

# 高校生サッカー試合におけるGPSシステムの活用

筑波大学附属駒場中・高等学校 保健体育科

横尾智治<sup>1)</sup> 徐 広孝<sup>1)</sup> 静岡産業大学経営学部

舘 俊樹<sup>2)</sup>・中西健一郎<sup>2)</sup>・小澤治夫<sup>2)</sup>

## Utilization of GPS system in high school soccer game

Tomoharu Yokoo, Hiroataka Jo, Toshiki Tachi, Kenichiro Nakanishi,

Haruo Ozawa

### Abstract

Analysis system (so-called GPS system) for utilizing the position information of the athlete who changes from moment to moment in tactical analysis and physical training acquired from artificial satellite is today utilized in the world top level sports world not only in training but also in official game Has been done. I got soccer game data using FieldWiz for male high school student soccer staff. Question items for utilizing data obtained by GPS were created and implemented.

As a result, it was found that it can be used without problems and the favorable influence of analysis result to the user is great.

**Keywords:** GPS system Soccer analysis

### I. 緒言

サッカー競技では「ボールは丸い、試合時間は90分。」という名言が残されており、それは不変的な魅力を物語っている。スポーツ競技種目にはその競技種目のもつ本質的な魅力は変わらずに世界中の人々に楽しまれているが、研究者・技術者による研究や科学技術により、スポーツの魅力は広がり発展してきている。競技者の運動は科学技術に基づいた測定により数値化、文章化され、競技者や観戦者の楽しみを増やし、トレーニングに測定評価されたものが還元され、運動技能の発達に貢献される。科学技術の発達を積極的にスポーツ現場につなげて、新たな魅力を開発したい。

本研究では高校の部活動でGPSを活用した実践報告をする。下記はS&Cスポーツ科学計測テクノロジーオフィシャルページからの引

用である。

「人工衛星から取得した時々刻々と変化する選手の位置情報を戦術分析やフィジカルトレーニングに活かすための分析システム（通称GPSシステム）は今日、世界のトップレベルのラグビー界ではトレーニングはもちろん公式戦においても既に当然のように活用されており、日本代表チームもGPSをフルに活用して昨年のワールドカップで躍進したことは有名である。

サッカー界でもヨーロッパ各国では、150を超える強豪クラブやナショナルチームでトレーニングはもちろん、練習試合や親善試合でも既に使用されてきたが、昨年7月、FIFAの決定によりその公式戦での使用も大会主催者に委ねられることになった。今後GPSを活用した戦術分析やフィジカルトレーニングの効率化が大いに期待されている。

1) 筑波大学附属駒場中・高等学校  
〒154-0001 東京都世田谷区池尻4-7-1

2) 静岡産業大学経営学部  
〒438-0043 静岡県磐田市大原1572-1

1) Junior & Senior High School at Komaba, University of Tsukuba  
4-7-1, Ikejiri, Setagaya-ku, Tokyo

2) school of Management, Shizuoka Sangyo University  
1572-1, Owara, Iwata-shi, Shizuoka

しかし、従来のGPSシステムは1チーム分揃えるとなると軽く数百万円は下らないほどの高額で、専門のオペレータが必要となるくらいに複雑で面倒な操作を必要とした。今回弊社エスアンドシーコーポレーションが新たに取り扱いを開始したFieldWizは、複数台同時充電及びデータダウンロードに用いるドッキングステーションと心拍計を含む15名分のフルセットで150万円程度という低価格を実現した。それでいて、スポーツトラッキング用GPSの分析精度としては十分な信頼性と妥当性のあることが研究によって確認されている10Hz精度を採用し、最大級となる56基の衛星(GPS+GLONASS)から測位データを取得し、1000Hz3軸加速度計、1000Hz3軸ジャイロスコープ、100Hz3軸地軸計との統合によりきわめて高い精度と安定性でデータを取得する。

