

大学サッカー選手における試合時の移動を改善させるフィードバック方法の事例

甲斐智大, 堀尾郷介, 青木竜, 高井洋平

鹿屋体育大学

キーワード: Global Positioning System, スプリント, time-motion analysis

【要 旨】

海外のプロサッカーチームでは, Global positioning system (GPS) 等を用いて Time-motion 分析を行い, 試合時の選手の移動距離を定量している. それにより得られるデータは, トレーニングプログラムを計画するために役立つ. 本研究では, 大学サッカー選手に試合時の GPS データをフィードバックし, 選手の試合時の動きが改善された事例を報告する. 大学男子サッカー選手を対象に, 公式戦における選手の移動軌跡, 総移動距離, 速度帯域別の移動距離, 高強度での移動が行われた位置とその方向を, GPS で計測した位置座標データから算出した. 毎試合後に, 各選手にチームおよび個々の課題が記されたシートをフィードバックした. 大学サッカー選手の移動距離はシーズンを通じてあまり変化がなかった. 一方で, フィードバックを通じて, フォワードの選手の高強度での移動の出現位置と方向が, プロ選手と類似したものとなり, その選手の得点数はシーズン後半で増加した. 以上のことから, 我々の GPS データのフィードバックは, 大学サッカー選手の試合時の移動を質的に改善し得ることが示された.

スポーツパフォーマンス研究, 10, 270-281, 2018 年, 受付日: 2017 年 7 月 24 日, 受理日: 2018 年 9 月 14 日

責任著者: 高井洋平 鹿屋体育大学 891-2311 鹿屋市白水町 1 番地 y-takai@nifs-k.ac.jp

* * * * *

Feedback aimed at improving players' movements during soccer games: A case study of male collegiate players

Tomohiro Kai, Kyosuke Horio, Toru Aoki, Yohei Takai

National Institute of Fitness and Sports in Kanoya

Key words: Global Positioning System, sprint, time-motion analysis

[Abstract]

In international professional soccer teams, data on the players' movements during games is collected by means of a global positioning system (GPS), and the data are then analyzed with time-motion analysis. Information on the distance covered during a game can be useful for designing regular training programs. This study revealed that feedback can be useful for improving players' movement during soccer games. The x- and y-coordinates were measured with GPS during the official games of one university soccer team

throughout two seasons. The players' trajectory, total distance covered, and distance covered in each velocity zone which are divided into 6 categories, and their location and the direction in which they moved at high-intensity were calculated from the obtained coordinates. After every game, feedback sheets that presented these data were given to each player. The distance covered at high-intensity and the percentage of high intensity movement in the total distance covered did not change through the season in the collegiate players. For the offensive players, however, the direction and location of high-intensity running improved qualitatively during the season, whereas no change in total running distance or high-intensity running distance was found. The offensive players scored more in the second half of the season than in the first half. The present results suggest that feedback using GPS data may assist players' movements during games.

1. 研究の動機

近年、センサー技術の発達により、サッカー選手の試合およびトレーニング時の選手の移動の特徴を、Time-motion 分析を用いて定量できるようになった。試合およびトレーニング時の選手の移動の特徴を定量する方法は、映像、自動追跡システムや Global positioning system (GPS) を用いて位置座標を計測し、そのデータから移動距離や回数を算出するものである。なかでも、GPS は得られるデータに高い信頼性を有しており (Johnston et al., 2012)、機器の持ち運びが簡便でかつ、屋外であればどこでも使えるという利点がある。現在では、GPS は国内外のプロチームなどで使用されるようになった。また、国際サッカー連盟のルール改正によって、選手がセンサーを着用して試合に出場することが可能となった。

