

# 速く泳ぐことを科学的に 考えてみよう！

第1回

セントジョセフ国際大学  
工学部教授 河合正治

## 速く泳ぐには 泳ぎの技術を 考えるのが秘訣

「泳ぎの進行の仕組みを科学的にとらえ、より効率的な動作や姿勢を考え、それを実現するための練習やトレーニングに励む」というのが今世界中の流れなのである。「泳ぎの技術を科学的にとらえる」ということが、速く泳ぐための第一歩となる。

スポーツでの勝利には大きな魅力がある。勝つことは本当に素晴らしい。多くの選手やコーチ達が精力的に練習に励んでいる。そのすべてが勝つ素晴らしさを味わいたいからである。テレビでよく見る「勝つて涙を流す選手」。なんと言う感動的な姿だろう。

競泳で勝つこととは、他選手より速く泳いで先にゴールタッチすることである。だから競泳に情熱をさげるといふ人は、どうやったら速く泳げるかを真剣にトレーニングしている。しかし、ただ闇雲に泳ぎを繰り返すのは効率的ではない。水の抵抗と人間の動作との関係で進み方が大きく違うのである。手のかき方や姿勢のとり方を変えたと大きなタイムアップが図れるのである。

## 平泳ぎを 考えてみる

2

平泳ぎは、ルール上左右対称動作を行わなくてはならない。そのためにキックによる加速動作とかきの

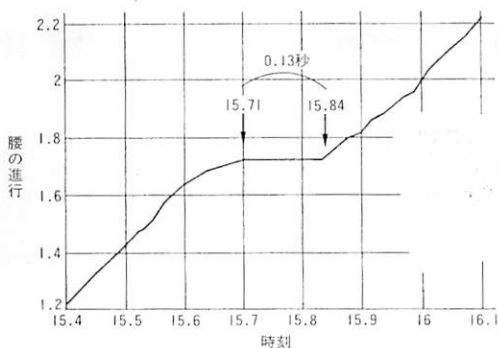


図1. 田中選手の進行の様子

動作の間に惰性で進む局面が存在することになる。加速が間欠的に行われることになる。したがって間欠加速種目といわれる。

一般に惰性で進むときには身体が大きな水の抵抗を受ける。そのため、平泳ぎの本質は「加速とブレキの繰り返し」といえる。速く泳ぐには加速の効率を高めて高速度を実現することと同じくらい大切なのが、惰性で進む時に水の抵抗

を避けて速度を落とさない技術に習熟することが重要なのである。かつての岩崎恭子選手のバルセロナオリンピックの金メダルは、実に抵抗を避ける泳ぎで実現したのである。速く泳ぐためには、加速を上手に行うことと、抵抗を回避することの2つが考えられるのである。

## 一瞬、進行が 停止する

3

平泳ぎの最も重要な課題は、キックのための足引き時に完全に進行が止まってしまふことである。図1は、田中雅美選手が94年の日本選手権の女子200m平泳ぎ決勝で2分24秒12の日本記録を出した時の、レース中の進行の様子である。縦軸は位置、横軸は時間の経過である。グラフから最初の部分は左下から素直に右上がりになって順調に進んでいることがわかる。しか

表1. 各選手の停止時間

林 亨	0.03秒
バローマン	0.08秒
スロードノフ	0.06秒
フィオラバンテ	0.06秒
北島 康介	0.07秒
岩崎 恭子	0.12秒
田中 雅美	0.12秒
ヘインズ	0.16秒
ライリー	0.13秒

し、15秒71秒から15秒84秒の0.13秒間は完全に横這いになっており、時間が進むのに位置は変わらないという停止状態を示している。止まっているのである。

これはどんな選手でも定常的に起こっていることであり、平泳ぎの避けて通れない道と言われている。では、世界のトップ選手はどのくらい止まるのであろうか。表1は、世界の選手の停止時間を計ったものである。男子トップ選手は0.05秒前後、女子選手では0.12〜0.15

秒くらいで、体型からか女性の方が長いようである。勿論、このデータはトップ選手のもので、一般の選手はもっと長い。実はこの進行停止時間がレースタイムを決める大きな要素なのである。停止時間について考えてみよう。

## なんとレース タイムの8%が 止まっている

田中雅美選手の2000mレースの例で考えてみよう。彼女は、1ストップの停止時間は0・12秒で、女子選手としては短時間で世界のトップレベルである。2000mレースでは、このときのレースの総ストロ