分析には特別なソフトウェアを一切必要とせず、単体でも使用可能で、WindowsでもMacでもインターネットに接続して必要な情報を入力してファイルを無料のウェブアプリケーションにアップロードすれば指定したメールアドレスにPDFレポートとエクセルデータがすぐに送信されるという超シンプルな操作で、必要にして十分な情報が手に入るという点が特徴である。複雑すぎて高額なシステムや、単にスマートフォンやタブレットでデータを見ることができるといっただけで機能的に不十分な一般消費者向けの安価なシステムとは一線を画す。

送信されるデータには、従来のGPSシステムを用いた分析で最も頻繁に利用されている移動距離やスピード、加速度といった必須の重要項目はもちろん、移動軌跡を示したヒートマップで戦術分析にも活用できるほか、心拍データとの統合により身体的負荷に関する情報も得ることが可能である。

フランスラグビー協会やフランスラグビーリーグ、フランスサッカーリーグ(リーグ・アン)、スイスサッカー協会、スイスサッカーのトップリーグ(スーパーリーグ)のクラブで既に使用されており、世界で最も高精度とされ数千万円するトラッキングシステムであるLPM(Local Position Measurement)を用いた

英国の大学による研究によって従来のGPSシステムに勝るとも劣らない高い信頼性と妥当性が証明されている。

FieldWizの導入によって、Yo-Yoテストによるラグビーやサッカーに必要なとされる間欠性持久力の評価や光電管Wittyによるトップスピードやスピード持久力等のフィジカル面の評価と合わせて、選手ひとりひとりの実際の試合中のパフォーマンスに関する情報を得ることで、今まで以上にそれらのトレーニング効率を高め、選手のモチベーションを引き出すことが可能になることは間違いないことである。

FieldWizの登場で、スポーツサイエンスはまた一歩現場に近づいた。」

以上に挙げられたFieldWizを用いて得られたデータを示す。また使用した対象者にアンケートを実施した。その結果についても示す。

## 2 方法

### 2.1 対象者

2017年7月9日の試合では、男子高校生サッカー部員19名を対象とした。2017年7月16日の試合では、男子高校生サッカー部員14名、アンケートの回答には男子高校生16名を対象とした。

### 2.2 調査方法

GPSを用いて、サッカーなど屋外チームスポーツの戦術・フィジカルデータを取得し現場で有効活用するためのシステムFieldWizを使用した。

保健体育科の教員がGPSにより得られたデータを活用するための質問項目を作成した。

質問項目とその記述統計量は表3の通りである。質問に対して未記入だったものは欠損値となっている。

質問項目1.1から1.11までは回答形式には4件法を用いた。項目の選択肢は4:よく当てはまる、3:やや当てはまる、2:やや当てはまらない、1:まったく当てはまらない、であった。

### 2.3 結果

7月9日の試合(以下試合1)の結果を表1に示した。7月16日(以下試合2)の結果を表2

に示した。アンケート結果について記述統計量は表3に示した。平均値の高い項目と低い項目に注目すると、平均値の高い項目(3.5以上)は、次の9項目であった。「1. GPSのベストをつけても問題なくプレーできた」、「7. 分析結果を見て、モチベーションが上がった」、「9. 分析結果を見て、スプリントのトレーニングにいかそうと思った」、「11. 分析結果を見て、戦術練習にいかそうと思った」、「13. 分析結果を、チームとして活用すべきだと思う」、「14. 分析結果を、個人として活用すべきだと思う」、「16. 測定して結果を見るのは楽しい」、「18. FieldWizによる測定で今まで気づかなかったことに気づいた」、「19. 今後もFieldWizを使っていきたい」平均値の低い項

目(2.0以下)は「12. 分析結果を、どのようにかせばよいか分からない」の1項目であった。さらにそれぞれの質問項目の結果を図1から図19に示した。自由記述の感想欄には「チームとしてスプリントのスピードが遅いということが分かってよかった。プロのデータと比較したい。動画と連動させたい。ボールの場所がよくわからないのが難点。」「どのくらいの数値だとどういう特徴のある選手なのかということを知るための指標があるとわかりやすかった。」「足が遅いということがわかった。」「時速28kmはどのくらい?」「どの場所をどのスピードで走ったか知りたい。動画で同時に確認したい。」などが挙げられた。

