半と比べて後半にRecovery Timeが7%長くなり、試合終了前の15分では試合開始直後の15分に比べて24%Recovery Timeが長くなったが、国際試合組にはこの変化はみられなかった<sup>6)</sup>。このことから、高いレベルの方が、試合を通じて、継続的にHIRを行なっている可能性があるが、この点についてBradley P.S.ら（2010）は、国際試合は試合を通じて低いテンポの遅い展開であることを指摘している<sup>6)</sup>。さらにBradley P.S.ら（2010）は、HIRについてプレーレベルによる差はみられないが、ポジションによって違いがあることを報告している<sup>6)</sup>。しかしポジション毎のプレーレベルでの比較は国際試合組のサン

ブル数が十分ではないことを理由に試みていない。プレーレベルに関係なく全体のデータとして HIR では CB が他のポジションよりも有意に低く ( $P<0.01$ )、VHIR ではサイドミッドフィールダー (以下 SMF と表記) が他のポジションよりも有意に高い ( $P<0.01$ ) 数値であったと報告している<sup>9)</sup>。この研究では HIR について、比較した 2 つのプレーレベルの数値は類似しているが、試合の終盤では異なっていたこと、HIR はプレーするポジションと密接な関係があることを示した<sup>9)</sup>。また Bradley P.S.ら (2010) この研究の中で、自らの研究の結果と先述した Mohr M.ら (2003) の研究が示した結果が異なっていることについて触れ、その要因については、異なる測定技術を使用している点に留意しつつも、国によるプレースタイルの違いにある可能性を指摘し、チームが採用するプレースタイルや戦術によって HIR の距離や回数が増減することを示唆している<sup>9)</sup>。

以上の試合中の走行距離について 2 つの研究は、国際レベルと国内レベルを比較の対象としているが、世界トップクラスの国内リーグを対象に調査した研究も見られた。

Bradley P.S.ら (2009) は English Premiere League (イングランドの 1 部リーグ) の 2005-2006 シーズンを対象に試合中の走行データをマルチカメラによるトラッキングシステム (ProZone, United Kingdom) を用いて測定し、ポジション別に比較した研究では、全体の平均総走行距離が 10,714m であったと報告している<sup>9)</sup>。HIR (この研究では 14.4km/h 以上のランニングと定義) の平均距離が 2,492m、VHIR (この研究では 19.8km/h 以上のランニングと定義) の平均距離が 905m で、これらは試合開始 15 分と比べて前半の残り 15 分では 17%、後半の残り 15 分では 21%減少すると報告している<sup>9)</sup>。SPT (この研究では 25.1km/h 以上のランニングと定義) の平均距離については明記されていないが、ポジション毎に示された SPT の距離から平均距離を算出すると 250m (CB:152±50m、SB:287±98m、CMF:204±89m、SMF:346±115m、FW:264±87m) であった。VHIR の頻度を示す Recovery Time の平均は 72 秒でこの時間は試合開始 15 分と比べて前半の残り 15 分では 15%、後半の残り 15 分では 28%長くなると報告している<sup>9)</sup>。ポジションによる比較では SMF と CMF が他のポジションに比べて走行距離が多く ( $P<0.01$ )、HIR の距離では SMF が他のポジションと比べて最も多かった ( $P<0.01$ )<sup>9)</sup>。また CB の HIR の距離は他のポジションと比べて最も少なかった ( $P<0.01$ )<sup>9)</sup>。CB と SB は試合の経過とともに HIR の距離が大きく低下したが、FW は大きな低下を示さなかった<sup>9)</sup>。SPT の距離については SMF と SB が他のポジションに比べて高い数値であった ( $P<0.01$ ) と報告している<sup>9)</sup>。Bradley P.S.ら (2009) はこの研究の考察で、English

Premiere League の HIR は他の研究で提示されている Italian Serie A(イタリア 1 部リーグ)と Spanish League (スペイン 1 部リーグ) の HIR と同様の数値 (FW のみ Spanish League より低い) であるが、デンマークとスウェーデンの国内リーグと比べると 10-15% 多い結果であったことに言及し、この違いについてはプレースタイルの違いに起因していると指摘している<sup>9)</sup>。試合中の HIR の距離はプレースタイル、プレーポジションによって変化し、また疲労によって減少することを示した<sup>9)</sup>。

また国内リーグを対象とした研究ではプレーポジション別の比較だけでなく、チームの成績別の比較も行われている。

Di Salvo V.ら (2009) は English Premiere League の 2003~2006 年までの 3 シーズンの試合をマルチカメラによるトラッキングシステム (ProZone, United Kingdom) を用いて試合中の走行距離を測定し、HIR(この研究では 19.8km/h 以上のランニングと定義) 及び SPT (この研究では 25.2km/h 以上のランニングと定義) のポジション別の比較、チーム順位との関連性を報告した研究では、HIR の距離は SMF が 1,049±106m で最も多く、次いで FW が 968±143m、CMF が 928±124m、SB が 911±123m、CB が 681±128m であったと報告している<sup>10)</sup>。SPT の距離については FW が 262±63m、SMF が 260±47m、SB が 238±55m、CMF が 217±46m、CB が 167±53m であったと報告している<sup>10)</sup>。またチームのリーグ順位で分類した上で、HIR と SPT の距離の比較を行ない、チームの成功と走行距離の関連について調査している。リーグの最終順位で 1~5 位までの上位チームを「Top 5」、6~15 位までの中位チームを「Middle 10」、16~20 位の低位チームを「Bottom 5」とし、HIR の距離では「Top 5」が 885±113m、「Middle 10」が 917±143m、「Bottom 5」が 919±128m で、「Top 5」が他の群より有意に低い数値 (P<0.05) であったと報告している<sup>10)</sup>。SPT の距離では「Top 5」が 222±41m、「Middle 10」が 230±51m、「Bottom 5」が 234±53m で、「Top 5」が他の群と比べて有意に低い数値 (P<0.05) であったと報告している<sup>10)</sup>。またチームがボールを保持している状況、いわば攻撃している状況での HIR では、「Top 5」が 406±82m、「Middle 10」が 398±106m、「Bottom 5」が 401±94m で、3 群間での有意差はみられなかった<sup>10)</sup>。チームがボールを保持していない状況、いわば守備をしている状況での HIR のついては「Top 5」が 422±65m、「Middle 10」が 467±79m、「Bottom 5」が 467±72m で「Top 5」が他の群と比較して有意に低い数値 (P<0.05) であった<sup>10)</sup>。この調査ではトップレベルのリーグでは成功しているチームほど HIR の距離が少ないことから、HIR や SPT は、試合結果と密接に関係していないことを示す結果と

なった。これは、これまでの研究で指摘されてきた HIR の重要性とは反するものであるように見えるが、Di Salvo V.ら (2009) はこの点について、HIR や SPT の距離自体に価値があるのではなく、HIR や SPT の重要性は試合中のチーム戦術を可能にするために重要であると指摘している<sup>11)</sup>。HIR とチーム戦術の関連はプレーポジションによる HIR、SPT の距離の違いからみて取れる<sup>5)6)27)</sup>。例えば、SMF や FW は攻撃時に相手守備者から離れ、スペース作ることやそのスペースを使うために動き、守備時においてはボール奪取のために相手選手へプレッシャーをかける動きで HIR を行ない、SB は近年の戦術で重要な要素となっている攻撃参加のために HIR や SPT を行なうなど、プレーポジションによって求められる HIR が異なると指摘している<sup>11)</sup>。また測定した 3 シーズンの間で VHIR が増加しており、中でも SPT はより頻繁に、距離も短く、より爆発的な加速で行われていることも指摘している<sup>11)</sup>。この研究の結果から高い水準の体力パフォーマンスは求められるが、それらは戦術的に効果があるパフォーマンスより重要ではないことを示唆していると報告している<sup>11)</sup>。

Rampinini E.ら (2009) は Italian Serie A League (イタリア 1 部リーグ) の公式戦 416 試合を対象に、ビデオ分析システム (SICS, Italia) を用いて試合中における走行距離とパスの成功などの技術的要素を測定し、チーム成績別に比較した研究を行なった。その研究では、リーグ順位の上位 5 チームを「More Successful」と下位 5 チームを「Less Successful」に群分けし、総走行距離、HIR (この研究では 14km/h 以上のランニングと定義)、VHIR (この研究では 19km/h 以上のランニングと定義)、パスの成功率について比較を行なった。「More Successful」の総走行距離が 11,647m、HIR は 3,787m、VHIR が 1,196m であったのに対し、「Less Successful」の走行距離が 12,190m、HIR が 4,236m、VHIR が 1,309m であった<sup>29)</sup>。「More Successful」より「Less Successful」の方が総走行距離で 4%、HIR で 11%、VHIR で 9%、有意に多かった ( $P<0.01$ ) と報告している<sup>29)</sup>。しかし一方で、ボールを保持した状況では「Less Successful」より「More Successful」の方が総走行距離で 18%、HIR で 16%、有意に多かった ( $P<0.01$ ) と報告している<sup>29)</sup>。さらに技術的要素では「Less Successful」より「More Successful」の方がパス、タックル、ドリブル、シュートで多く行なっていた ( $P<0.01$ ) と報告している<sup>29)</sup>。この研究の結果から、トップレベルのリーグでは体力的な要因よりも技術的要素がチームの成績に影響を及ぼすことを示唆する結果となった<sup>29)</sup>。しかし、この研究で示された HIR、VHIR の数値は他の研究<sup>5)6)11)29)</sup>と比較しても高い数値である。他の研究とは測定方法と HIR の速度の定義が異なる

ので単純な比較はできないが、トップレベルのリーグでは高い体力的能力が求められると言えよう。

これまでの研究は主に1シーズンでの走行データを基にプレーレベル、プレーポジションで比較を行なった。それらの研究はそれぞれのプレーレベル、プレーポジションに応じたトレーニングの構築に非常に有益であると考えられる。

次に考証する研究は、複数のシーズンに渡り、走行データを測定し経年変化から試合中に求められる体力要素の進歩を検証したものである。

Barnes C.ら (2014) は2006-2007シーズンから2012-2013シーズンまで7シーズンのEnglish Premiere League (イングランドの1部リーグ) の試合を対象に試合中における走行距離をマルチカメラによるトラッキングシステム (ProZone, United Kingdom) を用いて測定した研究では、7シーズンの間に総走行距離は2%の増加だったのに対して、HIR (この研究では19.8km/h以上のランニングと定義) では、距離が30%の増加、回数が50%の増加、またHIRよりもさらに速度の速いランニングであるSPT(この研究では25.1km/h以上のランニングと定義)は、距離で35%の増加、回数で85%の増加があったとし、測定した7シーズンで試合中の運動強度が増していることを報告した<sup>2)</sup>。これによりHIRがパフォーマンスを評価する上でより重要な体力要素になっていることを示した<sup>2)</sup>。しかし、この先行研究はポジションの特性が考慮されていないため、同じ研究グループであるBush M.ら (2015) はポジション毎に試合中の走行距離を調査し、それぞれの経年変化を報告した。

Bush M.ら (2015) は同じく2006-2007シーズンから2012-2013シーズンまで7シーズンのEnglish Premiere League (イングランドの1部リーグ) の試合を対象にマルチカメラによるトラッキングシステムを用いて測定した試合中の走行距離をポジション別に調査を行なった。この研究では、全体的に総走行距離に大きな変化はないものの、全てのポジション (CB、SB、CMF、SMF、FW) でHIR (この研究では19.8km/h以上のランニングと定義) の距離は増加し、中でもSBの増加が最大であったと報告した (CB:33%、SB:35%、WMF:27%、CMF:30%、FW:24%、 $P<0.05$ )<sup>9)</sup>。またCB、SB、SMFは攻撃時のHIRの距離が緩やかに増加し、全てのポジションで守備時のHIRの距離が緩やかに増加したと報告している<sup>9)</sup>。SPT (この研究では25.1km/h以上のランニング) の距離についてはSBが62%の増加で最も大きな増加であった<sup>9)</sup>。次いでSMF、CMF、CBが53%、FWが36%の増加であったと報告している<sup>9)</sup>。このように対象とした5つのポジションの

