

2017 年度 9 月修了 修士論文

自転車競技の BMX レース種目における「スタート」の
コーチング研究

早稲田大学 大学院スポーツ科学研究科
スポーツ科学専攻 コーチング科学研究領域
5014A035-7

松下 巽

研究指導教員：土屋 純 教授

目次

I. 問題提起	1
II. 目的	8
III. 実践計画	9
1. コツの抽出と技術の明確化	
2. 被験者	
3. 指導計画と各種測定	
4. ビデオ撮影	
IV. 実践記録	12
1. 技術ポイントの抽出と練習方法の考案	
2. 事例の提示	
(1) 指導前の評価と課題の抽出ならびに練習方法の考案	
(2) 練習方法の実施と指導後の評価	
V. 考察	36
VI. まとめ	40
VII. 参考文献	41
VIII. 謝辞	42

I -問題提起

自転車競技の BMX レース種目は、主にレースとフリースタイルに分類される。レース競技は、車輪の直径が 20 インチの競技用自転車を使用し、およそ 300～400 メートルのコースを使用して、順位とその所要時間を競う。コースの形状は、場所によって様々であるが、5～8 メートルの高さのスタートヒルからスタートし、土やアスファルトで造成された大小様々なジャンプやコーナーで構成されている。BMX レース種目は最大 8 人で一斉にスタートし、着順を競う競技で、BMX フリースタイル種目では技の難易度や完成度が競われる点で異なっている（図 1）。2008 年北京オリンピックよりオリンピックの正式種目となって以降 3 大会が行われ、欧米を中心に盛んな種目である。レース競技は、1970 年代初期にアメリカ・カリフォルニア州の子供たちが自転車でモトクロスを真似たことから始まり、70 年代半ばにはレースが全米で行われるようになった。その後、1982 年には初の世界選手権が開催された。

日本の競技力としては、上位 3 名の選手が、2016 年度の国際ランキングで、52 位、53 位、80 位となっている。オリンピックの最大国別出場枠は 3 名で、各国上位 3 名のポイントの合計で国別ランキングが決定し、そのランキングにより国別出場枠数が決定する。1～3 位が 3 名、4～7 位が 2 名、8～13 位が 1 名となっている。過去のオリンピックへの出場状況は、2008 年北京オリンピックで 1 名出場、2012 年ロンドンオリンピックでは、出場枠を逃し、2016 年リオデジャネイロオリンピックでは、再び 1 枠を獲得している。しかしながら、オリンピックを含めた過去の世界選手権大会、ワールドカップ等の国際大会では、スタートでトップの位置に付くことが出来ず、後半のセクションやコーナーで追い上げていくパターンが多く、トップ争いができない苦しいレース展開を強いられているのが現状である。

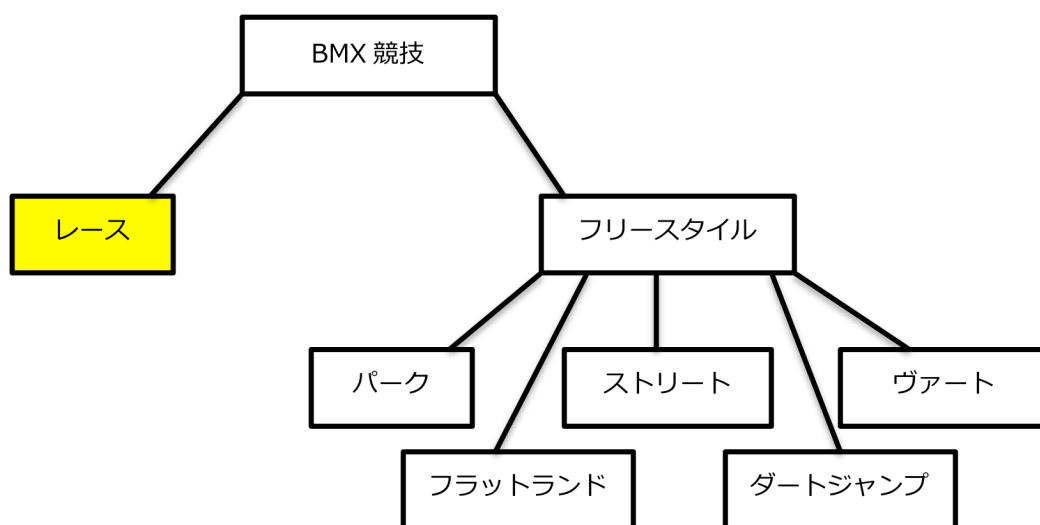


図 1 BMX 競技の種目

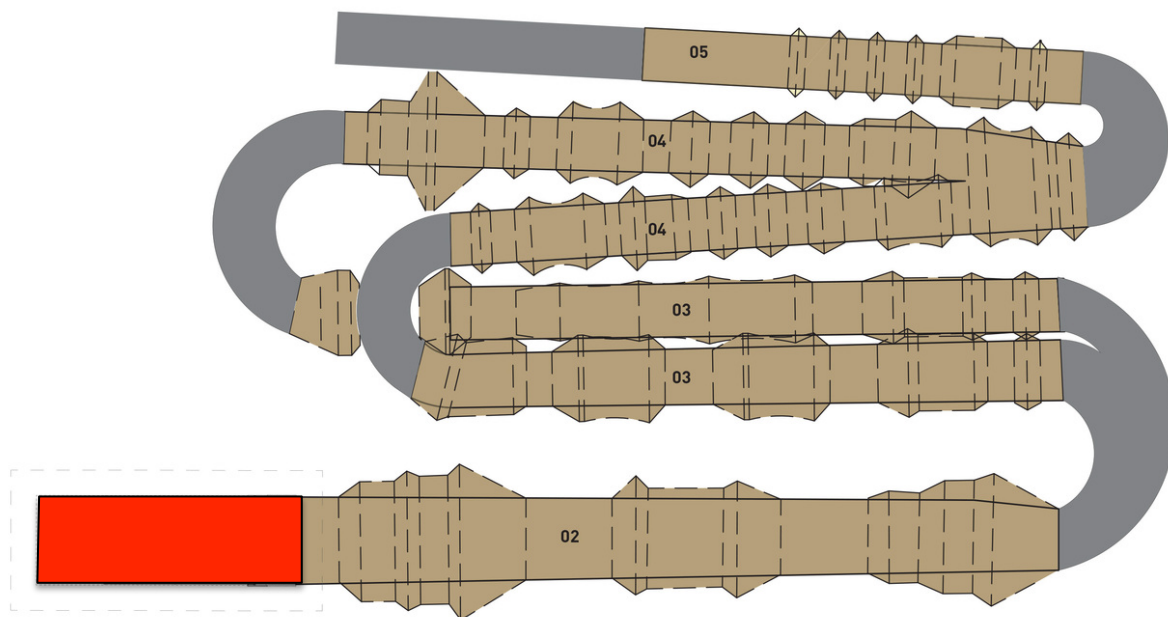


図2 リオオリンピック BMX レース競技場

(<http://www.archdaily.com/792521/radical-park-rio-2016-vigliecca-and-associados>)

BMX 競技で使用されるコースは、主にスタート、ジャンプ、コーナーの局面からなる（図 2）。図 2 の赤部分のスタートは、各セクションよりも高い位置にあり、スタートゲートとそこから下るスロープ（以下、スタートヒル）で構成されている。"OK RIDERS RANDOM START"、"RIDERS READY WATCH THE GATE" というアナウンスの後に、0.1～2.7 秒の間でランダムにシグナル音になるのと同時に、赤・黄色・黄色・緑のライトが順番に光りゲートが開く。茶色部分で示されている各ストレートは、最低 40m 以上で様々な形状のジャンプで構成され、灰色部分で示されたコース上に最低 3 ヶ所設置されるコーナーで繋がれている。競輪や自転車トラック種目とは異なり、周回もしない。1 レースは、およそ 30～40 秒の競技時間で勝負が決まり、全力運動が行われる。競技中は、スタート直後から爆発的なペダリング運動を行い、その後はコーナー入り口または出口とジャンプ間に、極めて短時間のペダリング運動を繰り返す。先行研究によると、レース中 86.3%の時間はペダリングをしておらず、ペダリングを行っているのは残りの 16.7%の時間にすぎないという報告もなされている（Zabala M, 2008）。

競技スケジュールは、3 ラウンドからなる予選の結果によって決勝ラウンドへの進出が決まり、選手のエントリー数によって 1/16 決勝、1/8 決勝、1/4 決勝、準決勝がそれぞれ 1 回行われ、組み合わせによって各レースでスタートする人数は異なるが、それぞれ上位 4 位までが次のステージに進む。最後に 8 名で決勝が行われ、1～8 位が決定する（表 1）。予選ラウンドも含めると 1 日に最大 8 レース行う場合もあり、全レースを通じて高いパフォーマンスの発揮が必要とされるため、次のレースま

でに体力を素早く回復させることも重要となる。国際レベルの選手 10 名を対象に競技中の生理学的応答について調査した研究では、被験者の血中 pH が酸性に傾いてしまう障害が観察されたことから、BMX のような高強度運動を繰り返すスポーツにおいても、有酸素トレーニングが重要であることを示している (Louis J, 2012)。

表 1 シーディングシステム

# Riders	Motos	1/16 Finals	1/8 Finals	1/4 Finals	1/2 Finals	Final
5-8	1 heat	-	-	-	-	-
9 -16	2 heats	-	-	-	-	1 heat
17 - 19	3 heats	-	-	-	2 heats	1 heat
20 - 32	4 heats	-	-	-	2 heats	1 heat
33 - 40	5 heats	-	-	4 heats	2 heats	1 heat
41 - 64	8 heats	-	-	4 heats	2 heats	1 heat
65 - 80	10 heats	-	5 heats	4 heats	2 heats	1 heat
81 - 128	16 heats	-	8 heats	4 heats	2 heats	1 heat
129 - 160	20 heats	10 heats	5 heats	4 heats	2 heats	1 heat
161 - 256	32 heats	16 heats	8 heats	4 heats	2 heats	1 heat

(http://www.uci.ch/mm/Document/News/Rulesandregulation/16/61/41/6-BMX-EN-20170101_English.pdf)

BMX レース種目において勝利するためには、スタート局面で爆発的で大きなパワーを発揮し、それによって他の選手よりも前に出ることが重要であると各国の選手やコーチの間で共通に認識されている。スタートで先頭に出ることによって、他の選手の走行ラインにマイナスの影響を与える事となり、優位なレース展開が期待出来る。最も加速が期待されるスタート直後のヒルでは、スピードにも大きな差が生まれ、スタートで先頭に出た場合 1 コーナーへも先頭で進入できる場合が多く、その後に自分のライン取りを選択でき、後続選手のラインもある程度コントロールすることが可能であるからである。また、世界のトップレベルの選手は、一様に高いレベルのジャンプやコーナリングスキルを持っており、各選手がレース中のジャンプの失敗やコーナーでの転倒によるラインの入れ替わりなどがない限り、前の選手を追い抜くことは、難しいと考えられている。さらに、ワールドカップや世界選手権大会が行われる 8 m のスタートヒルでは、およそ 3 漕ぎ目からヒルの傾斜角度が大きくなり、一気に加速することになる。傾斜角度が急激に増大する地点を“キング”と呼ぶが、他の 7 人より前に出なければラインを塞がれてしまい、全力でペダリングを行えないため十分な加速ができず、先頭から一気に遅れてしまうことになる。したがって、キングまでに両サイドの選手より前に出ることが非常に重要であるといえる (図 3)。

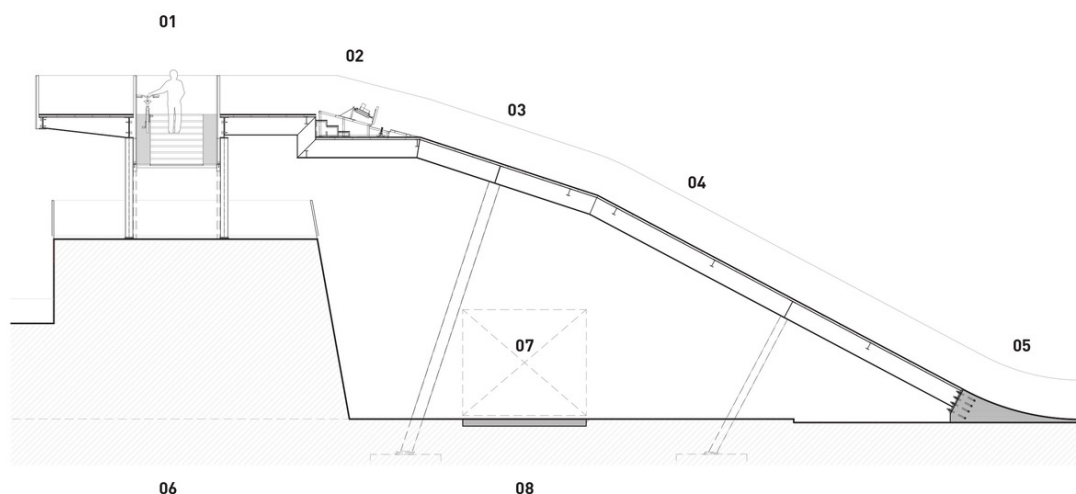


図3 一般的な8 m スタートヒルの形状

(<http://www.archdaily.com/792521/radical-park-rio-2016-viglicca-and-associados>)

先行研究によると、特にスタートから最初の8～10秒における順位はゴールの順位と有意な正の相関があり、この特徴に男女差はなく、コースのレイアウトや難易度にも関係なくみられることが報告されている（Lee R, 2014）。スタートから8～10秒の間はほとんどのコースにおいてスタートから1コーナー進入までに要する時間であることから、レースに勝利するためには、スタートで他の選手より前に出て、より先頭の順位で1コーナーに進入することが重要であることを示している。