ーク数が99回であったので、総停止時間の計算は、

0・12×99回=11・88秒

日本記録を出したときのタイムは2分24秒12なので、このときの総レース時間は144・12秒となり、全レースタイムに対する停止時間の割合を計算すると、

12・0秒÷144・12秒×100  
=8・24%

となる。実にレースタイムの8%もの時間が止まっていることになる。大きな時間だ。

それが100回に分かれているので見えないのである。

進行停止問題を知らない選手は0・2秒くらい止まっているのは普通である。田中選手と比べてみると、0・22秒-0・12秒=0・10秒となり、百分の8秒位になり、百

分の1秒台の小さな差に見える。しかし差は1ストップにつき0・08秒なので、100ストップにつき0・200mレースではその差が、

0・08秒×100回=8・0秒

となり、8秒ものタイム差が生じることになる。大きなハンデキャップを背負うことになってしまふ。平泳ぎは停止時間が長いと勝てないということになる。

## 止まる原因は 足の逆行

止まりの理由を考えてみる。足引き動作時は、腰の後ろでは、**図2**のように水流が生じている。**図3**

に見られるように、キックのための足引きを行うと、人間の関節の構造上、かかととふくらはぎが胴体の幅より外に出てしまふ。

そうすると足引き動作のため水流に対して足が逆行することになり、進行停止が起るのである。足引き動作はキックのためにやらなくてはいけない動作である。そこで平泳ぎは必ず進行停止が起ることになってしまふ。

## 速く泳ぐ ための技術

進行停止時間はレースタイムの8%にも達して、足の引き方の工夫次第で大きなタイム差が生じてしまふ。進行停止時間を短くすることは、平泳ぎを速く泳ぐための重大な技術である。停止時間が百分の1秒短くなるということは、100ストップ近く行う2000mのレースでは、総タイムの1秒短縮という大きな結果をもたらす。すなわち、停止時間を小さくするという問題は、平泳ぎレースでの最も重大なテーマなのである。これを進行停止問題という。進行停止は足引き時のかかとやふくらはぎの逆行動作が原因なので、このときの水の抵抗をうまく避ける技術が重要になる。これを避抵抗技術と呼ぶ。