うち、SB は HIR の距離が 35% の増加、SPT の距離が 62% の増加で最大の増加だったであったが、この要因は戦術の変化にあることを指摘している<sup>9)</sup>。近年の戦術の傾向として、サイドミッドフィールダー（以下、SMF と表記）がピッチの中央寄りにポジションを取り、攻撃の構築に参加することでサイドに大きなスペースが生まれる。このスペースに SB が入り込み、攻撃に参加することが求められている<sup>9)</sup>。また SB は攻撃参加後に守備の体制を整えるため、素早い帰陣も同時に求められている<sup>9)</sup>。このような戦術的要因により SB の HIR が増加していることを指摘した<sup>9)</sup>。この研究では 7 シーズンに及ぶポジション毎の走行データの経年変化から、HIR が体力的側面からのパフォーマンス評価の指標としてより重要であることを示した<sup>9)</sup>。

この 2 つの研究からサッカーの試合中の運動は年々、強度を増しており、現代のサッカー選手に求められる体力的要素として高強度運動パフォーマンスが重要であることがわかる。そのため HIR は試合中のパフォーマンスを評価するより良い指標としてとなっている。

これまで考証した先行研究は HIR を対象としたもので、広義では SPT を含むが、SPT に対象を絞った先行研究もみられた。

Di Salvo V. ら（2010）は 2002 年から 2006 年までの European Champions League と UEFA Cup の試合（20 カ国のチーム）を対象にマルチカメラによるトラッキングシステム（ProZone, United Kingdom）を用いて試合中の走行距離を測定し、プレーポジション別の SPT（この研究では 25.2km/h 以上のランニングと定義）を詳細に分析した。その研究では、最も多く SPT を走ったのは SMF で 285±111m、次いで FW が 242±106m、SB が 233±98m、CMF が 163±85m、CB が 131±66m であった<sup>14)</sup>。また SPT の回数では SMF で 36±13 回、次いで FW が 30±12 回、SB が 30±12 回、CMF が 24±12 回、CB が 17±9 回であった<sup>14)</sup>。この研究から SPT の距離と回数はプレーポジションの影響を受けることが報告されている<sup>14)</sup>。またこの研究では、SPT を加速の大きさによって 2 種類に分類している。19.8km/h 未満のランニングから 0.5 秒で SPT の速度に達したより爆発的な加速の SPT を explosive sprint、それ以外の SPT を leading sprint とした<sup>14)</sup>。ポジション毎の SPT をこの分類で比較した結果、CB は explosive sprint が 24%、leading sprint が 76%、SB は explosive sprint が 23%、leading sprint が 77%、CMF は explosive sprint が 24%、leading sprint が 76%、SMF は explosive sprint が 22%、leading sprint が 78%、FW は explosive sprint が 22%、leading sprint が 78% でプレーポジションによる explosive sprint と leading sprint の割合に違いは見られなかったと報告した<sup>14)</sup>。しかし、Di Salvo



V.ら (2009) の English Premier League を対象とした研究では、CB と CMF の主にピッチ中央部でプレーする 2 つのポジションが他のポジションに比べて explosive sprint を多く行なっていると報告している<sup>13)</sup>。この研究の違いについて Di Salvo V.ら (2010) はヨーロッパ各国のクラブによる大会と国内リーグでは大会ルールの違いによって採用される戦術が異なることが影響していることを指摘している<sup>14)</sup>。

以上の先行研究はマルチカメラによるトラッキングシステムを用いた測定である。マルチカメラによるトラッキングデータの利点としては多くの数のサンプルを測定できる点、公式戦での測定が可能な点が挙げられる。その一方でシステムの導入、運用に手間と費用がかかるため、実際の指導現場では導入可能な資金と設備があるプロフェッショナルクラブ以外の使用は難しい。試合中の走行距離の測定方法としてはこのマルチカメラによるトラッキングの他に、グローバルポジショニング (以下 GPS と表記する) システムがある。この GPS システムを用いた先行研究も報告されている。

### (3) GPS システムによる高強度運動の測定

Mallo J.ら (2015) はスペインの国内 1 部リーグに所属するチームがプレシーズンに行った親善試合を対象に GPS システム (GPSport, Australia, 1Hz) による試合中の走行距離の測定し、走行距離とプレーポジションの関連を調査した。この研究ではランニングスピードが 14.4km/h 以上のものを HIR、19.8km/h 以上のものを Very Hi-intensity running (以下 VHIR と表記する)、25.1km/h 以上のものを SPT と定義している<sup>22)</sup>。結果として、全体の走行距離の平均は 10,793±1153km で、SMF (11,321±1238m) とセンターミッドフィールダー (以下 CMF と表記する、11,154m±1117m) が試合中に最も多く走った<sup>22)</sup>。HIR の全体平均は 2,548±636m で、最も多く HIR を行なったのは SMF (2,881±667m) であった<sup>22)</sup>。次いで CMF が 2,697±565m、FW が 2,681±667m、SB が 2,364±599m であった<sup>22)</sup>。CB は 2,074±561m で最も少なかった<sup>22)</sup>。VHIR の全体平均は 822±320m で、最も多く VHIR を行なったのは SMF (1,016±252m) で、次いで FW (966±247m)、SB (931±375m) であった<sup>22)</sup>。CB と CMF は他のポジションと比べて有意に低かった (SB:P<0.05、FW:P<0.01、SMF:P<0.001)<sup>22)</sup>。SPT の全体平均は 358±223m で、最も多く SPT を行なったのは FW (505±188m)、次いで SB (494±249m) であった<sup>22)</sup>。SPT でも CB と CMF は他のポジションと比べて有意に低い数値であったと報告している<sup>22)</sup>。ポジションの体力特性として、SMF は総走行距離、HIR、VHIR が他のポジショ

ンより多く求められ、SPTについても高い水準で求められることから最も体力的な要求が高いポジションである<sup>22)</sup>。CMFは総走行距離が最も多く、HIRも多く行なうが、SPT、VHIRは最も少ないことから瞬発的に速く走ることよりも継続して走り続けることが求められ、CBはどの走行カテゴリーも少ないが、加速する回数が多いポジションである<sup>22)</sup>。SBとFWについては走行距離の中でSPTとVHIRを多く行なうことが求められることを示す結果となった<sup>22)</sup>。Mallo J.ら(2015)はこの研究の中で、ポジションによる走行距離の違いは他の研究と同様の傾向を示すが、この研究と他の研究の決定的な違いはSPTの距離にあると指摘している<sup>22)</sup>。この研究ではSPTの平均距離が $358\pm 223\text{m}$ であったが、Bradley P.S.ら(2009)の報告ではSPTの平均距離が250m、V.D. Salvoら(2010)の報告ではSPTの平均距離は $250\pm 108\text{m}$ であった<sup>22)</sup>。この違いについては公式戦と親善試合の違いだけでなく、使用する測定技術の違い<sup>22)</sup>もあることを指摘している。特に20km/h以上の走行距離については、GPSシステム以外の技術を用いた測定データとの比較は十分に注意が必要であることも指摘している<sup>22)</sup>。

Buchheit M.ら(2014)は14歳から17歳のサッカー選手を対象に3つの異なるトラッキングシステム(マルチカメラシステム、ローカル位置測定システム、GPRシステム)を用いてトレーニング中の走行距離を測定し、トラッキングシステムの違いによって数値に違いがあるのかを検討した研究では、走行速度によって距離の違いが見られるが、これはシステムの測定基準の違いに依存していること<sup>8)</sup>、速い速度の走行や測定したピッチの広さが影響していること<sup>8)</sup>を報告している。特に速い速度の走行距離についてはマルチカメラシステムとGPSシステムではGPSシステムの方が多く測定されているため、比較には十分に注意が必要だと指摘している<sup>8)22)</sup>。この研究で用いられたGPSシステムは本研究で使ったものと同じのものである(VX SPORT™, 4Hz, ニュージーランド)ため、本研究の結果と先行研究の結果との比較も十分に注意が必要だと言える。

先行研究の考証からも試合中におけるHIRと戦術的要因との関連性が指摘されており、パフォーマンスを評価する上で、HIRの「量」だけでなく、「どのように行われたか」といった戦術的要素を考慮する必要があると考えられている。

### 第3章 研究目的

本研究では、異なる3つのプレーレベルの日本人SB選手を対象に、試合中の高強度運動についてゲーム分析を行ない、プレーレベルでの比較を行なう。ゲーム分析では特定の場面ごとに加速するタイミングと試合中のランニングの内容を比較し、近年のサッカーで見られる戦術の傾向としてSBに求められる戦術行動についてプレーレベルによる違いを明らかにすることを目的とした。

## 第4章 研究方法

### 第1節 研究対象

#### (1) 対象者

本研究の対象は日本国内のレベルの異なった3つのリーグに属するSB選手9名（年齢 $19.3\pm 2.5$ 歳、身長 $173.7\pm 5$ cm、体重 $66.1\pm 6.3$ kg）である。対象選手のプレーするリーグはJリーグ、関東大学リーグ1部、高円宮杯U-18サッカーリーグ東京1部であった。人数の内訳はJリーグクラブ所属選手2名（年齢 $23.5\pm 0.5$ 歳、身長 $175\pm 3$ cm、体重 $73\pm 5$ kg）、関東大学サッカーリーグ1部に所属するトップチーム男子サッカー部員3名（年齢 $19.3\pm 0.9$ 歳、身長 $174.7\pm 2.5$ cm、体重 $68.7\pm 0.9$ kg）、都リーグ1部所属するクラブユース選手4名（年齢 $17.3\pm 0.8$ 歳、身長 $172.3\pm 6.6$ cm、体重 $60.8\pm 5.9$ kg）とし、Jクラブ所属選手の1名は2014年に日本代表候補国内合宿の招集歴があり、大学所属選手の1名は世代別日本代表の選出歴を持つ。

なお、本研究に際しては、全ての被験者に対して事前に研究の目的と測定内容について説明し、同意を得た。また未成年の被験者については保護者の同意を得て行った。

#### (2) プレーレベルによるカテゴリー分け

所属するリーグによって選手を「Jリーグレベル」（上位カテゴリー）、「大学レベル」（中位カテゴリー）、「高校レベル」（下位カテゴリー）とカテゴリー分けをした。

### 第2節 ゲーム分析の方法

#### (1) ゲーム分析に使用した機器・ソフト

ゲーム分析については測定した試合をデジタルビデオカメラ（Sony、ハンディカムHDデジタルビデオカメラ）で撮影し、その映像をもとにゲーム分析ソフト（GAME BREAKER Plus、SPORTS TEC社、オーストラリア）を用いた。

#### (2) 試合中におけるランニングの測定方法

試合中におけるランニングスピードの測定についてはGPSトラッキングシステム（VX SPORT™ ニュージーランド）を使用した。被験者はGPS機器を装着した専用のメッシュベストを着用し、試合に出場してもらい、試合終了後に測定データを機器からUSB経由でコンピューターに転送し専用のソフトウェア（VX VIEW）で管理した。VX SPORTお