過去3大会のオリンピックの決勝を振り返ると、2008年北京、2012年ロンドンとスタートで他の選手よりも前に出た選手が、1コーナーに先頭で進入し、そのまま優勝する展開となっている。2016年リオデジャネイロでは、スタートで先頭に出た選手がそのまま1コーナーに侵入したものの、第3ストレートの細かいジャンプセクションで、後輪を引っ掛けて失速したが、その間に6コースからスタートし、2位で1コーナーに進入し選手が優勝している（図5）。一般的には、インコースからのスタートは1コーナーを最短距離で通過するために内側で進入することができるため、有利とされている。大会の予選以降の決勝トーナメントでは、前のレースの順位あるいはタイムが良かった選手からスタート位置を選ぶことができるため、実際の競技会においても、多くの場合選手は内側のコースから選択しているのが見受けられる。そのため、1日のレース全体を通して戦略的にも準決勝でいかに良い順位でゴールし、決勝で内側や各選手にとって最適なコースを選択することができるかも勝つために重要なポイントとなってくる。

スタートの運動構造は、スタートゲートが開くと同時に、静止状態から主に上肢・体幹部を前方移

動させながら、下肢を使いペダルを踏み込むというものである。上肢・体幹部による引き付け、下肢で踏み込み、バランスを保ちながら漕ぎだすことで、自転車を前に進める（図6）。前述の通り、レースで勝つためにはスタートで他の選手より前に出ることが重要であると考えられている。スタート後にスタートヒルを下り、1つ目のジャンプに進入するまでの距離は、1～8コースで均等である。自転車のギア比のセッティングに関しても選手間で大きな差がないため、1つ目のジャンプまでに行えるペダリング数にもほとんど差はないと言える。これらのことから、速いスタートを行うための高い技術が重要であることが考えられる。



図5 リオオリンピック男子決勝

1：スタート位置 2：キंक付近 3：スタートヒル下 4：1コーナー

自転車トラック競技では、スタート動作についての研究が行われており、池田ら（2011）は、スタートから1mまでの通過時間が発走機のストッパーが開放された時点の大転子水平速度と高い負の相関があること、スタート前の準備局面で身体の水水平速度を高めること、クランク中心上でペダルを踏み込み踏力を高めることが重要である、と報告している。しかしながら、自転車トラック競技とBMX競技では自転車の車輪の直径はもちろんフレームの形状などが全く異なる自転車を使用していることに加えて、ギア比やスタート時の路面の傾斜も異なるため、そのままBMX競技に応用することは難しいと考えられる。

また、国内外でBMX競技のスタートに関する先行研究は少なく、チェコナショナルチーム男女1名ずつの動作分析を行った研究では、各選手の特徴が明らかになったに過ぎず、一般的にどのようなス

タート動作が良いのかは明らかになっていない (Kalichová M, 2013)。このように、BMX競技では、生理学的指標を用いた研究がいくつか報告されているものの、スタート動作に関するバイオメカニクス研究が少なく、コーチングに関する報告事例も見当たらない。



図6 オリンピック金メダリストのスタート

BMX競技のスタートは、静止状態からペダルを漕ぎ出し、より早くトップスピード状態を得るためのパワーと効率的な動きが求められるが、動きや姿勢については選手によって様々で、どのようなスタート動作と加速動作によって、より速くトップスピード状態を得ることが出来るかはまだ明らかにされていない。また、国内外を通じて、技術を明確にした研究や、スタートに関する指導事例研究は見当たらない。したがって、スタートの技術ポイントを探り、妥当性のある練習方法を指導事例研究によって検証する必要があると考えられる。

また、スタートゲートで練習するためには、日本に約10カ所しかないコースに行かなければならず、さらに、ほとんどのコースが郊外に位置しており、しかも毎日スタートゲートを作動させていないため、コース付近に住む選手でなければ、多くの選手は頻繁にスタート練習を行えない、というのが日

本の現状である。そこで、日頃から行うことが可能な練習方法の提示をすることは、国内のBMX競技者のスタートを練習する機会を増やし、パフォーマンスを向上にも貢献できると考えられる。

Ⅱ-目的

本研究の目的は、BMX 競技において勝つために重要であると考えられている「スタート」の運動技術を明らかにすることと、その技術を習得するために日頃から行うことが可能な練習方法を考案し、練習方法の妥当性を被験者への指導で検証し、練習時のポイントを明らかにすることであった。

Ⅲ-実践計画

1.コツの抽出と技術の明確化

本研究では、スタートの局面を①ポジション局面（スタート開始の合図～フォーム確認後の静止状態）②リアクション局面（フォーム確認後の静止状態～シグナルまたは音に反応し、身体が動き始めた時点）③準備動作局面（身体が動き始めた時点～身体を前方に移動させて1漕ぎ目の踏み込みペダルが動き始めるまでの局面）④1漕ぎ目局面（1漕ぎ目のペダルが動き始めた時点～1漕ぎ目のクランクが下死点に到達するまでの局面）⑤1漕ぎ目下死点局面（1漕ぎ目のクランクが下死点に到達した時点～2漕ぎ目の踏み込みに切り替わる局面）⑥2漕ぎ目局面（2漕ぎ目の踏み込み開始の時点～2漕ぎ目のクランクが下死点に到達するまでの局面）⑦2漕ぎ目下死点局面（2漕ぎ目のクランクが下死点に到達した時点～3漕ぎ目の踏み込みに切り替わる局面）⑧3漕ぎ目局面（3漕ぎ目の踏み込み開始の時点～3漕ぎ目のクランクが下死点に到達するまでの局面）と定義した（図7）。

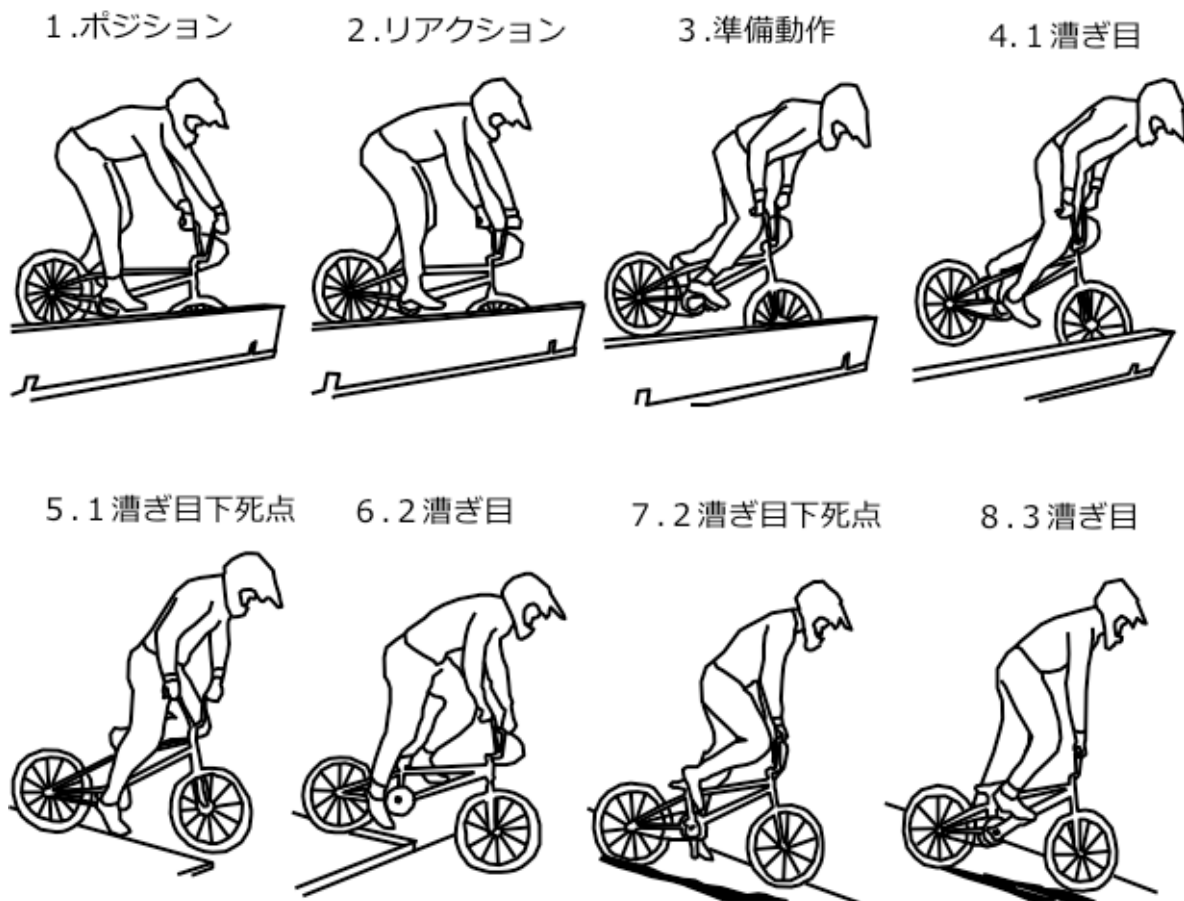


図7 スタート動作の局面分け

まず国内最上級カテゴリーであるエリートクラスの選手10名と2016年リオデジャネイロオリンピック金メダリスト1名を対象に、上記の各局面で意識しているコツを記述するアンケート調査を行った。この調査の中から抽出された回答者間に共通するコツをまとめ、各局面について回答されたポイントから共通していたものを各局面の技術とした。

次に国内トップ選手とオリンピック金メダリストのアンケート調査から抽出された技術を習得するために有効であると考えた練習方法を被験者に指導した。各技術について、どのような練習方法と声かけで被験者に対して指導を行ったのか、その指導によってどのように動作やスタートタイムが改善されたのかを記録し、実施した練習方法の妥当性について考察した。

2.被験者

被験者は、男子中学3年生1名（年齢15歳、身長169.2cm、体重61.2kg、競技歴9年、戦歴ジャパンシリーズ最高位5位、2017年2月時点）であった。被験者には、本研究についての説明を行い、同意を得た。

3.指導計画と各種測定

2017年2月10日から2017年3月4日までの約1ヶ月間、週2回ずつ、1回1時間程度の練習を行った（計8回）。また指導前後で行った測定の日程は以下の通りであった（図8）。

指導の前後には、スタートから10mまでのタイム計測、PowerMaxを用いた体力測定、各技術における被験者の自己評価を行った。

スタートから10mまでのタイム計測は実際のレースコースで行い、十分なウォーミングアップ後に3試技で被験者自身による動きの確認を行ってもらい、その後5試技のタイム計測を行った（図9）。PowerMaxを用いた体力測定は、回転数計測と無酸素パワーテストを行った。それぞれの計測は、スタートから10mまでのタイム計測の計測日を挟む形で別日に行った。両計測とも、十分なウォーミングアップ後に行い、回転数計測は、負荷1kpで10秒間の全力漕ぎを休憩3分で5試技行った。また指導が終了してから約1ヶ月後には、被験者に対して、指導後の競技会におけるスタートのパフォーマンスと指導期間に行った練習について、インタビュー調査を行った。

4.ビデオ撮影

全8回の練習における、被験者のすべての練習過程は、横方向よりデジタルビデオカメラ（GC-PX1、JVC、日本）で記録した。また、指導前後で行ったスタートタイムの計測は光電管（TC Timing System、Brower Timing System、アメリカ）で計測した。

