

バスケットボールゲームにおける ディフェンスのポジショニングに関する数学的考察

大神 訓 章

地域教育文化学部 文化創造学科

児 玉 善 廣

仙台大学

金 亨 俊

富士大学

(平成21年9月29日受理)

要 旨

本研究は、バスケットボールゲームにおけるオフENSEの移動速度、ディフェンスの移動速度、パス速度の3つの関係に「アポロニウスの円」を応用することにより、パスコース、オフENSEコース、ディフェンスコースを導き出すことによって、ディフェンスに対して予測されるオフENSEのムービングコースとそれに合わせるパスコースを分析し、そこからディフェンスの理想的なポジショニングの分析を試みた。

その結果、ディフェンスの移動速度に比べ、オフENSEの移動速度、パス速度が速いため、ディフェンスとの距離が近接している状況でかつ進行方向のスペースが確保されている状態では、明らかにオフENSEのムービングが有利であるが、数学的考察では、ディフェンスが適切なポジショニングをとることにより、オフENSEのムービングコースやパスコースを遮断できるということが認められた。

I はじめに

バスケットボールは、ゲーム構造から捉えると、オフENSEとディフェンスの2極からなり、対峙する2チーム間におけるゲーム勝敗は、その攻防力の優劣によって決する。オフENSE力は、シュート成否が直接的評価観点になるが、シュート動作に至る直前プレイ、即ち、ディフェンスを振り切るムービングやパスコースを判断するレシーブムービングが間接的評価観点として捉えられ、その両面により、オフENSE力が認評されることは論をまたない。他方、ディフェンス力には、オフENSEよりも明らかに動作に不利がある状況下において、シュートを打たせない一義的狙いから、パスコースを遮断し、オフENSEのムービングコースを抑え、味方のヘルプをするなど、多様な動作を瞬時にプレイすることが求められる。それ故に、ディフェンス成功には、ポジショニング(立ち位置)やオフENSEとの距離(間合い)、移動タイミングなど、オフENSEのポジションやムービングからそれらを把握することがディフェンス力評価の最重要課題であることは周知のところであろう。

これまで、筆者らは、ゲームにおけるプレイヤー及びチームのパフォーマンスについて数量化を試み、幾つか報告⁴⁾⁷⁾⁸⁾しているが、就中、多くの研究者から困難であると考えられているディフェンス力の数量化⁵⁾⁶⁾を試みている。その分析手法は、ゴールからシューターまでの距離とプレッシャー度によりどの程度相手チームのシュート成功率を低下させたか、また、リバウンド獲得数と失点の相関度からディフェンス力の数量化を図ったものである。

そこで、ディフェンスに関する分析研究の新たな試みとして、本稿は、オフENSEの移動速度、ディフェンスの移動速度、パス速度の3つの関係に「アポロニウスの円」⁹⁾を応用することにより、パスコース、オフENSEコース、ディフェンスコースを導き出すことによって、ディフェンスに対して予測されるオフENSEのムービングコースと、それに合わせるパスコースを分析し、そこから望ましいディフェンスのポジショニングを捉えた。併せて、ディフェンス指導の示唆を得ようとしたものである。

II オフENSEとディフェンスの基本的なムービング軌跡

オフENSEの移動速度は、およそ 5 m/sec ^{註1)10)}、ディフェンスの移動速度は、およそ 3 m/sec ^{註2)1)}、パス速度は、およそ 10 m/sec ^{註3)3)}であるため、3つの速度比は、およそ $1/2 : 1/3 : 1$ であり、この速度比に「アポロニウスの円」を応用することで、パスに対するオフENSEの攻撃範囲、オフENSEに対するディフェンスの守備範囲、パスに対するディフェンスの守備範囲のそれぞれの軌跡を捉えた。それを基に、理想的なオフENSEのムービングコースと、それに合わせる理想的なパスコースを分析し、その分析から、オフENSE動作に対するディフェンスの理想的なポジショニングを捉えた。なお、「アポロニウスの円 (円①)」とは、2定点A、Bからの距離が $m : n$ ($m > 0, n > 0$)である点の軌跡が $m \neq n$ のとき線分ABを $m : n$ の比に内分する点と外分する点を直径の両端とする円のことである。

