

# 連載

# 速く泳ぐことを科学的に 考えてみよう！

## 第9回

セントジョセフ国際大学工学部  
教授 河合正治

### レースは様々な 作業の積み重ね

競泳競技は、定められた距離を定められた泳法で泳ぎ、速さを競うものである。しかし実際のレースでは、ただその種目だけを泳いでいるのではなく、多くの作業をこなして最後にゴールの壁へタッチして終る。それらの作業の合計でタイムが決まり勝敗が決まるのである。図1は、長水路に於ける100m種目の様子を模式化したものである。選手は右のスタート台上から発する。号砲が鳴っても、動作の開始に反応時間のs1がかかってしまう。通称「リアクションタイム」と呼ばれている。スタート台を蹴って空中に飛び出してジャンプを行う。滞空時間はs2である。その後、水中に突入し、種目に応じた水中動作（一かき二けり、水中ドルフィン、バサロなど）を行う。その所要時間

図1. 長水路における100m種目のレースの展開での各種の作業

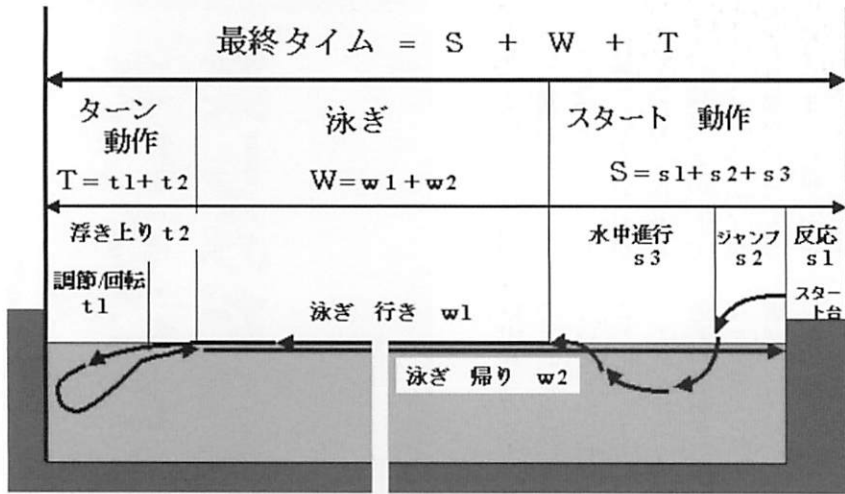


図2. 北島康介選手のレースの内訳

	経過時刻	所要時間		所要時間	%
号砲	0.00				
リアクションタイム		0.71			
足離れ	0.71		S		
ジャンプ		0.36	スタート所要時間	4.57	7.5%
手入水	1.07				
水中進行・浮き上り		3.50			
泳ぎ開始	4.57		W1		
前半泳ぎ		22.95	前半泳ぎ	22.95	37.9%
最終ストローク開始	27.52				
回転・蹴り出し		2.10	T		
蹴り出し	29.62		ターン所要時間	5.65	9.3%
水中進行・浮き上り		3.55			
後半泳ぎ開始	33.17		W2		
後半泳ぎ開始		27.44	後半泳ぎ	27.44	45.3%
ゴール	60.61				

はs3である。これらを経過して後、やっと泳ぎ出して進み、ターン側の壁近くまで進む。前半泳ぎ時間W1である。ターン前の最終ストロークで距離を調整し、ターンサイドの壁タッチや回

転動作を行い、壁を蹴って後半が始まる。距離の調節と回転動作、壁蹴りまでの所要時間はt1である。

蹴った後、再び種目に応じた水中動作で進行し浮き上る。所要時間はt2である。浮き上った後半の泳ぎ開始で一気にゴールへと泳ぎきってしまう。後半の泳ぎの主要時間はw2である。最終的なタイムは、スタート所要時間Sと泳ぎの所用時間Wとターン所要時間Tとの合計になる。つまり、レースではただ泳いでいるだけではないのである。

### スタート・ ターン時間は 重要ポイント

## 2

実際のレースの状況を北島康介選手の2001年福岡での世界選手権のデータを元に調べてみる。当時、北島選手のスタート技術は日本人としては上手な方だが、世界的にはもう一歩であった。ターンは世界トップ水準といえるほど上手であった。図2はその時の泳ぎのデータから算出した数値で、

