

2012年度 修士論文

ユースサッカー選手の試合中における
フィットネスパフォーマンスの分析

—同じチームに所属する選手を対象とした競技レベル別，ポジション別比較—

早稲田大学 大学院スポーツ科学研究科

スポーツ科学専攻 スポーツ医科学研究領域

5009A088-7

矢野 玲

研究指導教員： 広瀬 統一 准教授

目次

第1章. 序論（研究小史）	1
1-1. サッカーを構成するパフォーマンスの要素	1
1-2. 近年のサッカーパフォーマンス評価における見解.....	1
1-3. サッカーのフィットネスパフォーマンスにおける先行研究	3
1-4. 先行研究の課題	4
1-5. 本研究の目的.....	4
第2章. VXSPORT（GPS 機器）における信頼性，妥当性の検討.....	5
2-1. 緒言	5
2-2. 方法.....	6
2-2-1. 20m 疾走スピードテスト.....	6
2-2-2. フィールドスポーツシュミレーションテスト.....	6
2-2-3. VXSPORT に関して	7
2-3. 統計方法	8
2-4. 結果.....	8
2-4-1. 20m 疾走スピードテスト.....	8
2-4-2. フィールドスポーツシュミレーションテスト.....	11
2-5. 考察.....	12

第3章. ユースサッカー選手における体力・運動能力の分析,

及び試合中のフィットネスパフォーマンスの分析	13
3-1. 緒言	13
3-2. 方法	15
3-2-1. 20m 疾走スピードテスト	15
3-2-2. 10m×5 テスト	16
3-2-3. 立ち5段跳び	16
3-2-4. Yo-Yo Endurance Test Level 2	17
3-3. 試合中のフィットネスパフォーマンスの測定方法	18
3-3-1. 試合の分析方法（速度カテゴリーの分類）	18
3-3-2. 同チーム内における競技レベル別の分類	19
3-3-3. 同チーム内におけるポジション別の分類	19
3-4. 統計方法	20
3-5. 競技レベル別, ポジション別における体力・運動能力の分析結果	20
3-5-1. 競技レベル別比較の結果	20
3-5-2. ポジション別比較の結果	20
3-6. 競技レベル別, ポジション別における試合中の フィットネスパフォーマンスの分析結果	22
3-6-1. 競技レベル別比較の結果	22

3-6-2. ポジション別比較の結果.....	22
3-7. 試合中のフィットネスパフォーマンスと	
推定最大酸素摂取量の相関性の分析結果.....	25
3-7-1. 競技レベル別比較の結果.....	25
3-7-2. ポジション別比較の結果.....	25
3-8. 考察	27
第4章. 総合考察	31
参考・引用文献.....	36
謝辞	42

第1章

「序論（研究小史）」

サッカーは世界で最も有名で人気のあるスポーツの一つである。4年に1度行われる FIFA World Cup™ はオリンピックと並び世界最大級のスポーツイベントである。日本国内においても 1993 年に J リーグが開幕したことにより、サッカーの人気の急上昇した。1998 年 FIFA World Cup™ フランス大会以降、日本国は毎回 FIFA World Cup™ に出場しており、日本サッカーのレベルは向上してきている。現在、FIFA ランキングでは 2012 年 12 月現在で 22 位であり、これはアジアの各国において最上位におり、アジアのサッカー界を牽引しているといえることができる。

1-1. サッカーを構成するパフォーマンスの要素

サッカーに限らず、あらゆるスポーツで良い結果を残すためには、高いレベルの「心・技・体」が要求される。試合で良い結果を求めるためには、「精神力」、「技術・戦術」、「体力」のレベルを高く引き上げることが重要である（戸刈ら，2010）。

サッカーのパフォーマンスを向上させるために、現在のチームのあらゆる面におけるパフォーマンスを分析することが重要であるが、近年、各要素において定量化することが様々な方法で試されている。その中で、体力的要素における能力の定量化や、その分析からサッカーのパフォーマンスを向上させるために多くの研究、報告がなされてきた（Ardigo.,2010 , Di Salvo et al.,1998 , Ekblom.,1986 , Reilly et al.,1990,1996,1997,2003, Rienzi et al. 1976, Tumilty.,1993, Van Gool et al.,1988）。

1-2. 近年のサッカーパフォーマンス評価における見解

サッカーにおいて、試合中の選手の運動プロフィールを知ることは非常に有益な情報となる。Reilly et al.（1976）はサッカー選手の試合中の動作を分析するために、ビデオ撮影を用いて、Time-motion-analysis による分析を行った。Time-motion analysis とは、ビデオ

オ撮影による選手の試合中の動きを追跡し、走行距離や各速度別の移動距離などを測定するシステムである。これ以降、サッカーにおける動作分析を行うことを目的として、ビデオ撮影による分析が頻繁に行われるようになった (Carling et al.,2008, Castagna et al.,2003,2009, Di Salvo et al.,2006,2007,2009,2010, Krustrup et al.,2001,2005, Mayhew et al.,1985, Rampinini et al.,2007, Reilly et al.,1976, Withers et al.,1982)。

1990年代に入り、Global Positioning System (GPS) を用いた動作分析が行われるようになった。GPS は米国国防総省 (Department of Defense) によって開発された 24 個の人工衛星を利用した測位システムであり、その測定方法には受信機一台による単独測位法と複数の受信機を利用する相対測位法があり、単独測位法の精度は誤差 10m 以内、相対測位法の精度は誤差数 mm~10cm 程度である。もともと軍事目的に開発された GPS であるが、1993 年 12 月に民間利用が可能となり、2000 年 5 月には、意図的に測定誤差を生じさせるために、一般利用者が利用できる L1 周波数帯の C/A コードに設けられていた SA (Selective Availability) が解除され精度の面で劇的に変化をもたらした (山本, 2003)。その後も、機材自体の性能改善により精度はますます向上し、小型化も進んでいる。

GPS は Time-motion analysis とは異なり、ビデオ撮影をするために必要な高所がなくても運動プロフィールを測定することができる。Schutz et al. (1997) は GPS (GP45, Garmin 社製) を用いて、ウォーキングとランニング時における移動速度の測定の信頼性を検討し、実際の移動速度と高い相関が認められたことを報告している。

それ以降、GPS は急速な発展、改良を経て、2003 年、スポーツ用の GPS の利用が可能になった。GPSport 社製の GPS は最初のスポーツ用 GPS デバイスであり、その測定精度をタイミングゲートや Time-motion analysis による測定値と比較することで信頼性および妥当性を検討してきた。Edgecomb et al. (2006) は GPSport 社製の SPI-10 に関して、タイミングゲート及びビデオ撮影分析を用い、スピードと移動距離に関する信頼性と妥当性の検討をした。タイミングゲートの測定におけるスピードタイムとの比較をした結果、約 5% 過大評価されたものの高い相関性 ($r=0.998, p<0.01$) が認められ、VICON を用いたビ

デモ撮影分析との比較において、誤差は 0.0008%だったことから GPS を用いた動作分析は有効であるとの報告がなされている。

現在、GPS の衛星通信速度が改良され、4~15Hz の衛星通信が可能な GPS デバイスが用いることができるようになり、ますます GPS における測定値の信頼性、妥当性は高まってきており、オーストラリアフットボールやクリケット、ホッケー、ラグビー、サッカーなどあらゆるフィールドスポーツにおいて幅広く活用されている。

1-3. サッカーのフィットネスパフォーマンスにおける先行研究

Mohr et al. (2003) はサッカーの試合中のフィットネスパフォーマンスを分析するために Time-motion Analysis を用い、Top レベルのプロサッカー選手と Moderate レベルのプロサッカー選手の合計移動距離や速度別移動距離などを比較した。その結果、Top レベルのプロサッカー選手は Moderate レベルのプロサッカー選手より試合中の High-Intensity Running の距離が多かったことを報告している。また、セントラルディフェンダーは他のポジションの選手と比べ High-Intensity Running の距離が短かく、セントラルディフェンダーとフォワードはワイドディフェンダーやミッドフィールダーと比較し Yo-Yo Intermittent Recovery Test のパフォーマンスが有意に低かったことも報告している。

また、Di Salvo et al. (2007) は、スペイン一部リーグ及び欧州チャンピオンズリーグの計 30 試合を対象とし、Time-motion analysis を用いてトップクラスサッカー選手の試合中の運動プロフィールを分析した。その結果、ミッドフィールダーはディフェンダーやフォワードに比べ、総移動距離が有意に多かったことを報告し、それらのことからポジションによって試合中の運動強度は異なるため練習からポジション特性を考慮したトレーニングメニューの考案を実施していくべきと述べている。

Sagarra (2011) は、スペイン一部プロリーグのチームを対象に GPS を用いて試合中のフィットネスパフォーマンスの分析を実施し、GPS は選手の練習、試合中の運動プロフィールを把握する際に非常に有効なツールとなることを述べ、GPS を用いて個々の選手の練

習中の運動プロフィールを把握することや、負荷をコントロールすることは重要なことであることを述べている。

1-4. 先行研究の課題

上述のように、Time-motion analysis や GPS を用い、サッカー選手の試合中のフィットネスパフォーマンスを競技レベル別、ポジション別に比較し、パフォーマンスを向上させるための分析を多く実施しているが、一つの研究に関して複数チームの選手を対象とし分析を実施しているため、各チームにより戦術、コンセプトが異なり、そのことにより各ポジションにおけるタスクにも違いが生じてくることが推察され、純粋な競技レベル別、ポジション別の比較が出来るかどうか疑問が生じる。同じチーム戦術、コンセプトや練習環境を共有した選手、つまり同じチームに所属する選手を対象とし、また前後半通じた試合中のフィットネスパフォーマンスを競技レベル、ポジション別に比較、分析した報告はない。

以上のことから、戦術に関わらずにレベル別やポジション別の違いを比較検討するために、同じ戦術やチームコンセプトを持ち、同じ練習を積み、同じ負荷のかかった選手を対象とした、つまり同じチームに所属する選手を対象とした競技レベル別、ポジション別の比較をすることが重要である。

1-5. 本研究の目的

本研究は、同じチームに所属する選手を対象とした、競技レベル別、ポジション別における試合中のフィットネスパフォーマンスの比較、及び体力・運動能力との関連性を解明することを目的とする。

第2章

「VXSPORT (GPS デバイス) における信頼性, 妥当性の検討」

2-1. 緒言

近年, サッカー選手の試合や練習中における総走行距離や速度カテゴリー別の移動距離等のフィットネスパフォーマンスを Time-motion analysis や GPS で測定し分析を実施している. Time-motion analysis において, スタジアムなど高所から数台のビデオカメラを用い, ピッチ全体を多方面から撮影できるようにし, 選手一人ひとりの動きを追跡することにより各選手の試合中における移動距離, スプリント数, スプリント距離などを測定することができる. このシステムは欧州の主要リーグに所属するチームで多く用いられており, 研究分野においても多く用いられている (Bradley et al. 2011; Di Salvo et al. 2010; Krustup et al. 2005). しかし, このシステムは, 高所からピッチ全体を撮影することが可能な場所でのみ実施可能なシステムであり, そのような条件のない練習場などの場所における測定は, 後者の GPS を用いて測定することが主である. 現在, この GPS はサッカーに限らず様々なフィールドスポーツで用いられており, 世界各国で多くの研究がなされている (Aaron et al.,2010, Aughey.,2010,2011, Barbelo-Alvarez et al.,2010, Duffield et al.,2010, Gray et al.,2010, José C et al.,2009, Varley et al.,2012). そして, いくつかの会社が GPS を生産しており, 衛星通信速度が改良され, 数年前に比べ GPS の精度は高まってきた.