ける GPS データの記録頻度は 4Hz (0.25 秒に 1 回の記録) である。

本研究の試合中におけるランニングについての測定項目は総走行距離 (Total Distance Covered、以下 TDC と表記する) と高強度運動 (HIR) とした。高強度運動は 3 つのカテゴリに分けて測定した。ランニングカテゴリーはランニングの速度で区分した。ランニングカテゴリーは次の通りである。(1) 19.8km/h 以上のランニング (以下、HIR&SPT と表記する)、(2) 19.8km/h~24km/h のランニング (以下、HIR と表記する)、(3) 24km/h 以上のランニングをスプリント (以下、SPT と表記する) とし、各ランニングカテゴリーの距離と回数を測定した。

VX SPORT で測定したランニングデータを GAME BREAKER PLUS のタイムライン上に配置することで、HIR&SPT が発生した場面を抽出して分析した。

### (3) 分析対象

「分析場面」及び「加速タイミングの区分」については表 1~表 4 にまとめた。

a) 分析場面：最高速度が HIR&SPT の速度に達したランニングについて、特定の場面に分類し、その場面毎に加速のタイミングを集計、プレーレベルで比較した。

研究で対象とした HIR 及び SPT は 909 回で、その内訳は「Jリーグレベル」が 259 回、「大学レベル」が 433 回、「高校レベル」が 217 回であった。ゲーム分析で抽出した場面は 7 場面とした。内訳は攻撃局面について 3 場面、攻守の切り替え局面について 1 場面、守備局面について 3 場面である。

攻撃局面では、①SB 選手がボールよりも後方の位置からスタートし、前方にいる味方選手を追い越してボールを受けに動いた場面 (図 2)、②SB 選手がボールよりも前方からの位置からスタートし、相手ゴール方向に動いた場面 (図 3)、③その他、ボールを受けに動いた場面に分類した。

攻守の切り替え局面では、④攻撃参加のポジションから守備のポジションに戻る場面とした。

守備局面では、⑤相手ボール保持者へプレッシャーかけるためにアプローチした場面、⑥ボールよりも後方の位置を保つため自陣に後退する場面、(7) SB 選手の背後にボールが出た後に後退して守備体勢を整える場面とした。

以下、①の場면을「Scene A」、②の場면을「Scene B」、③の場면을「Scene C」、④の場면을「Scene D」、⑤の場면을「Scene E」、⑥の場면을「Scene F」、⑦の場면을「Scene

G」と表現する。

これらの場面において、どのようなタイミングで加速したかを分析する。分析場面の設定については、先行研究で示された戦術行動<sup>9)18)19)36)</sup>を参考に、ゲーム分析を通じてSBの行動をパターン化した。攻撃局面についてはSBに求められる戦術行動をSBとボールの位置関係により2つに分類することで、攻撃時の加速について詳細な分析を行なう。守備については、先行研究で示されていた守備時のゲームパフォーマンス評価<sup>35)</sup>を参考にSBの守備の役割を考慮した上で守備時に行われていたHIR&SPTを独自に分類した。

b) 加速タイミングの区分：先述の場面において、加速したタイミングを判別し、集計した。加速のタイミングは各局面別に設定した。加速のタイミングについては以下の通りである。

攻撃局面については、パスなどによりボールが出し手の選手から受け手の選手に向かって動いているタイミングを「Attack-A」、パスの受け手がパスを受けてボールをコントロールしたタイミングを「Attack-B」、ボール保持者が2回ボールにタッチしたタイミングを「Attack-C」、ボール保持者が3回以上ボールに触れたタイミングを「Attack-D」とした。

攻守が入れ替わり、攻撃参加のポジションから守備のためのポジションに戻る場面では、ボールを奪われた瞬間又はそれよりも前のタイミングを「Transition-A」、奪ってから相手が1本パスを通したタイミング又は奪った選手が2タッチ以上したタイミングを「Transition-B」、奪ってから相手が2本パスを通したタイミング又は1本目のパスを受けた選手が2タッチ以上したタイミングを「Transition-C」、奪ってから相手がパスを3本以上通したタイミング又は2本目のパスを受けた相手選手が2タッチ以上したタイミングを「Transition-D」とした。

守備局面については、パスの出し手となる選手がパスを出す前のタイミングを「Defense-A」、パスの出し手の選手から受け手の選手に向かってボールが動いているタイミングを「Defense-B」、ボール保持者がパスを受けてボールをコントロールしたタイミングを「Defense-C」、ボール保持者が2タッチ以上したタイミングを「Defense-D」とした。

全ての局面で「A」が最も早いタイミングで「B」、「C」、「D」とタイミングが遅くなるように設定した。これにより加速のタイミングを比較する。

また「Scene A」、「Scene B」についてはHIRの発生した場所を明らかにするため、ピッチを横に6分割(図4)し、HIR&SPTを含む一連の動きの開始位置と終了位置を集計

した。

c) ランニングの比較項目：試合中のランニングについて測定したデータを基に5項目を比較対象とした。(1) TDC に占める HIR、SPT、HIR&SPT の割合、(2) 各ランニングカテゴリの距離を回数で除して、1回あたりの平均距離、(3) HIR&SPT のスピードに達したランニングに加速分と減速分の距離を含めた一連のランニングの平均距離、(4) 合計測定時間を各ランニングカテゴリの回数で除して算出した時間をランニングの頻度として、(5) 場面別の最高スピードの5項目を比較項目に加えた。比較項目の(3)と(5)についてはランニング中に前の1秒より2.5km/h以上の加速が発生した時点から1秒後に2.5km/h以上の減速が発生した時点までの距離とそのランニングの最高スピードを集計し、それぞれの平均を比較に用いた。また(3)と(5)についてはカテゴリ内で攻撃の2場面「Scene A」「Scene B」と「その他の場面 (Scene A と Scene B 以外の場面)」の比較も行なった。距離と回数の比較については被験者の1試合での試合出場時間に差があるため、1試合通じての数値ではなく1試合を前半3つ、後半3つの合計6つのピリオドに分けて数値を集計し、統計処理を行った。ピリオドの時間については「Jリーグレベル」、「大学レベル」は1試合が90分であったため、1ピリオドが15分である。「高校レベル」については測定した試合により試合時間が90分、80分、70分とそれぞれ異なったため、1ピリオドの時間も15分、およそ14分、およそ12分である。

### 第3節 統計処理

カテゴリ間、カテゴリ内での比較については一元配置分散分析を行い、有意差が認められた場合にパラメトリック多重比較検定 Tukey-Kramer 法を行うこととした。結果は全てピリオド毎の平均値±標準偏差で現し、有意水準5%未満とした。

映像を用いたゲーム分析によって集計した発生場面の回数及び加速のタイミングについては、カイ2乗検定により関連性の検定を行った。

検定については統計ソフト「Statcel3」(オーエムエス出版、2011)を使用した。

## 第5章 結果

### 第1節 HIR及びSPTのゲーム分析による結果

#### (1) 各プレーカテゴリーにおけるHIR&SPTの発生場面の割合についての結果

本項では、a)にてプレーカテゴリー毎の分析場面におけるHIR&SPTの発生回数についての割合(図5~図7)を示し、b)にてプレーカテゴリー毎の分析場面におけるHIR及びSPTの発生回数についての割合(図8~図10)を示す。

a) 各プレーカテゴリーにおける分析場面の発生回数についての割合は「Jリーグレベル」で「Scene A」が27%、「Scene B」が5%、「Scene C」が12%、「Scene D」が15%、「Scene E」が11%、「Scene F」が15%、「Scene G」が11%、「その他」が3%であった(図5)。「大学レベル」では「Scene A」が15%、「Scene B」が8%、「Scene C」が8%、「Scene D」が16%、「Scene E」が15%、「Scene F」が16%、「Scene G」が19%、その他が2%であった(図6)。「高校レベル」では「Scene A」が10%、「Scene B」が3%、「Scene C」が14%、「Scene D」が22%、「Scene E」が22%、「Scene F」が9%、「Scene G」が19%、その他が1%であった(図7)。プレーカテゴリーと分析場面の発生回数についての割合に関連がみられた( $P<0.05$ )。

b) 分析場面におけるランニングカテゴリーの発生割合については、「Jリーグレベル」の「Scene A」はHIRが31%、SPTが69%、「Scene B」はHIRが43%、SPTが57%、「Scene C」はHIRが91%、SPTが9%、「Scene D」はHIRが53%、SPTが48%、「Scene E」はHIRが79%、SPTが21%、「Scene F」はHIRが89%、SPTが11%、「Scene G」はHIRが50%であった(図8)。

「大学レベル」の「Scene A」はHIRが49%、SPTが51%、「Scene B」はHIRが71%、SPTが29%、「Scene C」はHIRが81%、SPTが19%、「Scene D」はHIRが67%、SPTが33%、「Scene E」はHIRが87%、SPTが13%、「Scene F」はHIRが74%、SPTが26%、「Scene G」はHIRが67%、33%であった(図9)。

「高校レベル」の「Scene A」はHIRが73%、SPTが27%、「Scene B」はHIRが86%、SPTが14%、「Scene C」はHIRが84%、SPTが16%、「Scene D」はHIRが77%、SPTが23%、「Scene E」はHIRが91%、SPTが9%、「Scene F」はHIRが79%、SPTが21%、「Scene G」はHIRが76%、24%であった(図10)。このことから上位カテゴリーの「Jリーグレベル」は攻撃の場面、特に「Scene A」で多くSPTを行なっていることがわかった。



(2) 各プレーカテゴリーにおける分析場面別の加速のタイミングについての結果

本項では、分析場面において各プレーカテゴリーがどのようなタイミングで加速を行ったかについての結果を示す（図 11～図 17）。

攻撃時に SB 選手が前方の選手を追い越して攻撃に参加する「Scene A」の加速するタイミングでは「Jリーグレベル」は、「Attack-A」が 63%、「Attack-B」が 24%、「Attack-C」が 8%、「Attack-D」が 4%であった。「大学レベル」は「Attack-A」が 48%、「Attack-B」が 34%、「Attack-C」が 18%で「Attack-D」が 0%であった。「高校レベル」は「Attack-A」が 50%、「Attack-B」が 32%、「Attack-C」が 0%、「Attack-D」が 18%であった。「Scene A」での加速タイミングの回数の割合については、プレーカテゴリーによる違いがみられた ( $P<0.05$ ) (図 11)。

攻撃時に SB 選手がボールよりも前方の位置から相手ゴール方向へボールを受けに動く「Scene B」の加速するタイミングでは「Jリーグレベル」は、「Attack-A」が 14%、「Attack-B」が 64%、「Attack-C」が 21%、「Attack-D」が 0%であった。「大学レベル」は「Attack-A」が 29%、「Attack-B」が 59%、「Attack-C」が 9%、「Attack-D」が 0%であった。「高校レベル」は「Attack-A」が 43%、「Attack-B」が 14%、「Attack-C」が 29%、「Attack-D」が 14%であった。「Scene B」での加速タイミングの回数の割合については、有意差が認められなかった ( $P=0.05$ ) (図 12)。

攻撃時に上記の 2 つの場面以外でボールを受けに動く「Scene C」の加速するタイミングでは「Jリーグレベル」は、「Attack-A」が 47%、「Attack-B」が 41%、「Attack-C」が 6%、「Attack-D」が 6%であった。「大学レベル」は「Attack-A」が 61%、「Attack-B」が 19%、「Attack-C」が 17%で、「Attack-D」が 0%であった。「高校レベル」は「Attack-A」が 55%、「Attack-B」が 26%、「Attack-C」が 6%、「Attack-D」が 13%であった。「Scene C」での加速タイミングの回数の割合については、有意差が認められなかった ( $P=0.05$ ) (図 13)。攻撃時の場面の結果については「Scene A」で加速のタイミングがプレーカテゴリーで違っていた。

