

バスケットボール競技におけるシミュレーションゲーム中の無氣的走パワーの間欠的発揮能力に関する研究

栗添 香織¹ 明石 光史¹ 田中 守¹

Study of the intermittent output ability of anaerobic running power during a simulated game of basketball

Kaori Kurizoe¹ Koji Akashi¹ Mamoru Tanaka¹

Abstract

The purpose of this study was to perform a simulated game (game stamina test) in an indoor gym based on the normal physical activities performed during a basketball game, and thereby examine the changes in the intermittent output ability of a 25m direction conversion run which reflects the anaerobic power.

The results were as follows :

1. The correlation coefficient between speed of the 25m direction conversion run and anaerobic power (40m shuttle sprint) was 0.894 ($p<0.01$) and the difference was found to be significant during the first stage of the test. However, the later stages showed no significant difference.
2. The relationship between speed of the 25m direction conversion run and the aerobic power (a 12 minute run) showed no significant difference during the first stage. However, a significant difference was seen in the 6th stage ($r=0.734$, $p<0.01$) and all subsequent values also demonstrated significance.
3. The relationship between the average speed of the 25m direction conversion run during each quarter of the basketball game and the aerobic power (a 12 minute run) showed a significant difference in the 2nd quarter.
4. The absolute speed and relative speed of the 25m direction conversion run in a superior group.

The findings of this study thus suggested that the player who demonstrate a high degree of aerobic power also possess the ability to show a high degree of anaerobic power throughout the entire duration of a basketball game, especially in the last stages.

1) 福岡大学スポーツ科学部
〒814-0180 福岡市城南区七隈8-19-1

*Faculty of Sports and Health Science,
Fukuoka University, 8-19-1 Nanakuma,
Jonan-ku, Fukuoka City(814-0180)*

【緒言】

バスケットボール競技は、縦28m×横15mのコートの中で10人のプレイヤーがダッシュやジャンプを繰り返しながら動き回り、決められた時間内にポイントを競うスポーツである。その中でバスケットボール選手に求められる運動能力は、前後左右への急激なダッシュやターンができるための高い無酸素性作業能力と、それを試合全般を通して繰り返せるだけの有酸素性作業能力が必要であると考えられる。即ち、ローパワー運動を連続的に持続するのではなく、ダッシュやジャンプなどの数秒から数十秒のハイパワー運動を、ランニングなどの数秒から数十秒のローパワー運動を挟んで不完全回復の状態で数十分間、不規則に反復する間欠的運動 (intermittent exercise)⁸⁾ と捉えることができる。間欠的運動中の無氣的発揮パワーは、反復回数の少ない初期では無酸素性作業能力と有意な相関関係にあり、作業回数が増すにつれ有酸素性作業能力との相関関係が強まり、回復時間が短くなるほどこの関係も高まるのが他の競技種目も含めて多く報告されている^{2) 7) 8) 9) 12)}。近年のバスケットボール競技では、2001年のルール改正により、30秒ルールは24秒に短縮され、4ピリオド制が導入されるなど、今後はアメリカプロバスケットボール (NBA) ルールに近づき、よりスピーディーなゲーム展開が要求される傾向にある。したがって、高い無酸素性作業能力のみならず、この能力を試合の最後まで繰り返し発揮し続けるための有酸素性作業能力の重要性が益々高くなってきている⁸⁾。

しかし、このようなハイパワーの間欠的発揮能力に関する研究の多くは、低下が著しくなるような短い休息時間によるもの^{8) 9) 12) 13)} や、自転車駆動や短い距離の往復ダッシュ、方向変換走などの単一動作の繰り返しによるもの^{8) 9) 12)} ので、バスケットボール競技に限らず1試合を通して想定されたものや正にゲームをシミュレートして検討した研究は数少ない^{5) 10)}。その要因としては、対人競技であるがゆえに、ゲームの再現性に欠け、さらに戦術および対戦相手によって要求される運動強度が異なるため、容易に数値としてパフォーマンスの評価ができないということがあげられる。それでも実際のゲームでは、このハイパワーを試合中の最後まで発揮できる能力が必要と考えられることから、何らかの形で試合をシミュレートした上での検討が必要とされる。そして、シミュレートした試合の中で繰り返されるハイパワーの間欠的発揮能力と有酸素性作業能力との関連性も試合の後半ほど高くなるとの仮説に立って検証を試みた。

そこで本研究では、バスケットボール競技の試合中の強度別活動量の分析に基づいてコート上でゲームシミュレーションを行い、生理学的負担度を心拍数で確認した上で、この中で発揮される無氣的走パワーの間欠的な発揮能力と無酸素性作業能力および有酸素性作業能力との関係を検討することを目的とした。

【方法】

1. 被検者

被検者は、平均年齢 20 ± 0.87 歳（19～22歳）の大学女子バスケットボール選手9名で、全員がコートプレーヤーである。身体特性は表1の通りである。

表1 被験者の身体的特性

被検者	大学女子バスケットボール選手		
人数	(人)	9	
年齢	(歳)	20 ± 0.87	(19～22)
身長	(cm)	161.3 ± 7.07	(148.4～171.9)
体重	(kg)	56.1 ± 6.69	(49.38～73.33)
12分間走	(m)	2649 ± 237	(2072～2875)
yo-yo endurance test	(m)	2064 ± 189	(1700～2360)
yo-yo intermittent recovery test	(m)	1151 ± 209	(840～1520)

数値は平均 \pm 標準偏差（最小値～最大値）

2. 測定方法

(1) エネルギー系体力測定

1) 無氣的パワー

40m往復スプリント走並びに25m方向変換走⁷⁾のベストタイムを、前者は光電管により少数第2位まで、後者はマットスイッチにより少数第3位まで計測した。

2) 有氣的パワー

① 12分間走 (by K. Cooper, 1968)

400mトラックにて12分間で走行できる最長距離をm単位で計測した。

② yo-yo test (by J.Bangsbo, 1996)

