

自転車競技・短距離種目において競技開始1年半で全国入賞した男子大学生の
取り組み事例の分析:
自転車競技・短距離種目の導入・初期発達段階における技術・戦術的トレーニングの
ポイントを探る

山口大貴¹⁾, 黒川剛²⁾, 荒木就平³⁾, 金高宏文²⁾

¹⁾鹿屋体育大学大学院

²⁾鹿屋体育大学スポーツ・武道実践科学系

³⁾鹿児島県立南大隅高等学校

キーワード: 未熟練者, 問題解決サイクル, ペダリング, スタート技術, ペース配分

【要旨】

本研究は, 大学3年次直前から陸上競技・跳躍種目から自転車競技・短距離へ種目転向し, 約1年半で1 km TTのタイムを1分38秒4(手動)から1分06秒221へ更新し, 大学競技選手権で全国入賞した大学自転車競技者の過程を報告した. 特に, 自転車競技・短距離種目の転向における技術・戦術的トレーニングのポイントについて検討した. ペダリング技術やスタート技術の習得では, 股関節の伸展動作を意識させる補助練習を積極的に実施することにより, 「臀部使用のペダリング技術」「股関節伸展を意識したスタート技術」「1 km TTにおけるペース配分」を習得したことが短期間の競技力向上を果たしたと考えられた.

スポーツパフォーマンス研究, 7, 300-319, 2015年, 受付日:2014年6月17日, 受理日:2015年11月19日

責任著者:山口大貴 鹿屋体育大学 891-2311 鹿屋市白水町1番地学生宿舎E-411

m146016@sky.nifs-k.ac.jp

* * * * *

**Analysis of the efforts of a male university cyclist who won a prize
in an all-Japan bicycle short distance event one and a half years
after starting cycling:
Technical and tactical points in the initial and early development stages
of his participating in short-distance cycling events**

Daiki Yamaguchi¹⁾, Go Kurokawa²⁾, Shuhei Araki³⁾, Hirofumi Kintaka²⁾

¹⁾ Graduate School, National Institute of Fitness and Sports in Kanoya

²⁾ National Institute of Fitness and Sports in Kanoya

³⁾ Kagoshima Prefectural Minami Osumi High School

Key words: unskilled cyclist, problem solving cycle, pedaling, starting technique,
pace distribution

[Abstract]

The present study reports the training of a university cyclist who, after participating in track and field jumping events for several years, changed to short-distance bicycle racing just before his senior year at university, and who improved his record in 1-km time trials from 1 minute 38.4 seconds to 1 minute 6.221 seconds in one and a half years, and eventually won a prize in an all-Japan university competition. The present report describes points of technical and tactical training after he started short-distance bicycle events. Active supplemental exercises for the stretching motion of the hip joint are thought to be useful for cyclists for achieving competitive power quickly, and for acquiring a pedaling technique that uses their hip, a starting technique in which they feel the extension of their hip joint, and pacing in 1-km time trials.

I. 研究の背景と目的

著者は、中学より大学2年次までの約8年間、陸上競技の走幅跳を専門として取り組んできた。しかし、大学3年次直前より自転車競技へ転向した。その背景には、大学1年次5月の走幅跳の試合で右足関節の傷害(右足関節踵骨上部骨折・下伸筋肢体癒着)が原因であった。大学1年次3月に手術(右足関節鏡視下滑膜切除および腱鞘滑膜切除術)を行ったにも関わらず、足関節の痛みが大学2年次11月になっても緩和されなかったこと、大学在学中に「跳躍選手として全国大会入賞という目標を達成出来ないかもしれない」と危機感があった。さらに、著者の競技開始時に、自転車エルゴメーター(パワーマックスVⅢ, コンビウエルネス社)において体力特性が、1kp 負荷の10秒間全力ペダリング運動で最高回転数255rpmを記録し、ウエイトトレーニング最大挙上重量においてハイクリーン100kg, スクワット140kg等といった、大学自転車競技者と比較しても遜色のない体力特性を有していたことも背景にあった。

自転車競技を開始するにあたって、筆者は「どうすれば大学卒業までの2年間で、大学生の全国大会において入賞するためには、自転車競技の技術や戦術、さらに体力を短期間で効率よく習得・強化する必要がある」と考えた。そのために、競技転向と同時に自転車競技の練習やトレーニングの情報について、チームメイトや指導者、指導書や研究論文、インターネット等から貪欲に収集を開始した。しかし、これらの情報の多くは、体力的なトレーニングに関するもの(青木ら, 1987)が多く、自転車競技・未経験者が段階的に身につけるべき技術や戦術、その練習方法について具体的に説明されているものは少なかった。また、実際の練習現場は、次のような指示を受け、理解が出来ないということもあった。スタートの練習では「腕でハンドルを引くようにしてみなさい」とアドバイスされた。しかし、「腕でハンドルを引く」とは、どの局面でどの方向へ引いてよいのか、競技開始時は理解出来ないという問題が発生した。

そこで、著者自身が直面する練習問題を一つ一つ明確にしなが、その解決方法を模索し、解決するという「トレーニングの問題解決サイクル(いわゆるPDCAサイクル)」(金高, 2000)を意識して実行することとした。その結果、競技開始約半年後に全日本インカレ団体種目で4位、約1年半後には同大会で個人種目4位へと入賞することが出来た。著者が直面したように、自転車競技における未経験者のトレーニング導入・初期発達段階の練習法に関する情報は極めて少ない。また、高校1年生で自転車競技を初めた場合、大学トップレベルの競技者になるには少なくとも約4~5年かかると考えられている。そのように考えると著者の競技発達は極めて速いと捉えることができる。競技開始から大学トップレベルまでのトレーニング課題や身につけるべき技術や戦術の段階を詳述することは、導入・初期発達段階の競技者にとっては有益な知見と考えられる。

本研究では、陸上競技者であった著者が大学3年次直前から自転車競技・短距離へ種目転向し、約1年半の取組で全国入賞した過程を報告するとともに、自転車競技・短距離種目における導入・初期発達段階の技術・戦術的トレーニングのポイントを検討することを目的とした。

II. 研究方法

1. 対象者

本研究の対象者は、大学男子自転車競技者(22歳)である。自転車競技への転向前は、陸上競技・跳躍競技者として中学1年4月から大学2年1月までの約8年間取り組んできた。大学2年次までの最高記録は、高校3時の7.05m(追風参考記録:7.11m)で、全国大会(インターハイ・国体等)への出場経験はあ

ったが、入賞経験はなかった。

著者の競技開始時(大学2年時2月時)の体格・体力特性は、身長170 cm、体成分分析装置(inbody,インボディ社)において、体重67.9 kg、骨格筋35.5 kg、徐脂肪体重61.5 kg、脂肪量6.4 kgであり、自転車エルゴメーター(パワーマックスⅤⅢ, コンビウエルネス社)において、1kp 負荷の10秒間全力ペダリング運動で、最高回転数255rpmを記録し、5.1kp(体重の7.5%負荷)の全力ペダリングで最高回転数197回転であり自転車競技を行うに必要な体力特性を有していた。その他にはウエイトトレーニング最大挙上重量において、ハイクリーン100 kg、スクワット140 kg、またジャンプ測定においては、垂直跳70 cm、立幅跳3m、立五段跳16m65 cmを有していた。

競技転向後(大学4年8月時)の筆者の体格・体力は、身長170 cm、体成分分析装置(inbody,インボディ社)において体重70.2 kg、骨格筋36.4 kg、徐脂肪体重62.8 kg、脂肪量7.4 kgであり、自転車エルゴメーター(パワーマックスⅤⅢ, コンビウエルネス社)において、1kp 負荷の10秒間全力ペダリング運動で最高回転数267rpm,5.2kp(体重の7.5%負荷)の全力ペダリングで最高回転数213rpm, ウエイトトレーニング最大挙上重量においてハイクリーン110 kg、スクワット180 kg、デットリフト200 kg、ジャンプ測定において、垂直跳68.4 cm、立幅跳2.8m、立五段跳15m80 cmを有するようになっていた。