図3. 北島康介選手のレースの内訳

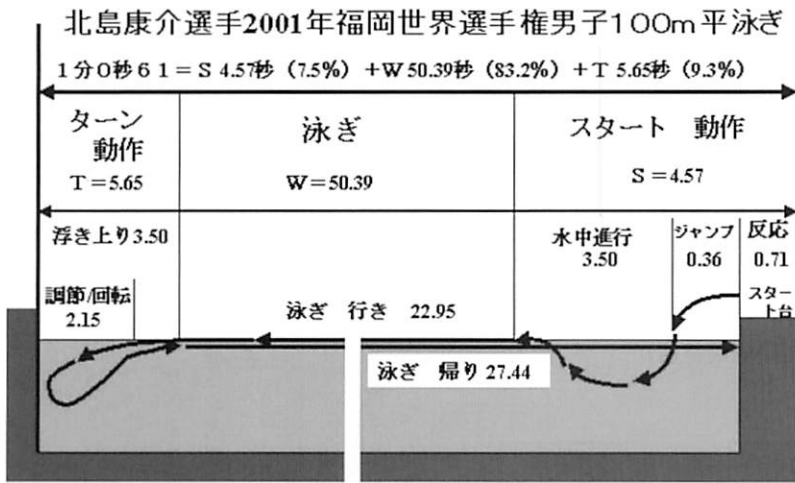


図5. リアクションタイムの評価

～0.7秒	0.71～0.75	0.76～0.8	0.8秒以上
速い	標準	遅め	遅い

図3はそれを図で示したものである。号砲からの反応時間(リアクションタイム、s1)は0.71秒とかなかないものだった。世界水準である。ジャンプs2が0.36秒、水中突入から泳ぎ開始までの水中進行s3が3.5秒で、スタート所要時間の合計Sは4.57秒であった。前半の泳ぎW1は22.95秒であった。ターンは、調整・壁タッチ・回転・蹴り出しの所要時間t1は2.10秒、浮き上りまでの水中進行時間t2は3.55秒で、ターン所要時間Tは5.65秒であった。後半

の泳ぎでの所要時間W2は27.44秒であった。結果、泳ぎに要した総時間Wは、50.39秒となった。所要時間の割合は、スタートSが7.5%、ターンTが9.3%、総泳ぎ所要時間Wは83.2%であった。スタート・ターンの所要時間が16.8%も占めているのである。100分の1秒を争う競泳競技で、タイムの17%ほど影響があることがわかる。おそらくは出来ないのである。泳ぐ練習に対して、17%をも占めているスタート・ターンの練習に、それだけの時間を割いている

### スタート技術を調べてみよう

## 3

だろうか。康介選手でも10秒以上使うスタート・ターン所要時間だが、その上手下手で1秒以上の差は容易に出るのである。もう1つ気になるのは、後半の方が泳ぎ時間が2割も長いことである。つまり、50mのターンでは時間的に半分も進んでいなく、今まで使った時間の2割も長い行程が待っていることになる。レース展開での重大なポイントになるであろう。

スタート・ターンは選手全員が行う。だから、余計なエネルギーを使うというわけではない。上手になってタイムアップしたら、そうでない選手に対し「ただ儲け」なのである。逆に下手ならば「ただ損」である。スタート・ターンを練習して、エネルギーを使わないタイムアップにトライしてみよう。

大会でよく見かけることで、一斉にスタートして浮き上がりでもう大きな差が出ている場合がある。特に速い選手でそういうことが多い。まだ泳ぎ始めていないのに、どうしてそんなことが起こるのである。これは、まったくのスタート技術力の差から生じている。体力差ではないのである。スタート時点でリードできると、その後のレー

ス展開でトップを取るために余計なエネルギーを使う必要がなくなり、極めて有利な展開が出来る。全体の7.5%の所要時間ということ以上に、レース展開上重要な技術なのである。