足の逆行動作の抵抗を避ける技

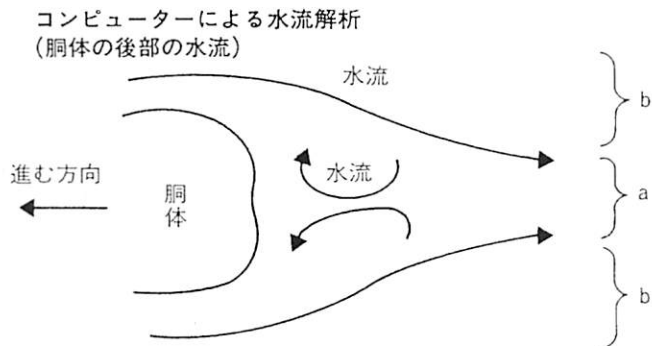


図2. 水流の様子

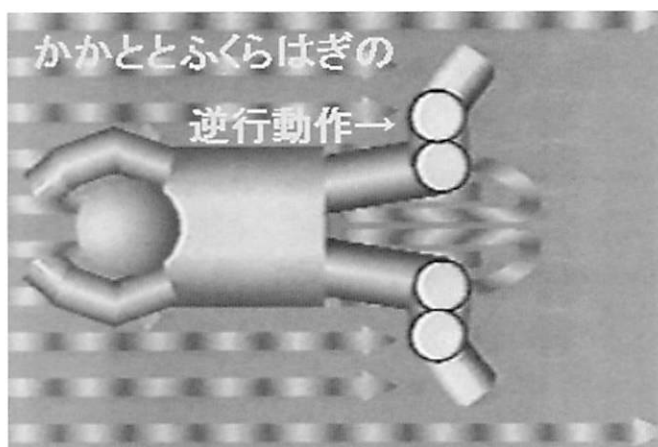


図3. 水流と足との関係

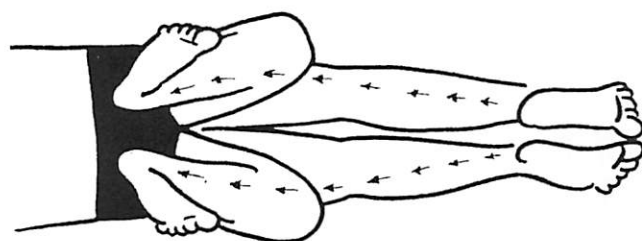


図4. 腰の幅の内の足引き

## その1

—足引きを腰の幅内で行う—

**図2**のbゾーンで足引きを行うと進行のための水の流れをかかとやふくらはぎがまともに受けてしまふ。そこで、腰が水流をさえぎっているaゾーンで足引きを行うという考え方である。

**図4**は腰の内の足引きのスケッチ図である。この方法はもともと効率がよいのであるが、問題なのは普通一般の選手では、股関節や膝の

位置関係が好都合でなく、普通にも足を引くと腰の幅の外にかかると出てしまう。無理に入れて引く動作をすると、膝の関節をねじることになり重大な故障の原因となってしまう。足関節の構造がこれに向いている選手(非常に少ない)にはよい方法である。日本では、林亨選手がこのタイプであり、アメリカのハンセン選手もそうらしい。

## その2

— 浅く引く —

図3にみられたように、足引きによる進行停止はかかどが腰の幅から出た時に起こるので足引きの途中から起こる。図5のように、足引きを深くするのではなく、まだ浅いのに蹴つてしまえば、停止時間を小さくすることができる。ただし、浅い引きのキックで強い蹴りを実現しなくてはならず、足で十分に水を捕える技術と蹴りの筋力の増強が必要となる。現時点で世界ではこの方法が一番ポピュラーなようで、田中雅美選手、バローマン選手など、この方法の選手は多い。栄光の北島康介選手も、日本のトップに躍り出る第一歩は、浅い足引きのみごとな習得であった。

## その3

— 速く引く —

図6のように、足引き動作を素早くして、足引き時間を短くして停止時間を少なくするという技術

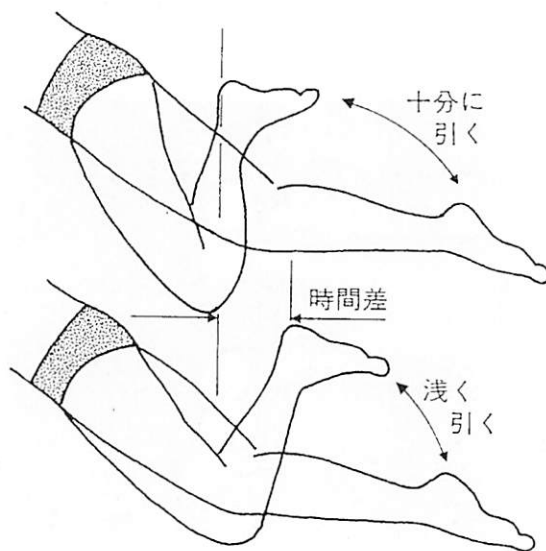


図5. 浅く引く

である。中国のYAN選手が得意であった。一般的に足引きにかかる時間は0・3秒位が平均であるが、彼女は0・24秒と素早く、これで進行停止時間0・12秒とトップ水準を守っていた。この方法はタイミングが取りにくいようであまり一般的ではない。

## その4

— ストロークを伸ばす —

アトランタオリンピックの女子1000m、2000m平泳ぎ種目で金メダルを取った南アフリカのヘインズは両種目とも当時の世界記録であった。彼女の進行停止時間は0・16

秒なので、2000m種目などは、従来選手と同じように1000ストローク程行くと、総停止時間は16秒にもなり、トップ水準の田中雅美選手などの12秒に比べると4秒ものハンディキャップを持つことになり、世界記録はおろか金メダルも難しいことになる。

ところが、ヘインズ選手は知的な抵抗技術で対応しているのである。ヘインズ選手は発想をかえて「総停止時間を減らす」という考え方で挑戦している。図7のように、総停止時間は、1ストロークにおける停止時間とレースで行ったストローク数を掛けたものとなる。1ストロークの停止時間が多少長くても、

