

# 地方トップスイマーと国内トップスイマーのレース分析比較

Race analysis comparison between top local swimmers and top domestic swimmers

山 作 拓 実 (金沢星稜大学人間科学部スポーツ学科卒業生)  
 Takumi YAMASAKU (Faculty of Human Sciences, Department of Sports Science, Graduate)  
 奥 田 鉄 人 (金沢星稜大学人間科学部スポーツ学科 教授)  
石川県水泳協会医科学委員会  
 Tetsuhito OKUDA (Faculty of Human Sciences, Department of Sports Science, Professor)

## 〈要旨〉

日本水泳連盟医・科学委員会を中心としたプロジェクトとして、国内の主要大会において動画を使用したレース分析が実施されている。この結果を選手やコーチにフィードバックすることで、次のレースの組み立て、今後のトレーニングの課題の発見などに活用されている。今回、石川県の水泳強化選手3名のレース分析結果を国内トップ選手の結果と比較した。3選手ともにストローク長（1回のストロークで進む距離）において国内トップ選手と大きな差が見られた。記録の向上には、ストローク長を伸ばすために筋力アップやフォーム改善を行うことが必要であると考えられる。また、スタート、ターン局面にも差があり泳力以外にも改善の余地が見られた。

## 〈キーワード〉

競泳, レース分析, スタート, ターン, フィニッシュ

## 1 背景と目的

今日では競技力向上を目指したコーチングの現場において、スポーツ科学が当然のように活用されている。それは水泳界においても例外ではなく、パフォーマンスの評価方法の一つとしてレース分析が行われている<sup>(1-4)</sup>。

泳ぎのスピード（泳速度）は、競技にとって最も重要な要素であるが、パフォーマンスの向上には、泳ぎやスタート、ターン、ゴールタッチといった各局面でのより高度な技術が求められる<sup>(1, 2, 5)</sup>。

1987以降、日本水泳連盟医・科学委員会（現在の医事委員会、科学委員会）を中心としたプロジェクトとして、国内の日本選手権大会および日本で開催する国際大会においてレース分析が継続的に実施されている<sup>(1)</sup>。このようなレース分析に関する研究プロジェクトは、方法論に幾分の違いが見られるものの、日本以外にアメリカ、カナダ、ドイツ、フランス、オーストラリア等でも行われている<sup>(6-8)</sup>。この研究プロジェクトは、レースをスタート、ストローク、ターン、フィニッシュの4局面に分類し、各局面における速度およびストローク局面におけるストローク頻度（1秒当たりのストローク回数）およびストローク長（1ストローク当たりに進む距離）を求めることからレース全

体を客観的に評価することを目的とし、それらを選手やコーチにフィードバックすることで次のレースの組み立て、あるいは今後のトレーニングの課題の発見に活用されている<sup>(1, 6, 7, 9-11)</sup>。また分析を受けた競泳ナショナルチームは国際大会で好成績を納めており<sup>(2)</sup>、近年では映像・分析サポートに基づくコーチングやレース戦略立案などの重要性が増している。

今回は、石川県水泳強化選手の競技力向上を図ることを目的に、女子水泳強化選手3名の2019年の200m自由形のレースを分析し比較検討した。

## 2 対象と方法

### 2-1 対象

対象者は、2019年の女子石川県水泳強化選手3名（A, B, C）であり、2019年度全国中学校水泳競技大会200m自由形決勝進出者8名、2019年度日本高等学校選手権水泳競技大会200m自由形決勝進出者8名、2019年度日本選手権水泳競技大会200m自由形決勝進出者8名を対象とし比較・検討した。

## 2-2 方法

### ①対象レース

2019年3月から2019年7月に石川県で開催された長水路でのレースを対象とした。対象レースは、①金沢オープン水泳競技大会(3/17)、②日本スイミング協会北陸ブロッククラブ対抗大会(5/26)、③石川県水泳競技記録会(6/2)、④石川県高等学校選手権水泳競技大会(6/15)、⑤南加賀ブロック中学校水泳競技大会(6/16)、⑥石川県中学校体育大会水泳競技大会(7/13)、⑦石川県選手権水泳競技大会(7/28)の7つとした。選手Aは、①、③、④、⑤、⑦のレースを分析し、選手Bは、①、②、③、⑦、選手Cは、①、③、④、⑥、⑦のレースを分析した。全国中学校および日本高校(以後インターハイ)は8月18日、日本選手権は4月4日(200m自由形のレース日)に開催された。

### ②撮影方法

競技レースを25m地点観客席最上部に設置した1台のビデオカメラ(Panasonic: HC-V480MS)を用いて60fpsの条件で撮影した(図1)。

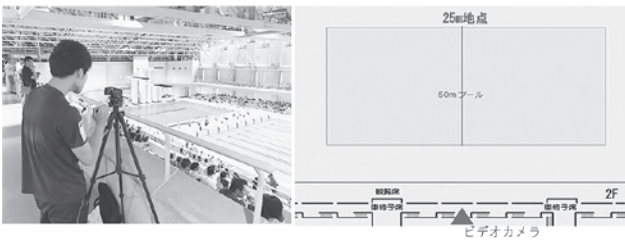


図1: 会場での撮影風景とカメラの設置位置

MP4で撮影した映像をパーソナルコンピュータに取り込み、AVCHD変換を行いマクロ分析を行った。選手の頭頂部が測定地点を通過した時の通過時間を読み取った。また50m毎の時間は、オフィシャルの計測時間がある場合そちらを使用した。泳速度(m/s)は区間距離を区間タイムで除することにより算出した。また本研究では、ストローク頻度ではなくストローク時間を使用した。ストローク時間(s/stroke)は泳者が各ストローク局面における1ストローク(左右1回ずつで1ストローク)に要した時間を算出した。ストローク長(m/stroke)は泳速度(m/s)にストローク時間(s/stroke)を乗じることにより算出した。

### ③レースの局面分類

レースの局面分類については、日本水泳連盟医・科学委員会の定義に従い、スタート、ターン、フィニッシュ、およびストローク局面に分類した。

スタート局面(Vs)は、RT(Reaction Time: スタートシグナルが鳴ってからスタート台から足が離れるまでの時間)を含むスタート台から15m地点までの15m区間で、ターン局面は3回に分け、Vt1は45mから50mの5mと50mから65mの15mをあわせた20m区間、Vt2は95mから100mの5mと100mから115mの15mをあわせた20m区間(Vt2)、Vt3は145mから150mの5mと150mから165mの15mをあわせた20m区間(Vt3)、フィニッシュ局面は195mから200mまでの5m区間(Vf)、およびストローク局面はそれぞれV1、V2、V3、V4、V5、V6、V7、V8と定義した(表1、図2)。

表1. レース分析で使用したパラメーター

Vs	スタートから15mまでの所要時間
Vt1~3	ターン前5mからターン後15m所要時間
Vf	最後5mの所要時間
V1	15mから25mのストローク局面所要時間
V2	25mから45mのストローク局面所要時間
V3	65mから75mのストローク局面所要時間
V4	75mから95mのストローク局面所要時間
V5	115mから125mのストローク局面所要時間
V6	125mから145mのストローク局面所要時間
V7	165mから175mのストローク局面所要時間
V8	175mから195mのストローク局面所要時間
V	各ストローク局面における泳速度(m/sec)
ST1~8	各ストローク局面におけるストロークタイム(str./min)
SL1~8	各ストローク局面におけるストローク長(m/str.)