先行研究等で多く発表され用いられているものは GPSports 社製や Catapult Sports 社製の 1~10Hz の GPS であるが, 本邦においてこれらの GPS より安価で入手できる GPS を生産しているのが, Visuallex 社製の VXSPORT である. VXSPORT (VX225) は 4Hz の通信を可能としているため, 1 秒間に 4 回の衛星通信, つまり 0.25 秒に 1 回の通信を実施し, GPS の位置を記録することができる. しかし, この VXSPORT を用いた研究は少なく, この GPS の測定信頼性や妥当性を確認した報告は未だない.

そこで、本研究は VXSPORT (VX225) の測定データを様々な方法でその信頼性や妥当性を検討、確認することを目的とする。

2-2. 方法

対象は某大学サッカー部所属の選手 10 名 (age: 19.8 ± 0.5) とした。

測定はスピードトラップ (TC-Timing System, Brower Timing Systems 社製) を用いた 20m 疾走スピードタイム測定と、先行研究 (Coutts et al., 2010) から引用したフィールドスポーツシミュレーションテストの 2 つを実施し、各測定中に VXSPORT (VX225) を専用のベストに装着し着用させながら測定を実施した。

2-2-1. 20m 疾走スピードテスト

スピードトラップ (TC-Timing System, Brower Timing Systems 社製) をスタート地点 (0m 地点), 10m 地点, 20m 地点に設置し、各距離における疾走スピードを測定した。スタートは各選手のタイミングで実施させ、ゴールである 20m より 5m 先まで全力疾走を実施させた。

比較する値は時速とし、スピードトラップから算出されたタイム (秒) と各距離から時速を算出した。

2-2-2. フィールドスポーツシミュレーションテスト (Coutts et al., 2010)

スプリントやジョギング, ウォーキング, 静止, 方向転換が入ったテストであり, フィールドスポーツの動きに近いコースとなっている (図 2-1 参照)。1 周辺の移動距離は 128.5m であり, 1 周を 1 分間で実施させる。各対象者は 6 周実施し, 実際移動した距離と GPS 機器における移動距離の相関を検討することを目的とする。

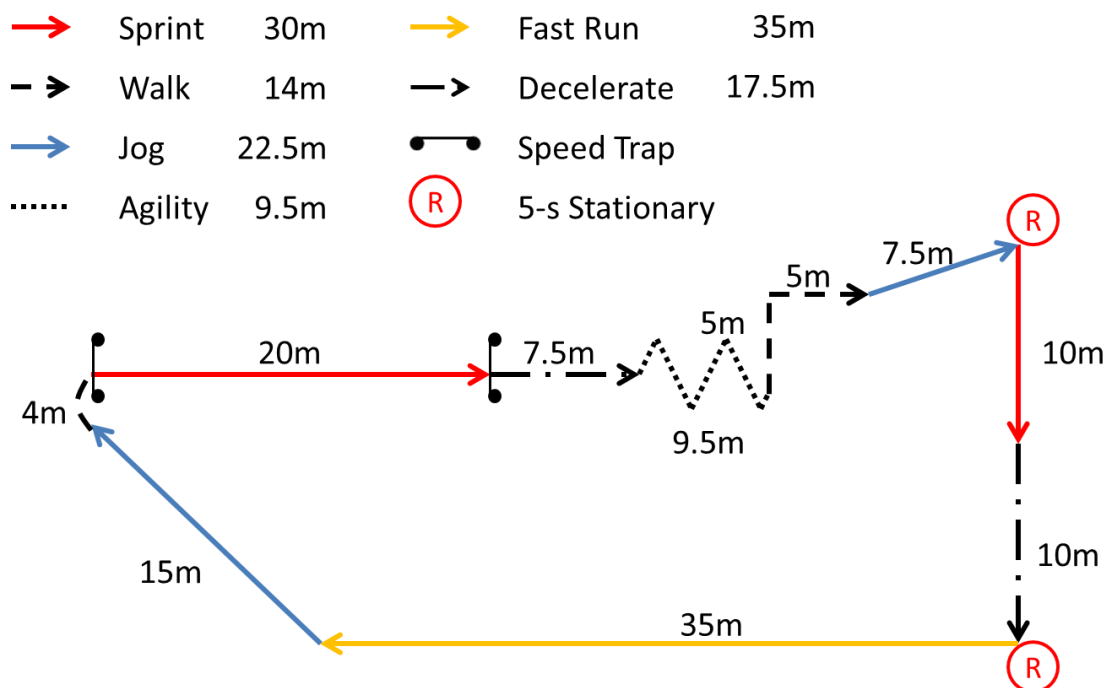


図 2-1. フィールドスポーツシミュレーションテスト (Coutts et al., 2010)

2-2-3. VXSPORT に関して

VXSPORT 専用のベストに VXSPORT (VX225, 図 2-2) を入れ, 次頁 (図 2-3) のように着用しながら各項目の測定を実施した。



図 2-2. VXSPORT (VX225, Visuallex 社製)



図 2-3. 専用ベストに VXSPORT(VX225)を入れてベストを装着した際の形

2-3. 統計方法

統計処理について，スピードにおけるスピードトラップと VXSPORT の測定値の相関関係を検討するために Pearson の相関係数を用いて検定した．また，フィールドスポーツシミュレーションテストにおける実際距離と VXSPORT の測定値を比較するために，対応のある t 検定（検定値 128.5m）を用い検定した．統計学的有意水準は危険率 5%未満とした．

2-4. 結果

2-4-1. 20m 疾走スピードテスト

20m 疾走スピードタイムにおいて，スピードトラップにおける測定値と VXSPORT における測定値は表 2-1 に示した．

スピードトラップと VXSPORT の測定値の関連には，0-10m，0-20m，10-20m の全ての距離において有意な正の相関が認められた（図 2-4，2-5，2-6）．

表 2-1. 光電管における時速と，VXSPORT における速度の結果（Ave±SD）

	スピードトラップ測定値	VXSport測定値
0-10m(秒)	18.68±0.60	19.31±0.58
0-20m(秒)	21.81±0.65	21.77±0.93
10-20m(秒)	26.23±1.05	25.68±1.86

