©NSCA JAPAN
Volume 28, Number 9, pages 4-13

特集 feature

アーティスティックスイミングの競技特性と競技者に求められる専門的体力

伊藤 浩志, Ph.D., (公財)日本水泳連盟AS委員, スポーツIT.info代表

1. アーティスティックスイミング競技の特徴

アーティスティックスイミング(以下、AS)には、音楽に合わせて演技を行なうルーティン種目と、単独の技の出来栄えを競うフィギュア種目がある。フィギュア種目は基礎的なスキル習得が必要とされるユース年代(14歳以下)でのみ行なわれる種目である。AS競技として一般的にイメージされるルーティン種目は、演技をする人数や求められる演技要素の違いにより6種目に分けられる**(表1)**。このうちソロ、デュエット、ミックスデュエット、チーム種目では課せられる規定演技の有無によりテクニカルとフリーの2つのルーティンが行なわれる。FINA世界選手権(FINA：国際水泳連盟)では、各ルーティンを別の種目とみなし計10種目が単独種目として実施されている。オリンピックではデュエット、チームの2種目のみが採用され、テクニカル、フリールーティンの合計点により順位が決定される。

ASの演技は、初めて世界選手権が実施された1970年代には、エレガントさや美しさを見せるゆっくりとした演技が中心であった。1984年オリンピックで種目採用されると、よりパフォーマンスを追及する「Sports Synchro」として高い同調性、正確な技術の遂行が求められるようになった。その後、2002年に、ロシアのDavydova選手とErmakova選手がスピーディーかつ複雑な動作で構成された演技を披露し世界に衝撃を与えた。これ以降、水上でダイナミックな動作を行なうアクロバティック動作の発展もあり、ASの演技は同調性や正確な技動作だけでなく、スピードやパワーも重要な要素となったといわれている(5)。

本稿では、トレーニング指導に役

表1 ASで実施されるルーティン種目のルール
人数のカッコ内は最少人数、演技時間の上段はテクニカルルーティン、下段はフリールーティンを表す。

種目	人数	演技時間	演技規定
ソロ	1	2分00秒 2分30秒	演技内容の規定に違いのあるテクニカルルーティンとフリールーティンが各種目で実施される。
デュエット	2	2分20秒 3分00秒	【テクニカルルーティン】 種目ごとに規定された5～8種類の演技内容（エレメンツ）を順序通り行なう。複数人で行なう種目では、エレメンツで規定されたジャンプなどの特殊な動作を除き、全員が同じ動作を同じ向きで行なう。 【フリールーティン】 演技内容、実施するスキル動作、使用する音楽に制限はない。ただし、3人以上で行なうハイライト動作の実施回数は最大6回に制限される。
ミックスデュエット	2 ※男女各1	2分20秒 3分00秒	
チーム	8（4）	2分50秒 4分00秒	
フリーコンビネーション	10（8）	4分00秒	ソロ、デュエット、チームをミックスした種目。演技を行なう人数が異なるパートとそれらを接続するパートにより、ひとつの演技を構成する。2人以下のパート、8～10人のパートをそれぞれ2回以上演技の中に組み込む。ハイライト動作は必須ではないが採点項目（芸術点、難度点）には含まれる。
ハイライトルーティン	10（8）	2分30秒	ハイライト動作を中心にした種目。水上に泳者を飛ばせたり（ジャンプ、スロー）、持ち上げたり（リフト、スタック）するダイナミックな動作や水面上に幾何学模様の陣形を作るといった規定要素で演技を構成する。

立つ知見を提供することを目的として、筆者が世界選手権大会を中心に過去20年間に行なってきたASのルーティン種目に関するパフォーマンス分析結果や、ユースからシニア年代競技者のフィールドテスト結果を紹介する。なお、本稿における採点基準に関する記述は現行ルールの補助資料である「FINA Artistic Swimming Manual For Judges, Coaches & Referees 2017-2021」(2)の内容に従った。

2. 移動に関するパフォーマンス

ASルーティン種目のパフォーマンスを客観化する第一歩として、演技中に泳者がどのようにプール内を移動するのか(プールパターン)を定量的に捉えることが重要である。また、プールエリアをどのように利用したか、脚技動作中の移動の多さなどは芸術点、難度点の採点基準に含まれることからも、移動に関するパフォーマンスを客観的に捉えることは重要である。**図1**はプールパターン分析の例を示したものである。映像解析により、0.5～1秒間隔でプール内における泳者の位置を算出し、移動軌跡、移動距離、スピード、泳者間の距離などを分析する。また、プールパターンに関するデータは、技動作の実施位置を併せて示すことで(例では規定演技が示されている)、プールサイド中央付近のジャッジからは泳者間の距離が近く見えるかなど戦術的な検討資料としても利用される。

図2は、2015年世界選手権での各ルーティン種目決勝における演技中の総移動距離と平均移動スピードを示したものである。ソロ種目では1人の泳者、デュエット、チーム種目は全泳者の中心座標(幾何中心)により各変量を算出し、参加12ヵ国(ただし、ミックスデュエットはテクニカル6ヵ国、フリー10ヵ国)の平均値、最小値、最大値を示している。