図2を見ると、スタート技術には、号砲に対する素早い反応、ジャンプ、水中突入後の水中進行・浮き上がりがあることがわかる。これを実際の動作展開上にブレイクダウンすると、号砲に対する動作開始反応技術、ジャンプの飛距離、入水技術、水中加速動作開始のタイミング、浮き上りから泳ぎ開始技術、などとなる。それぞれに重大なポイントがあり、その集大成のレースでの浮き上りでは、数秒近い差が出ることもごく普通に起こっている。

### 泳ぐ前にスタート台上での大きな差

## 4

日本選手権などの大きな大会で、スタート直後、電光掲示板に0.5～0.9秒位のタイムが一斉に表示されるのを見たことがあると思う。これが、リアクションタイムの表示である。わかりやすく言うと、号砲が鳴って選手が動作し、スタート台から足が離れるまでの時間である。言い直すと足離れ時間である。選手の敏捷な動作によってその時間が左右される。まだ泳いでも

図4. アジア大会の女子200m平泳ぎ予選でのリアクションタイム

1コース	中国	0.71
2コース	韓国	0.81
3コース	香港	0.76
4コース	日本	0.80
5コース	中国	0.69
6コース	シンガポール	0.81
7コース	棄権	
8コース	フィリピン	0.85

いないスタート台の上で、日常的に0.1～0.3秒ものタイム差が生じている。ここで生じたタイム差は、ハンデキャップとして、ゴールするまで背負っていくことになる。0.1秒の差があることは、例えば自由形の短距離種目で考えれば男子選手の平均泳速度は2.5m/秒位なので、約25cmの差がついていることになる。50mや100mなどの短距離種目で最初から25cm以上の差をつけられてしまうと、挽回には大きなエネルギーを必要としてしまい、レース展開上大きな損失である。

図4は、広島アジア大会、女子100m平泳ぎ予選最終組でのリアクションタイムの計測値で、国際大会でもこのように泳ぐ前のスタート台の上で0.15秒もの差が出ている。最近、日本のトップ選手はかなり上手になったが、反応がまだまだである選手も多い。北島康

介選手は平均的に0・71秒程度である。

図5は、リアクションタイムの1応の目安である。0・6秒台ならば世界のトップ水準である。一般にリアクションタイムが0・5秒台の場合にはフライングを取られるケースが多い。見ていて「あっ、遅れた!」と思われるようなケースでは、0・8秒以上かかっている場合が多い。データは普通の両足をそろえたグラブスタートの場合で、クラウチングスタートの場合は0・1秒ほど速くなる。リアクションタイムだけを見ると有利であるが、スタート台を片足で蹴るので、ジャンプのスピードが落ちてしまう。その後の水中進行に大きな影響があるので、どちらにするか選択は総合的な判断によるであろう。背泳ぎのスタートの場合は、動作が速くなるので0・1秒少なくして判断するとい

## リアクション タイムを短く する技術

5

リアクションタイムは、選手の敏捷性や反応能力に左右されるといわれているが、工夫をすることで短く出来る。図6は、図4でのスタート号砲直後の、台上での動作の連続映像で、上の列は5コースの選手、下の列は8コースの選手である。リ

図6. スタート台上の動作(広島アジア大会、女子100m平泳ぎ予選最終組)



アクションタイムは、上が0・69秒で世界トップ水準の速さであった。下は0・85秒と遅い選手である。0・16秒もの差がある。

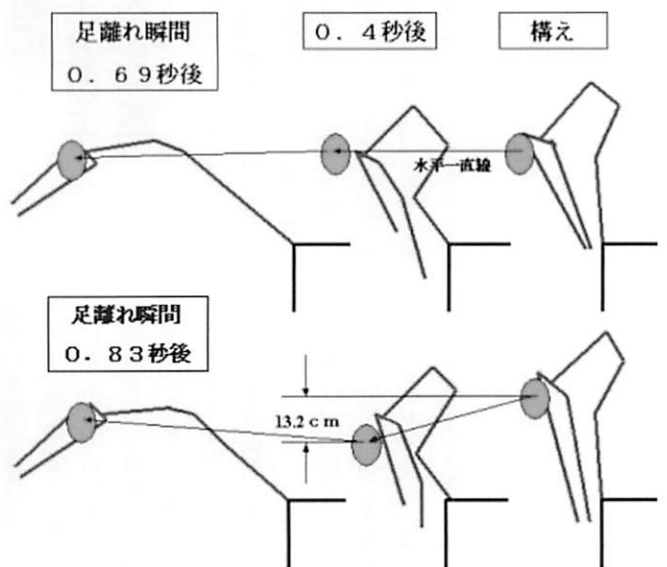
女子平泳ぎ種目なので、平均泳速度を考慮すると約25cm分の差になる。映像の右端は、スタート号砲直前の構えている姿勢で、中央の映像が号砲から0・4秒後のもので、選手が動き出した直後のものである。左は、上の選手の足が離れ