競技転向後の身体の変化は、3カ月後(大学3年5月)で体重69.5 kg、骨格筋36.3 kg、徐脂肪体重62.6 kg、脂肪量6.9 kgであった。6カ月後(大学3年7月)で、体重69.3 kg、骨格筋37.3 kg、徐脂肪体重64.3 kg、脂肪量5 kgであった。

2. 事例報告の期間

本研究は、著者が自転車競技・短距離種目に取り組始めた大学2年2月(2012年2月)から大学4年8月の(2013年8月)全国大会入賞を達成した約1年半の期間とした。

3. 競技発達過程の記述

著者の競技発達過程は、大学3年次以降の1 km TT(タイムトライアル)の競技記録(図1)に対し、その過程で主に取り組んだ練習課題や内容及び習得した技術や戦術を、いくつかに分けて区分し、小見出しを付した。時期ごとの取組を詳述するために、以下の資料を収集し、説明資料を作成した。取組状況の詳述では、「トレーニングの問題解決過程(金高, 2000)」に従い、目標設定、現状把握や背景、診断・評価、計画、実施、微調整を記述した。

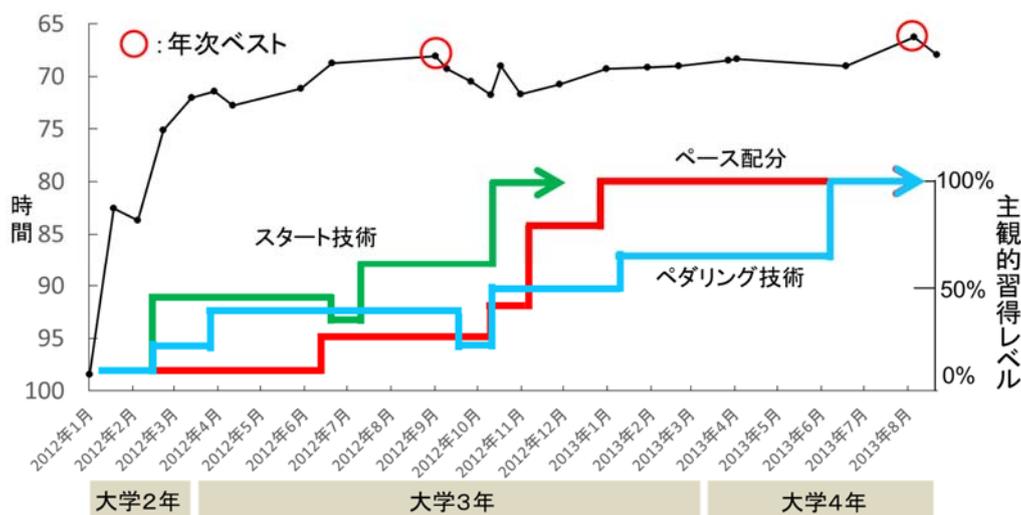


図 1.1kmTT 記録変遷と技術・戦術の習得状況

取組を説明するために作成した説明資料(図・表等)は、以下のものであった。

(1) 自転車競技の技術・戦術の変化やその練習内容の解説。

自転車競技の技術やそのために行った補助練習の説明は、その実施状況が分かるように出来る限り連続写真を用いて説明した。その際には、動作意識の「～しよう」という能動的な“動きの意図”や「～される」といった受け身的な“動きの感じ”，外的な動作について言及した。

戦術についても、技術の説明と同じように、意図や感じなどの主観内容と、実際に生じている客観内容としてラップタイムや区間速度等を説明した。

なお、以上の手続きを経て得られた説明資料や記述は、筆者(著者)自身によって作成された。また、記述内容や説明資料は、この改善に係わったゼミナール指導教員 B と自転車競技部の監督である指導者 C、さらに外部の高等学校の自転車競技部指導者 D により、通読され、事実関係に食い違いがないかを確認した。

III. 結果及び考察: 取組事例の呈示と分析

著者の 1 年半の取組を概観すると、競技パフォーマンスの向上のポイントは、「臀部使用のペダリング技術」「股関節伸展を意識したスタート技術」「1kmTT におけるペース配分」で、それらが段階的に改善されていったと考えられた。図 1 は、大学 4 年次 10 月の時点をも 100% として、取組期間における習得レベルのイメージ(右軸)の変化を示したものである。以下では、競技パフォーマンス向上の各ポイントの取組について概説する。

1. 「臀部使用のペダリング技術」の習得過程と分析

図 1(水色線)には、著者が臀部使用のペダリング技術を習得するまでの段階を示した。大きくは 5 つの段階が観られ、以下に各段階を概説した。

(1) 無知・がむしゃら期(図 1 水色線: 大学 2 年 1 月末～2 月末まで)

著者は、自転車競技へ転向するまで競技用のピストバイクはもちろんのことロードバイクでさえ見たことが

なかった。初めてロードバイクに乗車した際には、通常の自転車とは異なる形状や乗車姿勢に戸惑いペダルを踏んでいた。今までただの移動手段としてしか使わなかった自転車を効率よく進めることなどを考えたことはなかった。このことから、競技開始時期の頃は、今まで乗車したことのある自転車と同じように大腿前面を使用し、競技用自転車のペダルを全力で踏んでいた。特に、競技開始から約1ヶ月の頃は、車間の狭い集団の中で乗車することに気をとられ、自分自身がどのようにペダリングを行っているのか分からなかった。

自転車競技のペダリングには、上死点(12時)・下死点(6時)、3時、9時というペダリング分節点がある。しかし、図1の競技開始時期には、自分の足がどの分節点にあるのか分からない状況だった。そこで、ペダリングの軌道を把握する為に、ローラーやロードでのトレーニングで自分の脚の位置を意識して行った。この時の脚の使用部位は、主に大腿前面であった。目標としてはペダルの上死点付近(12時)から出力しようと思っていたが、実際には4時から6時の局面でしか出力する意識が出来なかった。更に、この時期のペダリングでの問題点は、回転数を上げてペダリングを行うと、お尻がサドルから跳ねてしまうことだった。自分で生み出した回転数が最大回転数に達した後、踏み込み脚が6時まで踏んでしまうことで、次の支持脚側の出力開始を遅らせてしまい、ペダルからの反作用を受けケイデンス(回転数)を上げることが出来ない状況だった。

(2) 出力ポイント改善期(図1 水色線: 大学2年3月～大学3年4月中旬)

競技開始約1カ月後のこの時期は、競技開始から継続してペダルへの出力ポイントを高く(上死点付近に)しようと考えていた。徐々にペダリング中に1時ごろに足がきたことが分かるようになってきた。1時～3時の局面で出力できるように意識した。前につま先を蹴り出す(膝関節を伸展する)感覚だったことから、「何か違うな」とは思いつつ、出力ポイントが高くなった感覚が味わえていたのでその時点では合格としていた(図2, 出力ポイント改善期)。

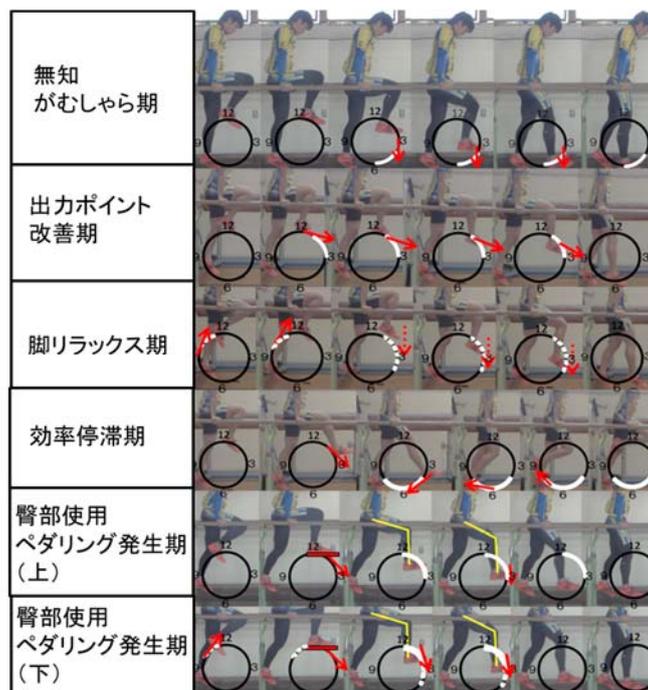


図2.ペダリング技術習得段階

(3) 脚リラックス期(図1 水色線:大学3年4月中旬~9月末まで)

