

指導者が持つ高度な自転車ペダリング技能を手がかりに
短期間で競技者が技能改善できた事例
～競技力が高い女子大学長距離競技者の1ヶ月間の取組み～

山口大貴¹⁾, 中井彩子²⁾, 金高宏文³⁾, 山本正嘉³⁾

¹⁾鹿屋体育大学大学院

²⁾鹿屋体育大学体育学部

³⁾鹿屋体育大学

キーワード: コーチング, 身体知, 実践知

【要約】

筆者(B 指導者)が実践知として有する高度なペダリング技能を, 競技力の高い女子大学長距離競技者(A 競技者)に伝達することを試みた. その結果, 約1ヶ月の取組みで全日本選手権 U23 ロードレースにおいて優勝するなど, 以前よりも高い成果を安定して発揮できるようになった.

第I期では, A と B とが動画や意見交換を通じて, 主観および客観情報を共有して技能改善に取組み, 一定の成果は得たが十分な改善にまでは至らなかった. 第II期では, A は教育実習により競技用自転車による練習が一度もできない中, 第I期で掴んだペダリング運動の感覚を手がかりに, 階段登りを用いてその感覚をシミュレーションする補助運動を自身で実践した. 第III期では, その階段登りで掴んだ感覚を自転車の実走に波及させる取組みを自身の手で行い, 一定の効果があったと考えられた.

以上から, ①指導者は運動技能の指導の際に, 技能の獲得は最終的には競技者が自ら体得するしかないことを理解した上で, 技能改善のきっかけを効果的に伝えること, ②競技者もこの点を理解した上で, 自ら試行錯誤の努力を重ねることが重要であり, 両者がそろって短期間で技能を改善させることも可能であると考えられた.

スポーツパフォーマンス研究, 12, 471-493, 2020年, 受付日: 2019年6月20日, 受理日: 2020年8月28日

責任著者: 山本正嘉 891-2393 鹿屋市白水町1 yamamoto@nifs-k.ac.jp

**One month's coaching in advanced pedaling techniques
of a female university long distance bicycle racer
who had high competitive power**

Hiroki Yamaguchi¹⁾, Ayako Nakai²⁾, Hirofumi Kintaka³⁾, Masayoshi Yamamoto³⁾

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

²⁾ Faculty, National Institute of Fitness and Sports in Kanoya

³⁾ National Institute of Fitness and Sports in Kanoya.

Key words: coaching, transmitting knowledge, practical knowledge

[Abstract]

The first author (B), who had practical knowledge of advanced pedaling techniques, taught techniques to the second author (A), who was a female university long distance bicycling racer with high competitive power. After one month of this coaching, A consistently got high results, including a win in the All Japan U23 Road Race.

In the first period of coaching, A and B talked together and viewed videos in order to share subjective and objective information aimed at improving A's cycling, but after that, her racing results did not noticeably change. In the second period, although A was too busy with her teaching practicum to have time for practical bicycle training, she was able to engage in simulated training, e.g., when going up stairs, she imitated the sensation of pedaling that she had understood in the first period. In the third period, A put the pedaling sensation from the stair exercise into practice while bicycling, and got a positive effect.

This suggests that the following may make it possible to improve cyclists' technique in a short period:

- 1) The coach explains clearly to the athlete that the acquisition of technique should eventually be by self-learning from experience.
- 2) The student athlete understands that and continues to make an effort with trial and error.

I. 研究の背景

筆者は、自転車競技で短距離種目を専門とする競技者で、現在は同競技の指導および研究を行っている。その経験を振り返ると、競技を始めた当初は、サドルに体重を乗せ、膝関節の伸展を強調する意識で行う「膝関節主動・サドル荷重こぎ」(①)を行っていた。しかしその後、体重をよりペダルに荷重し、股関節主動を強調する意識で行う「股関節主動・ペダル荷重こぎ」(②)へと変更することで、競技力を著しく改善することができた(山口ほか, 2015)。

①は、自転車競技の初心者や、一般人にもよくみられるこぎ方である。筆者の経験によると、このこぎ方は上半身の位置がより高くなり、視野を広く確保しやすいという長所がある。しかしその反面、大腿の前面が疲労しやすい、高い走行速度を獲得できない、走行中の安定性が悪くペダルを踏み込む際に蛇行しやすい、などの短所がある。

これに対して②のこぎ方は、上半身が前傾姿勢になることで視野が狭くなりやすいという短所があるが、脚の疲労を抑えながら高い走行速度を獲得でき、蛇行走行もしにくいという長所がある。筆者からみると、②のこぎ方は大学レベルの競技者でも身につけていないことが多いことから、より高度なペダリング技能であると考えている。

②のこぎ方は当初、短距離系のパフォーマンス改善に有効と考えていた。しかしその後、筆者自身で長距離系の機材を用いて②の走行を試みた感覚から、長距離のロード種目にも有効ではないかと考えるに至った。そこで、ロードレースで用いられる 150-330W の負荷を用いて①と②のこぎ方の生理応答を比較した結果、②では酸素摂取量が約 8%小さいことや、機械的効率が 1.9%高いことが確認できた(山口ほか, 2019)。

また別の研究では、①と②の運動中の体重のかかり方(以下「荷重」とする)の様相を可視化することを試みた(山口ほか, 2020)。その結果、②ではよりペダルに近い側に荷重されていることや、ペダリング運動中の前後の移動性(ブレ)が小さかった。一方で①では、サドル(自転車のリア)側により荷重がかかり、前後の移動性(ブレ)も大きかった。

ロードレースは一般公道を利用して順位を争うもので、男子 240km、女子 140km の距離で競われる(日本自転車競技連盟, 2018)。この競技で高い競技パフォーマンスを発揮するには、脚力を温存しながら走行できるペダリング技能や、バイクコントロール技能、更には戦術が重要である(柿木, 2012)。これらの点を考慮すると②のこぎ方は、機械的効率が高いために無駄なエネルギーを節約できることや、ブレが小さいために転倒のリスクを軽減することなど、パフォーマンスの向上に有利と考えられる。

II. 本事例研究の目的

競技力は高いが、全国大会での優勝経験がなかった 1 名の女子大学長距離競技者に対して、上記のような筆者が見いだした②のこぎ方を指導した過程と、その成果を報告する。この取り組みの結果、本対象者は 1 ヶ月間という短期間で②のこぎ方ができるようになり、その後は全日本選手権 U23 ロードレース大会に優勝するなど、複数の全国大会でそれまで以上の競技成績を収めることができた。また、それまでは多かったレース中の転倒も起こさなくなった。これらの過程を紹介すると共に、その際に有益と考えられた段階的な補助運動の内容や、具体的な実行の仕方について提案することを目的とした。