・ yo-yo endurance test

40m往復走を定められたリズムで走行し、1分毎に走速度が上昇、リズムについていけなかった時点の総走行距離を計測した。

・ yo-yo intermittent recovery test

40m往復走後、5m後方のポイントを10秒で周回することを、定められたリズムで行わせ、1分毎に20m往復走の走速度が上昇、リズムについていけなかった時点での総走行距離を計測した。

(2) ゲームスタミナテスト

バスケットボールゲーム時の運動強度や心拍数を過去の研究データを参考にし、さらにゲーム中に見られる動きを実際のゲームから著者が独自に分析し、1試合をシミュレートしたゲームスタミナテストを作成した。その内容は図1に示すように、バスケットボール競技において多く見られる動きを用い、各種動きの設定時間は大学女子バスケットボール部の公式戦5試合分のビデオを参考に平均値を出して設定した。この中に、間欠的に行う無氣的走パワーとして、バスケットボール競技の特徴を踏まえ、切り替えが多い25m方向変換走を用いた。また図2に示すように、各クォーターはひと通りの動きを入れてスタート地点に戻るまでを1サイクルとし、2サイクルと休息を1セット3分として5セット繰り返し、これを第1クォーターとした。第1クォーター後2分の休息を挟み、同様に5セット行い第2クォーターとした。その後10分のハーフタイムをとり、第1、第2クォーター同様、第3、第4クォーターを行った。

3. 統計処理

有氣的パワーと無氣的パワーの被験者間での優劣分けをするためにTスコアに換算し、2群に分けた。2群間の差の検定には unpaired-t test を用い、相関係数の算出にはピアソンの方法を用い、いずれも5%未満を有意とした。

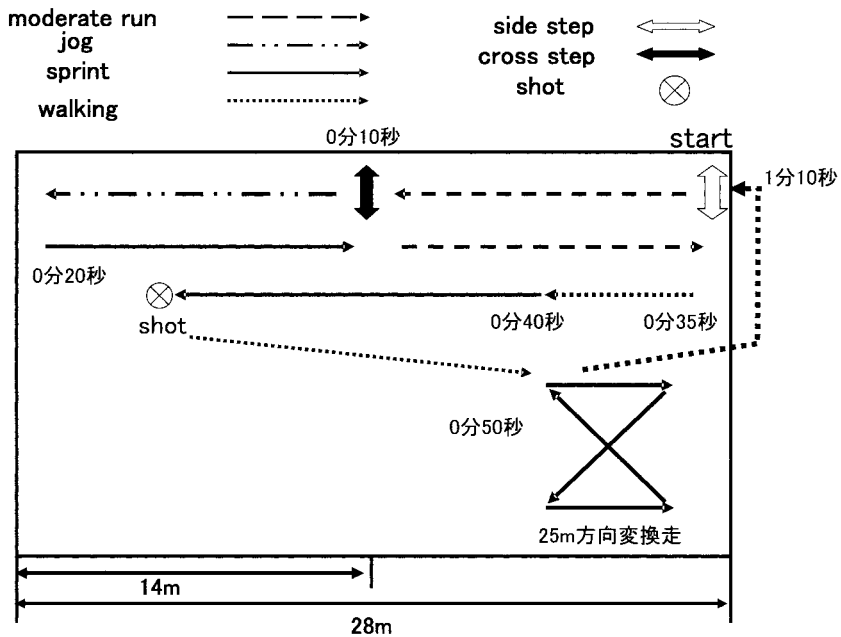


図1 ゲームスタミナテスト図

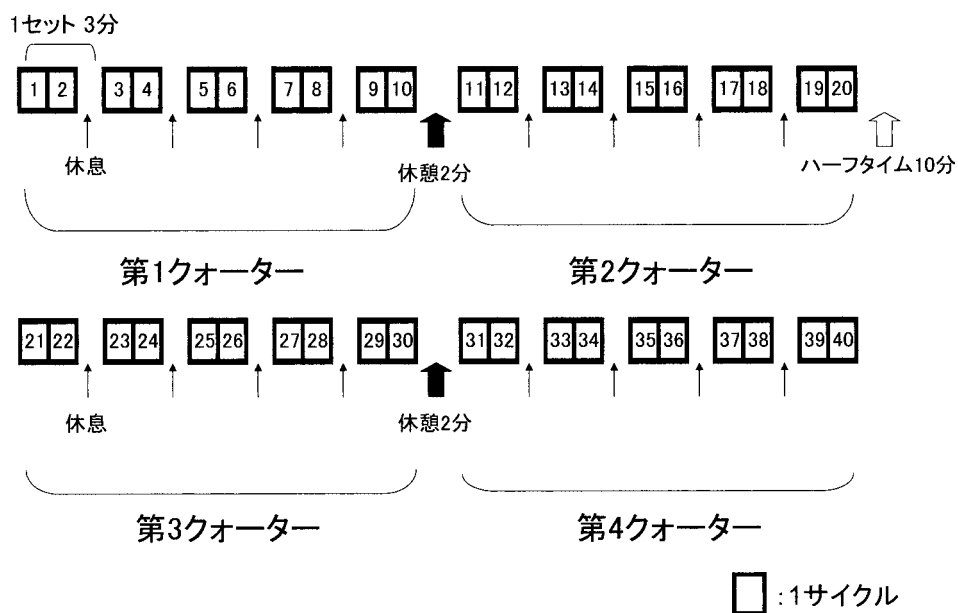


図2 ゲームスタミナテスト方法

【結果】

1. エネルギー系体力測定

(1) 無氣的パワー

本被検者の無氣的パワーの指標となる40m往復スプリント走は 7.99 ± 0.14 秒となり、25m方向変換走は 6.184 ± 0.259 秒となった。

(2) 有氣的パワー

12分間走の平均は、 2649 ± 237 mで2072m～2875mの範囲であった。yo-yo endurance testの平均は、 2064 ± 189 mで1700m～2360mの範囲であった。yo-yo intermittent recovery testの平均は、 1151 ± 209 mで960～1560mの範囲であった。