る瞬間のもので、号砲後0・69秒のものである。リアクションタイムが0・85秒の下の選手はまだ膝が曲がっており、足離れには至っていない。

両選手の頭の動きに注目して映像をみると、上の選手は真横に移動しているようだが、下の選手は真中の映像では下へ下がっている。

図7は、映像から選手の関節をつないだスティック図で、下の選手

図7. スタート台上の動作のスティック図



の頭の下がり方が良くわかる。寸法にして13・2cmも下がっている。これは何を意味するかというと、下の選手はスタート直後のジャンプ動作のために頭を下げて反動を取っているのである。一般に、スタート号砲後、音に反応して0・2〜0・3秒に身体が動き始める。反応時間は選手によって違うが、その差は0・05秒程度である。その後、このように頭を振って(沈み込んで)反動を取ると0・2秒程度は時間を取ってしまう。

上の選手は頭が横に移動しているので沈み込んでの反動は取っていないようだ。このため、両者に動作の所要時間の差が生じてしまい、結果的にリアクションタイム差が0・16秒にもなってしまった。

## 先に反動を 取るために 沈み込んでおく

6

反動動作は、頭を振って沈み込み、身体のしなりのエネルギーを溜め込んだ後、一気に発散して強いパワーを生むように行うのが普通である。沈み込んだ状態を反動のためのタメという。人間は急な動作開始には必ず反動が必要である。下の選手は最も自然に動作したのである。しかし、他の選手に遅れてしまった。これは技術力の差である。上の選手は反動を取っていないように見えるがそうではない。スタートの「ヨイ」の掛け声の後、号砲

直前に反動のための沈み込みを行い、反動のためのタメを蓄えて静止し、動作開始の準備を行ったのである。図7はその様子で、反動のタメを事前に取り状態を示した。下の選手は自然体で行うため、号砲後沈み込んで動作したのであるが0・2秒ほど時間を所要してしまふ。上の選手は事前にタメ込んでいたので、すぐ動作を開始できる。そのため頭は沈み込まないで横へ移動することになり、約0・2秒もリアクションタイムの短縮が行えるのである。これが技術(テクニク)である。

競泳界は、このようにあらゆる工夫をして少しでもタイムアップを計ろうとしている世界である。

## ジャンプの飛距離の秘密!

# 7

スタートの第2のポイントはジャンプであり、極めて重要である。その飛距離について考えてみよう。

図8はジャンプの飛距離についての考察を示している。ジャンプの飛距離は、水中への突入時に最初に手先が水へ接触する水面上の位置のスタート台からの距離を目安にする。突入後は水のしぶきなどで分かりにくいからである。計測はビデオで取っておき、コマ送りで再生し、身長を参照して画面上で計る。