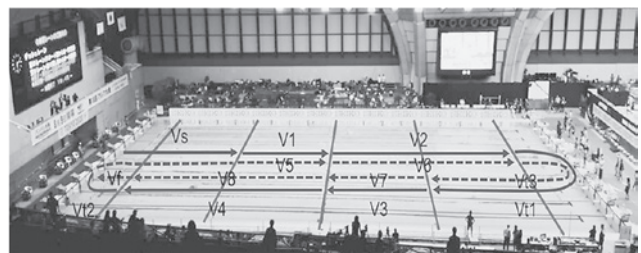


図2: 50mを図のように区切った  
(写真は辰巳国際水泳場、左からスタート)

### 3 結果

#### 3-1 石川県各選手のレース分析比較

##### ① A選手のレース分析 (図3a-d)

比較のため、ベスト、ミドル、ワーストの3つのレースを抽出した。ベストは石川県選手権(2分5秒26)、ミドルは金沢オープン(2分8秒95)、ワーストは県高校(2分12秒62)であった。

泳速度では、県高校でのV1が特に速いが、石川県選手権では後半が特に速かった(図3a)。

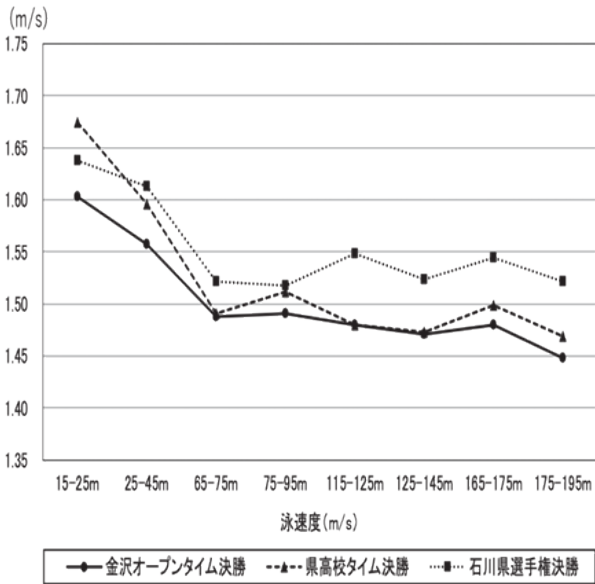


図3a: A選手の泳速度

ストローク時間において、石川県選手権は他に比較して全てで短く、一番タイムの遅かった県高校との差は明らかであった。(図3b)。

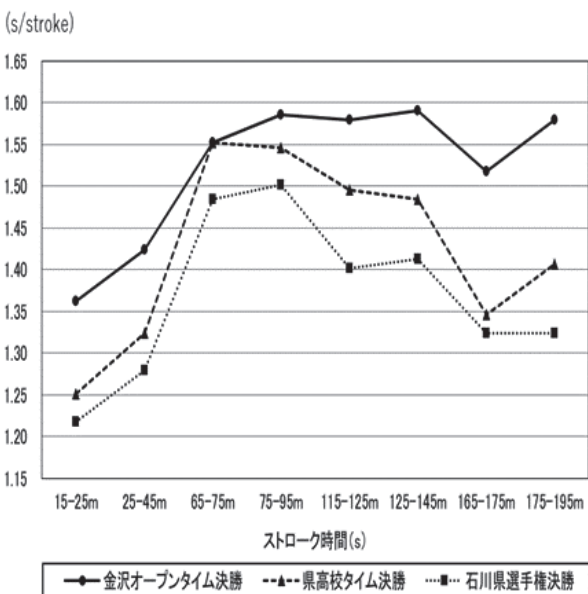


図3b: A選手のストローク時間

ストローク長においても、石川県選手権は他に比較して短かった。これらから県選手権、県高校と金沢オープンでは泳ぎ方が全く異なっていることがわかる。

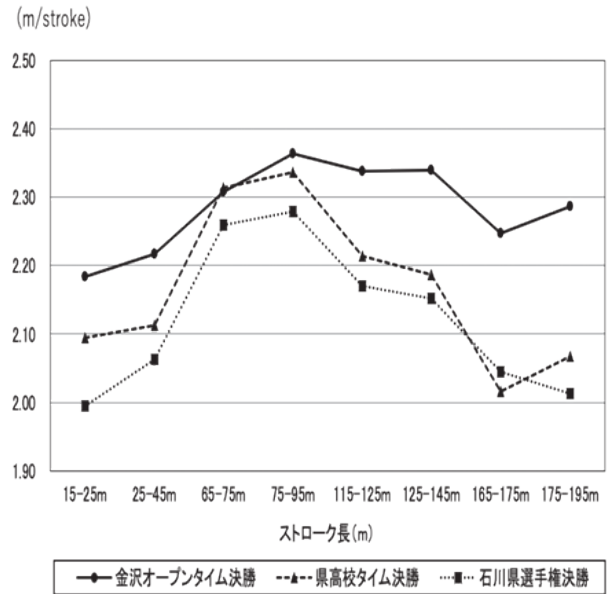


図3c: A選手のストローク長

ストローク時間とストローク長の関係において、石川県選手権ではV1はそこまで速くないが、後半のV5以降の泳速度は高い数値で一定しており、結果として最もタイムが良かった。県高校では、V1の入りが早いですが、V5以降の泳速度が落ち結果としてタイムは悪かった(図3d)。