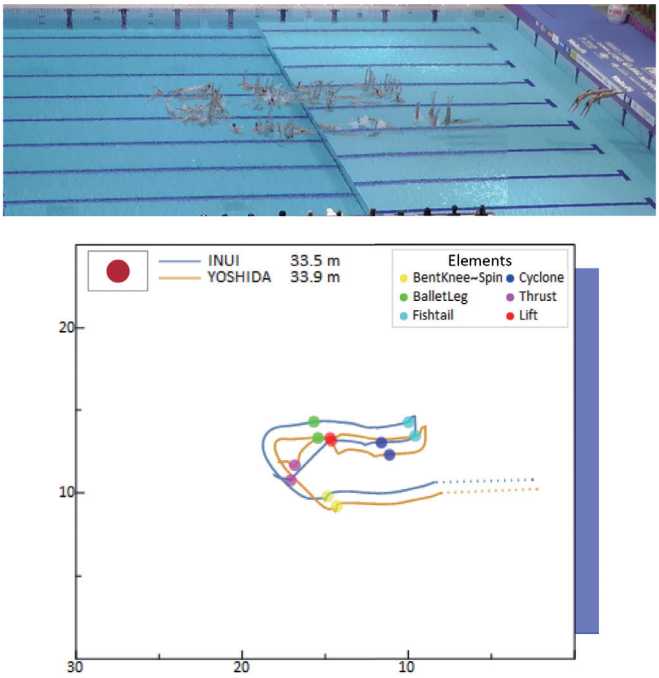


図1　プールパターンに関するパフォーマンス分析の例

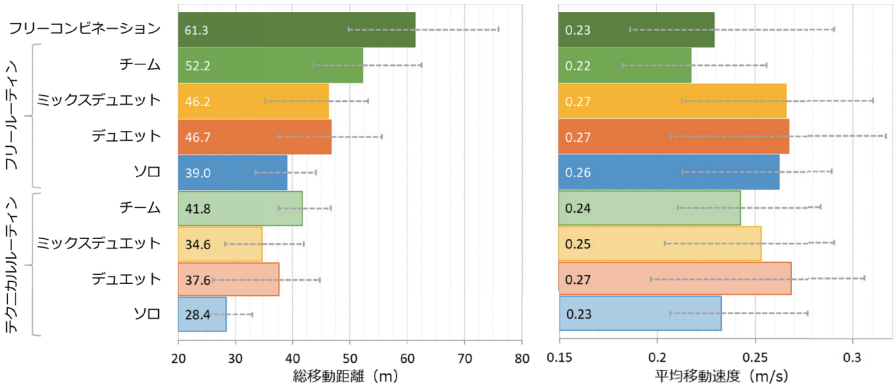


図2　各ルーティン種目の演技全体での移動距離と平均移動スピード
（2015年FINA世界選手権）
ソロ以外の種目は泳者全員の中心座標(平均)により各変量を算出している。グラフ各バーの長さとバー内の数値は平均値、エラーバーの左側は最小値、右側は最大値を表している。

総移動距離の最大値はソロ44m、デュエット55m、チーム62mで、演技時間が長い(グラフの上の種目ほど時間は長い)ほど移動距離は大きくなる。平均スピードは、わずかではあるが個人種目とされるソロ、デュエットがチーム系種目よりも大きい傾向がある。これは、チーム系種目では移動量が少ないジャンプやリフトなどのアクロバティック動作、隊形変化などが演技構成に含まれるためである。

平均移動スピードが大きいことは演技全体を通して移動していることを示していると解釈できる。移動の多いルーティン構成は採点での評価が高いことから、演技中の移動スピードの変化の様子を知ることはパフォーマンスの特徴を把握する上で有用である。**図3**は、日本代表と世界トップであるロシア代表のデュエット・テクニカルルーティンでの移動スピードの変化を示したものである。演技全体での平均スピードはロシアのほうが若干高くなっている。また、スピード発揮の動

態においても日本とロシアには違いがみられる。日本は、演技前半（60秒まで）は比較的高いスピードを維持しているが、後半部分では徐々にスピードが低下していく傾向がみられる。一方、ロシアは後半にかけてスピードが低下する傾向はあるものの、その程度は小さく、演技後半でも平均を上回るスピードを10秒以上維持するような演技構成となっている。

図4は、演技中に発揮された移動スピードごとにその頻度を相対値（全データ数を1とする）で示したものである。ロシアの演技では0.3～0.5m/秒の領域（**図4**において矢印で示された場所）でのスピード発揮の頻度が高く、これに対し日本の演技では0.3m/秒以下の領域（矢印よりも左側）でのスピード頻度が高い。ロシアの演技は、静止せざるをえない規定演技（エレメンツ）を除いて、常に演技全体の平均を上回るスピードを発揮しているとこれらのデータから解釈できる。このことは、常に動き回るダイナミックな演技構成であるというだけでなく、大きな移動を伴う難度の高い脚技にもなっていることを示している。ASルーティン種目で高いパフォーマンス発揮をするためには、短時間に移動できる能力だけでなく、それを10～20秒間続けることができ、さらに演技後半でも同じ水準を維持できる能力が求められるといえる。

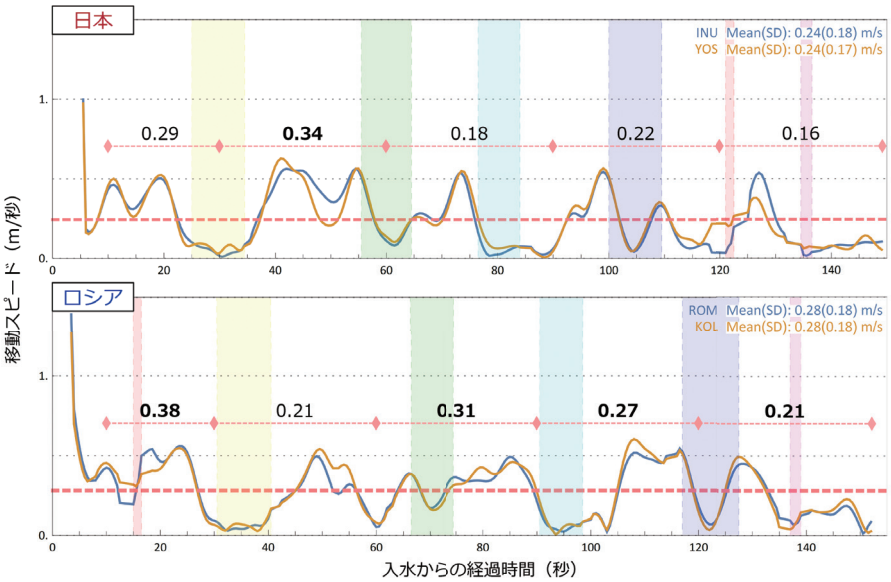


図3　日本とロシアのデュエットテクニカルルーティン中の移動スピードの変化（2019年ジャパンオープン）

グラフ内のマスク領域は規定演技の実施タイミング、破線は2泳者を合わせた平均値を示している。グラフ中段（波形上）に示した数値は演技開始から30秒ごと（最初の区間のみ20秒間）の平均スピードを示している。