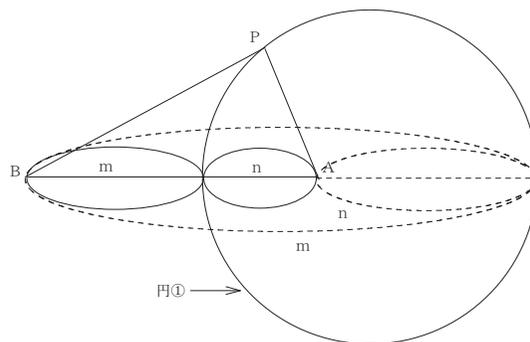


図1 速度比とアポロニウスの円

1. パスに対するオフENSEの攻撃範囲

前述の通り、パス速度とオフENSEの移動速度の速度比は、およそ $2 : 1$ ($\alpha \sim 0 : 2$, $\beta \sim 0 : 1$)であるため、パスラーとレシーバーのポジション関係に「アポロニウスの円」

を応用すると、レシーバーの走るコースとそれに合わせるパスコースの軌跡は、下図のようになる。つまり、パサーとレシーバーのポジションがこのようなとき、アポロニウスの円上（円②）の任意の点（点O）に走り込み、同時にその点にパスを送れば、レシーバーは、パスをキャッチし、オフェンスを展開することができる。なお、パサーを α 、レシーバーを β と表した。

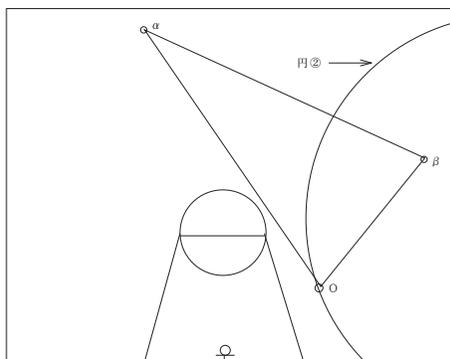


図2 パスに対するオフェンスの攻撃範囲

2. オフェンスに対するディフェンスの守備範囲

一方、オフェンスに対するディフェンスの守備範囲は、オフェンスの移動速度とディフェンスの移動速度の速度比がおおよそ $3 : 2$ ($\beta \sim P : 3$ 、 $\gamma \sim P : 2$)であるため、オフェンスとディフェンスのポジション関係に「アポロニウスの円」を応用すると、オフェンスに対するディフェンスの守備範囲の軌跡は、下図のようになる。つまり、図のようなポジション関係の場合、ディフェンスは、アポロニウスの円上（円③）の任意の点でオフェンスのムービングを抑えることができるものと考えられる。なお、ディフェンダーを γ と記した。

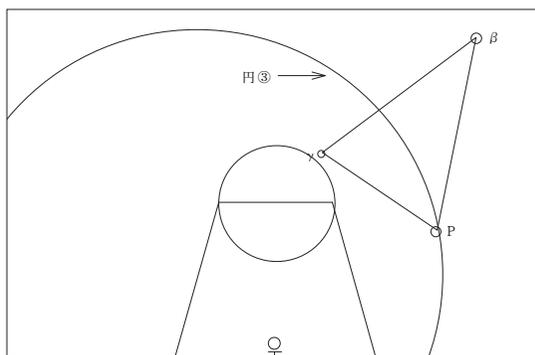


図3 オフェンスに対するディフェンスの守備範囲

3. パスに対するディフェンスの守備範囲

また、パスに対するディフェンスの守備範囲は、パス速度とディフェンスの移動速度の速度比がおおよそ $3 : 1$ ($\alpha \sim P : 3$ 、 $\gamma \sim P : 1$)であるため、パサーとディフェンダー

のポジション関係に「アポロニウスの円」を応用すると、パスに対するディフェンダーの守備範囲の軌跡は、下図のようになる。つまり、パスラー (α) とディフェンダー (r) が図のようなポジション関係の場合、パスラーが出すパスに対し、アポロニウスの円 (円④) の任意の点上であれば、ディフェンダーは、パスをスティールできるものと考えられる。