III. 方法

1. 対象者の特性

本研究の対象者(以下「A 競技者」とする)は、女子の大学自転車競技者(年齢 22 歳、身長 158.7cm、

3. 事例報告の期間

本研究の期間は、B 指導者が A 競技者に対して指導介入を開始した 2018 年 5 月 23 日から、全日本選手権 U23 ロード(6 月 29 日)レースまでの約1ヶ月であった。その取組みを、図1のように 3 つの期間に分けて考えることとした。

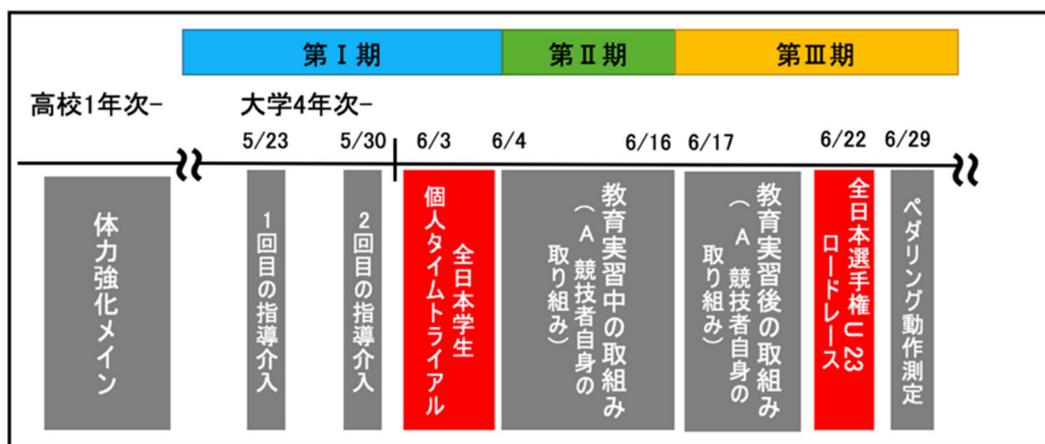


図 1. 事例報告の期間

第Ⅰ期(11 日間)では、A 競技者が B 指導者と共に、ペダリング技能の改善に取り組んだ。第Ⅱ期(13 日間)では A 競技者は教育実習を行っており、B 指導者が不在の中、自身で階段の登り方を工夫して、ペダリング技能の改善に結びつけるような試行錯誤をした。第Ⅲ期(12 日間)では、第Ⅰ期に取り組んだこぎ方と、第Ⅱ期に獲得した階段の登り方を通じて、レースを想定した実走に利用できるかについて確認・検証を行った。その結果、これらの成果が生かされて、全日本選手権 U23 ロードレースにおいて優勝することができた。

各時期の取組みを可視化して評価するために、以下の資料を収集した。

(1) ペダリング運動の客観的動作分析

対象者には、スポーツ用の自転車(Super six evo, キヤノンデール社製)を用いて、ローラー台(GT-Roller, Growtac 社製)上でのペダリング運動を行わせた。ペダリングパワー(250W)および回転数(90rpm)が安定した 10 秒間のデータを採用した。

ペダリング動作は、モーションセンサーデバイス(Type-R, Leomo 社製)を用いて客観的に説明できるようにした。仙骨、左大腿部、左足部の身体 3 カ所にセンサー(100Hz)を取り付けて、骨盤の前傾角度(deg)、左大腿動作範囲(deg)、左足部動作範囲(deg)を測定した(図 2)。分析はデータ解析 Web サービス(Leomoio, Leomo 社製)を用いて、骨盤角度は 1 秒毎の平均値、左大腿動作範囲および左足部動作範囲はペダリング 1 回転毎の時系列データとして算出した。

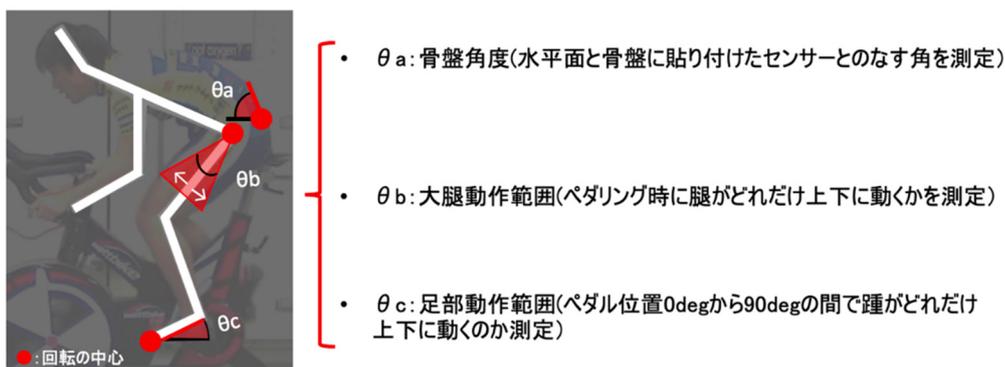


図 2. モーションセンサーデバイスを用いてデータ分析を行う際の各項目の定義

なお 250W というパワーは, A 競技者の体格や自転車(自転車重量 8kg, ギア倍数 3.85)を考慮すると, 約 40km/h の速度で走行できるパワーであった(淵本, 2004). 本研究の対象者が出場していた全日本選手権 U23 ロードレース(距離 99km で平均時速 29.1km/h)において, レース中に頻りに発揮していた速度であることや, 柿木(2012)も主にロードレースで利用される代表的な速度であるとしていることを考慮して選んだ.

(2) ペダリング技能の改善のための指導内容

図 3 の上段は, B 指導者が現役時代に取組んだ事例(山口ほか, 2015)を手がかりに, ペダリング技能改善のための学習ステップを提示した. 本事例では, これに従って A 競技者に指導を行うこととした.

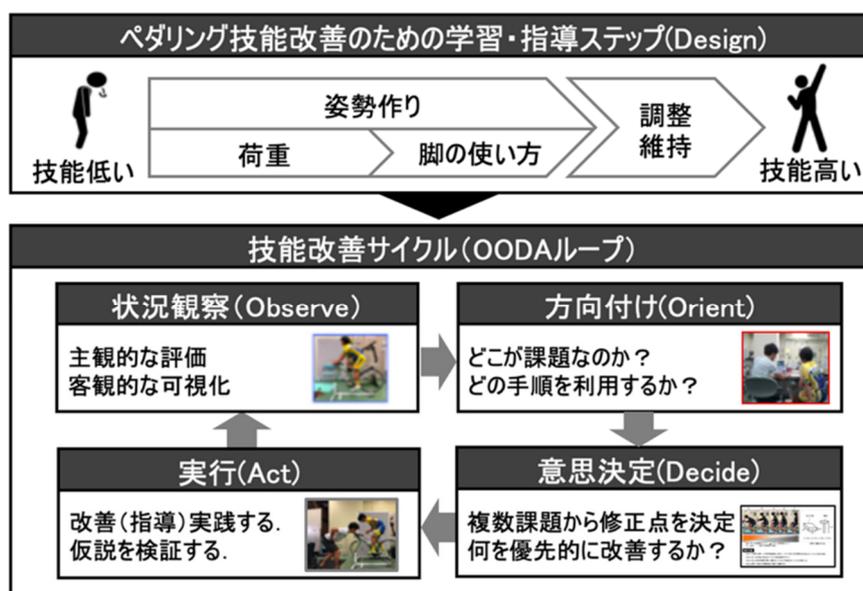


図 3. ペダリング技能の改善のための指導の手順

上にペダリング技能向上のための学習・指導ステップ(Design), 下にペダリング技能改善サイクル(OODA ループ)を示した.