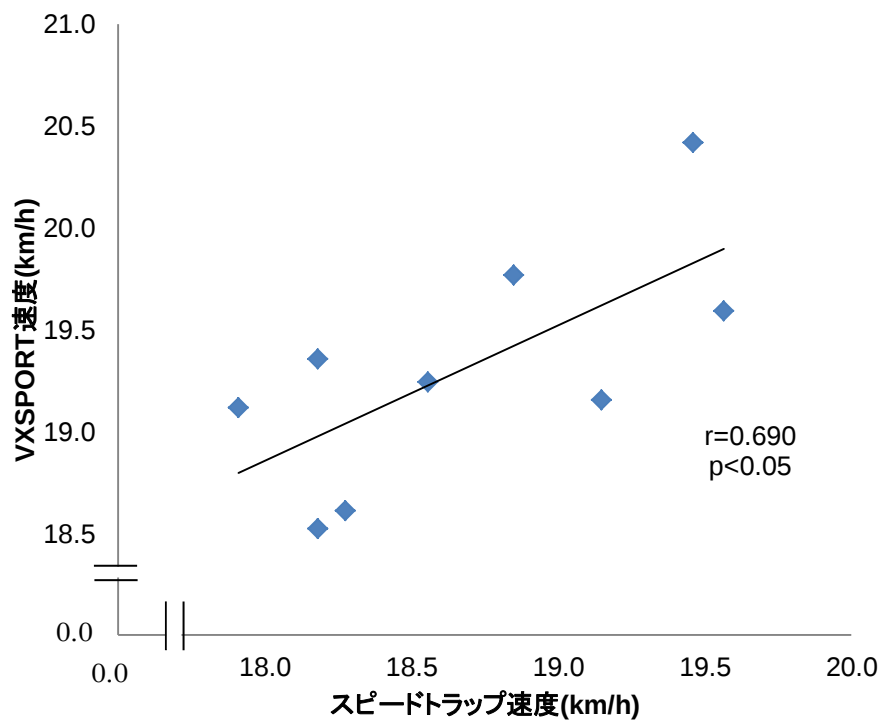


図 2-4：0-10m 間のスピードトラップにおける走速度と VXSPORT における走速度の相関

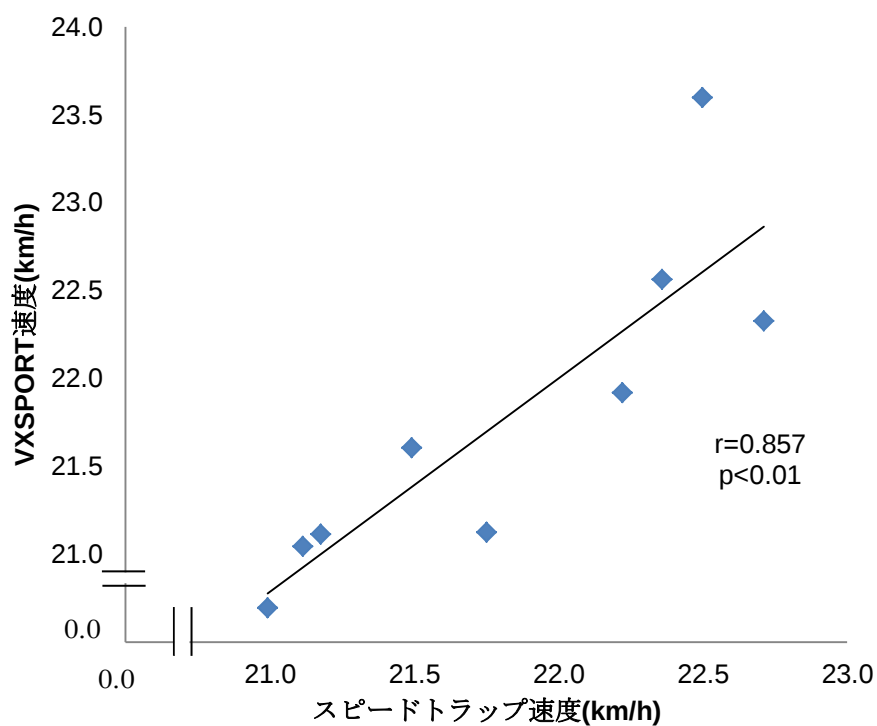


図 2-5. 0-20m 間のスピードトラップにおける走速度と VXSPORT における走速度の相関

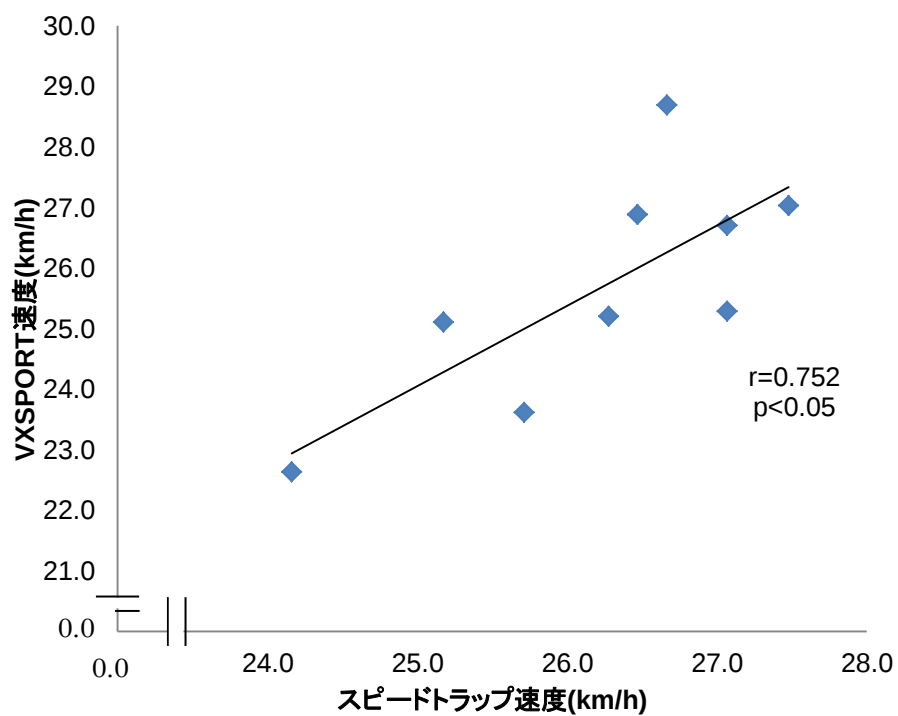


図 2-6. 10-20m 間のスピードトラップにおける走速度と VXSPORT における走速度の相関

2-4-2. フィールドスポーツシュミレーションテスト

フィールドスポーツシュミレーションテストにおいて、VXSPORT の測定値と実際距離の値を表 2-2 に示した。各選手の 6 回施行平均値の平均の値と、実際距離の間に有意差は認められなかった。(図 2-7) よって、実際距離である 128.5m と同等の数値が算出された。

表 2-2：フィールドシミュレーションテストと実際距離の比較 (Ave±SD)

	VXSport測定値	実際距離
フィールドスポーツ シュミレーションテスト(m)	126.7±5.0	128.5±0.0

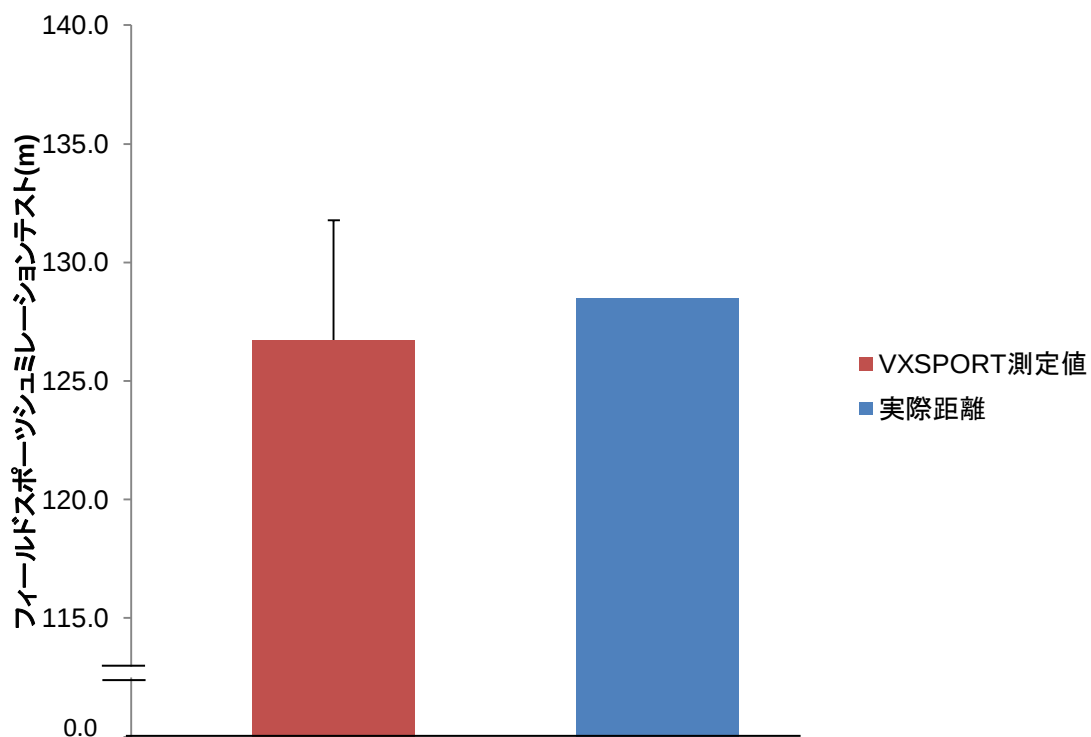


図 2-7：フィールドシミュレーションテストの VXSPORT 測定値と実際距離の比較

2-5. 考察

本研究の目的として、GPS デバイスである VXSPORT (VX225, Visuallex 社製) の信頼性、妥当性の検討することとした。方法として、スピード（速度）の信頼性、妥当性を検討するためにスピードトラップを用いて測定した時速と、VXSPORT で測定した時速の関連性の検討を実施した。また、移動距離の信頼性、妥当性を検討するために、先行研究 (Coutts et al., 2010) からフィールドスポーツシミュレーションテストを用い、実際距離と VXSPORT による測定距離の比較検討を実施した。結果として、スピード(時速)に関しては 0-10m, 0-20m, 10-20m の全ての距離において有意な相関が認められた。よって、VXSPORT で測定する時速はスピードトラップで測定する時速と同等な値であり、測定値の妥当性が示された。移動距離に関して、フィールドスポーツシミュレーションテストにおける実際距離と測定距離に関して有意差が認められなかったことから、VXSPORT の測定における移動距離の値の信頼性、妥当性も示された。

以上のことから、VXSPORT (VX225) を用いてフィールドスポーツにおける試合中の移動距離、スピード測定の信頼性、妥当性があるものと考えられた。

VXSPORT を用いて、次章ではユースサッカー選手の試合中の運動プロフィールの解明を実施していく。

第3章

「ユースサッカー選手における体力・運動能力の分析，及び試合中のフィットネスパフォーマンスの分析」

(同チーム内におけるレベル別，ポジション別の体力・運動能力の分析，及び試合中のフィットネスパフォーマンスの分析)

3-1. 緒言

サッカーのパフォーマンスを高めるためには、「精神力」「技術・戦術」「体力」のレベルを引き上げることが重要である(戸刈ら, 2011). これらの能力を計画的に向上させていくためには各項目の能力を評価し，現状を把握することが重要である. 特に，体力的要素は定量化しやすい項目であり，疾走スピードやジャンプ力，筋力，アジリティ能力，持久力など様々な項目を客観的に数値で把握しトレーニングにつなげていくことができる.

上記のような体力的要素の能力を測定するために，フィールドで行われるテスト(以降フィールドテストと呼ぶ)を実施するチームは多く，年間で2〜3回程，スピードやジャンプ高，俊敏性，持久力を測定するフィールドテストが行われている. また，これらのフィールドテストは大人数を簡易的に測定することができ，現場のコーチとしても非常に使いやすいデータとして参考にしていることが多い.

近年，GPSやTime-Motion Analysisを用いて試合中の選手のフィットネスパフォーマンスを測定するチームは多くなってきており，試合中のフィットネスパフォーマンスにおける研究は多々行われている(Sagarra.,2011; Bradley et al., 2011; Di Salvo et al., 2010; Krstrup et al., 2005; Mohr et al.,2003).

Time-Motion Analysisを用いた先行研究に関して，Mohr et al. (2003)は各国代表選手が所属するTOPレベルのプロフェッショナルチームの運動プロフィールや，アマチュアチームの運動プロフィールをTime-Motion Analysisを用いて比較，分析した. その結果，TOPレベルのプロフェッショナルチームに所属する選手の試合中の移動距離や高強度ランニン

グは、アマチュアレベルのそれらよりも有意に多かったことが認められている。またポジション別の比較において、センターディフェンダーは他のポジションの選手と比べ High-Intensity Running の距離が短く、センターディフェンダーとフォワードはサイドバックやミッドフィールダーと比較し Yo-Yo Intermittent Recovery Test のパフォーマンスが有意に低かったことを報告している。Bradley et al. (2011) は Time-Motion Analysis を用いてフォーメーションの違いによるサッカーの試合中のフィットネスパフォーマンスの違いを分析し、フォーメーションによって選手の運動プロフィールに影響を及ぼさないが、特にフォワードにとってボールの保持の有無によって Very High-Intensity Running の距離に違いが出ることを報告している。

一方、GPS を用いた先行研究に関して、Sagarra. (2011) はスペインのプロリーグ 1 部のチームに所属する選手を対象に、プレシーズンにおける自チームの試合前半もしくは後半のみの運動プロフィールを分析し、GPS は選手の練習、試合中の運動プロフィールを把握する際に非常に有効なツールとなることを述べ、GPS を用いて個々の選手の練習中の運動プロフィールを把握することや、負荷をコントロールすることは重要なことであることを述べている。

Time-Motion Analysis や GPS などのツールを用いることで、今まで解明することが困難であったサッカーの試合中の走行距離や各速度カテゴリー別の距離など、フィットネスパフォーマンスを簡易に測定することができるようになった。それらのパフォーマンスを解明することによって、自チームの運動プロフィールの傾向を分析でき、パフォーマンスを評価できるようになった。また、練習中の運動負荷をコントロールすることができるようになり、コンディショニングの質の向上に貢献するようになっている (Sagarra., 2011)。

上述のように、現在 Time-Motion Analysis や GPS を用いた研究は多く行われているが、ほとんどの研究における競技レベル別、ポジション別の比較はチームの戦術等が異なった別のチームに所属する選手を対象としたものや、試合の前後半合わせて測定したデータではない。

以上のことから、これまでの研究の課題として、同じ戦術やコンセプトを共有した選手、つまり同じチームに所属する選手を対象とした、競技レベル別、ポジション別における前後半通じた試合中のフィットネスパフォーマンス解明の必要性が挙げられる。

そこで本研究の目的として、同じチームに所属するユースサッカー選手を対象とした、体力・運動能力の分析及び、競技レベル別、ポジション別における試合全般のフィットネスパフォーマンスの解明をすることとする。

本研究の仮説は、

- ① 競技レベル別比較において競技レベルの高い群は有酸素性持久力がレベルの低い群よりも高く、且つ試合中のフィットネスパフォーマンスにおいてもレベルが低い群よりも優れている。
- ② ポジション別比較に関してサイド群の選手とセンター群の選手の有酸素性持久力は変わらないが、サイド群の選手はセンター群の選手より高強度運動の移動距離が多く、センターの選手はサイドの選手より総移動距離が多い。