Aチーム前半

#POD	Distance [Km]	#Accel > 4m/s <sup>2</sup>	#Decel > 4m/s <sup>2</sup>	#Sprints > 23km/h	Maxspeed km/h	Avgspeed km/h	MinHR [bpm]	AvgHR [bpm]	MaxHR [bpm]
12	#NUM!	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	4.96	7	6	3	27.72	6.84	128.00	184.08	211.00
4	4.79	9	18	0	22.93	6.58	119.00	176.18	192.00
1	4.68	10	11	6	26.69	6.38	122.00	153.56	187.00
10	4.60	5	8	7	28.21	6.34	102.00	196.43	222.00
7	4.41	6	12	4	25.50	6.09	121.00	167.89	192.00
5	4.33	2	8	2	26.51	5.97	0.00	0.00	0.00
2	4.15	0	0	5	28.72	5.73	114.00	155.05	180.00
9	4.09	4	14	5	25.32	5.64	122.00	178.19	214.00
8	3.80	2	2	3	24.60	5.24	109.00	154.59	176.00
3	2.70	1	3	0	22.57	5.90	114.00	160.82	185.00
22	2.68	0	0	0	21.10	3.67	159.00	177.55	209.00
11	1.81	0	0	1	23.82	6.79	122.00	162.04	201.00
									POD12は前半出場していない

Aチーム後半

#POD	Distance [Km]	#Accel > 4m/s <sup>2</sup>	#Decel > 4m/s <sup>2</sup>	#Sprints > 23km/h	Maxspeed km/h	Avgspeed km/h	MinHR [bpm]	AvgHR [bpm]	MaxHR [bpm]
6	5.50	4	8	6	26.07	7.56	129.00	195.89	223.00
1	4.94	5	10	8	26.69	6.72	127.00	158.79	196.00
9	4.81	2	5	3	23.75	6.62	123.00	184.73	206.00
4	4.68	5	12	2	23.73	6.42	96.00	165.02	189.00
12	4.65	0	0	4	24.75	6.41	129.00	185.80	210.00
11	4.58	0	0	1	23.18	6.30	114.00	170.89	226.00
7	4.54	5	9	5	26.73	6.23	118.00	172.07	193.00
2	4.31	5	6	2	23.49	5.91	103.00	161.28	211.00
8	4.19	3	4	2	25.34	5.75	119.00	167.87	186.00
10	4.17	8	11	3	25.93	5.71	139.00	188.88	215.00
22	3.05	1	1	1	23.51	4.15	154.00	177.38	202.00

表1. 試合1の移動総距離、スピード帯別走行距離、加速と減速の大きさと回数、スピード(最大および平均)、心拍数データによる代謝的負荷

Aチーム前半

#POD	Distance [Km]	#Accel > 4m/s <sup>2</sup>	#Accel > 5m/s <sup>2</sup>	#Decel > 4m/s <sup>2</sup>	#Decel > 5m/s <sup>2</sup>	#Sprints > 23km/h	Maxspeed km/h	Avgspeed km/h	MinHR [bpm]	AvgHR [bpm]	MaxHR [bpm]
3	5.01	2	0	0	0	1	23.73	7.20	98.00	167.76	214.00
7	4.94	4	0	10	0	5	26.64	7.08	114.00	166.08	191.00
1	4.91	7	0	8	0	3	26.53	7.06	0.00	0.00	0.00
6	4.86	3	0	7	0	4	27.82	6.99	0.00	0.00	0.00
10	4.85	4	0	12	0	8	26.39	6.96	0.00	0.00	0.00
4	4.76	5	0	15	0	1	26.06	6.81	104.00	166.07	191.00
5	4.67	5	0	10	0	5	26.37	6.71	105.00	163.00	183.00
2	4.41	5	0	4	0	4	27.29	6.35	102.00	152.62	192.00
9	4.30	5	1	8	2	3	25.23	6.17	112.00	170.18	193.00
8	4.17	2	0	1	0	1	23.20	6.01	0.00	0.00	0.00
11	2.80	2	0	0	0	0	20.51	3.98	136.00	152.74	177.00