位置座標データから得られる主な変数は、移動距離と回数である。それらが選手の競技水準の指標になり得ることが指摘されている。Mohr ら (2003) はエリートサッカー選手の試合時の総移動距離と高強度 (4.17m/s 以上) での移動距離は、それより低い競技水準の選手と比較して多いことを報告している。また、イングランドプレミアリーグの下位チームの高強度 (5.5m/s 以上) での移動距離は、上位チームの移動距離と比較して多い (Di Salvo et al., 2009)。一方で、サッカー選手は、試合時にボール、味方選手および相手選手の動きを見ながら移動する。つまり、選手はそれらの動きに応じて適切なタイミングおよび方向で移動する必要がある。甲斐ら (2016) は、得点の機会が多くなるエリア (Score-box possession, Tenga et al., 2010) にボールが運ばれた攻撃とそうでない攻撃時の高強度 (5.0m/s) の移動距離を比較した結果、Score-box possession 時の攻撃では高強度での移動距離が高いことを示している。このことから、特に攻撃に関わる選手の高強度での移動は、守備側のゴール前に向かう移動になることが予想される。これまでに、GPS から得られる選手の移動データを試合ごとにフィードバックすることによって、試合時の選手の移動データが変化するかどうかについて報告した事例はない。GPS データをフィードバックすることによって、サッカー選手の試合時の移動が質的および量的にどのような変化をするのかが明らかになれば、GPS を取り入れているサッカーチームもしくはこれから取り入れていくチームの指導者およびアナリストにとって有用な情報になると考えられる。そこで、我々は、大学男子サッカー選手を対象にシーズンを通して試合時の移動データを、量的な指標として移動距離を、質的な指標として高強度での移動が出現した位置とその方向を可視化し、それらをフィードバックする取り組みを行ってきた。本研究では、その取り組みが試合時のサッカー選手の移動パフォーマンスが改善させるのに役立った事例を報告する。

2. 方法

2-1. 本研究の取り組み

大学男子サッカー選手における試合時の移動パフォーマンスを、GPS を用いて定量した。対象者は大学サッカー部に所属する男子大学サッカー選手 27 名 (うち 8 名が卒業後にプロサッカー選手となった) とし、対象試合は九州大学男子サッカーリーグ 1 部および九州大学サッカートーナメントの公式戦およびプレシーズンの大会等を含む試合とした。試合時間はいずれも 90 分であった。対象としたチームは週に 6 日間、1 日 2 時間程度トレーニングを行っていた。1 週間のトレーニングメニューの例を表 1 に示す。データの取得は、2014 年および 2015 年における 2 シーズンであった。対象チームの成績は、2014 年シーズンではリーグ戦優勝、トーナメント戦準優勝、2015 年シーズンではリーグおよびトーナメント戦ともに準優勝であった。毎試合後に、以下に示す方法で算出した移動距離および高強度での移動が出現した位置とその方向を選手にフィードバックした。実験に先立ち、被検者には、実験の目的、測定の内容および安全性について十分な説明を行い、実験参加の同意を得た。なお、本研究の実施は鹿屋体育大学倫理審

査委員会承認を得た。

表 1. シーズン中の 1 週間のトレーニングメニューの例

日	月	火	水	木	金	土	日
公式戦	オフ	トレーニング ラン	個人戦術 (1 対 1, 2 対 2)	チーム戦術 (ポゼッション)	チーム戦術 (センタリング)	トレーニング セットプレー	公式戦
		300m×10 本	60 分	30 分	20 分	40 分	
		ゲーム	ゲーム	スモールサイド ゲーム	シュート練習	ミニゲーム	
		10 分×6 本	10 分×6 本	30 分	20 分	20 分	
				ゲーム	ゲーム		
				10 分×3 本	20 分×3 本		

2-2. 位置座標データの測定

GPS センサーは、ユニフォームの下に着用した専用のベストの肩甲間部にあるポケットに収納された。試合後、専用のソフトウェア (Team AMS, GPSport 社製) から位置座標データを出力し、Matlab (MATLAB R2011b, Math Works 社製) を用いてデータを処理した。GPS で得られる位置座標データはサンプリング周波数 5Hz で取得され、専用のソフトで 15Hz に内挿された。また、コーナフラッグ下部に GPS センサーを設置し、それらの位置座標を計測し、コート上で原点 (0, 0), x 方向 (105, 0), y 方向 (0, 68) を設定した。選手の位置座標は、緯度、経度、および 3 点のリファレンス座標を考慮して平面座標に変換した。求めた平面座標から速度帯域別の移動距離、回数と速度帯域別の移動の始点と終点を算出した。使用した速度帯域は、0~1.67m/s (0~6km/h), 1.67~3.33m/s (6~12km/h), 3.33~5.0m/s (12~18km/h), 5.0~6.7m/s (18~24km/h), 6.7~8.3m/s (24~30km/h), 8.3m/s (30km/h) 以上とした。高強度での移動は 5.0m/s 以上とした。それは、GPS で得られた間欠的スプリント走の速度変化 (5 秒間スプリント+10 秒間ジョギング×10 本) と、5m 四方で 8 の字に描く方向転換走時の移動速度に基づいて設定した。間欠的スプリント走では最大速度は回数に伴って低下していくが、10 本目でも 5.0m/s を下回らなかった。一方で、5m 四方の方向転換走時の最大移動速度は 5.0m/s に達しなかった。このことから、試合時の 5.0m/s 以上の移動はある程度長い距離の直線的な動きであることが推測できる。また、先行研究においては、得点機会が多くなる攻撃時にはこの帯域以上での移動距離が多くなることが示されている (甲斐ら, 2016)。以上のことから、本研究では 5.0m/s 以上を高強度帯域 (High-intensity running, HIR) とした。なお、本稿に記載している移動データはすべてフィールドプレーヤーのフル出場選手の平均値である。

