

学位論文要旨

バスケットボール競技におけるチーム戦術の定量的ゲーム分析
—DLT 法を用いた空間評価手法の開発—

奥田知靖

目次

緒言	… 1
第1章 ゴール型球技種目のゲーム分析に関する研究と本研究の目的	… 1
第1節 ゴール型球技種目のゲーム分析に関する研究の検討	
第2節 本研究の目的	
第2章 バスケットボール競技のチーム戦術における空間の定量化モデルの開発	… 3
第1節 目的	
第2節 方法	
第3節 結果	
第4節 考察	
第3章 空間の定量化モデルを用いたバスケットボール競技1試合全体のゲーム分析	… 3
第1節 目的	
第2節 方法	
第3節 結果	
第4節 考察	
第4章 空間の定量化モデルのチーム戦術分析への適用性	… 4
第1節 攻撃の優位空間におけるボール移動頻度の分析	
第2節 攻撃の優位空間におけるエリア特性の分析	
第3節 エリア特性とボール移動頻度の分析	
第5章 総合考察	… 7
第1節 本研究の成果と意義	
第2節 今後の課題	
引用文献	… 8

緒言

バスケットボール競技において、ゲーム分析によって客観的データを収集することは現場の指導にとって必要なものとして捉えられている (Cooper and Siedentop, 1975 ; 吉井, 1986). しかし、ゲーム分析研究の指導場面での活用においては、分析そのものに対する価値観が低下し、十分に活用されているとは言えないことが指摘され (児玉, 1989), さらに、チーム戦術という観点でのゲーム分析の成果は限られることが指摘されている (内山ほか, 2001). 本研究では、バスケットボールのチーム戦術において重要な空間を評価する新たなチーム戦術分析手法の開発を試みる.

第1章 ゴール型球技種目のゲーム分析に関する研究と本研究の目的

第1節 ゴール型球技種目のゲーム分析に関する研究の検討

ゴール型球技種目におけるチーム戦術分析に関連するこれまでのゲーム分析研究を大きく 2 つに分類すると、一つは、得点数、失点数、シュート数などの計数データに統計処理を行うことにより、個々の技能やチームの戦術を分析した研究が挙げられる (Mikes, 1987 ; 孫本ほか, 2001). この手法は、ゲーム分析研究の一般的手法として多くの研究で用いられてきたが、ゲーム中にプレーが出現した意味やその関係性について理解できないことから、チーム戦術の分析においては、これらの手法には限界があると考えられる (加藤, 1999).

もう一つは、コート上の選手の位置や動きのパターンを記述することでチーム戦術を分析した研究が挙げられる. この手法では、選手の位置や動きのパターンが分析者の主観的判断を通して記述されるため、分析結果から分析者の主観性や恣意性を排除しきれないことが指摘されている (鈴木・西嶋, 2002). 近年のゲーム分析研究では、分析者の主観性や恣意性の排除という点で有効な手法として映像解析手法が用いられている. この手法を用いたチーム戦術分析はゲーム分析研究において重要な手段になると考えられる.

戦術では攻撃と防御の対応が重要とされ (Stiehler et al., 1993), ゴールが高い位置に設置されている種目では、選手の「高さ」が重要となる. しかし、これまでの映像解析手法を用いたチーム戦術に関する研究においては、この条件は加味されていない.

ボールゲームにおいては、コート上に優位な空間をつくることがチーム戦術の重要な課題の一つとなるため (Kern, 1998), チーム戦術分析においても優位空間を評価指標として用いることが必要となる. しかし、バスケットボール競技のゲーム分析研究において、空間について定量的に記述したものは見られない. 他のボールゲームにおいては、いくつかの研究が認めら

れるが（木島，2003；瀧・長谷川，2006），1 試合全体を通したゲーム分析ではなく，また，空間に複数の要因を加えたチーム戦術の分析も行われていない．以上のことから，ゲーム分析におけるチーム戦術分析の課題として，以下の 4 点が挙げられる．

- 1) 選手のコート上の 3 次元位置を客観的に算出すること
- 2) 実際の試合中に多様な形で出現するチーム戦術分析手法を開発すること
- 3) チーム戦術分析の指標として，空間を定量化する手法を開発すること
- 4) 空間の定量化と他の分析指標を組み合わせた複数の観点からチーム戦術の分析が可能であること