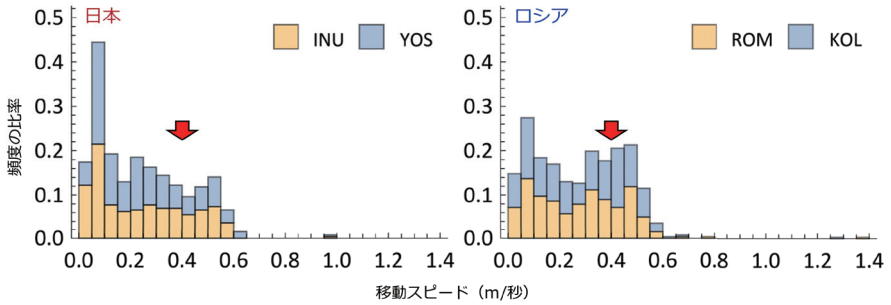


図4　日本とロシアのデュエットテクニカルルーティン中の移動スピードの発現割合（2019年ジャパンオープン）

泳者ごとに各スピード域が発現した回数を演技全体を1とした割合として算出。

3. ASのパフォーマンス構造

ASのパフォーマンス向上を考える上で、移動といった量的なパフォーマンス指標だけでなく、演技中にどんな動作が行なわれるのかといった質的な視点でもパフォーマンスを捉えることが重要である。**図5**はASルーティン種目におけるパフォーマンス構造を示したものである。ルーティン種目の演技は、プール内で行なう様々な動作と演技開始時に10秒以内で認められた陸上動作で構成される。ルール上は陸上動作なしに水中から演技を開始することもできるため、ルーティン種目のパフォーマンスの大部分はプール内動作であるといえる。プール内動作はスキル動作、ハイライト動作に大別でき、付属的要素として、水中動作、表現動作が含まれる。スキル動作は演技の中心的要素であり、水上に脚を出した状態で技動作を行なうフィギュア動作と、移動のための泳動作や腕の振りを行なう際の立ち泳ぎなど、非脚技動作であるストローク動作が含まれる。

フィギュア動作は、ルールで定義された動作を行なうシンプル・フィギュアと、シンプル・フィギュアの組み合わせや独自に創造した脚技を行なうハイブリッド・フィギュアに分けられるが、ルーティン種目で実施される脚技の大部分はハイブリッド・フィギュアである。フィギュア動作は、ASの技動作そのものであることから得点への寄与が高く、演技の構成要素としては最も重要であるといえる。また、チームやデュエット種目のように複数人で演技をする場合は、スキル動作の実施方法にバリエーションをもたせることができる。バリエーションには様々考え

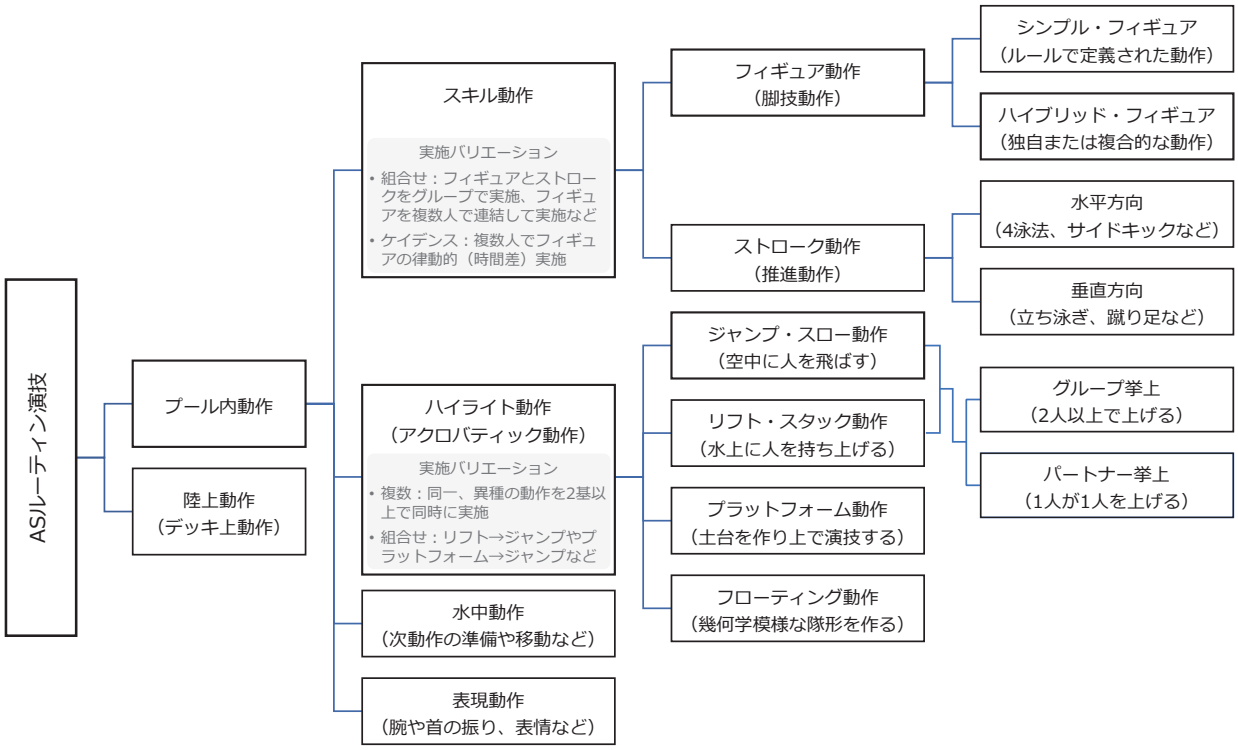


図５　ASルーティン種目のパフォーマンス構造

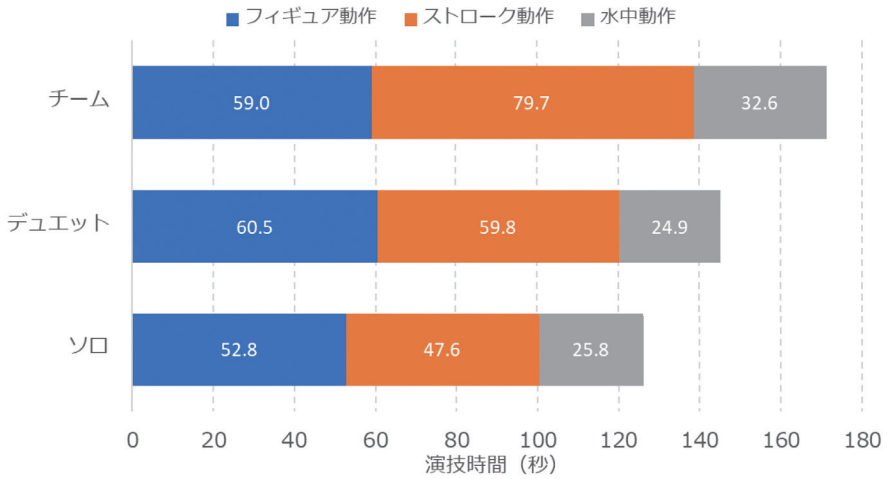


図６　各種目のテクニカルルーティンにおける演技構成
（2017年FINA世界選手権上位12ヵ国の平均値）

られるが、組み合わせパターンとして、数人のグループごとでフィギュア動作とストローク動作を同時に行なう方法や、泳者それぞれが異なるフィギュア動作を行ない、それらを連結するといった方法がある。また、チーム・テクニカルルーティンの規定演技にもなっている、同一のフィギュア動作を時間差で逐次的に行なうケイデンスも代表的なバリエーションである。スキル動作はこうした実施バリエーションを用いることで難度やハイライト性が高まり、単独での実施よりも得点への寄与が大きくなる。