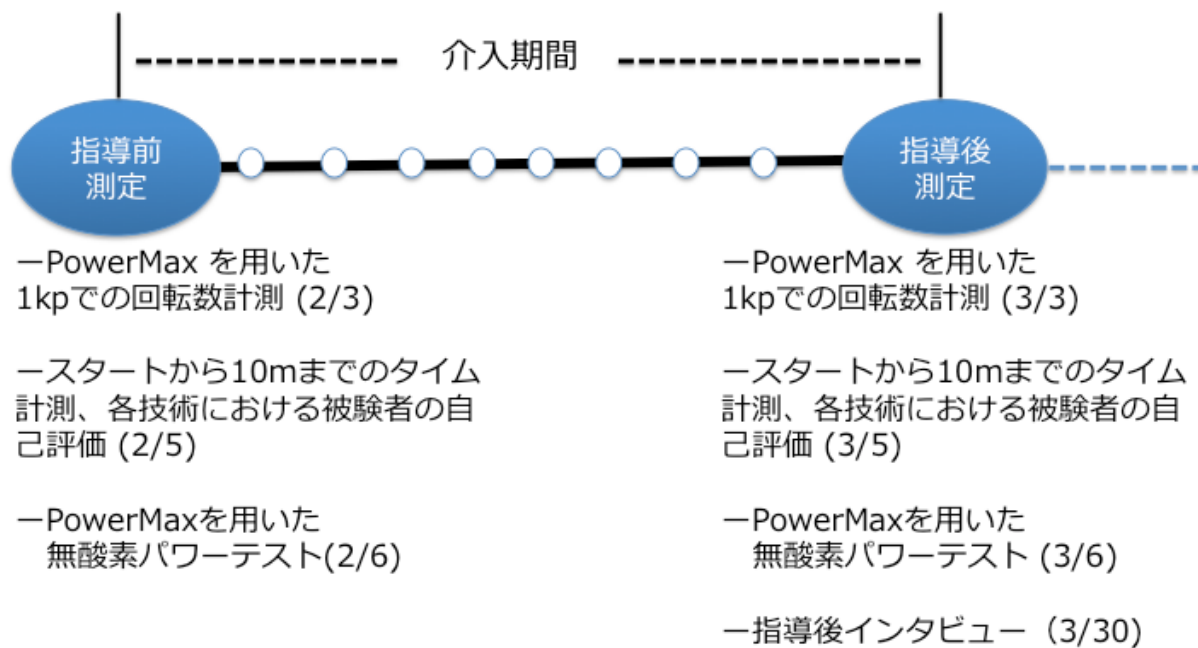


図8 指導計画と指導前後の測定日程

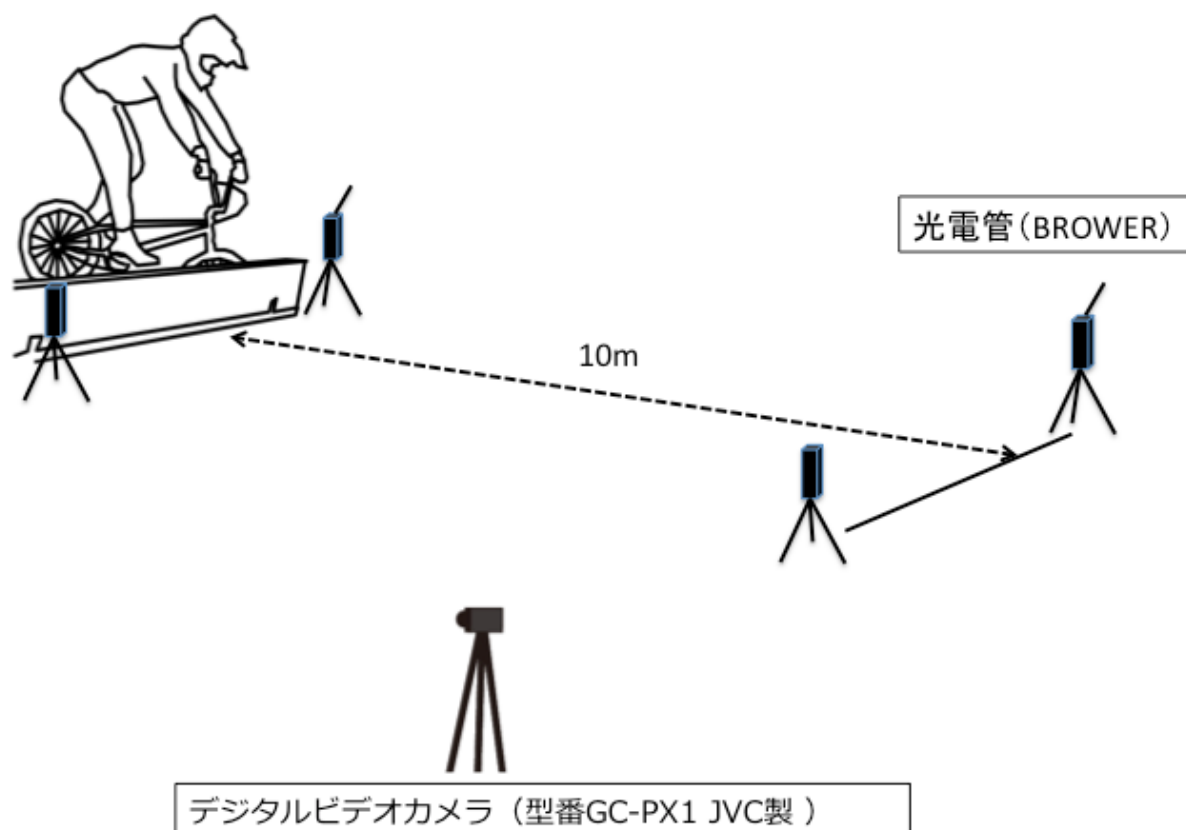


図9 スタートから10mまでのタイム計測

IV-実践記録

1.技術ポイントの抽出と練習方法の考案

スタートを実施するにあたって、最初の局面となるポジション局面では、3つの技術ポイントをアンケート調査で抽出した。1つ目は、「1漕ぎ目のペダルはダウンチューブの下」、「1漕ぎ目のペダル位置はヒルの角度によって変更し、前のペダルはダウンチューブ下で後のペダルがチェーンステイと平行または下くらいにする」、「1漕ぎ目のペダル位置は、地面と平行より少し高め」という共通したコツから「1漕ぎ目のペダル位置は少し高め（ダウンチューブ下から地面と平行くらいまで）に設定する」という技術ポイントを抽出した。2つ目は、「膝を少し曲げて一番リラックスできるポジションにする」、「膝の角度を確認する」、「膝と股関節は少し曲げて力を貯めておくイメージ」、「膝を軽く曲げて、1漕ぎ目のペダルを少し踏んでおく」、「"legs and arms with just a little bend"」という共通したコツから「膝と肘は伸ばしきらずに少し余裕を持っておく」という技術ポイントを抽出した。そして、3つ目は「腰はサドルの上より少し後ろ」、「弓のようなイメージ」、「腰を少し後ろに引いて待つ」、「身体を少し後ろに引くが、重心は後ろに残さずに反動で前に出るゴムのイメージ」という共通したコツから「腰は少し引き、弓やゴムのように反動で出るイメージを持つ」という技術ポイントを抽出した。これらの3つの異なる技術ポイントを総称して、「姿勢確認技術」とした（図10）。



図10 姿勢確認技術

リアクション局面では、「信号は赤で反応する」、「信号を見て集中する」、「一つ目のシグナル音に反応する」、「ライトを見て、いつでも反応できるように準備する」、「いつでも反応できるように準備して、一つ目の音で動く」、「I use the lights for reaction and I focus on the first red light」という共通したコツから、「いつでも反応できるように準備し、一つ目のシグナル/音に反応する」という技術ポイントが考えられ、これを「リアクション技術」とした（図11）。



図 11 リアクション技術

準備動作局面では、「身体をハンドルに近づける」、「身体を上でなく前に飛び出す」、「腰と肩を前に持っていく」、「片胸を前」、「ハンドルより肩（胸）を前に出す」、「素早く身体を前方移動させつつ漕ぎ出す」、「肩（胸）から前に、ゲートに倒れこむ」、「上半身は上に上がらないように、前に持って行く」、「前に倒れるように身体を真っ直ぐハンドルの方へ持って行く。一瞬の力ではなく、倒れる勢いも使って身体を前方に移動させる」、「なるべく前輪を引かずに、身体を前方移動させながら足でペダルを踏み込み、車体を下げずに前に進むイメージ」、「出来るだけ前に行く為、斜め上前にいるようなイメージで飛び上がる」、「I focus on leading with my head, and letting my body follow. I also focus on looking at my front wheel to see if I will hit the gate」という共通したコツから、「頭から順に、体幹部を倒れこむようにして、身体を前方に移動させる」という技術ポイントが考えられ、これを「前方倒れこみ技術」とした（図 12）。

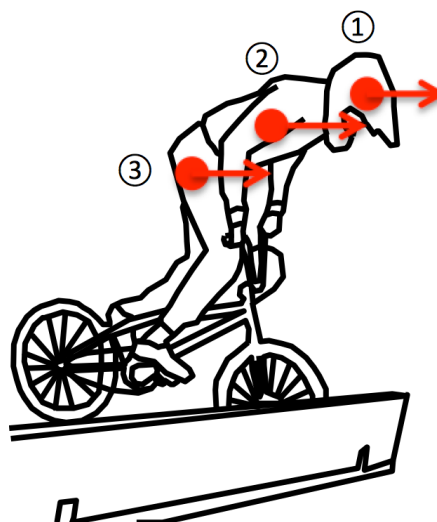


図 12 前方倒れこみ技術

1 漕ぎ目局面では、「2 漕ぎ目のつながりを意識する」、「足では踏みすぎない」、「2 漕ぎ目の引き足意識する」、「引き足を意識する」、「踏み込み過ぎない為に、2 漕ぎ目に意識する」、「1 漕ぎ目が終わるとすぐだから、3 漕ぎ目を意識する」、「前に出ると同時に自然に1 漕ぎ目を踏み、強く踏みすぎない」、「後ろの足を前に持ってくる」、「The first pedal stroke is all about timing, I focus on that instead of trying to push the pedal too hard」という共通したコツがあり、1 漕ぎ目下死点局面においても、「1 漕ぎ目の力を抜きつつ、2 漕ぎ目の引き足を意識」、「2 漕ぎ目の引き足を意識」、「踏みすぎない」、「下死点で足が止まらない様に意識」、「引き足を素早く前に出す」、「下死点前に2 漕ぎ目に切り替える」、「素早く2 漕ぎ目を出す」、「ペダルは下に踏み込み過ぎず、後ろに送るイメージ」、「2 漕ぎ目にすぐ切り替える」、「At this position I begin to focus on my second pedal. I also focus on keeping my core tight」という共通したコツがあった。さらに、2 漕ぎ目局面においても「1 漕ぎ目からの繋がりを大事にする」、「下死点まで漕がず、引き足を意識」、「スムーズかつ速く回す」、「1 漕ぎ目からの切り返しは早く」、「踏みすぎないように注意」、「At this point I really focus on driving all of my strength through my second pedal」という共通したコツがあった。これら3つの局面における共通したコツから「1 漕ぎ目は、強く踏み込み過ぎずに、2 漕ぎ目の引き足を意識し、2 漕ぎ目からは全力で漕ぐ」という技術ポイントが考えられ、これを「ペダリング配分技術」とした(図 13)。

また、1 漕ぎ目下死点局面では、「身体が後ろに逃げないように意識」、「ハンドルと身体が離れない様に意識」、「2 漕ぎ目が踏めるように、身体の体勢は前に持って行く」、「身体は前で維持する」という共通したコツがあり、2 漕ぎ目局面においても、「身体が後ろに戻らないように、ねじれないようにする」、「身体が後ろに下がらない様に意識」、「前傾姿勢をキープ」、「身体が前で漕げる様にハンドルを引きつける」、「局面 3 同様身体を前方移動させる勢い使って強く踏む」、「腰を後ろに下げすぎないようにしてペダルを踏み、ハンドルと足の隙間を埋めるよう意識」、という共通したコツがあった。これら2つの局面に共通するコツから、「身体が後ろに逃げないように意識し、身体は前に持っていく/維持する」という技術ポイントが考えられ、これを「前方維持技術」とした(図 13)。

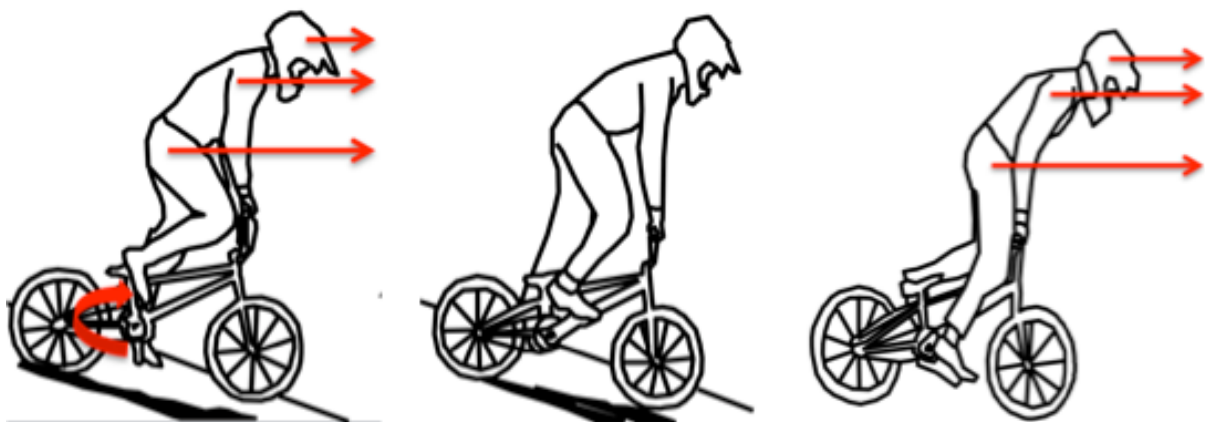


図 13 ペダリング配分技術と前方維持技術

2 漕ぎ目下死点局面における、「2 漕ぎ目引き足、3 漕ぎ目への繋がり」、「踏みすぎない」、「引き足

を素早く前に出す」、「下死点前に3漕ぎ目に切り替える」、「上半身の引きつけ、下死点到達前に逆の引き足・戻し・踏み込みを意識」、「下まで踏み切らずに力を抜く、ペダルの回転力だけで回すイメージで3漕ぎ目に備える」、「ペダルは下に踏み込み過ぎず、後ろに送るイメージ。身体が上に伸びないように前、左右にブレないようにする」、「下に踏み過ぎない。身体が後ろに行かないようにする」、「Here I focus on keeping the core tight and the body solid as I get ready to move into the third pedal」というコツと、3漕ぎ目局面における、「1、2漕ぎ目がうまくいったらスムーズに漕ぐことを意識」、「身体を前に出す勢いでペダルを踏み込んでいく」、「前傾姿勢をキープ、下死点まで漕がない、引き足意識」、「6-7局面の意識とリズムを繰り返す、身体が前で漕げる様にハンドルを引きつける」、「力強く踏む、その後は踏むより回転を意識」、「2漕ぎ目からの切り返しを早くする、局面6同様」、「ペダル回転意識でキレイに回す」、「At this point I am just focusing on being strong and moving through the next few pedals!」というコツは、1漕ぎ目局面から1漕ぎ目下死点局面と同様の「ペダリング配分技術」と「前方維持技術」が存在すると考えられる。

2漕ぎ目局面、2漕ぎ目下死点局面、3漕ぎ目局面では、1漕ぎ目局面から1漕ぎ目下死点局面での「ペダリング配分技術」と「前方維持技術」に加えて、より力強いペダリングが重要となる事が考えられ、その反作用によって、身体が後退しないための上肢・体幹部による強いハンドルの引きつけは指導する上で重要なポイントになると考えられる。