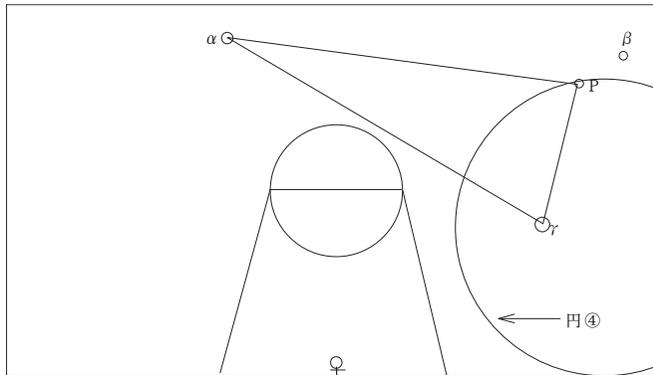


図4 パスに対するディフェンスの守備範囲

III ゲーム場面での応用

前章で示すように、パスに対するオフENSEの攻撃範囲、オフENSEに対するディフェンスの守備範囲、パスに対するディフェンスの守備範囲の軌跡を捉え、それらを実際のゲームで生起するシチュエーションに応用した。まず、オフENSEの理想的なムービングコースとそれに合わせるパスコースについて、次に、それに対するディフェンスのポジショニングを、ボールマンをマークするAディフェンス^{注4)}、ボールに近いプレイヤーをマークするBディフェンス^{注5)}、ボールから遠いプレイヤーをマークするCディフェンス^{注6)}の3つのポジショニングを捉え、それぞれポジション別に検証した。

1. オフENSEの理想的なムービング

パスラーとレシーバーのポジション関係が図5のようになっているとき、アポロニウスの円を応用すると、アポロニウスの円の中心からゴールに結んだ直線とアポロニウスの円 (円⑤) との交点 (点M) を狙ってレシーバーは、走ることが理想的である。しかし、このポジションでは、ゴールまで距離があるため、点Mとパスラーのポジション関係にアポロニウスの円を応用すると、アポロニウスの円の中心からゴールに結んだ直線とアポロニウスの円 (円⑥) との交点 (点N) を狙って走ることが理想的である。ここで、最初のレシーバーのポジションである点 β と点M、点Nの3点で三角形ができる。したがって、オフENSEの理想的なムービングコースは、この三角形 βMN の外接円 (円⑦) 上であると考えられる。

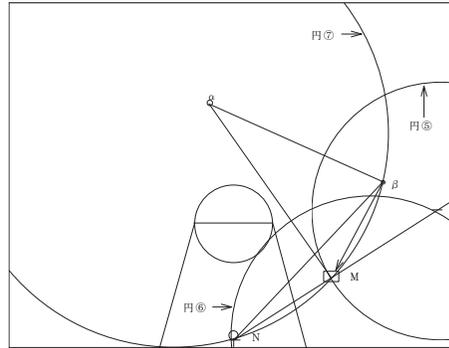


図5 予測されるオフェンスムービング

2. ディフェンスのポジショニング

(1) Aディフェンスのポジショニング

一般的に、ボールマンに対する理想的なポジショニングは、ボールマンに対してワンリーチ分(約1.5m)下がったポジションといわれている²⁾が、それが適切なポジションであるかどうかの検証を試みた。ディフェンスがボールマンに対してワンリーチ分下がったポジションで守る場合、アポロニウスの円を応用すると、オフェンスとディフェンスの速度比は、3:2であることから、下図のようなディフェンスの守備範囲を導き出すことができる。したがって、オフェンスは、この円(円⑧)の接線の外側のコースを攻撃することになり、その結果、ゴール方向に適正な攻撃をすることができないものと考えられる。ディフェンスポジションがさらにボールマンに近づいた場合、ボールチェックに有効であり、オフェンスにプレッシャーをかけられる利点はあるが、アポロニウスの円が縮小するため、守備範囲が顕著に狭小になるものと考えられる。他方、ボールマンから遠いディフェンスポジションでは、アポロニウスの円は、拡大し、広範な守備範囲を強いることになり、その結果、ボールマンに対してプレッシャーをかけることができず、自在なシュートやパスを許すことになるものと思われる。したがって、ボールチェック及び理想的なオフェンスの進行を防御することができる、ワンリーチ分後方のディフェンスポジションは、望ましいAディフェンスのポジションであると考えられる。