ハイライト動作は、チーム種目において演技の見せ場を作ったり、ジャッジに強い印象づけを行なったりするためのアクセント要素である。ハイライト動作は、1人を空中に飛ばせるジャンプ動作（飛ぶ人が脚以外を押し上げられる場合はスロー動作）、1人ないし2人の身体を水面上に持ち上げるリフト動作（2人が縦に重なる場合はスタック動作）、水面上に複数人で土台面を作りその上で演技を行なうプラットフォーム動作、水面上に万華鏡のように隊形を形成するフローティング動作に分類することができる。スキル動作と同様にハイライト動作でも実施バリエーションがあり、4人で2基のハイライト動作を行なったり（複数・並列）、リフト動作後に連続的にジャンプ動作を行なったり（組み合わせ・直列）といった方法がある。また、ジャンプ・スロー動作、リフト動作では、水中で押し上げる人数により、1人が1人を挙げるパートナー挙上（主にデュエット種目で行なわれる）と2名以上で行なうグループ挙上に動作を分類することができる。

図6は、2017年世界選手権におけるソロ、デュエット、チーム種目のテクニカルルーティン演技中のフィギュア、ストローク、水中動作の実施時間を上位12ヵ国の平均値で示したものであ

る。演技構成の中心であるフィギュア動作の演技時間は総計で約50～60秒（総演技時間の33～41%）である。また、1回当たりのフィギュア動作の継続時間は1秒程度の短いものもあるが10～20秒間で構成される場合が多い。種目ごとに総演技時間が異なるためフィギュア動作の実施時間にも違いがあるが、ソロ、デュエットに関しては総演技時間に対する割合は約42%と同様であった。一方、チーム種目ではストローク動作と水中動作の時間が長い傾向があるが、これは、移動スピードの項で述べたのと同様に、泳者の並び位置を変化させる隊形変化が演技で求められること（＝ストローク動作時間の増加）や隊形変化やリフト動作の準備として水中動作が必要であることが影響している。チーム・フリールーティンを対象とした研究(1,3,4)ではあるが、世界トップクラスのフィギュア動作のトータルの実施時間は60～80秒程度と報告されている。総演技時間に対する相対時間は25～31%でテクニカルルーティンに比べ低下する傾向にある。したがって、演技時間の長いフリールーティンであってもフィギュア動作の時間は大きく増加するわけではないため、ASルーティン種目のフィギュア動作には間欠的な動作の実施を最大80秒程度続けられる能力が求められるといえる。

4. ハイライト動作に関するパフォーマンス

採点ルール上、ハイライト動作には「この動作を行なえば何点」といった明確な基準はない。しかしながら、チーム系種目ではハイライト動作の出来栄えが完遂度、難度の技術点、多様性、創造性の芸術点の採点対象であることから、フィギュア動作と並び演技構成の重要な要素であるといえる。

図7は、2017年世界選手権チーム・フリールーティンとフリーコンビネーションでのハイライト動作の種別ごとの実施数を、ルーティン（1チーム）当たりの平均値で示したものである。ジャンプ・スロー動作の実施数はチーム・フリールーティン、フリーコンビネーションのいずれも3.9回（割合ではそれぞれ53%、48%）で、最も採用数が多い。その中でもジャンプ動作は、水上に高く飛び上がりダイナミックな空中動作を行なうというインパクトの大きさがあることから、全体数に対しても約40%を占める最も重視される動作である。

図8は、やや古いデータではあるが、2013年世界選手権、2014年ワールドカップ大会のチーム・フリールーティン、フリーコンビネーションで実施されたすべてのジャンプ動作について、宙返り動作の回転数、捻り動作のスピン数ごとに実施頻度を示したものである。例えば、回転数が後0.5回、スピン数が0.5回であれば、背面姿勢で跳び上

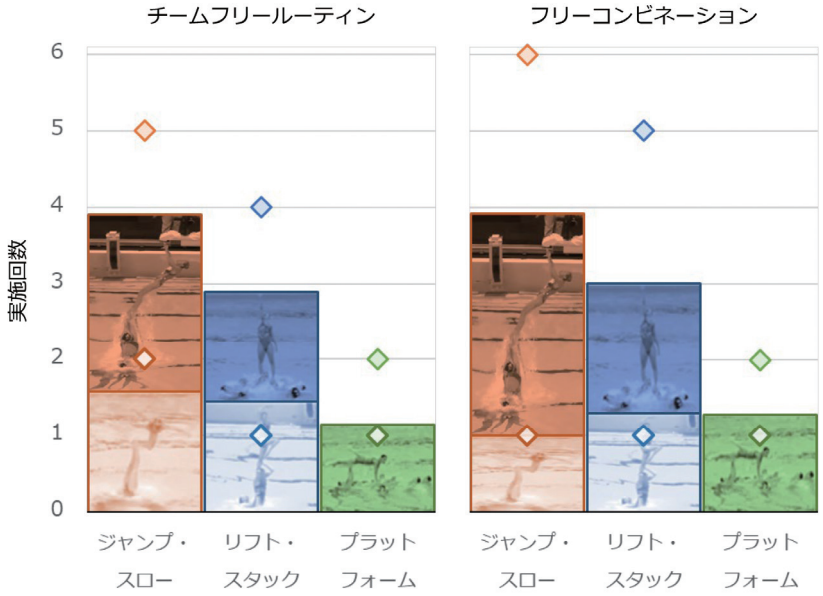


図7　チーム系種目におけるハイライト動作の実施数
（2017年FINA世界選手権上位12ヵ国の平均値）
二段になっているバーは上段がジャンプまたはリフト、下段がスローまたはスタックの値を表している。グラフ内の「◇（ひし形）」は各動作の最大、最小回数を表している。