したがって，これらを考慮したチーム戦術分析手法の開発が必要であると考えられる．

第 2 節 本研究の目的

本研究は，バスケットボール競技におけるゲーム中の選手とボールの位置を DLT（Direct Linear Transformation）法を用いて 3 次元位置座標として算出し，攻撃選手と防御選手の相対的な位置関係によってできる空間を定量化することにより，チーム戦術を分析する新たな手法を開発するとともに，ゲーム分析への適用性について検討することを目的とした．この研究目的を達成するために，本研究では以下の 3 つの研究課題を設定した．

1. チーム戦術における空間の定量化モデルの開発

バスケットボール競技において重要な「高さ」の要素を木島（2003）の勢力分布モデルに新たに加え，ゲーム中の選手のコート上の位置座標を 3 次元で算出してバスケットボール競技に応用することにより，チーム戦術における空間の定量化モデルの開発を新たに試みる．そして，象徴的なチーム戦術場面の分析の可能性について検討する（第 2 章）．

2. 空間の定量化モデルを用いた 1 試合全体のゲーム分析

第 2 章で開発した空間の定量化モデルを用いて 1 試合全体を通した分析を試み，ゲーム中に多様な動きが出現するチーム戦術の分析の可能性について検討する．（第 3 章）．

3. チーム戦術分析における空間の定量化モデルの適用性

空間の定量化モデルがチーム戦術分析において高い適用性を有する手法であるかについて検討するため，第 1 に，空間の定量化モデルで算出された優位空間に「ボール移動」の視点を加味する（第 4 章 第 1 節）．第 2 に，「エリア特性」の視点を加味する（第 4 章 第 2 節）．第 3 に，「ボール移動」と「エリア特性」の 2 つの視点を加味する（第 4 章 第 3 節）．これらにより，チーム戦術の評価を試みる．そして，チーム戦術分析における空間の定量化モデルの適用性について総合的に考察する（第 5 章）．

第2章 バスケットボール競技のチーム戦術における空間の定量化モデルの開発

第1節 目的

ゲーム中の選手のコート上の位置を3次元位置座標として算出し、バスケットボール競技のチーム戦術における空間の定量化を試みた。そして、この空間の定量化モデルを用いて、ゲーム中に出現する象徴的なチーム戦術場面の分析の可能性について検討した。

第2節 方法

本研究では、2004年度のバスケットボール女子日本リーグファイナル第1戦のJALラビッツ（Aチーム）対シャンソンVマジック（Bチーム）を対象試合とした。この試合をコート全体が入るように3台のビデオカメラを固定して撮影し、コンピュータに取り込み、1/4秒毎に全選手の腰の位置とボールについてデジタイズを行った。そして、DLT法を用いて、1試合を通しての全選手とボールの三次元位置座標を得た。

選手の動きによってできた空間を定量化するために、選手の位置座標をもとに木島（2003）の勢力分布モデルに新たに選手の「高さ」を加え、バスケットボール競技に応用した。

空間の定量化モデルによって算出された勢力値を等高線図を用いて可視化した。そして、コートを35エリアに分割して（1つのエリアは4m×3m）、エリア毎に各点の勢力値の総和を算出することで、コート上の優位空間を数値化した。

第3節および第4節 結果および考察

空間の定量化モデルで算出された勢力値を等高線図によって視覚化することにより、優位空間を視覚的に理解しやすくした。このことは、チーム戦術における効果的な空間の利用方法に活用できると考えられる。さらに、エリア別の勢力値を算出することにより、チーム戦術の優位空間を具体的に記述することが可能になった。本手法を用いることで、ゲーム中に行われたチーム戦術の空間利用に関する客観的な資料を得ることが可能になった。

第3章 空間の定量化モデルを用いたバスケットボール競技1試合全体のゲーム分析

第1節 目的

第2章で開発した空間の定量化モデルを用いて、バスケットボール競技1試合全体を通じた分析を試みることで、ゲーム中に多様な動きが出現するチーム戦術の分析の可能性について検討した。

第2節 方法

データの算出には第2章で算出したエリア別の勢力値を用いた。分析場面は、マンツーマン防御に対するAチームの攻撃を抽出した。これらについて、シュート状態の判定を基に「良い攻撃（37 場面）」と「悪い攻撃（21 場面）」に分類し、攻撃における各エリアの勢力値の変動を比較した。エリア別の勢力値の変動は、図1に示した6つのエリア別の勢力値の標準偏差を攻撃毎に算出し、その平均値を用いた。分析は、この標準偏差を従属変数として攻撃（2；良い攻撃，悪い攻撃）×エリア（6；A，B，C，D，E，F）の2要因で分散分析を行った。