12分間走とyo-yo endurance test並びに12分間走とyo-yo intermittent recovery testとの間には有意な相関関係が(それぞれ $r=0.870$, $p<0.01$; $r=0.726$, $p<0.01$)みられたが、yo-yo endurance testとyo-yo intermittent recovery testとの間には相関関係は見られなかった。

(3) 無氣的パワーと有氣的パワーの関係

図4に示すように、本被験者の無氣的パワーと有氣的パワーの間には何ら関係はみられなかった。

2. ゲームスタミナテスト

ゲームスタミナテスト中の25m方向変換走の速度推移は、個人差はあるものの試合全体を通してほぼ一定を示した。クォーターごとにみると、第1クォーターでは 6.565 ± 0.266 秒、第2クォーターでは 6.515 ± 0.348 秒、第3クォーターでは 6.457 ± 0.280 秒、第4クォーターでは 6.414 ± 0.302 秒であった。なお、ゲームスタミナテストにおける心拍数の推移は図3の通りで、160拍/分程度であった。

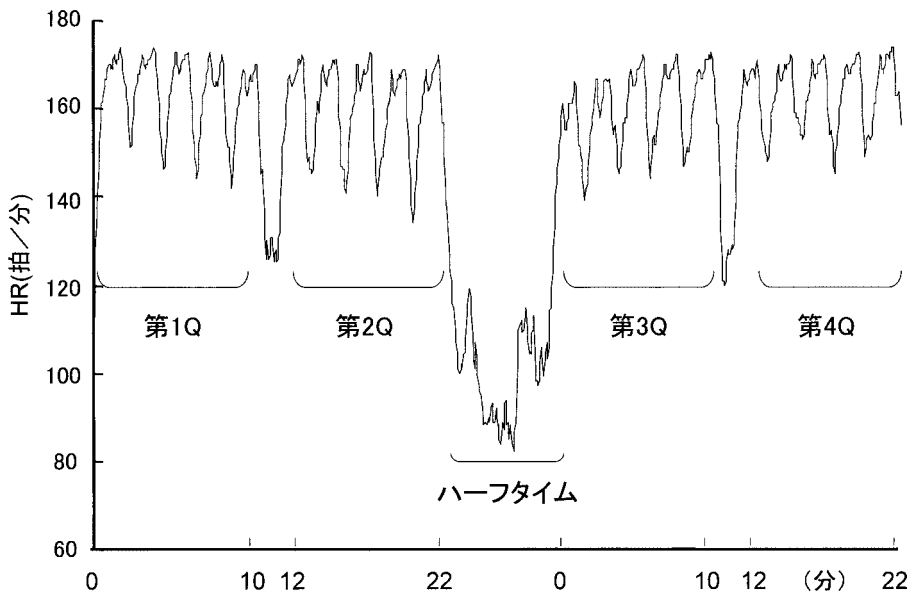


図3 ゲームスタミナテストにおける心拍数の推移

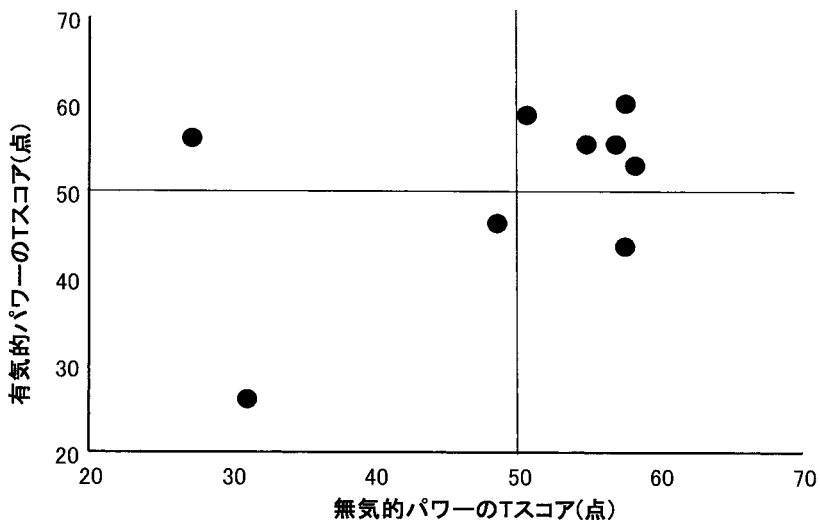


図4 有氣的パワーと無氣的パワーの関係

- (1) ゲームスタミナテスト中の25m方向変換走の速度と無氣的パワー並びに有氣的パワーとの相関係数の変化

図5に示すように、ゲームスタミナテスト中の25m方向変換走の速度と無氣的パワーとの相関係数は、ゲーム開始1本目に $r=0.894$ ($p<0.01$)と有意であったが、以降はほとんど有意ではなかった。一方、有氣的パワーとの相関係数は、ゲーム開始初期は有意でなかったが6本目に $r=0.734$ ($p<0.05$)と有意になり、以降はほとんど有意を示した。

- (2) 12分間走絶対値の優劣比較

12分間走の優劣をTスコアにより群分けし、ゲームスタミナテストにおける25m方向変換走の絶対速度の変化を示したのが図4である。同様に、25m方向変換走のベストタイムに対する相対速度を%Best Timeとし、その相対速度ごとの変化を示したのが図5である。いずれも12分間走に優れる群が劣る群に比べ高い傾向が見られた。絶対速度では8本目、相対速度では8本目、15本目、26本目に5%水準で有意差が認められた。yo-yo endurance testにおいてもほぼ同様の結果となったが、yo-yo intermittent recovery testにおいては、両群に差はほとんどみられなかった。さらに12分間走と%Best Timeの相関関係をクォーターごとに示したのが図6である。第2クォーターのみに $r=0.802$ ($p<0.01$)の有意な相関関係が認められた。