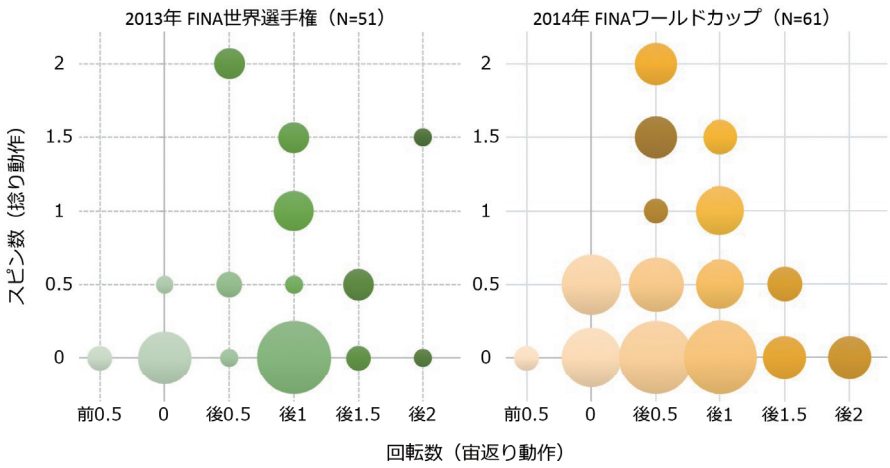


図8　チーム系2種目で実施されたジャンプ動作の空中動作バリエーションの頻度
回転数の「前」は前方回転、「後」は後方回転を意味する。各プロットの円の大きさは頻度の高さを表している。

がり、身体を180°捻り、頭から入水する動作（競泳の飛び込み姿勢）となる。また、回転数0、スピン数0であれば跳び上がった後そのままの姿勢で入水する動作となる。2013年では後方1回宙返りや跳び上がるだけの動作の頻度が高かった。1年後の2014年にはジャンプのみの動作の割合が減少し、捻りや宙返りが増加する傾向が見て取れる。さらに、後方2回転や2回捻りなどより高難度な動作の実施頻度も増加している。こうしたアクロバティック動作の高度化は現在まで続いており、抱え込み姿勢ではあるが3回宙返り動作を行なうチームも存在する。ジャンプ動作で空中に飛び上がる泳者＝フライヤーには、フィギュア動作に必要なスキルだけでなく、体操競技のような体性感覚や身体操作のスキルが必要となっている。

より複雑な空中動作を行なうためには、それなりの滞空時間が必要となる。つまりフライヤーをより高く投げ上げることがジャンプ動作では重要となる。強豪国の演技ではフライヤーの水上到達高が3mを超えるパフォーマンスを実現している**（図9）**。**図9**に示したデータと同一大会での日本チームの到達高は2.1m、やや古いデータではあるが2010年ワールドカップ大会でのジャンプ動作の到達高の平均値は1.8±1.2m（44試技）であることを踏まえると、3mを超えるジャンプ動作がいかに優れたパフォーマンスであるかがわかるであろう。

高さのあるジャンプ動作を実現するためには、フライヤーを水中から押し上げる土台の動きが重要である。ASのジャンプ動作の土台は2つの役割で構成される。ひとつはフライヤーを直接支持する「セカンド」で、もうひとつはセカンドを支える「ベース」である。**図10**は、ジャンプ動作で用いられる2つの代表的な土台の組み方を例示したものである。イラストの中で色付けされた泳者がセカンド、そのセカンドに触れている泳者がベースである。

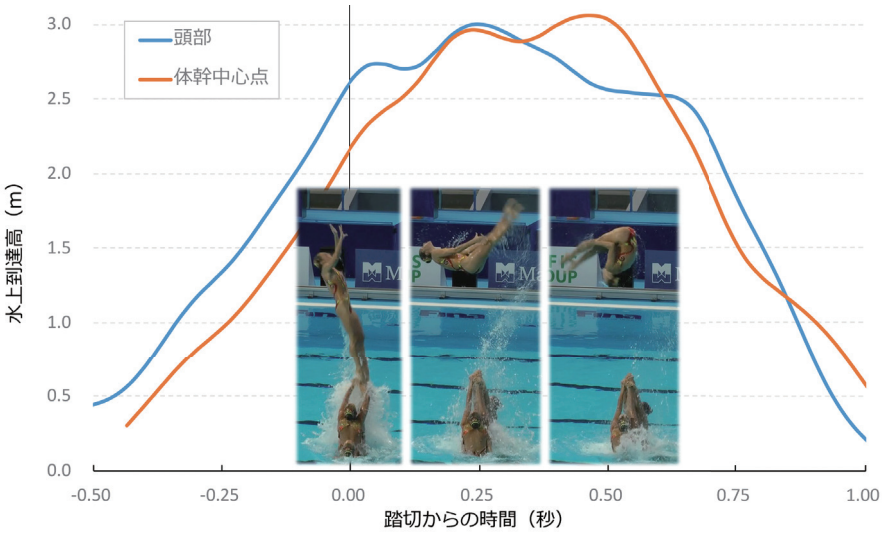


図9　ウクライナチームのジャンプ動作におけるフライヤーの水上到達高の変化（2015年FINA世界選手権）
グラフ内の写真は左から踏切、頭部ピーク、体幹中心点ピークの瞬間を示している。

図10　ジャンプ動作の水中での土台の組み方のバリエーション

肩のせタイプでは、1人のセカンドの肩にフライヤーを乗せ、それ以外の泳者はベースとしてセカンドの両脚、腰を支える位置に配置される。セカンドが勢いよく立ち上がることでフライヤーは上方に押し出される。バンギーナタイプでは、腕を伸ばし向かい合って構える2人と、その2人の手の下に逆立ちスクワット姿勢で1人が構える計3人がセカンドとなる。残り4人の泳者はセカンドを支えるベースに配置される。フライヤーは、3人のセカンドによる、脚の蹴り上げと腕の引き上げによって上方に押し出される。

この2つのタイプの最大の違いは、フライヤーに力を直接作用させるセカンドの人数にある。バンギーナタイプは3人の力をフライヤーに作用させることができるため、肩のせタイプよりも大きな上昇の力を発揮することができる。3mを超えるパフォーマンスを発揮するジャンプ動作ではすべてバンギーナタイプの土台が採用されている。一方で肩のせタイプは上昇の力は小さいものの、押し上げる動作を1人で行なうため、動きのタイミングを取りやすい、肩の上でフライヤーの姿勢を安定させやすいといったメリットがある。こうした理由から、肩のせタイプは初級レベル者の演技はもちろん、上級レベルであっても確実に演技を成功させたい場合に採用されることも多い。実際に2017年世界選手権チーム系種目決勝での59試技のジャンプ動