競技開始5カ月までの時期では、常に自転車に乗車している時に「脚をリラックスさせる局面がないな」とも思っていた。この時期では、リラックスして楽に乗車することを目標とした。ロードでの練習で、ペダルを大腰筋、縫工筋付近を使用し、上死点(12時)まで持ち上げ、上死点からは脚の重みのみでペダルを進めるような感覚で走り、大腿前面はリラックスさせていた(図2, 脚リラックス期)。このころから少しずつバイクコントロールに慣れてきた感じがあった。このペダリング意識は、ロードワークの中の軽いギアのみで意識できたが、重いギア(フロントギア 53T, リアギア 15T)の使用時では行えず、初期段階の無知・がむしやら期のイメージへと戻っていた。この時期、順調に短距離種目の記録は更新出来ていたが、もっと楽に重いギア(フロントギア 53T, リアギア 15T)でもペダルを踏みこなす方法があるはずだと思い、ペダリング方法を模索していた。さらに、偶然にもチームメイトとの会話の中で、「ハムストリングスがパンパンだ。」という他の選手の発言を聞いて、著者の脚の疲労部位は他選手と異なることに気づきペダリング動作の改善を決意した。著者の疲労部位は大腿前面であったが、著者よりも熟練していた競技者では大腿後面のハムストリングスや臀部付近とのことであった。

(4) 効率停滞期(図1 水色線:大学3年10月~11月末まで)

改善を決意してからの大学3年10月からは、大腿後面を使用することを目標にした。ハムストリングスの収縮で4時~8時の局面でペダルをかかとで引っ掛けるような(膝関節を屈曲する)ペダリングに変化させた。この感覚は、偶然ギアを大きくしたロード練習の坂道で気づいた。長時間のロングライド(長時間のロードで行う有酸素トレーニング)でケイデンス(回転数)が低い場合に練習した。バンクでのトレーニングで活用出来るように意識の切り替えをしたが、125rpmを超える高いケイデンスになると意識することは出来なかった(図2, 効率停滞期)。

その後著者は、最高速で走る場面において脚の後面を使用したペダリングをするためにはどのようなトレーニングを行うべきか考えた。未熟練者からトップの選手のペダリングを注意して観るようになった。今まではどの選手も同じように見えていたが、ある時ふとトップの選手は股関節から動きが始まっているように観えた。そして、股関節伸展のペダリングを目指すようになった。

(5) 臀部使用ペダリング発生期(図1 水色線:大学3年1月中旬~大学4年8月現在)

この時期では、2つの期「臀部使用ペダリング発生期(上)」「臀部使用ペダリング発生期(下)」が生じた。
「臀部使用ペダリング発生期(上)」

競技開始から約1年経ち、股関節から動かす意識を持ちながらローラー台でのトレーニングを行っているときに、サドルの先端に座るポジションからサドルの後方へと座るポジションへと変更し、股関節角度の屈曲を大きくした際に臀部(大臀筋付近)を意識したペダリングが突然出来るようになった(図2, 臀部使用ペダリング発生期上)。元々身体のベース作りとして鍛錬していたスクワット等のウエイトトレーニング、日常生活で意識付けしてきた動き、階段での補助運動、補助的ウエイトトレーニングでの臀部補強のイメージとが一機に「関連づいた」ときであった。ローラー台を使用したトレーニングで偶然みつけた臀部の使用を意識したペダリングは、上体を思い切って前傾させたことにより臀部にテンション(筋の伸張感)がかかり股関節や膝関節の角度が変化し、臀部を動かす意識が強まったことでできたと考えられた。またローラーの使用

により、下死点(6時)までペダルを踏み込むとペダルの反作用が発生しやすいことから、膝関節・足関節の脱力をしたことも、より臀部を意識しケイデンスを上げたトレーニングの発生につながったのではないかと考えられた。

「臀部使用ペダリング発生期(下)」

その後は、ペダリングの動作意識の洗練によりペダリングにも余裕が出来、ペダルが上死点(12時)になる前に引き上げ動作が生まれ、ペダル出力前の準備もできるようになりペダルへの出力は向上した。その結果、股関節から出力するようなペダリングへと変化させることが出来た(図2, 臀部ペダリング発生期(下))。大腿前部から臀部を使用するペダリングへと段階的に改善することが出来てからは、記録もF200mにおいて13秒32(手動, 大学2年2月19日)から10秒888(大学4年8月28日)へ、1kmTTにおいて1分38秒4(手動, 大学2年1月29日)から1分06秒221(大学4年8月29日)へと更新できた。特に、この技術の貢献度は大きかったと考えられる。

その後、臀部を使用するペダリングの動作意識が発生してからは、その意識づけを強めるために行った補助練習(図3・[動画1](#), 図4・[動画2](#), 図5・[動画3](#))をつけ加えることで更にペダリングの動作意識を洗練していくことができた。以下に取り組んだ補強トレーニングの要領を概説する。

図3・[動画1](#)の補助練習Aは、股関節伸展の意識・支持脚遊脚の切り替え意識の獲得を狙いとして行った。股関節の伸展動作を強調させるために行った。身体重心の上下がないように、意識して行う。

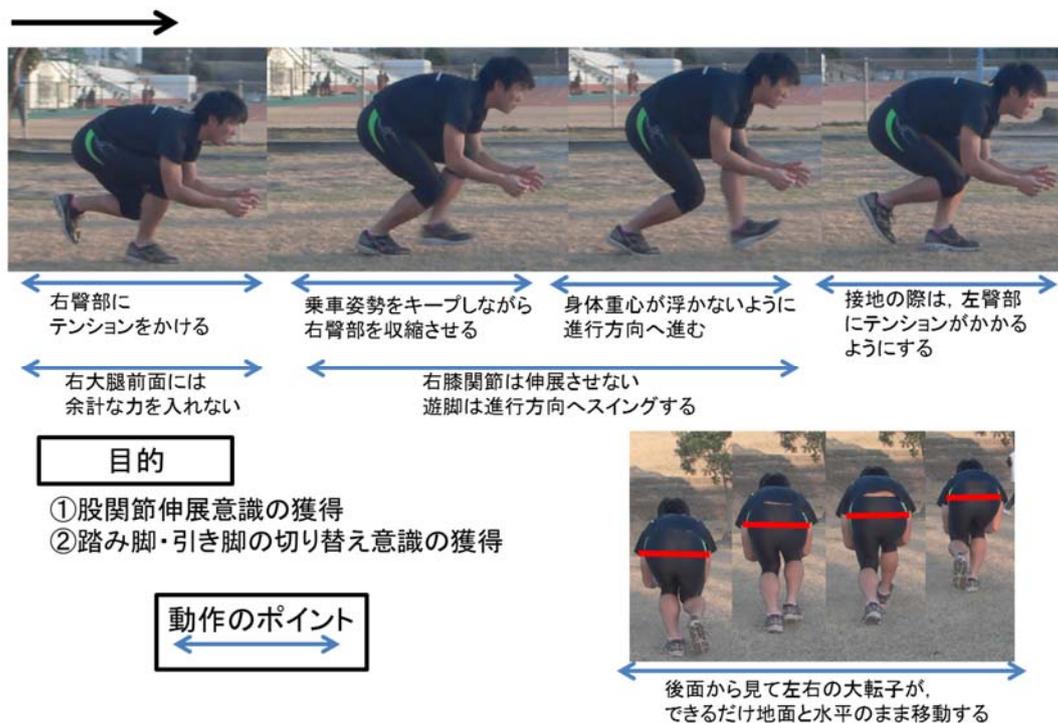


図3.補助練習Aの狙いと実施方法

図4・[動画2](#)の補強練習Bは、股関節伸展意識の獲得及び臀部強化、体幹・下肢の協調意識の強化、骨盤の角度の安定を狙いとして行った。スミスマシーンにプレートを付けた状態で(マシーンの重量7kgに

10 kgプレートを2枚付けたトータルの重量 27 kg), 前後に脚を開き, 足部を約 10 cmの台に置き, 乗車時のサドルに座っている時と同じ姿勢をとり, 股関節の伸展屈曲動作を繰り返す. 負荷によって強度が増すことで股関節伸展をより強化することが出来る.