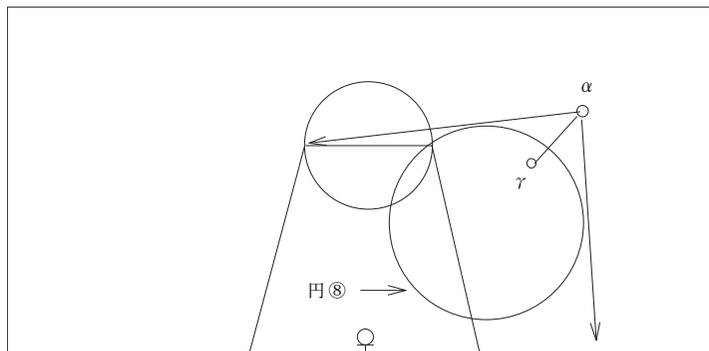


図6 Aディフェンスのポジショニング

(2) Bディフェンスのポジショニング

1) 理想的なポジショニングをとったディフェンス

下図のようなポジション関係のシチュエーションで予測されるオフENSEのムービングコースは、パサーとレシーバーのポジションに関するアポロニウスの円(円⑨)と、円とゴールを結ぶ直線の交点(点O)であると考えられる。それに対するBディフェンスの理想的なポジショニングは、まず、静止しているオフENSEに対するパスをインターセプションできる点である。ボールとディフェンスの速度比が3:1であることから、パサーとレシーバーを結ぶ直線の1/3を半径とする円(円⑩)上の任意の点(点P)にポジショニングすることになる。次に、ゴールに向かって走るオフENSEのコースを止める点であるが、オフENSEとディフェンスの速度比は、3:2であることから、オフENSEとゴールを結ぶ直線の2/3を半径とする円(円⑪)上の任意の点(点Q)にポジショニングする。つまり、ディフェンダーは、この場合、円⑩と円⑪の交点、もしくは、円⑩と円⑪が最も接近する点(点R)にポジショニングするとよいものと考えられる。点Rに立ったとき、オフENSEとの位置に関するアポロニウスの円(円⑫)上、あるいは、円の内側の点Oであれば、ディフェンダーは、オフENSEの理想的なムービングコースを止めることができるものと考えられる。すなわち、理想的なBディフェンスのポジショニングである。

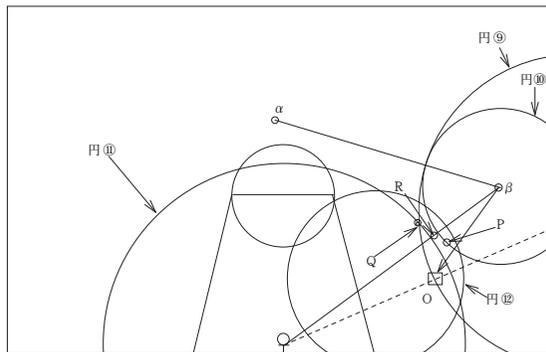


図7 Bディフェンスの理想的なポジショニング

2) スティールを狙いとした積極的ディフェンス

パサー、レシーバーのポジション関係が前項同様のシチュエーションで、オフENSEムービングを予測し、スティールを狙いとした積極的なディフェンスをする場合を考えると、まず、オフENSEとディフェンスの速度比は、3:2であることから、オフENSEとゴールを結ぶ直線の2/3を半径とする円(円⑪)上の任意の点にポジショニングする。次に、オフENSEが予測されるムービングポジションは、点Oであるため、ボールとディフェンスの速度比が3:1であることから、パサーと点Oを結ぶ直線の1/3を半径とする円(円⑩')上の任意の点にポジショニングすれば、スティールをより効果的に狙うことができるものと考えられる。また、レシーバーがボールにミートしてパスをもらうムービングと併せて予測できる。この場合、パサーとレシーバーの速度比が2:1であることから、パサーとレシーバーとの最短距離である β' を狙ってムービングすることが予測され、したがって、ボールとディフェンスの速度比が3:1であるゆえ、パ

