

Four Factors が勝率に与える影響

—NBA のスタッツ分析—

法政大学キャリアデザイン学部教授 田澤 実

1 はじめに

(1) 本稿の目的

多くのスポーツにおいて、勝利はチームのパフォーマンスをあらわす指標といえる。本稿の目的は、北米の男子プロバスケットボールリーグである NBA (National Basketball Association) のデータを用いて、Four Factors が勝率に与える影響を明らかにすることである。

(2) 本稿の構成

つづく第2節では、Four Factors を理解する際に重要な概念となるポゼッションについて概観

し、第3節では、Four Factors の概要および計算式を確認する。第4節では、Four Factors を含めて、各種スタッツの時系列推移をまとめ、第5節では、Four Factors が勝率に与える影響を明らかにする。第6節はまとめである。

(3) 本稿で用いるスタッツおよび記号

本稿で用いるスタッツおよび記号を表1に示す。以降で示す計算式ではこれらの記号を用いることにする。なお、各種スタッツ記号に Opp がついているものは相手チーム (Opponent) のスタッツであることを示している。

表1 本稿で用いるスタッツおよび記号

記号	スタッツ	意味
FGA	Field goal attempts	フィールドゴール試投数
FGM	Field goals made	フィールドゴール成功数
3PA	3-point field goals attempts	3点シュート試投数
3PM	3-point field goals made	3点シュート成功数
OREB	Offensive rebounds	オフェンス・リバウンド数
Opp DREB	Opponent Defensive rebounds	相手チームのディフェンス・リバウンド数
TOV	Turnovers	ターンオーバー数
FTA	Free throw attempts	フリースロー試投数
FTM	Free throws made	フリースロー成功数
POSS	Possessions	ポゼッション数
Opp POSS	Opponent Possessions	相手チームのポゼッション数
MP	Minutes played	チームにおける選手の合計出場時間
PACE	Pace	48分あたりのポゼッション数

2 ポゼッション

ポゼッションとは、あるチームがボールのコントロールを始めた時からボールを手放す時までのことを指す (Kubatko et al., 2007)。

ボールのコントロールを始めることについては、イメージがしやすいであろう。試合開始後にどちらかのチームがオフェンスとなり、ボールのコントロールを始めたら、もう片方のチームはディフェンスとなる。また、どちらかのチームが得点をしたら、オフェンスとディフェンスが切り替わり、もう片方のチームがボールのコントロールを始めることになる。

それでは、ボールを手放す時 (ポゼッションを終える時) とはどのような時だろうか。このことについて Oliver (2004) は、①フィールドゴール試投数のうち、オフェンス・リバウンドで終わらないもの、②ターンオーバー、③フリースローの一部という3種類があると述べている。

①の一部は理解しやすいであろう。ポゼッションを終えるのは、フィールドゴール試投時、すなわち、2点または3点を狙ってシュートした時である。シュートが決まって得点となれば、オフェンスとディフェンスが切り替わる。また、シュートが外れて、相手チームがリバウンドを取れば、オフェンスとディフェンスが切り替わる。ここまでは理解しやすい。しかし、シュートが外れた後に、自分のチームがオフェンス・リバウンドを取った場合は、そのポゼッションが終わらないのはな

ぜだろうか。もう1回のオフェンスが追加されると考える人もいるかもしれない。このことについて、Kubatko et al. (2007) は、オフェンス・リバウンドによって始まるのは、新たなプレイであり、新たなポゼッションは始まらなると述べている。

②も理解しやすいと思われる。2点または3点を狙ってシュートをする前に、ボールがコート外に出たり、相手チームにボールを奪われたりすることにより、オフェンスとディフェンスが切り替わることである。

③はやや複雑である。フリースローを放った後には、自分のチームのポゼッションが終わる時もある。そのまま自分のチームのポゼッションが継続するときもある。つまり、フリースローは1回とは限らず、連続で2回、または、連続で3回放つことがあることをどのように考えるのかという問題がある。このことについて Oliver (2004) は、全フリースロー試投数のうち約40%でポゼッションが終わっていることを見出したと述べている。

以上のことから、Oliver (2004) は、計算式でポゼッションを求めることが可能であるとした (式1)。FGA から OREB を減じる箇所が上記の①の部分に、TOV を加える箇所が上記の②に、FTA に0.4を乗じる箇所が上記の③に該当する。なお、Oliver (2004) はFTA に0.4を乗じた計算式を用いていたが、近年では0.44を乗じた計算式を用いることが多い (式2)。

$$\text{式1} \quad Possessions (POSS) = FGA - OREB + TOV + 0.4 \times FTA$$

$$\text{式2} \quad Possessions (POSS) = FGA - OREB + TOV + 0.44 \times FTA$$

3 Four Factors

(1) Oliver による初期の Four Factors

Oliver (2004) は、以下の4つの側面がチームのパフォーマンスを決めるとした。

- ① Shooting percentage from the field (2点シュートおよび3点シュートの成功率)
- ② Getting offensive rebounds (オフェンス・リバウンドの獲得)
- ③ Committing turnovers (ターンオーバーをしてしまうこと)

- ④ Going to the foul line a lot and making the shots (フリースローを多く獲得すること)

すなわち、フィールドゴール (2点シュートおよび3点シュート) の確率を高め、オフェンス・リバウンドを支配できるようにし、ターンオーバーを減らして、フリースローを多く獲得することがオフェンスにおいて大事なことであるとしました。

この4つの側面は、そのままディフェンスの要因にもなることを Oliver (2004) は指摘している。すなわち、相手チームのフィールドゴール (2点シュートおよび3点シュート) の確率を低めるようにし、相手チームにオフェンス・リバウンドを支配されないようにし、相手チームのターンオーバーを増やすようにして、相手チームにフリースローを多く獲得されないようにすることがディフェンスにおいて大事になるという指摘である。

そして、Oliver (2004) は、この4つの側面を Four Factors と呼んだ。具体的には以下の4つの指標を設けて、オフェンス面およびディフェンス面の検討をした。なお、日本語訳については佐々木 (2017) を参考にした。