- (2) 12分間走/40m往復スプリント走(相対値)の優劣比較

12分間走と40m往復スプリント走の結果をそれぞれTスコアに換算し、12分間走/20m往復スプリント走で示すことにより、相対的に有氣的パワーに優れる群と劣る群に群分けして比較したのが図7(絶対速度)、図8(相対速度)である。いずれも両群にほとんど差がみられなかった。

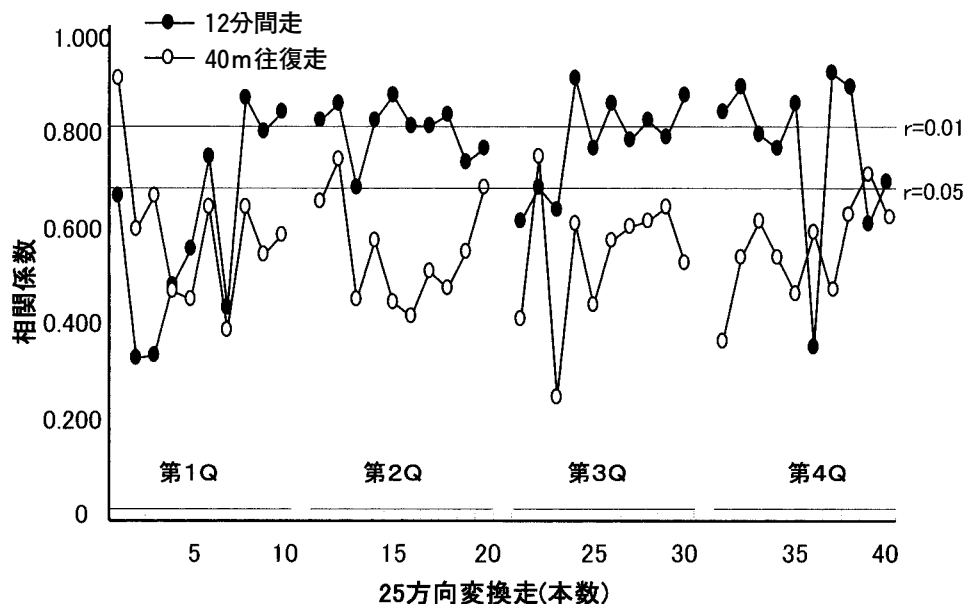


図5 25m方向変換走実測値と12分間走並びに40m往復走との相関係数の変化

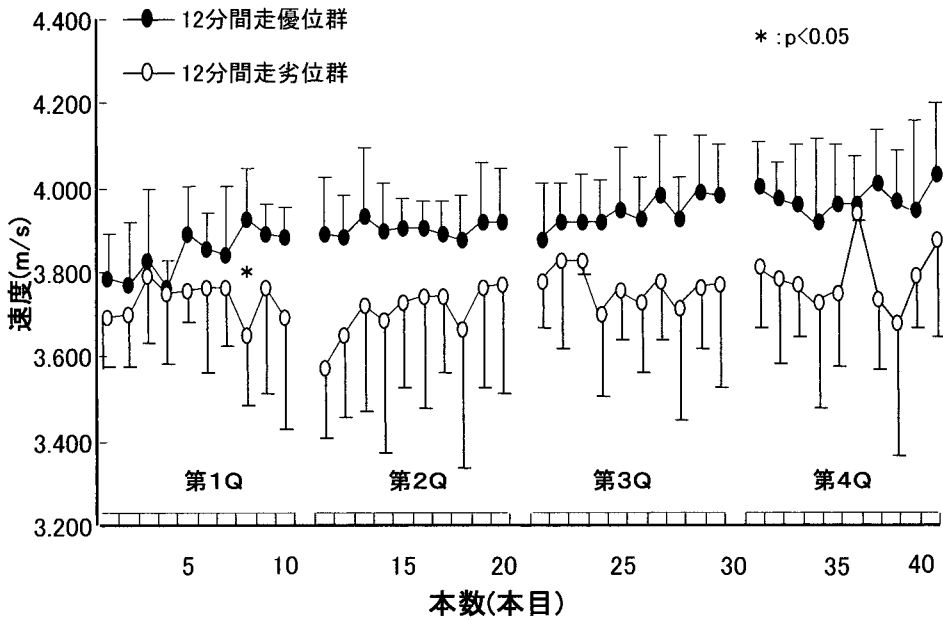


図6 方向転換走における絶対速度の変化を12分間走の優劣で比較

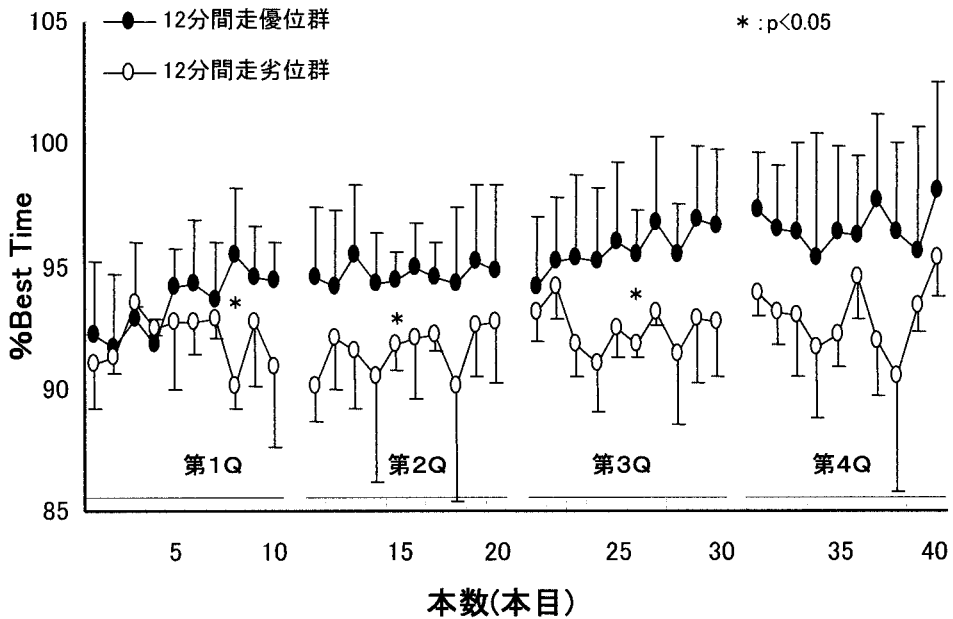
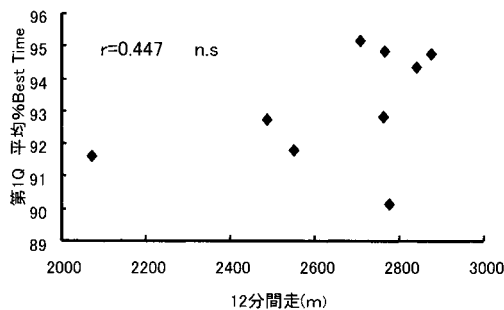
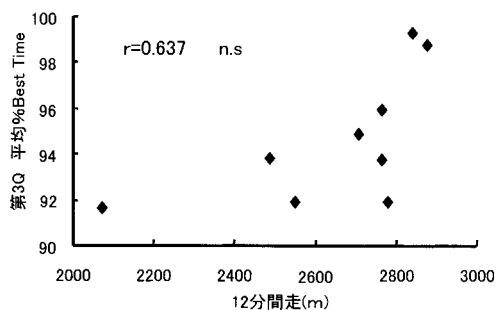