$$\text{総停止時間} = \text{停止時間} \times \text{ストローク数}$$

$$\text{短い停止時間} \times \text{ストローク数}$$

↑  
同程度

$$\text{長い停止時間} \times \text{少ないストローク数}$$

図7. 総停止時間の考え方

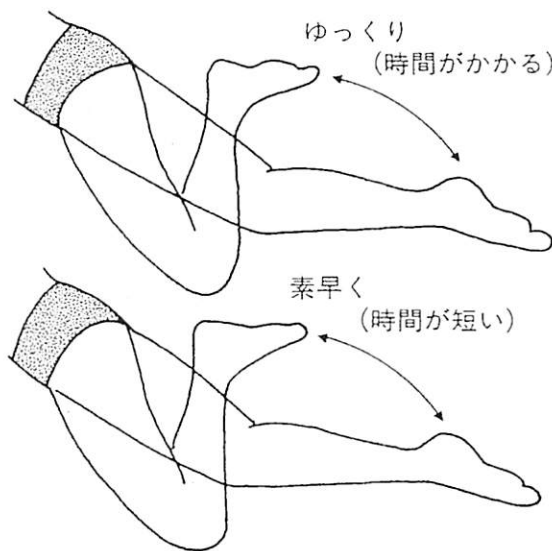


図6. 速く引く

ストローク数を減らすことができれば、停止時間のハンディキャップは解消されるのである。彼女の実際の2000mレースでは、1ストロークが2m45cmほどで、総ストローク数は80であった。岩崎恭子選手のバルセロナでの金メダルのときは1ストロークでの停止時間は0・13秒、97ストロークだったので、

岩崎恭子選手の総停止時間  
0・13秒×97回＝12・61秒  
ヘインズ選手の総停止時間  
0・16秒×80回＝12・80秒

となり、ハンディキャップは同程度であったことになる。ストロークを長くすることは、平泳ぎの場合、キックの後の惰性で進む局面でスト



図8. 北島康介選手のグライド姿勢

をつくることでストロークを長くし、タイムアップを図っている。図8は北島康介選手のグライド状況の映像であるが、ほぼ一直線で、彼の才能の高さがしのばれる。

## 科学的な 泳ぎの技術が 重要である

7

進行停止問題の4つの対策は、そのうち3通りが1ストローク中に1回ある停止時間そのものを短くし

リズムラインを上手に作って、速度を落とすことなく進行して(伸びを取って、グライド局面という)かきに入るのを遅らせて調節するのが一般的である。そこで、この局面での姿勢の取り方はきわめて重要となる。北島康介選手も素晴らしいストロークライン姿勢

### ドーハ・アジア大会の競泳日本代表選手の記録

#### 男子

■50m自由形		
②伊藤 真 (明大)	22秒77	
④細川大輔 (ゲンゼスポーツ)	23秒15	
■100m自由形		
③細川大輔 (ゲンゼスポーツ)	50秒25	
⑤小島貴光 (コナミ東日本)	50秒47	
■200m自由形		
③細川大輔 (ゲンゼスポーツ)	1分49秒62	
⑤小島貴光 (コナミ東日本)	1分50秒37	
■400m自由形		
③松田丈志 (中京大)	3分49秒38	
⑤土岐健一 (鶴岡工業高)	3分53秒61	
■1500m自由形		
③松田丈志 (中京大)	15分17秒18	
⑤土岐健一 (鶴岡工業高)	15分29秒07	
■50m平泳ぎ		
②北島康介 (日本コカ・コーラ)	28秒38	
④崎本浩成 (早大)	28秒43	
■100m平泳ぎ		
①北島康介 (日本コカ・コーラ)	1分1秒13	
②山下 誠 (秋田ゼロックス)	1分1秒50	
■200m平泳ぎ		
①北島康介 (日本コカ・コーラ)	2分12秒05	
②木村大輔 (自衛隊)	2分13秒17	
■50mバタフライ		
②高安 亮 (コナミ東日本)	24秒11	
④山本貴司 (近畿大)	24秒26	
■100mバタフライ		
①山本貴司 (近畿大)	52秒54	
②高安 亮 (コナミ東日本)	52秒84	
■200mバタフライ		
②松田丈志 (中京大)	1分55秒49	
③柴田隆一 (チームアリーナ)	1分56秒44	
■50m背泳ぎ		
①古賀淳也 (早大)	25秒40	
④山口雅文 (中大)	25秒91	
■100m背泳ぎ		
①宮下純一 (ホリプロ)	54秒67	
③山口雅文 (中大)	55秒78	
■200m背泳ぎ		
①入江陵介 (近大付高)	1分58秒85	
③中野 高 (法大)	1分59秒34	
■200m個人メドレー		
①佐野秀匡 (明大)	2分0秒73	
②高桑 健 (鹿屋体大)	2分1秒03	
■400m個人メドレー		
①佐野秀匡 (明大)	4分16秒18	
②谷口晋矢 (自衛隊)	4分17秒91	
■400mリレー		
①日本(小島・山元・伊藤・細川)		
	=日本新=3分18秒95	
■800mリレー		
①日本(松田・桜井・小島・細川)	7分14秒86	
(第一泳者・松田は200m自由形1分47秒83の日本新)		
■400mメドレーリレー		
①日本(宮下・北島・山本・細川)	3分36秒52	