Aチーム後半

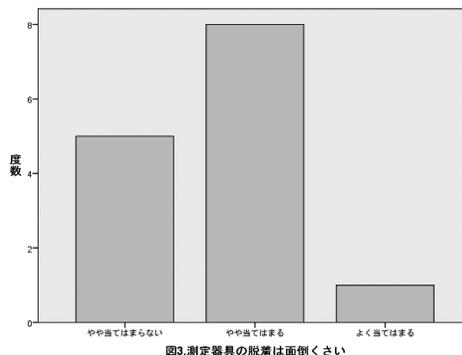
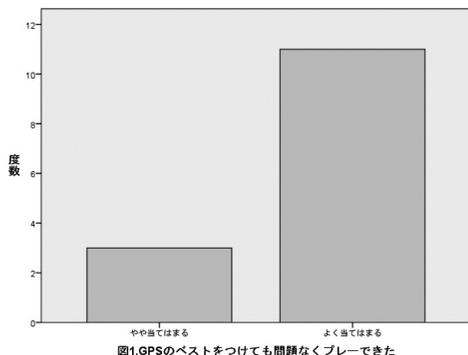
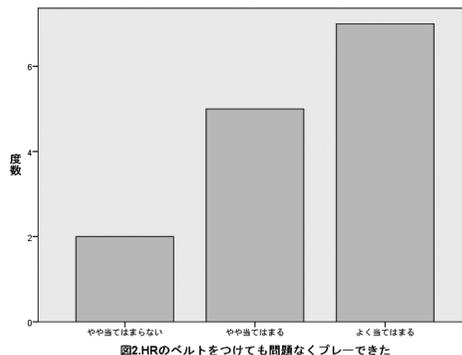
#POD	Distance [Km]	#Accel > 4m/s <sup>2</sup>	#Accel > 5m/s <sup>2</sup>	#Decel > 4m/s <sup>2</sup>	#Decel > 5m/s <sup>2</sup>	#Sprints > 23km/h	Maxspeed km/h	Avgspeed km/h	MinHR [bpm]	AvgHR [bpm]	MaxHR [bpm]
6	5.48	1	0	3	0	5	25.64	7.69	0.00	0.00	0.00
3	4.86	0	0	0	0	2	24.48	6.81	127.00	166.19	214.00
1	4.79	3	0	5	0	5	26.87	6.74	0.00	0.00	0.00
4	4.78	1	0	16	0	3	26.64	6.70	119.00	168.26	189.00
5	4.69	2	0	11	0	3	24.85	6.62	117.00	157.32	196.00
10	4.54	2	0	3	0	6	27.55	6.36	0.00	0.00	0.00
7	3.65	2	0	6	0	4	27.64	6.36	124.00	152.95	180.00
11	3.10	2	0	3	0	0	19.19	4.30	139.00	159.66	186.00
15	2.48	3	1	3	0	2	27.06	7.14	119.00	173.30	192.00
12	2.44	3	0	7	0	4	25.79	7.06	134.00	180.51	203.00
9	2.31	4	0	2	0	1	23.16	6.83	120.00	173.13	195.00
8	2.10	0	0	0	0	1	24.39	6.23	0.00	0.00	0.00
14	0.97	3	0	4	0	0	22.69	7.37	0.00	0.00	0.00