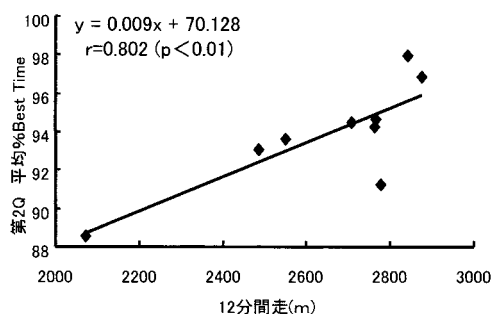
図7 方向転換走における相対速度の変化を12分間走の優劣で比較



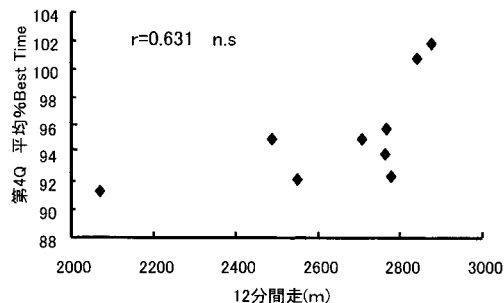
第1Qにおける平均%Best Timeと12分間走との関係



第3Qにおける平均%Best Timeと12分間走との関係



第2Qにおける平均%Best Timeと12分間走との関係



第4Qにおける平均%Best Timeと12分間走との関係

図8 各クォーターにおける平均%Best Timeと12分間走との関係

【考察】

バスケットボール競技では、1試合40分（実際試合時間は60～70分程度）の中で、必要に応じて、高いスピード、パワー、筋力、瞬発力などの無氣的パワーを間欠的に発揮する能力が必要とされる。その間欠的運動においては、運動中に分解されたATPおよびPCrが休息中に有酸素系のエネルギー供給機構の働きにより再合成され、次の運動期のエネルギー源となると考えられている³⁾。また、無氣的パワー発揮の回数を重ねるごとに、発揮中に再合成されるATPの中で有酸素系のエネルギー供給による割合が増えてくることも報告されている⁴⁾。

これまで、間欠的運動を球技スポーツと関連させた研究は数多く行われ、中でもフィールドテストを活用したものとして、田中ら¹²⁾は大学女子ハンドボール選手を対象に動作様式を考慮した40m往復スプリント走を、坂井ら⁸⁾⁹⁾は大学女子バスケットボール選手を対象に動作様式を考慮した25m方向変換走を、斎藤ら⁷⁾は大学サッカー選手を対象に1回の方向変換を入れた23m方向変換走を、森ら⁶⁾はラグビー選手を対象に2回のターンを入れた40mシャトルランを実施し、いずれも高強度運動持続能力と有酸素能力との関係について検討している。しかし、間欠的なハイパワー発揮能力をゲームシミュレーションの観点から検討した研究は少ない。Bangsbo J. and F. Lindquist²⁾は、サッカー選手の試合中の活動特性からさまざまな動きを取り入れたフィールドテストを作成、高強度運動と低強度運動をミックスさせて高強度運動で走行した総計10分の総走行距離と試合中の総移動距離、別のフィールドテストの成績、ラボラトリテストによる最大酸素摂取量や血中乳酸などと

の関係を検討している。同じくサッカー競技の試合中の活動量の分析に基づいてフィールドテストを作成した斉藤ら⁷⁾は、計30分間の中で繰り返される間欠の高強度運動の持続能力は有酸素能力に優れるほど高いことを報告している。さらに、明石ら¹⁾はハンドボール競技の試合中の活動量の分析に基づいて、まさに1試合前半30分、10分の休憩を挟んで後半30分、計60分間のゲームをシミュレートし、その中で繰り返される無酸素性走パワーの間欠的発揮能力を検討し、試合開始後の早い時期から有酸素能力の貢献が大きくなっていることを報告している。一方、バスケットボール競技では、祝原ら⁵⁾ Sugiyamaら¹⁰⁾がバスケットボールゲーム時の心拍数からシミュレーションしたが、トレッドミル走を用いたものであるとともに有酸素性作業能力との関連性については検討していない。

そこで本研究では、バスケットボール競技に必要なゲームスタミナの研究として、著者が独自に行ったバスケットボール試合の活動量分析に基づいてゲームシミュレーションを行い、その中にバスケットボール競技の動作様式を考慮した無氣的パワーとして25m方向変換走を取り入れ、その間欠的発揮能力に着目して検討した。