作では肩のせタイプ53%、バンギーナタイプ47%の採用比率であった。

ジャンプ動作でフライヤーを空中高く投げ上げるためには、セカンドの素早い立ち上がりやキックのための脚の伸展、投げ上げのための肩の屈曲(前方挙上)、またセカンドを支えるベースによる、素早い巻き足や蹴り足が必要であり、いずれの動作でも瞬間的かつ大きなパワー発揮が重要となる。また、フライヤーには下からの急激な押し上げの力に負けない脚力や力を受ける姿勢を保つスキルが求められる。ここ数年はジャンプ動作の到達高の伸びが限界に近いこともあり、フライヤーを他の泳者が空中で受け止めるといった複合的な動作が開発されている。今後、ジャンプ動作やリフト動作においてフライヤーや水面で演技をする泳者には、ここで述べた以外にも上肢の支持力などアクロバティックな動作を遂行するための能力が重要となるであろう。

5. ASの専門的体力

日本水泳連盟AS委員会は、ユース(14歳以下)、ジュニア(18歳以下)、シニア(19歳以上)の各年代における日本代表選手を対象に、ASの専門的体力を反映し、スキル動作をモデル化したフィールドテストを実施している。ここでは、それらの計測結果を示し、ASに求められる専門的体力の特徴について紹介する。

表2-1は、要素的なスキルを含む専門的能力を評価するためのフィールドテスト項目について、実施方法、評価の対象とする能力、身体部位をまとめたものである。ルーティン種目のスキル動作は、身体を水面上により高く出したほうが採点において評価が高い。「高さ」の評価には、瞬発的な高さである動的高さと、持続的に高さを維持する静的高さがある。フィールドテストでは、スキル動作の基礎的能力ともいえる動的および静的高さ発揮をパフォーマンスとして評価する項目を含んでいる。動的高さ、静的高さに関しては、フィギュア動作はレッグ・ブースト、垂直姿勢、ストローク動作はボディ・ブースト、エッグビーターによってその能力を評価している。また、フィギュア動作の遂行には柔軟性が重要な体力要素となる。テスト項目としては、基礎的なフィギュア動作の中で、柔軟性、身体の操作感覚(スキル)が最も求められる動作のひとつである水中スプリット動作により柔軟性を評価している。

表2-2は、直接的なASパフォーマンスではないが、ルーティンでのパフォーマンス発揮を支える基礎的体力を評価するためのフィールドテスト項目をまとめたものである。これらのテスト項目では、関与する能力や身体部位が単一もしくはできるだけ少ないシンプルな動作を設定している。柔軟性に関する項目では、フィギュア動作を行なう上で、また脚を美しく見せる(脚質)ためにも重要な足関節、股関節の可動域を評価している。筋力に関する項目では、あらゆる運動でもベースとなる体幹部、ジャンプやリフト動作の土台(セカンド、ベース)で必要となる脚や上肢の能力について評価している。自由形泳は、ASアスリートにとって一般的運動に位置づけられるが、水泳経験者であれば比較的習熟した運動でもあることから、純粋に全身での能力発揮を評価するのに適しているといえる。フィールドテスト項目では、短時間での全力パワー発揮を評価す

表2-1　ASの専門的能力(要素的スキル／パフォーマンス)を評価するためのフィールドテスト項目

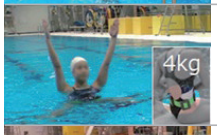
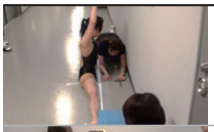
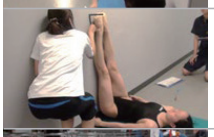
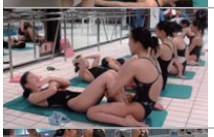
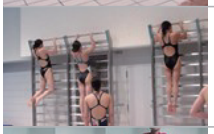
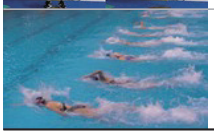
テスト項目		能力	部位	実施および測定方法
	ボディ・ブースト	動的高さ(パワー)	下肢	素早い蹴り足動作により水面からできるだけ高く跳び上がる。跳び上がる際、両腕を挙上した状態で行なう。水面から指先の最高到達高を測定する。
	レッグ・ブースト	動的高さ(パワー)	上肢・体幹	逆立ち姿勢で揃えた両脚を水面上に勢いよく突き出す。水面からつま先の最高到達高を測定する。
	負荷付き エッグビーター	静的高さ(パワー持久)	下肢	腰に4kgの重りを付け、両腕を挙げた姿勢で立ち泳ぎを行なう。水面からバストトップ(ジュニア、ユースは脇)の高さでスタートし、あごが水面につく時点までの時間を測定する。
	負荷付き 垂直姿勢	静的高さ(パワー持久)	上肢・体幹	腰に2kgの重りを付け、身体を一直線にした逆立ち姿勢を維持する。水面から大腿部2/3が出る高さでスタートし、膝関節が水没するまでの時間を測定する。
	水中スプリット	柔軟性	股関節	両手に浮き具を持ち、両脚を伸ばし、水面と並行を保ったまま前後に開脚した姿勢をとる(腰をねじらず、左右の腰骨を正対させる)。つま先を結んだラインと恥骨結合の距離を測定する。左右行なう。

表2-2　ASの専門的能力（要素的スキル/パフォーマンス）を評価するためのフィールドテスト項目

テスト項目		能力	部位	実施および測定方法
	横開脚	柔軟性	股関節	座位姿勢で脚を伸ばしたまま最大限に左右開脚を行ない、つま先を結んだ線と恥骨結合の距離を測定する。上半身は鉛直を保ち、両手は上に挙げたままにする。
	つま先伸ばし	柔軟性	足関節	仰向けで両脚を鉛直に挙げる姿勢になり、踵を壁に着けたまま足関節を最大限に底屈し、つま先と壁との距離を測定する。膝を曲げず、お尻を壁に着け、脚をねじらない状態（股関節回旋0度）で行なう。
	シットアップ	筋力（パワー）	体幹	両膝を90°に曲げ、両腕を胸の前で組んだ姿勢で上体起こし動作を行なう。補助者が両脚を固定する。背中が床に付く位置から両肘が両大腿に触れるまでを1回とし、30秒間の反復数を測定する。
	バックエクステンション	筋力（パワー）	体幹	台上でうつ伏せになり、両手を後頭部で組んだ姿勢で背面上体起こし動作を行なう。補助者が両脚を固定する。上半身が下向き鉛直から水平になるまでを1回とし、30秒間の反復回数を測定する。
	プッシュアップ	筋力（持久）	上肢	両腕は肩幅に開き、脇を締めた腕立て伏せ動作を行なう。床に顎が触れるまで曲げるを1回とし、65回/分のテンポ（曲げ、伸ばしそれぞれ１拍）で繰り返し、ついていけなくなるまでの回数を測定する。
	懸垂	筋力（最大）	上肢	鉄棒や肋木に左右順手でつかまり、両肘を伸ばした位置からあごが棒の上に出る位置までを1回とし、反復回数を測定する。制限時間は設けない。
	垂直跳	筋力（パワー）	下肢	両腕の振込動作ありのカウンタームーブメントジャンプ（反動動作付きの垂直跳躍）を行ない、最高到達高を測定する。
	25mフリー	パワー	全身	25m自由形泳のタイムを測定する。
	400mフリー	持久力	全身	400m自由形泳のタイムを測定する（50mプールで実施）。