#### 女子

■50m自由形		
③山田 香 (ニスポ元住吉)	26秒01	
予選敗退: 浦部紀衣 (関大)		
■100m自由形		
③山田 香 (ニスポ元住吉)	56秒29	
⑦三田真希 (コナミ東日本)	56秒78	
■200m自由形		
③三田真希 (コナミ東日本)	2分0秒78	
④浦部紀衣 (関大)	2分1秒61	
■400m自由形		
④上田春佳 (武蔵野高)	4分16秒62	
■800m自由形		
①矢野友理恵 (太成学院大高)	8分29秒51	
③藤野舞子 (キャラノ)	8分42秒31	
■50m平泳ぎ		
②北川麻美 (早大)	32秒27	
④三輪芳美 (早大)	32秒61	
■100m平泳ぎ		
②北川麻美 (早大)	1分9秒13	
④三輪芳美 (早大)	1分12秒08	
■200m平泳ぎ		
④北川麻美 (早大)	2分28秒81	
⑧三輪芳美 (早大)	2分39秒73	
■50mバタフライ		
③加藤ゆか (山梨学院大)	26秒98	
⑤土肥亜也子 (コナミ東日本)	27秒07	
■100mバタフライ		
④土肥亜也子 (コナミ東日本)	59秒81	
⑤中西悠子 (枚方SS)	59秒96	
■200mバタフライ		
①矢野友理恵 (太成学院大高)	2分9秒08	
③中西悠子 (枚方SS)	2分9秒75	
■50m背泳ぎ		
③中村礼子 (東京SC)	28秒89	
④中村真衣 (JSS長岡)	28秒90	
■100m背泳ぎ		
①中村礼子 (東京SC)	1分0秒82	
②五十嵐貴美 (鹿屋体大)	1分3秒06	
■200m背泳ぎ		
①中村礼子 (東京SC)	2分10秒33	
③五十嵐貴美 (鹿屋体大)	2分12秒55	
■200m個人メドレー		
②北川麻美 (早大)	2分14秒51	
③藤野舞子 (キャラノ)	2分15秒21	
■400m個人メドレー		
③藤野舞子 (キャラノ)	4分42秒70	
■400mリレー		
②日本(浦部・三田・山田・上田)	3分45秒86	
■800mリレー		
②日本(三田・浦部・上田・矢野)	8分6秒76	
■400mメドレーリレー		
②日本(中村礼・北川・中西・三田)	4分5秒14	

ようにというアプローチであり、もう1つがレース全体の総停止時間を少なくしてレースタイムを上げようというものである。正に知的な戦いであるといえる。

お分かりになったと思うが、速く泳ぐ技術はただ単に力をいれてたくさん泳ぐだけでなく、泳ぎの仕組みを考えて、それに合った自分の技術を習得することから始まるのである。仕組みを知って、その課題を克服するのがタイムアップの秘訣であるといえる。

「平泳ぎのレースで進行停止問題を考えなければならぬ」ということは、泳ぎの動作を解析して初めてわかったものであり、それを知って課題をみごとに克服した北島選手は、素晴らしい記録を出し金メダルの栄光に輝いたのである。速く泳ぐための「コツ」は、科学的な理論に裏付けされた効果的な技術ということになる。

今回は、クロールの先端技術である「きつかけ重視型加速技術」について解説する。

## 筆者プロフィール 河合 正治 氏

東京工業大学理学部応用物理学卒業後、日本光学工業(株)(現ニコン)入社。システムエンジニアとしてコンピュータを駆使した自動化や効率化に従事。精密工学会事業担当理事を経て(株)

ヒューマンテクノロジー社を創立。06年10月、セントジョセフ国際大工学部教授に就任。工学博士。日本水泳連盟競泳委員として泳ぎの動作をコンピュータで開発、競泳技術の専門家として世界に戦う選手の育成を支援する活動を展開。岩崎恭子、萩原智子、田島寧子、北島康介選手らを担当。JOC(日本オリンピック委員会)競泳強化コーチ、(財)日本水泳連盟競泳委員。62歳。