POD13のデータが取得できなかった

表2. 試合2の移動総距離、スピード帯別走行距離、加速と減速の大きさと回数、スピード（最大および平均）、心拍数データによる代謝的負荷

表3.質問項目と記述統計量

質問項目	度数	最小値	最大値	平均値	標準偏差
1 GPSのベストをつけても問題なくプレーできた	14	3	4	3.79	.426
2 HRのベルトをつけても問題なくプレーできた	14	2	4	3.36	.745
3 測定器具の脱着は面倒くさい	14	2	4	2.71	.611
4 分析結果を見て、自分が思っていたよりも長い距離を走っていた	14	1	4	2.93	.917
5 分析結果を見て、自分が思っていたよりもスプリント回数が多かった	14	1	4	2.38	1.082
6 分析結果を見て、自分が思っていた情報でぶれてきていた	14	1	4	2.71	.825
7 分析結果を見て、モチベーションが上がった	14	2	4	3.64	.833
8 分析結果を見て、持久力のトレーニングにいかそうと思った	14	2	4	3.43	.756
9 分析結果を見て、スプリントのトレーニングにいかそうと思った	14	2	4	3.64	.633
10 分析結果を見て、技術練習にいかそうと思った	14	2	4	3.14	.864
11 分析結果を見て、戦術練習にいかそうと思った	14	2	4	3.71	.611
12 分析結果を、どのようにいけばよいか分からない	14	1	3	2.00	.679
13 分析結果を、チームとして活用するべきだと思う	14	3	4	3.93	.267
14 分析結果を、個人として活用するべきだと思う	13	3	4	3.77	.439
15 チームの中に、分析を担当する生員(アナリスト的な役割)がいるとよい	14	2	4	3.36	.633
16 測定して結果を見るのは面白い	14	2	4	3.57	.646
17 スポーツデータの分析に興味がある	14	2	4	3.21	.579
18 Fieldworkによる測定で今まで気づかなかったことに気づいた	14	3	4	3.86	.383
19 今後もFieldworkを使っていきたい	13	3	4	3.92	.277