2-3. フィードバックの意図とその方法

コーチは対象としたチームの課題を、試合時に高強度での移動 (特に、攻撃時) が多く行えないことであるとして、それを改善するためのトレーニングに取り組んでいた。そこでフィードバックシートには、その課題を可視化するために、総移動距離および回数、HIR での移動距離および回数という定量的なデータと、HIR での移動が行われた位置とその方向という定性的なデータ (図 1) を記載した。図 2 に 2014 年シーズンのフィードバックに用いたシートを示す。フィードバックでは、選手が次のゲームに向けて数値をどのように改善する必要があるかをコメントし、適宜対話を行った。例えば、移動距離に関してはプロサッカー

一選手のデータと比較しながら、もっと距離を増やす必要があることを伝え、増やすためにどのようにするのが良いのかを話し合った。2014 年度における総移動距離の変動係数が約 6%であったことから、この値を参考に各選手における過去最高記録に 5%上乗せした値とともに、欧州の一流サッカー選手の値を目標値としてフィードバックシートに記した。図 3 に 2015 年シーズンのフィードバックに用いたシートを示す。2015 年度では、“チーム平均値”、“チーム内順位”、“チーム内最高値”の項目を追加して、他の選手との比較を通じて、より自身の移動パフォーマンスを解釈しやすいように工夫した。また、データスタジアム社から J リーグ 1 部 (J1) における選手の移動パフォーマンスが一般に提供されるようになったことから、その項目のうち 6.7m/s 以上のスプリント回数を追加した。さらに、2015 年のプレシーズン時に J1 に所属するチームとトレーニングマッチを行った際に、J1 で得点王になったことがあるフォワードの選手 (J リーグで通算 100 ゴールを超えている選手) の GPS データを取得できた。その選手の移動の特徴が、このチームのフォワード選手に必要な動きをしていたことから、その選手の HIR での移動が行われた位置とその方向を大学選手にフィードバックすることを加えた。

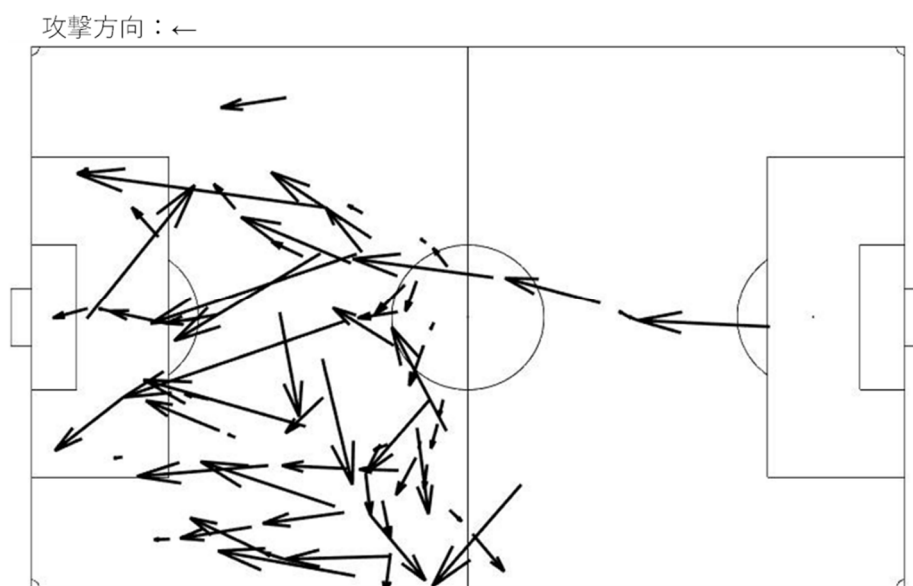
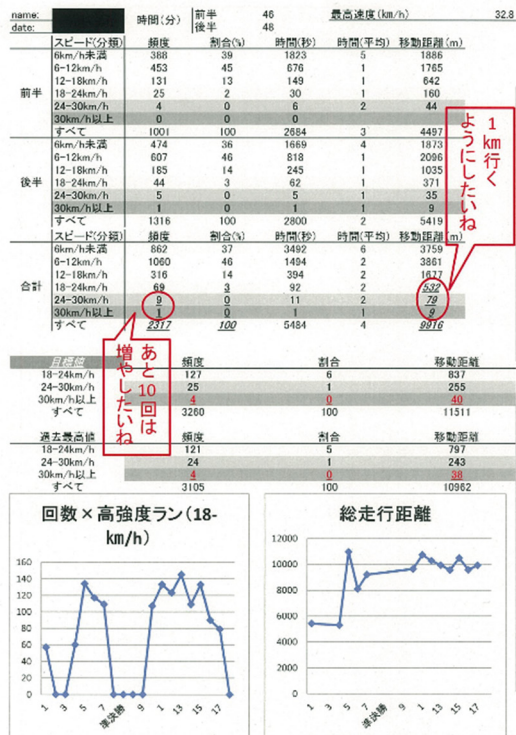