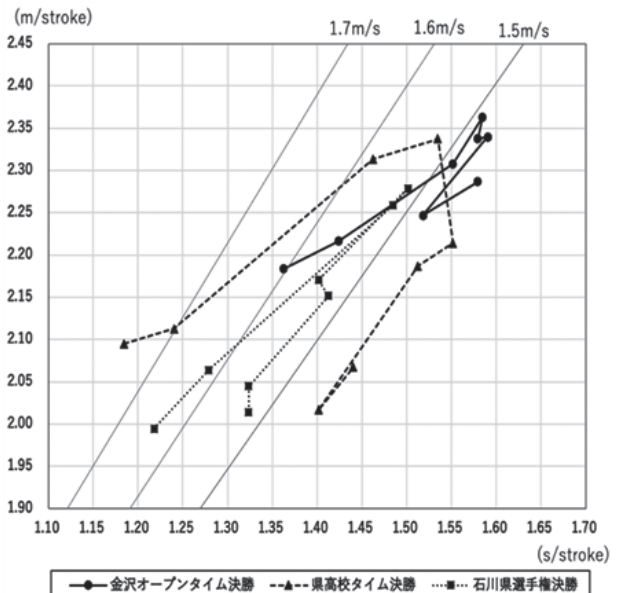


図3d: A選手のストローク時間とストローク長

② B選手のレース分析 (図4a-d)

B選手はタイムに差があまり見られなかったことから、ベストとワーストのみを比較した。

B選手は、石川県選手権 (2分9秒80)、南加賀中学 (2分11秒11) を分析対象とした。

泳速度において、この2レースは前半速く、後半遅いレース (南加賀中学) と、前半はそんなに速くないが、後半そのスピードを維持できているレース (県選手権) に分けられた (図4a)。

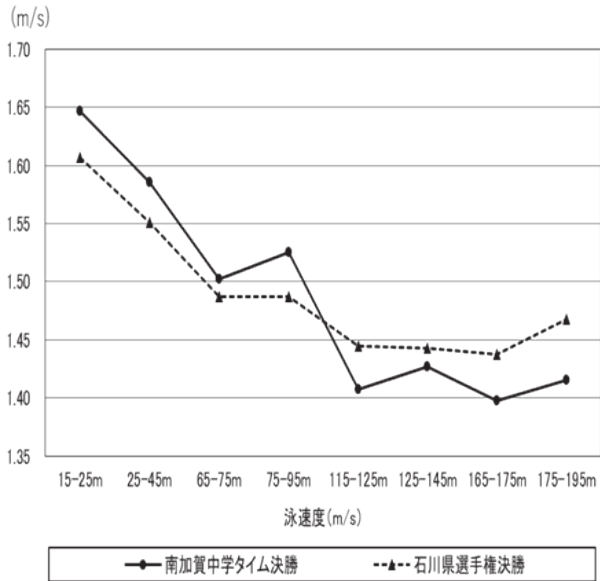


図4a : B選手の泳速度

ストローク時間においては、石川県選手権において後半でも比較的維持されている (図4b)。

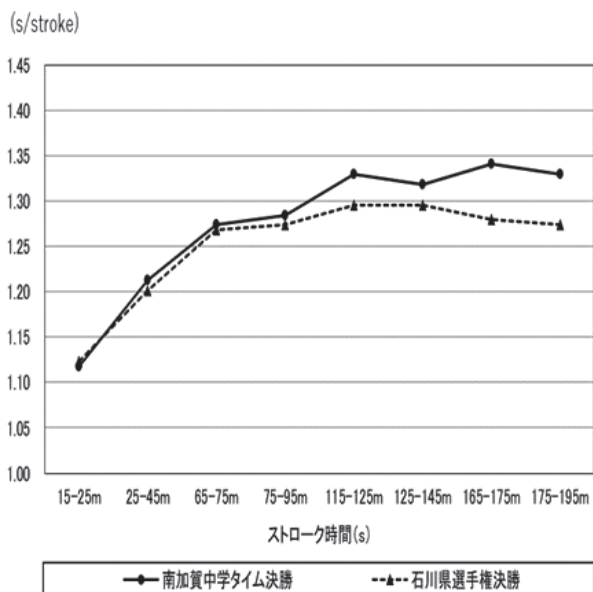


図4b : B選手のストローク時間

ストローク長において、石川県選手権では平均的な泳ぎで後半になってもしっかりと水をかけていた (図4c)。

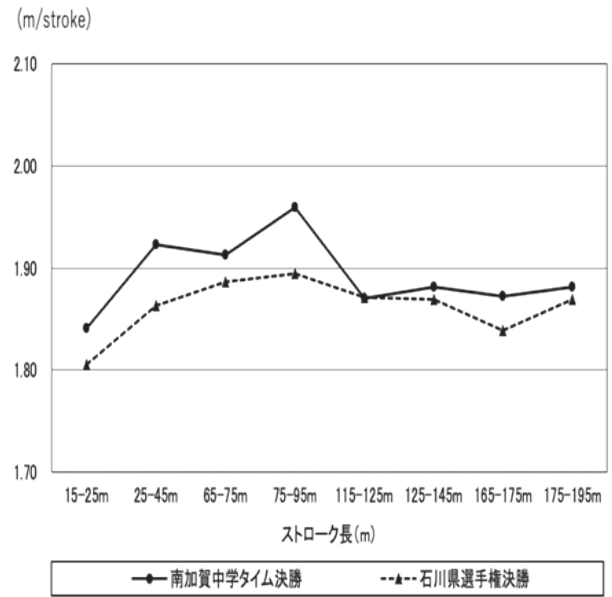


図4c : B選手のストローク長

ストローク時間とストローク長の関係について、石川県選手権では特に泳ぎの変動が少ないが、後半でスピードが上がっていた (図4d)。

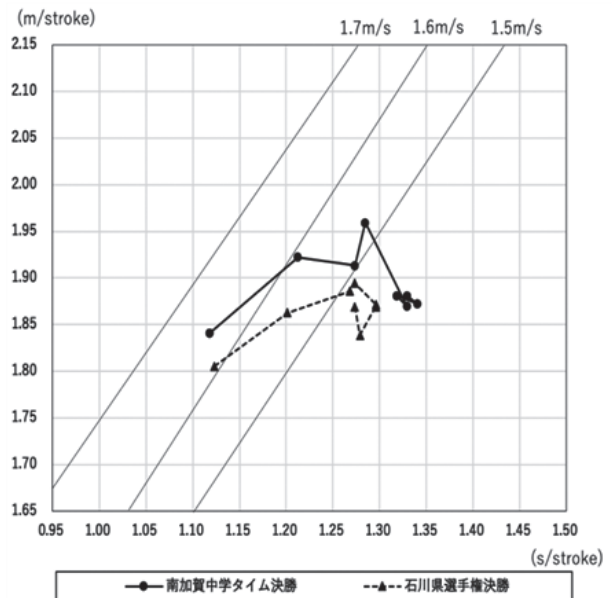


図4d : B選手のストローク時間とストローク長

③ C選手のレース分析 (図5a-d)