アンケート調査の内容とオリンピック金メダリストのスタート動作と照らし合わせ、被験者のスタートの動作と比較し、練習方法を考案した(表2)。

表2 「スタート」のコツに関するアンケート結果

	ポジション局面
熟練者 A	1漕ぎ目高め、腹筋意識、ライト見る
熟練者 B	毎回同じ姿勢
熟練者 C	1漕ぎ目ダウンチューブの下、腰はサドルの上より少し後ろ、肩が上がらないように脇の下に力を入れる
熟練者 D	手のひらから足裏に力が入るように意識、弓のようなイメージ
熟練者 E	膝を少し曲げて、一番リラックスできるポジション
熟練者 F	腰を少し後ろに引いて待つ
熟練者 G	足の位置は、ヒルの角度によって変更、前ダウンチューブ下で後ろチェーンステイと平行または下、軽くて首を前に返して力を入れやすくする、前足に少し体重を乗せる、前足側のお尻・2漕ぎ目側の腸腰筋引き付け・腹筋を意識身体を少し後ろに引くが、重心は後ろに残さずに反動で前に出る、ゴムのイメージ
熟練者 H	ペダル位置、足(膝?)角度、重心の位置を確認、落ち着いてシグナルを待つ
熟練者 I	1漕ぎ目のペダル位置は、地面と平行より少し高め。膝と股関節は少し曲げて力を貯めてお

	くイメージ、肩は下げる、右足母子球に体重を乗せる。
熟練者 J	膝を軽く曲げて、1 コギ目のペダルを少し踏んでおく。上半身はリラックス
熟練者 K	My position is standard. It is similar to most peoples position, pedals about even, legs and arms with just a little bend.
	リアクション局面
熟練者 A	シグナル赤で反応
熟練者 B	素早く動くために体幹で身体を支える。グリップは普通の力で握る
熟練者 C	シグナル見て集中
熟練者 D	腹筋に力を入れる
熟練者 E	1 つ目の音に反応
熟練者 F	シグナルの赤が光る前から肩（胸）を徐々に前に移動する
熟練者 G	ライトを見る、いつでも反応できる様に準備、余計なことは考えない
熟練者 H	特に考えていない
熟練者 I	いつでも反応できるように準備。一つ目の音で動く。
熟練者 J	音がなった時になるべく前輪を上げないように意識。前輪を後ろに引かずに、ペダルをしっかり踏むことで前に進むようにする。
熟練者 K	I use the lights for reaction and I focus on the first red light.
	準備動作局面
熟練者 A	身体をハンドルに近づける。前輪あげない。背中まっすぐ。
熟練者 B	身体を上でなく前に飛び出す
熟練者 C	腰と肩を前に持っていく、前輪あげない
熟練者 D	片胸を前、顎を引く、8 割の力で漕ぐ
熟練者 E	ハンドルより肩（胸）を前に出す
熟練者 F	シグナルの赤が光ったら、素早く身体を前方移動させつつ漕ぎだす
熟練者 G	ハンドルは引かずにゲートに倒れこむ、肩（胸）から前に、ゲートに当たらず倒れる中盤で追いつくために一度下がる、フロントはあげない
熟練者 H	上半身は上に上がらないように、前に持って行く。全体重を 1 漕ぎ目のペダルに乗せて漕ぎ出す準備をする
熟練者 I	前に倒れるように身体を真っ直ぐハンドルの方へ持って行く。一瞬の力ではなく、倒れる勢いも使って身体を前方移動させる。
熟練者 J	なるべく前輪を引かずに、身体を前方移動させながら足でペダルを踏み込み車体を下げずに前に進むイメージ

熟練者 K	I focus on leading with my head, and letting my body follow. I also focus on looking at my front wheel to see if I will hit the gate.
	1 漕ぎ目局面
熟練者 A	あまりハンドル引かない
熟練者 B	力が上に抜けないように意識。2 漕ぎ目の繋がりを意識。
熟練者 C	身体の反動も使って、足では踏みすぎない
熟練者 D	胸からハンドルに向かって平行に、2 漕ぎ目の引き足意識、かかとが浮かないようにする
熟練者 E	引き足を意識
熟練者 F	前輪が上がりすぎないように意識
熟練者 G	出来るだけ前に行く為、斜め上前にしているようなイメージで飛び上がる。踏み込み過ぎない為に、3 漕ぎ目に意識
熟練者 H	フォームが整ったら踏み出す、3 漕ぎ目の意識（1 漕ぎ目が終わるとすぐだから）
熟練者 I	フロントが上がってしまうから、腕で引きすぎない。前に出ると同時に自然に1 漕ぎ目を踏み、強く踏みすぎない。頭が上に上がらないように注意しつつ、1 コギ目の最後で腰を前に出す。
熟練者 J	ハンドルと身体の間隙を埋める。前輪を低く。後ろの足を前に持ってくる
熟練者 K	The first pedal stroke is all about timing, I focus on that instead of trying to push the pedal too hard.
	1 漕ぎ目下死点局面
熟練者 A	1 漕ぎ目の力抜きつつ、2 漕ぎ目の引き足意識
熟練者 B	身体が後ろに逃げないように意識。2 漕ぎ目の引き足意識。
熟練者 C	踏みすぎない
熟練者 D	下死点で足が止まらない様に意識
熟練者 E	引き足を素早く前に出す
熟練者 F	下死点前に2 漕ぎ目に切り替える
熟練者 G	素早く3 漕ぎ目を出す、ハンドルと身体が離れない様に意識
熟練者 H	2 漕ぎ目が踏めるように、身体を前で体制を持って行く
熟練者 I	ペダルは下に踏み込み過ぎず、後ろに送るイメージ
熟練者 J	2 漕ぎ目にすぐ切り替える。身体は前で維持する。
熟練者 K	At this position I begin to focus on my second pedal. I also focus on keeping my core tight.
	2 漕ぎ目局面
熟練者 A	手でハンドルを前に押し込む
熟練者 B	1 漕ぎ目からの繋がり

熟練者 C	身体が後ろに戻らないように、ねじれないようにする
熟練者 D	身体が後ろに下がらない様に意識
熟練者 E	前傾姿勢をキープ、下死点まで漕がない、引き足意識
熟練者 F	スムーズかつ速く回す
熟練者 G	身体が前で漕げるように、ハンドルで引きつける
熟練者 H	3 漕ぎ目を意識して、1 漕ぎ目と同じフォームが出来ればベスト
熟練者 I	1 漕ぎ目からの切り返しは早く、局面 3 同様身体を前方移動させる勢い使って強く踏む。
熟練者 J	踏みすぎないように注意。腰を後ろに下げすぎないようにして、ペダルを踏む。ハンドルと足の隙間を埋めないよう意識
熟練者 K	At this point I really focus on driving all of my strength through my second pedal.
2 漕ぎ目下死点局面	
熟練者 A	ハンドルを押す。真っすぐ進む
熟練者 B	2 漕ぎ目引き足、3 漕ぎ目への繋がり
熟練者 C	踏みすぎない
熟練者 D	下に踏み込んで、3 漕ぎ目に繋げる
熟練者 E	引き足を素早く前に出す
熟練者 F	下死点前に 3 漕ぎ目に切り替える
熟練者 G	上半身の引きつけ、下死点到達前に逆の引き足・戻し・踏み込みを意識
熟練者 H	下まで踏み切らずに力を抜く、ペダルの回転力だけで回すイメージ。3 漕ぎ目に備える
熟練者 I	ペダルは下に踏み込み過ぎず、後ろに送るイメージ。身体が上に伸びないように前、左右にブレないように
熟練者 J	下に踏み過ぎない。身体が後ろに行かないように。
熟練者 K	Here I focus on keeping the core tight and the body solid as I get ready to move into the third pedal.
3 漕ぎ目局面	
熟練者 A	ハンドル振らない
熟練者 B	上半身がブレないように体幹で支える。頭が動かないように前を見る。
熟練者 C	1、2 漕ぎ目がうまくいったらスムーズに漕ぐことを意識
熟練者 D	身体を前に出す勢いでペダルを踏み込んでいく
熟練者 E	前傾姿勢をキープ、下死点まで漕がない、引き足意識
熟練者 F	全力で漕ぐ
熟練者 G	2 漕ぎ目と 3 漕ぎ目下死点局面の意識とリズムを繰り返す、身体が前で漕げる様にハンドルを引きつける
熟練者 H	力強く踏む、その後は踏むより回転意識

熟練者 I	2 漕ぎ目からの切り返しを早く、あとは 2 漕ぎ目局面と同様
熟練者 J	ペダル回転意識でキレイに回す。
熟練者 K	At this point I am just focusing on being strong and moving through the next few pedals!

以上のように、アンケートから抽出された①姿勢確認技術②リアクション技術③前方倒れこみ技術④ペダリング配分技術⑤前方維持技術の詳細は以下の通りであった。

①姿勢確認技術（図 3 の 1）

予選から決勝へと勝ち上がり、決勝でも同じように最適なスタートを決める為に、毎回同じ姿勢で最適な動作を行う為に準備をする必要があると考えられる。アンケート調査では、「膝と肘は伸ばしきらずに少し余裕を持っておく」という技術ポイントが抽出されたように、スタートをする際の姿勢確認で、ペダルの位置（高さ）や自転車に対する身体のある程度決め、スタートゲートに入ることとは重要であると考えられる。

②リアクション技術（図 3 の 3）

リアクションは、アンケート調査から抽出された「いつでも反応できるように準備し、一つ目のシグナル/音に反応する」という技術ポイントが重要である。適正なタイミングで反応し、動き出すことで、次の前方に倒れこむ動きにつなげていく必要があると考えられる。

③前方倒れこみ技術（図 3 の 4～7）

BMX 競技のスタートは、トラック競技のスタートのようにカウントダウン式ではなく、ランダム式のため、トラック競技のスタンディングスタートにみられる様に、タイミングを計りながら身体を後方に倒した反動を使って前方に勢いよく倒れこむ動作を行うと、スタートゲートが倒れるスピードに合わせる事が困難である。BMX 競技のスタートでは、静止状態から、頭と体幹部を自分が倒れこむようにして、肘関節の屈曲と肩関節の伸展を行いながら、身体を前方に移動させる。また、前輪にはスタートゲートの板が設置しており、身体が前に倒れこむ時点では板が開ききっておらず、動き出しのタイミングはスタートゲートが倒れるのに合わせて最適なタイミングが要求される。タイミングを誤ると前輪が板に衝突し、前転してしまう場合もあることから、恐怖心を取り除くことも指導する上でのポイントであると考えられる。

④ペダリング配分技術（図 3 の 8～22）

未熟練者のスタートで、ペダリングにおいて下方向に踏み込み過ぎてしまうことで、次の漕ぎ出しの切り替えが遅れてしまい、踏み遅れてしまい、時間をロスしてしまうことがしばしば見受けられる。BMX 競技は、トラック競技に比べて低いギア設定であることから、下死点までの踏み込みが生じや

すいため、より注意が必要である。前方に倒れこんだ後、1漕ぎ目では強く踏み込まずにタイミングを合わせることに集中し、下死点付近では真下に踏力は加えずに、次のペダリングを常に意識する。また、2漕ぎ目と3漕ぎ目では、全力でペダリングを行う意識をすることと、素早く切り替えることでよりロスを抑えたペダリングが必要となる。

⑤前方維持技術（図3の8～22）

ペダリング開始後、前方に倒れこんだ上肢・体幹部を維持させながらペダリングを行うことが必要となる。ペダルを力強く踏み込むことによって、自転車を前進させるが、それに遅れて身体が後退しないために上肢・体幹部による強いハンドルの引きつけを行うことで、身体を前方で維持し、常に適切な身体の位置で力強い踏み込みとペダリングを行うことが目的となる。

2.事例の提示

被験者に指導を行った結果、スタートタイムの向上はみられなかったものの、各技術で動作の改善が観察され、被験者がスタートを行う上での“やり易さ”とスタートに対する自信は強調されたと報告している。また、2017年度ジャパンシリーズ開幕戦では、昨年の最高位である5位の結果を上回り、3位に入賞を果たした。「スタート」の各技術を習得するための練習過程で被験者にどのような動作の欠点が見られ、それを改善する為にどのような指導を行い、指導前と指導後ではどのような変化があったかを以下にまとめた。

（1）指導前の評価と課題の抽出ならびに練習方法の考案

指導を始める前に、被験者の普段通りのやり方でスタートを行ってもらい、スタートから10mのタイム測定に協力してもらった。また、動作を確認するために横方向からのビデオ撮影を行った。指導前のスタートタイムは、表3に示し、スタート動作を図14に示した。また、各技術についての説明を行った上でどの程度習得できているかを被験者自身に評価させた。各技術の評価項目は以下の通りである。「姿勢確認技術」は、1漕ぎ目のペダル位置は少し高め（ダウンチューブ下から地面と平行くらいまで）に設定し、膝と肘は伸ばしきらずに少し余裕を持っていたかどうかと、腰は少し引き、弓やゴムのように反動を使って出るイメージを持っていたか、とした。「リアクション技術」は、いつでも反応できるように準備し、一つ目のシグナル/音に反応していたか、とした。「前方倒れこみ技術」は、頭から順に倒れ込むような意識で身体を前に持っていき、1漕ぎ目は強く踏み込んでいなかったか、とした。「ペダリング配分技術」は、1漕ぎ目では強く踏まずにタイミングを合わせることに集中し、下死点付近では真下に踏力は加えずに、次のペダリングを常に意識していたか、2漕ぎ目と3漕ぎ目では、全力でペダリングを行っていたか、とした。「前方維持技術」は、ペダルへ力強く踏み込んだ時に、身体が後退しないように上肢・体幹部による強いハンドルの引きつけを行い、身体を前方で