攻撃から守備の移行の際に攻撃のためにポジションから守備のためのポジションに動く「Scene D」の加速するタイミングでは「Jリーグレベル」は、「Transition-A」が 40%、「Transition-B」が 40%、「Transition-C」が 20%、「Transition-D」が 0%であった。「大学レベル」は「Transition-A」が 50%、「Transition-B」が 27%、「Transition-C」が 19%、「Transition-D」が 4%であった。「高校レベル」は「Transition-A」が 45%、「Transition-B」

が 32%、「Transition-C」が 19%、「Transition-D」が 4%であった。「Scene D」での加速タイミングの回数の割合については、有意な違いは認められなかった（図 14）。

守備時に相手ボール保持者へのアプローチに動く「Scene E」の加速するタイミングでは「J リーグレベル」は「Defense-A」が 34%、「Defense-B」が 55%、「Defense-C」が 3%、「Defense-D」が 7%であった。「大学レベル」は「Defense-A」が 21%、「Defense-B」が 64%、「Defense-C」が 3%、「Defense-D」が 12%であった。「高校レベル」は「Defense-A」が 40%、「Defense-B」が 43%、「Defense-C」が 3%、「Defense-D」が 17%であった。「Scene E」での加速タイミングの回数の割合については、有意な違いは認められなかった（図 15）。

守備時にボールよりも後方の位置を保つため自陣に後退する場面「Scene F」の加速するタイミングでは「J リーグレベル」は「Defense-A」が 26%、「Defense-B」が 55%、「Defense-C」が 13%、「Defense-D」が 5%であった。「大学レベル」は「Defense-A」が 31%、「Defense-B」が 34%、「Defense-C」が 15%、「Defense-D」が 21%であった。「高校レベル」は「Defense-A」が 21%、「Defense-B」が 47%、「Defense-C」が 21%、「Defense-D」が 11%であった。「Scene F」での加速タイミングの回数の割合については、有意な違いは認められなかった（図 16）。

SB の背後にボールが出た後に後退して守備体勢を整える「Scene G」の加速するタイミングでは「J リーグレベル」は「Defense-A」が 4%、「Defense-B」が 79%、「Defense-C」が 7%、「Defense-D」が 11%であった。「大学レベル」は「Defense-A」が 1%、「Defense-B」が 72%、「Defense-C」が 11%、「Defense-D」が 16%であった。「高校レベル」は「Defense-A」が 5%、「Defense-B」が 63%、「Defense-C」が 20%、「Defense-D」が 12%であった。「Scene G」での加速タイミングの回数の割合については、有意な違いは認められなかった（図 17）。

守備の場面においては、多くが自分のマークにパスが渡る前、もしくはパスが渡ってコントロールしたタイミングで加速している。この傾向はどのプレーカテゴリーも同様であった。

### (3) 「Scene A」及び「Scene B」における HIR&SPT の発生位置についての結果

本項では、サッカーのフィールドを 6 つに区切ってそれぞれに 1~6 の番号を付し、ランニングの加速が開始した位置と減速によりランニングが終了した位置を集計し、それぞれについて頻度分布を基に平均の開始位置とランニング終了位置を算出した結果を示す。

本項での分析場面は攻撃局面の「Scene A」と「Scene B」とした。サッカーフィールド

の区切りについては図 2 に示した。

「Scene A」については、「J リーグレベル」の平均の加速開始位置は 3.5、平均のランニング終了位置は 5.3 であった。「大学レベル」の平均の加速開始位置は 3.1、平均のランニング終了位置は 5.2 であった。「高校レベル」の平均の加速開始位置は 2.7、平均のランニング終了位置は 4.9 であった。「Scene A」の平均の加速開始位置については「J リーグレベル」と「高校レベル」の間に有意差が認められた ( $P < 0.05$ )。平均のランニング終了位置についてはカテゴリ間での有意差は認められなかった (図 18)。

「Scene B」については「J リーグレベル」の平均の加速開始位置は 3.2、平均のランニング終了位置は 5.3 であった。「大学レベル」の平均の加速開始位置 3.7 は、平均のランニング終了位置は 5.1 であった。「高校レベル」の平均の加速開始位置は 3.9、平均のランニング終了位置は 5.0 であった。「Scene B」の発生ゾーンでは開始、終了ともにカテゴリ間での有意差は認められなかった。

## 第 2 節 HIR&SPT の測定結果

### (1) HIR&SPT の距離

本項では、a) にて TDC に占めるランニングカテゴリの距離の割合 (図 19) について、b) にて各ランニングカテゴリの走行距離をそれぞれの発生回数で除して算出した 1 本あたりの距離 (図 20) について、c) にて加速と減速の距離を含む各ランニングカテゴリの距離 (図 21～図 25) について示す。c) については、プレーカテゴリによる平均距離の比較に次いで、プレーカテゴリ毎に分析場面別の比較についての結果を示した。

a) TDC に占める HIR&SPT の割合は「J リーグレベル」が  $9 \pm 3\%$ 、「大学レベル」が  $8 \pm 2\%$ 、「高校レベル」が  $7\% \pm 2\%$  で、「J リーグレベル」が「高校レベル」よりも有意差に高い数値であった ( $P < 0.01$ )。TDC に占める HIR の割合は「J リーグレベル」が  $5 \pm 1\%$ 、「大学レベル」が  $6 \pm 2\%$ 、「高校レベル」が  $5\% \pm 2\%$  で、カテゴリ間に有意差は認められなかった。TDC に占める SPT の割合は「J リーグレベル」が  $4 \pm 2\%$ 、「大学レベル」が  $3 \pm 2\%$ 、「高校レベル」が  $2\% \pm 1\%$  で、「J リーグレベル」は「大学レベル」と「高校レベル」の両カテゴリよりも有意に高い数値であった ( $P < 0.01$ ) (図 19)。このことから上位カテゴリの「J リーグレベル」は総走行距離のうち、高い割合で SPT を行なっていることがわかった。

b) 各ランニングカテゴリの 1 本あたりの距離については、HIR&SPT で「J リーグ

レベル」が  $16\pm 5\text{m}$ 、「大学レベル」が  $14\pm 5$ 、「高校レベル」が  $11\pm 3\text{m}$  で「Jリーグレベル」が他のカテゴリーより有意に距離が長かった (vs.大学  $P<0.05$ 、vs.高校  $P<0.01$ )。HIR では「Jリーグレベル」が  $16\pm 11\text{m}$ 、「大学レベル」が  $15\pm 7$ 、「高校レベル」が  $11\pm 4\text{m}$  で「Jリーグレベル」が「高校レベル」よりも有意に距離が長かった ( $P<0.05$ )。SPT では「Jリーグレベル」が  $23\pm 17\text{m}$ 、「大学レベル」が  $14\pm 7$ 、「高校レベル」が  $14\pm 7\text{m}$  で「Jリーグレベル」が他のカテゴリーより有意に距離が長かった ( $P<0.05$ ) (図 20)。

c) HIR&SPT のスピードに達したランニングに加速分と減速分を含めた一連のランニングの平均距離は、「Jリーグレベル」が HIR&SPT で  $30\pm 13\text{m}$ 、HIR で  $24\pm 10\text{m}$ 、SPT で  $38\pm 13\text{m}$  であった。「大学レベル」が HIR&SPT で  $29\pm 14\text{m}$ 、HIR で  $26\pm 11\text{m}$ 、SPT で  $37\pm 15\text{m}$  であった。「高校レベル」が HIR&SPT で  $28\pm 11\text{m}$ 、HIR で  $26\pm 10\text{m}$ 、SPT で  $38\pm 11\text{m}$  であった。この平均距離についてはプレーカテゴリーによる有意差は認められなかった (図 21)。また「Scene A」、「Scene B」の場面に限ってこの平均距離を比較しても、プレーカテゴリー間での有意差は認められなかった。全体の SPT の距離では上位カテゴリーの「Jリーグレベル」が他のカテゴリーに比べて有意に高かった ( $P<0.05$ ) が、ここでの SPT には有意差が認められなかった。このことから、加速と減速を含めた一連のランニングの中で、SPT のスピードで走った距離に違いがある可能性が示された (図 22)。

HIR&SPT のスピードに達したランニングに加速分と減速分の距離を含めた一連のランニングの平均距離について、プレーカテゴリー内における攻撃時の 2 場面「Scene A」、「Scene B」と「その他の場面」を比較した結果は次の通りである。「Jリーグレベル」は「Scene A」が  $30\pm 15\text{m}$ 、「Scene B」が  $30\pm 14\text{m}$ 、「その他の場面」が  $28\pm 12\text{m}$  で、「Scene A」が「その他の場面」よりも有意に高い数値であった ( $P<0.01$ ) (図 23)。「大学レベル」は「Scene A」が  $35\pm 18\text{m}$ 、「Scene B」が  $26\pm 10\text{m}$ 、「その他の場面」が  $28\pm 13\text{m}$  で、「Scene A」が「Scene B」( $P<0.01$ ) と「その他の場面」( $P<0.05$ ) よりも有意に高い数値であった (図 24)。「高校レベル」は「Scene A」が  $32\pm 14\text{m}$ 、「Scene B」が  $26\pm 13\text{m}$ 、「その他の場面」が  $28\pm 11\text{m}$  で、場面による有意差は認められなかった (図 25)。「Jリーグレベル」と「大学レベル」は「Scene A」で HIR&SPT のスピードに達したランニングに加速分と減速分の距離を含めた一連のランニングの 1 回あたりの距離が長かった。

## (2) HIR&SPT の回数

本項では、各ランニングカテゴリーの発生頻度を 45 分間での発生回数で示した (表 5)。

全場面での HIR&SPT の発生頻度については「J リーグレベル」が 32.6 回、「大学レベル」が 33.3 回、「高校レベル」が 32.9 回であった。HIR の発生頻度については「J リーグレベル」が 45 分に 19.3 回、「大学レベル」が 23.4 回、「高校レベル」が 26.4 回であった。SPT では「J リーグレベル」が 13.4 回、「大学レベル」が 9.9 回、「高校レベル」6.4 回であった。HIR については下位カテゴリーの「高校レベル」が最も頻度が高く、SPT については上位カテゴリーの「J リーグレベル」が最も頻度が高かった。

また攻撃局面において 45 分間での各ランニングカテゴリーの発生頻度は以下の通りである。

「Scene A」において、45 分間に HIR&SPT が発生した頻度は「J リーグレベル」は 8.9 回、「大学レベル」は 5.2 回、「高校レベル」は 3.1 回であった。また「Scene A」において SPT が 45 分間に発生した頻度については「J リーグレベル」は 6.1 回、「大学レベル」は 2.6、「高校レベル」は 0.9 回であった。

「Scene B」において、45 分間に HIR&SPT が発生した頻度は「J リーグレベル」は 1.8 回、「大学レベル」は 2.6 回、「高校レベル」は 1.0 回であった。「Scene B」において、45 分間に SPT が発生した頻度については「J リーグレベル」は 1.0 回、「大学レベル」は 0.8 回、「高校レベル」は 0.1 回であった。どのカテゴリーにおいても「Scene B」よりも「Scene A」が頻繁に発生していた。また「J リーグレベル」の「Scene A」で SPT が最も頻繁に発生していた。