まず、25m方向変換走の間欠的発揮における絶対速度と無氣的能力（40m往復走）並びに有氣的能力（12分間走）との相関関係についてみたところ、ゲーム開始初期には無氣的能力と有意な相関関係がみられ、25m方向変換走6本目から有氣的能力と有意な相関関係がみられ、従来の報告^{7) 8) 9) 13)}を支持する結果となった。

25m方向変換走の間欠的発揮における絶対速度の推移を12分間走の優劣で比較したところ、第1クォーター終わり頃から12分間走優位群が劣位群に比べ速い速度で推移する傾向を示した。有氣的パワーに劣る選手は無氣的パワーに優れると思われたが、ハンドボール選手を対象にした田中ら¹²⁾の報告ではいずれにも優れる選手やいずれにも劣る選手も球技種目に多いこと、またバスケットボール選手を対象にした坂井ら^{8) 9)}の報告では、有氣的パワーの優劣と無氣的パワーの優劣を掛け合わせて4種類のタイプに分けられることから、本被験者にもさまざまなタイプの選手が混在していたと思われる。その中で、25m方向変換走の絶対速度でも12分間走優位群が速い傾向を示した結果は、試合中の絶対的な無氣的パワー発揮に有氣的パワーの貢献の大きいことを示唆するものであり、大変興味深い。さらに、ベストタイムに対する相対速度の推移で見ても、絶対速度とほぼ同様の結果になった。いずれの場合も、無氣的走パワー間での休息や各種動きの中でのATPやPCrの早い回復³⁾と、無氣的走パワー発揮時に有酸素性エネルギー供給からのATP利用が高まっていたこと⁴⁾が推察される。

一方、クォーターごとにみた場合、第2クォーターのみに有意な相関関係が認められ、第3・4クォーターは有意でないが正の相関関係の傾向が見られた。第1クォーターにおいて相関がみられなかったのは、試合初期においてATP-CP系がエネルギー供給源となっていたと推測され、有氣的パワーの優劣との関係はほとんどなかったためと考えられる。事実、無氣的パワーの間欠的発揮初期は無氣的能力との相関が高いことを示す知見は、前述のように数多い^{7) 8) 9) 13)}。第2クォーターにおいて一番高い有意な相関関係がみられたのは、試合初期から中盤になり、休息がほとんどなく

動き続けた結果、有氣的パワーの優劣が大きく関係してきたと考えられる。しかし、第3クォーターでは10分のハーフタイムを挟んだことで、ATPやPCrのかなりの回復が考えられる。ただ、第3・4クォーターのどちらも早い段階で有氣的パワーへの依存度が高くなり、大きなばらつきから有氣的パワーの絶対的能力が大きく関連している可能性が示唆される。

さて、以上のような有氣的能力の絶対値の重要性が示されている中、個々の選手は無氣的能力と有氣的能力の優劣から見て、多様な体力特性を持つことから、坂井ら⁹⁾はバスケットボール男子選手を対象に、25m方向変換走によるハイパワーの間欠的発揮能力について、相対的に有氣的能力に優れる選手の方が相対的に無氣的能力に優れる選手に比べ後半の低下が少ないことを報告し、さらに有氣的能力の優劣と無氣的能力の優劣を掛け合わせて4種類のタイプに分けて比較した結果から、個人のタイプに応じたトレーニング課題の必要性を示唆している。本研究では、被験者数が少ないことから有氣のパワーと無氣のパワーの比から比較検討をしてみたが、両群に差はほとんどみられなかった。図4に示すように、本被験者には有氣のパワーと無氣のパワーのいずれにも優れる者が5名いたことから、有氣のパワーと無氣のパワーの比でみた場合、両群に分かれるために差がみられなかったと考えられる。なお、坂井ら⁹⁾の示すデータでは相対的に有氣的能力に優れる選手14名の中で有氣的能力のTスコア50を超える選手が11名であり、相対的に無氣的能力に優れる選手9名中8名が有氣的能力のTスコア50を下回っていたことを考えると、本研究とも併せて無氣のパワーの間欠的発揮能力にはやはり有氣的能力の絶対値の重要性が示唆される。ただし、坂井ら⁹⁾がさらに提示したように、有氣的能力の優劣と無氣的能力の優劣を掛け合わせて4種類のタイプに分けて比較した結果から、個人のタイプに応じたトレーニング課題の必要性を示唆している点は非常に重要と言える。

ところで本研究では、図9に示すように、有氣のパワー優位群は試合が終盤に近づいても絶対速度並びに相対速度の低下はみられず、有氣のパワー劣位群に低下がみられるという仮説をたてた。しかし、有氣のパワー劣位群は試合初期から終盤にかけてほとんど変化がみられず、逆に有氣のパワー優位群は上昇する結果となった。相対速度の変化をみると、いずれの群も試合初期の発揮水準が92%前後と押さえ気味であったことから、まずはウォーミングアップ不足が考えられる。それでも、25m方向変換走40本すべての平均相対速度が94.23%であったことを考えると、すべてに最大パワーを発揮していたとは言い難い。坂井ら⁸⁾⁹⁾の研究では、25m方向変換走の間にジョギングを行わせるという単純な動作の繰り返しであるが、ゲームをシミュレートした本研究には制限時間内に様々な動きや様々な強度の動きが組み入れられており、また総時間を1試合(40分)分の実時間60分で設定していることから他の研究と比較してかなり長いことから、25m方向変換走40本に対する集中度が若干低下していた可能性が考えられる。その中で、有氣のパワー劣位群は25m方向変換走のスピード維持に精一杯であったと考えられ、相対速度92%前後での低水準で推移したものと思われる。一方、有氣のパワー優位群は試合開始初期から第1Q終盤にかけて、また10分の休憩を挟んだ後の第3Q開始から終盤にかけて好循環となってわずかずつスピードが増し、以後第2Qも第4Qも相対速度95%~96%の高水準で推移したものと思われる。