高校生サッカー試合におけるGPSシステムの活用

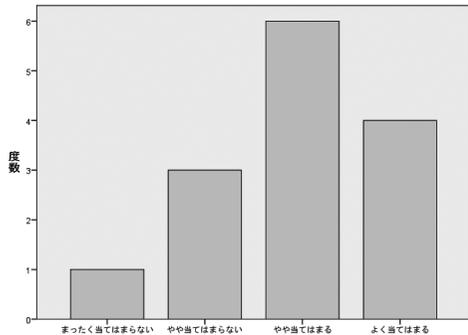


図4.分析結果を見て、自分が思っていたよりも長い距離を走っていた

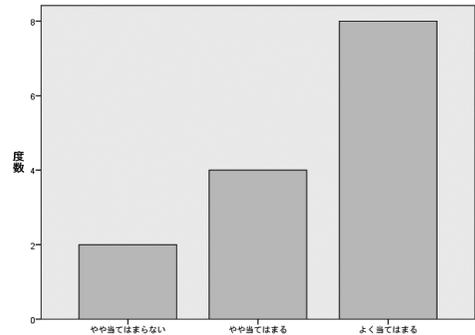


図8.分析結果を見て、持久力のトレーニングにいかそうと思った

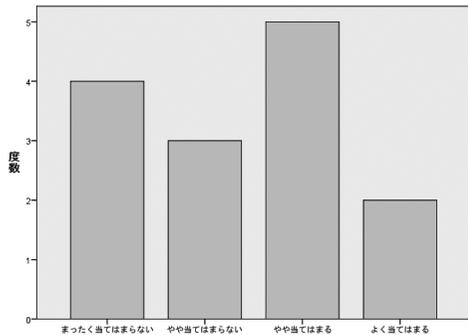


図5.分析結果を見て、自分が思っていたよりもスプリント回数が多かった

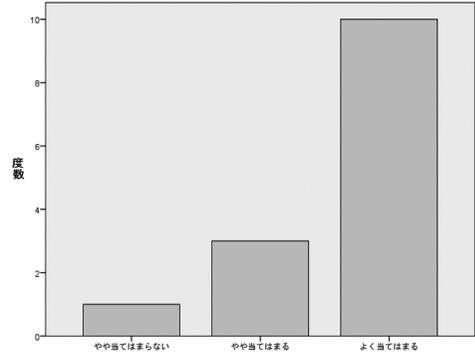


図9.分析結果を見て、スプリントのトレーニングにいかそうと思った

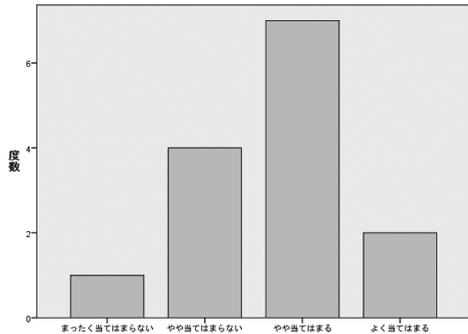


図6.分析結果を見て、自分が思っていた場所でプレーできていた

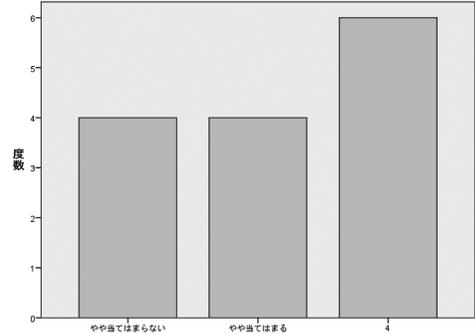


図10.分析結果を見て、技術練習にいかそうと思った

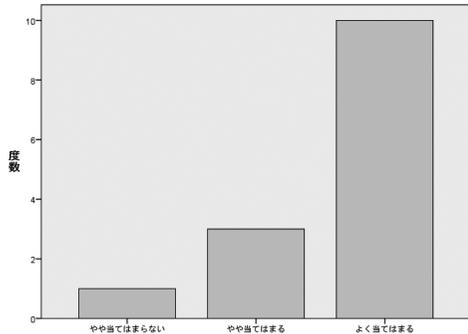


図7.分析結果を見て、モチベーションが上がった

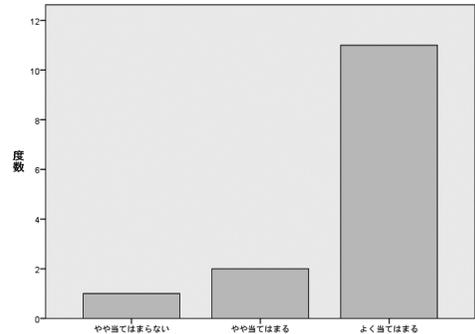


図11.分析結果を見て、戦術練習にいかそうと思った

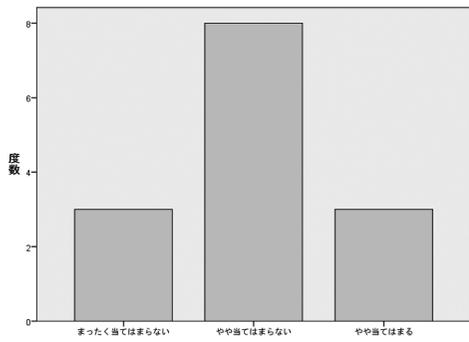