図 3 の下段には, それを具体的に展開していくための技能改善サイクルを提示した. これは, 迅速かつ適切な行動をとりながら目標を果たすための意思決定プロセスとして知られる OODA ループ(John,

2010;野中, 2017)を参考としたものである。すなわち, 状況観察(Observe)→方向付け(Orient)→意思決定(Decide)→実行(Act)のそれぞれの段階を意識するとともに, その状況が具体的に分かるような記述を行って可視化することとした。

(3) A 競技者の内省報告の記述

本事例の取組み期間中に, B 指導者が随時把握することのできた A 競技者の内省報告について, 事例提示の部分で適宜記述した。また, 本事例の取組みが全て終了した後に, A 競技者に改めて今回の取組みを総合的に振り返ってもらうためのインタビューを行い, その発言内容を考察の部分にまとめて記述した。

5. メンバーチェック

本事例の取組みの記述内容や説明資料は, 筆者によって作成された。これらの資料は, 事例検討に関わった共同研究者により閲覧され, 事実関係に食い違いがないかを確認するメンバーチェック(會田・船木, 2011)を行い, 本事例の内容の理解度や共感性が担保されるまで加筆・修正を加えた。

6. 統計分析

算出項目はいずれも平均値±標準偏差で示した。3 条件間の算出項目の比較には, 対応のある一元配置の分散分析を用いて, 主効果の確認と Bonferroni の方法を用いて多重比較を実施した。統計処理は, 統計解析ソフト(SPSS Statistics Ver25, IBM 社製)を用いて行い, 有意水準は 5%未満とした。

IV. 取組事例の提示

1. 第 I 期(2018 年 5 月 23 日-6 月 3 日)

(1) 1 回目の指導介入(2018 年 5 月 23 日)

この時期は, B 指導者が A 競技者に対して指導介入をすることでペダリング技能の改善に取組んだ。まず A 競技者のペダリング技能を把握するために, 室内でローラー台(GT-Roller flex3, Growtac 社製)を用いてペダリング運動を観察した。その際, スマートフォン(iPhone8, Apple 社製)を利用して動画撮影も行った。また, A 競技者の運動意識については, 撮影した動画を両者が見ながら口頭にて聴取した。

図 4 の上段(青色)と[動画 1](#)は, A 競技者の指導介入前のペダリング動作と運動意識とを示したものである。ハンドルを強く握りしめて上半身を固定しようとしていることや, 踏み込み局面において, 踏み込み脚の膝関節の伸展を利用してペダルの踏み込みを強調している, との回答だった。また, このように上半身を固定しようとしているにも関わらず, ペダルを踏み込むときに上半身が動く感じがすると訴えていた。更に, ペダルを踏み込む際には大腿前面での筋疲労を感じやすく, 長時間の力発揮を持続しにくいとのことだった。

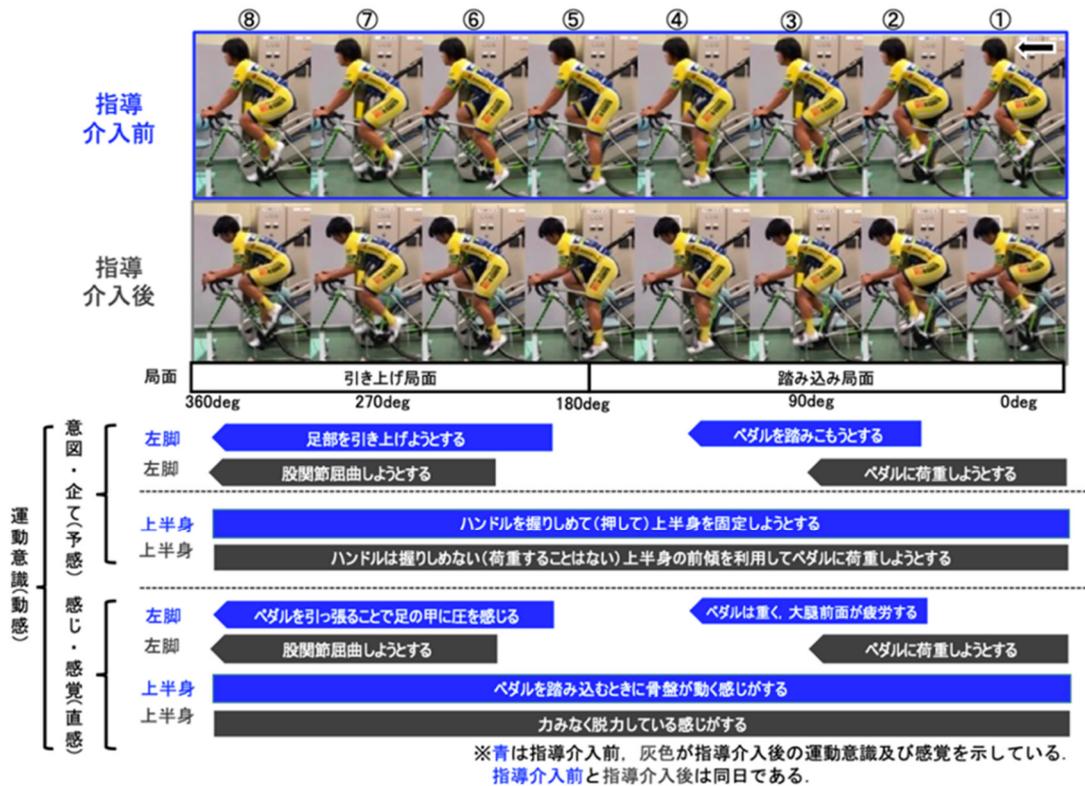
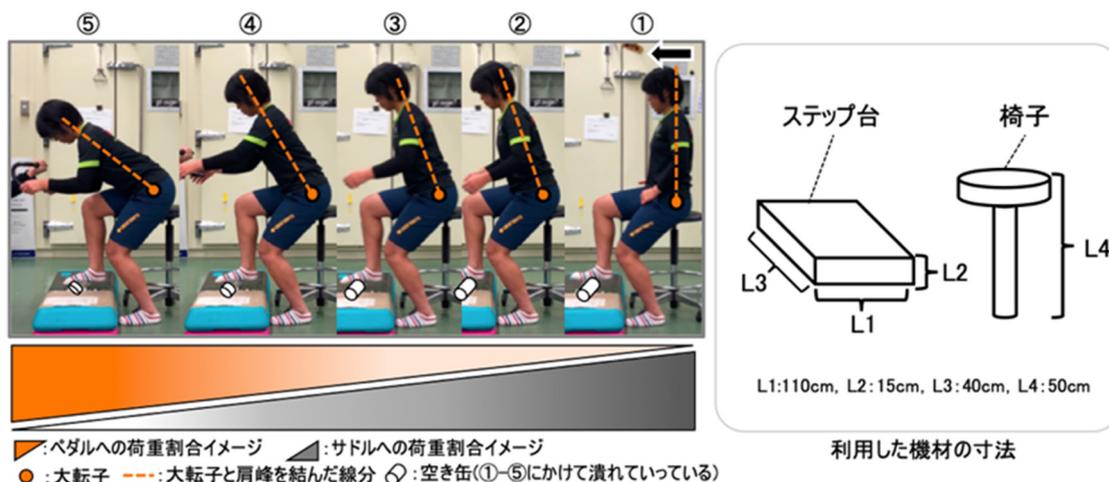