- ① FG% (フィールドゴール成功率)
 ② OREB% (オフェンス・リバウンドの機会に対する支配率)

$$\begin{aligned} \text{式3} \quad & \text{Effective field goal percentage (eFG\%)} & = & \frac{(FGM + 0.5 \times 3PM)}{FGA} \\ \text{式4} \quad & \text{Offensive rebounding percentage (OREB\%)} & = & \frac{OREB}{OREB + Opp DREB} \\ \text{式5} \quad & \text{Turnovers per possession (TOV/POSS)} & = & \frac{TOV}{POSS} \\ \text{式6} \quad & \text{Free throw rate (FTM/FGA)} & = & \frac{FTM}{FGA} \end{aligned}$$

変化が見られたのは、①と④である。まず、Kubatko et al. (2007) によるエフェクティ

- ③ TOV% (1ポゼッションあたりのターンオーバー数)
 ④ FTA/FGA (フィールドゴールを何本放つ間にフリースローを何本獲得できるかという指標)

その後、Four Factors は、フィールドゴール成功率、オフェンス・リバウンド、ターンオーバー、フリースローという4つの側面は維持しつつも、その指標の計算方法には、いくつかの種類がみられるようになった。Oliver 自身も扱う指標を変化させた。

(2) FTM に注目する Four Factors

Oliver は、Kubatko らとの共著論文 (Kubatko et al., 2007) において、Four Factors として以下の4つの指標を設けた。計算式とともに示す(式3、式4、式5、式6)。

- ① Effective field goal percentage (3点シュートに1.5倍の価値を持たせて計算したフィールドゴール成功率)
 ② Offensive rebounding percentage (オフェンス・リバウンドの機会に対する支配率)
 ③ Turnovers per possession (1ポゼッションあたりのターンオーバー数)
 ④ Free throw rate (フリースロー・レート)

ブ・フィールドゴール・パーセンテージ (eFG%) の計算式 (式3) では、分子に2点シュート成功

数と3点シュート成功数の合計 (FGM)、分母に2点シュート試投数と3点シュート試投数の合計 (FGA) がある点では、フィールドゴール成功率 (FG%) と同様である。異なる点は、分子に3点シュート成功数 (3PM) の半分が加算されている点である。これは3点シュートに1.5倍の価値を持たせて計算していることを意味している。一般的に、3点シュートは2点シュートよりも成功率が低い。しかし、フィールドゴール・パーセンテージ (FG%) の計算式では、2点シュートを1回決めることと、3点シュートを1回決めることが等質であることを意味してしまう。エフェクティブ・フィールドゴール・パーセンテージ (eFG%) の計算式はこの問題点を補うものといえる。

また、Kubatko et al. (2007) によるフリースロー・レートの計算式 (式6) は、分子にフリースロー試投数 (FTA) ではなく、フリースロー成功数 (FTM) が用いられている点が Oliver (2004) と異なる。Kubatko et al. (2007) は、フリースロー・レートには、フィールドゴールを何本放つ間にフリースローを何本獲得できるかという側面と、フリースローをどれだけ成功させているかという側面があるため、これらを別のもつとすれば、Four Factors ではなく、Five Factors にもなりうると述べている。そして、Kubatko et al. (2007) は、FTM を FGA で除した指標を計算式で用いることは、フィールドゴールを何本放つ間にフリースローを何本獲得できるかという側面と、フリースローをどれだけ成功させているかという側面の両方を捉える傾向があることを指摘している^{注1)}。

Four Factors を扱う近年の研究 (たとえば、Baghal 2012; Zuccolotto et al. 2020) においても、Kubatko et al. (2007) の計算式 (式3、式4、式5、式6) が使われている。

(3) FTA に注目する Four Factors

上記までに示してきたように、Oliver による初期の研究では Four Factors のうち、フリース

ローについては、FTA に注目していた。その後、Oliver を含む Kubatko らは FTM に注目していた。以下には、Oliver 以外で、フリースローの FTA に注目している例を概観する。

Küpfer (2005) は、勝率を規定する要因として、オフェンスにおける Four Factors とディフェンスにおける Four Factors を設けた。具体的には以下の4つ指標であった。ここでは本稿で用いている統一した記号ではなく、原典で用いられている記号をそのまま示す。

- ① EFG%
- ② OR%
- ③ TO%
- ④ FOUL%

Küpfer (2005) では、①と②の計算式が示されていないが、従来の計算方法 (式3および式4) と同様と思われる。③については、“TO% = TO/POSS” と示されているため、(式5) と同様であると判断できる。④については、“FOUL% = (0.44 * FTA) / POSS” と示されている。Küpfer (2005) は、FOUL% の計算式で、FTM ではなく、FTA を使用する理由について、以下のように述べている。

私は、フリースローを獲得することが重要なスキルだと考えている。相手チームの誰に対してファールをするのかについては、ある程度コントロールできるかもしれない。しかし、その相手がフリースローを決めるかどうかは自分のチームがコントロールできるものではない。つまり、相手チームの FTM をどれだけ封じたのかという指標はあまり意味がない。私は、自分のチームのオフェンスでどれだけフリースローを獲得したのかという指標と、相手チームが獲得するフリースローをどれだけ封じたのかという指標を比較するために、FTA を計算式に用いている (Küpfer 2005)。

そして、NBA のスタッツを紹介するサイトや、Bリーグにおけるテクニカルレポートでも、Four Factors のうち、フリースローは FTA に注目しているものがある。

たとえば、NBA.com にはスタッツを紹介するページがある (<https://stats.nba.com>)。ここでは、Four Factors が計算されている。具体的には下記4つを指標としている。FTA Rate は FTA を FGA で除して求めている。

- ① eFG%
- ② OREB%
- ③ TOV%
- ④ FTA Rate

また、Bリーグが公式 HP (<https://www.bleague.jp/>) で 2017年6月に公表した『B.LEAGUE 2016-17 SEASON Technical Report』においても、Four Factors が計算されている。具体的には下記4つを指標としている。Free Throw Rate は FTA を FGA で除して求めている。

- ① Effective Field Goal% (eFG%)
- ② Offensive Rebound Rate (ORR)
- ③ Turnover Rate (TOR)
- ④ Free Throw Rate (FTR)