図 1. HIR での移動が行われた位置とその方向

表



裏

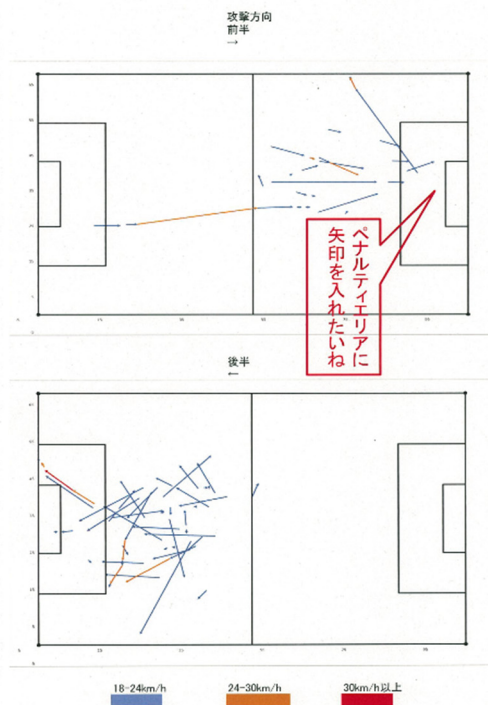


図 2. 2014 年シーズンのフィードバックシート

表



裏

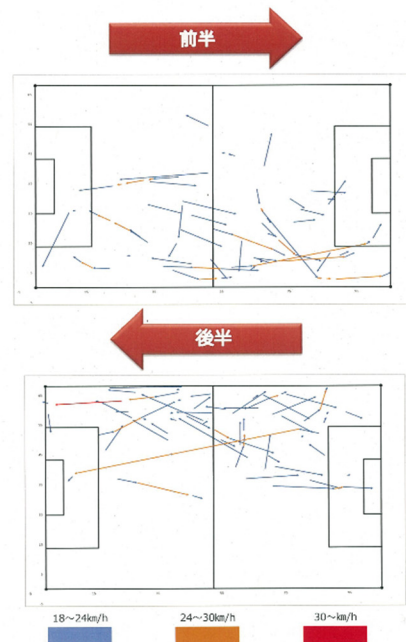


図 3. 2015 年シーズンのフィードバックシート(赤枠内が 2015 年シーズンに新たに追加した項目)

3. 結果

表 2 にリーグおよびトーナメント戦の各試合の移動距離および総移動距離に占める HIR での移動距離の割合を示した。2014 年シーズンにおける総移動距離の平均は $10521 \pm 592\text{m}$ で、HIR での移動距離の平均は $966 \pm 149\text{m}$ で、総移動距離に占める HIR での移動距離の割合の平均は $9 \pm 1\%$ であった。2015 年シーズンでは、それぞれ $10416 \pm 252\text{m}$, $942 \pm 119\text{m}$, $9 \pm 1\%$ だった。2014 年シーズンの開幕戦を 100% とし、各試合の移動距離を相対値で示した結果、GPS データをフィードバックし始めてから増加傾向にあるが、2015 年度ではあまり顕著な変化は認められなかった(図 4)。