C選手は、石川県選手権 (2分7秒54), 県中学決勝 (2分9秒02), 県中学予選 (2分10秒17) を分析対象とした。

泳速度において、大きな特徴は最初の100mでかなり失速することである。(図5)。

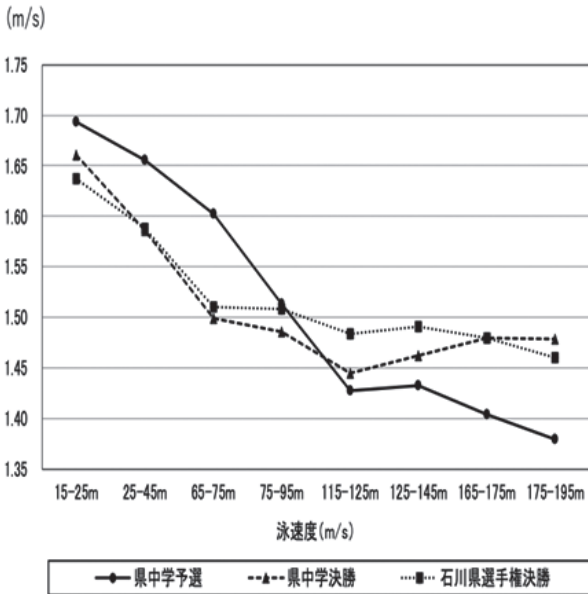


図5a : C選手の泳速度

ストローク時間において、県中学予選において特に短く、他の2レースはほぼ同等であった (図5b)。

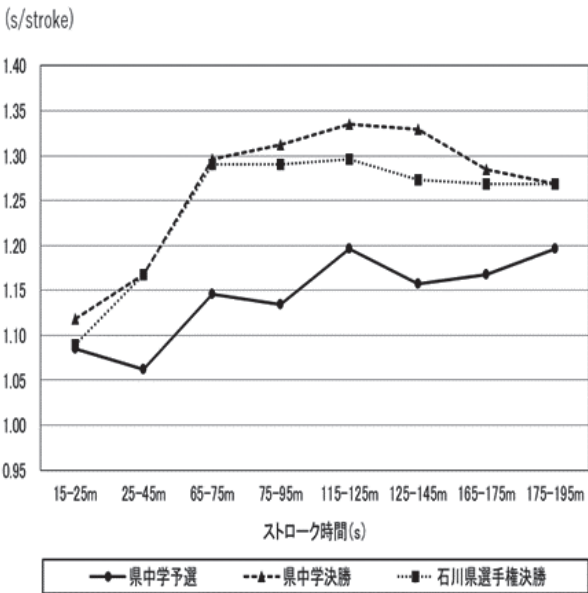


図5b : C選手のストローク時間

ストローク長もストローク時間と同じ傾向であった (図5c)。

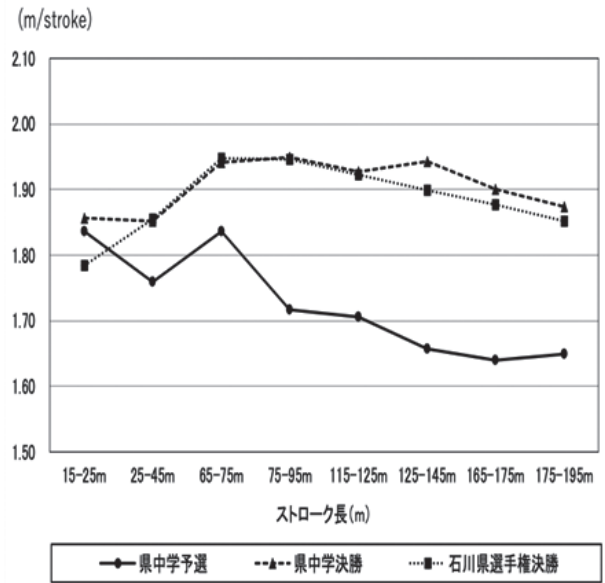


図5c : C選手のストローク長

ストローク時間とストローク長の関係について、石川県選手権と県中学決勝ではほぼ同じレース展開であった。またこれらのレースでの約1.5秒の差は県選手権におけるV5からV6にかけての短いストローク時間の維持による泳速度の維持であった。県中学の予選は前半からかなり攻めたレースであった (図5d)。

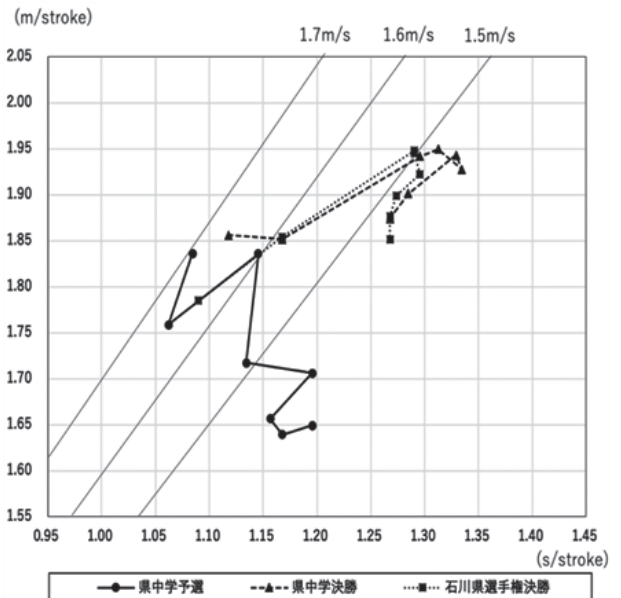


図5d : C選手のストローク時間とストローク長

3-2 石川県各選手の今シーズンベストと日本選手権  
決勝進出者8名の平均およびインターハイ、全国  
中学校の決勝進出者8名の平均との比較

① A選手 (図6a-d)

A選手は石川県選手権 (2分5秒26), インターハイ (2分2秒91), 日本選手権 (1分59秒11) を分析対象とした。

泳速度において, 石川県選手権は日本選手権と比較してその差は歴然であった。インターハイとの比較では, 後半はあまり差はないが, 前半で差が認められた (図6a)。