図 4. 第 I 期の指導介入前および指導介入後のペダリング動作と運動意識の比較

B 指導者からみた A 競技者の特徴は以下のとおりであった。ペダリング運動中に上半身の位置が高い(水平線に対して大転子と肩峰を結んだ線分のなす角度が大きい)ことで、サドルへの荷重が大きくなりすぎている。このため、ペダルをこぐ際に体重を活かせず、踏み込み脚の伸展動作を強調させてペダルを踏みつけてしまうことの要因となっている。また、引き上げ脚の屈曲が行われていないため、ペダルの下死点から上死点(180-360 度)に至る局面で、引き上げ脚の屈曲(抜重)動作が遅れてしまい、ペダルからの反作用を脚が受けることで骨盤や上半身が必要以上に動いてしまう。また、上半身を固定させるためにハンドルを必要以上に強く握り過ぎているようにみえる。

これらの課題について A 競技者とも意見交換を行った。その結果、本人もこの点について納得したことから、B 指導者がこれまでの実践知をもとに考案して指導にも活用していた 3 つの補助運動、すなわち「空き缶潰しドリル」「ペダル荷重ドリル」「紙挟みドリル」を実施することで、この問題の解決を図ることにした。なおこれらの発想に当たっては、近年の自転車指導書等で紹介されている、ペダリング動作を用いずに技能改善を図るための練習(安藤, 2015; 須田, 2016)も参考にした。

最初に、姿勢作りと荷重の仕方を改善させる目的で、空き缶潰しドリル(図 5)を行った。これにより A 競技者は前述のような自らの課題を感覚的に理解することができた。そこで次にペダル荷重ドリル(図 6)を行い、この感覚をペダリング運動へ波及させることを図った。その後、大腿前面の筋疲労を抑えることを狙いとした紙挟みドリル(図 7)を行い、姿勢作りや脚の使い方を学習した。そしてその後、再度ペダル荷重ドリル(図 6)を行うことで、ペダリング運動への波及を図った。この時は、脚の使い方と技能の調整・維持に注意して行った。



動作手順

- Step1: ①椅子に座り、上半身を鉛直線上に起こし、ステップ台に片足を乗せる(足部にはペットボトルや空き缶を敷く)。
 - Step2: ②~⑤大転子を支点にして上半身を前傾させていく。
 - Step3: ⑤上半身の傾きが深まった際にはハンドルに手を添える(ハンドルには荷重しない)
- ※Step2時に「大転子と肩峰を結んだ線分」を維持する。

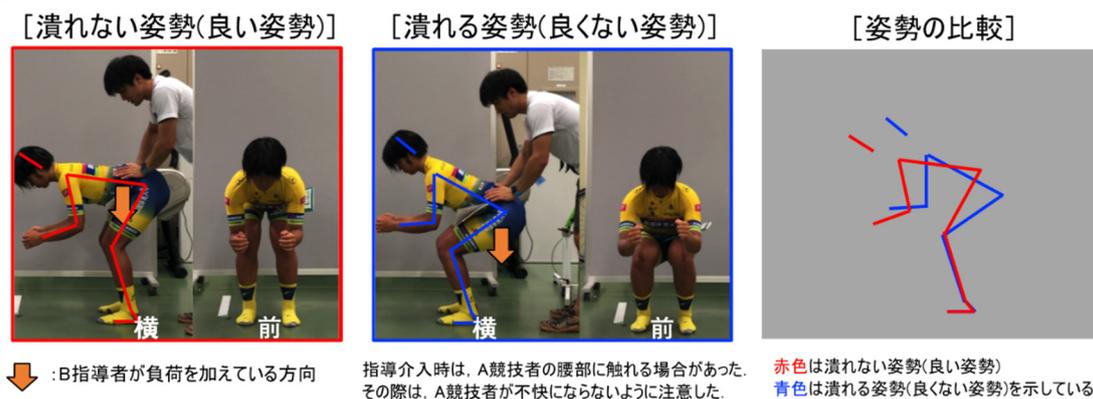
図 5. 空き缶潰しドリル



動作手順

- Step1: ①両ペダルを地面と平行にする(この時、臀部はサドルから離す。足の裏の圧力を左右50%づつ感じるようにする)。
 - Step2: ①~②水平線に対して大転子と肩峰を結んだ線分の角度を崩さないように下肢関節を屈曲させてサドルに座る。
 - Step3: ③~④ペダルをこぎ始める(後方脚のスイングによって後方のペダルから抜重し、前方の股関節伸展によって前方のペダルに荷重する)
- ※Step2時には、Step1で感じていた「足の裏の圧」が抜けないようなサドルの位置を探る。

図 6. ペダル荷重ドリル



動作手順

- Step1: 対象者は、体幹部と大腿でノート(紙)を挟む(前図のような状況).
潰れない姿勢(良い姿勢): ノートの表面が前を向いている
潰れる姿勢(良くない姿勢): ノートが地面に対して平行になる
- Step2: 指導者が、鉛直方向から負荷を加える(横図のような状況).
潰れない姿勢(良い姿勢): 対象者は臀部・大腿後面に張力を感じる。負荷に対して耐えることができる。
潰れる姿勢(良くない姿勢): 対象者は大腿前面に張力を感じる。負荷に対して耐えることができない。