維持し、ペダリングを行っていたか、とした。また、各技術の習得後の評価基準は、「○」が指導前から自分自身で意識して行っている、「△」が自分自身で一部意識していたが、意識していない点もあった、「×」が自分自身で意識していない、の3段階とした。

被験者は、スタート前の姿勢とリアクションについては、指導前から自分自身で意識し行っていたが、「ペダリング配分技術」については、引き足を使って次の踏み込みに繋げたいという意識だけがあったが、「前方倒れこみ技術」、「前方維持技術」については自分自身で意識的に行えていなかったと回答した（表4）。

表3 指導前スタートタイム [秒]

1	1.524
2	1.553
3	1.533
4	1.496
5	1.548
平均	1.531
標準偏差	0.0203

表4 指導前の被験者自己評価

姿勢確認技術	リアクション技術	前方倒れこみ技術	ペダリング配分技術	前方維持技術
○	○	×	△	×



図 14 指導前のスタート動作

1) 姿勢確認技術

被験者は、熟練者が回答している「1 漕ぎ目のペダル位置は少し高め（ダウンチューブ下から地面と平行くらいまで）に設定する」、「膝と肘は伸ばしきらずに少し余裕を持っておく」、「腰は少し引き、弓やゴムのように反動で出るイメージを持つ」と同様の技術ポイントを指導前から意識しており、実際にスタート前の姿勢からも確認できたことから、実際の指導期間では、毎指導前に上記のポイントの確認を行い、特別な練習は指導に組み込まなかった（図 15）。



図 15 被験者のスタート前姿勢（図 4 の 1）

2) リアクション技術

リアクション技術においても、「いつでも反応できるように準備し、一つ目のシグナル/音に反応する」という技術ポイントを、被験者は指導前から意識しており、実際のスタート試技からも確認できた。よって、実際の指導期間では、毎指導前に上記のポイントの確認を行い、特別な練習は設定しなかった。

3) 前方倒れこみ技術

熟練者が、肘関節の屈曲と肩関節の伸展を伴いながら、頭と体幹部を自分が倒れこむようにして、頭がゲート板を追い越す位に身体を前方に倒れ込ませているのに対し（図3の4～7）、被験者は肘関節の屈曲と肩関節の伸展と身体の前方移動ができているものの、斜め上に伸び上がるような動きで前輪と一緒に力を上方向に逃がしているような印象がある。頭の位置も高く、前輪の上程度しか前方に移動していないことが確認された（図4の3～4）。

そこで、この技術を習得するための練習方法は、「頭から順に倒れ込むような意識で身体を前に持っていく」、「強く踏み込まない」、「肘関節の屈曲と肩関節の伸展させる」、「斜め上に伸び上がらずに前に出る」ことをより意識するために、スタンディング状態から上肢を前方に倒れ込ませる動作のみ行うものとした（図16）。

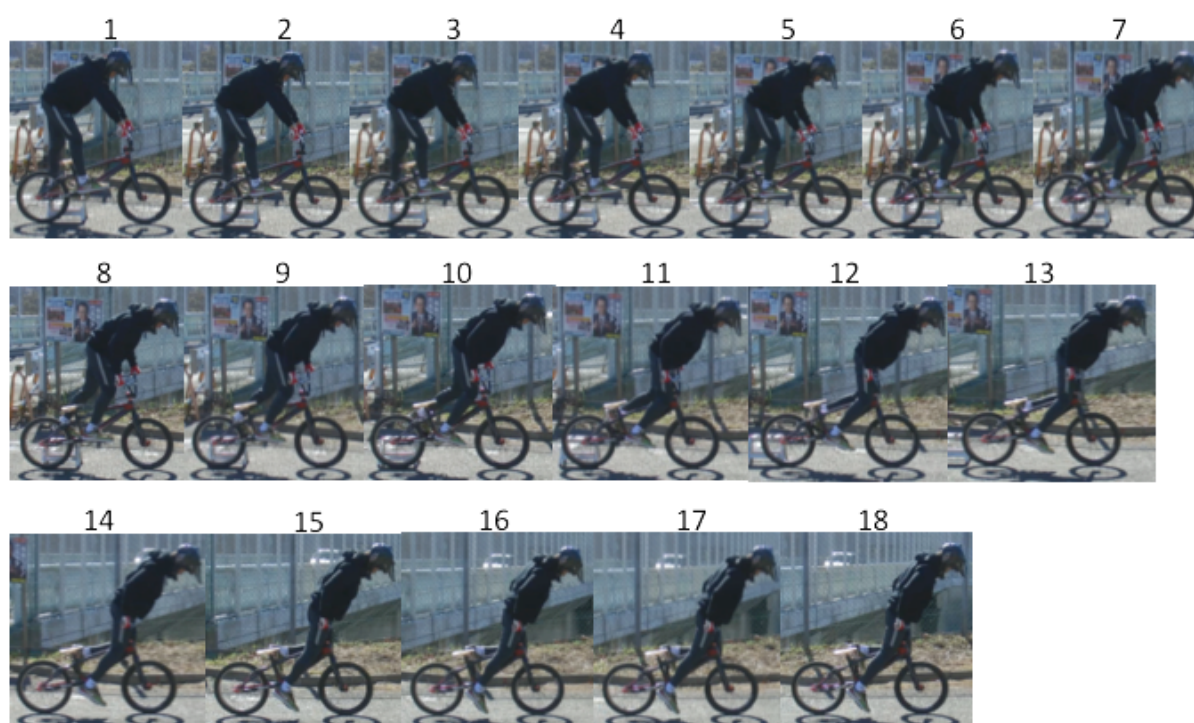


図 16 前方倒れこみ技術の練習

4) ペダリング配分技術

アンケート調査からペダリング時に下死点まで踏み込まずに、引き足を使って次の踏み込みに切り

替えるというコツが抽出された。また、被験者には、引き足を使って次の踏み込みに繋げたいという意識があり、選手間で考え方が共通している。さらに、オリンピック金メダリストからのアンケート調査の回答に、「The first pedal stroke is all about timing, I focus on that instead of trying to push the pedal too hard」とあり、1漕ぎ目では強く漕ぐことよりも、タイミングを合わせることを意識するというのが、被験者にとって新しい発見であったと報告している。このコツに加えて、「At this point I really focus on driving all of my strength through my second pedal」という2漕ぎ目と3漕ぎ目に全力で漕ぐ感覚を身に付けさせるために、これらのペダリングの力配分をイメージさせた上で、強度を落として動作姿勢を確認する為のスタンディングスプリントを行った(図 17)。



図 17 ペダリング配分技術の練習

5) 前方維持技術

熟練者が前方への倒れこみ後、踏み込み時は頭が前輪よりも前に行く程度、下死点付近においてもハンドルよりも肩が前で、前傾の姿勢で漕いでいることから確認できるように、重心を前に維持しながら、ハンドルの上に覆いかぶさるようにしてペダリングを行っているのに対し(図 3 の 8~22)、

被験者は、身体が起き上がり、重心が後ろで、踏み込み時においても頭はハンドル上にあり、身体は自転車が進むのに対して遅れているようにペダリングを行っている印象である（図4の8～22）。

この技術を習得する為の練習方法は、「身体が後ろに逃げないように意識し、身体は前に持っていく/維持して2漕ぎ目を強く踏む」という技術ポイントを意識させた上で、被験者の腰に輪状のラバーバンドをかけ、後方から引っ張った状態で約10mの全力のスタンディングスプリントを行うものであった（図18）。

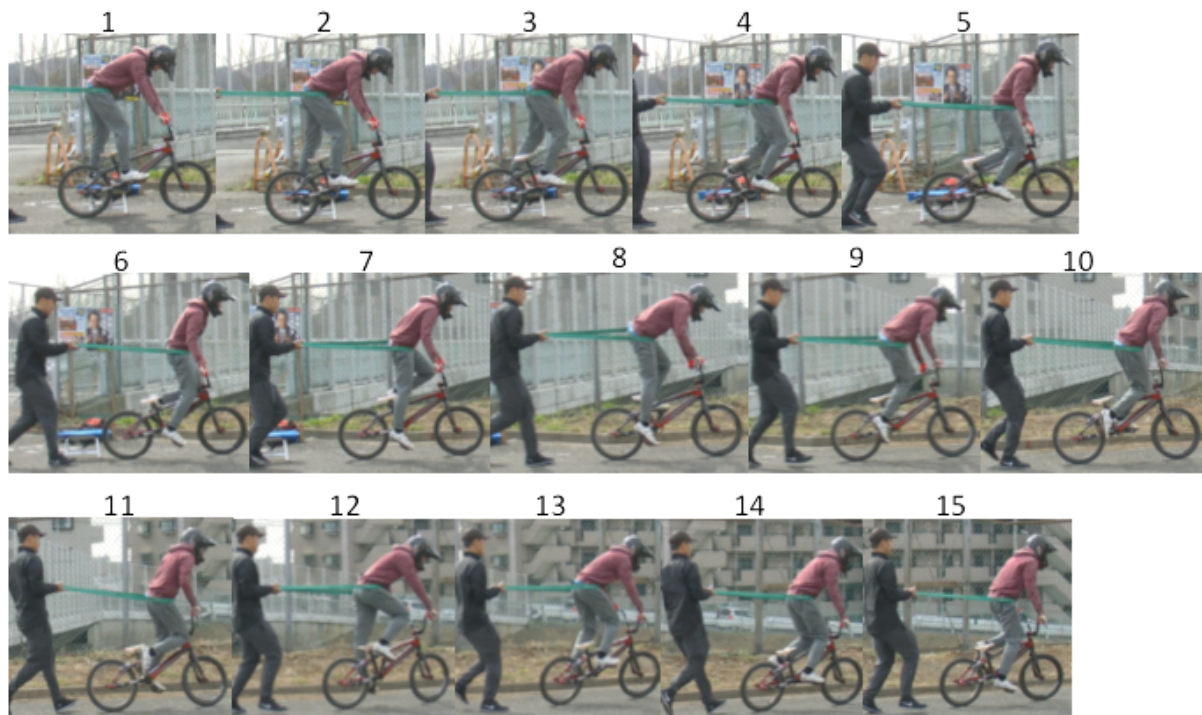


図18 前方維持技術の練習

（2）練習方法の実施と指導後の評価

1）前方倒れこみ技術の練習

被験者は、普段からスタートゲートに対して身体を倒れ込ませることに対して「身体を前に出すのは怖くない」と報告していたので、「肘関節の屈曲と肩関節の伸展をさせながら、身体を前に投げ出す」、「頭から身体のパーツを順番に前に投げ出すように」ということを意識して行うように指導した。2回目の練習では、「肘関節の屈曲と肩関節の伸展をさせながら、身体を前に投げ出す」、「頭から身体のパーツを順番に前に投げ出すように」という指導した内容が行えるようになり、練習を重ねるごとに動きのスピードを上げて実施できるようになった。初回のみ10試行、2回目から4回目の練習では5試行、5回目の練習では3試行と回数を減らし、6回目から8回目の練習では実施しなかった。

2）ペダリング配分技術の練習

被験者に、1漕ぎ目から3漕ぎ目の力配分を意識させて練習をおこなっていく中で、1漕ぎ目から2漕ぎ目に切り替わる時に、膝が伸びきり、下死点まで踏み込んだ反動で身体が上後方に戻されているのを確認した（図 19）。この時、「下まで踏み切らない」、「踏み込み時の腰の位置を少し下にする」、「上半身で身体をしっかり抑え込む」ことを指導した。初回の練習から5試技とし、指導から3回目頃から徐々に改善がみられた。上肢でハンドルを抑え込むことで、身体は全体的に伸びきらずに、安定した姿勢で膝の伸展と屈曲を行えるようになり（図 20）、被験者は「腰が戻らないような感じで、漕ぎやすくなった」と報告した。その後は、姿勢とペダリング時の膝の伸展と屈曲の力の入れ方の確認を主な目的とし、毎回の練習序盤で実施した。



図 19 初回の練習

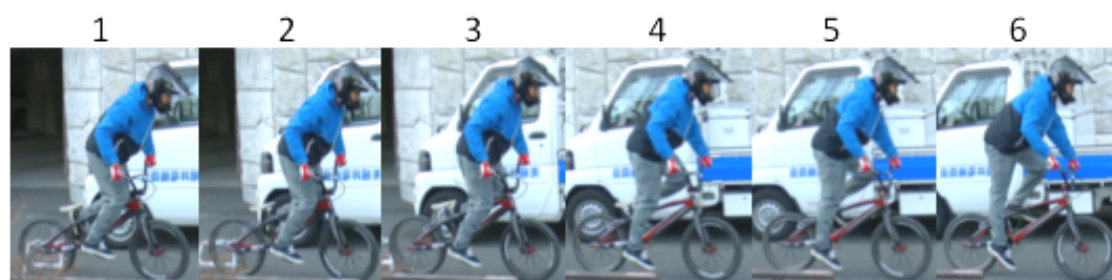


図 20 3回目の練習

3) 前方維持技術の練習

被験者は、ペダリング配分技術の時と同様に、1漕ぎ目から2漕ぎ目、2漕ぎ目から3漕ぎ目に切り替えるタイミングで前方に移動させた腰を大きく後ろに戻してしまう傾向があった（図 18 の 5～8、10～12）。ラバーバンドで後方から引っ張ることで、腰が後ろに戻る傾向は強まるが、前に戻ろうとし、踏み込むために腰を前に戻そうとする意識は強調されると考えられる。さらに、「腰が後ろに戻る距離を短く、時間を速くする」、「後ろに戻った腰を素早く前に出す」（図 18 の 8～10）という声かけを行い、腰の水平移動を小さく、速くすることを指導した。また、前に投げ出した身体を維持する為に「体幹を固め、上肢で強くハンドルを引きつけ、身体が前の状態で踏ん張る」ことを指導した。この練習に対し、被験者は「ギアはかなり重く感じるが、ハンドルの引きつけは意識しやすい」と報告した。