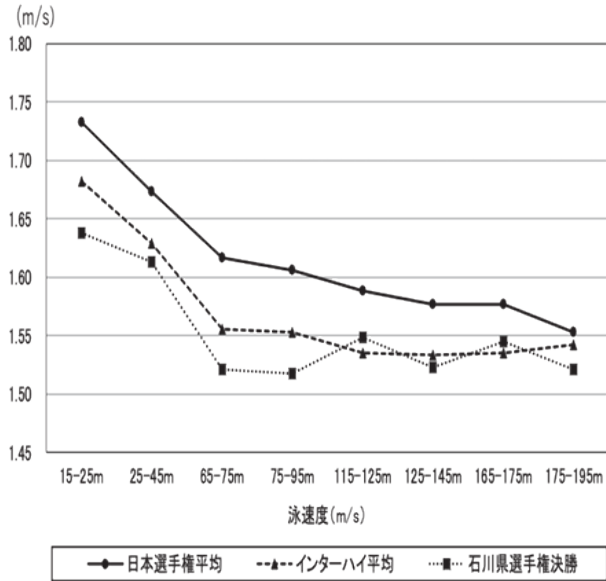


図6a : A選手と日本選手権, インターハイの泳速度

ストローク時間において, 石川県選手権とインターハイを比較すると, V3, V4において大きく異なり, 県選手権でのストローク時間が長くなっていた (図6b)。

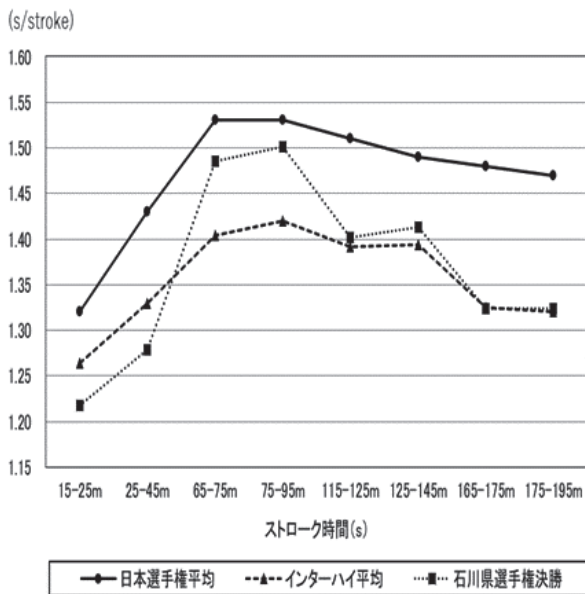


図6b : ストローク時間の比較

ストローク長において, 石川県選手権とインターハイの違いは, ストローク時間とは逆にV3とV4においてインターハイの選手のストローク長が長くなっていることであるが, ストローク時間はある程度維持されており泳速度の減少を抑制している。日本選手権でも同様であるが, この65mから95mの泳ぎ方がタイム差につながっていると思われる (図6c)。

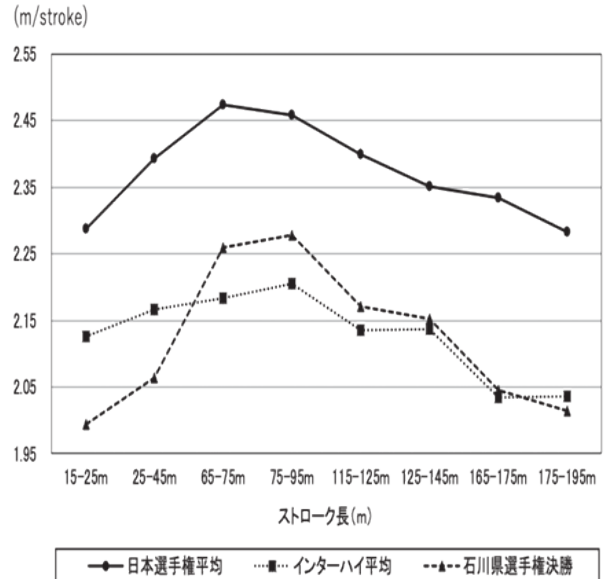


図6c : ストローク長の比較

ストローク時間とストローク長の関係において, 日本選手権では高い位置で安定していた。県選手権では中盤のV3とV4で泳ぎの変化が大きい (図6d)。

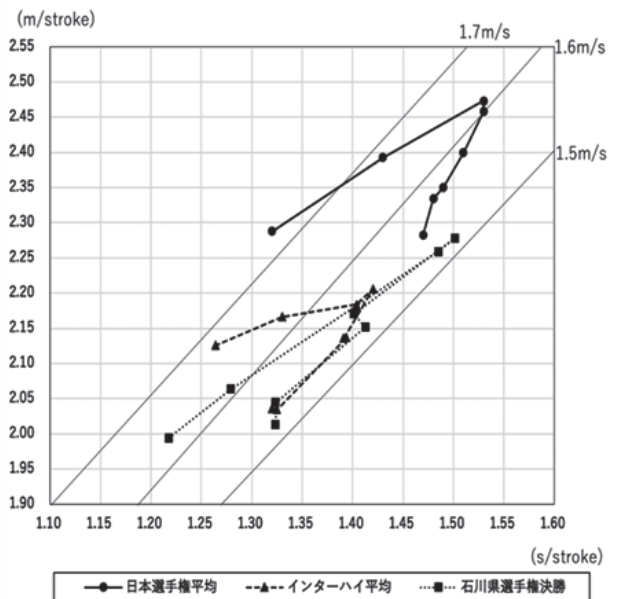


図6d : ストローク時間とストローク長の比較

② B選手 (図7a-d)