(4) 本節のまとめ

本節では、Four Factors に複数の計算式があることを指摘した。そして、それらを、1) Oliver による初期の Four Factors、2) FTM に注目する Four Factors、3) FTA に注目する Four Factors の3つに分類した。そして、これらはフィールドゴール成功率、オフense・リバウンド、ターンオーバー、フリースローという4つの側面を維持していることも同時に指摘した。

このことにより、Four Factors を用いた研究から知見を得る際には、計算式を確認する必要があることを指摘できる。たとえば、FTA を

FGA で除したものと、パフォーマンスを示す指標 (たとえば、勝率) との関連がそれほどみられなかった場合、それは、あくまでフリースローの側面との関連を示したに過ぎず、他の計算方法 (たとえば、FTM を FGA で除したもの) は検討されていないということである。

広義の Four Factors は、フィールドゴール成功率、オフense・リバウンド、ターンオーバー、フリースローという4つの側面を指し示し、狭義の Four Factors は、その研究における計算式 (たとえば、式3、式4、式5、式6) を指し示す。Four Factors の有効性を包括的に議論する際には、一側面のみを取り出して過大に評価することは避けなくてはならない。

また、Four Factors のフリースロー・レートを求める際に、FTA を FGA で除するのか、FTM を FGA で除するのかについて吟味することは、その値が何を示しているのかを解釈する際に有効になりうる。しかし、広義に Four Factors を捉えた場合、どちらが正しいのかという議論は生産的ではない。

4 各種スタッツの時系列推移

(1) Four factors の時系列推移

Kubatko et al. (2007) は、NBA の 1979-80 シーズンから 2005-06 シーズンにおける Four Factors の時系列推移を確認し、エフェクティブ・フィールドゴール・パーセンテージ (eFG%) とフリースロー・レート (FTM/FGA) には明確な傾向が見いだせなかったものの、1ポゼッションあたりのターンオーバー数 (TOV/POSS) と、オフense・リバウンドの機会に対する支配率 (OREB%) が減少傾向にあることを示した。本節では、2004-05 シーズンから 2019-20 シーズンのデータを用いて、近年の Four Factors の時系列推移を確認する。

2004-05 シーズンから 2019-20 シーズンまでのレギュラーシーズンのチームデータ (n=480) を Basketball-Reference.com より入手した。デー

タ入手時期は2020年6月であった。なお、2019-20シーズンは新型コロナウイルスの影響でシーズンが中断した。本稿で扱う2019-20シーズンのデータは各チーム63試合から67試合を終えた時のデータである。

エフェクティブ・フィールドゴール・パーセンテージ (eFG%)、オフェンス・リバウンドの機会に対する支配率 (OREB%)、1ポゼッションあたりのターンオーバー数 (TOV/POSS)、フリースロー・レート (FTM/FGA) の時系列推移を

示す (図1、図2、図3、図4)。図中の白い丸は各チームの値を、黒い四角は30チームの平均を示している (以降の図も同様)。1ポゼッションあたりのターンオーバー数 (TOV/POSS) については、明確な傾向が見いだせないが、エフェクティブ・フィールドゴール・パーセンテージ (eFG%) は上昇傾向にあり、オフェンス・リバウンドの機会に対する支配率 (OREB%) と、フリースロー・レート (FTM/FGA) は下降傾向にあることが分かる。