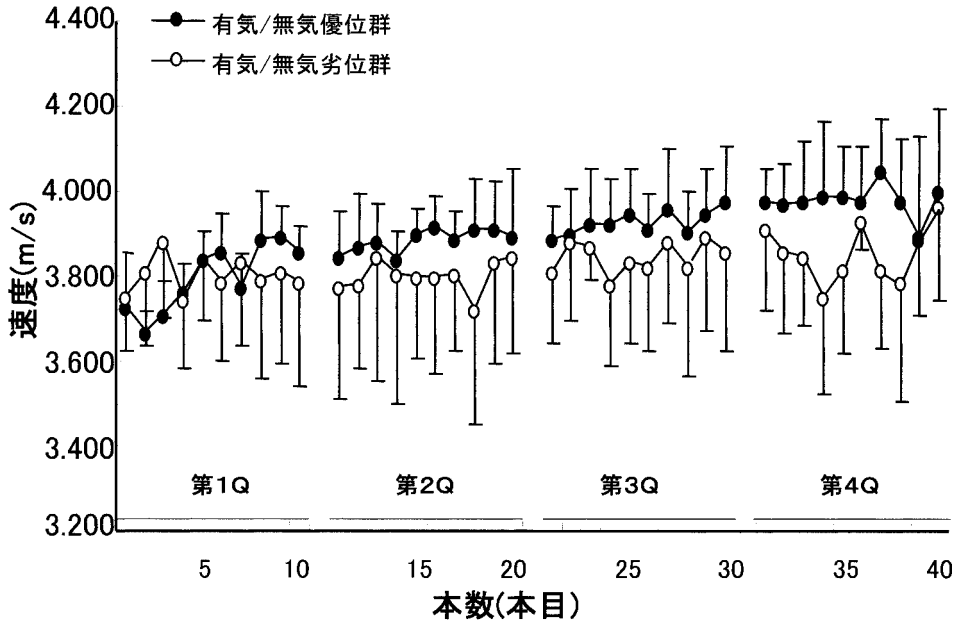


図9 絶対速度の変化を有氣的パワー/無氣的パワーの優劣で比較

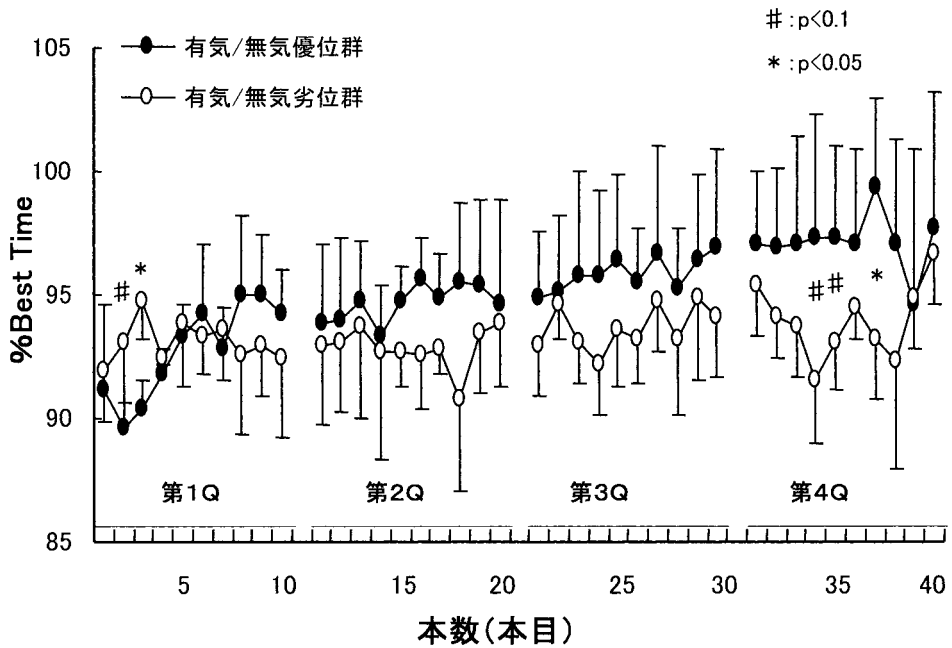


図10 相対速度の変化を有氣的パワー/無氣的パワーの優劣で比較

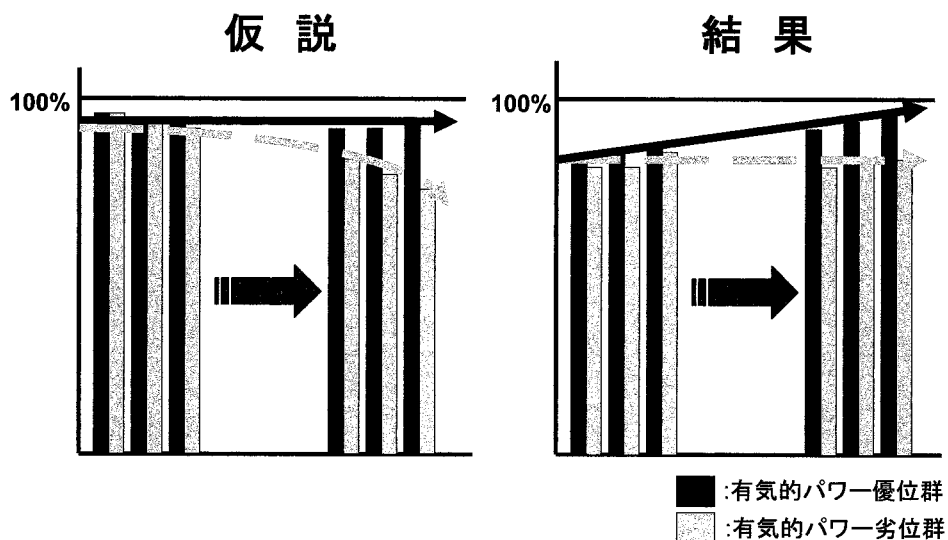


図11 本研究における仮説と結果

さて、本研究で用いた25m方向変換走は、3回の鋭角的な方向変換を含む加速減速走であり、バスケットボール競技でのセットプレーに用いられる動きを想定した。しかし、同じ無氣的走パワーでも、攻防の切り替わる速攻局面やその帰陣局面では方向変換をほとんど含まない加速走が中心となる動きであり、これも重要な要素である。明石ら¹⁾は、ハンドボール選手を対象に本研究と同じようなハンドボールゲームをシミュレートしたゲームスタミナテストを作成し、その中に40m往復走と25m方向変換走を組み入れて両方の無氣的走パワー発揮能力を検討している。その結果、40m往復走は本研究の仮説のような結果となったのに対し、25m方向変換走は本研究のような結果になったと報告している。そして、同じ無氣的走パワーでも40m往復走をスピード型走パワー、25m方向変換走を力型走パワーと称して、その質の違いを指摘しており、本研究結果と併せて今後の課題である。また、サッカー選手を対象とした斉藤ら⁷⁾の研究では、1分間に1回の高強度運動を入れた場合と1分間に1回、0回、3回、0回、1回と変えて入れた場合とを比較し、集中的に高強度運動が入るとその持続には有氣的パワーの貢献が大きくなると報告しており、このようなシミュレーションの検討も必要と言える。

【総括】

本研究は、バスケットボール競技の試合中の強度別活動量の分析に基づいてコート上でのゲームシミュレーション（ゲームスタミナテスト）を行い、無氣的パワーとしての25m方向変換走の間欠的な發揮能力について検討した。

結果は、以下の通りである。

1. ゲームスタミナテスト中の25m方向変換走の速度と無氣的能力（40m往復走）との相関係数は、0.894（ $p < 0.01$ ）と有意であったが、以降は低下し有意ではなかった。
2. ゲームスタミナテスト中の25m方向変換走の速度と有氣的能力（12分間走）との相関係数は、初期では有意でなかったが、6本目に0.734（ $p < 0.01$ ）と有意を示し、以降はほとんど有意であった。
3. 25m方向変換走における絶対速度、相対速度の変化を12分間走の優劣で比較したところ、いずれも12分間走の優位群に高い傾向がみられた。
4. 25m方向変換走の相対速度において、有氣的パワー劣位群は初期から終盤にかけて著しい変化はないが、有氣的パワー優位群は徐々に速くなった。
5. 25m方向変換走の相対速度と有氣的能力との関係を各クォーターでみたところ、第2クォーターのみに有意な相関関係が認められた。
6. 有氣的パワー／無氣的パワーの優劣比較では、両群に差はみられなかった。

本研究の結果から、有氣的パワーの絶対値に優れることが試合中（特に終盤）の無氣的パワーを高く維持できる可能性が示唆された。

謝辞：本研究は、平成13年度～平成16年度文部科学省科学研究補助金（基盤研究C）「フィールドにおける無氣的パワーの間欠的發揮能力測定法開発に関する研究」（代表 田中守）によるものである。また、測定にご協力いただいた二宮朋子氏、棚原美幸氏、並びに福岡大学女子バスケットボール部員に深く感謝いたします。

【参考文献】