B選手は、石川県選手権 (2分9秒80)、全国中学校 (2分4秒47)、インターハイ (2分2秒91) を分析対象とした。

泳速度において、石川県選手権はインターハイ、全国中学と比較すると、特に後半の速度が低下していた (図7a)。

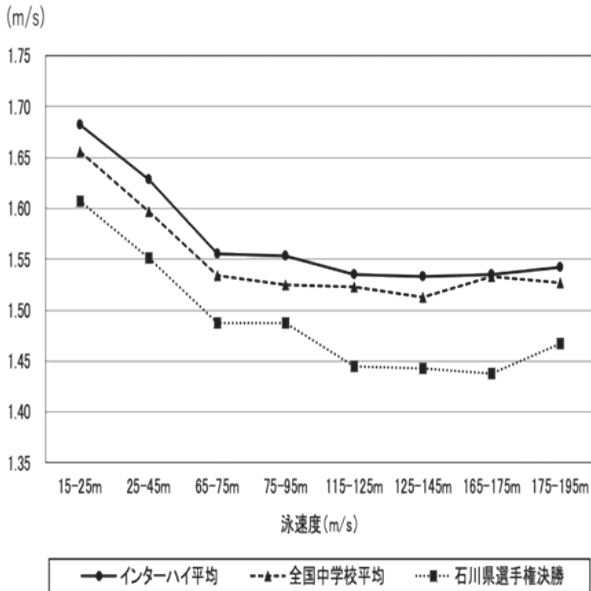


図7a: B選手とインターハイ, 全国中学の泳速度

ストローク時間において、特に後半にストローク時間の短縮 (回転数アップ) がみられていない (図7b)。

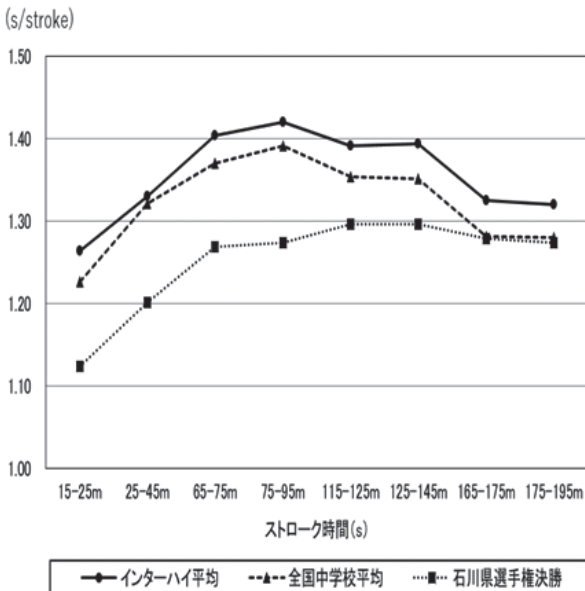


図7b: ストローク時間

ストローク長については安定していたが、この選手は長距離を得意とする選手であり、その特徴が表れていた図7c)。

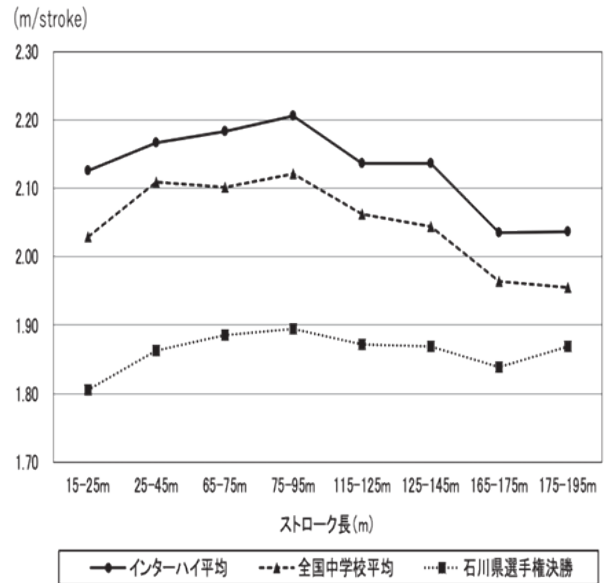


図7c: ストローク長

ストローク時間とストローク長の関係においては、B選手は最後の50mでスピードが上がり、特にレース展開について検討の余地があると思われる (図7d)。

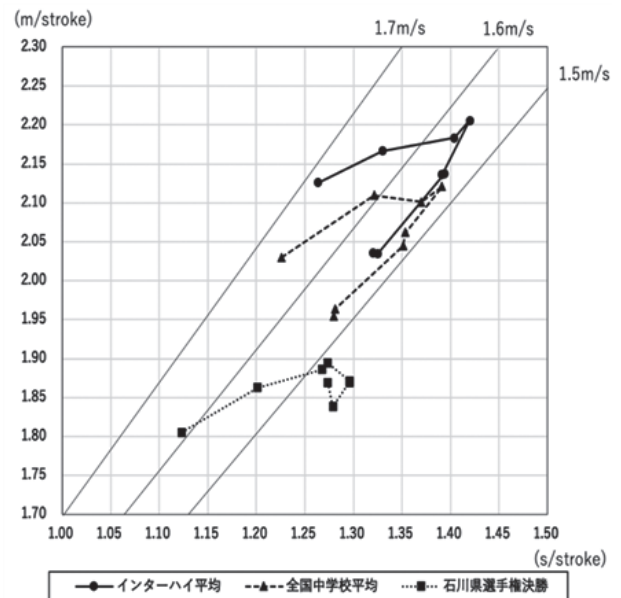


図7d: ストローク時間とストローク長の比較

③ C選手 (図8a-d)

C選手は、石川県選手権 (2分7秒54), 全国中学校 (2分4秒47), インターハイ (2分2秒91) を分析対象とした。泳速度において、特に125m以降が遅れている (図8a)。

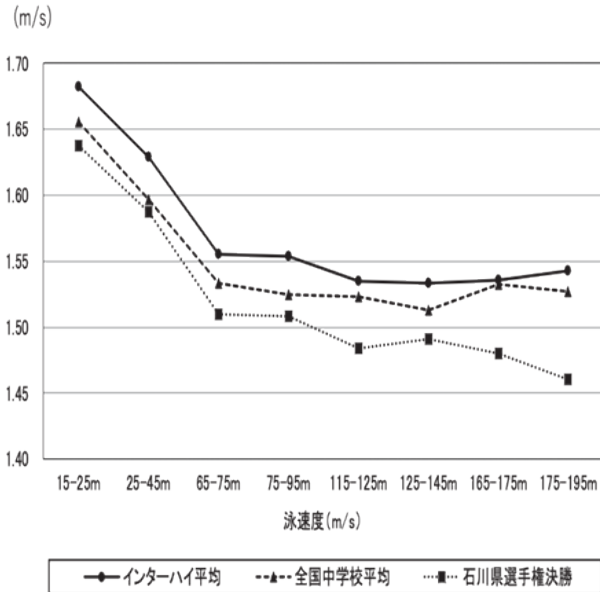


図8a: C選手とインターハイ, 全国中学の泳速度

ストローク長においてもストローク時間と同じ傾向がみられるが、図8bを含めて考えると、同じストロークでもすこしずつ進む距離が低下してきており、筋持久力の必要性が指摘できる (図8c)。