### (3) HIR&SPT の最高スピード

本項では試合中のランニングにおける最高スピードに関する結果を示す(図 26)。a) にて分析場面毎の最高スピードをプレーカテゴリー間での比較した結果について、b) にてプレーカテゴリー内における場面別での最高スピードの比較結果を示した。

a) 試合中のランニングにおける最高速度についての結果は次の通りである。全ての場面での最高スピードは「J リーグレベル」が  $23.9 \pm 3.4 \text{ km/h}$ 、「大学レベル」が  $23.1 \pm 2.7 \text{ km/h}$ 、「高校レベル」が  $22.4 \pm 2.3 \text{ km/h}$  であった。「J リーグレベル」が「大学レベル」、「高校レベル」よりも有意に高い数値であった ( $P < 0.01$ )。また「大学レベル」は「高校レベル」よりも有意に高い数値であった ( $P < 0.01$ )。「Scene A」の最高スピードは「J リーグレベル」が  $25.8 \pm 3.3 \text{ km/h}$ 、「大学レベル」が  $24.9 \pm 3.2 \text{ km/h}$ 、「高校レベル」が  $23.4 \pm 2.3 \text{ km/h}$  であった。「J リーグレベル」は「高校レベル」よりも有意に高い数値で

あった ( $P<0.01$ ) が「大学レベル」との間に有意差は認められなかった。「Scene B」の最高スピードは「J リーグレベル」が  $25.9\pm 3.9\text{km/h}$ 、「大学レベル」が  $23.0\pm 2.1\text{km/h}$ 、「高校レベル」が  $21.8\pm 2.8\text{km/h}$  であった。「J リーグレベル」が「大学レベル」と「高校レベル」よりも有意に高い数値であった ( $P<0.01$ )。「その他の場面」の最高スピードは「J リーグレベル」が  $23.0\pm 3.0\text{km/h}$ 、「大学レベル」が  $22.7\pm 2.5\text{km/h}$ 、「高校レベル」が  $22.3\pm 2.3\text{km/h}$  で「J リーグレベル」が「高校レベル」よりも有意に高い数値であった ( $P<0.05$ )。攻撃時の 2 場面については、プレーレベルが高いほど、最高スピードが速かった。

b) 各プレーカテゴリー内における攻撃時の 2 場面「Scene A」、「Scene B」とその他の場面を比較した結果は次の通りである。「J リーグレベル」では「Scene A」が  $25.8\pm 3.3\text{km/h}$ 、「Scene B」が  $25.9\pm 3.9\text{km/h}$ 、「その他の場面」が  $23.0\pm 3.0\text{km/h}$  であった。「Scene A」と「Scene B」が「その他の場面」よりも有意に高い数値であった ( $P<0.01$ )。「大学レベル」では「Scene A」が  $24.9\pm 3.2\text{km/h}$ 、「Scene B」が  $23.0\pm 2.1\text{km/h}$ 、「その他の場面」が  $22.7\pm 2.5\text{km/h}$  であった。「Scene A」が「Scene B」と「その他の場面」よりも有意に高い数値だった ( $P<0.01$ )。「高校レベル」では「Scene A」が  $23.4\pm 2.3\text{km/h}$ 、「Scene B」が  $21.8\pm 2.8\text{km/h}$ 、「その他の場面」が  $22.3\pm 2.3\text{km/h}$  であった。「高校レベル」では有意差が認められなかった。プレーレベルが高いほど、攻撃時の場面で速いスピードで走っていることがわかった。

## 第6章 考察

### 第1節 試合中における走行距離の測定方法と結果に対する考察

#### (1) ゲーム分析の結果についての考察

ゲーム分析の結果から、攻撃の場面においてはどのカテゴリーも「Scene A」が多く行われていた（Jリーグレベル 27%、大学レベル 15%、高校レベル 10%）。これはSBが後方から、味方SMFが中央に移動してことで形成された前方のスペースを利用して攻撃に参加するという、現在のサッカーの戦術的傾向で求められている動きであり<sup>9)18)19)36)</sup>、世界的な戦術の傾向が日本の各プレーレベルにも見られることが示された。また場面別のランニングカテゴリーについては、SPTにおいてプレーレベルによる差が見られ、「Jリーグレベル」の「Scene A」において高い割合でSPTが行われていた。試合中のランニング距離についても「Jリーグレベル」は総走行距離に対してSPTの割合が「大学レベル」、「高校レベル」よりも有意に高い数値であった（ $P<0.01$ ）ことやSPTの1本あたりの平均距離で「Jリーグレベル」が「大学レベル」、「高校レベル」よりも有意に高い数値であった（ $P<0.05$ ）ことからプレーレベルが高いほど多くのSPTが行なわれている可能性が示された。このことから近年の戦術の傾向でSBに求められる動き<sup>9)18)19)36)</sup>については、プレーレベルが高いほど、HIRの中でもより速いスピードでのランニングが求められる可能性が示唆された。一方で、最高スピードがSPTのスピードに達したランニングに加速・減速分の距離を含めた一連のランニングの平均距離ではプレーカテゴリーによる有意差は認められなかったことから、SPTのスピードに達するまでのランニングにプレーレベルでの差がある可能性があり、ランニングの加速タイミングや加速開始位置、発生頻度を分析することは、その差を検討するために有意義であると考えられる。加速タイミングについては、「Scene A」では全てのプレーカテゴリーで、パスなどにより味方選手へボールが動いているタイミング、もしくはパスを受けた味方選手がボールをコントロールしたタイミングで加速をしていたが「Jリーグレベル」ではボールが動いている間に加速している割合が高かった。また「Scene A」の加速開始位置は「Jリーグレベル」が「高校レベル」よりも高い位置（相手ゴールに近い位置）（ $P<0.05$ ）で開始していた。このことから「Jリーグレベル」は「Scene A」において、味方選手のプレーを見ながら、その後の展開を予測し、ポジションを相手ゴールに近い位置に移動しながら前方の味方選手（主に同サイドのSMFもしくはFW）に向かってボールが動いている間に加速している可能性が示された。このSPTを行なうための準備が、近年の戦術の傾向により攻撃時に多く求められている動きの中で、SPTを増

やすために重要である可能性が示唆された。実際に「Jリーグレベル」の「Scene A」における SPT の発生頻度が最も高かった。攻撃の回数や頻度は対戦相手のレベルと自チームのレベル差や試合展開によって影響を受ける<sup>11)20)29)</sup>ものの、近年の戦術の傾向から SB が求められる動きとしてみた場合、対戦相手のレベルに関係なく、その動きを多く行なっている SB は高く評価をされると考えられる。以上のことから、近年の戦術の傾向で攻撃時において SB に求められる動きを多く行なうために SB 選手個人の戦術に基づく予測や判断といった技能が必要となる可能性が示唆された。加えて「Scene A」でのランニングの最高スピードについては「Jリーグレベル」が「高校レベル」よりも有意に高かった ( $P < 0.01$ ) ことから、SB に求められる動きを SPT で多く行なうことためには、ランニングスピードといった体力的な能力も必要であると考ええる。「Jリーグレベル」は攻撃時の 2 場面である「Scene A」と「Scene B」のそれぞれが、その他の場面よりも有意に速いスピードであり ( $P < 0.01$ )、「大学レベル」でも「Scene A」が他の場面よりも有意に速いスピードであった ( $P < 0.01$ ) ことからプレーレベルが高くなるほど、攻撃時のスピードが必要となる可能性も示唆された。「高校レベル」でも最高スピードが「Jリーグ」、「大学レベル」の最高スピードの平均を超えているケースもあったため、「高校レベル」の選手が「大学レベル」や「Jリーグレベル」の上位カテゴリーを目指す場合、早いタイミングで加速を開始し、いち早く最高スピードに達することやランニングスピード自体を向上させる必要があると言えよう。

SPT の距離がプレーポジションの影響を受けることはこれまでの先行研究で明らかになっている<sup>59)11)</sup>が、本件研究では SB という特定のポジションにおいて、プレーカテゴリーによっても SPT の距離に違いが見られた。これに加え、本研究では近年の戦術の傾向により攻撃時において SB に求められる動きのなかで SPT を増やすための有益な情報を得ることができたと考える。この情報はコーチが試合中の指示やトレーニングでのコーチングの大きな助けになるであろう。

守備の場面での加速タイミングについては、どのプレーカテゴリーも相手選手がパスを出す直前のタイミングやパスなどにより相手選手に向かってボールが動いているタイミングで加速しており、同様の傾向であった。これは SB というポジションに限らず、ボールを奪う、ゴールを守るといったサッカーの原則から考えると予想可能な結果であり、守備時の HIR の加速タイミングについてはプレーレベルに影響されない可能性があることを示した。しかし、守備時の HIR の走行距離についてはチームの成績が低いほど、多くなる



ことが先行研究から報告されている<sup>11)20)</sup>。これは守備が主に相手の攻撃への対応として受動的に行われており、攻撃の場面以上に相手チームの戦術や試合展開、得点経過の影響を受け易い<sup>20)</sup>ことが起因していると考えられる。また、近年の戦術の傾向としてHIR&SPTを増加させる要因となっているのは攻撃時の動きである<sup>9)18)19)36)</sup>ため、守備時のHIR&SPTについては加速タイミングの傾向のみの分析に留めたが、それによるプレーレベルによる違いを見出すまでに至らなかった。

## (2) ゲーム分析の方法についての考察

本研究の測定におけるHIRの速度については先行研究<sup>29)19)</sup>を参考に19.8km/h以上のランニングと定義した。先行研究によってはHIRの速度を14~15km/hの間で設定するもの<sup>5)6)26)</sup>をみられたが、体力面での差が現れ易いように高めに設定した。SPTの速度は24km/hとした。これは先行研究<sup>9)14)22)</sup>に比べると低い値であるが、より多くの場面を抽出するために先行研究よりやや低めに設定した。参考として、Jリーグで2015年シーズンから導入されたマルチカメラを用いたトラッキングシステム(Tracab、アメリカ)により測定された走行距離の速度区分では24km/h以上のランニングをスプリントと定義しており、試合毎に集計した数値をJリーグの公式ホームページ上で公開している。測定のシステムが違うため、単純な比較は避けなければいけない<sup>8)22)</sup>が、本研究のSPTの数値とJリーグが発表しているスプリントの数値は参考程度の比較は可能であると考えられる。

試合中の走行距離の測定については、測定技術の違いにより数値が異なることが報告されている<sup>8)22)</sup>が、本研究においては測定で使用した機器はどのプレーカテゴリーも同一であるため、本研究で測定したデータでの比較については問題がないと考える。

攻撃時の分析場面については、先行研究で示された近年の戦術の傾向として攻撃時にSBが求められている動き<sup>9)18)19)36)</sup>を参考にSBとボールとの関係で2つに分類した。SBがボールの後方からのスタートする場合、守備時のポジションと同様の位置であるため、ボールを保持して攻撃するポゼッションスタイルのチームでも、守備を固めて相手ボールを奪ってから一気に攻めきるカウンタースタイルのチームの両方にみられることが考えられる。しかし、SBがボールよりも高い位置(相手ゴールに近い位置)からスタートする場合、SBがあらかじめボールよりも高い位置ポジションに移動するための時間が必要となるため、チームがボールを保持してその時間を作らなければならないため、チームがポゼッションスタイルを採用しているかに影響される。よって、同じ攻撃局面でも戦術的要素とし

て異なるものと判断し、SB とボールの位置の関係で分類をした。本研究で対象とした 9 名の選手が所属するチームはゲーム分析において、全てポゼッションを志向しているようにみえたため、どちらの場面も多くみられた。その中でもプレーカテゴリーによる加速タイミングやスピード、発生場所に違いがみられたことは非常に有意義であると考ええる。

### (3) 本研究における限界と課題

本研究の結果は、2006 年 FIFA ワールドカップドイツ大会以降、世界的にみられる戦術の傾向<sup>18)19)</sup>において SB に求められる動き<sup>9)18)19)36)</sup>についての結果である。そのため、この戦術の傾向が変化した場合、新たな傾向に合わせた検証が必要となる。しかし、本研究の分析方法はどのような傾向になったとしても、対応が可能であると考ええる。本研究の方法の利点としては VX SPORT™ で測定したランニングデータを GAME BRAKER Plus に取り込むだけで、映試合中の移動スピードが映像と合わせて確認できる点にあり、本研究のように SB という特定のポジションにおいて分析だけでなく、他のポジションにも応用可能である。さらに複数のポジション間でのコンビネーションの分析にも応用できると考える。