図 7. 紙挟みドリル

上記の技能改善サイクルは4回実施して、2つの補助運動で意図する動作の改善がペダリング運動にも波及するように試みた。ドリル1種目当たりの実施時間はそれぞれ10分程度で、4回のサイクルで合計すると90分程度の指導であった。それぞれの補助運動の実施方法や、A競技者の取組みの様子は以下の通りである。

1) 空き缶潰しドリル(図5, [動画2](#))

椅子に座った状態から、徐々に上半身を前傾させていき、それに同期させて体重を空き缶に加えていくようにした。ポイントとしては、①大転子を支点に上半身を前傾させること、②上半身の前傾に伴い、踏み込み脚の足裏の圧力が増加することを確認しながら実践すること、の2つであった。

2) ペダル荷重ドリル(図6, [動画3](#))

ローラー台を利用して、両ペダルを地面に対して平行にした状態で、まず臀部をサドルから離す。そして再びサドルに座る際、足裏の圧力を確認しながら、座位姿勢でもペダルへの圧力が抜けない位置を確認してから、ペダルをこぎ始める。

3) 紙挟みドリル(図7)

体幹部と大腿で紙を挟んだ姿勢を作る。その際、紙の表面が進行方向を向くように注意を払う。良い姿勢が出来ているときは、臀部・大腿後面に張力を感じ、図7左や[動画4](#)のようにB指導者が腰を鉛直方向から押さえつけても下肢関節はつぶれにくい。一方で、図7中央や[動画5](#)のように紙の面が水平になっている姿勢では、大腿前面に張力を感じ、B指導者が腰を鉛直方向から押さえつけた際、下

肢関節が潰れてしまう(この指導時には、B 指導者が A 競技者の腰部に触れることになるが、A 競技者が不快にならないよう留意した)。

図 7 右は、これらの姿勢の違いを示したものである。良い姿勢(赤色)では、肩と大転子を結ぶ線分は地面に対して水平に近い。また、大転子と踵の位置は近く(5cm)、膝関節の角度は 130-140deg 程度であった。一方、悪い姿勢(青色)では、良い姿勢と比較すると水平線に対して肩と大転子を結ぶ線分のなす角が大きい。また、大転子と踵の位置は離れており(15-20cm)、膝関節の角度は 100-110deg 程度であった。

4) 3 種類の補助運動の実施後の変化

図 4 の下段(黒色)と[動画 6](#)は、A 競技者の指導介入後のペダリング動作と運動意識を示したものである。技能改善サイクルを 4 回繰り返した結果、A 競技者からは以下のような内省報告を得た。まず空き缶潰しドリルの実践により、上半身の前傾を利用してペダル荷重を行う意識を強めることができるようになり、ハンドルを強く握りしめたり、ハンドルに過度に荷重することがなくなっていったと述べていた。

また、サドルの先端側に座った際には、体幹部と大腿で紙を挟んだ姿勢を作ることができなくなり、大腿前面にも疲労を感じやすいことや、このような場合はサドルの後端側に座り直すことで望ましい状態に戻せることを学習したとのことであった。

脚の使い方では、指導介入前にはペダル位置 90-180 度の局面で脚の伸展を強調して踏み込んでおり、引き上げ脚についての運動意識は持っていなかった。しかし介入後は、ペダル位置 0-120 度の局面で、ペダルの下降に合わせて踏み込み脚を伸展させるが、引き上げ脚はペダルが下死点から上死点(180-360 度)へ上昇する際に、ペダルの上昇を妨げないよう股関節の屈曲(ペダルより抜重する)を強調するようになったと回答した。

またそれらの結果として、先行研究(山口, 2015)で記述されている「脚が勝手に回る感覚」(高度なペダリング技能ができているときに生じる感覚)を獲得できたとも述べていた。なおこの感覚は、ペダル荷重ドリルにおいてだけでなく、その日のうちに行った戸外での実走においても得られたとのことだった。

(2) 2 回目の指導介入(2018 年 5 月 30 日)

1 回目の指導介入より 2-3 日が経つと、A 競技者は 1 回目の指導介入で得た、脚が勝手に回る感覚を再現することが難しくなっていた。そこで、改めて 2 回目の指導介入を実施した。この時に A 競技者が感じていた課題は、ペダル回転数を 90rpm 程度で維持しようとする、時間の経過と共に、脚が勝手に回っている感覚が次第になくなっていくというものであった。

B 指導者からみると、A 競技者の座位位置は、時間の経過と共にサドルの前方に移動し、その結果としてハンドルへの荷重が増加して、ペダルに荷重が出来なくなっているようであった。そこで A 競技者には、このような兆候が見られた場合には、座位位置を数ミリ後退するように指導した。これにより A 競技者は、時間が経過しても脚が回っている感覚を失わずに運動を継続できるようになったと述べていた。そして、その後の実走でも、脚が勝手に回る感覚を再度つかむことができ、またその状態を継続することもできたと述べていた。

このことから、ペダリング運動を長時間持続する場面では、学習目標としている運動意識に対して、

どのような感覚が得られているかを絶えず把握(モニター)し、適切ではない状態が現れてきた場合には自身の手で修正することの重要性が窺えた。

(3) 全日本学生個人タイムトライアル自転車競技大会(2018年6月3日)

A 競技者は、2回目の指導介入4日後に、全日本学生タイムトライアル自転車競技大会に出場した。この大会は、平坦な河川敷を25.2km 走行したタイムで順位を競うものである。

この大会では、第I期で習得した姿勢作りと荷重の仕方について、実走の場面で確認することを目的としていた。しかし実際のレースでは、室内で無風の状態でローラー台を用いて行う状況とは異なり、追い風や向かい風などの外的要因によって、望ましいペダリング技能を再現する難しさを感じたと述べていた。特にレース後半では、大腿前面の疲労が起こったり、サドルへ荷重してしまう感覚に戻ってしまったりして、満足のいくペダリング運動が出来ていないと感じる走行となった。

結果は39分13秒で3位であった(平均時速38.5km/h)。ただしこれまでのレース終了後と比較すると、大腿前面の疲労は大きく減っていたことや、ペダルに対して荷重をすることに集中できたという手応えを持てたため、ペダリング技能をさらに改善したいと考えるようになった。

2. 第II期(2018年6月4-16日)

(1) A 競技者自身による教育実習中の取り組み

全日本学生個人タイムトライアル自転車競技大会の翌日から、A 競技者は保健体育の教育実習生として、出身高校で13日間の教育実習を行った。この時期は、B 指導者による指導介入を受けることはなく、A 競技者自身で試行錯誤した期間であった。また、競技用自転車を使った練習はしようと思えばできる環境にはあったものの、授業準備や研究授業に追われ、忙しい日々が続き、一度も行うことができなかった。