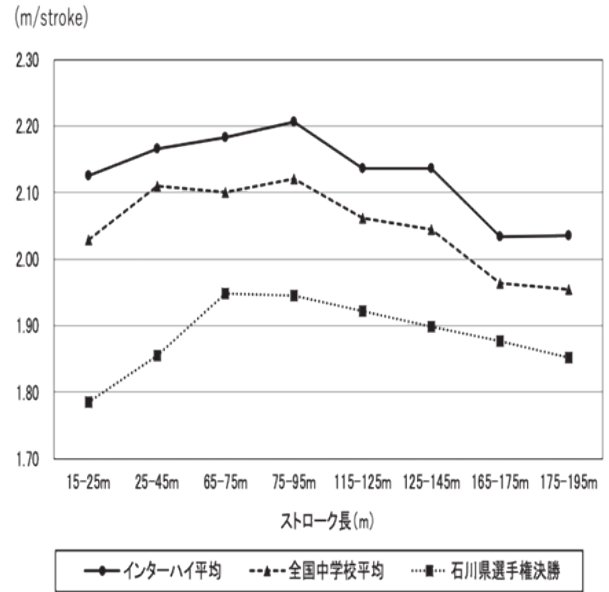


図8c: ストローク長

ストローク時間において、明らかにストローク時間が短く (回転数が高い) 125m以降のストローク時間に変化が見られなかった (図8b)。

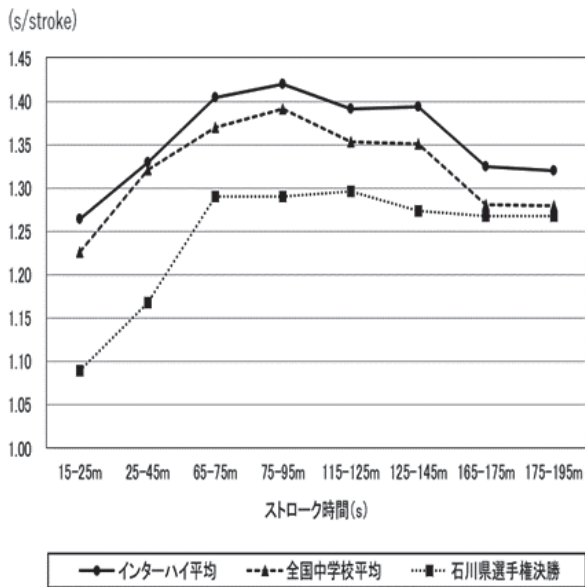


図8b: ストローク時間

ストローク時間とストローク長の関係において、やはり後半ストローク時間を短縮させて泳速度を維持することが必要かと思われる (図8d)。

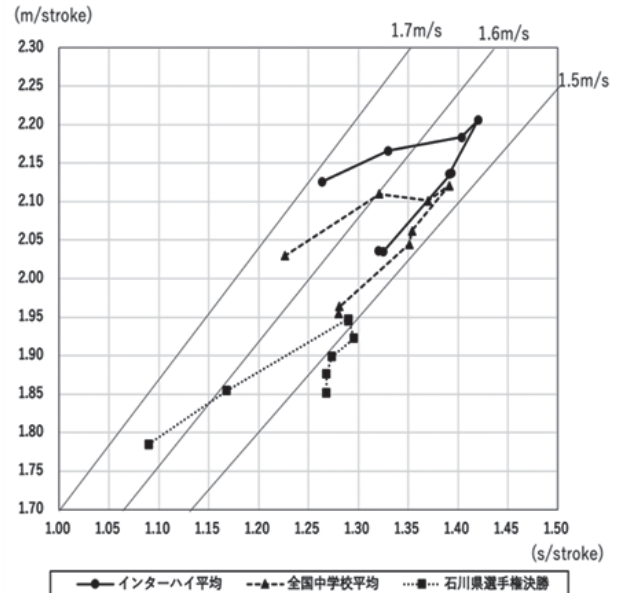


図8d: ストローク時間とストローク長の比較



### 3-3 スタート、ターン局面の比較 (表2)

ここではスタートから15mまでの時間であるVsとVt1, Vt2, Vt3の計60mを合計した時間であるVtを比較の対象とした。

#### ① A選手とインターハイ出場選手の平均との比較

スタート局面では、A選手のVsは7.20 (s) でありインターハイの選手平均7.22 (s) と同等であった。しかしターン局面では、Vt1-Vt3の平均は37.49 (s) でありインターハイの選手平均36.16 (s) よりも1.33秒遅かった。200mのタイム差が2.35秒であることを考えると、ストローク局面の125mでのタイム差は1.02秒しかなく、ターン局面の強化が重要である。

#### ② B選手と全国中学校出場選手の平均との比較

スタート局面では、B選手のVsは7.48 (s) であり全国中学校の選手平均7.31 (s) よりも遅かった。また、ターン局面では、Vt1-Vt3の平均は38.42 (s) であり全国中学校の選手平均36.56 (s) よりも遅かった。

#### ③ C選手と全国中学校出場選手の平均との比較

スタート局面では、C選手のVsは7.43 (s) であり全国中学校の選手平均7.31 (s) よりも遅かった。また、ターン局面では、Vt1-Vt3の平均は37.64 (s) であり全国中学校の選手平均36.56 (s) よりも遅かった。

B選手とC選手はターン局面で全国中学の選手と比べ特に遅いということとはなかった。

表2 スタート、ターン局面の比較

	Vs(s)	Vt(s)	200mタイム
<b>インターハイ</b>	<b>7.22±0.22</b>	<b>36.16±2.54</b>	<b>2分2秒91±1.54</b>
<b>A</b>	<b>7.20</b>	<b>37.49</b>	<b>2分5秒26</b>
<b>全国中学校</b>	<b>7.31±0.18</b>	<b>36.56±2.56</b>	<b>2分4秒47±2.04</b>
<b>B</b>	<b>7.48</b>	<b>38.42</b>	<b>2分9秒80</b>
<b>C</b>	<b>7.43</b>	<b>37.64</b>	<b>2分7秒54</b>

## 4 考察

### 4-1 今シーズンの泳速度、ストローク時間、ストローク長について

A選手およびB選手においては、ストローク時間、ストローク長ともに短い方が泳速度もタイムも速かった。つまり当然ではあるが回転数をあげて泳いだレースでタイムが速いということであった。

C選手では、県中学の予選はオーバーペースで泳いだため後半失速したというレース展開であり、このレースを除

いて検討すれば、A, B同様に回転数の高いレースでのタイムが速かった。若吉らは、競技レベルの高い選手は泳速度が高く、ストローク長が長いことが報告されており一致しなかった<sup>(12)</sup>。また選手が最大限にパフォーマンスを発揮するためには最適なストローク長とストローク時間の組み合わせがあることも報告されている<sup>(13)</sup>。このため3選手ともに最大限にパフォーマンスを発揮できる最適な組み合わせは、今回の結果であるように、ストローク長は短く、ストローク時間は速いという組み合わせであった。しかしながら若吉らの研究と一致しなかった要因として、対象者が中学生、高校生であったことによるストローク長に反映される効率よく泳ぐ技術や筋力の不足を高めることによってタイムの短縮が図れると考える。

### 4-2 競技レベルとレースパターンについて

インターハイ、日本選手権の選手のパターンは、50mから100mの中盤にかけて、回転数(ストロークタイム)を遅らせるものの、1回のストロークで進む距離(ストローク長)は長くなり、泳速度の減少を最小にする。そして後半は少しずつ回転数を上げるというパターンである。特に日本選手権で顕著であるが、インターハイの選手達もほぼ同じようなレース展開ができています。A選手においては、前半のペースがやや遅れ、中盤で回転数を遅らせるのであるが、ストローク長が大きくなる。このことがトップ選手とのレース展開の違いであった。これが実は全国中学の選手でもほぼ同様のパターンで泳いでおり、インターハイや日本選手権と違うところは、1回のストロークタイム、ストローク長がすこしずつ短いだけで、1回のストロークをより強く、長くするだけでトップ選手の曲線と同じになる。つまりは筋力強化とストローク効率を高めれば速くなれるという事である。