の2つである

3-2. 方法

対象は某 J リーグクラブに所属する高校年代男子サッカー選手 12 名 (Age : 16.7 ± 0.7) とした。

体力・運動能力を測定するフィールドテストにおいて、2012 年のインシーズン中 (9 月) に行われた結果を対象とする。フィールドテストの項目は 20m 疾走スピードテスト、10m × 5 テスト、立ち 5 段跳び、Yo-Yo Endurance Test Level 2 (以下 YYET2) とした。

3-2-1. 20m 疾走スピードテスト

20m 疾走スピードテストは選手の疾走スピードを測定する項目であり、スピードトラップ (TC-Timing System , Brower Timing Systems 社製) を用いてタイムを測定した。スピ

ードトラップはスタート地点（0m 地点）、10m 地点、20m 地点に設置し、スタート地点から各地点（0-10m、0-20m）及び 10-20m 間のスピードタイムを測定した。

3-2-2. 10m×5 テスト

10m×5 テストはアジリティ（スピードを伴った方向転換動作）能力を測定する項目であり、スタート地点（0m 地点）と 10m 地点にスピードトラップ（TC-Timing System , Brower Timing Systems 社製）を設置し、10m 疾走を 4 回の 180 度の方向転換動作をいれて 5 回実施し、スピードタイムを測定するテストである。方向転換動作は必ず左右交互の切返しを実施させた。（図 3-1）

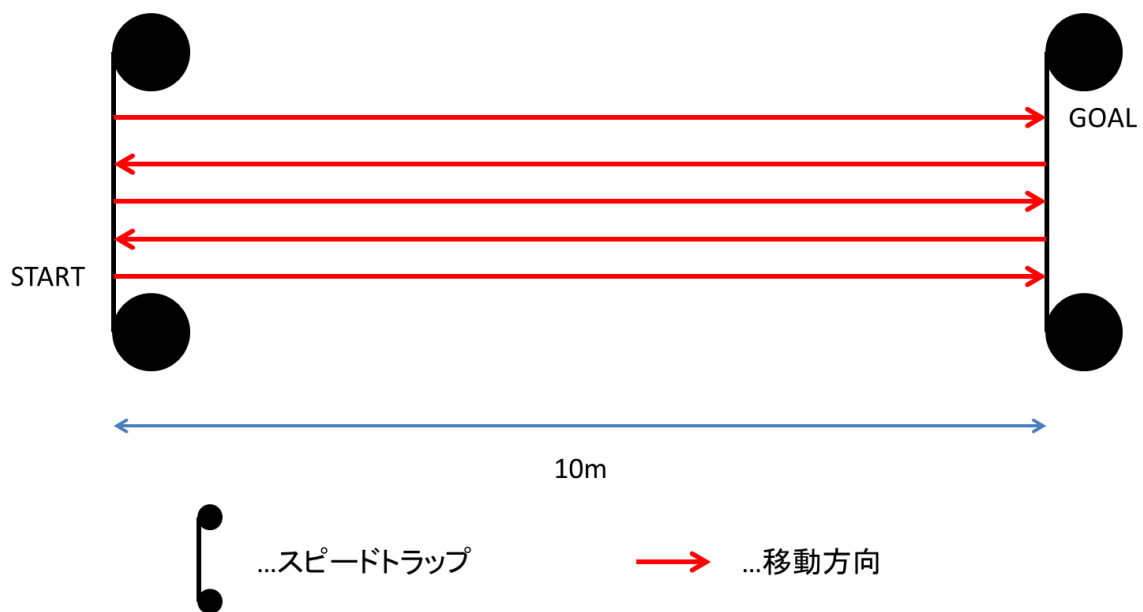


図 3-1. 10m×5 テスト図

3-2-3. 立ち 5 段跳び

立ち 5 段跳びは下肢筋出力を測定する項目であり、両足で踏みきり、左右交互に 4 歩出来る限り遠くに跳ばせ、着地は両足で実施させた。測定値は踏み切った際の両足のつま先から、着地時の両足の踵の距離とした。

3-2-4. Yo-Yo Endurance Test Level2

YYET2 は有酸素性持久力を測定する項目であり，Jens Bangsbo.が提唱したテストである．YYET は測定したスコアから最大酸素摂取量を推定することが可能であり，本研究はその推定最大酸素摂取量のスコアを対象とした．

YYET の実施方法について，対象者は最初のシグナル音で走りだし，次のシグナル音で20m 先のマーカーに到達できるように走るスピードを調節する．20m 地点でターンをし，次のシグナル音までにスタート地点のマーカーに戻る．再びターンをし，20m 地点にシグナル音に合うようにスピードを調整しながら走り，これを続ける．レベルが上がるごとに，シグナル音の間隔が短くなっていき，測定は選手が 2 回スピードについていけなくなるまで続ける．1 回目にスタートライン戻れなかったときに警告が与えられ，次に戻れなかったときに測定を終了する．シグナル音に遅れることなく通過できた回数を記録とした．（図 3-2）

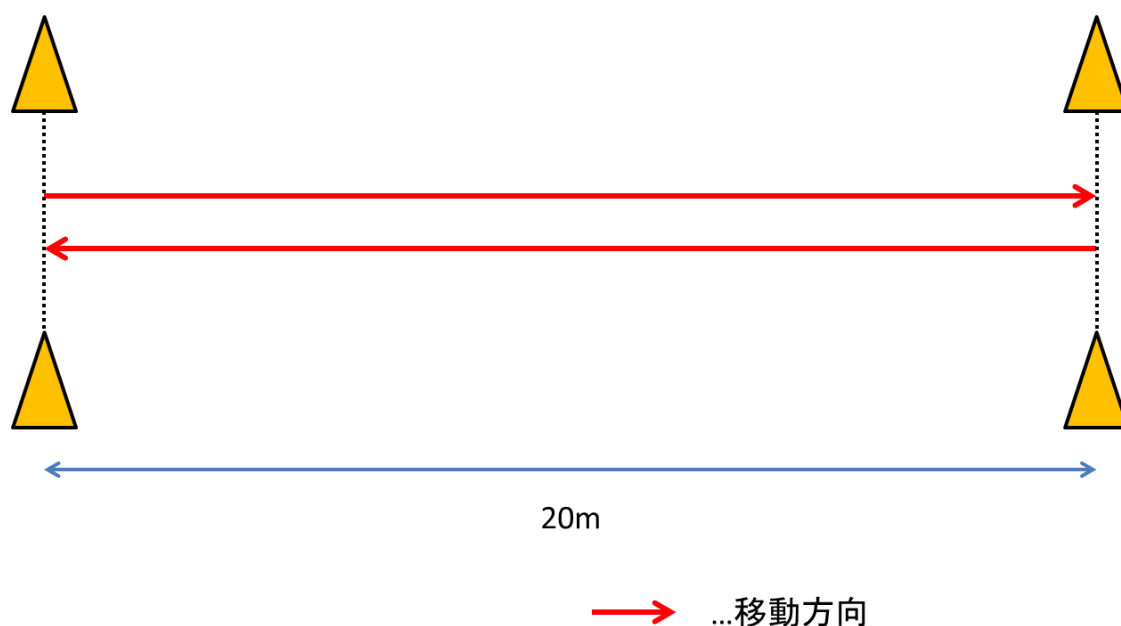


図 3-2. Yo-Yo Endurance Test 図

20m 疾走スピードテスト, 10m×5 アジリティテスト及び立ち 5 段跳びの施行について選手は 1 回の施行をし, 失敗があれば 2 回目の施行を実施しそれを記録とした.

3-3. 試合中のフィットネスパフォーマンスの測定方法

対象とする試合は 2012 年のインシーズン (5-6 月) に行われた 40 分ハーフの合計 80 分間の練習試合における 2 試合とし, 各対象者には VXSPORT (VX225) を装着させ試合を実施させた.

3-3-1. 試合の分析方法 (速度カテゴリーの分類)

分析は前半, 後半, 合計に分類し, それぞれ比較した. 試合中のフィットネスパフォーマンスに関して, Bradley et al. (2011) の先行研究から下記の 10 項目に速度カテゴリーを分類し, それぞれの項目において群間で比較した. 個々のスピードに合わせて速度カテゴリーを決定していくことも考えられるが, 先行研究において定義された速度カテゴリーに則り分析することで, 先行研究との比較に有効であることが考えられるため, 本研究では下記の速度カテゴリーに分類し分析した.

- ① Distance(m)
- ② Walking(m) : 0.7-7.1km/h
- ③ Jogging(m) : 7.2-14.3km/h
- ④ Running(m) : 14.4-19.7km/h
- ⑤ High-Speed Running(m) : 19.8-25.1km/h
- ⑥ Sprint(m) : >25.1km/h
- ⑦ High-Intensity Running(m) : >14.4km/h
- ⑧ Very High-Intensity Running(m) : >19.8km/h
- ⑨ High-Intensity Running(No)
- ⑩ Very High-Intensity Running(No)

3-3-2. 同チーム内における競技レベル別の分類

同チーム内における競技レベル別の比較をするために、対象者をレギュラー群 (Age: 17.1 $\pm$ 0.6), 非レギュラー群 (Age: 16.5 $\pm$ 0.6) に分類した。競技レベル別の内訳として、レギュラー群は年間を通してチームのレギュラー選手として公式戦に出場し続けた選手とし、非レギュラー群は年間通してサブ、もしくはメンバー外であった選手とした。

3-3-3. 同チーム内におけるポジション別の分類

同チーム内におけるポジション別の比較をするために、対象者を攻撃的なセンターポジション群 (Age: 17.0 $\pm$ 0.6, 以下, センター群), サイドポジション群 (Age: 16.6 $\pm$ 0.7, 以下, サイド群) の 2 つに分類した。それぞれ 6 名ずつの群とし、センター群の選手はセンターミッドフィールダー、フォワードの選手とし、サイド群の選手はサイドディフェンダー、サイドミッドフィールダーの選手とした (図 3-3 参照)。センターディフェンダーを対象に入れなかった理由として、先行研究においてセンターディフェンダーは他のポジションの選手よりも総移動距離や高強度運動の移動距離が有意に少ないことが報告されており、攻守において総移動距離や高強度運動の移動距離がより求められるセンターディフェンダー以外の選手を比較するためである。