- 1) 明石光史, 田中守 (2004) ハンドボール競技における Game Stamina に関する研究. ハンドボールコーチング研究会 (第2回) 研究抄録集pp6-7.
- 2) Bangsbo J. and F. Lindquist (1991) Comparison of various exercise test with endurance performance during soccer in professional players. *Int. J. Sports Med.* 13 : 125-132.
- 3) Essen B. (1978) Studies on the regulation of metabolism in human skeletal muscle using intermittent exercise as an experimental model. *Acta Physiol. Scand. Suppl.* 454 : 4-32.
- 4) Gaitanos G. C., Williams C., Boobis L. H. and S. Brooks (1993) Human muscle metabolism during intermittent maximal exercise. *J. Appl. Physiol.* 75 (2) : 712-719.
- 5) 祝原豊 (1997) バスケットボール時における心拍呼応のトレッドミル走によるシミュレーション, 静岡大学大学院教育研究科修士論文抄録16号 : 89-90.
- 6) 森弘暢, 石指宏道, 中井俊行, 河瀬泰治, 三野耕, 若吉浩二 (1999) 間欠的シャトルランを用いたフィットネス評価の試み. *ラグビー科学研究*11 : 23-27.
- 7) 斎藤洋之助, 丹信介 (2001) サッカーにおける間欠的な高強度の持続能力と有酸素能力との関係に関する検討. *サッカー医・科学研究*21 : 68-73.
- 8) 坂井和明, J. Sheahan, 高松薫 (1999) : 間欠的なハイパワー発揮能力と3種のエネルギー産生能力との関係, *体力科学*48 : 453-466.
- 9) 坂井和明, 水上一, 齊藤一人, J. Sheahan, 高松薫 (2000) 球技選手における間欠的なハイパワー発揮能力のトレーニング課題に関する研究エネルギー産生能力のタイプに着目して一, *体育学研究*45 : 239-251.
- 10) Sugiyama K., Iwaihara Y. and M. Kawai (1999) Development of a treadmill running test to simulate heart rate response during a basketball game. *Sports Med. Training and Rehab.* 9(2) : 141-152.
- 11) 高松薫, 小倉文雄, 恩田昌史, 勝田茂, (1987) ホッケー競技選手のフィールドテストによる体力測定法・評価法 その1 体力測定法の試案. *日本体育協会スポーツ医・科学研究報告* II : 271-278.
- 12) 田中守, 溝岡賀子, 半田信吾, 田中宏暁, 進藤宗洋 (1997) ハンドボール競技に必要な全身持久力に関する研究—間欠的走パワーの持続能力について—. *福岡大学体育学研究*28 : 9-23.
- 13) 山本正嘉, 金久博昭 (1990) 間欠的な全力運動の持久性に関する研究; 無酸素性および有酸素性作業能力との関係. *Jap. J. Sports Sci.* 9 : 526-530.