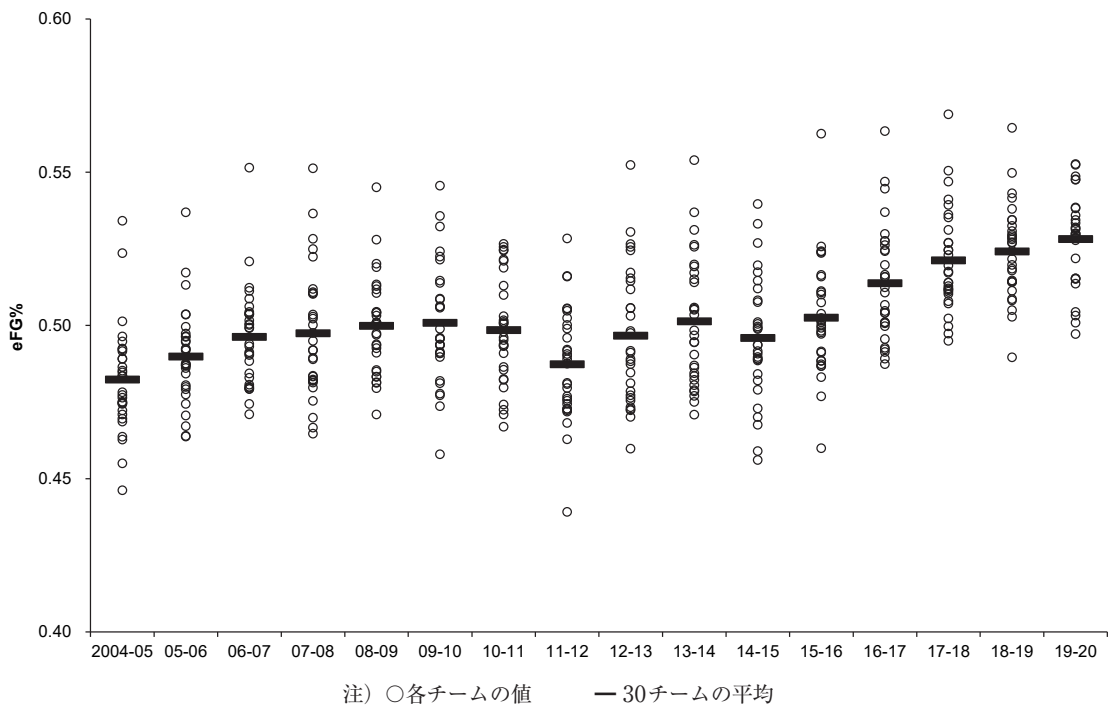


図1 エフェクティブ・フィールドゴール・パーセンテージ (eFG%) の時系列推移

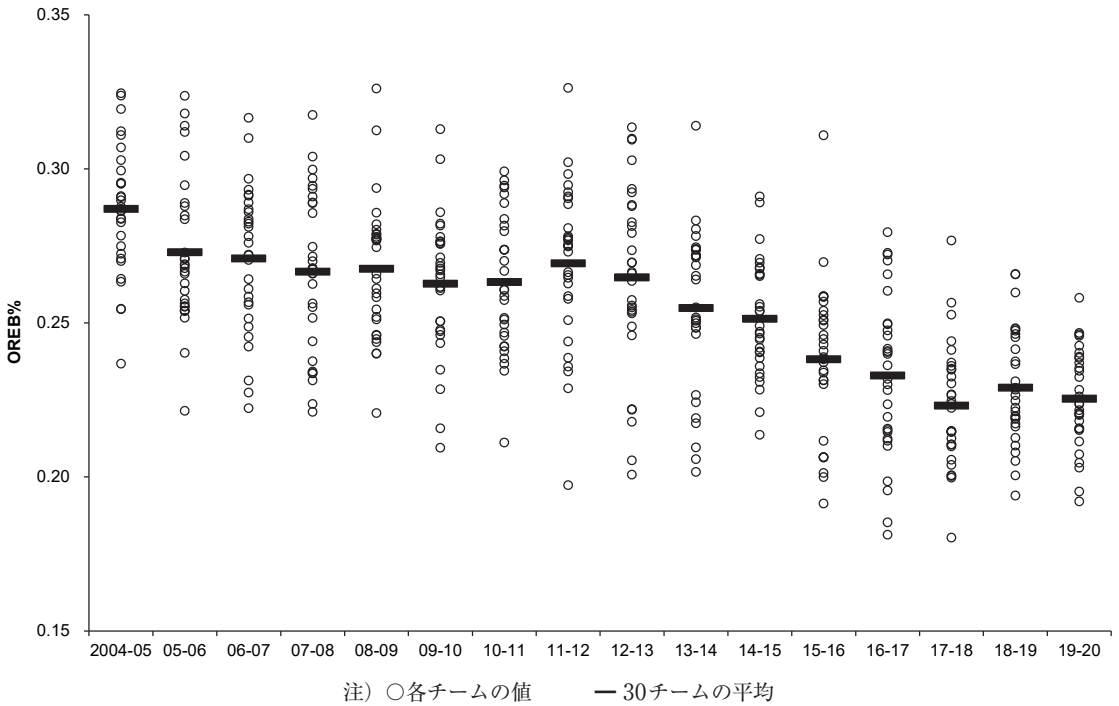


図2 オフェンス・リバウンドの機会に対する支配率 (OREB%) の時系列推移

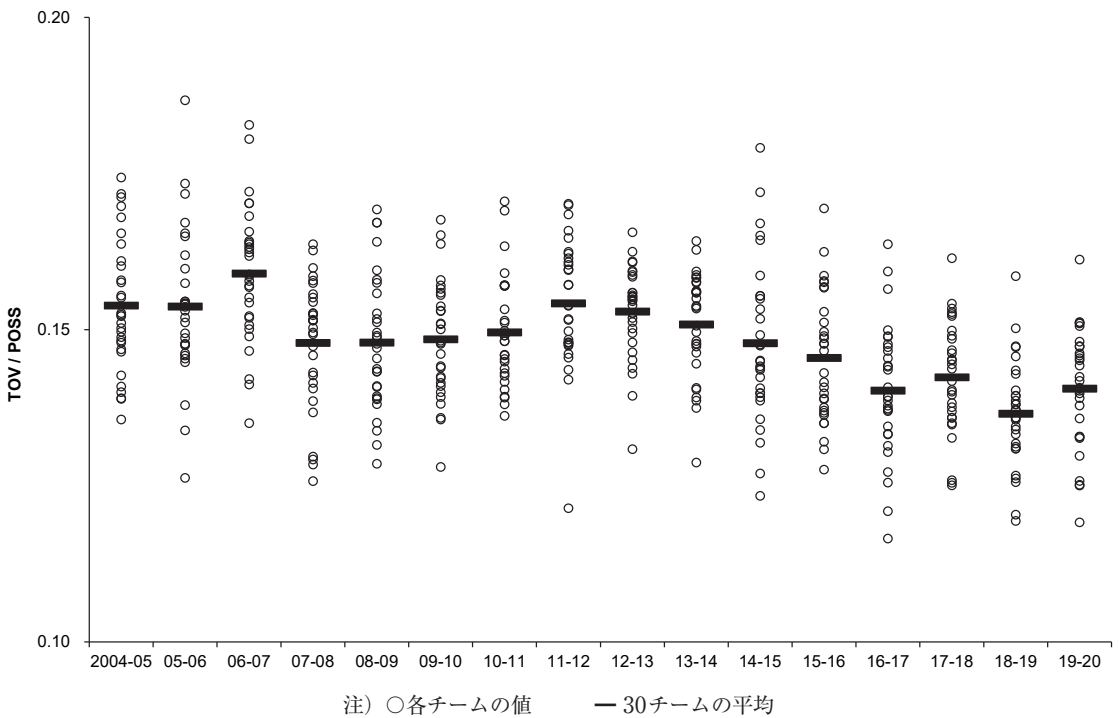


図3 1 ポゼッションあたりのターンオーバー数 (TOV/POSS) の時系列推移

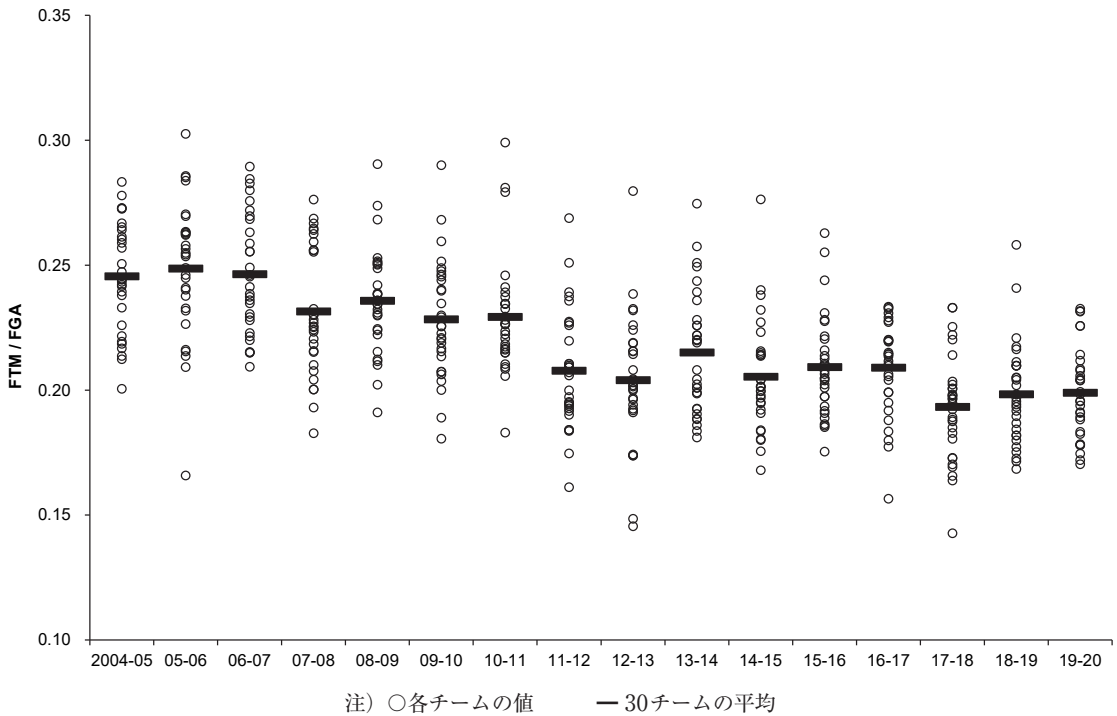


図4 フリースロー・レート (FTM/FGA) の時系列推移

(2) ペースおよび3点シュートの時系列推移

近年のNBAでは、Four Factorsだけでなく、ペースおよび3点シュートにも変化が表れてきている。

① ペース (pace)

48分あたりのポゼッション数のことをペース (pace) と呼ぶことがある。これはNBAが1試合4クォーター制で、1クォーターあたり12分であるため、延長戦にならなければ1試合が48分で行われることによる。NBAのレギュラーシーズンは82試合であるため、延長戦が一度もなければ各チームにおける選手の合計出場時間 (MP) は82試合×48分×5人で19680分となる。しかし、延長戦を経験するチームはその分、選手の合計出場時間が増加する。1試合あたりのポゼッション数を求めてしまうと、ポゼッション数が多くても、それがチームの特徴を示しているのか、それとも、延長戦が多かっただけなのかわからない。そこ

で、48分あたりのポゼッション数である pace を求める必要が出てくる。