初回の練習から5試行を行い、被験者の「ギアが重く感じる」という報告と、熟練者がアンケート調査で回答した「体幹を固め、上肢で強くハンドルを引きつけ、身体が前の状態で踏ん張る」ことで強

度の高い運動になると考え、毎試技は十分な休息を取って行った。4回目の練習で、踏み込み時は頭が前輪よりも前に行く程度、下死点付近においてもハンドルよりも前で漕ぐことが出来るようになったのを確認できた。重心を前に維持しながら、ハンドルの上に覆いかぶさるようにしてペダリングを行っている熟練者の動きに近づける為、引き続き練習を行わせた。腰の前後動きが抑えられ、動きも速くなってきた印象を受けたが、熟練者に比べると動きは大きく無駄のあるように感じられたため、熟練者のスタート動作における腰の動きに注目させ、毎回映像を確認してから前方維持練習を行うこととした（図 21）。



図 21 身体が自転車前方でペダリングを行っているのがみられた実施

練習の後期では、「腰が後ろに戻る距離を短く、時間を速くする」、「後ろに戻った腰を素早く前に出す」、前に投げ出した身体を維持する為に「体幹を固め、上肢で強くハンドルを引きつけ、身体が前の状態で踏ん張る」ことを引き続き指導し、前方維持技術の練習を行った。また、実際のスタート動作の中での動きを観察するために、自作した練習用スタートゲートを使用して、動きの確認を行った。このスタートゲートは、前輪がゲート板から離れた時点でロックが外れ、ゲート板が自由落下するシステムとなっている。図 3 の 5 から観察できるように、スタート動作を行う上で身体を前方に移動させると同時に、肘関節の屈曲と肩関節の伸展を行った際に、必ず前輪はゲート板から離れる。この

特性を利用して練習用のスタートゲートは作成した。この練習では、本番のスタートヒルに近い形で緩い下り坂にスタートゲートを設置して行った。

この練習中、被験者は前方倒れこみ技術を平地の練習と同様には行えていないことがわかった。(図 22 の 1～7) また、被験者には踏み込む局面で(図 22 の 8～14)、前輪が大きく上がってしまう失敗がよくみられた。この失敗は、肘関節の屈曲と肩関節の伸展の動きに対して、漕ぎ出し前に前方倒れこみ技術が十分に行えていないのと、1 漕ぎ目から 2 漕ぎ目に切り替わる時点での肩の位置がハンドルバーの鉛直上向きを基準に考えると後方にあるのに加えて、踏み込み時には、頭の位置が前方に移動せず、腰のみが前方に移動することによって上肢と体幹部分が起き上がっていることが原因であると考えられる。また、身体を前方で維持できずに自転車に対して被験者が置いていかれるような形で、重心が自転車の後方にある印象である。この動作を改善させるために、再び前方倒れこみ技術の練習を行い、「肘関節の屈曲と肩関節の伸展をさせながら、頭から身体のパーツを順番に前に投げ出す」感覚を養わせた。そして、「斜め上に伸び上げらずにゲート板の裏を見るように前に出る」ことも加えて指導した。前方維持練習においては、「腰が後ろに戻る距離を短く、時間を速くする」、「後ろに戻った腰を素早く前に出す」、前に投げ出した身体を維持する為に「体幹を固め、上肢で強くハンドルを引きつけ、身体が前の状態で踏ん張る」に加えて、「肩がハンドルバーの鉛直上方向を超えるように」と「踏み込み時に身体が起き上がらないように」ということを指導した。

これらのポイントを意識させながら、前方倒れこみ練習とスタートゲートを使った動きの確認を行った結果、全体の 7 回目の指導で、踏み込む動作(図 23 の 9～14)において、肩の位置がハンドルバーの鉛直上方向あるいはそれを超える程度に動きの改善がみられた。しかしながら、指導中、スタートゲートを使った練習では、世界トップ選手のように頭がゲート板を超えていく程の前方倒れこみ技術を実施することはできなかった。また、被験者の失敗例と改善後、そして熟練者の 1 漕ぎ目から 2 漕ぎ目への切り替えと踏み込み時の姿勢を比較したところ、世界トップ選手は 1 漕ぎ目から 2 漕ぎ目に切り替わる時点においても、肩の位置はハンドルバーの鉛直上を保っているのに対し、被験者の 2 漕ぎ目を踏み込む局面においては、改善はされているものの世界トップ選手程は行えていない(図 24)。全 8 回の指導中に 1 漕ぎ目から 2 漕ぎ目に切り替わる時点で、肩の位置がハンドルバーの鉛直上を保っている実施はみられなかった(図 25 の 1)。

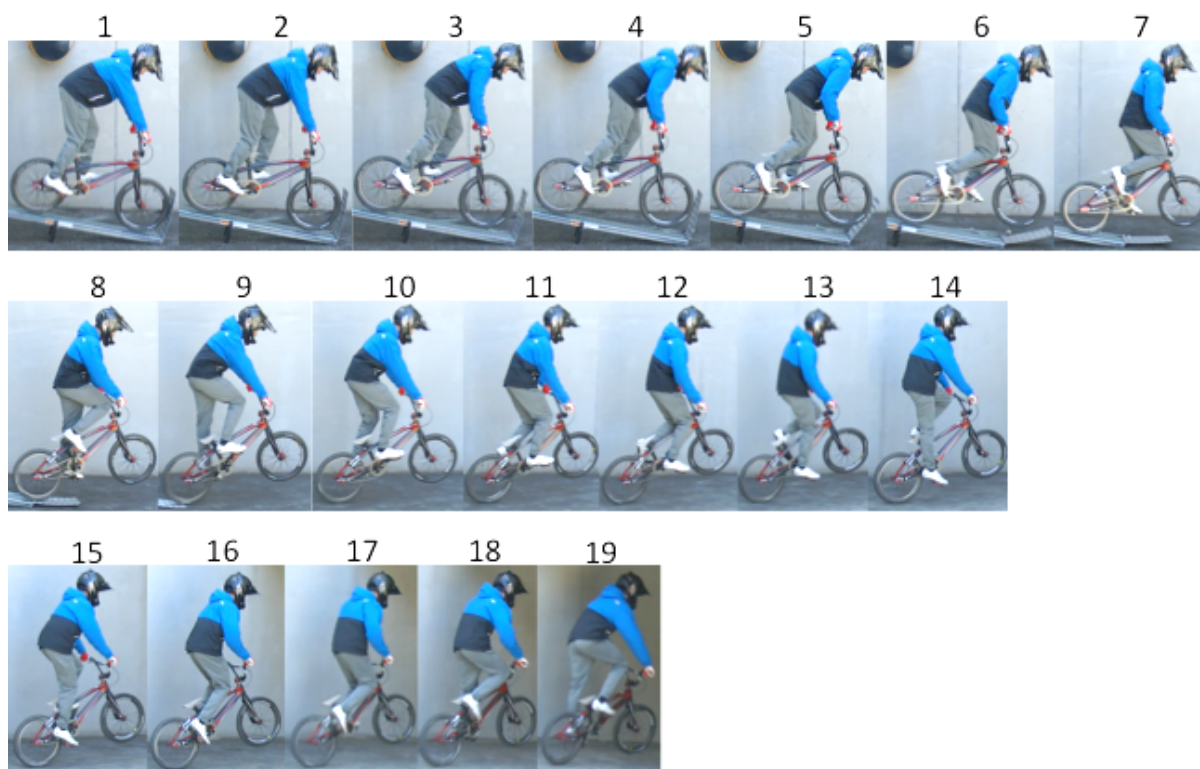


図 22 前方移動技術が十分に行えていない (1～7)

前輪が大きく上がってしまう失敗 (8～14)