表 2. 公式戦時の移動距離の変化

		試合数					
2014 年	<u>平均</u>	1	2	3	4	5	6
総移動距離 (m)	<u>10521</u>	10457	11157	11207	10723	10900	10868
高強度での移動距離 (m) (5.0m/s 以上)	<u>966</u>	893	888	1248	742	957	1015
総移動距離に占める高強度での移動距離の割合 (%)	<u>9</u>	9	8	11	7	9	9
2015 年	<u>平均</u>	1	2	3	4	5	6
総移動距離 (m)	<u>10416</u>	10259	10474	10071	9973	10383	10025
高強度での移動距離 (m) (5.0m/s 以上)	<u>942</u>	1053	1047	881	894	1081	875
総移動距離に占める高強度での移動距離の割合 (%)	<u>9</u>	10	10	9	9	10	9

試合数														
7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19		
11232	10356	10087	8840	10247	11190	10178	10260	9570	10410	10435	10988	10786		
1028	863	808	664	929	1063	916	1070	1043	964	922	1054	1293		
9	8	8	8	9	10	9	10	11	9	9	10	12		
7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
10499	10448	10542	10254	10728	10078	10049	10716	10426	10675	10487	10729	10774	10553	10601
1225	826	995	845	1043	944	735	980	894	1034	781	762	912	904	1064
12	8	9	8	10	9	7	9	9	10	7	7	8	9	10