チームにおける選手の合計出場時間 (MP) を5で割ると、そのチームが82試合で何分の出場時間があったのかについて求めることができる。この値を用いて、1分あたりのポゼッション数を求めて、さらに48倍すれば、48分あたりのポゼッション数となる。自分のチームのスタッツ (POSS、MP) を使って求める計算式は (式7) である。

なお、相手チームのスタッツ (Opp POSS、Opp MP) を用いれば、相手チームの pace を求めることができる。この場合、自分のチームの pace と相手チームの pace はわずかに異なる値となることがある。そこで両者の平均を pace として計算することがある。自分のチームにおける選手の合計出場時間 (MP) と相手チームにおける選手の合計出場時間 (Opp MP) は同じ値となるため、具体的な計算式は (式8) で求めることが

可能である。なお、paceを扱う近年の研究（たとえば、Ertug and Castellucci 2013）においても、同様の計算式が用いられている。本稿でも

(式8)を用いることにする。48分あたりのポゼッション数 (pace) の推移を図5に示す。近年では、pace が上昇傾向にあることが分かる。

$$\text{式7 } PACE = \frac{POSS}{(MP/5)} \times 48$$

$$\text{式8 } PACE = \frac{POSS + Opp POSS}{(MP/5) \times 2} \times 48$$

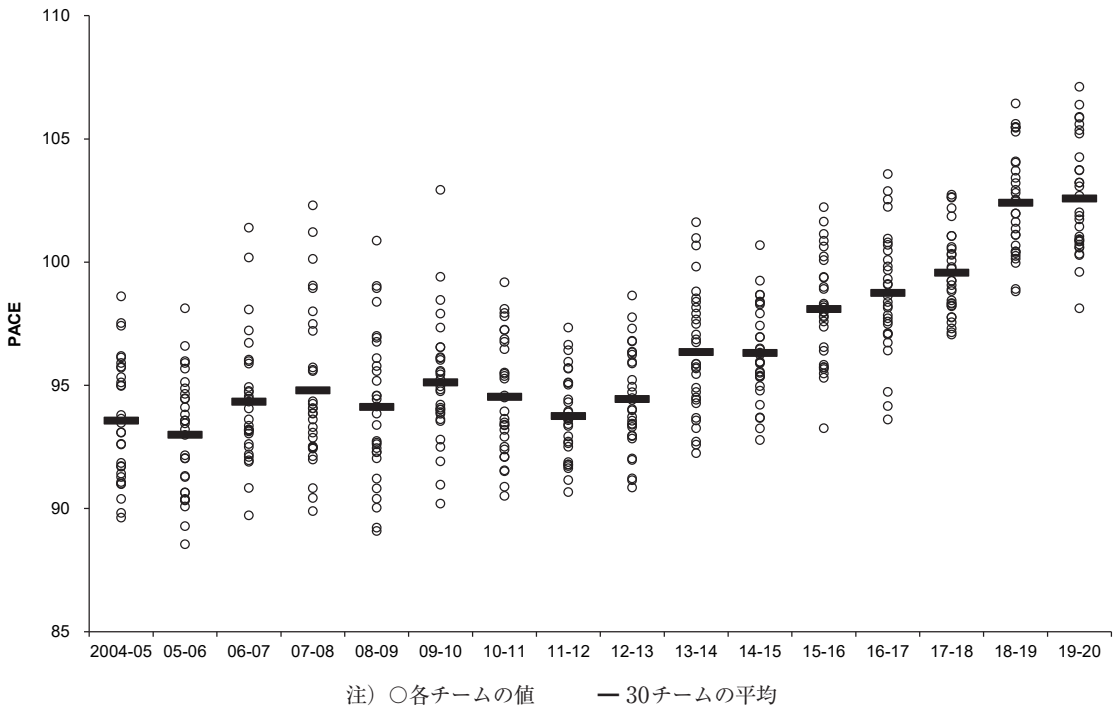


図5 ペース (pace) の時系列推移

② 3点シュート占有率 (3PA/FGA)