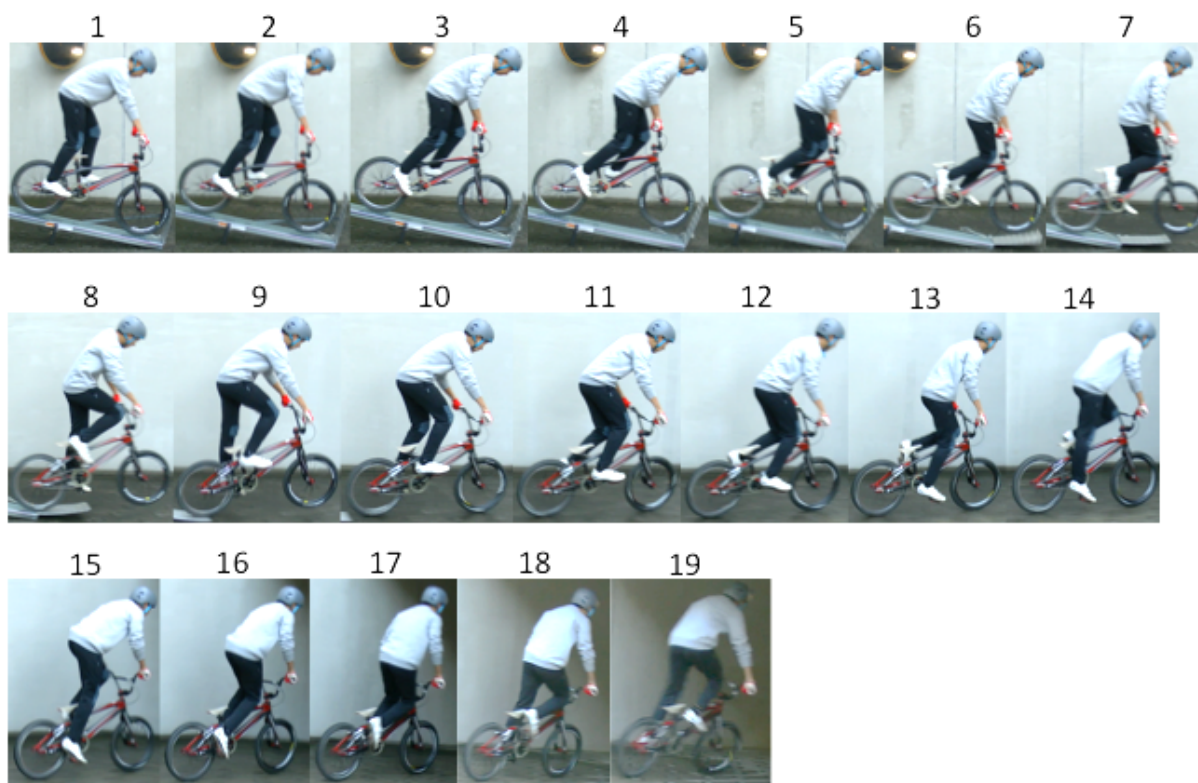


図 23 練習スタートゲートを使って動きの改善がみられた実施

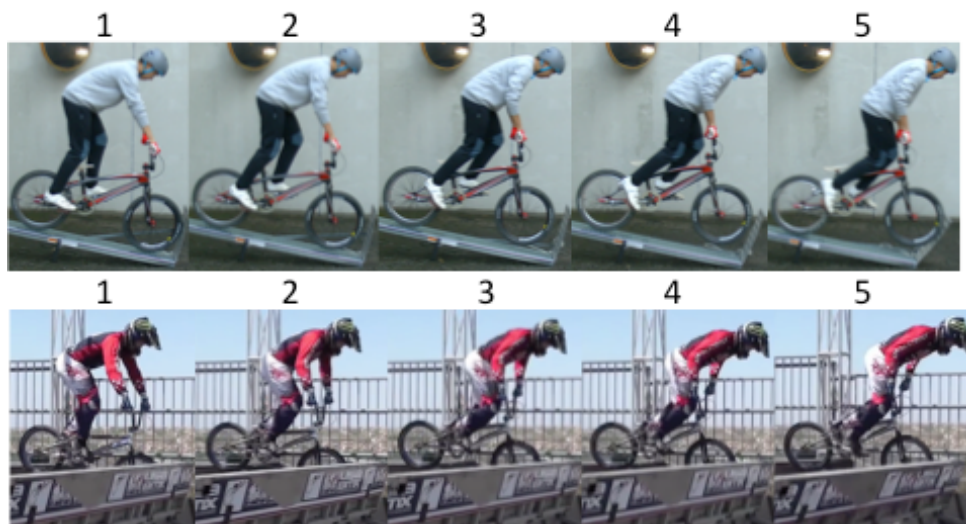


図 24 被験者と世界トップ選手の前方倒れこみ技術

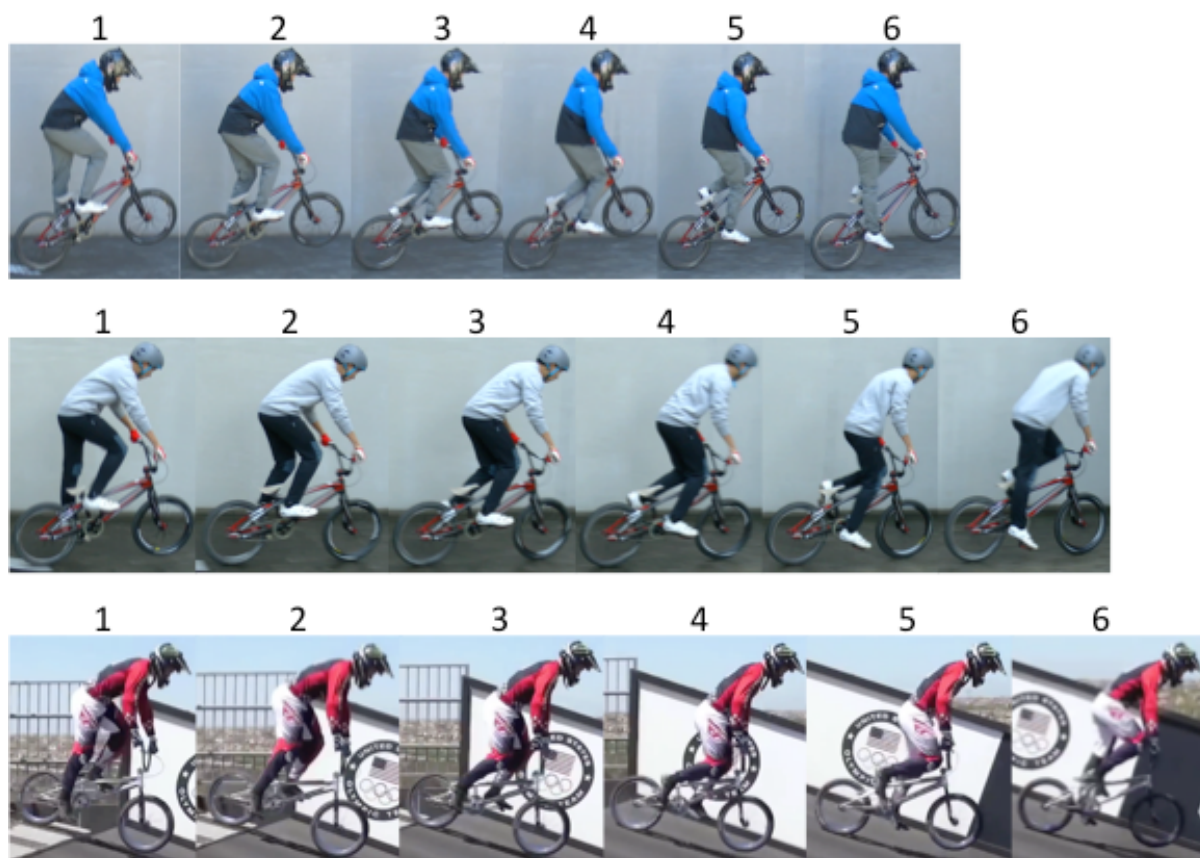


図 25 被験者と熟練者の2漕ぎ目踏み込み動作

上段：失敗例（図 22）中段：改善後（図 23）下段：熟練者（図 3）

全8回の指導終了後、指導後の評価を行った。被験者には、再び指導前と同じレースコースで同じセッティング（クランク長、ギア比等）の自転車でスタートから10mのタイム測定に協力してもらい、指導後のタイム測定と横方向からのビデオ撮影を行った（図26）。指導前後のスタートタイムの変化を表5に示した。また、被験者が各技術に対してどの程度習得できているか自己評価をしてもらい、表6に示した。

スタートタイム測定日を挟んで、PowerMaxを使用した体力測定を実施し、前日に1kpで最高回転数、翌日に無酸素パワーテストを行い、その結果を表7に示した。



図 26 指導後のスタート動作

表 5 指導前後のスタートタイム [秒]

	指導前	指導後
1	1.524	1.544
2	1.553	1.516
3	1.533	1.516
4	1.496	1.564
5	1.548	1.533
平均	1.531	1.535
標準偏差	0.0203	0.0182

表 6 指導前後の被験者自己評価

	指導前	指導後
姿勢確認技術	○	○
リアクション技術	○	○
前方倒れこみ技術	×	○
ペダリング配分技術	△	○
前方維持技術	×	○

表 7 指導前後の体力測定

	測定項目	単位	指導前	指導後
1	身長	cm	169.2	169.2
2	体重	kg	61.2	60.9
3	体脂肪率	%	17.2	16.5
4	最高回転数測定	rpm	224.0	232.4
5	無酸素パワー測定	w/kg	16.4	18.0

各技術について、スタート動作を指導前後で比べてみると、姿勢確認技術とリアクション技術は指導前から意識して行うことができていたため、変化はみられなかった。

前方倒れこみ技術において、肘関節の屈曲と肩関節の伸展をさせながら、頭から身体のパーツを順番に前に投げ出す動きは指導前と変化はないが、身体が斜め上に伸び上がるような形で前輪と一緒に力を上方向に逃がしているような動きは改善されている（図 27）。頭の位置は、指導後も前輪の上程度で、世界トップ選手のように身体を思い切り前に投げ出すような姿勢で頭がゲート板を超える程には変化していなかった。

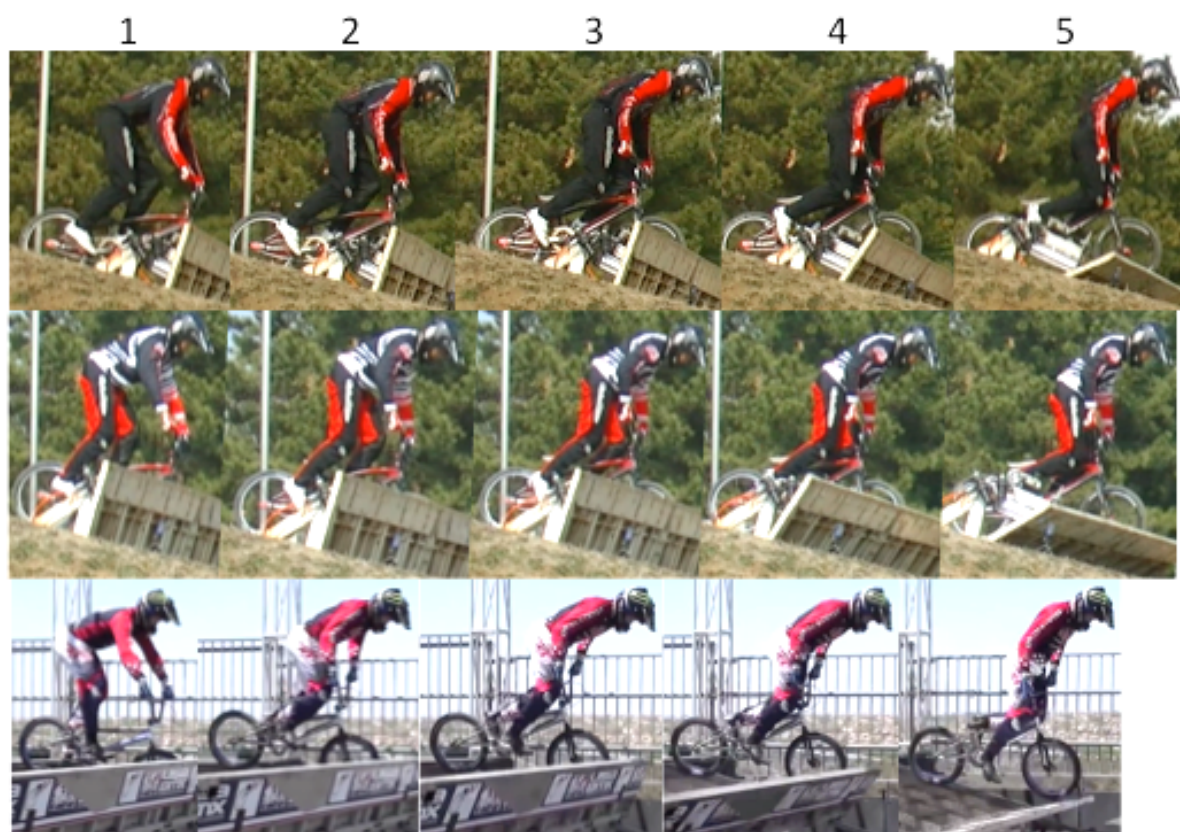


図 27 指導終了後の前方倒れこみ技術の評価

上段：指導前 中段：指導後 下段：世界トップ選手

ペダリング配分技術については、下死点まで踏み込まないこと、1 漕ぎ目はタイミングを合わせる程度で 2 漕ぎ目と 3 漕ぎ目に全力を注ぐこと、姿勢とペダリング時の膝の伸展と屈曲の力の入れ方の確認を主な目的として指導を行ってきた。被験者による自己評価では、指導前は、ペダリング時に引き足を使うことしか意識して行えなかったのが、他のポイントについても意識して行えるようになったと回答した（表 5）。

前方維持技術について、前方倒れこみ後に 1 漕ぎ目を行い、2 漕ぎ目を行う姿勢は指導前よりもハンドルの引きつけにより体幹と大腿部の角度が小さくなっていることからわかるように前傾になり、（図 28 の 10）踏み込み時の頭の位置を比較しても身体が前でペダリングを行えている印象である。（図 28 の 11～15）さらに、3 漕ぎ目を行う姿勢でみるとその差は明らかで、2 漕ぎ目を行う姿勢と

比べてもよりハンドルの引きつけと前傾でペダリングを行っている。(図 28 の 16~19) これは、スタンディングスタートからペダリングを重ね、自転車が進むごとに被験者の感覚でギア比が軽く感じられるようになることで、身体を前方で維持したままペダルを踏み込んだ時にペダルから受ける力が軽くなり、押し負ける(身体後ろに戻される)現象が軽減され、より前方で漕ぎやすくなっているからであると考えられる。

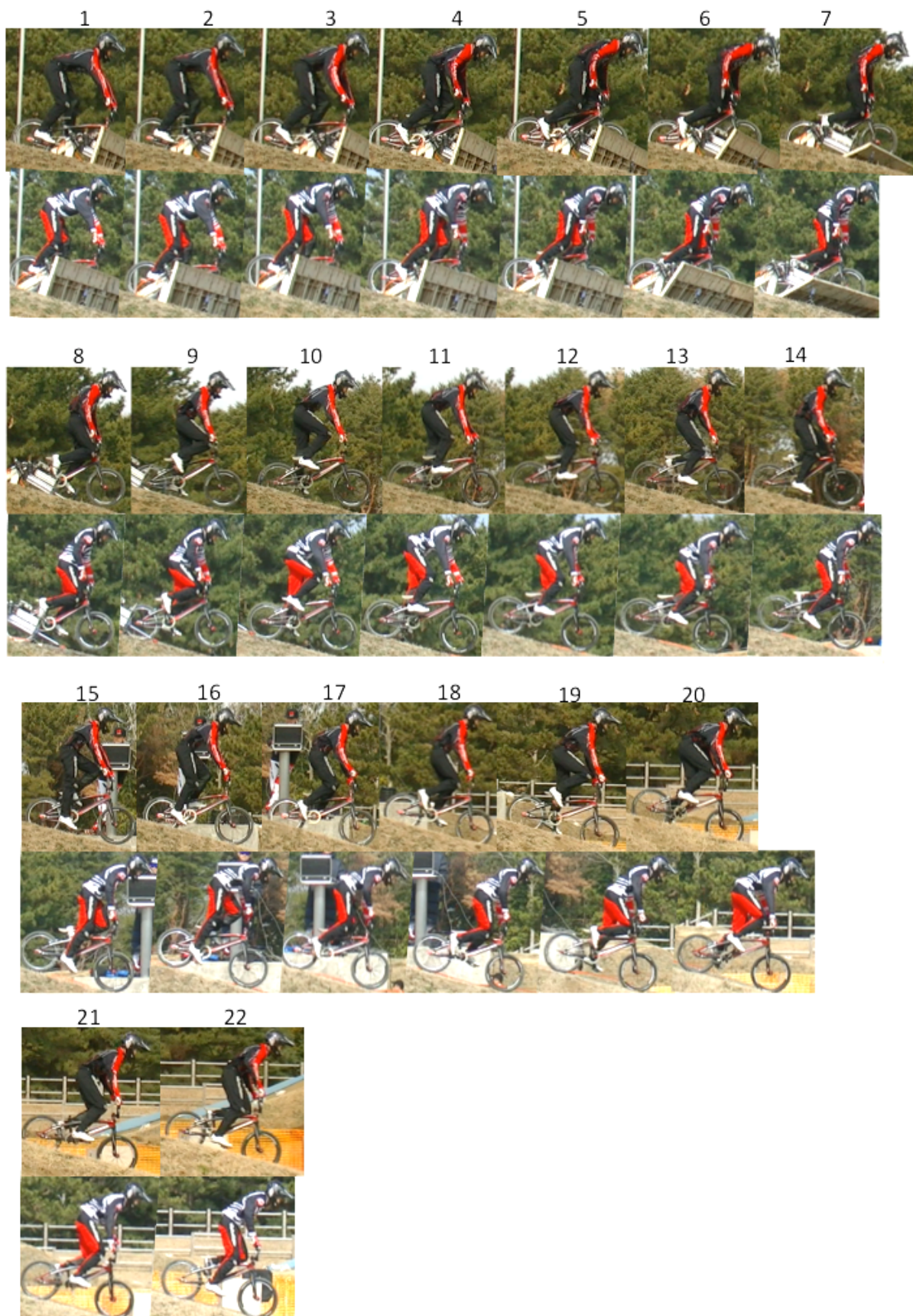


図 28 指導終了後の前方維持技術の評価

V. 考察

1) 姿勢確認技術について

アンケート調査から「1 漕ぎ目のペダル位置は少し高め（ダウンチューブ下から地面と平行くらいまで）に設定する」、「膝と肘は伸ばしきらずに少し余裕を持っておく」、「腰は少し引き、弓やゴムのよう反動で出るイメージを持つ」という3つの技術ポイントが抽出された。それぞれの技術ポイントについて、被験者は既に同様の意識をしていて、指導前の評価からも確認できた為、指導中に練習は行わなかった。今回の被験者は、中学3年生男子の国内ユース育成選手であったことから、被験者が競技を始めてから、これまで指導を受ける中で上記3つの技術ポイントについて意識ができるようになっていたと考えられる。前述の通り、BMX 競技で勝つためには、予選から決勝へと勝ち上がる中で1日に最大8本のレースを行い、全体を通して同じように最適なスタートを決める事が重要であり、毎回同じ姿勢で最適な動作を行う為に最適な姿勢で準備をする必要があると考えられる。競技を始めて間もない選手や、指導を受けたことがない選手にとってはこれらの技術ポイントを指導によって伝えることで、最適なスタート動作の再現性向上させることに貢献できると考えられる。先行研究では、「片足のスクワット姿勢で発揮される等尺性の膝伸展力は、膝関節角度が60度あたりでは約1.5倍と最小になり、膝関節角度が140度以上では体重の4-5倍になる」（阿江、1982）という報告もあり、「膝と肘は伸ばしきらずに少し余裕を持っておく」という技術ポイントが重要であることが示唆された。