る25m泳とルーティンの演技時間に近い持久能力を評価する400m泳を設定している。

図11-1、2は、フィールドテストの各項目の計測結果を年代ごとに相対度数分布として示したものである。対象者は女子140名、男子3名である。各グラフの縦軸は測定値の範囲を示し、グラフ内の各バーの横幅が測定値の頻度を示している。つまり、バー幅が広ければ、その測定値のデータ数が多いことを意味し、横幅が広いバーが集まっている測定値の範囲に平均値があるとみなすことができる。なお、男子は対象者が少ないことから平均値のみを点でプロットしている。

グラフ内に不等号の記号で示したとおり、項目によっては年代グループ間で、平均値に統計的な有意差が認められた。

表3　フィールドテスト結果にみられた年代グループ間の差
「＋」記号はグループ間に統計的有意差があることを示している。

		ユースとジュニア	ジュニアとシニア
フィギュア動作	**レッグ・ブースト**	＋	＋
	負荷付き垂直姿勢	＋	＋
ストローク動作	ボディ・ブースト	＋	
	負荷付きエッグビーター	＋	
柔軟性	**水中スプリット**		＋
	横開脚		
	つま先伸ばし	＋	
筋力	**シットアップ**		＋
	バックエクステンション	＋	
	プッシュアップ		
	懸垂		
	垂直跳		
全身パワー/持久力	25mフリー	＋	
	400mフリー	＋	＋

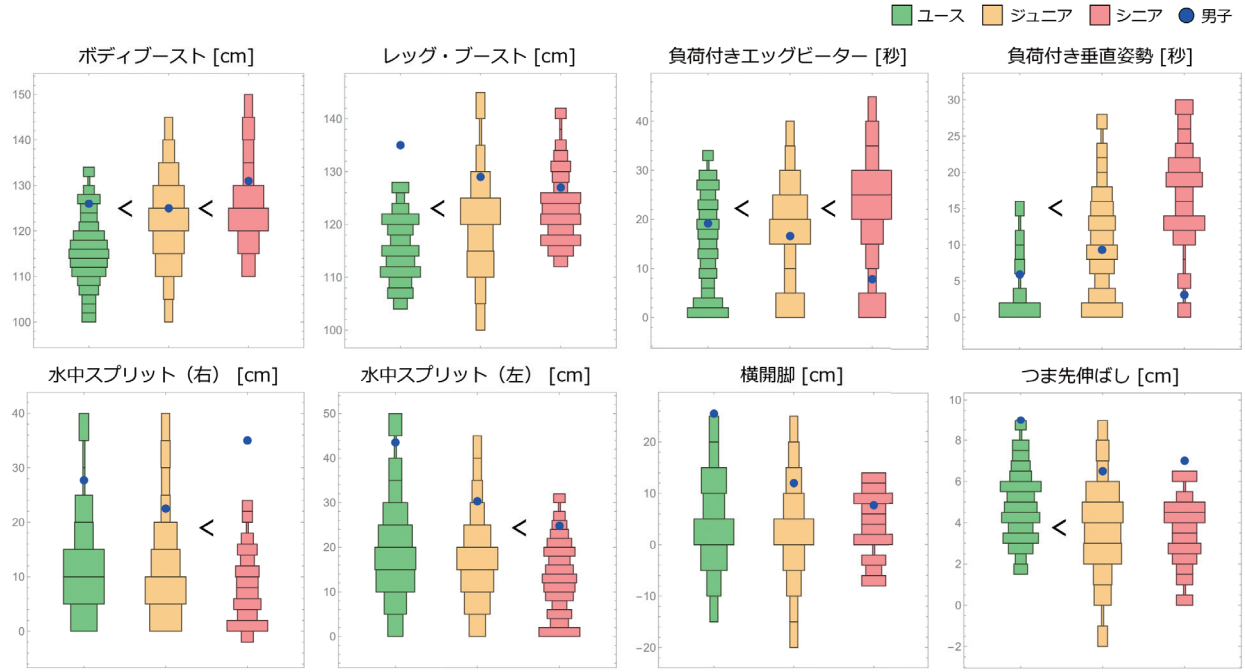


図 11 - 1　専門的能力（要素的スキル／パフォーマンス）と柔軟性のフィールドテスト結果
要素間の不等号（<）は年代グループ間で平均値に統計的有意差（危険率 5%未満）があることを示している。