本研究の測定については、時季や天候などの環境を考慮していないが、先行研究において時季や天候による走行距離の変動についての言及はない<sup>20)21)</sup>上、本研究の分析対象は戦術を考慮した特定の場面のランニングに限定しているため、この点の影響は受けないと考える。さらに試合時間の経過とともに、HIR は減少することが先行研究から明らかになっている<sup>5)6)</sup>が、本研究では試合時間の経過を考慮していないため、高強度パフォーマンスの持続性という SB の体力的な側面での評価は難しいと考える。しかし、先述したように、本研究では近年の戦術の傾向として求められている動きでの HIR を個別に分析対象にしているため、試合を通しての疲労による HIR の減少という体力的側面での検証は行っていないが、本研究の結果は戦術的な側面で十分に評価が可能であると考ええる。また本研究で分析した試合は全て練習試合である。しかしながら、プレシーズンもしくはシーズン中の練習試合であり、公式戦に向けて戦術の確認を行なうなど、公式戦に準ずるデータであると考えている。またサンプル数としては、それぞれのプレーカテゴリー全体の傾向として示すことは難しいかもしれないが、対象選手の中には日本代表候補に選出された選手や年代別日本代表候補に選出された選手を含む貴重なデータであると言える。そのため、そのカテゴリーのレベルの比較としては有益であると考ええる。

## 第7章 結論

SB選手の試合中の走行距離ではプレーレベルが高いほどSPTの割合が高く、その多くは攻撃時の場面で多かった。さらにプレーカテゴリーが高いほど、攻撃時の最高スピードが高い。特にSBの攻撃参加で求められている場面としてSB選手がボールよりも後方の位置からスタートし、前方にいる味方選手を追い越してボールを受けに動いた場面で上位カテゴリー「Jリーグレベル」が他のカテゴリーよりもSPTの割合と最高スピードが高かった。SPTの割合の高さの要因は加速のタイミングの違いにある可能性がある。同場面での「Jリーグレベル」の加速のタイミングは他のカテゴリーよりも早かった。「Jリーグレベル」はチームがパスなどでボールを展開する間に、より相手ゴールに近い位置に移動し、前方にいるSMFにパスが向かっているタイミング、若しくはSMFがスペースを空けたタイミングで加速し、トップスピードでボールを受けている。「大学レベル」、「高校レベル」の選手が上位カテゴリーを目指す場合、HIR&SPTの準備としてポジションを移動し、味方選手にボールが動いているタイミングで加速し、トップスピードでボールを受ける判断が求められる可能性がある。また、加速タイミングに加え、ランニングの最高スピードといった体力的能力を向上させることも必要なるであろう。体力的側面の指標となるHIR&SPT<sup>(427)(82)(37)</sup>を増やすためには最高スピードといった体力的能力の加え、SB選手個人の戦術的な判断が必要であると言えよう。それらを向上させることで日本人サッカー選手の長所と言われる高強度パフォーマンス<sup>(40)(41)</sup>や今後長所になり得るとされているスプリントパフォーマンス<sup>(88)</sup>を最大限に発揮できると考えている。

引用・参考文献

- 1) Abade E.A., Goncalves B.V., Leite N.M. & Sampaio J.E. (2014). Time-motion and physiological profile of football training sessions performance by under-15, under-17, and under-19 Elite Portuguese players. *International journal of sports physiology and performance*. 9, 463-470.
- 2) Barnes C., Archer D.T., Bush M. & Bradley P.S. (2014). The evolution of physical and technical performance parameters in the English Premier League. *Int J Sports Med*. 35, 1095-1100.
- 3) Bangsbo J. (2003). Fitness training in soccer. Data reproductions
- 4) Bangsbo J. (1994). Physiology of soccer: with special reference to intense exercise. *Acta Physiol Scand*. 15 Suppl 619, 1-156.
- 5) Bradley P.S., Sheldon W., Wooster B., Olsen P., Boanas P. & Krustrup P. (2009). Hi-intensity running in English FA Premier League soccer matches. *J Sports Sci*. 27 (2), 159-168.
- 6) Bradley P.S., Mascio M.D., Peart D., Olesen P. & Sheldon B. (2010). High-intensity activity profiles of elite soccer player at different performance levels. *Journal Strength and Conditioning Research*. 24(9), 2343-2351.
- 7) Brocherie F., Morikawa T., Hayakawa N. & Yasumatsu M. (2003). Pre-season anaerobic performance of elite Japanese soccer players. *Science and Football*. V, 145-154.
- 8) Buchheit M., Poon T.K., Allen A., Modonutti, M., Gregson W. & Di salvo V. (2014). Integrating different tracking systems in football: multiple camera semi-automatic system, local position measurement and GPS technologies. *Journal of Sports Science*. 32 (20), 1844-1857.
- 9) Bush M., Barnes C., Archer D.T., Hogg B. & Bradley P.S. (2014). Evolution of match performance parameters for various playing positions in the English Premier League. *humov*. 39, 1-11.
- 10) Cotte T. & Chatard J.C. (2011). Isokinetic strength and sprint times in English premier league football players. *Biol. Sport*. 28(2), 89-94.
- 11) Di Salvo V., Gregson W., Atkinson G., Tordoff P. & Drust B. (2009). Analysis of

- high intensity activity in Premier League soccer. *Int Sports Med.* 30, 205-212.
- 12) Di Salvo V., Pigozzi F., Gonzalez-Haro C., Laughlin M.S. & DeWitt J.K. (2013). Match performance comparison in top English Soccer League. *Int Sports Med.* 34, 526-532.
  - 13) Di Salvo V., baron R., Tschann H., Calderon Montero F.J., N. Bachl N. & Pigozzi P. (2006). Performance Characteristics according to playing position in elite soccer. *Int J Sports Med.* 28, 222-227.
  - 14) Di Salvo V., Baron R., Gonzales-haro C., Gormasz C., Pigozzi F. & Bachl N. (2010). sprinting analysis of elite soccer players during European Champions League and UEFA Cup matches. *J Sports Sci.* 28 (14), 1489-1494.
  - 15) Ekblom B. (1986). Applied physiology of soccer. *Sports Med.* Jan-Feb; 3(1), 50-60.
  - 16) Haugen T.A., Tonnessen E., Hisdal J. & Seiler S. (2013). The role and development of sprinting speed in soccer. *International journal of sports physiology and performance.* 9, 432-441.
  - 17) 星川佳広 (2002). サッカーの生理学的特性と一流選手の体力. *体育の科学*. Vol52 No.5, 355-366.
  - 18) 公益財団法人日本サッカー協会技術委員会 (2010). 2010 FIFA ワールドカップ 南アフリカ JFA テクニカルレポート. 東京, 日本サッカー協会.
  - 19) 公益財団法人日本サッカー協会技術委員会 (2015). 2014 FIFA ワールドカップ ブラジル JFA テクニカルレポート. 東京, 日本サッカー協会.
  - 20) Lago C., Casais L., Dominguez E. & Sampaio J. (2010). The effects of situational variable on distance covered at various speeds in elite soccer. *European journal of sport science.* 10(2), 103-109.
  - 21) Lago J., Lago C. & Rey E. (2012). The effect of playing tactics and situational variable on achieving score-box possession in a professional soccer team. *Journal of Sports Sciences.* 30(14), 1455-1461.
  - 22) Mallo J., Mena E., Nevado F. & Paredes V. (2015). Physical demands of Top-Class soccer friendly matches in relation to playing position using global positioning system technology. *Journal of human kinetics.* 47, 179-188.

- 23) Marcello F.L., Rampinini E. & Bangsbo J. (2009). High-intensity Training football. *International journal of sports physiology and performance*. 4, 291-306.
- 24) 宮城修, 大橋二郎, 瀧剛志 (2004). サッカーの移動スピードかと距離からみたポジション間の比較. *日本体育学研究*. 528.
- 25) 宮森隆幸, 吉村雅文, 綾部誠也, 宮原祐徹, 青葉幸洋, 鈴木茂雄 (2008). 大学サッカー選手のポジション別体力特性に関する研究. *理学療法科学*. 23, 189-195.
- 26) Moura F.A., Santana J.E., Vieira N.A., Paulo Roberto Pereira Santiago, Cunha S.A. (2015) Analysis of soccer player positional variability during the 2012 UEFA European Championship: A case study. *Journal of human kinetics*. 47, 225-236.
- 27) Mohr M., Krstrup P. & Bangsbo J. (2003). Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *Journal of sports science*. 21, 519-528.
- 28) 向本敬洋, 伊藤雅充, 河野徳良, 野村一路, 西条修光 (2014). GPS 機器を利用した大学男子サッカー選手における各ポジションの Time-motion 分析. *コーチング学研究*. Vol.27 No.2, 215-223.
- 29) Rampinini E., Franco M.L., Castagna C., Coutts A.J. & Wisloff U. (2009). Technical performance during soccer matches of the Italian Serie A league: Effect of fatigue and competitive level. *Journal of science and medicine in sport*. 12, 227-233.
- 30) 大江淳吾, 上田毅 (2014). サッカーにおけるゲームパフォーマンスの数量的分析. *コーチング学研究*. Vol.27 No.2, 231-237.
- 31) Sarmiento H., Marcelino R., Anguera M.T., Campanico J., Matos N. & Leita J.C. (2014). Match analysis in football: a systematic review. *J Sports Sci*. 32(20), 1831-1843.
- 32) Stolen T., Chamari K., Castagna C. & Wisloff U. (2005). Physiology of soccer: an update. *Sport Med*. 35(6), 501-536.
- 33) Suzuki K & Nishijima T. (2007). Sensitivity of the soccer defending skill scale: A comparison between teams. *European Journal of Sports Science*. 7(1), 35-45.

- 34) 鈴木宏哉 & 西嶋尚彦. (2002). サッカーゲームにおける攻撃技能の因果構造. 体育学研究. 47, 547-567.
- 35) 鈴木宏哉 (2010). サッカーにおけるゲームパフォーマンスの分析. フットボールの科学. Vol.5 No.1, 50-61.
- 36) Tipping J. (2007). The 4-5-1 system. Soccer Journal (April) 40-45
- 37) 戸苅春彦 (1979). 一流サッカー選手の体力について. 東京大学教養学部体育紀要. 13, 33-42.
- 38) 戸苅春彦 (1984). 日本代表及び日本リーグ選手の体力について. 第4回サッカー医化学研究会報告書. 131-136.
- 39) 津越智雄 (2013). 日本サッカーの方向性 フィジカルコーチの立場から. フットボールの科学. Vol.8 No.1, 21-26.
- 40) 安松幹展 (2012). 日本代表チームにおけるゲーム中のフィジカルパフォーマンス. フットボールの科学. Vol.7 No.1, 2-7.
- 41) 安松幹展 & 広瀬統一 (2010). フィジカルチェック結果からみた日本人選手の特徴. トレーニング科学. 22(4), 307-312.
- 42) 山田庸, 鈴木宏哉 & 西嶋尚彦 (2000). サッカーゲームにおけるディフェンスプレッシング技能の因果構造分析. 日本体育学会大会号. (51), 340.
- 43) 吉川拓生, 鷲谷浩輔, 小柳竜太 & Roland N. (2013). ラグビーコーチングにおける GPS の活用と可能性. コーチング学研究. Vol.26 No.2, 187-196.