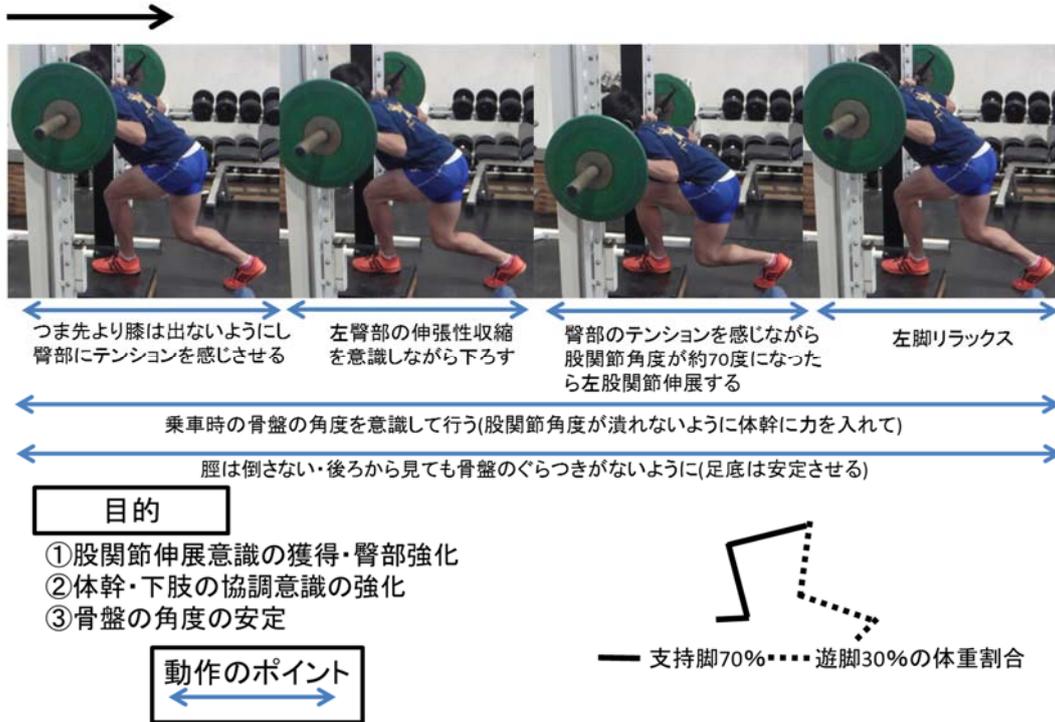


図 4.補助練習Bの狙いと実施方法

図 5・[動画 3](#) の補強練習 C は, 股関節伸展の意識獲得, 踏み脚・引き上げ脚切り替え意識の強化, 骨盤の角度の安定の意識づけを狙いとして行った. 図 2 の動きを立体的(前後・左右に加え上下)に行う感じで行う. 階段の段差を利用することで, ペダルに対して高い位置から出力をする意識を持てる. また重心をコントロールし階段に乗り込むことで, 自身の体重を活かしながらペダリングすることが出来る. しかし段差があることによって, 体幹の形(乗車姿勢)は崩れやすくなるので, バランスをとりながら, できるだけ身体全体の体勢を整えるように行った.

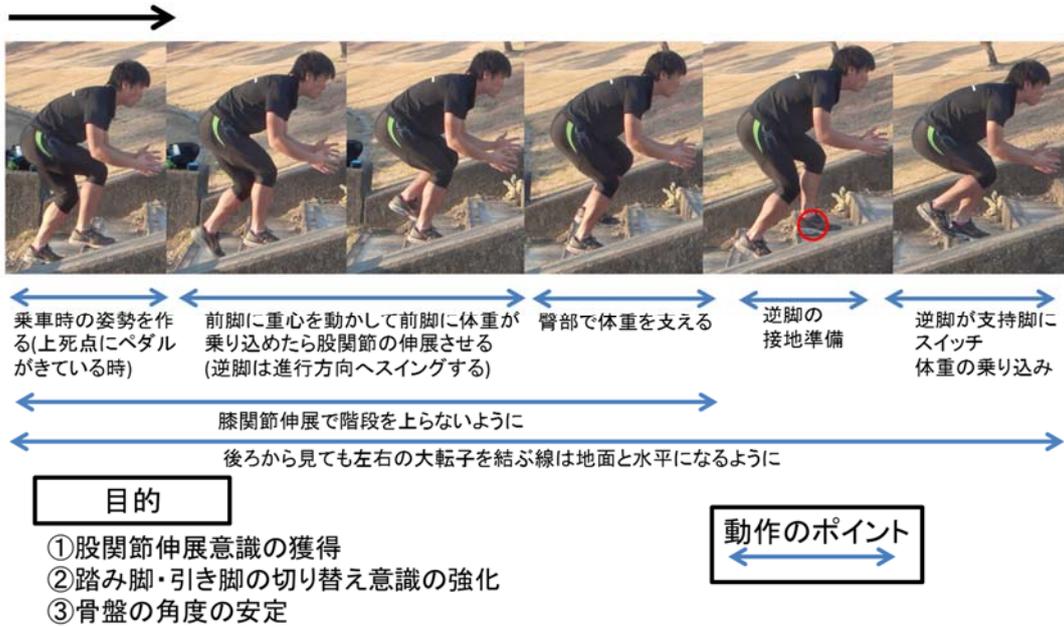


図5.補助練習Cの狙いと実施方法

図6は、著者のペダリングの意識について、局面分けを行いペダリング方向、意識して使う脚の部位、取り組んだ補助練習について、まとめたものである。ペダリングの出力局面や意識して使う脚の部位等が、時期によって段階的に変わっていることが分かる。

時期	ペダリング出力意識	意識する脚の部位					ペダリング姿勢
		大腿四頭筋	腸腰筋	膝屈曲ハム	股関節伸展ハム	臀部	
無知がむしやら期		◎	—	—	—	—	
出力ポイント改善期		○	—	—	—	—	
脚リラックス期		○	◎	—	—	—	
効率停滞期		△	—	◎	—	—	
臀部使用ペダリング発生期(上)		△	—	—	○	◎	
臀部使用ペダリング発生期(下)		△	○	—	○	◎	

※→はペダリング中の出力ポイント, ←は伸展する脚の踏み始めのポイントを指す

図6.ペダリングの習得過程および意識する脚の部位の変化

競技開始して間もない時期は、始めに自転車に慣れることを優先させて余裕が出来てきたら自分がどの

ようにペダリングしているか把握することが必要だと考えられた。臀部使用ペダリング発生期の大腿後面を意識したペダリングを行うことが出来るまでに、著者は約1年間を要したこと。さらに、大腿後面を使えるようなペダリングを習得しようと意気込んでから、納得のいくペダリングへと変化するまでには約3ヶ月半要した。これらのことから、1ヶ月間ほど大腿四頭筋付近を使って1時から3時の出力局面を理解することは妥当で必要なことと考えられる。しかし出力局面を理解できた後は、すぐに大腿後面を習得するよう取り組むことがよいと考えられる。