一方で、教育実習終了から6日後には全日本選手権を控えていた。そこでA 競技者は、自転車に乗れない分、他の運動を活用して自転車運動に役立つような身体の使い方はできないかと考えた。そのような時に、校舎の担当教室と控室の移動時に、階段を登り下りする頻度が非常に多いことに気づいた。

図9上と動画7は、A 競技者が教育実習の初日から3日目までの階段の登り方である。階段歩行を単なる移動手段として捉え、A 競技者が日頃より無意識的に行っていた方法で、膝関節伸展を強調し、大腿前面の使用感が強いものであった。そこでA 競技者は、1回目の指導介入(5月23日)で経験したように、自転車そのものは用いないが自転車競技に役立つトレーニングとして、階段の登りを活用できないかと考えた。

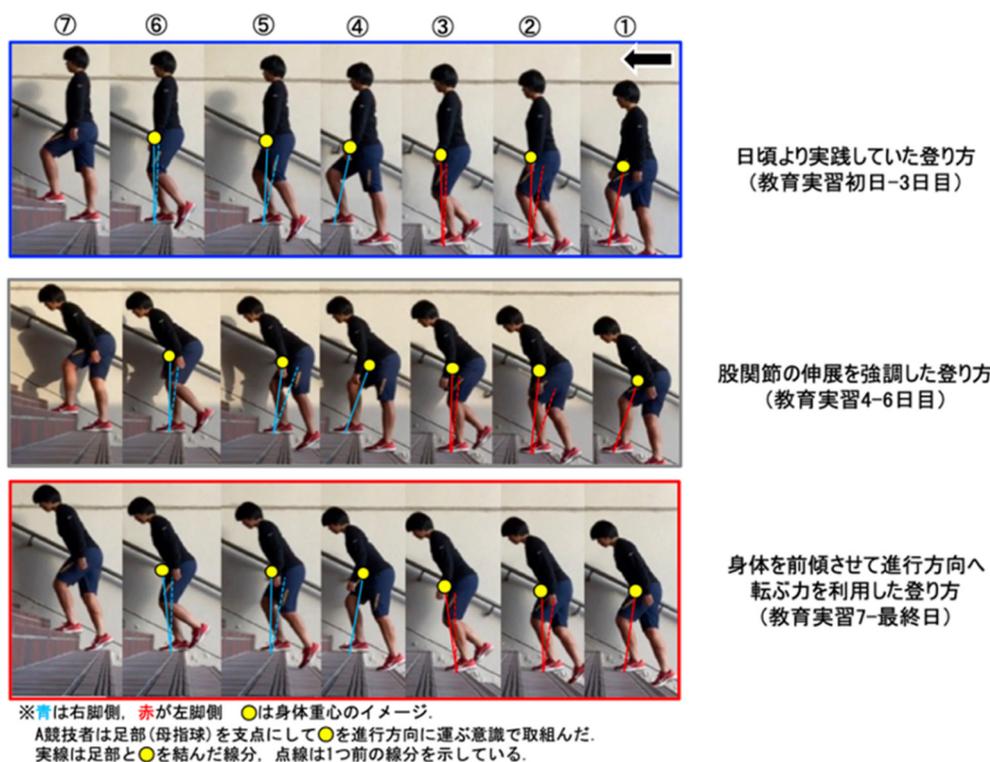


図 9. 第Ⅱ期の教育実習中の階段登りの変遷

図 9 中と動画 8 は, 最初に実行したやり方で, 教育実習 4 日目から 6 日目までの階段の登り方を示している。ここではペダリング技能の指導介入で学習した視点である, 股関節の伸展を強調し, 大腿後面の刺激を感じながら登り, この部分の筋を強化しようとするものだった。しかしこの登り方では, 一步ごとに大腿後面の筋の伸長感を確認するため, 時間を要する上に, 1 日に何往復もすると脚の疲労が過度になってしまうことに気づいた。

そこで次には, ペダリング技能の指導介入時に学んだもう一つの視点である, より楽に登る方法を模索し始めた。図 9 下と動画 9 は, 教育実習の 7 日目から最終日までの階段の登り方である。この時期は, 上半身を前傾させて, 転びそうになったら段差に足を置く(A 競技者の表現によると「転ぶ力を利用した登り方」)ようにした。この時は, 足部を支点にして身体重心を進行方向に運ぶ意識で取組んだ。

この登り方に変えてからは, 素早く階段を登ることができる上に, 脚の疲労感を抑制することもできた。またこの登り方は, 第Ⅰ期に経験したペダリング運動時に脚が勝手に回っている感覚とも似ていることに気づいた。その後の A 競技者は, 図 5 と動画 2 に示した空き缶潰しドリルで行ったことと同様, 上半身の傾斜具合を調整して登ることで, 速度をコントロールすることを学ぶこともできたとのことであった。

3. 第Ⅲ期(6月17-29日)

(1) A 競技者自身による教育実習終了後 5 日間の取組み(6月17-21日)

A 競技者自身が, 競技中のペダリング運動の遂行に必要な技能の要素を繋ぎ合わせ, 実走におけるパフォーマンス向上に波及させようと試みた時期であった。なお B 指導者はこの時期にも, 直接的な指導は行わなかった。

6月17-18日は、ローラー台を用いて室内トレーニングを行った。ここでは、望ましい姿勢作りと荷重の仕方を意識するとともに、運動の持続時間が長くなってきた時にもそれを維持したり、調整できるようになることを試みた。具体的には、ローラー台を用いて3分間程度のペダル荷重ドリル(図6, 動画3)を実施し、ハンドル荷重とならないよう気をつけた。その後はローラー台でペダルをこぎながら、教育実習中に身につけた階段登りの要領である「転びそうになったら段差に足を着く」という意識で、上半身を前傾させペダルをこぎようにした。特にペダリング運動中の加減速時には、階段登りの方法で習得した感覚と同様に、加速する時は上半身を前傾させてペダル荷重を大きくするように、また減速する時は上半身を起こしてサドル荷重を大きくするようにした。

6月19日は、傾斜10-17%の路上での登坂練習を行った。この練習では、平地と比較して走行速度は遅くなる(15-20km/h程度)。したがってゆっくりしたペダリング運動の中で、一回転ごとに意識を集中して、よいこぎ方を確認できたと述べていた。また傾斜の影響で、平坦地で用いる座位位置ではサドル荷重に陥りやすいことにも気づいた。そしてこのような場合、サドルの先端側に座ることで荷重しやすい位置を把握することを学習した。