## Abstract

Recently the high-Intensity Running (HIR, running more than 19.8km/h) of Side Back player is observed frequently under the influence of a tactical trend in soccer game. As the roles of the attack by the side back becomes important, for the HIR of the side back, not only "the quantity" but also "the quality" is required.

The purpose of this study was to clarify the difference between the play levels in teams of the movement during game. The HIR of Japanese Side Back player was measured from the standpoint of a tendency of the recent tactics using game analysis technique.

This study used GPS tracking system (VX SPORT™ New Zealand, 4Hz) about the measurement of HIR during the game and used game analysis software (GAME BREAKER Plus, SPORTS TEC company, Australia) about the game analysis.

The result of this study observed the difference at the play levels were greatly seen by a Sprint (SPT, running more than 24km/h).

"J League level" was  $4\pm 2\%$  in the ratio of a sprint among the total distance covered (TDC) and was significantly higher than  $3\pm 2\%$  of "University level",  $2\pm 1\%$  of "High school level" ( $P < 0.01$ ). In addition, "J League level" performed a lot of SPT by an attack situation. Furthermore, "J League level" accelerated earlier than "University level" and "High school level" in the timing of the acceleration. The possibility that a judgment to accelerate in consideration of the development of the game in an early timing was demanded was suggested to perform a lot of HIR that is required as a tactical trend.

In conclusion, a judgment to accelerate in an early timing is necessary to perform a lot of HIR required as a tactical trend. For example, it is important Side Back player accelerates while a ball moves by a pass. In addition, it becomes necessary to run at faster speed. It is important that Side Back player perform everyday training while being conscious of this.



## 謝辞

本論文作成にあたり、指導教員である吉村雅文教授には、多大なるご指導をいただきましたことを心より深く御礼申し上げます。また、貴重なアドバイスをいただいた井口祐貴さんにも深く感謝申し上げます。