B選手は、かなり似たパターンにはなっているが、ストローク長がかなり短く。まだまだこれから筋力トレーニングを行うことで改善する可能性が高い。

C選手では、特に後半にストロークタイムを短く、つまりは後半に回転数を上げる持久力が必要である。

若吉ら<sup>(12)</sup>と同様に宮下らは、記録向上にはストローク長の向上が最も関係していると報告しており<sup>(9)</sup>、Toussaintらは、ストローク長は推進効率の向上および発達を評価するための指標になり得ることを示唆している<sup>(14)</sup>。そのため3選手の競技力は、日本選手権、インターハイと比べ多くの改善点がある。

レースパターンについて、Wakayoshiらの先行研究によると、一流選手はレース進行に伴いストローク長が低下するもののストローク頻度は顕著に向上し、それによって泳速度の低下を抑える傾向にあることが報告されている<sup>(15)</sup>。

つまり泳速度の変化パターンは、ストローク長がレース進行に伴い低下するものであるために、ストローク時間の変化パターンに大きく依存すると考えられる。今回の結果でも日本選手権、インターハイ、全国中学校、3選手のストローク時間、ストローク長でも同様の結果が得られた。また、Wakayoshiらは、レースの進行に伴い局所の筋が疲労してくると大筋群が活動するようになり、ストローク効率が悪くなり抵抗が増すためストローク長が長くなるため、泳速度の維持にはストローク時間を短くしなければならないことを述べている<sup>(16)</sup>。このことから、記録向上には筋力(筋持久力)の増加とストローク技術の向上の2点が重要な鍵を握っていると言える。

しかし松田らが指摘するように、泳ぎ方にはタイプがあり<sup>(17)</sup>、ストローク時間を短縮させて速いテンポで泳ぐタイプや大きなストロークで長いストローク長で泳ぐタイプなどがあり、選手によってどのようなタイプなのかも考慮する必要があり、その点からはB選手とC選手ではタイプが全く異なっていた。

#### 4-3 スタート、ターンについて

200mタイム差はA選手とインターハイ出場選手平均と

で2.35秒ある。そのうちVsの差は0.02秒であり、Vtの差は1.33秒と半分以上を占めていることが言える。同様にB選手では、タイム差5.33秒に対してVsの差が0.17秒であり、Vtの差は1.86秒である。またC選手では、タイム差3.07秒に対してVsの差が0.12秒であり、Vtの差は1.08秒である(表2)。先行研究でも、スタート、ターンおよびフィニッシュ局面が競技力に少なからず影響することが報告されている<sup>(1)</sup>。このことから、トレーニング実施する際は泳力の向上だけでなく、スタート、ターンに関する技術の向上を目指したトレーニングを取り入れることも競技記録向上の1つになると推察できる。

#### 5 まとめ

本研究では、石川県トップスイマーのレース分析を行い、シーズン内での比較および全国のトップアスリートとの比較検討を行なった。レース分析の結果、レース展開の違いやストローク長の差が大きく見られた。記録の向上には、ストローク長をのばすために、筋力アップやフォーム改善を行うことが必要であると考えられる。また、スタート、ターン局面にも差があり泳力以外にも改善の余地が見られた。

#### 引用文献

- (1) 生田泰志・奥野景介・松井健ほか(1998) 100m背泳における競泳のレース分析—1997年度日本代表選手について—大阪教育大学紀要46(2) : 245-256
- (2) 津野天兵・井上智博・萬久博敏ほか(2016) 大学水泳部における映像・分析サポートの実践：スポーツパフォーマンス研究8 : 216-228
- (3) 奥野景介・生田泰志・本部洋介ほか(1999) 50m自由形における日本人一流女子競泳選手のレース分析—1997年度日本選手権水泳競技大会決勝レースを対象として—：防衛大学校紀要79 : 19-36
- (4) 奥野景介・若吉造二・生田泰志ほか(1998) 1996年度および1997年度日本選手権大会50m自由形における競泳レース分析：スポーツ方法学研究11(1) : 123-130
- (5) 若吉造二(1999) フィールドワークにおけるカメラワーク水泳のフィールドワーク—レース分析について—：体育の科学49 : 216-219
- (6) 生田泰志・宮下充正・野村照夫ほか(2002) 第9回世界水泳選手権大会福岡2001における競泳のレース分析：トレーニング科学13(3) : 167-172
- (7) 野村照夫(2005) レースの分析と評価：バイオメカニクス研究9(4) : 266-273
- (8) 若吉造二・生田泰志・黒野剛弘(2003) 競泳のレース分析プロジェクトの現状と今後の課題：バイオメカニクス研究7(1) : 72-81
- (9) 生田泰志・野村照夫・重松良祐ほか(1994) 競泳のレースパターンを考える—男子200mバタフライ—：大阪教育大
- 学紀要42(2) : 235-244
- (10) 黒田瑞城・奥野景介・矢野正次(1998) 1997年度日本選手権水泳競技大会における自由形のレース分析：早稲田大学体育学研究紀要30 : 81-88
- (11) 野村照夫(1996) 競泳のレース分析：体育の科学. 46(7) : 562-568
- (12) 若吉造二(1991) 競泳競技におけるレース分析—1991年度日本選手権および1991年パンパシフィック国際大会について—：平成3年度日本体育協会スポーツ医・科学研究報告 : 65-70
- (13) 若吉造二(1992) 泳速度増加に伴うストローク長と頻度の変化：日本バイオメカニクス学会第11回大会論集 : 534-538
- (14) Toussaint H.M.・Beek P.J.(1992) Biomechanics of competitive front crawl swimming: Sport Med13 : 8-24
- (15) Wakayoshi K.et al(1990) Swimming Techniques of Japanese Elite Swimmers: 1988 Seoul Olympic Scientific Congress Proceedings : 521-530
- (16) Wakayoshi K.et al(1991) Electromyographic evidence of selective muscle fatigue during swimming above onset of blood lactate accumulation (OBLA) speeds: 13th Int. Congress on Biomechanics, Book of Abstracts : 317-318
- (17) 松田有司・山田陽介・赤井聡文ほか(2010) 100m自由形におけるストローク頻度とストローク長からみた泳タイプ分類：体力科学59 : 465-474