また、近年のNBAの変化として3点シュートの増加があげられる。ただし、3点シュート試投数 (3PA) の推移をそのまま示しても、3点シュートが増えたのか、それとも、延長戦が多かっただけなのかがわからない。そこで、本稿では、3点シュート試投数 (3PA) をフィールドゴール試投数 (FGA) で除した指標に着目する。本稿では、この指標を3点シュート占有率 (3PA/FGA) と呼ぶことにする。3点シュート占有率 (3PA/FGA)

の時系列推移を図6に示す。近年では、3PA/FGA が上昇傾向にあることが分かる。

(3) 本節のまとめ

本節では、エフェクティブ・フィールドゴール・パーセンテージ (eFG%) は上昇傾向にあり、オフェンス・リバウンドの機会に対する支配率 (OREB%) と、フリースロー・レート (FTM/FGA) は下降傾向にあることを示した。また、48分あたりのポゼッション数 (pace) と、3点

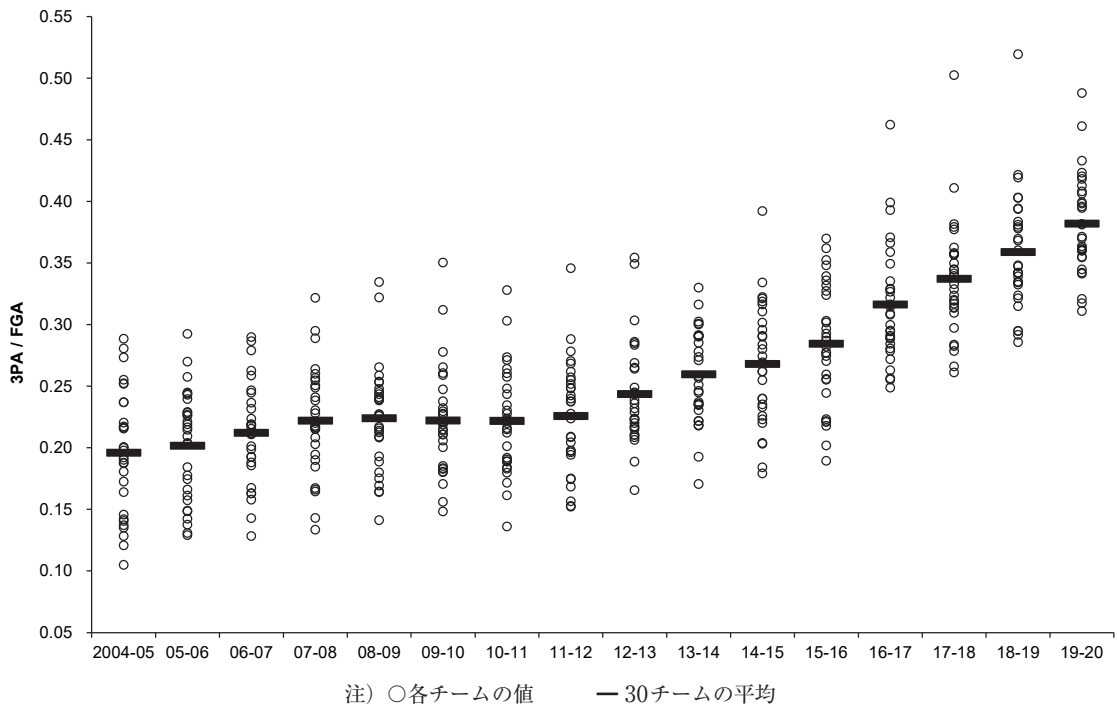


図6 3点シュート占有率 (3PA/FGA) の時系列推移

シュート占有率 (3PA/FGA) が上昇傾向にあることも示した。

前節ではオフェンス・リバウンドの機会に対する支配率 (OREB%) が減少傾向にあることを示した。本節では48分あたりのポゼッション数 (pace) が増加傾向にあることを示した。この2つの指標には関連がある。

なぜなら、Oliver(2004)が述べるように、フィールドゴールの試投後 (つまり、2点シュートまたは3点シュートを放った後) は、オフェンス・リバウンドを取らなければ、そこで自分のチームのポゼッションは終了するためである。2点シュートまたは3点シュートが入った場合は、相手チームのプレイヤーがバスケットの後ろのエンドラインのアウトオブバウンズからスローインをして、オフェンスとディフェンスが切り替わる。2点シュートまたは3点シュートが外れて、相手チームがディフェンス・リバウンドを獲得すれば、その時点でオフェンスとディフェンスが切り替わ

る。このように、2点シュートまたは3点シュートを放った後に、戻りを優先するなどの理由で自分のチームがオフェンス・リバウンドを放棄するならば、シュートを放った時点で自分のチームのポゼッションは終了することが確定する。

5 Four Factors が勝率に与える影響

(1) 先行研究の到達点と課題

Küpfer (2005) は、勝率を規定する要因として、オフェンスにおける Four Factors とディフェンスにおける Four Factors を設け、エフェクティブ・フィールドゴール・パーセンテージ (eFG%) が最も重要であり、次いで、1ポゼッションあたりのターンオーバー (TOV/POSS) が重要であることを示した。

Teramoto and Cross (2010) は、オフェンスおよびディフェンスのエフェクティブ・フィールドゴール・パーセンテージ (eFG%) が勝利のた

めに最も重要な要因であり、オフenseとディフェンスのフリースロー (FTM/FGA) は、勝率の予測因子ではあるものの、Four Factors の中では相対的に重要度が低いことを示した。同様の結果は Baghal(2012)においてもみられている。

このように先行研究では、勝率を規定する要因として、エフェクティブ・フィールドゴール・パーセンテージ (eFG%) が最も重要であり、次いで、1ポゼッションあたりのターンオーバー (TOV/POSS) が重要であり、フリースロー (FTM/FGA) は、Four Factors の中では相対的に重要度が低いことが明らかになっている。しかし、以下のような解明されていない側面がある。