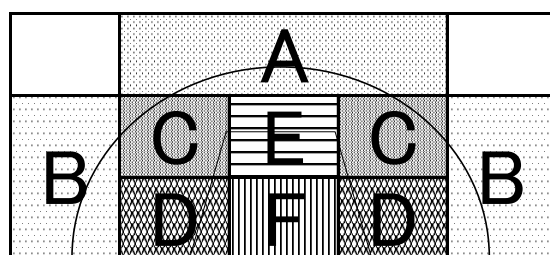


図1 分散分析に用いたバスケットボールコート上の6つのエリア

第3節，第4節 結果および考察

攻撃×エリアの交互作用は認められなかった。このことは、Aチームの攻撃は、攻撃の優劣による勢力の変動パターンに大きな差がないことを示している。有意な主効果が、攻撃の優劣（ $F(1, 336) = 5.23, p < .05$ ）とエリア（ $F(5, 336) = 10.34, p < .01$ ）の2要因に認められた。6つのエリア間に有意な差が認められたことから、エリアに対する下位検定として、TukeyのHSD検定による多重比較を行った。その結果、エリアCと他の全てのエリア間（ $p < .01$ ），エリアDとエリアB（ $p < .05$ ）の間に有意な差が認められた。この下位検定の結果は、Aチームの攻撃の空間的な特徴を示していると考えられる。また、攻撃の優劣に有意な主効果が認められた。Aチームの良い攻撃は、悪い攻撃と比較して各エリアの勢力値の変動が大きいことを示した。これは、良い攻撃は相手ディフェンスを崩し、コート上に優位空間を作ることができていたためと考えられる。本研究の手法により、ゲーム単位でのチーム戦術の優位空間を客観的に分析し、それらの結果からチーム戦術を説明することができると考えられる。

第4章 空間の定量化モデルのチーム戦術分析への適用性

第1節 攻撃の優位空間におけるボール移動頻度の分析

空間の定量化モデルで算出された優位空間に「ボール移動」を加味し、チーム戦術の評価を

試みるにより、空間の定量化モデルのチーム戦術分析における適用性について検討した。

分析対象および選手の勢力の算出方法は、第 2 章および第 3 章と同様である。分析場面は、A チームのすべての攻撃において、フロントコートにボールが入った瞬間から、ボールの保持がなくなるまでとした。そして、選手の勢力をもとに、攻撃の優位空間を求めた。その手順は、まず、コートをもとに 140 分割し（1 つのエリアは $2\text{m} \times 1.5\text{m}$ 、分析に用いたのは 60 分割）、分割されたエリア毎に選手の勢力値の総和を算出した。次に、攻撃勢力の強いエリアから順に 1-60 位の順位付けを行った。最後に、ボールが移動したエリアを 1/4 秒毎に全 2,832 フレームについて記録し、優位空間の順位別にボールが移動した頻度（フレーム数）を示した。

研究対象である国内トップレベルの試合では、選手は攻撃の優位空間にボールを移動させている可能性が高いと推測できるため、勢力分布モデルで優位度が高い空間にボールが多く移動すると仮定した。本研究の結果、順位 1 - 30 位においては仮定に近い結果が得られ、勢力分布モデルで優位度が高い空間ほどボールの移動頻度が高い傾向が認められた（図 2）。しかし、順位 31 - 60 位においては、凸型のパターンが認められ、仮定と一致しなかった。そこで、ボール移動とエリアの関係を詳細に検討したところ、仮定と一致した場面では、ボール移動はアウトサイドを中心としたエリアに密集した。仮定と一致しなかった場面では、ボール移動はインサイドを中心としたエリアに比較的多く点在した。これはインサイドにおいては、攻撃者が防御者に接触していてもボールを受けることができるオープンな状況へのボール移動が出現したものと推測された。この分析から、A チームのボール移動の特徴が明らかになり、チーム戦術の分析における本モデルの適用性が示された。