6月20日は、レース会場への移動に当てて休養をとった。6月21日は、男子を追走しながらレース本番のコースの試走を行った。このコースは平坦や登りや下りがあり、A競技者にとって速度の速い男子の追走は苦しく感じる時があった。しかしコースの地形に合わせた望ましい姿勢および荷重の確認や、その維持と調整のありかたについて確認することができ、本番に向けての様々なシミュレーションができた。

(2) 全日本選手権 U23 ロードレースとその後の各種の測定結果(2018年6月22, 29日)

全日本選手権 U23 ロードレース当日は、99kmの距離で行われた(1周14.2kmの周回コースを7周回)。レース中は一時期、強力な優勝候補の競技者が、A競技者の集団より2分以上タイム差を付けて先行していた。しかしA競技者は、加速時、減速時、一定ペース時にかかわらず、速度や負荷に対して荷重をコントロールし、適切な姿勢も保ちながら、脚が勝手に回っている感覚を得ながら余裕をもって走行することができた。そしてラスト2周の場面で先頭を捉え、ラスト1周では3名に絞られ、残り500mからスピードを上げて1着でゴールした。走行時間は3時間23分48秒であった(平均時速29.1km/h)。

6月29日には、ペダリング動作の測定を行った。図10と[動画10](#)は、A競技者のペダリング動作と、その運動意識を示している。この時期のA競技者は、上半身の前傾でペダルに対して荷重をコントロールしながら維持・調整するように努めることで、脚が勝手に回る感覚を意図的に再現できる感じがした、と述べていた。



図 10. 第Ⅲ期の全日本選手権後のペダリング動作と運動意識

図 8 a, b, c は, 第 I 期の指導介入前および介入後, そして第Ⅲ期の全日本選手権後のペダリング動作の動作を, 客観的な指標を用いて比較したものである. 骨盤角度は, 指導介入前が $51.0 \pm 0.5 \text{deg}$, 指導介入後では $47.3 \pm 0.7 \text{deg}$, 全日本選手権後では $46.9 \pm 1.5 \text{deg}$ であり, 指導介入前と指導介入後の間では有意差が認められたが, 指導介入後と全日本選手権後では有意差が認められなかった(図 8a). 大腿動作範囲は, 指導介入前が $60.5 \pm 0.8 \text{deg}$, 指導介入後では $58.7 \pm 0.9 \text{deg}$, 全日本選手権後では $57.1 \pm 0.6 \text{deg}$ であり, それぞれの時期間では有意差が認められた(図 8b). 足部動作範囲については, 指導介入前が $33.1 \pm 2.5 \text{deg}$, 指導介入後では $33.0 \pm 1.9 \text{deg}$, 全日本選手権後では $33.8 \pm 1.1 \text{deg}$ であり, それぞれの時期間では有意差が認められなかった(図 8c).

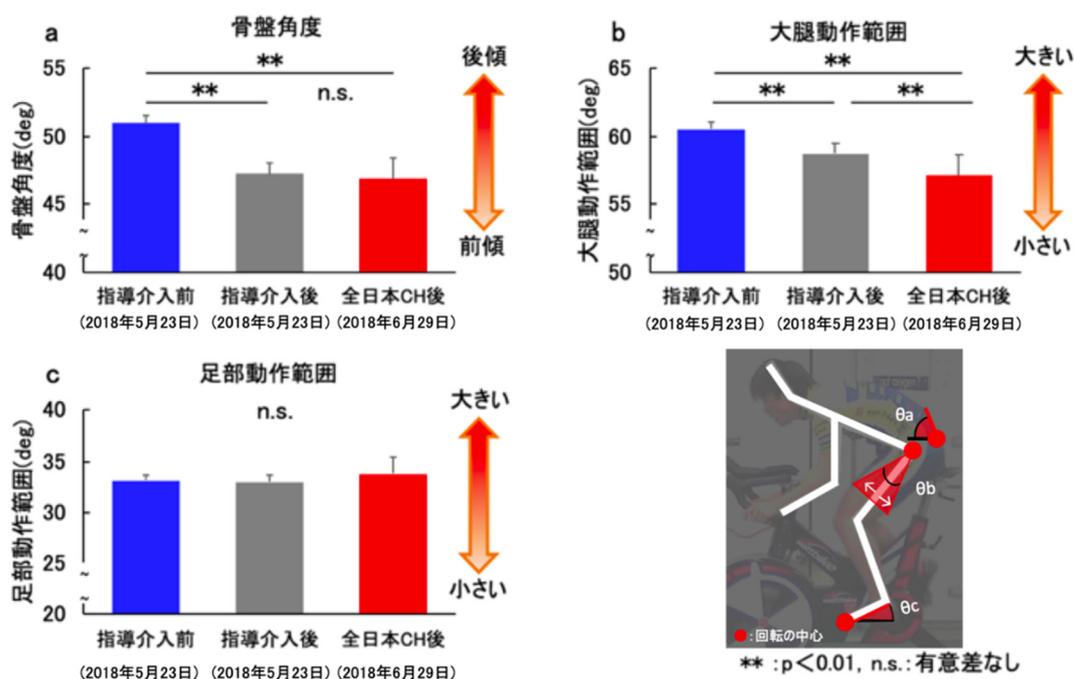


図 8. 第 I 期の指導介入前および指導介入後、第 III 期の全日本選手権後のペダリング動作の比較

指導介入前と指導介入後のペダリング動作を比較すると、指導介入後は上半身をより前傾させ、下肢の動作範囲が小さくなったことが窺える。これにより、実走の際には空気抵抗を小さくできる可能性が考えられる (Alam et al, 2008)。また大腿動作範囲が小さいことは、クランク長で足の軌道が制限されるペダリング運動において、無駄のないコンパクトな動作となったことが考えられた (山口ほか, 2017)。

指導介入後と全日本選手権後の動作を比較すると、骨盤角度 (a) と足部動作範囲 (b) では、第 I 期の指導介入後の技能を保つことができていたことが窺える。また大腿動作範囲 (c) に関しては、ペダリング技能改善に着手して間もない指導介入後よりも、試行錯誤を通じて脚の伸展動作を強調しなくなった全日本選手権後の方が小さくなっていった。この理由については、ペダリング運動中の姿勢 (図 4, 図 10) や骨盤角度 (図 8a) の変化が大腿動作範囲へ影響を与えていると考えられるが、詳細な機序について本研究のデータでは説明することができなかったため、今後検討していきたいと考えている。

また表 2 は、A 競技者の形態および乳酸カーブテストの変化を示したものである。上記のレース後の測定では、教育実習前の 4 月に測定した時と比較すると、LT が 23W(11%)、OBLA が 22W(9%) 低下していた。このように基礎的な持久力が 10% 程度低下していたにもかかわらず、競技会で高い成果を上げることができた要因として、ペダリング技能の改善をあげることができると考えられる。