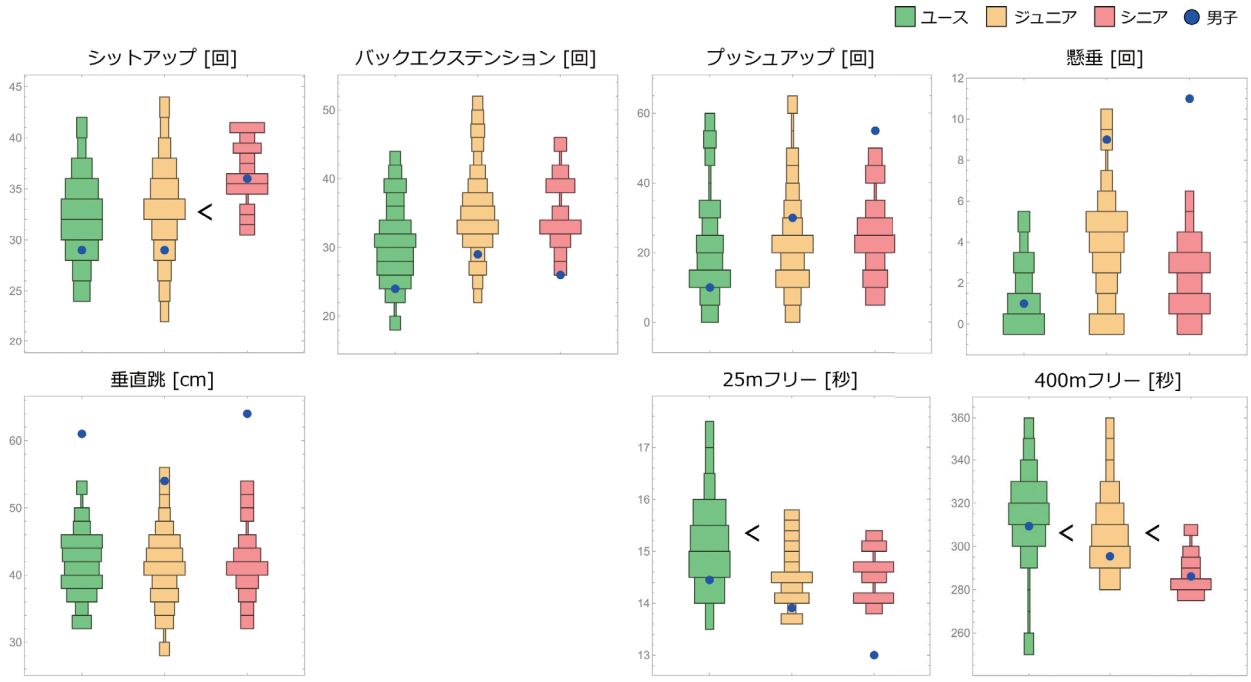


図 11 - 2　基礎的体力（筋力、泳パワー、泳持久力）のフィールドテスト結果
要素間の不等号（<）は年代グループ間で平均値に統計的有意差（危険率 5%未満）があることを示している。

表 3 は、年代グループ間に認められた差を一覧としてまとめたものである。これらをみると、ユースとジュニア間でのみ差があるもの、ジュニアとシニア間でのみ差があるもの、いずれのグループでも差があるまたはないものがある。女子アスリートの場合、一般的にはジュニア期で発育は完了していると考えられる。ジュニア期では本格的トレーニングの開始により全面的な体力面の向上が大きく、シニア期では高負荷のトレーニングにより専門的なスキルおよび体力面での発達が大きくなるといえる。すなわち、ジュニアからシニアにかけて向上する能力は高度な専門性を伴うと同時に、トレーナビリティーの高い要素であると考えることができる。今回示したデータでは、レッグ・ブースト、負荷付き垂直姿勢、水中スプリット、シットアップ、400 m フリーでシニアグループがより優れた

値を示している。フィギュア動作であるレッグ・ブースト、負荷付き垂直姿勢、水中スプリットは、スキル面の要素が強いことから習熟的トレーニングの効果を反映しているといえる。また、シットアップ、400mフリーでみられる差も、高負荷のトレーニングによる強化的方向でのトレーニング効果であると考えられる。

ユースとジュニア間でのみみられた差は、ストローク動作と一般的・要素的体力(足関節の柔軟性、背筋群の筋力)に関する項目であった。これらの違いは、体格面での発育、発育による基礎的体力向上の影響もあるが、ジュニア期に開始される本格的なASトレーニングによる効果であると考えられる。したがって、これらのフィールドテスト項目の継続的なモニタリングにより、実施したトレーニングが効果的であるかを評価することができるであろう。

最後に、有意な差が認められなかった項目について触れておく。ASのスキル動作とは関連性が薄いと考えられる上下肢の筋力系項目は、ユース、ジュニア、シニアのすべてのグループ間で差が認められなかった。このことは、シニアアスリートは専門性が高まり一般的体力の重要性は低下するという捉え方もできるが、一般的体力の低さがより高度な専門性を身に付ける上での足枷になるという見方もできる。日本代表チームのルーティン演技ではジャンプ動作の高さ不足が弱点であると指摘されて久しい。ここ数年で改善しているが、世界トップとの差はまだ大きい。ハイライト動作の項で述べたが、優れたフライヤーのパフォーマンスには高い水上高が必要であり、水上高は土台でいかに大きなパワーを生み出せるかで大部分が決定づけられる。上下肢の筋力系項目は土台の中でセカンド、ベースが行なう動作と関連する能力を評価するものである。日本チームにおけるジャンプ動作の高さ不足は、フィールドテスト結果にあるように上下肢のパワー発揮能力の不足も原因のひとつであると考えられる。ジャンプ動作のパフォーマンス向上のためには、ASのスキル動作にとっては一般的能力ともいえる、浮力の影響がない環境で大きな力を瞬間的に発揮する能力の向上が重要であろう。

ここで紹介したフィールドテストは、要素的、基礎的な能力に限定されるが、トレーニング効果のモニタリング方法として有効な手段である。また、各年代の日本代表レベルアスリートの測定結果は、トレーニングで向上させたい能力の基準値(トレーニング目標)の設定に有用であろう。

6. まとめ

本稿では、パフォーマンス構造、ルーティン種目のパフォーマンス分析結果、フィールドテスト結果による専門的体力の特徴を通して、ASの競技特性について解説した。ASは、柔軟性、持久力をベースの体力とし、高度な同調性と正確な技動作の実施といったスキル発揮が求められる競技である。現在の世界トップレベルの演技では、これらに加え、素早い移動、高速な脚技、ダイナミックかつ複雑なアクロバティック動作といったパフォーマンス発揮が重要となっている。このことは、ASではこれまで一般的体力とみなされる傾向のあったスピード、パワー(スピード筋力)もパフォーマンス向上には重要であり、トレーニング遂行上は専門的能力としてトレーニング課題に位置付ける必要性を示しているといえよう。本稿で紹介したパフォーマンス分析結果やフィールドテストに関する情報が、ASにかかわるコーチのコーチング・ツールのひとつとして役立てられることを願うものである。◆

謝辞

本稿に示されたルーティン種目のパフォーマンス分析には、国立スポーツ科学センターと日本水泳連盟AS委員会が協働で実施した医科学サポートプロジェクトで得られたデータを利用した。

参考文献

1. 足立夢実. シンクロナイズドスイミングにおける強豪国の戦術に関する研究. *早稲田大学修士論文*(未公刊). 2015.
2. Fédération Internationale de Natation. *FINA Artistic Swimming Manual For Judges, Coaches & Referees 2017-2021.* 2017.
3. 藤島遥香. シンクロナイズドスイミングにおけるフリールーティン分析 －世界水泳2011・チームフリールーティン演技構成に着目して－. *筑波大学修士論文*(未公刊). 2013.
4. 本間三和子. シンクロナイズドスイミングにおけるフリールーティンの演技構成に関する研究. *筑波大学運動学研究.* 13: 9-20. 1997.
5. 本間三和子. シンクロのノーティカルチャート. *水泳水中運動科学.* 8(1): 21-28. 2005.

著者紹介

伊藤 浩志：
JOC医科学強化スタッフ、元JISS研究員、現在はスポーツでのIT活用に関するコンサルタントを行なう。2001年よりAS日本代表チームなどの科学分析サポートに従事する。