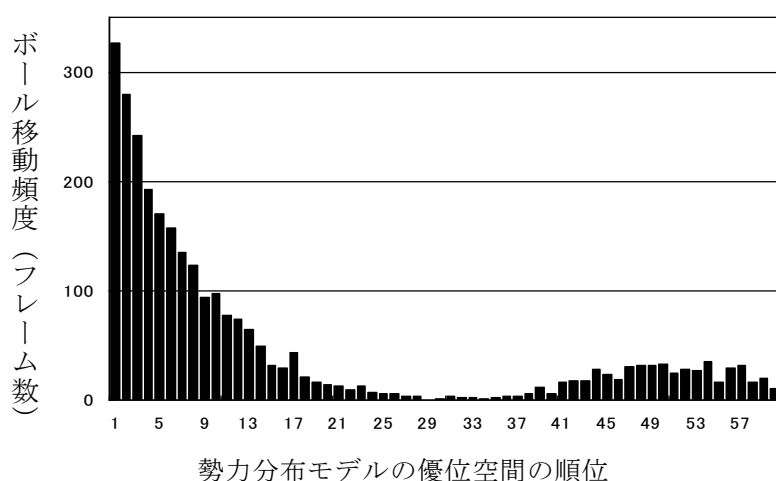


図 2 勢力分布モデルによる優位空間とボール移動の頻度

第2節 攻撃の優位空間におけるエリア特性の分析

空間の定量化モデルで算出された優位空間に「エリア特性」を加味し、チーム戦術の評価を試みることで、空間の定量化モデルのチーム戦術分析における適用性について検討した。

分析対象、選手の勢力値の算出方法および分析場面の抽出については、第4章第1節と同様である。分析エリアは、第2章と同様に全コートをもとに35分割し、それぞれのエリア毎に勢力値を算出した。そして、各エリアの勢力値を、攻撃勢力の強いエリアから順に1-15位の順位をつけた。そして、エリア毎に優位空間の順位の出現頻度を1試合を通してカウントした。優位空間の順位が1-5位を優位空間の上位、6-10位を優位空間の中位、11-15位を優位空間の下位とした。

アウトサイドエリアに着目すると、トップエリアでは、ウイングエリアと比較して優位空間の上位において出現頻度が低かった。このことは、トップエリアは相手の防御の影響力が強いエリアであったことを示している。ウイングエリアでは、優位空間の上位において出現頻度が高かった。このエリアは、ローポストエリアにボールを供給するために必要性の高いエリアである（内山，2004）。このエリアで優位空間の上位において特に出現頻度の高い傾向を示したことは、Aチームの戦術が効果的な空間を利用したためと推測される。一方、インサイドエリアでは、6つのエリアの中でも、コート中央に位置するエリアは優位空間の下位において特に出現頻度の高い傾向が見られた。コート中央は防御の影響力が強くなるエリアであるが、攻撃においては、このエリアで優位空間の下位における出現頻度を減少させることが重要な課題の一つになると考えられる。

第3節 エリア特性とボール移動頻度の分析

空間の定量化モデルで算出された優位空間に「ボール移動」と「エリア特性」の2点を加味し、チーム戦術の評価を試みることで、空間の定量化モデルのチーム戦術分析における適用性について検討した。

第2節と同様の方法を用いてコートをもとに35分割し、試合中にボールが移動したエリアを1/4秒毎に全2,832フレームについて記録した。そして、ボール移動の特徴を明確にするために、エリア別に記録したボール移動頻度（フレーム数）を優位空間の順位毎に算出した。

アウトサイドエリアに着目すると、トップエリアでは優位空間の上位においてボール移動頻度の高い傾向が見られた。Aチームにとって、このエリアはボールを多く移動させることが必要なエリアであったと考えられる。ウイングエリアでは優位空間の上位においてボール移動頻度の高い傾向が見られた。このエリアでは、危険度が高い状況ではボールを移動させず、攻撃

にとって優位な空間が存在した時に適切にボールを移動させていたといえる。一方、インサイドに着目すると、ハイポストエリアでは、優位空間の下位においてボール移動頻度が高かった。このことから、ハイポストエリアは、A チームにとって危険度が高いとしても得点するためにボールを移動させることが必要であったと推測される。ゴール下・ローポストエリアはボール移動頻度の低い傾向がみられた。一般的にこのエリアは防御者の影響力が強いとされるにも関わらず、この1つのエリアで、優位空間の上位において25%のボール移動頻度が見られたことは、A チームの戦術において効果的な空間利用が行われたと推測される。