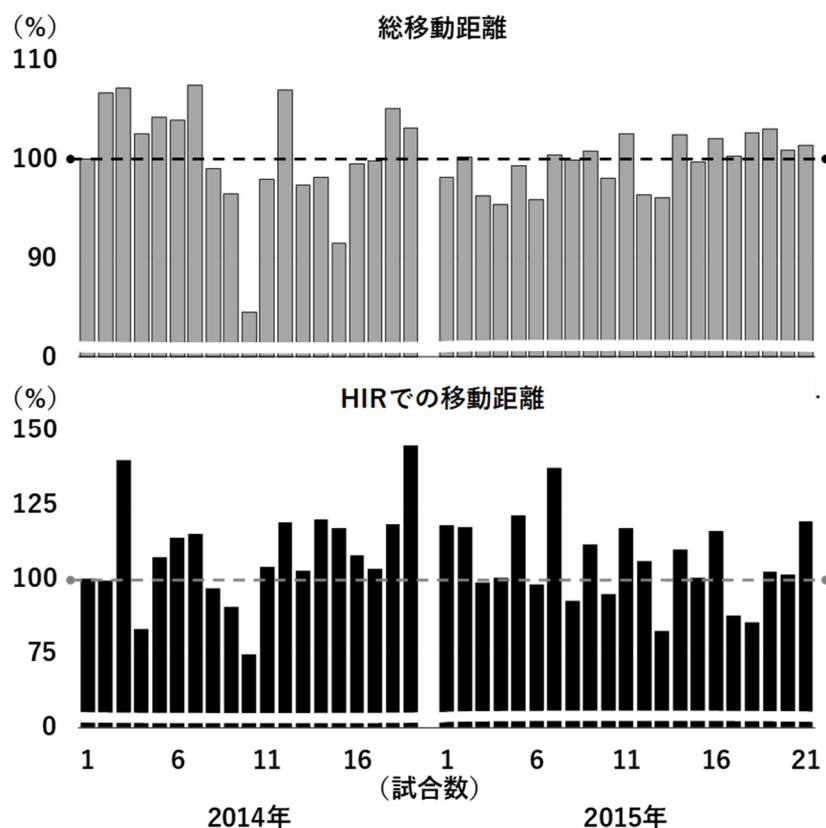


図 4. 2014 年シーズンの開幕戦を 100%とした時の移動距離の変化

両シーズンを通じて、フォワードの選手の動きに特徴的な変化が観察された。ここでは、前線で身体をはってボールを保持し、攻撃の起点となるのを得意とする 2 選手(選手 A は 2014 年シーズンのリーグ戦前期から後期にかけて、選手 B は 2015 年シーズンのプレシーズン期間の 2 月から 3 月にかけて)のデータを紹介する。図 5 から観察できるように、フィードバックを行う前後で HIR での移動が出現する位置と相手ゴールへ向かう矢印の方向が異なる。つまり、フィードバックを通じて、主に HIR での移動の出現場所を相手ゴールに近づけるように促した結果、HIR での移動が相手ゴール前に集まるようになった。一方で、両選手の総移動距離、HIR での移動距離および総移動距離に占める HIR での移動距離の割合に顕著な変化は認められなかった(図 6)。選手 A は、2014 年シーズンのリーグ戦前期では 4 得点であったが、後期では 6 得点した。選手 B は 2015 年シーズンのリーグ戦前に関東・関西大学リーグ 1 部に所属するチームも参加するプレシーズンの大会において 5 試合で 6 得点を取り、大会最優秀選手に選ばれた。なお、図 5 における選手 A のシーズン前期のデータは表 2 の 1 試合目、シーズン後期のそれは 13 試合目だった。選手 B のそれぞれのデータはプレシーズン期間のものであるため、表 2 に対応するものはない。