図8. 反動のタメを事前に取り。

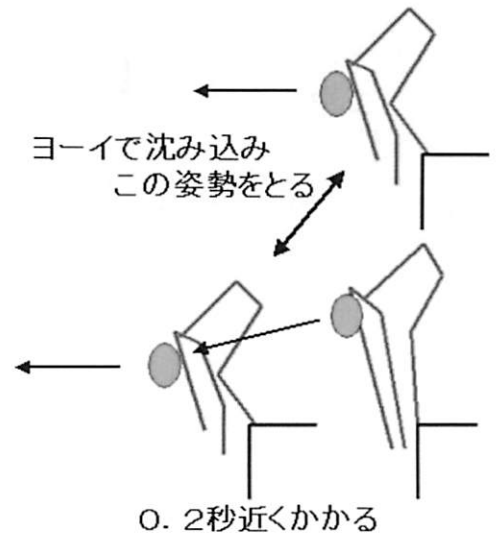


図9. ジャンプの飛距離の差

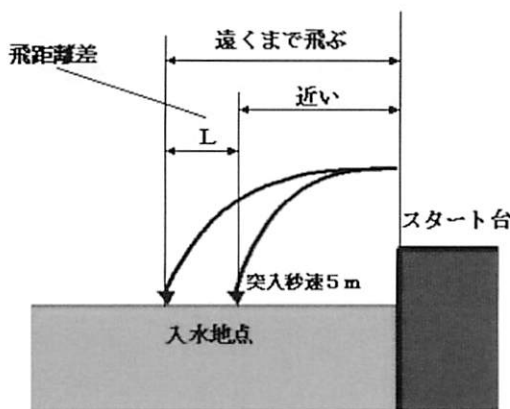
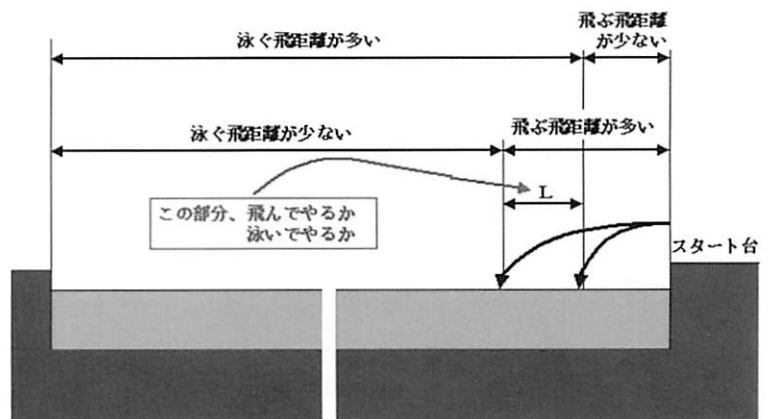


図10. ジャンプ飛距離の秘密



ジャンプの水への突入速度一般的に秒速5m前後で、女子選手でも若干少ない目ではあるがその位はある。

ジャンプの飛距離は、世界のトップは4m〜4・5m程もあるが、日本の女子選手では2・5m程度しかない選手も多い。距離が少ないとタイム的に大きな損失があるといわれている。ジャンプ飛距離の秘密で

ある。

図8での飛距離の差は大きな意味を持っている。飛距離の少ないA選手としかけ多いB選手を比べてみよう。図9をみてみよう。A選手は飛距離はしかけ短いので、泳ぐ距離がしかけ多いことになる。B選手は飛距離の多い分しかけ泳ぐ距離は少なくなる。つまり両選手に

とって、このLの長さをジャンプの空中で進むか、泳いで進むかの違いになる。重大なのは泳ぐ速度とジャンプで飛ぶ速度は大きく違うのである。

A選手とB選手の差のLという長さを仮に50cmとしてみよう。例えば50m自由形種目で考えると、世界記録は21秒台なので、平均泳速度は2・38m/秒となり、50cmを0・21秒で進むことになる。ジャンプの飛速度は約5m/秒なので、50cmは0・1秒で進んでしまう。0・12と0・1の差は0・11となり、空中を飛んだB選手の方が0・11秒タイムが速いことになる。

## 飛距離をのばせ!

# 8

平泳ぎで考えると、世界記録で泳速度は1・66m/秒なので50cmの所要時間は0・3秒になる。0・3秒引く0・1秒は0・2秒である。

ジャンプ飛距離が50cm少ないだけで0・2秒もハンデキャップを背負うことになる。フルプス選手やソープ選手は4・5mほどジャンプする。3m程度の日本選手では、この時点で0・3秒もの差をつけられていることになる。「ジャンプの飛距離を伸ばせ」ということは、タイムアップの重大な秘密なのである。

## スタート技術にしよう

# 9

リアクションタイムで0・15秒、ジャンプ飛距離で0・3秒と違ってくる。泳ぐ前に0・5秒近くも差がついてしまっている。動作はこの後、入水、水中進行、水中加速、浮き上りと続く。

後の動作では、上手と下手でもっと大きな差がつく。スタートだけで1秒や2秒の差は日常茶飯事である。ジャンプの飛距離を増やすテクニクもある。

今回は、大きな差を生むスタート技術をさらに掘り下げてみよう。