2) リアクション技術について

リアクション技術では「いつでも反応できるように準備し、一つ目のシグナル/音に反応する」という技術ポイントが抽出され、多くの熟練者が1つ目のシグナル/音に反応すると回答していた。大会が行われるコースによってスタートゲートが倒れるスピードとタイミング、スタートヒル角度が異なるため、反応するタイミングを調整している選手も多くみられることから、必ずしも1つ目のシグナル/音に反応することが必要となるわけではないことが考えられるが、今回の研究で行ったアンケート調査ではより詳しい内容が確認されなかった。また、指導前に行った被験者へのインタビュー調査では、「反応するタイミングはコースによって変える」と回答しており、選手がリアクションタイミングの調整を行っているかどうかについては、今後さらなる検討を加えることによって、幅広い選手への指導の指標を示すことができると考えられる。

3) 前方倒れこみ技術について

前方倒れこみ技術の練習では、「頭から順に、体幹部を倒れこむようにして、身体を前方に移動させる」ことを目的とした。平地で行ったこの練習は、2回目以降からすぐに改善がみられたため、初回のみ10試行、2回目から4回目の練習では5試行、5回目の練習では3試行とし、6回目から8回

目の練習では実施しなかった。しかしながら、練習後期に行った練習用スタートゲートでは、肘関節の屈曲と肩関節の伸展の動きに対して、漕ぎ出し前に前方倒れこみ技術が十分に行えていないことで、前輪が大きく上がってしまう失敗がみられた。「肘関節の屈曲と肩関節の伸展をさせながら、頭から身体のパーツを順番に前に投げ出す」ことに加えて、「斜め上に伸び上がらずにゲート板の裏を見るように前に出る」ことも加えて指導すると、全体の7回目の指導で、肩の位置がハンドルバーの鉛直上方向あるいはそれを超える程度に改善が見られた。また、指導後にレースコースで行ったタイム測定時、頭の位置は、前輪の上と変化はなかったものの、身体が斜め上に伸び上がるような形で前輪と一緒に力を上方向に逃がしているような動きは改善された。しかしながら、指導中と指導後の測定においてもスタートゲートを使った練習では、熟練者のように頭がゲート板を超えていく程の前方倒れこみ技術を行うことはできなかった。練習後期に行ったスタートゲートを使用した練習では、「斜め上に伸び上がらずにゲート板の裏を見るように前に出る」という具体的な目標を決めたことで被験者の動きは改善されたことから、この指導は有効であったと考えられる。今回の指導で被験者は、「身体を前に出すのは怖くない」と報告していたが、スタートゲートを使用した練習を行った時に見られた、前方倒れこみ技術が十分に行えないことで、前輪が上がってしまう失敗に見られたように、平地で前方倒れこみ技術の練習を行った時と同様には身体を倒れ込ませることができていなかったことから、少なからずの違いや恐怖感があるのではないかと考えられる。前方倒れこみ技術についても、競技を始めて間も無い選手や、指導を受けたことの無い選手にとっては恐怖感を感じることもあり、スタートゲート上で前方倒れこみ技術を行う前段階として、平地で前方倒れこみ技術の動きを習得することは有効であると考えられる。本指導で行ったように、選手のレベルに合わせて条件を調整することは必要であり、最終的にコースのスタートゲートで前方倒れこみ技術を行うためにも、平地や傾斜を使い、どこでもできる練習を普段から実施しておくことで、より効率的に練習を行うことができると考えられる。

4) ペダリング配分技術について

ペダリング配分技術の練習では、「1 漕ぎ目は、強く踏み込み過ぎずに、2 漕ぎ目の引き足を意識し、2 漕ぎ目からは全力で漕ぐ」ことを目的とした。この練習では、1 漕ぎ目から3 漕ぎ目の力配分の意識を向上させることに加えて、1 漕ぎ目から2 漕ぎ目に切り替わる際に、膝が伸びきり、下死点まで踏み込んだ反動で身体が上後方に戻されている動きを、「下まで踏み切らない」、「踏み込み時の腰の位置を少し下にするように」、「上半身で身体をしっかり抑え込む」ことを指導し、動きの改善を行った。初回の練習から5 試技とし、指導から3 回目頃から徐々に改善がみられ、全8 回の指導中の練習序盤に実施した。上肢でハンドルを抑え込むことができるようになったことで、被験者は、身体は全体的に伸びきらずに、安定した姿勢で膝の伸展と屈曲を無駄なく行えるようになったと報告している。また、指導後に行った被験者の自己評価とタイム測定の映像によると、ペダリングの力配分と引き足の意識が向上し、1 漕ぎ目で下死点まで膝を伸ばした状態で踏み込み、それによって腰が上後方に戻さ

れるような動きというのは改善されたが、被験者の意識と実際に 1 漕ぎ目から 3 漕ぎ目にペダルへ加わった力と方向、あるいはペダルの踏み込みと引きつけ時のタイミングと発揮された力との関係については、今後の検討課題となる。

5) 前方維持技術について

前方維持技術の練習では、前方倒れこみ技術を行った後の 1 漕ぎ目から 3 漕ぎ目にかけて「身体が後ろに逃げないように意識し、身体は前に持っていく/維持する」ことを目的とした。この練習では、ペダリング配分技術の評価時と同様、踏み込み足を切り替える時に、前方に移動した腰が大きく前後と上下に動いてしまうのを改善する為に、ペダリング配分技術の練習で指導した「踏み込み時の腰の位置を少し下にする」、「上半身で身体をしっかり抑え込む」に加えて、「腰が後ろに戻る距離を短く、時間を速くする」、「後ろに戻った腰を素早く前に出す」ことを指導した。この練習中に被験者は、「ギアはかなり重く感じるが、ハンドルの引きつけは意識しやすい」と報告し、ラバーバンドで腰を後方から引っ張ることによって、ハンドルを引きつけ身体を前方で維持する意識の向上と腰を素早く前に出す意識が向上されたと考えられる。また、練習後期に行ったスタートゲートを使用した動きの確認では、前述の通り前輪が大きく上がってしまう失敗がみられた。これに対して、「体幹を固め、上肢で強くハンドルを引きつけ、身体が前の状態で踏ん張る」、「肩がハンドルバーの鉛直上方向を超えるように」、「踏み込み時に身体が起き上がらないように」という指導によって、全体の 7 回目の指導で、踏み込み局面において、肩の位置がハンドルバーの鉛直上方向あるいはそれを越える程度に動きの改善が見られ、指導後に行ったスタートから 10m までのタイム計測時の動作からも改善されていることが確認できた（図 29）。前方維持技術の練習によって上肢と体幹部への力の入れ方の意識が向上したことで、ハンドルを引きつけ身体を前方で維持する意識の向上と腰を素早く前に出す意識が向上され、踏み込み時に肩がハンドルバーの鉛直上方向を超えるようになり、身体を自転車の方で維持できるようになった。ハンドルの引きつけによって指導前より体幹が前傾し身体が起き上がらなくなったことで、上に抜けていく力も軽減され、上肢から下肢へ力がより伝えられるようになっていと考えられる。指導後の自己評価においても、被験者は意識的にできるようになったと回答していることから、この練習方法は妥当であったと考えられる。

今回の指導によって、スタートから 10m の最高タイムと平均タイムに大きな変化はみられなかったが、測定した 5 本におけるタイムのばらつきは抑えられた（表 4）。BMX レース競技で勝つためにはスタートで他の 7 人よりも前に出ることが重要であり、競技会は 1 日に最大 8 レース行い、決勝までの全レース通じての高いパフォーマンス発揮が必要とされるため、タイムのばらつきを抑えることができたのは今回の指導の成果といえる。しかしながら、タイム測定時の風向きや風速について考慮し、指導前後に行った計測の実験環境を統一することはより正確なデータ収集を行う為に今後の課題となる。また、体力測定における、最高回転数と体重あたりの無酸素パワーの向上には、本指導によってスタートフォームの改善が影響していることも考えられるが、詳細な分析については今後の研究

課題となる。



図 29 被験者の指導前後におけるスタート動作の比較

被験者は、指導後に行ったインタビュー調査で「練習をやる前と比べて1、2、3歩目のつながりが良くなった。特に高いスタートヒルからのゲートだと練習の成果が良く現れていた。」と報告している。今回の指導では、スタートから3漕ぎ目までをスタートの最も重要な局面とし、指導を行ってきた。緒言の通り、トップクラスのワールドカップや世界選手権大会が行われる8mのスタートヒルや年齢別の世界選手権大会等で主に使用される6mのスタートヒルは、およそ3漕ぎ目通過するキंकで斜面の角度が変わり、このポイントまでに両サイドの選手より前に出ることが非常に重要である。また被験者は、「練習を始める前はスタートから前に出ることが出来ず、苦しいレース展開が多かったが、練習を始めてからのレースではスタートで前に出ることができ先頭集団に絡めることが多くなってきた。」と報告し、指導後にアメリカで行われた大会においても、USABMX CAROLINA NATIONAL Boys15-16 Openクラスで4位、ジャパンシリーズ第1戦 笠岡大会Boys15-16 3位、ジャパンシリーズ第2戦 岸和田大会Boys15-16 3位、2017年度全日本選手権大会Boys15-16 3位という安定した結果を残しており、単純な比較は難しいものの、指導前に比べて、レースにおいても被験者のスタート動作を行う上での感覚や自信を強調させることができたと考えられる。練習方法については、前方維持練習を今後も続けていきたいと回答し、被験者の感覚からも練習方法が妥当であったと考えられる。

VI.まとめ

本研究は、熟練者からのアンケート調査をもとに BMX 競技において勝つために重要であると考えられている「スタート」において①姿勢確認技術、②リアクション技術、③前方倒れこみ技術、④ペダリング配分技術、⑤前方維持技術という 5 つの運動技術を明確にした。

各技術を習得する為に日頃から行うことが可能な練習方法の考案と、その練習方法の妥当性を被験者への指導で検証し、練習時の指導ポイントを明らかにすることを目的として約 1 ヶ月間に計 8 回の指導を行った結果、スタート動作の改善、スタートタイムのばらつきが抑えられた、被験者の各技術における自己評価が改善し、熟練者の動きに近づけることができた。これらのことから、本研究で抽出した技術、その練習方法が妥当であることが示唆された。

VII. 参考文献

1. Canadian Cycling Association

「Long-Term Athlete Development Winning BMX」 2010

2. 池田 祐介, 高嶋 渉, 貴嶋 孝太, 太田 洋一, 村田 正洋

「自転車競技の発走機を用いたスタートにおける体幹および上肢のキネマティクスとパフォーマンスの関係」 トレーニング科学 Vol.23 No.1 2011,

3. J.Louis , F.Billaut , T.Bernad , F.Vettoretti , C.Hausswirth , J.Brisswalter

「Physiological Demands of a Simulated BMX Competition」 International Journal of Sports Medicine Vol.10 2012

4. Lee Rylands, Simon J Roberts

「Relationship between starting and finishing position in World Cup BMX racing」 International Journal of Performance Analysis in Sport Vol.14 2014

5. M. Kalichová, S. Hřebíčková, R. Labounková, P. Hedbávný, G. Bago

「Biomechanics Analysis of Bicross Start」 International Journal of Medical, Health, Pharmaceutical and Biomedical Engineering Vol.7 No.10 2013

6. M. Zabala, B. Requena, C. Sanchez-Munoz, JJ. Gonzalez-Badillo, I.Garcia, V. Oopik, M. Paasuke.

「Effects of sodium bicarbonate ingestion on performance and perceptual responses in a laboratory-simulated BMX cycling qualification series」 Journal of Strength and Conditioning Vol.22 2008

7. Union Cycliste Internationale

「UCI CYCLING REGULATIONS 2017」

http://www.uci.ch/mm/Document/News/Rulesandregulation/16/61/41/6-BMX-EN-20170101_English.pdf

VIII.謝辞

本研究を進めるにあたり、数々のご指導、助言を賜りました指導教官である土屋純教授に厚く御礼申し上げます。また、ご多忙の中、副査を快諾していただきご指導いただいた磯繁雄教授、藤田善也先生に厚く御礼申し上げます。

途中に1年半の休学を挟み、研究が止まってしまいましたが、研究を再開し進めていくにあたり、土屋研究室の皆様の助言がなければ本稿の完成はありませんでした。心より御礼申し上げます。また、博士課程の羅劉星氏には大いに協力していただき、修士課程の吉野亨氏には細かい部分でご協力いただきましたこと深く感謝申し上げます。

体力測定の実施では、横浜市スポーツ医化学センター体力測定室にご協力いただき施設を使用させていただきましたこと感謝申し上げます。

最後に、アンケート調査を実施するにあたり快く協力していただいた日本や世界を代表するトップ選手、指導にあたり被験者として参加していただいた選手に深く感謝申し上げます。