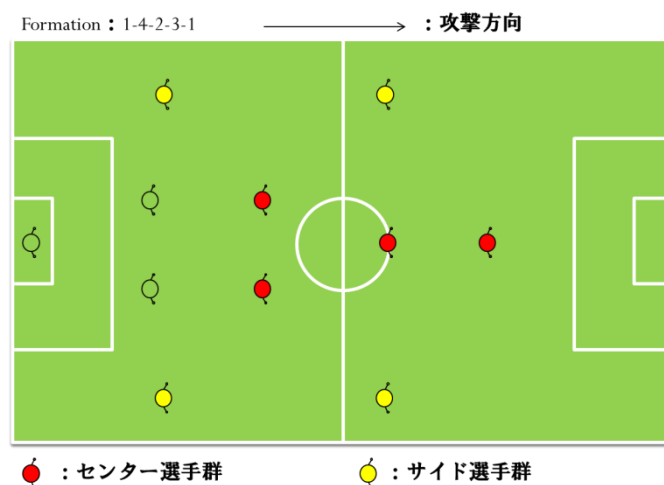


図 3-3. ポジションの内訳

3-4. 統計方法

統計処理について、競技レベル別、ポジション別における体力・運動能力の比較、及び試合中のフィットネスパフォーマンスの比較をするために、二群間の平均値の差の検定を対応のないt検定を用いて行い、試合中のフィットネスパフォーマンスと推定最大酸素摂取量の相関関係を検討するために Pearson の相関係数を用いて検定を実施した。統計学的有意水準は危険率 5%未満とした。

3-5. 競技レベル別、ポジション別における体力・運動能力の分析結果

3-5-1. 競技レベル別比較の結果

競技レベル別におけるフィールドテストの各項目の値を表 3-1 に示した。レベル別におけるフィールドテストの各項目のスコアについて、推定最大酸素摂取量においてレギュラー群は非レギュラー群より有意に値が高いことが認められた（図 3-4）。その他の項目において群間に有意な差は認められなかった。

3-5-2. ポジション別比較の結果

ポジション別におけるフィールドテストの各項目のスコアを表 3-2 に示した。ポジション別の比較において、フィールドテストの全ての項目において有意な差は認められなかった。

表 3-1. 競技レベル別におけるフィールドテストパフォーマンスのスコア (Ave±SD)

	レギュラー群(N=6)	非レギュラー群(N=6)
10m(秒)	1.79±0.05	1.80±0.05
20m(秒)	3.10±0.06	3.12±0.06
加速10m(秒)	1.31±0.03	1.32±0.04
30m(秒)	4.29±0.08	4.34±0.06
50m(秒)	6.68±0.15	6.76±0.08
10m*5(秒)	11.16±0.21	11.27±0.27
推定最大酸素摂取量(ml/分/kg)	65.1±2.2	62.4±1.8
立ち5段跳び(m)	12.0±0.6	11.4±0.4

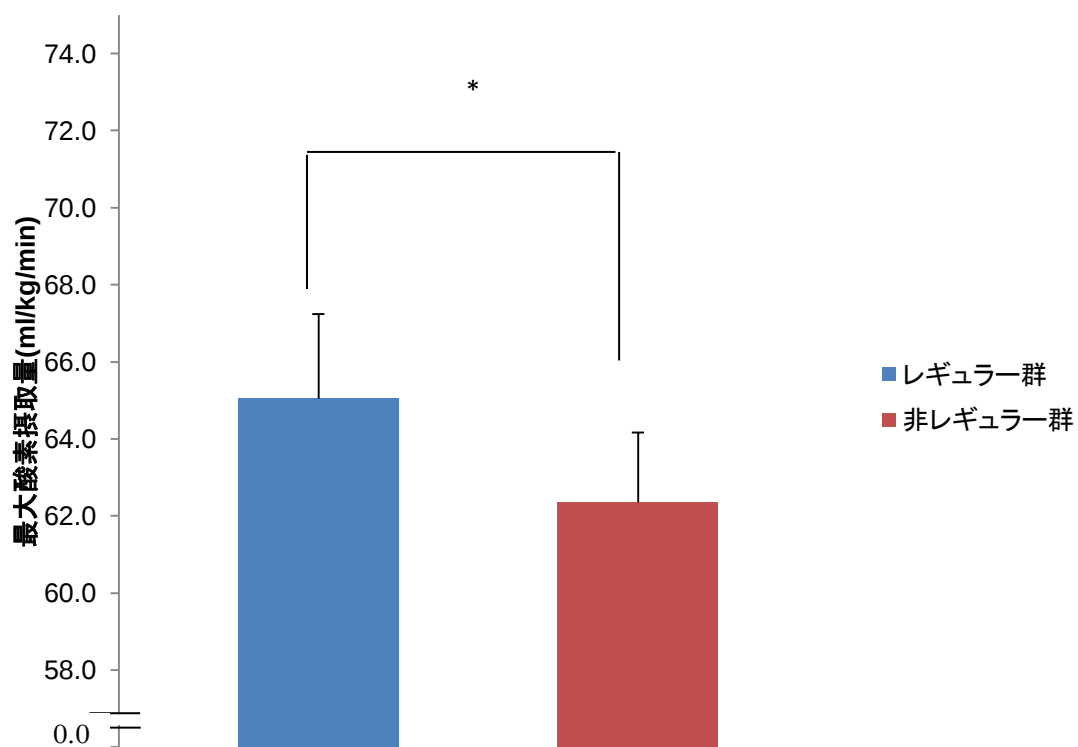


図 3-4. 競技レベル別における Yo-Yo Endurance Test から推定される推定最大酸素摂取量 (ml/kg/min) の比較 * : p<0.05

表 3-2. ポジション別におけるフィールドテストパフォーマンスのスコア (Ave±SD)

	センター群(N=6)	サイド群(N=6)
10m(秒)	1.79±0.04	1.79±0.06
20m(秒)	3.11±0.05	3.11±0.07
加速10m(秒)	1.32±0.04	1.31±0.03
30m(秒)	4.32±0.05	4.30±0.10
50m(秒)	6.75±0.07	6.68±0.15
10m*5(秒)	11.26±0.27	11.17±0.23
推定最大酸素摂取量(ml/分/kg)	63.2±2.4	64.2±2.5
立ち5段跳び(m)	11.7±0.4	11.6±0.8

3-6. 競技レベル別, ポジション別における試合中のフィットネスパフォーマンスの分析結果

3-6-1. 競技レベル別比較の結果

競技レベル別における試合中の各速度カテゴリーの移動距離を表 3-3 に示した. 同チーム内の競技レベル別における各速度カテゴリーの移動距離の比較について, 全ての項目において両群間に有意な差は認められなかった.

3-6-2. ポジション別比較の結果

ポジション別における試合中の各速度カテゴリーの移動距離を表 3-4 に示した. 同チーム内のポジション別における各速度カテゴリーの移動距離の比較において, **High-Speed Running** の合計距離と **Very High-Intensity Running** の合計距離に関し, サイド群はセンター群より有意に多かった (図 3-5, 3-6, $p<0.05$).

表 3-3. 競技レベル別における各速度カテゴリーの移動距離 (Ave±SD)

	レギュラー群(N=6)			非レギュラー群(N=6名)		
	前半	後半	合計	前半	後半	合計
Distance(m)	5041±382	4930±385	9971±752	5015±491	5211±255	10226±637
Walking(m)	1509±221	1491±254	2999±466	1425±93	1341±55	2766±121
Jogging(m)	2343±371	2252±403	4595±764	2315±210	2443±200	4758±333
Running(m)	954±310	960±277	1914±563	1000±197	1108±259	2108±404
HSR(m)	185±40	206±103	391±136	245±95	272±70	517±59
Sprinting(m)	45±49	20±19	65±50	30±33	42±33	72±49
HIR(m)	1184±306	1186±269	2370±547	1275±282	1422±214	2697±393
VHIR(m)	230±69	226±121	456±165	275±112	314±99	589±95
HIR(No)	97±20	94±21	191±38	95±20	97±15	192±34
VHIR(No)	24±7	26±7	50±12	28±9	27±3	54±9

HSR: High-Speed Running, HIR: High-Intensity Running, VHIR: Very High-Intensity Running

表 3-4. ポジション別における各速度カテゴリーの移動距離 (Ave±SD)

	センター群(N=6)			サイド群(N=6名)		
	前半	後半	合計	前半	後半	合計
Distance(m)	5091±371	4984±395	10075±749	4964±490	5157±293	10121±669
Walking(m)	1462±217	1452±247	2912±458	1472±121	1381±129	2853±230
Jogging(m)	2414±335	2347±400	4761±718	2243±229	2348±253	4591±422
Running(m)	999±296	965±301	1964±581	955±218	1103±234	2058±400
HSR(m)	186±46	200±77	386±105	244±93	278±92	522±97
Sprinting(m)	28±33	20±19	48±49	47±47	42±33	89±39
HIR(m)	1213±301	1185±284	2398±551	1246±295	1423±191	2669±412
VHIR(m)	214±77	220±91	434±144	291±95	320±121	611±85
HIR(No)	98±19	93±21	191±39	93±20	98±15	191±34
VHIR(No)	25±8	24±6	49±11	27±8	28±4	55±10

HSR: High-Speed Running, HIR: High-Intensity Running, VHIR: Very High-Intensity Running