脚リラックス期に習得(意識)した大腿前面である大腿四頭筋付近をリラックスさせる技術(図2, 脚リラックス期)の習得は、後の臀部使用ペダリング発生期での技術と複合させて1kmを走りきる上で最後の200m～300mの最後の局面まで大腿前面の疲労感を減らし、踏める脚を残すようなことが出来た。このことから、これらは有効かつ必要なものと考えられた。ただし、出力ポイント改善期の後に5ヶ月間も単独で取り組むべき課題かどうかは、次の臀部使用ペダリング発生期の大腿後面でのペダリングの習得に時間を要することから、検討の余地があると考えられる。大腿後面でのペダリングの習得を主課題としながらも副課題として取り組めれば、トレーニングの効率は高まると考えられる。

大学3年1月のある日突然出来るようになった臀部を使用したペダリング(図2, 臀部使用ペダリング発生期上)は、下肢三関節の中でも足関節及び膝関節と比較して非常に大きなトルクの出力限とされている股関節(図子ら, 1998)から出力出来るようなペダリングであり、さらなる自転車競技パフォーマンスの向上へとつながった。

この技術は、股関節伸展のペダリングを目指して、日常生活でも股関節伸展の意識などを一致させた時にできるようになったものであるため、自転車競技未経験者や大腿後面での出力を意識できない競技者にとっては難しいことが予想される。実際に著者が大腿後面を意識したペダリングを行うことが出来るまでに、多くの時間がかかった。このことを考えると、著者が自転車乗車時以外で行った股関節の伸展動作意識を強める補強運動(図3・[動画1](#), 図4・[動画2](#), 図5・[動画3](#)・[動画4](#))は、極めて有効な練習と考えられる。特に、自転車競技未経験者には股関節の伸展動作を学習させるために、競技開始時から[動画4](#)のような階段での動きを徹底して行わせることが重要になると考える。そして、股関節の伸展の意識が発生してきた後、[図3・動画1](#), [図4・動画2](#), [図5・動画3](#)のような補助練習を段階的に取り入れていくことが効果的ではないかと考える。

2. 股関節伸展を意識したスタート技術の習得過程と分析

短距離種目(1kmTT, チームスプリント)におけるスタートは、重要な局面とされている(青木, 1987; 太田ら, 2011; 池田ら, 2013)。図1緑線に著者の股関節伸展を意識したスタート技術の習得段階を示した。大きくは5つの段階が観られた。

(1) 無知・動作未開発期(図1 緑線: 大学2年1月末～2月末まで)

競技開始時期の著者は、どのようにスタートを切っているのか分からないし、コーナーでのダンシング(立ち漕ぎ)さえも出来ない状況だった([動画5](#))。また動きの意図は、「どのように身体を動かしてよいのか」、また「自分の身体はどのような動きをしているのか」の動きの感じを客観的にモニター(把握)することも出来なかった。更に、全力を出すと転んでしまいそうな感じがして、恐る恐る乗車していた。著者が初めて自転車

に乗車してスタート動作を行った日、練習仲間から「腕を引け！」とアドバイスされたが「腕をどの方向に引いていいのかわからなく、ハンドルを身体側に引いてしまい上体が前のめりになってしまっていた(図7上・動画5)。このときの動きを外から見ると、腕の引き動作の方向の指示がなされていなかったため、下肢が生み出す力の反作用を抑えられていなかった。この頃の著者は、前述のペダリング技術同様、力の入れどころすら分からない段階だった。

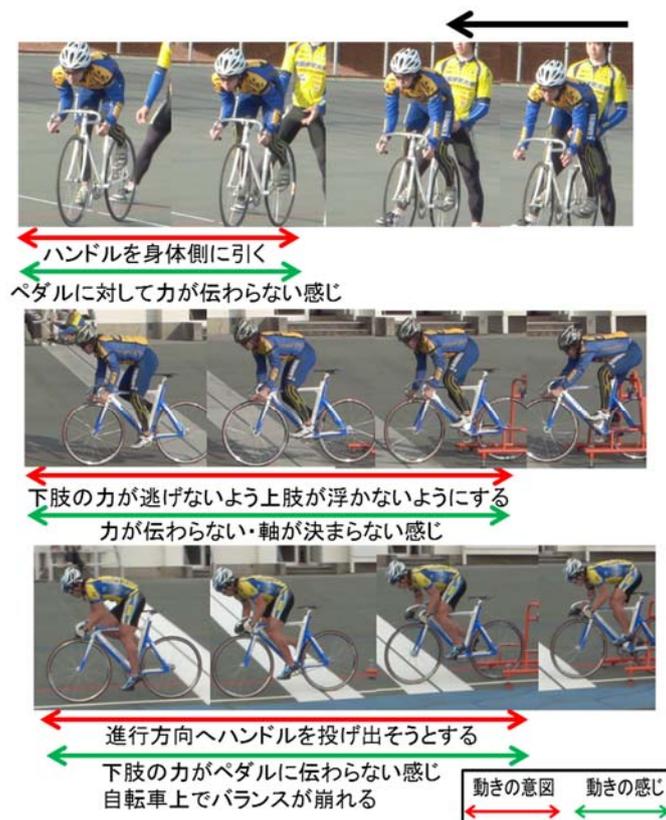


図7.スタンディングスタートにおける技術習得過程

(2) 上肢・下肢コーディネーション理解期(図1 緑線:大学2年3月～大学3年6月後半まで)

著者は、チームメイトのスタート動作を実際の練習中に見た。また、ビデオで撮影して繰り返し見て学ぼうとした。下肢が生み出す出力をペダルへ伝えるために、上肢の引き付けが必要だということを理解した(図7中)。現場で行われるアドバイスの「腕を引け！」という意味を自転車競技未経験者は、始めに理解すべき(指導される)ことだと思う。上肢の引き付けを理解出来てからは、スタート準備局面でお尻を後方へ引く予備動作を用いて、スタートをよりスムーズに切れるような取組みを行った。しかし、漕ぎだし局面でうまく予備動作を活かすことが出来ず、がむしゃらにペダルに対して出力していた。動きの感じは、自転車がふらついてバランスがとれていないため「力が伝わっていない」「軸が決まらない」というものだった(動画6)。また、このころは大腿前面が収縮して出力が行われている感覚を感じていた。フォームを観ると、大腿四頭筋を使用し、膝関節伸展を行っていた。また目線が下がっていた。さらに、支持脚が下死点(6時)へ来た際、支持脚と逆側の骨盤が上がっていた。そこで改善策として、目線を上げるように務めた。すると、自転車のふらつきが収まり、上肢のハンドルを引く感じも力が入るようになっていった。

(3) 技術停滞期(図1 緑線:大学3年6月末~7月末まで)

スタート技術の向上のポイントは、上肢の使い方にあると考えトップ選手の動画から見て学ぼうとした(図7 下)。上肢の肘関節を曲げて前方向へハンドルを投げ出すというような動作を行っていたように観えていた。進行方向へ進もうとする上肢と、ペダルへ出力したいが反作用が抑えられていないため身体のバランスが崩れ、上肢と下肢は連動して動くことはなかった。動作を真似ただけで、逆にスタートのタイムは落ちてしまったことから、すぐに、以前のイメージに戻した。上肢の動きに意識をおいて練習をしたことで、上肢と下肢のバランスが合わなくなり、パフォーマンスの停滞(スタート時におけるタイムロス)につながっていたと考えられる。

(4) 股関節伸展スタート発生期(図1 緑線:大学3年8月~大学4年8月現在)

競技開始約半年経ったところで、スタート動作を膝関節伸展のみに頼り出力していると、下死点(6時)を過ぎても出力している感覚があった。動画を確認すると、踏み脚に対する引き脚側の骨盤が浮いていた。踏み脚が、膝関節伸展で下死点(6時)過ぎまでペダルを踏むことで、下肢三関節の含み(遊び・余裕)がなくなり各関節が伸びきっていた。ペダルの位置を観ても下死点を過ぎていて、出力にロスがあるのではないかと思った。それは支持脚が伸びきり、ペダル位置が下死点を過ぎた状態で出力し続けると、引き脚のペダルは上死点(12時)を通過しているため次の一步の出力が遅れてしまう。さらに、ペダル位置が下死点(6時)時に下方向へ出力を続けていると、引き脚から踏み脚への切り替わりが遅れ、ペダルを進めることに対してブレーキをかけてしまっていた。その後、股関節を伸展させて膝関節・足関節は意識させないような動作を考えた。その動作意識は、図8に示すように足・膝関節の関節角度を変化させないように、階段を降りるようなものであった。股関節伸展を意識するために階段登り・下りドリル、ウエイトトレーニングのクリーンでも、スタートの意識を持ち込んで常にトレーニングを積むようにした。また、階段登り(動画4)は、図8と同じように階段に乗り込んでいくようにした。