サーと点 β' を結ぶ直線の $1/3$ を半径とする円 (円⑩') 上の任意の点にポジショニングすれば、スティールをより効果的に狙うことができるものと考えられる。よって、ディフェンダーは、円⑩'、円⑪、円⑫' の交点 R' にポジショニングすることにより、スティールをより効果的に狙った積極的なディフェンスができるものと考えられる。

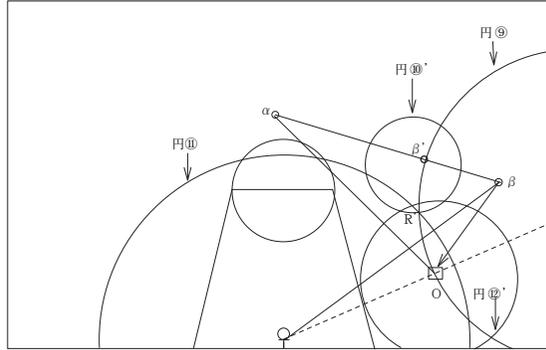


図8 Bディフェンスのスティールを狙いとしたポジショニング

(3) Cディフェンスのポジショニング

下図のようなポジション関係のシチュエーションにおいて、ボールマンの理想的なムービングコースは、ゴールに向かってレイアップする直線的に攻めるコースである。それに対するCディフェンスの理想的なポジショニングは、まず、ボールマンから自分のマークするオフェンスに対するパスをインターセプションできる点である。ボールとディフェンスの速度比が $3:1$ であることから、パスとレシーバーを結ぶ直線の $1/3$ を半径とする円 (円⑬) 上の任意の点 (点S) にポジショニングすればよいと考えられる。次に、ゴールに向かってドライブするボールマンをヘルプする点であるが、オフェンスとディフェンスの速度比は、 $3:2$ であることから、オフェンスとゴールを結ぶ直線の $2/3$ を半径とする円 (円⑭) 上の任意の点 (点T) にポジショニングする。つまり、ディフェンダーは、この場合、円⑬と円⑭の交点、もしくは、円⑬と円⑭が最も接近する点 (点U) にポジショニングすればよいことになる。したがって、図のように、点Uとボールマンに関するアポロニウスの円 (円⑮) 上、あるいは、円の内側にゴールが入っていれば、ディフェンダーは、理想的なCディフェンスのポジショニングができるものと考えられる。

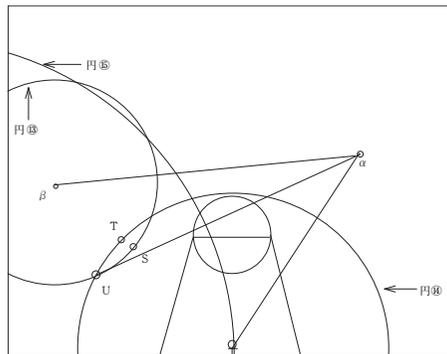


図9 Cディフェンスのポジショニング

IV まとめ

本研究は、オフENSEの移動速度、ディフェンスの移動速度、パス速度の3つの関係に「アポロニウスの円」を応用することにより、パスコース、オフENSEコース、ディフェンスコースを導き出すことによって、ディフェンスに対して予測されるオフENSEのムービングコースと、それに合わせるパスコースを分析し、そこからディフェンスの理想的なポジショニングの分析を試みたものである。