図12.分析結果をどのようにいけばよいか分からない

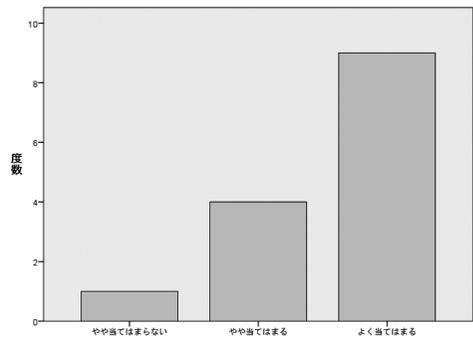


図16.測定して結果を見るのは楽しい

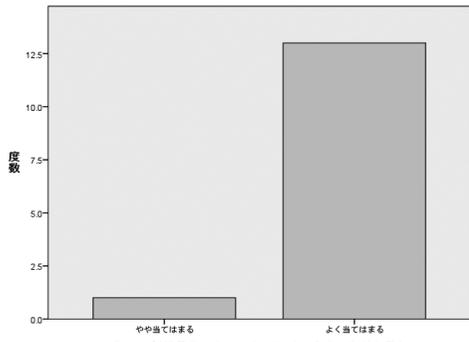


図13.分析結果を、チームとして活用すべきだと思う

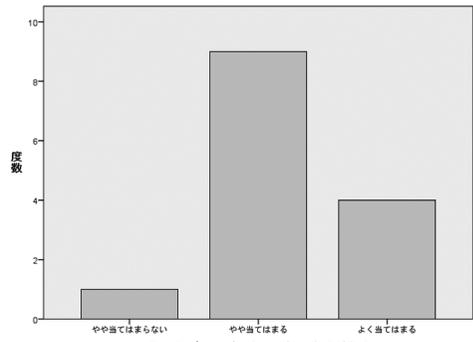


図17.スポーツデータの分析に興味がある

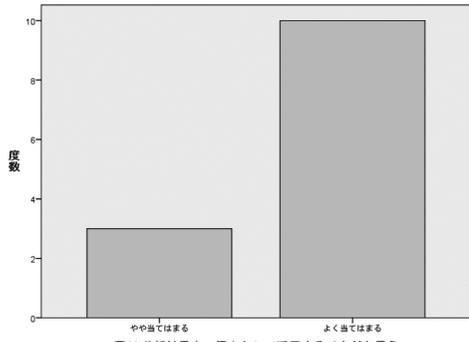


図14.分析結果を、個人として活用すべきだと思う

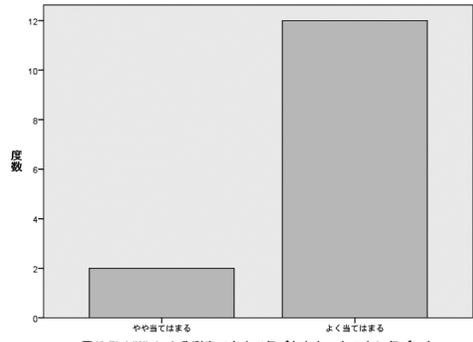


図18.FieldWizによる測定で今まで気づかなかったことに気づいた

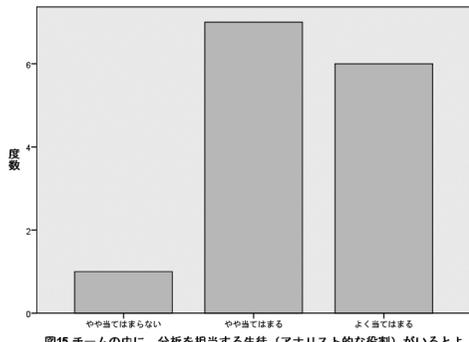


図15.チームの中に、分析を担当する生徒(アナリスト的な役割)がいるとよい

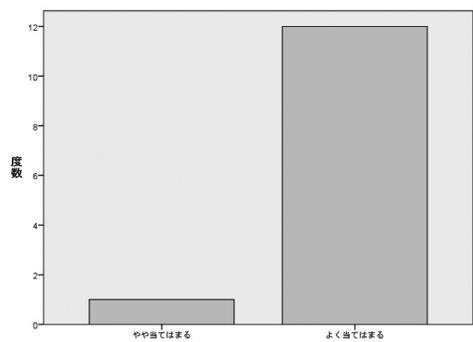


図19.今後もFieldWizを使っていきたい

## 2.4 考察

試合1のスコアは前半0-1、後半3-1で合計3-2の逆転勝ちの試合であった。試合2のスコアは前半0-2、後半2-0の合計2-2の2点差を追いついての引き分けの試合であった。