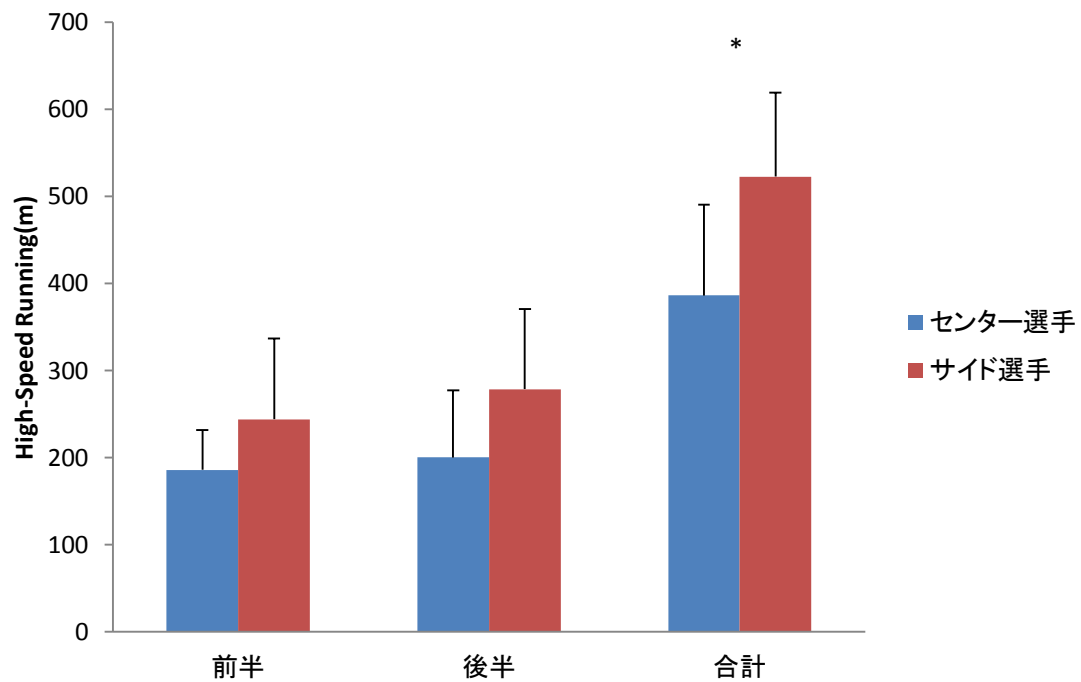


図 3-5. ポジション別における試合中の High-Speed Running 距離(m) * : $p < 0.05$

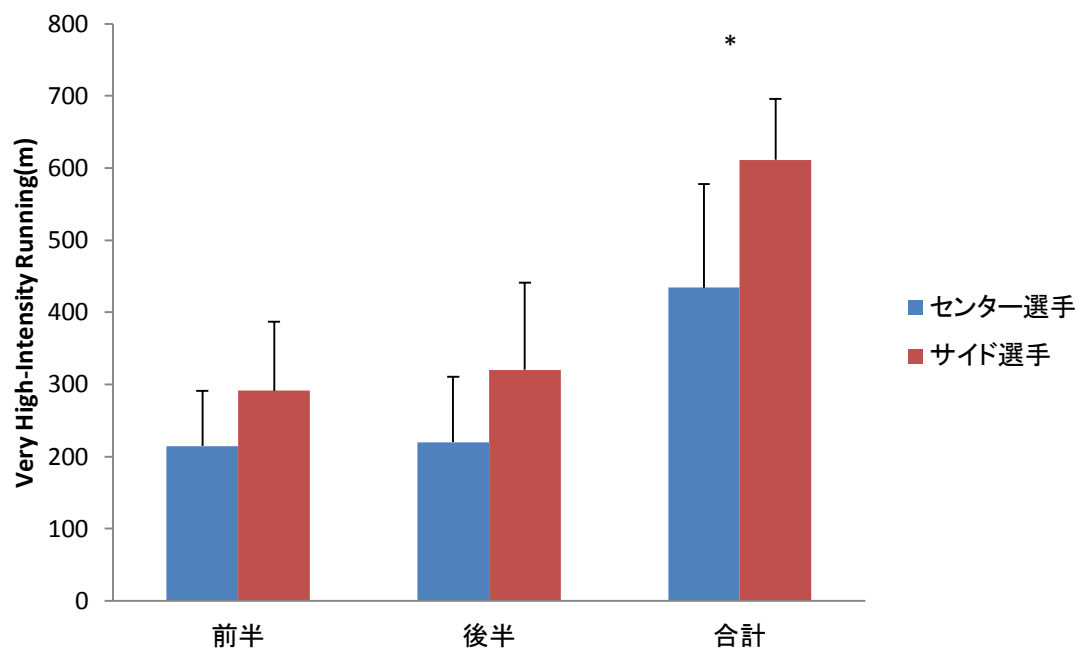


図 3-6. ポジション別における試合中の Very High-Intensity Running 距離(m) * : $p < 0.05$

3-7. 試合中のフィットネスパフォーマンスと推定最大酸素摂取量の相関性の分析結果

3-7-1. 競技レベル別比較の結果

競技レベル別における試合中の各速度カテゴリーの移動距離と推定最大酸素摂取量との相関係数を表 3-5-1, 表 3-5-2 に示した. 試合中のフィットネスパフォーマンスと推定最大酸素摂取量の相関性について, レギュラー群における試合後半の High-Intensity Running 距離との間に有意な正の相関が認められた. ($r=0.836$, $p<0.05$)

3-7-2. ポジション別比較の結果

ポジション別における試合中の各速度カテゴリーの移動距離と推定最大酸素摂取量との相関係数を表 3-5-1, 表 3-5-2 に示した. 試合中のフィットネスパフォーマンスと推定最大酸素摂取量の相関性について, センター群における試合合計の High-Intensity Running 数と推定最大酸素摂取量との間に有意な正の相関が認められた. ($r=0.815$, $p<0.05$)

表 3-5-1. 推定最大酸素摂取量と試合中のフィットネスパフォーマンスの相関係数 (r 値)

	Distance(m)			Walking(m)			Jogging(m)			Running(m)			High-Speed Running(m)		
	前半	後半	合計	前半	後半	合計	前半	後半	合計	前半	後半	合計	前半	後半	合計
レギュラー群	0.496	0.777	0.649	-0.234	-0.302	-0.275	0.302	0.376	0.344	0.278	0.684	0.489	0.584	0.349	0.436
非レギュラー群	0.103	0.736	0.373	-0.097	-0.689	-0.387	-0.315	0.432	0.060	0.342	0.723	0.631	0.616	-0.482	0.416
センター群	0.668	0.511	0.601	-0.309	-0.234	-0.273	0.532	0.321	0.427	0.518	0.512	0.530	-0.200	-0.247	-0.270
サイド群	0.032	-0.056	-0.001	0.520	0.569	0.593	-0.254	-0.198	-0.256	-0.180	0.115	-0.031	0.197	-0.397	-0.189

表 3-5-2. 推定最大酸素摂取量と試合中のフィットネスパフォーマンスの相関係数 (r 値)

	Sprinting(m)			High-Intensity Running(m)			Very High-Intensity Running(m)			High-Intensity Running(No)			Very High-Intensity Running(No)		
	前半	後半	合計	前半	後半	合計	前半	後半	合計	前半	後半	合計	前半	後半	合計
レギュラー群	0.310	-0.042	0.283	0.407	.836*	0.638	0.550	0.292	0.445	0.429	0.749	0.624	0.267	0.490	0.433
非レギュラー群	0.001	-0.436	-0.297	0.446	0.650	0.674	0.523	-0.488	0.108	0.152	0.630	0.367	0.201	-0.170	0.129
センター群	-0.310	-0.217	-0.295	0.445	0.461	0.481	-0.255	-0.254	-0.296	0.807	0.781	.815*	0.012	0.222	0.122
サイド群	0.595	-0.800	0.039	0.024	-0.190	-0.071	0.485	-0.523	-0.198	-0.126	0.134	-0.019	0.024	0.019	0.028

* : $p < 0.05$

3-8. 考察

本研究は、同じチーム戦術、練習環境を共有した同チームに所属するユースサッカー選手を対象とし、競技レベル別、ポジション別においてフィールドテストにおける体力・運動能力の比較検討をすること、また前後半通じた試合中の運動プロフィールを比較検討すること、さらに試合中のフィットネスパフォーマンスと有酸素性持久力の関連性を検討することであった。この課題を明らかにするため、インシーズン中に行われた 4 種目（20m 疾走スピード、10m×5 テスト、立ち 5 段跳び、YYET2）のフィールドテストのスコアを競技レベル別、ポジション別のそれぞれにおいて比較検討をした。試合中のフィットネスパフォーマンスを競技レベル別、ポジション別で比較するために、インシーズン中の練習試合時に GPS 機器である VXSPORT (VX225) を装着させ、試合中のフィットネスパフォーマンスを測定しそれぞれ比較検討した。さらに、フィールドテストの YYET2 から推定される最大酸素摂取量と試合中のフィットネスパフォーマンスの関連性をみた。その結果、競技レベル別のフィールドテストの比較では、レギュラー群の推定最大酸素摂取量は非レギュラー群より有意に高かったのに対し、試合中のフィットネスパフォーマンスでは、全ての速度カテゴリーの移動距離で群間に有意な差は認められなかった。ただし、推定最大酸素摂取量値と試合中のフィットネスパフォーマンスの関連性について、レギュラー群の推定最大酸素摂取量値と試合後半における High-Intensity Running 距離との間に有意な正の相関が認められた。一方ポジション別の比較において、フィールドテストの各種目のスコアはセンター群、サイド群の間に有意な差は認められなかったものの、試合中のフィットネスパフォーマンスではサイド群の High-Speed Running 及び Very High-Intensity Running の合計距離がセンター群より有意に多かった。また、推定最大酸素摂取量と試合中のフィットネスパフォーマンスの関連性について、センター群の推定最大酸素摂取量と試合の合計 High-Intensity Running 数との間に有意な正の相関が認められた。

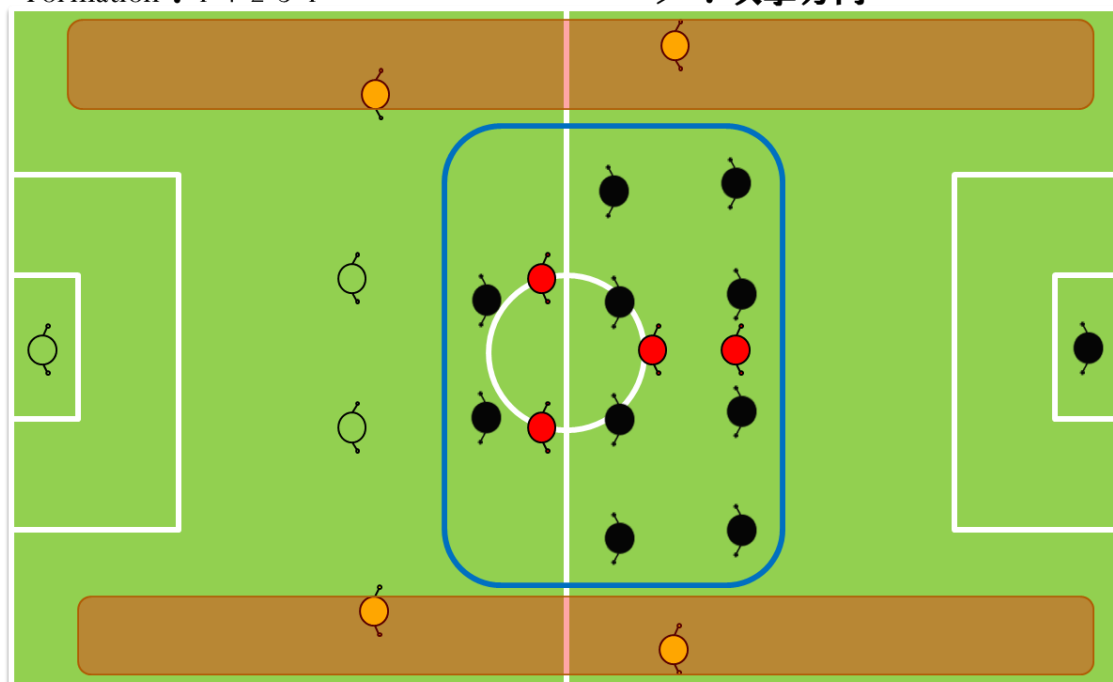
以上の結果から、競技レベル別の比較に関して、競技レベルの高い群の有酸素性持久力は競技レベルの低い群よりも高く、且つ試合中のフィットネスパフォーマンスにおいても