膝の関節角度を変えないで下る。臀部で体重を受け止める

図8.階段下り

以上のトレーニングを行っていく中で、スタートにおいて動作に変化をもたらすことが出来た。発走機を用いたスタートでは、自転車をストッパーで固定した状態からスタートを行う。ストッパーはカウントダウンが

ゼロになったら解放され、選手はカウントダウンを観ながら号砲を待つ。またストッパーが開放される瞬間に勢いよくスタートが切れるように準備を行う。股関節伸展を意識出来るようになると発走機からのスタート練習のストッパーが開放される前から、ストッパーが開放された時点で大転子を水平方向へ移動させ、前方への身体重心速度を高めることが出来るようになった(動画 7)。身体重心の水平速度を高くすると、ペダルの反作用に負けて関節が曲がって軸が決まらずに、ふらふらしていたが、股関節の伸展によって力を出力できるようになったことで、関節が曲がることがなくなった。また、膝関節を伸ばしきらなくなったことで問題だと思っていた踏み脚に対して引き脚側の骨盤の浮きが改善された。その後の動作意識や感覚は、洗練されていき、最終的には、池田ら(2013)の示している一流競技者のスタート時に観られる腕の強い引きによって肩関節を伸展させるとともに肘関節肘関節の屈曲するようになった。これは、下肢が生み出す反作用に対して上肢は引き付けられているのに加え、スタート準備局面で引いたお尻が前方にスライドした準備動作をうまく活かせるようになった(動画 8)。また意識の洗練に伴い、スタートイメージを強調するために補助練習としてメディシンボール投げも行った(動画 9)。

このように著者の取組を分析・評価すると、自転車競技のスタート動作に取り組んでいく上で、初めに理解すべきことは、上肢と下肢の力を加える方向を確実に学んでおくことである。次に取り組むべきことは、(競技開始時点から上肢・下肢コーディネーション理解期までの)股関節伸展のスタート動作を覚えることである。技術の変化過程は、自転車競技未経験者が必ず通るべき道であり、股関節伸展を覚えスタートを行うことは、大きなトルクを発揮出来るためには必要な技術であったと考えられた。意識する脚の部位も、段階的に大腿前面の膝関節伸展筋群から大腿後面の股関節伸展筋群へと変化していった。また、ペダリング技術の習得とも関連していることが明らかとなった。

3. 1kmTT におけるペース配分の習得過程と分析

1kmTT のレースは、スタートから速度が増加し最高速に達した後に速度が徐々に低下してくとされている(青木ら, 1987, 池田ら, 2012, 太田ら, 2011)。また, 1kmTT ではスタートも重要な局面であるが, 前半局面における平均速度や最高速度との間に強い相関関係が認められている(太田ら, 2011)。後半の速度低下は競技レベルに関わらず一定であり, 記録との関係は小さいと報告されていることから, ペース配分を行わない“all-out strategy”が有効とされている(太田ら, 2011)。指導現場でも「最初から全力で突っ込め！」と指示されることが多い。しかし, 1kmTT は, 競技時間が 60 秒~70 秒であるため最高速度を維持したまま走りきるのとは不可能である。そこで, 前半から平均速度を向上させて後半の速度低下を抑えられるようになる過程について, 著者のペース配分の習得段階を図 1 赤線に示した。大きくは 4 つの段階が見られた。また表 1 は, 著者が「1kmTT におけるペース配分」を習得するまでに経験したペース配分の動作ポイントについて, 事例提示よりまとめて示したものである。ペース配分での意図や感じが段階的に変わっていることが分かる。

表 1. ペース配分の習得過程による主観及び客観の変化

時期	距離(m)	0-200m	200-400m	400-600m	600-800m	800-1000m	合計タイム(秒)	平均時速(km/h)	ギア(フロント×リア)	バンク周長	
無知・がむしやら期	客観	ラップ(秒) 18.7 区間速度(km/h) 38.5	13.8 52.2	14.96 48.1	16.7 43.1	17.9 40.2	82.57	43.6	50×15	400m	
	主観	動きの意図	全力でペダルを踏む								
オーバーペース期	客観	ラップ(秒) 16.71 区間速度(km/h) 43.1	12.24 58.8	13.19 54.6	14.3 50.3	15.57 46.2	72.01	50.0	48×14	400m	
	主観	動きの意図	最大努力度でスタート				全力でペダルを踏む				
	客観	ラップ(秒) 16.517 区間速度(km/h) 43.6	11.877 60.6	12.243 54.6	14.3 50.3	15.57 46.2	72.01	50	49×14	400m	
	主観	動きの意図	最大努力	最高速を出す	スピードキープ	我慢					
ペース配分考察期	客観	ラップ(秒) 16.6 区間速度(km/h) 43.4	11.8 61.0	12.0 60.0	13.7 52.6	14.9 48.3	68.93	53.2	49×14	400m	
	客観	ラップ(秒) 17.02 区間速度(km/h) 42.3	12.52 57.5	12.78 56.3	12.95 55.6	13.7 52.6	68.97	52.2	50×14	400m	
	主観	動きの意図	1歩ずつ丁寧に	楽に踏みかえ	最高速を出す	我慢					
時期	距離(m)	333-666m	333-666m	666-1000m	合計タイム(秒)	平均時速(km/h)	ギア(フロント×リア)	バンク周長			
理想的なペース確立期	客観	ラップ(秒) 24.6 区間速度(km/h) 48.7	19.87 60.3	21.751 55.1	66.221	54.4	50×14	333m			
	主観	動きの意図	1歩ずつ丁寧に	楽に踏みかえ	1歩を掻く 努力度を上げていく	最大努力					

(1) 無知・がむしやら期(図 1 赤線: 大学 2 年 1 月末～6 月末まで)

競技開始初期のレースペースの配分は、常に 1km を全力でペダルを踏み続けるものだった。スタート局面の技術においても技術的に未熟であり、スタート局面も存在していなかった(学内タイムトライアル 1 km TT [動画 10](#))。この時期のペース配分は、「最初から最後まで全力で踏み続けているもの」で 1km という距離に対する不安が大きく自分が何m地点からきつくなったのか、どの地点でスピードに乗ったのか理解出来ていない状況だった。競技種目に対する理解が浅く、ペース配分を上手くコントロール出来ていなかったことが考えられる。

(2) オーバーペース期(図 1 赤線: 大学 3 年 7 月～10 月末まで)

レースを重ねていくと、スタート局面・加速局面が出現し、「ここまでは我慢しよう」というレースプラン(戦術)を考えられるようになっていった。しかし、あくまで自分の感覚のみに頼るものだった。しかし、競技開始約 9 カ月で出場した国体のリザルトには、全選手のラップタイムが示されたことから、感覚だけでなくラップタイムにも関心を持つことになった。上位に入賞した選手は、200m～400m のタイムがよく 400m～600m のタイムもよかったことに気が付いた。著者は、600m 通過スプリットでは 3 番タイムで通過しているにも関わらず、最終順位は 21 位と最後の 400m の失速が非常に大きいことに気づいた。著者はスタートが比較的得意で、前半でタイムを稼ごうとしていた(第 67 回国民体育大会ぎふ清流国体 1 km TT [動画 11](#))。そこで、200m～400m のタイムを上げればその勢いで 400m～600m のタイムも上がり失速する幅が抑えられるのではないかと考えた。そのころは、スタート局面から最大努力度でレースを走ることによって 40 秒前後の解糖系のエネルギー供給系のキャパシティーの限界がきて大きな失速をしてしまい自身の体力にあったペース配分が出来ていなかったことが考えられる。