試合1については前半のチーム合計の各項目の数値は次の通りである。移動総距離は46.98km、加速(4m/s<sup>2</sup>)の回数は46回、減速(4m/s<sup>2</sup>)の回数は82回、スピード帯別走行距離(23km/h以上)の回数は36回であった。後半のチーム合計の各項目の数値は次の通りである。移動総距離は49.42km、加速(4m/s<sup>2</sup>)の回数は38回と減速(4m/s<sup>2</sup>)の回数は66回、スピード帯別走行距離(23km/h以上)の回数は37回であった。移動走行距離とスプリント回数は後半に増え、急加速・急減速の回数は減っている。チーム全体としては後半の方が運動量は増え、スコアが逆転していることからパフォーマンスが活性化したことが予想される。また急加速・急減速の回数が減ったことは相手の動きに対して、先読みし予測できるようになり急加速・急減速が減少したことが考えられる。また逆に攻撃の仕掛けでは急な動きの変化が減少してしまっていると考えられる。それでもスコアが逆転しているのは自チーム以上に相手チームの運動量が減少してしまっていることが考えられる。個人に注目するとPOD6の選手は前後半とも移動総距離がトップだが後半はさらに距離が増え、精神的に活動した。

試合2については前半のチーム合計の各項目の数値は次の通りである。移動総距離は49.68km、加速(4m/s<sup>2</sup>)の回数は44回、減速(4m/s<sup>2</sup>)の回数は75回、スピード帯別走行距離(23km/h以上)の回数は35回であった。後半のチーム合計の各項目の数値は次の通りである。移動総距離は46.19km、加速(4m/s<sup>2</sup>)の回数は26回、減速(4m/s<sup>2</sup>)の回数は63回、スピード帯別走行距離(23km/h以上)の回数は36回であった。スプリント回数は後半に増え、移動走行距離と急加速・急減速の回数は減っている。ただし今回POD13のGPSが操作ミスのためかデータを取得することができなかった。POD13の選手が

後半の途中から交代出場しており推測では移動総距離が2km程度後半に追加されると考えられる。それを加味しても全体的な数値の推移は試合1と類似する。試合1の1週間後に試合2は行われたが、チームとしてのデータは相手が変わっても自チームの特徴を表すものと言え。つまり後半は移動総距離とスプリントが増え試合を優位に進めているということである。

前半は相手のハイプレッシャーに苦しみながらも後半にも崩れずに粘り強く戦えているということも言える。

アンケートの結果からはGPSのベストをつけても問題なくプレーできており、「分析結果を見て、モチベーションが上がった」、「分析結果を見て、スプリントのトレーニングにいかそうと思った」、「分析結果を見て、戦術練習にいかそうと思った」、「分析結果を、チームとして活用するべきだと思う」、「分析結果を、個人として活用するべきだと思う」、「今後もFieldWizを使っていきたい」というような好意的な印象をFieldWizを持ったようである。

また「測定して結果を見るのは楽しい」、「FieldWizによる測定で今まで気づかなかったことに気づいた」というような新しい魅力を見出しているといえる。

平均値の低い項目(2.0以下)については「12.分析結果を、どのようにいけばよいか分からない」という項目であったので、その結果から分析結果が理解しやすいものだったといえる。自由記述の感想欄には「チームとしてスプリントのスピードが遅いということが分かってよかった。」という項目そのものに対する具体的な問題意識を持つことがわかった。また「動画と連動させたい。ボールの場所がよくわからないのが難点。」というようにさらにより高度な分析を期待している感想も見られた。

## 3 まとめ

科学技術の発達、操作の簡易化や機器の価格を低く抑えることにより、多くの人的分析システムを活用することができるようになっ

た。高校生サッカー部員に活用したところ問題なく使用でき、分析結果が使用者にもたらす好影響は大きい。若い年齢の競技者が科学的な分析に触れることで競技の発達、スポーツの魅力の発展に貢献することを期待したい。

#### 【参考文献】

1. 日本サッカー協会技術委員会：第9回フットボールカンファレンス報告書、公益財団法人日本サッカー協会、2015
2. 小野剛：サッカースカウティングレポート超一流のゲーム分析、株式会社カンゼン、2010
3. 瀧井敏郎：ワールドサッカーの戦術、大日本印刷、1995
4. 山本昌邦・戸塚啓：敗戦から未来へブラジルW杯テクニカルレポート、株式会社宝島社、2014
5. 横尾智治：全国高等学校サッカー選手権大会の得点分析、筑波大学附属駒場論集52集、2012