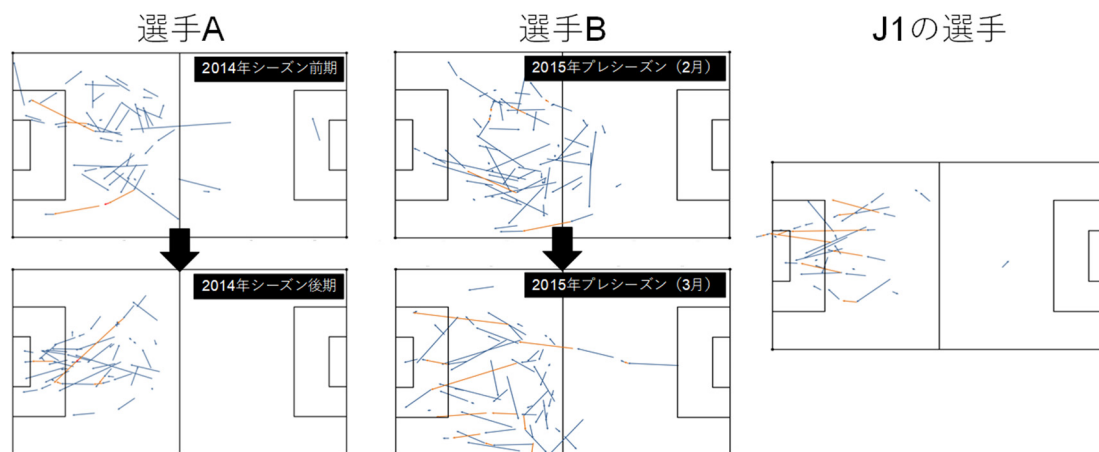


図 5. HIR での移動が出現した位置と方向

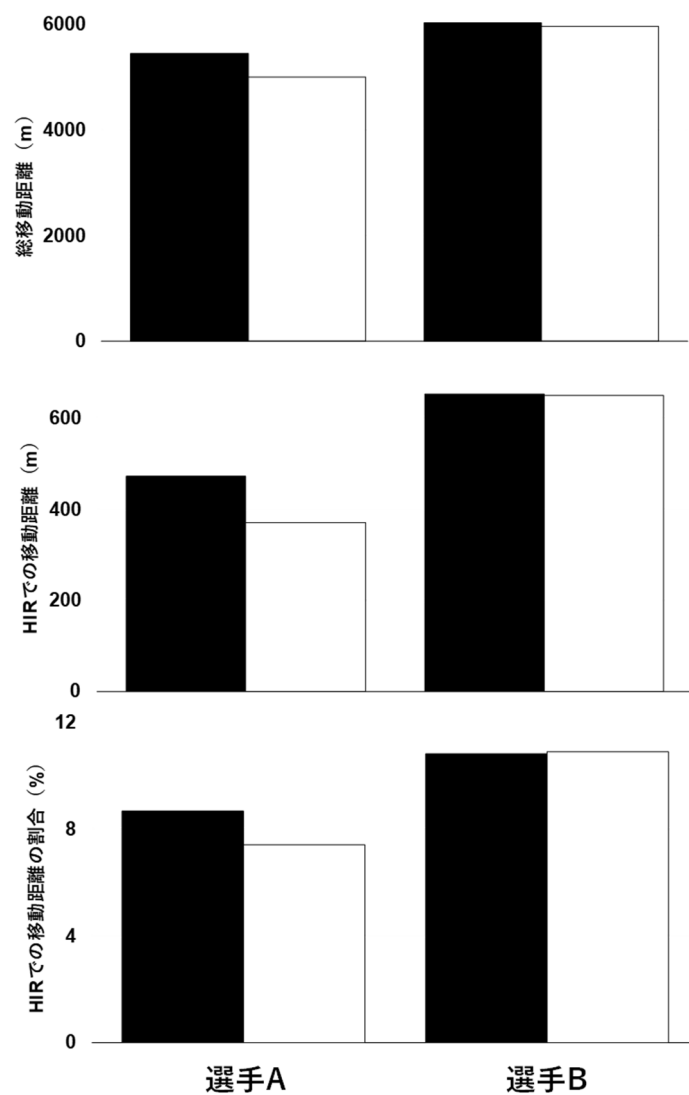


図 6. フォワードの選手の移動距離の変化. ■フィードバック前, □フィードバック後

4. 考察

本研究で得られた知見は、GPS データを用いたフィードバック法により、フォワード選手における試合時の HIR での移動の出現位置とその方向を変える可能性があることである。このことは、GPS データを用いたフィードバック方法が、攻撃選手の試合時の移動パフォーマンスを質的に変化させる一助となることを示唆している。

本研究では、シーズンを通じて GPS 導入直後には移動距離が増加傾向にあったが、それ以降は顕著な変化は認められなかった。両シーズンを通じて、本研究で得られた 1 試合の総移動距離は 8840~11232 m で、高強度での移動距離の割合は 7~12% であった。これらの値は GPS で測定した UEFA ヨーロッパリーグに出場する選手の値（総移動距離, 10305 m, 高速度 (5m/s 以上) での移動距離の割合, 9%; Torreno et al., 2016) と同程度だった。このことは、本研究で対象とした選手が、ヨーロッパの一流サッカー選手と量的に同程度試合時に移動していたことを示唆している。つまり、すでに量的には一流サッカー選手と同水準の移動を行っていたことから、試合時の移動パフォーマンスを量的に改善させる余地があまりなかったと考えられる。

一方で、図 6 に示した攻撃選手の試合時の総移動距離、HIR での移動距離、および総移動距離に占める HIR での移動距離の割合は顕著な変化がなかったにもかかわらず、攻撃選手の HIR での移動が出現する位置とその方向は、J1 で得点王になったことがある選手と類似した動きに変化したことが観察された。つまり、フィードバックによって相手ゴールに近い場所で、相手ゴールに向かった移動ができるようになったと言える。これは、得点場面で最も多く行われる動きは直線走である (Faude et al., 2012) とした先行知見と一致するものと考えられる。また、本研究の結果は、量的な変化はなかったが、質的に移動パフォーマンスが変化したことを示している。これは、選手に HIR での移動の位置とその方向を視認させるフィードバックによって、HIR で移動する位置と方向を意識しながら、トレーニングを行った結果であると予想できる。GPS データのフィードバックを始めた 2014 年シーズンのリーグ最終節では、複数の選手が相手ゴールに全力のような動きで向かっていく場面を含む得点があった ([動画 1](#))。これまでの GPS データの報告は量的なものが多く、本研究のように移動の位置や方向を報告した例は我々の知る限りないことから、HIR での移動が出現した位置とその方向をフィードバックすることは選手の試合時の移動を質的に変化させることを促すのに有用であるといえる。

本研究では我々が GPS データを用いて行ったフィードバック方法を紹介した。選手からの内省報告で、(1) 試合時の移動距離は、戦況に左右されるので、パフォーマンスの評価として妥当ではないという意見や、(2) いつ走れば良いかを知りたいが、それが分からないという意見が挙げられた。最初の意見については、先行研究で移動パフォーマンスは相手チームの競技水準や戦術、勝敗に影響することが指摘されている (Bradley et al., 2010; Castellano et al., 2011; Lago et al., 2010; Rampini et al., 2007; Rampini et al., 2009)。しかしながら、シーズン時は試合間隔が 1 週間と短期間であったことから、勝敗や相手チームに関わらず量的および質的なフィードバックを行った。また、勝敗別に移動距離を示すには標本数が足りなかったこともそれらを関連させなかった理由である。後者の意見については、GPS データにはボールのデータが無いために、時間的な要因については映像とそれぞれの移動を対応させながら選手およびコーチングスタッフと、戦術的な視点も含めて話していく必要がある。一方で、肯定的な意見として、(1) 自身の移動パフォーマンスが数値化され、他の選手と比較されることでより良いパフォーマンスをするためのモチベーションになることや、(2) 矢印で移動の位置や方向を確認できるので、自分の移動について理解を深めることが出来るという意見が挙げられた。スタッフからは、移動の質が改善できたことが GPS により客観的