(3) ペース配分考察期:(図 1 赤線: 大学 3 年 11 月～12 月末まで)

国体終了後の時期、国体のリザルトからラップを確認し、1kmTTにおける最適なペース配分を探すようにした。生理学的に観ても、600m 通過は約 40 秒前後なので解糖系のエネルギー供給系のキャパシティーの限界(春日ら, 2002)であり、国体の時のようにスタートから出来る限りスピードにのせ、後半粘るというものでは 600m 通過後失速してしまう。物理的には、空気抵抗は速度の 2 乗に比例し大きくなり、自転車にかかる空気抵抗に対するパワーは速度の増加に伴い 3 乗に比例して大きくなる(淵本, 2004)と言われていることから、最高速を出そうとすると抵抗に対するパワーは大きくなる。また心理的にも、スタートからの努力度

が高いせい、後半の失速を不安に思うようになっていた。スタートは速く、200m～400m で最高速を出し、前の区間と同じタイムで400m～600m 区間も走れるように試みた。400m 通過した後のコーナー入口で意図的に力を抜くことで最後までエネルギーを保てるようにしていた。しかし、ペース配分の意識改善と並行して、この時期ペダリング技術も改善中であり無駄なエネルギーを消費しながら走行してしまい、後半余力を残すことなく失速していた。その後は、スタンディングスタート後、楽に速く加速出来るように心がけた。また、加速局面のダンシングでも楽に進むため、股関節の踏みかえ動作に意識を置き前半(0m～200m)は出せる力の範囲内で楽に速く進むことを意識して行った。その結果、3月の気温の低い状況(約8～12℃)でも1分10秒を切る記録を出すことが出来た。このようにラップを意識してペースを刻んで走るイメージは、非常に簡単で時間をとられることなく実施することが出来た。

(4) 理想的なペース配分確率期(図1赤線: 大学3年1月～大学4年8月現在)

本格的にシーズンに入り、更に記録を狙いすぎて力み納得したレースが出来なかったこともあったが、最終的には最も目標としていた全日本インカレの1kmTTにおいて、思い通りのレースが出来1分06秒221の鹿児島県記録・学生歴代8位の記録で走ることが出来た(第69回全日本大学対抗選手権自転車競技大会1kmTT [動画12](#))。「スタートから楽に速く」をテーマに高い最高速も出しながら、最後の最後まで高速で走りきるといった感じが再現できた。

著者の取組を分析・評価すると、1kmTTにおいて競技者個人にあった適切なペース配分を習得していくためには、ラップタイムを活用することが重要と考えられた。区間ごとに目標ラップを定めることで、前半の走りに心理的な余裕をもってタイムトライアルに臨むことが出来た。目標ラップがないとオーバーペース期のように前半からタイムを稼いでおかないといけないという意識が強くなり、スタートから心理的に余裕がなく丁寧に動くことが出来ていないため無駄な体力を使い後半失速するというレースが多かった。

ペース配分の習得では、計測したラップタイムからレースの反省点、改善点を考察すること。自己の目標タイムを設定して、個人の特徴(脚質:前半型か後半型等)を踏まえ考えた目標タイムを出すためのラップを計画通りに走ることが出来るのか課題を持ってレースを行うことが非常に重要なことだと考えられた。

V. 総合的考察

本研究は、陸上競技者であった著者自身が大学3年次直前から自転車競技・短距離へ種目転向し、約1年半の取組で全国入賞した過程を報告するとともに、自転車競技・短距離種目における導入・初期発達段階の技術・戦術的トレーニングのポイントを検討することを目的とした。

約1年半の取組で全国入賞した過程を振り返ると、股関節の伸展動作を意識させる補助練習を実施しながら、大腿後面を使用した「ペダリング技術」を習得・洗練化し、「スタート技術」、「ペース配分」を段階的に習得できるようになったことが大きな要因であると考えられた。ペダリング技術において、大腿前面を使用していたペダリングから大腿後面を使用したペダリングへ変化したことは、大きなトルクを出すことに成功し努力度を抑えたペダリングが可能となり、レース全体のタイムを短縮した。更に、スタート技術の改善によって前半の努力度を抑えながら走行できたことから、後半の失速を抑えられたことが考えられる。スタート技術の向上も、努力度を抑えながら区間速度を向上させることに成功したことが、合計のタイム短縮につながっ

たと考えられる. このように, ペダリング技術・スタート技術の習得とも関連していることが明らかとなった.

一方, 著者が競技開始時点で, 自転車競技への適性を見出している点や, 陸上競技・跳躍選手として体力・運動能力が高いレベルに形成されていたことが前提となっていたことも, 短期間でパフォーマンスを向上させた要因になっていると考えられた. さらに, 自転車競技の開始から全国大会入賞まで, ウェイトトレーニングの最大挙上重量増加の結果(ハイクリーン 110 kg, スクワット 180 kg, デットリフト 200 kg)に加え, 日々のチームでの朝のトレーニング 50 km のコースを約 90 分で走行していたことで, 自転車競技者としての有酸素系の体力が高まったことも要因になっていると考えられた.

また, 本研究の著者が継続して行った重要な取組としては, トレーニング中に感じ取った感覚や動きの課題を, メモや動画に残していたことであった. 初期発達段階中の著者の感覚は, 日々変化していた. 競技開始直後は, 自分の身体がどのような動きをしているのかさえ分からない状況であった. しかし, そのことを丹念に繰り返すことで, 最初は何が生じているのかが分からなかったが, 徐々に日々のトレーニングで生じて変化に気づくことが出来るようになっていった. その結果, 事例提示もできる資料の蓄積と自転車競技者として求められる運動意識等が身についたと考えられた.

VI. 実践現場への提案

筆者が経験した本事例より一つの意見として, 高校 1 年生に対して導入・初期発達段階の技術・戦術的トレーニングのポイントを考えた. 次のようなレディネス(前提条件・準備)が必要になると考えられるが, 技術を短期間で習得してパフォーマンス向上に役立たせられる提案となるのではないかと考える.

- ① 高校 1 年生で, 中学時代に運動部等でのトレーニング経験があること.
- ② 通常の自転車が乗れ, パワーマックスでの 10 秒間 1kp のペダリングで 240rpm を出せる能力があること.
- ③ 自転車競技未経験者であるが, 歩行やジャンプ等での股関節伸展動作を理解できること.
- ④ 競技者自身が身体活動中に使われている部位を把握する自己観察能力や映像等から外から観た動きを分析することの出来る他者観察能力があること.

1) 臀部使用のペダリング技術の習得ステップ

図 9 には, 自転車競技未経験者が段階的に身につけるべきペダリング技術の提案を表した. 著者は臀部使用ペダリングが出来るまで約 1 年間に要したが, 6 カ月での臀部使用ペダリングの習得を目標に提案する.