第一に、先行研究 (Teramoto and Cross 2010, Baghal 2012) では、2008-09シーズンまでのデータが使われており、2009-10シーズン以降のデータを用いて検討がなされていない点である。エフェクティブ・フィールドゴール・パーセンテージ (eFG%) が上昇傾向にあり、オフense・リバウンドの機会に対する支配率 (OREB%) と、フリースロー・レート (FTM/FGA) は下降傾向にあるという近年の動向を踏まえると、最新データでも先行研究の結果が再現されるのか確認することが必要であろう。

第二に、先行研究では、いわば狭義の Four Factors のみを扱ってきた点である。広義の Four Factors は、フィールドゴール成功率、オフense・リバウンド、ターンオーバー、フリースローという4つの側面を指し示す。たとえ

ば、フリースローにおいてはFTMだけでなく、FTAを用いた指標も含めて検討すべきであろう。

(2) 本節の目的

そこで本節では、上記の視点を含めて、Four Factors が勝率に与える影響について明らかにする。本節では広義に Four Factors を捉えることにする。フィールドゴール成功率、オフense・リバウンド、ターンオーバー、フリースローという4つの側面の中で、フリースローについて複数の指標を用いることにする。

(3) データと方法

2004-05シーズンから2019-20シーズンまでのレギュラーシーズンのチームデータ (N=480) をBasketball-Reference.comより入手した。データ入手時期は2020年6月であった。2019-20シーズンのデータは各チーム63試合から67試合を終えた時のもの (新型コロナウイルスの影響でシーズンが中断した時までのもの) である。

本節で用いる指標および計算式を表2に示す。なお、ポゼッション (POSS) は、一般的な公式 ($POSS = FGA - OREB + TOV + 0.44 \times FTA$) を用いた。勝率 (Win%) は、各チームにおけるレギュラーシーズンの勝利数をレギュラーシーズンの全試合数で除したものをを用いた。

①フィールドゴール成功率

エフェクティブ・フィールドゴール・パーセン

表2 本節で用いる指標および計算式

指標	記号	計算式
エフェクティブ・フィールドゴール・パーセンテージ	eFG%	$(FGM + 0.5 \times 3PM)/FGA$
1ポゼッションあたりのターンオーバー数	TOV/POSS	TOV/POSS
オフense・リバウンドの機会に対する支配率	OREB%	$OREB/(OREB + Opp DREB)$
FTMを用いたフリースロー・レート	FTM/FGA	FTM/FGA
FTAを用いたフリースロー・レート	FTA/FGA	FTA/FGA
フリースロー成功率	FT%	FTM/FTA
ファウル・パーセンテージ	FOUL%	$(0.44 \times FTA)/POSS$

テージ (eFG%) を用いた。

② オフェンス・リバウンド

オフェンス・リバウンドの機会に対する支配率 (OREB%) を用いた。

③ ターンオーバー

1 ポゼッションあたりのターンオーバー数 (TOV/POSS) を用いた。

④ フリースロー

FTM を用いたフリースロー・レート (FTM/FGA)、FTA を用いたフリースロー・レート (FTA/FGA)、フリースロー成功率 (FT%)、ファウル・パーセント (FOUL%) を用いた。

Kubatko et al. (2007) は、FTM を FGA で除した指標を計算式で用いることは、フィールドゴールを何本放つ間にフリースローを何本獲得できるかという側面と、フリースローをどれだけ成功させているかという側面の両方を捉える傾向があることを指摘している。そこで、フリースロー成功率 (FT%) の指標も用いた。

なお、Küpfer (2005) の示したファウル・パーセント (FOUL%) は、計算式に FTA を用いているため、考え方としては、FTA を用いたフリースロー・レートに近いといえるが、この指標もあわせて用いた。

(4) 分析の方針

本節では、近年の各種スタッツの時系列推移を考慮して、2004-05シーズンから2011-12シーズン (n=240) と2012-13シーズンから2019-20シーズン (n=240) に分けて分析を行う。

なお、先行研究では、オフェンスの Four Factors とディフェンスの Four Factors の両方を用いる場合、ディフェンスの Four Factors は、相手チームのオフェンス・リバウンドの機会に対する支配率 (Opp OREB%) ではなく、自分のチームのディフェンス・リバウンドの機会に対する支配率 ($DREB\% = DREB / (Opp\ OREB +$

$DREB)$ を用いることがあるが、本節では前者を用いることにする。前者と後者は表裏一体の関係であり、両者の相関係数は -1 となる。

(5) 結果と考察

オフェンスの Four Factors とディフェンスの Four Factors が勝率に与える影響を検討するために、重回帰分析を行った。結果を表3、表4に示す。

先行研究 (Teramoto and Cross, 2010; Baghal, 2012) と同様に、本節でもオフェンスとディフェンスの Four Factors のすべてが勝率を予測することが明らかになった。Teramoto and Cross (2010) は、オフェンスのエフェクティブ・フィールドゴール・パーセンテージ (eFG%) とディフェンスのエフェクティブ・フィールドゴール・パーセンテージ (Opp eFG%) が勝利に与える影響がほぼ同じであることを示したのに対して、Baghal (2012) は、前者が勝率を予測する上でより重要であることを示した。本節では2004-05シーズンから2011-12シーズンのデータにおいては、Teramoto and Cross (2010) と同様の傾向を示し、2012-13シーズンから2019-20シーズンのデータにおいては Baghal (2012) と同様の傾向が示された。すなわち、近年の NBA では、オフェンスのエフェクティブ・フィールドゴール・パーセンテージ (eFG%) を高めることの重要性が増していると解釈できる。

なお、本節では、フリースローの要因について、FTM を用いたフリースロー・レート (FTM/FGA)、FTA を用いたフリースロー・レート (FTA/FGA)、フリースロー成功率 (FT%)、ファウル・パーセンテージ (FOUL%) の指標を比較しながら分析した。その結果、どの指標をフリースローの要因と解釈しても勝率を予測することが明らかになった。これら4つの指標を比較すると、勝率を予測する上では、FTM を用いたフリースロー・レート (FTM/FGA) を用いることが重要であることを示した。

表 3 Four Factors が勝率に与える影響
(2004-05シーズンから2011-12シーズンのデータ)