に確認できたのが良かったと評価があった。また、移動の質が改善する過程で、GPS データを踏まえたうえで、実際に、コーチが攻撃の選手に対して、相手ゴールに向かった移動を促すようなコーチングをトレーニングや試合において実践していることが観察された。サッカーの移動パフォーマンスを包括的に理解するには GPS データだけでは足りない部分もあるが、選手が自身の移動を客観的に知ることができ、そのことを踏まえてトレーニングを行うことができることによって、試合時の移動パフォーマンスを部分的に改善させ得る手段であると期待できる。

本研究は、大学男子サッカー選手における試合時の移動パフォーマンスを GPS で量的および質的に定量し、選手にフィードバックした結果、攻撃の選手の HIR での移動パフォーマンスを質的に変化させる可能性を示した。このような知見は、今後ニーズが高まる移動データのフィードバック方法の一つの手段として役立つと考えられる。

5. 文献

- ・ Bradley, P., Di Mascio, M., Peart, D., Olsen, P., Sheldon, B. (2010) High-intensity activity profiles of elite soccer players at different performance levels. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 24(9):2343-51.
- ・ Castellano, J., Blanco-Villaseñor, A., Alvarez D. (2011) Contextual variables and time-motion analysis. *International Journal of Sports Medicine*. 32(6):415-21.
- ・ Di Salvo, V., Gregson, W., Atkinson, G., Tordoff, P., Drust, B. (2009). Analysis of high intensity activity in Premier League soccer. *International Journal of Sports Medicine*. 30(3):205-12.
- ・ Faude, O., Koch, T., Meyer, T. (2012) Straight sprinting is the most frequent action in goal situations in professional football. *Journal of Sports Science*. 30: 625-31.
- ・ Johnston, R., Watsford, M. Pine, M., Spurrs, R., Murphy A., Pruyn, E. (2012) The validity and reliability of 5-Hz global positioning system units to measure team sport movement demands. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 26(3):758-65
- ・ 甲斐智大, 堀尾郷介, 青木竜, 高井洋平 (2016) 試合時の高強度帯域での移動距離と相手ゴールを向いてボールを受けるプレーとの関係. 日本フットボール学会 13th Congress. 80
- ・ Lago, C., Casais, L., Dominguez, E., & Sampaio, J. (2010) The effects of situational variables on distance covered at various speeds in elite soccer. *European Journal of Sport Science*. 10(2): 103-9
- ・ Mohr, M., Krstrup, P., Bangsbo, J. (2003) Match performance of highstandard soccer players with special reference to development of fatigue. *Journal of Sports Science*. 21(7):519-28.
- ・ Rampini, E., Coutts, A., Castagna, C., Sassi, R., Impellizzeri, F. (2007) Variation in Top Level Soccer Match Performance. *International Journal of Sports Medicine*. 28(12):1018-24.
- ・ Rampini, E., Impellizzeri, F, Castagna, C., Coutts, A., Wisloff, U. (2009) Technical performance during soccer matches of the Italian Serie A league: Effect of fatigue and competitive level. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 12(1):227-33.

- ・ Tenga, A., Holme, I., Ronglan, L.T., Bahr, R. (2010). Effect of playing tactics on achieving score-box possessions in a random series of team possessions from Norwegian professional soccer matches. *Journal of Sports Sciences*. 28(3): 245-55.
- ・ Torreño, N., Munguía-Izquierdo, D., Coutts, A., de Villarreal, ES., Asian-Clemente, J., Suarez-Arrones, L. (2016) Relationship Between External and Internal Load of Professional Soccer Players During Full-Matches in Official Games Using GPS and Heart Rate Technology. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. 11(7):940-46.