論文審査ならびにご指導いただきました中村充准教授、廣津信義教授に、厚く御礼申し上げます。

本研究にあたり、測定にご協力いただいた選手、チーム関係者の皆様に心から感謝の意を表します。

図・表一覧

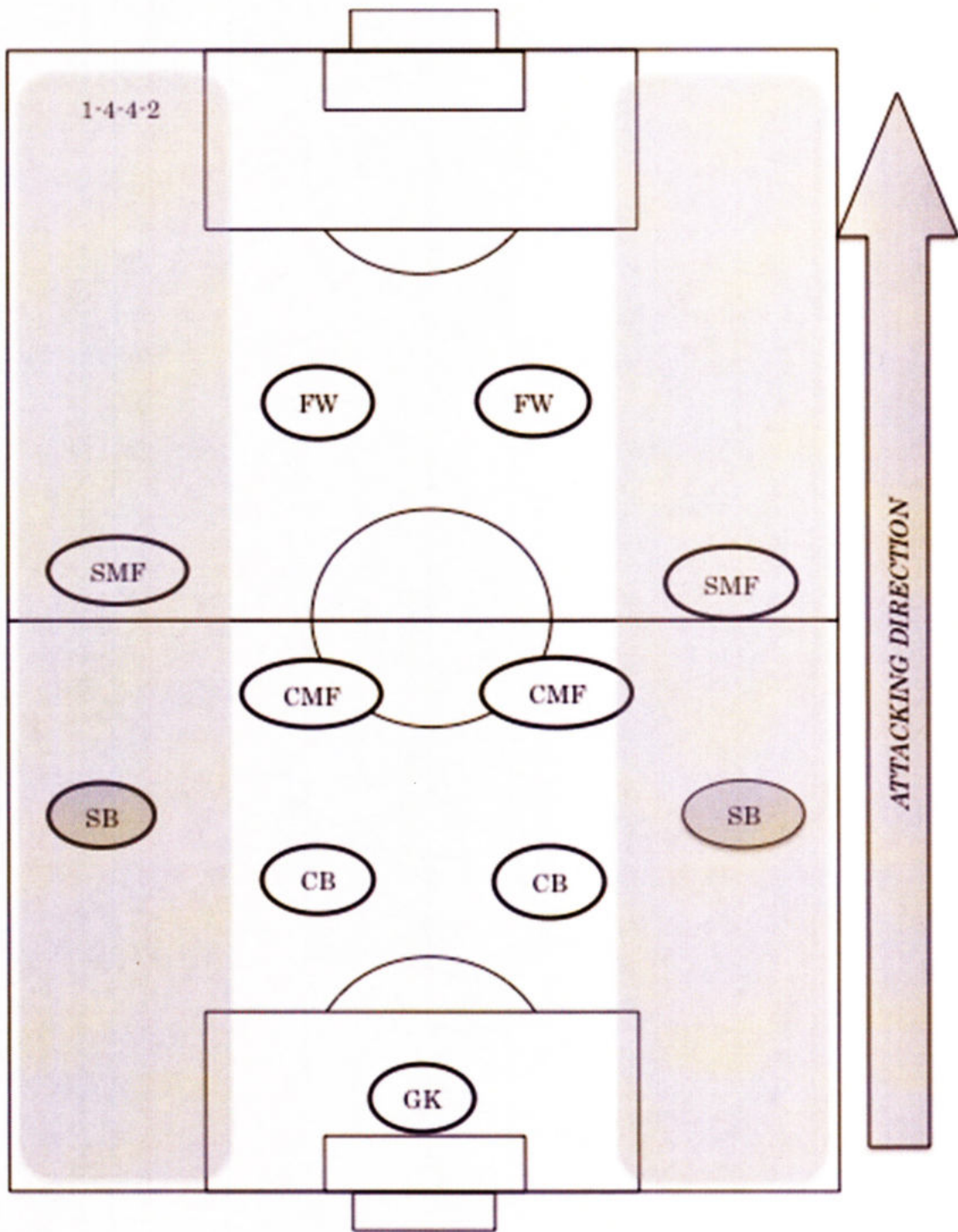


図1 サイドバックの位置と主なプレーゾーン

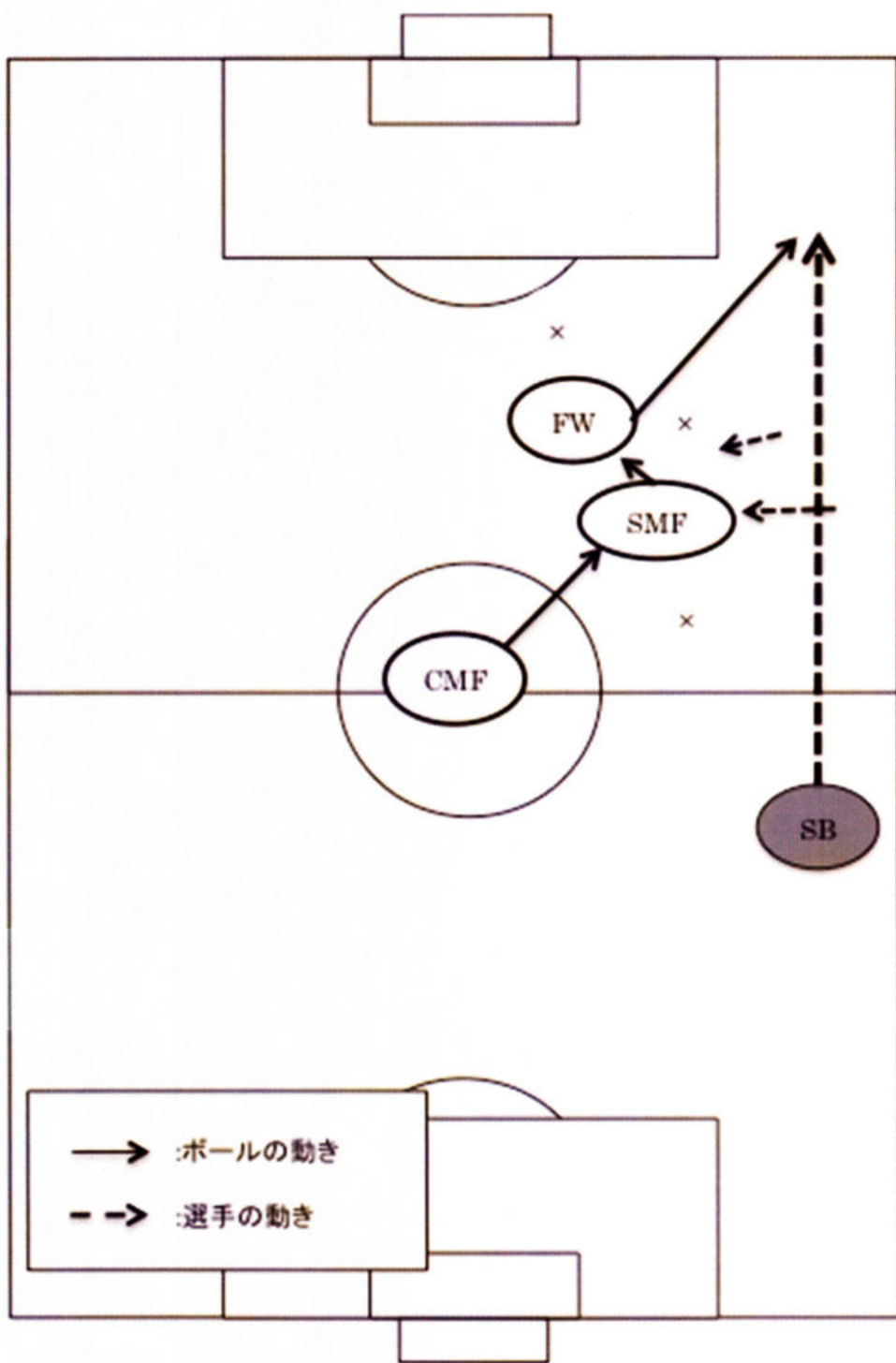


図2 Scene Aの場面例

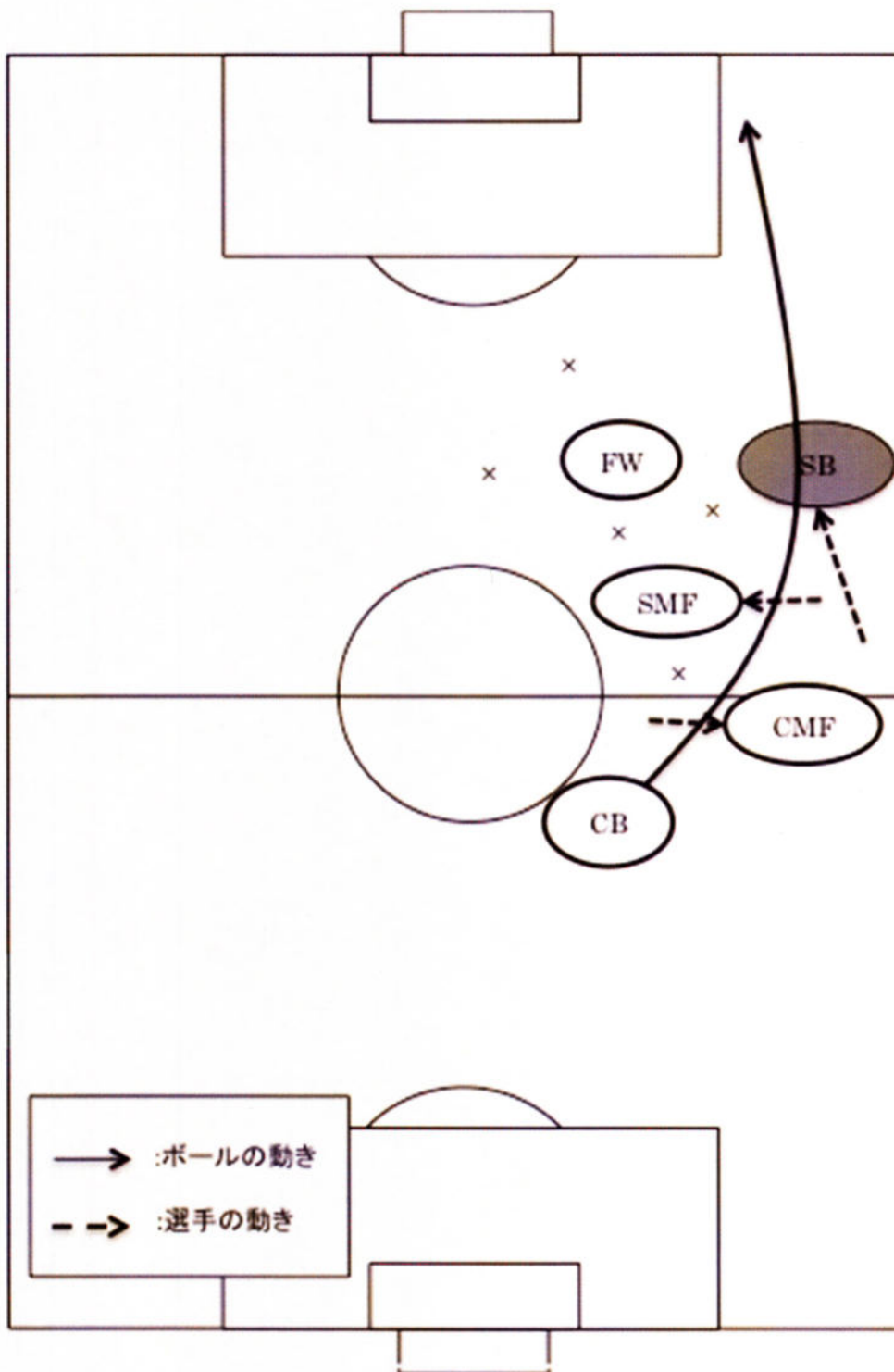


図3 Scene Bの場面例

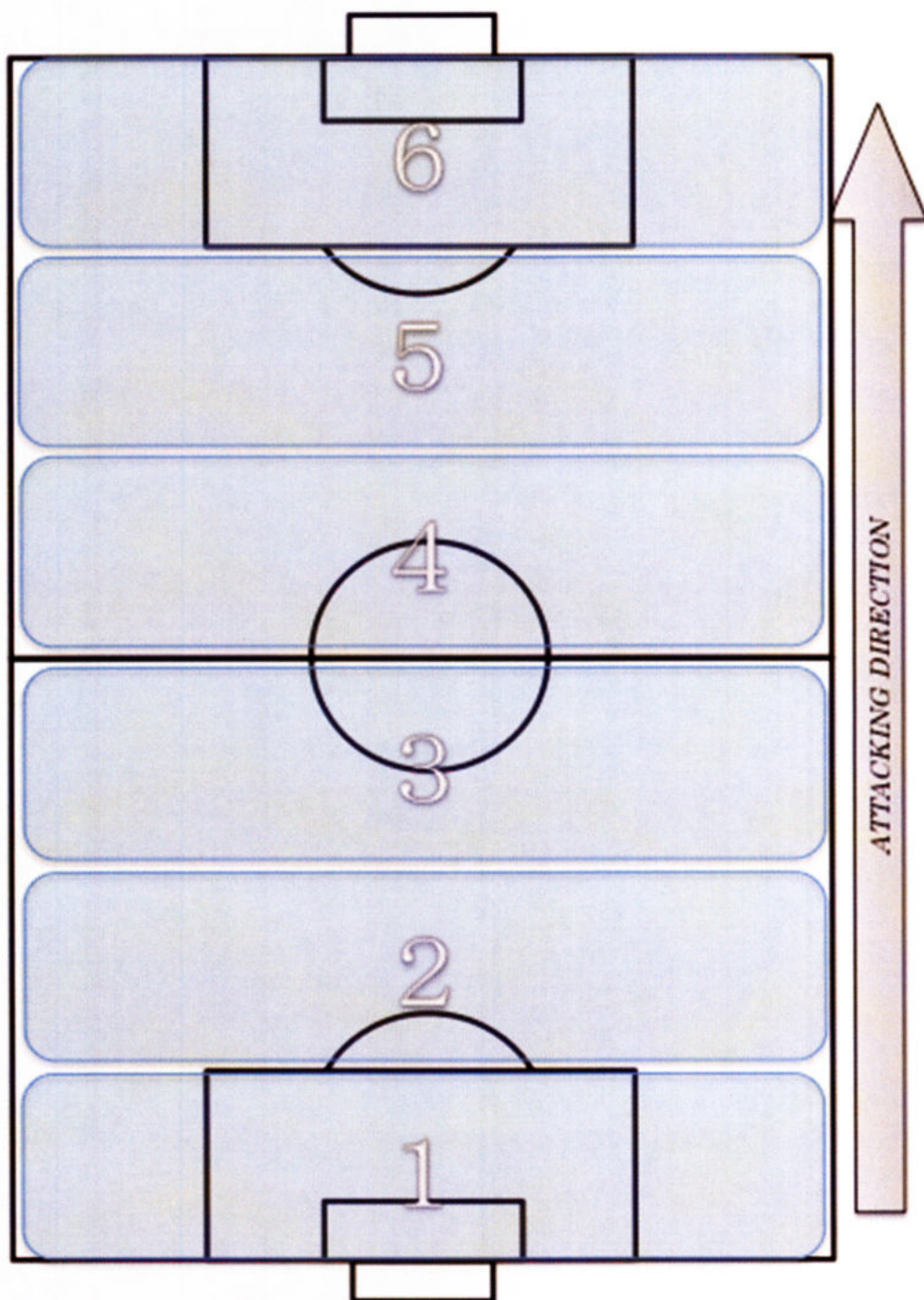


図4 ゾーン区分

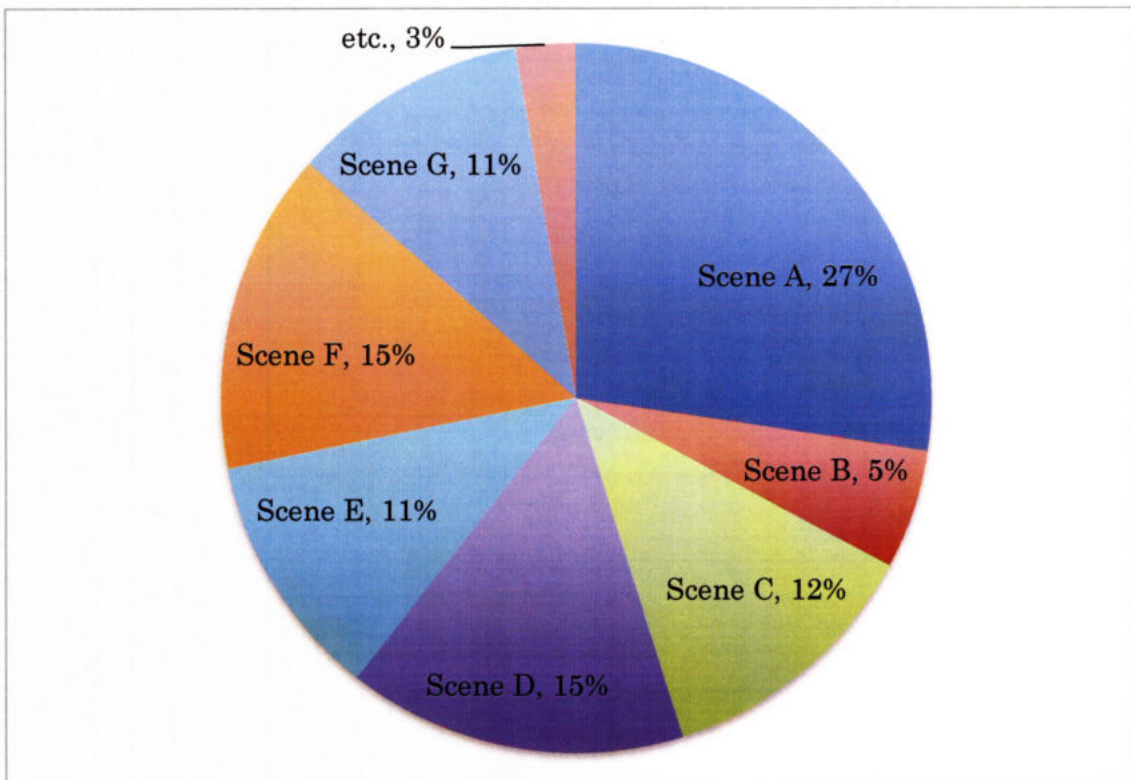


図5 「Jリーグレベル」におけるHIR&SPTが発生した場面の割合

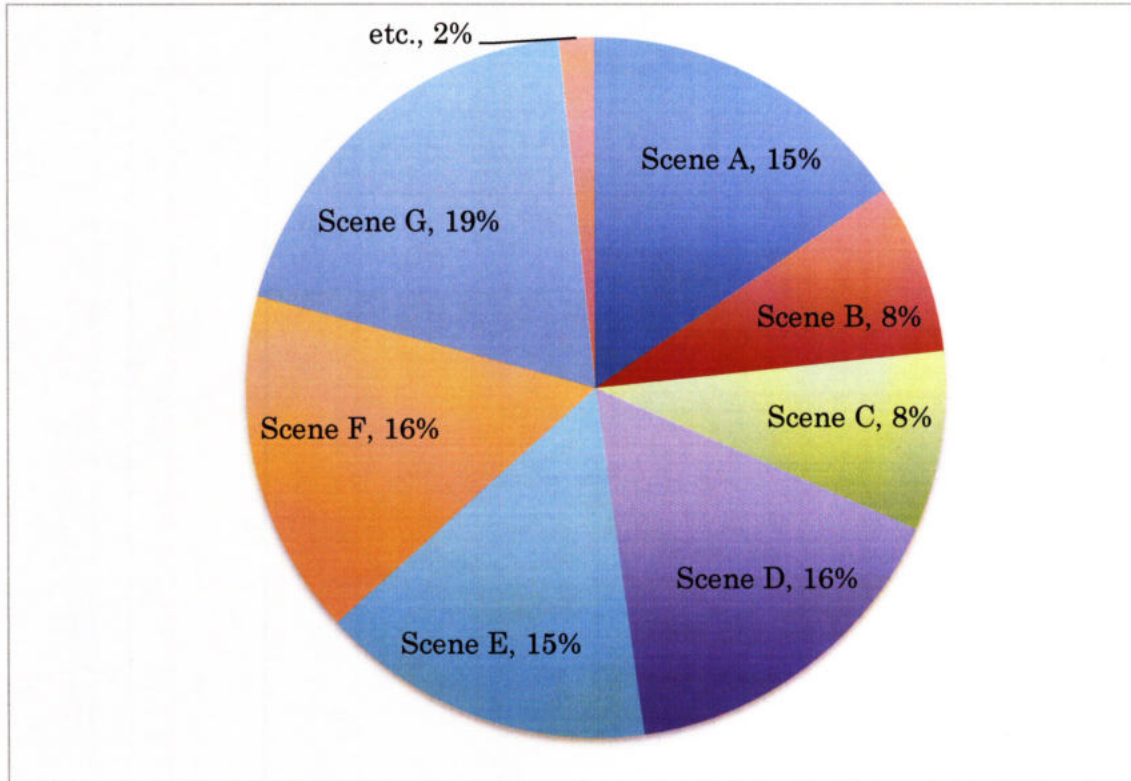


図6 「大学レベル」におけるHIR&SPTが発生した場面の割合