第5章 総合考察

第1節 本研究の成果と意義

ゲーム分析への適用性の観点から、本研究で得られた成果と意義について以下に考察する。

1. チーム戦術における空間の定量化手法の開発について

本研究の結果、次の2点の成果が得られた。第1に、選手の勢力を等高線図で示すことにより、これまで指導者や選手が客観的に捉えることが困難であった優位空間の場所とその大きさについて、視覚的にわかりやすく提示できたことから、本モデルはチーム戦術の指導において有効であると考えられる。第2に、コートを複数のエリアに分割し、そのエリア毎に勢力値を算出したことにより、これまで指導現場で多用されてきた戦術や、重要視されてこなかったチーム戦術の有効性について客観的指標を用いて説明することが可能になると考えられる。

2. 空間の定量化モデルのゲーム分析研究への利用について

空間の定量化モデルを用いて、実際のゲームにおけるチーム戦術の分析を1試合を通して行った。この結果、本モデルを用いることにより、多様な動きが出現するゲーム中のチーム戦術において、優位空間を客観的に分析することが可能であり、1試合を通してのチーム戦術の優劣について説明できると考えられる。

3. チーム戦術分析手法としての空間の定量化モデルの適用性について

空間の定量化モデルで算出された優位空間に加えて、ボール移動とコート上のエリア特性を分析の視点とし、チーム戦術における空間利用について詳細に分析した。その結果、攻撃の優位空間、エリアの利用、ボール移動を組み合わせた客観的データが得られ、チーム戦術の特性を明らかにするができた。この点から、本モデルはチーム戦術を分析する上で適用性の高い手法であると考えられるため、これまで以上にチーム戦術を多面的で詳細に分析することが可能になると考えられる。

第2節 今後の課題

本研究の手法により、優位空間を作る効果的な攻撃戦術がとられていたか、あるいは優位空間を作らない防御戦術がとられていたか等、チーム戦術における空間利用について評価することが可能になった。

しかし、バスケットボールの指導場面においては、空間利用に関する戦術上の指導は、指導者の経験にのみ頼っているのが現状である。このため、今後の課題として、本研究の手法を用いて、チームのレベルによる空間利用の相違、あるいは空間利用に及ぼす各種戦術練習の効果の比較等、指導上の有用な知見を、中期的情報あるいは長期的情報として、バスケットボール競技の指導現場に提供することが考えられる。しかし、本研究の手法を用いて得られた結果を、即時的情報として提供するには、現段階では、選手とボールの客観的な位置座標の算出に膨大な時間を要する。今後、即時性をより高めるために、座標データを急速に処理する分析機器の開発も課題となろう。

引用文献

Cooper, J.M. and Siedentop D. (1975) The theory and science of basketball, 2nd. ed., Lea & Febiger, Philadelphia.

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 (経営の科学). 44(3) : 125-131.

Kern, J. : 朝岡正雄・水上一・中川昭監訳 (1998) スポーツの戦術入門. 大修館書店 : 東京.
木島章文 (2003) アメリカンフットボールの密集突破に関する攻守圧場モデル. 筑波大学博士学位論文 : 55-72.

児玉善廣 (1989) バスケットボールの競技力構造の分析—ソウル・オリンピック'88・男子チームについて—. 仙台大学紀要, 21 : 15-32.

孫本真次・倉石 平・栗原俊之・笠原成元 (2001) 第6回世界ジュニア・バスケットボール選手権大会におけるゲーム分析—世界における日本男子バスケットボールの現状と課題—. スポーツ方法学研究, 14 (1) : 191-202.

Mikes, J. (1987) A computer breakdown of percentage basketball. Scholastic Coach, 57(4):52-55.

Stiehler, G., Konzag, I. and Döbler, H. : 唐木國彦監訳 (1993) ボールゲーム指導辞典. 大修

館書店：東京.

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.

瀧 剛志・長谷川純一（2006）ゲーム展開の分析と可視化. バイオメカニクス研究, 10（2） : 125-131.

内山治樹・武井光彦・大神訓章・日高哲朗（2001）世界トップレベルにおけるバスケットボールチームの集団戦術行動に関する研究－第18回アジア女子選手権大会のゲーム分析－. スポーツ方法学研究, 14（1） : 103-115.

内山治樹（2004）バスケットボール競技におけるチーム戦術の構造分析. スポーツ方法学研究, 17（1） : 25-39.

吉井四郎（1986）バスケットボール指導全書Ⅰ：コーチングの理論と実際. 大修館書店：東京.