優れているという仮説は棄却された。これは、Di Salvo et al. (2009,2010) や Buchheit et al. (2010) が報告している、選手の潜在的な有酸素性持久力は必ずしも試合中のフィジカルフィットネスパフォーマンスに反映される訳ではなく、試合状況や技術・戦術的側面に影響を受ける可能性があるという主張を支持する結果となった。レギュラー群は非レギュラー群より有酸素性持久力は高いが、必ずしもそれが試合中のフィットネスパフォーマンスにつながる訳ではなく、先行研究においても試合中のフィットネスパフォーマンスは技術・戦術的側面に影響を受ける可能性があることを指摘している。レギュラー群の選手は技術的、戦術的なミスが非レギュラー群の選手のそれよりも低く、必要な時に必要な動きを実施している傾向があり、非レギュラー群の選手は技術的、戦術的なミスが起こったとき、それを補うように高強度運動を多く実施している傾向がある。このような技術・戦術的要因が、今回の研究の結果に反映したのではないかと推察される。ただし、レギュラー群の試合後半における **High-Intensity Running** 距離に関して推定最大酸素摂取量と有意な正の相関が認められたことから、サッカーの総合的なパフォーマンスのレベルが上がるほど有酸素性持久力は試合終盤におけるフィットネスパフォーマンスに影響を及ぼすことが考えられる。Krustrup (2005) は、エリート女子サッカー選手における試合前後半の終了前 15 分間における **High-Intensity Running** 距離と最大酸素摂取量の間に有意な正の相関が認められたことを報告しており、疲労が多く溜まる試合後半における高強度運動と、有酸素性持久力の間に深い関連性があることが示している。しかし、今回の競技レベル別の分類において、各群の選手のポジション分布に課題が残る。レギュラー群の各選手のポジションの内訳はサイドを起点とする選手（サイドミッドフィールダー、サイドディフェンダー）は 2 名で、センターを起点とする選手（フォワード、センターミッドフィールダー）は 4 名であった。それに対し、非レギュラー群の各選手のポジションの内訳はサイド選手が 4 名で、センター選手は 2 名であった。群間においてプレーするポジションの違いが試合中のフィットネスパフォーマンスに影響を及ぼしたことも否定できない。よって、今後の研究の課題として、競技レベル別においてもポジションの内訳を揃え、比較検討してい

く必要がある。また、両群は異なる相手との試合であるため、試合結果や試合内容にもフィットネスパフォーマンスは影響を受けることが考えられ、今後の課題としてそれらのことを考慮して検討していく必要はある。

一方、ポジション別比較に関してサイド群の選手とセンター群の選手の有酸素性持久力は変わらないが、サイド群の選手はセンター群の選手より試合中の高強度運動の移動距離が多かった。これは本研究の仮説を立証する結果となったが、センターの選手はサイドの選手より総移動距離が多いという仮説は棄却された。上記の結果を考察すると、選手が有している有酸素性持久力の優劣に関わらず、サイドの選手はセンターの選手より多くの高強度運動が求められることを示しており、その要因として各ポジションにおけるプレースペースの違いが影響していると考えられる。センターの選手は攻撃時、相手選手が多く密集する中央のエリアでプレーしなければならないのに対し、サイドの選手は相手選手の少ないサイドのエリアでプレーすることができる。サイドの選手は攻守において広がる、及び狭まる動きを連続的且つ継続的に、そして素早く実施することが求められ、必然的に多くの高強度運動を求められることが推測される（図 3-7 参照）。このようなポジション特性を踏まえ、それぞれのポジションに必要とされる体力や動きをトレーニングで養う必要があるだろう。

: 攻擊方向



● : センター選手 ● : サイド選手 ● : 相手選手

図 3-7. 試合の攻撃時におけるセンター及びサイド選手のプレーエリアの推測

第 4 章

「総合考察」

本研究の目的は、同じチームに所属するユースサッカー選手を対象に、競技レベル別、ポジション別における試合中のフィットネスパフォーマンスの比較、及び体力・運動能力との関連性を解明することであった。

第 2 章では、GPS 機器である VXSPORT (VX225) の信頼性、妥当性を検討するために、20m 疾走スピードテストとフィールドシミュレーションテストを実施した。スピードの信頼性を検討するために 20m 疾走スピードテストを実施し、スピードトラップで測定された速度と VXSPORT で測定された速度を比較し、移動距離の信頼性を検討するためにフィールドシミュレーションテストを実施し、実際距離と VXSPORT で測定された移動距離を比較検討した。第 3 章では同じチームに所属するユースサッカー選手の体力・運動能力の分析、及び試合中のフィットネスパフォーマンスの分析と有酸素性持久力との関連性を検討するために、フィールドテストの実施及び練習試合時のフィットネスパフォーマンスの測定を実施した。対象者の体力・運動能力を比較検討するために 4 種目のフィールドテスト (20m 疾走スピードタイム, 10m×5 スピードタイム, 立ち 5 段跳び, Yo-Yo Endurance Test Level 2) を実施し、競技レベル別、ポジション別に各体力・運動能力項目の比較を実施した。また試合中のフィットネスパフォーマンスを同じチーム内における競技レベル別、ポジション別で比較検討するために、インシーズン中に行われた練習試合時のフィットネスパフォーマンスを、VXSPORT を用い測定し分析した。さらに、Yo-Yo Endurance Test Level 2 で推定される最大酸素摂取量と試合中のフィットネスパフォーマンスの関連性を競技レベル別、ポジション別に比較検討した。

以上の測定、分析から以下のことが明らかとなった。

- ① GPS 機器である VXSPORT (VX225) のサッカー等のフィールドスポーツにおける試合中の移動距離、スピード測定値は、信頼性が高いと考えられる。
- ② 同じチームにおける競技レベル別の体力・運動能力の比較に関して、レギュラー群は非

レギュラー群より推定最大酸素摂取量が有意に高かった。

- ③ 同じチームにおける競技レベル別の比較において、レギュラー群の試合後半における High-Intensity Running 距離と推定最大酸素摂取量の間に有意な正の相関が認められた。
- ④ 同じチームにおけるポジション別のフィールドテストにおける体力・運動能力の各項目に関し、有意な差は認められなかった。
- ⑤ 同じチームにおけるポジション別の試合中のフィットネスパフォーマンスの比較に関して、High-Speed Running 及び Very High-Intensity Running の試合合計距離においてサイド群はセンター群より有意に長かった。
- ⑥ 同じチームにおけるポジション別の比較において、センター群の High-Intensity Running の試合合計数と推定最大酸素摂取量の間に有意な正の相関が認められた。

以上のことから、下記のことを考察する。

サッカーの試合において、試合中の高強度運動の多さが必ずしもサッカーの総合的なパフォーマンスの高さに繋がっているとは言えないことが考えられる。Di Salvo et al. (2010) は UEFA CHAMPIONS LEAGUE や UEFA CUP の試合を Time-motion analysis で分析し、試合中における選手のフィジカル的な要求は、チームの勝敗状況やチームの戦術、大会レベル、大会レペティション、プレーポジションなどによって大きく変化することを報告している。Buchheit et al. (2010) は、各年代における試合中のランニングパフォーマンスとフィールドテストの測定による体力・運動能力の比較を実施し、体力・運動能力は試合中のランニングパフォーマンスに必ずしも反映されるわけではなく、試合中に強度のより高いフィットネスパフォーマンスを実施することがサッカーのパフォーマンスを高める上でより良いことと言うのは単純すぎるという提言をし、選手の体力・運動能力は試合の状況によってパフォーマンスが制限されることを示唆している。本研究はそれらの先行研究の報告を、同チーム内に所属するユースサッカー選手を対象としレベル別の比較をしたことでより支持するものとなり、本研究においてもサッカーの競技レベルの高い選手は

試合中において必ずしも多くの高強度運動を実施している訳ではなく、無駄の少ない効果的な運動を実施していることが示唆された。

しかし、サッカー選手において有酸素性持久力を始めとした「体力・運動能力」を高めていくことは重要なことであることを忘れてはならない。Mohr et al. (2003) の報告のように、上位レベルと中位レベルのプロサッカー選手における体力・運動能力の差はあり、試合中におけるフィットネスパフォーマンスにも有意な差が認められている。実際に、本研究においても競技レベルの高い選手は推定最大酸素摂取量は高いが、試合中の走行距離および高強度運動の移動距離が少なく、効果的に余力を残してプレーしている可能性があり、そのことにより判断力の質の維持に関しても効果的な影響を与えていることが考えられる。よって、まずは上位レベルの有酸素性持久力まで能力を高める必要はあり、そのことによって試合中のフィットネスパフォーマンスは向上することも推測できる。加えて、本研究から推定最大酸素摂取量の能力が高い選手ほど試合後半の高強度運動に良い影響を与えることが示唆され、特に試合終盤まで拮抗した試合等で有酸素性持久力の高さは良い影響を与えるのではないかと考えられる。

一方、ユースサッカー選手においてサイドの選手はセンターの選手とくらべ、試合中多くの高強度運動を求められることが示唆され、Di Salvo et al. (2007, 2009, 2010) や Buchheit et al. (2010) が報告しているように、試合中に要求される強度が異なる、ポジション特性を考慮したトレーニングの考案をユース年代から実施していく必要があると考えられる。特に、センターの選手に比べサイドの選手はより多くの高強度運動を求められる傾向があるため、練習中から多くの高強度運動を実施するようなトレーニングを考案していく必要があるだろう。また、練習中から GPS を用いてフィットネスパフォーマンスを測定し、試合に向けた練習でどの程度の運動負荷、運動プロフィールを示すのか調査し、試合でどのようなフィットネスパフォーマンスを示すのか各チームで縦断的に計測し分析していくことは、コンディショニングの質をより高めていけるような期待ができる。

今後サッカーのフィジカルトレーニングはどのような方向性を持つ可能性があるのか、

今回の研究結果を踏まえ考察すると、サッカーのフィジカルトレーニングはポジション特性を考慮したトレーニングがユース年代から実施していく必要があることが考えられる。今回はフィットネスパフォーマンスの測定に限定していたが、筋力やコーディネーションの面に関しても各ポジションにおいて重要となる項目は異なることが予想される。そのため、各ポジションに求められる他のフィジカル能力の分析を実施していくことは重要であり今後の課題である。

また、本研究から競技レベルの高い選手である程推定最大酸素摂取量が高く、加えて試合後半における **High-Intensity Running** 距離が多かったことが示唆されたことから、トレーニングにおいても後半部分に運動強度が落ちないように練習強度の時間的なマネジメントを実施していくことも重要なことであると考えられる。つまり、もし試合の後半に運動強度が下がる傾向があれば、トレーニングにおいても後半部に運動強度が高くなるトレーニングの考案なども必要ではないかと考えられる。

先行研究でも述べられている通り、サッカー選手のパフォーマンスを評価する上で、フィジカル的な評価をする際も技術・戦術・精神的な評価も含め多角的に実施する必要がある。フィジカルトレーニングを実施する際も技術・戦術・精神的な負荷をかけることは重要なことであると考えられる。つまり、サッカーをしている中で特にフィジカル的要素に焦点をあてたトレーニングが「サッカーのフィジカルトレーニング」であり、フィジカルトレーニングを考案するコーチは常にそのことを意識していく必要があると思われる。

今後の研究の課題として、パスの成功率やボール保持の有無などの技術的側面や、プレーエリアや各ポジションの戦術的役割など戦術的側面を考慮した、総合的かつ多角的なフィットネスパフォーマンスの測定を、GPS 機器を用いた中でどのように分析することができるか検討し取り組んでいく必要がある。

また、同じ対象者における試合中のフィットネスパフォーマンスを縦断的に測定していき、試合中のフィットネスパフォーマンスの妥当性を高めることや、シーズン毎における縦断的な分析をしていくことは、サッカー選手の試合中におけるフィットネスパフォーマンス

ンスの知見に関して新たな発見が期待できると考えられる

さらに、今回の研究において持久力を測定するフィールドテストの選定として **Yo-Yo Endurance Test Level 2** を選択し、推定最大酸素摂取量値を分析対象としたが、よりサッカーに近い間欠的な運動をする **Yo-Yo Intermittent Recovery Test** のスコアにおいても検証していくことは重要なことであり、今後の課題として取り組んでいく必要がある。