時期	ペダリング技術の習得課題:出力ポイント	取組み補助運動(右下図)と習得課題の補足説明	
ペダリング技術	開始 1カ月	 動画4の動きを行う。 自転車に乗って自己の感覚を確認する。	
	開始 2カ月	 動画4の動きを行う+ペダリング分節点を理解する。	
	開始 3カ月	 動画4+1の動きを行う+大腿前面のリラックスを理解する。	
	開始 4カ月	 動画4+1+2+3の動きを行う。 臀部などのハムストリングスを使えるようにする。	
	開始 5カ月	 動画4+1+2+3の動きをペダリングに活かすようにする。	
	開始 6カ月	 動画4+1+2+3の動きをペダリングに活かすようにする。	
時期	スタート技術の習得課題	取組み補助運動と習得課題の補足説明	
スタート技術	開始 1カ月	 動画4の動きを行う+実際にスタートを行い自己の感覚を確認する。	
	開始 2カ月	 動画4の動きを行う+図7中, 右の理解をする。	
	開始 3カ月	 動画4の動き+図7中, 右の理解をする。 股関節伸展を理解する。	
	開始 4カ月	 動画4の動き+図7中, 右の理解をする。 股関節伸展を理解する。	
	開始 5カ月	 動画4の動き+図7中, 右の理解+動画9を行う。 股関節伸展を理解し上肢と下肢の動かし方を理解する。	
	開始 6カ月	 取組んだ動きをペダリングに活かすようにする。	
時期	ペース配分の習得課題	取組み補助運動と習得課題の補足説明	
ペース配分	開始 1カ月	何度か全力で計測を行う	計測を行う中で, どこできつくなったのか, どのあたりで最高速が出たのか, 脚のどの部位が疲労したのか反省する。
	開始 2カ月	客観的なレースの振り返り	ラップと自身の感覚を照らし合わせ, レース自体の反省をする。
	開始 3カ月	目標タイム・ラップの設定	実際のレースのラップをみてどこに課題があるのかを考え, 目標ラップを作成する。
	開始 4カ月	目標ラップを実際のレースと照らし合わせる	作成した目標ラップと実際のレースのラップは, どの距離の時点で課題があるのか考察し, 次のレースに生かす。

図 9. 自転車競技未経験者が段階的に身につけるべき各技術の提案

競技開始月には、[動画 4](#) のような動きを導入することで股関節伸展の意識を出来るようにしていく。またこの時期に、自転車の乗車時の自己の感覚を確認する(脚の筋はどこが使われているのか、どの部位に疲労がきたのか)。

競技開始1カ月後では、[動画 4](#) の動きは継続して行う。加えて自分の足がクランクを1周するときに分節点分かるようにペダリング時に意識するようになる。この時、上死点(12時)から3時でペダルへ出力できるように意識をしてみる。

競技開始2カ月後には、[動画 4](#) の動きに加え図3・[動画 1](#) のようなさらに臀部を意識するような動きを取り入れる。乗車時には、ロード練習でギアを軽くし(アウターロー程度)大腰筋で9時くらいからペダルを引き上げてストンと大腰筋の力を抜き大腿前面のリラックスを理解する(図9)。

競技開始 3 カ月後から、動画 4 の動きに加え図 3・動画 1, 4・[動画 2](#), [動画 5](#)・[動画 3](#) のような動きでさらに臀部など大腿後面を意識した動きを取り入れていく。この時期には、大腿後面に意識がいくようになってくる。

競技開始 4 カ月後には、今までの取組んできた動きをペダリングに活かすようになる。

そして、次第に意識が洗練されてきて最終的な 6 カ月後には著者の臀部使用ペダリング発生期のようなペダリングが出来るようになると思われる。

2) 臀部使用のスタート技術の習得ステップ

図 9 には、自転車競技未経験者が段階的に身につけるべきスタート技術の提案を表した。著者は股関節伸展スタートが出来るまで 6 カ月を要したが、4 カ月での股関節伸展スタートの習得を目標に提案する。

競技開始月には、ペダリング技術同様に[動画 4](#) のような動きを導入することと、実際にスタートを行い自己の感覚を確認する。

競技開始 1 カ月後では、動画 4 の動きは継続して行い、図 7 中、右の動きを理解する。

競技開始 2, 3 カ月には、ペダリング技術で行っている動きを活かし、股関節伸展を理解する。

競技開始 4 カ月後には、図 7 中、右に加え[動画 9](#) のような動きでスタート時の前方への移動意識を獲得し、漕ぎだし局面のスピードアップが向上し最終的には股関節伸展スタート発生期のようなスタートが出来るようになる。

3) ペース配分の習得ステップ

図 9 には、自転車競技未経験者が段階的に身につけるべき 1kmTT におけるペース配分の提案を表した。自転車競技未経験者が最適なペース配分を習得することを目標に提案する。

1kmTT を計測する際、必ずラップを計るようにする。競技開始直後の計測では、初めから全力でペース配分はしないよう指示する。そこで、何mできつくなったのか、どのあたりで最高速が出たかなど主観的なことを振り返り、実際のラップと照らし合わせる。何度かペース配分を考えずに全力で計測した後、自己の目標タイムを出すためには、前半はどの程度のタイムで通過しなければならないのか、また後半はどれくらい粘らなければならないのかラップを設定する必要がある。そこで、400m～600mのタイムに課題があるのであれば 200m～400mをもっとスピードを上げなければならないことが分かる。最後の 200mに課題があるのであれば、前半で力を出し過ぎているのではないかと、もっと力を温存することが出来るのではないかと考えることが出来る。自己の課題を見つけ毎回の計測で目標達成のためのレースを志すことで、理想的なペース配分を習得することが出来るのではないかとと思う。

VI. 結論

本研究では、著者自身の陸上競技・走幅跳から自転車競技・短距離へ転向し、競技を開始した大学 3 年次直前から 4 年次までの練習の取組について全国入賞した約 1 年半の取組事例の報告・分析を通じて、自転車競技・短距離種目における導入・初期発達段階の技術・戦術的トレーニングのポイントを明らかにすることを目的とした。

その結果、著者は股関節の伸展動作を意識させる補助練習を実施しながら、大腿後面を使用した「ペダ

リング技術」を習得・洗練化し、「スタート技術」, 「ペース配分」を段階的に習得できるようになっていた。著者の取組を手がかりすると、導入・初期発達段階の技術・戦術的トレーニングのポイントは、股関節伸展を意識した大腿後面を使用した「ペダリング技術」を如何に習得するかといえよう。著者の取組は、その習得のトレーニングの有益な手がかりになるであろう。

VI.文献

- ・青木純一郎, 形本静夫, 村田功, 堀田昇, 矢野成敏, 高岡邦夫, 吉野貴順, 富田寿人, 横関利子, 西野美智子, 清水達雄, 前嶋孝, 沢木啓祐, 米田継武, 藤原英興, 田村吉広, 永江競(1987)「自転車競技選手の体力および1,000mタイムトライアル・4,000m団体追い抜き競技に関する研究」. 日本体育協会スポーツ医科学研究報告書, pp:311-327.
- ・淵本隆文(2004) 自転車競技における短距離選手の走行速度とパワー. 日本バイメカニクス学会, 8:52-55.
- ・淵本隆文, 田内健二, 花井淑晃, 高橋英幸(2004) 自転車競技におけるバイオメカニクスのサポートトラック短距離種目について-. 日本バイメカニクス学会, 8(4):231-236.
- ・淵本隆文(2004) バイオメカニクス—身体運動の科学的基礎—第 16 章漕動作(自転車)16:390-395. 杏林書院.
- ・池田祐介, 太田洋一, 高嶋渉, 陸名英字, 村田正洋(2011) 2011 年自転車世界選手権大会における男子 200m および 1000m タイムトライアルのレース分析. トレーニング科学, 23(4):349-360.
- ・池田祐介, 高嶋渉, 貴嶋孝太, 衣斐淑子, 陸名英二, 本間俊行, 村田正洋(2013) 自転車競技の発走機を用いたスタートにおけるスタート準備動作とパフォーマンスの関係. トレーニング科学, 24(4):279-290.
- ・池田祐介, 太田洋一, 高嶋渉, 貴嶋孝太, 村田正洋(2010) 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 23, (1):21-30.
- ・金高宏文(2000) トレーニング研究における事例的研究の進め方について—実験的研究と事例的研究の循環を目指して—. トレーニング科学, 12(2)85-94.
- ・春日規克, 竹倉宏明(2002) 運動生理と基礎と発展. 星雲社. pp.62.
- ・太田洋一, 高嶋渉, 池田祐介, 貴嶋孝太, 村田正洋(2011) 自転車競技(200mF, 250mTT, 500mTT, 1kmTT, 4kmTT)における記録とレース中の速度変化特性, クランク回転数変化特性およびギア比との関係. トレーニング科学, 23(2):177-195.
- ・関子浩二, 西園秀嗣, 平田文夫(1998) 筋収縮の違いからみた下肢三関節のトルク発揮特性. 体力科学, 47:593-600.