	β	β	β	β
eFG%	.510 **	.514 **	.576 **	.519 **
TOV/POSS	-.311 **	-.317 **	-.281 **	-.296 **
OREB%	.265 **	.256 **	.314 **	.236 **
FTM/FGA	.195 **			
FTA/FGA		.166 **		
FT%			.115 **	
FOUL%				.165 **
Opp eFG%	-.500 **	-.510 **	-.512 **	-.515 **
Opp TOV/POSS	.245 **	.241 **	.198 **	.219 **
Opp OREB%	-.185 **	-.173 **	-.187 **	-.158 **
Opp FTM/FGA	-.193 **			
Opp FTA/FGA		-.173 **		
Opp FT%			-.081 **	
Opp FOUL%				-.168 **
R^2	.937 **	.925 **	.913 **	.925 **

** $p < .01$ 表 4 Four Factors が勝率に与える影響
(2012-13シーズンから2019-20シーズンのデータ)

	β	β	β	β
eFG%	.682 **	.690 **	.713 **	.693 **
TOV/POSS	-.297 **	-.305 **	-.289 **	-.294 **
OREB%	.287 **	.289 **	.310 **	.278 **
FTM/FGA	.116 **			
FTA/FGA		.085 **		
FT%			.092 **	
FOUL%				.086 **
Opp eFG%	-.598 **	-.609 **	-.598 **	-.613 **
Opp TOV/POSS	.274 **	.263 **	.242 **	.244 **
Opp OREB%	-.171 **	-.159 **	-.187 **	-.145 **
Opp FTM/FGA	-.130 **			
Opp FTA/FGA		-.117 **		
Opp FT%			-.071 **	
Opp FOUL%				-.117 **
R^2	.935 **	.927 **	.922 **	.927 **

** $p < .01$

6 まとめ

本稿の目的は、Four Factors が勝率に与える影響を明らかにすることであった。本稿の結果は下記のようにまとめることができる。

第一に、広義の Four Factors と狭義の Four Factors があることを指摘した。広義に Four Factors を捉えれば、フィールドゴール成功率、オフense・リバウンド、ターンオーバー、フリースローという4つの側面を指し示し、狭義に

Four Factors を捉えれば、その研究における計算式を指し示すことを指摘した。

第二に、Four Factors のフリースローについては、複数の計算式があることを指摘した。そして、それらを 1) Oliver による初期の Four Factors、2) FTM に注目する Four Factors、3) FTA に注目する Four Factors に分類した。

第三に、近年の NBA では、エフェクティブ・フィールドゴール・パーセンテージ (eFG%) が上昇傾向にあり、オフェンス・リバウンドの機会に対する支配率 (OREB%) と、フリースロー・レート (FTM/FGA) が下降傾向にあることを示した。また、48分あたりのポジション数 (pace) と 3点シュート占有率 (3PA/FGA) が上昇傾向にあることも示した。

第四に、先行研究と同様に、オフェンスとディフェンスの Four Factors のすべてが勝率を予測することを示した。また、2004-05シーズンから 2011-12シーズンのデータと 2012-13シーズンから 2019-20シーズンのデータを分けて分析した結果からは、近年の NBA では、オフェンスのエフェクティブ・フィールドゴール・パーセンテージ (eFG%) を高めることの重要性が増していることを示した。

第五に、Four Factors のフリースローについて、FTM を用いたフリースロー・レート (FTM/FGA)、FTA を用いたフリースロー・レート (FTA/FGA)、フリースロー成功率 (FT%)、ファウル・パーセンテージ (FOUL%) の指標を比較しながら分析した。その結果、どの指標も勝率を予測することを明らかにした。これら 4つの指標を比較すると、勝率を予測する上では、FTM を用いたフリースロー・レート (FTM/FGA) が重要であることを明らかにした。

注

1) なお、Oliver は、自身のツイッターアカウント (@DeanO_Lytics) にて、現在でもたびたび NBA の試合からひとつを取り上げて、両

チームの Four Factors とともに試合結果を紹介している。ここでもフリースロー・レートは FTM を FGA で除して求めている。

引用文献

- Baghal, T. (2012). Are the "four factors" indicators of one factor? an application of structural equation modeling methodology to NBA data in prediction of winning percentage. *Journal of Quantitative Analysis in Sports*, 8(1). Article: 4.
- Ertug, G., & Castellucci, F. (2013). Getting what you need: How reputation and status affect team performance, hiring, and salaries in the NBA. *Academy of Management Journal*, 56(2), 407-431.
- Kubatko, J., Oliver, D., Pelton, K., & Rosenbaum, D. T. (2007). *A starting point for analyzing basketball statistics*. *Journal of Quantitative Analysis in Sports*, 3(3).
- Küpfer, E. (2005). "Team Similarity." APBRMetrics forum, http://godismyjudgeok.com/DStats/APBRmetrics_Old/APBRmetricsOldPage_%20670%20.html accessed 5/14/2020
- Oliver, D. (2004). *Basketball on paper: rules and tools for performance analysis*. Potomac Books, Inc..
- 佐々木クリス (2017) .「佐々木クリスが指南 バスケットボール観戦力 UP の手引き」ぴあ株式会社『B.LEAGUE 2017-18 選手名鑑・最新観戦ガイド：公認アナリスト佐々木クリス、プロデュース & 徹底分析』 pp. 22-23.
- Teramoto, M., & Cross, C. L. (2010). Relative importance of performance factors in winning NBA games in regular season versus playoffs. *Journal of Quantitative Analysis in Sports*, 6(3).
- Zuccolotto, P., & Manisera, M. (2020). *Basketball Data Science: With Applications in R*. CRC Press.

The Effect of Four Factors on the Win Rate —NBA Stat Analysis—

TAZAWA Minoru

This paper discusses the relative importance of performance factors in winning basketball games in the past 16 years of the NBA (between the 2004-2005 and 2019-2020 seasons). Specifically, we examined the contributions of the Four Factors (effective field goal percentage, turnover percentage, rebound percentage, and free throw rate) to winning games in the regular season, using a multiple regression analysis. The results

indicated multiple formulas of the Four Factors in basketball free throws: (1) Oliver's initial Four Factors, (2) Four Factors focusing on Free Throws Made (FTM/FGA), and (3) Four Factors focusing on Free Throw Attempts (FTA/FGA). Comparing multiple models, we found that the free throw rate using Free Throws Made (FTM/FGA) was essential for predicting the win rate.