結果を要約すると次の通りである。

1. ディフェンスの移動速度に比べ、オフENSEの移動速度、パス速度が速いため、オフENSEのムービングが有利である。特に、ディフェンスとの距離が近接している状況でかつ進行方向のスペースが確保されている状態では、明らかにオフENSEのムービングが有利である。
2. ディフェンスは、オフENSEに比べ、ムービングに不利な点が多いが、数学的思考によって、適切なポジショニングをとることにより、オフENSEのムービングコースやパスコースを守ることができるものと思われる。
3. 「アポロニウスの円」を平面の二次元で応用したが、それに選手の身長やパスの高さなどを加味し、立体の三次元思考で分析できれば、さらに、正確かつ深みのある実際の検証が得られるものと思われる。

注

- 1) オフENSEがトップスピードでムービングをしている際の速度である。
- 2) ディフェンスが全力でオフENSEを守る際の速度である。
- 3) パサーが全力でパスをする際の速度である。
- 4) Aディフェンスとは、ボールマンに対するディフェンスのことであり、主にシュートやパスなど、1対1を仕掛けてくるオフENSEを守るディフェンダーのことであり。
- 5) Bディフェンスとは、ボールマンに近いオフENSEに対するディフェンスのことであり、主にオフENSEにボールを持たせないよう守り、且つドライブに対応するディフェンダーのことであり。
- 6) Cディフェンスとは、ボールから遠い位置するディフェンスのことであり、ある程度距離をとりながら自分のマークマンを守り、且つ味方のヘルプをおこなうディフェンダーのことであり。

引用・参考文献

- 1) 岩本良裕、関四郎、波田野義郎 (1977)、バスケットボールにおけるディフェンシブフットワークの分析的研究、日本体育学会第28回大会号、p.515.
- 2) 倉石平 (1996)、ディフェンシブバスケットボール、ベースボールマガジン社、p.17.
- 3) 日馬雄紀、遊佐清有、片尾周造、村松茂、斎藤直樹、宮崎義憲 (1982)、バスケットボールにおけるパス動作の分析的研究—特に地面反力との関係—、日本体育学会第33回大会号、p.613.
- 4) 大神訓章、志村宗孝、浅井慶一、日高哲朗、内山治樹 (1992)、バスケットボールゲームにお

- ける選手の攻撃能力の数量化とそれに基づくゲーム分析の試み、スポーツ方法学研究第5巻第1号、pp.1-10.
- 5) 大神訓章、日高哲朗、内山治樹、浅井慶一 (2001)、バスケットボールにおけるディフェンス力の数量化、スポーツ方法学研究第14巻第1号、pp.41-49.
- 6) 大神訓章、内山治樹、大戸晃彦 (2003)、バスケットボールゲームにおけるリバウンドと得点の相関—ディフェンス力の数量化の試みとして—、スポーツコーチング研究第2巻第1号、pp.1-10.
- 7) 大神訓章、長門智史、葛西太勝 (2009)、Y大男子バスケットボールチーム戦力の詳細分析、山形大学紀要 (教育科学) 第14巻第4号、pp.93-101.
- 8) 長門智史、大神訓章 (2009)、バスケットボールゲームにおける出場人数の数量化、スポーツ方法学研究第22巻第1号、pp.75-86.
- 9) 柳川高明 (1998)、改訂新版チャート式基礎からの数学II + B [複素数、ベクトル、複素数平面]、p.104.
- 10) 吉田卓史 (2001)、エリア別におけるボールと選手のスピードに関する研究、サッカー医・科学研究第21巻、p.171.

Summary

Kuniaki OGA*, Yoshihiro KODAMA**, Hyung Jun KIM*** :
A Mathematical Analysis of the Basketball Games on Positioning of Defense

This study was analyzed for applying 'Apollonius circle' to the relation of three moving speeds, offence, defense and pass, we get these three courses. And we analyzed offence's moving course and pass course which is predicted by that of defense.

The results may be summarized as follows; because the speed of offence and pass is faster than that of defense, offence's moving has advantage of defense when offence is closed to defense and there are spaces in the direction offence is moving. But mathematically, it was proved that defense can intercept offence's moving course and pass when defense takes their positions suitably.

(*Faculty of Education, Art and Science)

(**Sendai University)

(***Fuji University)