参考・引用文献

1. Ardigo LP. Low-cost match analysis of Italian sixth and seventh division soccer referees. *J Strength Cond Res* 24: 2532-2538, 2010.
2. Aughey RJ. Australian football player work rate: Evidence of fatigue and pacing? *Int J Sports Physiol Perform* 5: 394-405, 2010.
3. Aughey RJ. Applications of GPS technologies to field sports. *Int J Sports Physiol Perform* 6: 295-310, 2011.
4. Bangsbo J. The physiology of soccer with special reference to intense intermittent exercise. *Acta Phys Scand*, 151, Suppl. 619: 155, 1994.
5. Bangsbo J, Iaia FM, and Krstrup P. The Yo-Yo intermittent recovery test: a useful tool for evaluation of physical performance in intermittent sports. *Sports Med.*, 38(1): 37-51, 2008.
6. Bangsbo J, Norregaard L, & Thorso F. Activity profile of competition soccer. *J Canad Sci Sport*, 16: 110–116, 1991.
7. Barbero-Alvarez JC, Coutts A, Granda J, Barbero-Alvarez V, Castagna C. The validity and reliability of a global positioning satellite system device to assess speed and repeated sprint ability (RSA) in athletes. *J Sci Med Sport* 13: 232-235, 2010.
8. Bradley PS, Carling C, Archer D, Roberts J, Dodds A, Di Mascio M, Paul D, Diaz AG, Peart D, & Krstrup P. The effect of playing formation on high-intensity running and technical profiles in English FA Premier League soccer matches. *J Sports Sci*, 29(8): 821–830, 2011.
9. Bradley PS, Sheldon W, Wooster B, Olsen P, Boanas P, & Krstrup P. High-intensity running in English FA Premier League soccer matches. *J Sports Sci*, 27: 159–168, 2009.
10. Buchheit M, Mendez-Villanueva A, Simpson B and Bourdon P. Match running

- performance and physical capacity in youth football (soccer). [OP-TC06] Training and Coaching 6 -Running and Sprinting Performance, 2010.
11. Carling C, Bloomfield J, Nelsen L, & Reilly T. The role of motion analysis in elite soccer: Contemporary performance measurement techniques and work rate data. *Sports Med*, 38: 839–862, 2008.
 12. Casajua SJ. A. Seasonal variation in fitness variables in professional soccer players. *J Sports Med Phys Fitness*, 41(4): 463-469, 2001.
 13. Castagna C, D'Ottavio S, Abt G. Activity profile of young soccer players during actual match play. *J Strength Cond*, 17: 775-780, 2003.
 14. Castagna C, Impellizzeri F, Cecchini E, Rampinini E, and Alvarez JC. Effects of intermittent-endurance fitness on match performance in young male soccer players. *J Strength Cond Res*, 23(7): 1954-1959, 2009.
 15. Chuman K, Hoshikawa Y, and Iida T. Yo-Yo intermittent recovery level 2 test in pubescent soccer players with relation to maturity category. *Football Science*, 6: 1-6, 2009.
 16. Coutts AJ, Duffield R. Validity and reliability of GPS devices for measuring movement demands of team sports. *J Sci Med Sport*, 13(1): 133–135, 2010.
 17. Di Salvo V, Baron R, Les-Haro CG, Gormasz C, Pigozzi F, Bachl N. Sprinting analysis of elite soccer players during European Champions League and UEFA Cup matches. *J Sports Sci*, 28(14): 1489–1494. 2010.
 18. Di Salvo V, Baron R, Tschan H, Calderon Montero FJ, Bachl N, & Pigozzi F. Performance characteristics according to playing position in elite soccer. *Int J Sports Med*, 28, 222–227. 2007.
 19. Di Salvo V, Collins A, McNeill B, & Cardinale M. Validation of ProZone1: A new video-based performance analysis system. *International Journal of Performance*

- Analysis in Sport, 6: 108–109, 2006.
20. Di Salvo V, Gregson W, Atkinson G, Tordoff P, & Drust B. Analysis of high intensity activity in Premier League soccer. *Int J Sports Med*, 30: 205–212, 2009.
 21. Di Salvo V, & Pigozzi F. Physical training of football players based on their positional roles in the team: Effects on performance related factors. *J Sports Med Phys Fitness*, 38: 294–297, 1998.
 22. Duffield R, Reid M, Baker J, & Spratford W. Accuracy and reliability of GPS devices for measurement of movement patterns in confined spaces for court-based sports. *J Sci Med Sports*, 13: 523–525, 2010.
 23. Edgecomb SJ, Norton KI. Comparison of global positioning and computer-based tracking systems for measuring player movement distance during Australian football. *J Sei Med Sport*, 9(1-2): 25-32, 2006.
 24. Ekblom B. Applied physiology of soccer. *Sports Med*, 3: 50–60, 1986.
 25. Gray AJ, Jenkins D, Andrews MH, Taaffe DR, & Glover ML. Validity and reliability of GPS for measuring distance travelled in field-based team sports. *J Sports Sci*, 28(12): 1319–1325, 2010.
 26. 戸刈晴彦, 池田誠剛. サッカーのコンディショニングベースパフォーマンスづくりの理論と実際 2010
 27. 山本博男, 近岡守, 黒木宏康, 薮野秀一郎, 石井崇之. 携帯型 GPS を利用したサッカー及びラグビーのレフェリー移動距離. 金沢大学教育学部紀要, 自然科学編, 52: 7-12, 2003.
 28. Krstrup P, & Bangsbo J. Physiological demands of topclass soccer refereeing in relation to physical capacity: Effect of intense intermittent exercise training. *J Sports Sci*, 19: 881–891, 2001.
 29. Krstrup P, Mohr M, Ellingsgaard H, & Bangsbo J. Physical demands during an

- elite female soccer game: Importance of training status. *Med Sci Sports Exerc*, 37: 1242–1248, 2005.
30. Krstrup P, Mohr M, Amstrup T, Rysgaard T, Johansen J, Steensberg A, Pedersen PK, and Bangsbo J. The Yo-Yo intermittent recovery test: physiological response, reliability, and validity. *Med Sci Sports Exerc*, 35(4): 697-705, 2003.
 31. Krstrup P, Mohr M, Nybo L, Jensen MJ, Nielsen JJ, and Bangsbo J. The Yo-Yo IR2 test: physiological response, reliability, and application to elite soccer. *Med Sci Sports Exerc*, 38(9): 1666-1673, 2006.
 32. Mayhew SR, & Wenger HA. Time motion analysis of professional soccer. *Journal of human movement studies*, 11: 49–52, 1985.
 33. Mohr M, Krstrup P, and Bangsbo J. Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *J Sports Sci*, 21(7): 519-528, 2003.
 34. Rampinini E, Coutts AJ, Castagna C, Sassi R, & Impellizzeri FM. Variation in top level soccer match performance. *Int J Sports Med*, 28: 1018– 1024, 2007.
 35. Rampinini E, Sassi A, Azzalin A., Castagna, C, Menaspa P, Carlomagno D, and Impellizzeri FM. Physiological determinants of Yo-Yo intermittent recovery tests in male soccer players. *Eur J Appl Physiol*, 108(2): 401-409, 2009.
 36. Randers MB, Jensen JM, Bangsbo J, and Krstrup P. Match performance and Yo-Yo IR2 test performance of players from successful and unsuccessful professional soccer teams. In T. Reilly and F. Korkusuz (eds), *Science and Football*, VI: 345-349, 2009.
 37. Reilly T. Energetics of high-intensity exercise (soccer) with particular reference to fatigue. *J Sports Sci*, 15(3): 257-263, 1997.
 38. Reilly T. Football. In T. Reilly, N. Secher, P. Snell, & C. Williams (Eds.), *Physiology of sports*, London E & FN Spon: 371–426, 1990.

39. Reilly T. Motion analysis and physiological demands. In T. Reilly (Ed.), *Science and soccer*, London E & FN Spon : 65–83, 1996.
40. Reilly T. Motion analysis and physiological demands. In T. Reilly & A. M. Williams (Eds.), *Science and soccer*, London Routledge : 59–72, 2003.
41. Reilly T, & Thomas V. A motion analysis of work-rate in different positional roles in professional football match-play. *Journal of Human Movement Studies*, 2: 87–97, 1976.
42. Rienzi E, Drust B, Reilly T, Carter JE, & Martin A. Investigation of anthropometric and work-rate profiles of elite South American international soccer players. *J Sports Med Phys Fitness*, 40: 162–169, 2000.
43. Sagarra ML .Demonstration of mechanical and physiological variables in professional football matches, 2008.
44. Schutz Y., and Chambaz A. Could A satellite-based navigation system(GPS)be used to assess the physical activity of individuals on earth? *Eur J Clin Nutr*, 51: 338-339, 1997.
45. Stølen T, Chamari K, Castagna C, & Wisløff U. Physiology of soccer: An update. *Sports Med*, 35: 501–536, 2005.
46. Svensson M, & Drust B. Testing soccer players. *J Sports Sci*, 23: 601–618, 2005.
47. Tumilty D. Physiological characteristics of elite soccer players. *Sports Med*, 16: 80–96, 1993.
48. Van Gool D, Van Gerven D, & Boutmans J. The physiological load imposed on soccer players during real match-play. In T. Reilly, A. Lees, K. Davies, & W. J. Murphy (Eds.), *Science and football*, London: E & FN Spon: 51–59, 1988.
49. Varley MC, Fairweather IH, & Aughey RJ. Validity and reliability of GPS for measuring instantaneous velocity during acceleration, deceleration, and constant

motion. *J Sport Sci*, 30(2): 121–127, 2012.

50. Withers RT, Maricic Z, Wasilewski S, & Kelly L. Match analysis of Australian professional soccer players. *Journal of Human Movement Studies*, 8: 159–176, 1982.

謝辞

本論文の作成にあたり，早稲田大学スポーツ科学学術院 広瀬統一准教授には真摯なるご指導賜りましたことに深く感謝の意を申し上げます。

ならびに，早稲田大学スポーツ科学学術院 岡田純一准教授，堀野博幸准教授にも，副査を快諾してくださり激励を頂きましたことに深く感謝の意を申し上げます。

また，早稲田大学スポーツ科学学術院 福林徹教授には，研究の指導だけではなく，研究と仕事の両立に関する適切なご助言や激励を頂きましたことに深く感謝の意を申し上げます。

早稲田大学大学院スポーツ科学研究科アスレティックトレーニング研究室助手 小野高志先生には，研究計画から懇切丁寧なご指導とご助言を頂きましたことに深く感謝の意を申し上げます。

そして，早稲田大学大学院スポーツ科学研究科アスレティックトレーニング研究室に所属する皆様には，多大な激励やご支援を頂きましたことに深く感謝の意を申し上げます。

最後に，（株）名古屋グランパスエイトチーム統括部育成グループの皆様には，本論文の作成に対し多大なご理解，ご協力を賜りましたことに深く感謝の意を申し上げます。