(3) 本事例の前後に行われた各種の競技会での状況

表 1 は、本事例報告期間の前後における A 競技者の主な競技会での成績を示したものである。全日本選手権ロードレース以降に開催された全日本大学対抗選手権自転車競技大会では、3km 個人追い抜きやロードレースにおいても優勝することができた。そしてこの時期の A 競技者は、ロードレースだけではなく、3km 個人追い抜きのようなトラック種目でもペダリング技能の改善を実感できたと述べてい

た。

ロードレースでは、ギアの変速が可能なロードバイク(ギア倍数:1.3-4.7)を用いて一般公道を走行する。走行時間は3-4時間程度で、走行速度は30km/h程度、ペダルの回転数は60-90rpm程度である。一方で、3km個人追い抜きでは、ギアは変更できないトラックバイク(ギア倍数:3.53)を用いて自転車競技場を走行する。走行時間は3分30秒程度で、走行速度は47.0km/h程度、ペダルの回転数は105-110rpm程度である。

このようにロード競技とトラック競技とでは、使用する自転車の種類やギア倍数等が異なる。しかしA競技者は、両者とも本事例の期間に習得したことを生かし、ペダリング技能に注意を傾けることで、どちらにおいても脚が勝手に回っている感覚を得ながら走行できたと述べていた。

なお、2018年5月から2019年3月までのレースやトレーニングにおいて、それまで多かった転倒をすることは1度も無かった。本事例で獲得した技能によって、自転車の操作に余裕が生まれるとともに、ハンドルを強く握りすぎるなどの影響で起こっていたブレが少なくなり、バイクコントロール(注)がよりよく出来るようになったことが要因であるとA競技者は述べていた。

IV. 考察

本事例では、競技力は高いが、全国大会での優勝経験がなかったA競技者に対して、B指導者が見いだした高度なペダリング技能を指導した過程と、A競技者が自身の試行錯誤を通してそれを習得していった過程について報告した。

この取組みの結果、A競技者は全国大会で初優勝をすることができた。ロードレースでは試合ごとにコース状況が異なるため、今回の取組みの成果をタイムから言及することは困難である。また初優勝という結果についても、このレースに参加した他の競技者の実力や、各競技者の当日の体調も関係する中での相対的な成果であり、この事実だけでは今回の取組みの効果を評価することはできない。

しかしA競技者の場合、これまでは着手してこなかった、ペダリング運動中の姿勢、荷重、脚の使い方について、限られた期間で運動意識を変更し、レース中にその技能を確認しながら、以前のレースよりも主観的によいペダリング運動ができたと実感していることから、今回の取組みが一定の効果をもたらしたものと著者らは判断した。競技パフォーマンスの発揮には、体力的、技術的、意欲的など多くの要因が影響していること(浅見, 1976)を考慮した上で、以下には、特に技能面の改善を中心として、本事例で特徴的であると考えた部分について考察する。

(1) A競技者の運動習得過程における運動意識の変化

図11の左側は、金子(2002)が示した、運動技能を改善していく過程でたどる5つの段階(位相)である。この考え方に基づいて行われた足立(2012)や濱中ほか(2019)の先行研究の記述も参考にしながら、本事例の段階的な様相を図の右側にまとめた。以下、Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ期に分けて考察する。

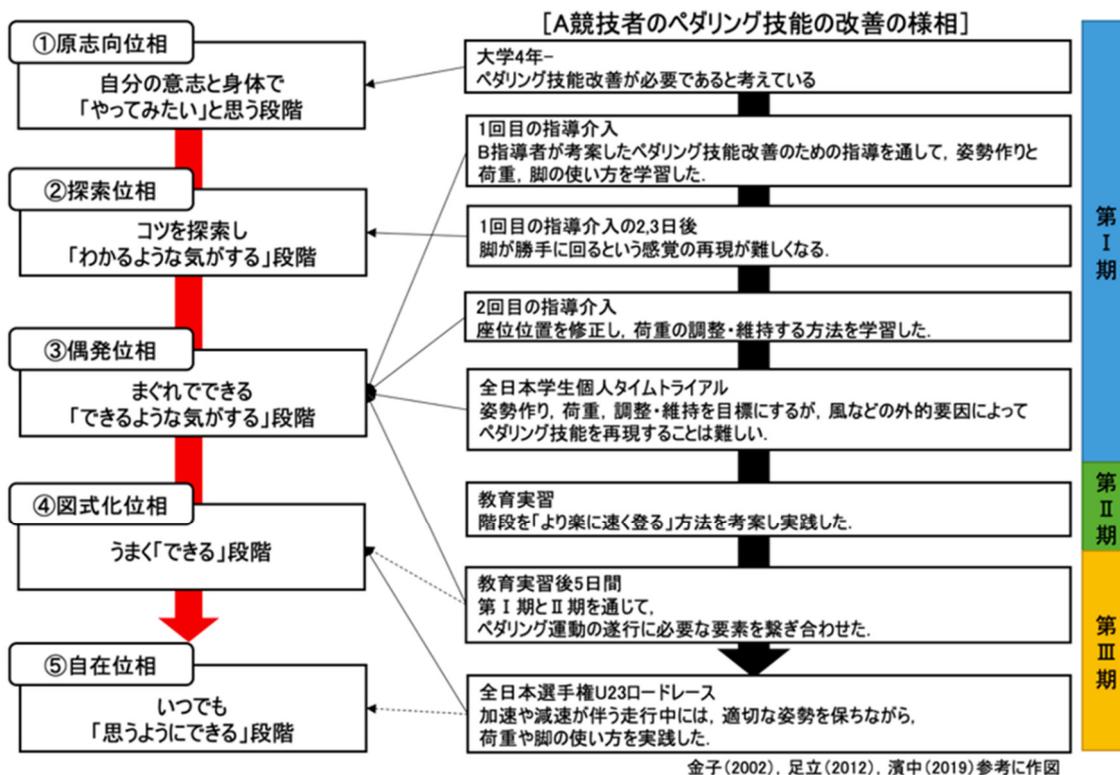


図 11. 運動技能を改善していく過程でたどる五位相と A 競技者の運動習得の状況

実線の矢印は到達できたと考えられる地点を、点線の矢印は到達できた可能性も考えられる地点を意味する。

1) 第Ⅰ期(2018年5月23日-6月3日)

A 競技者は、高校1年次の自転車競技を開始時から大学4年次まで、主として体力面の強化によって競技パフォーマンスを向上させてきた。しかし全国大会優勝という目標を達成するには至らず、今後の課題としてペダリングの技能改善が必要であると考えていた。このような時(大学4年次)に、B 指導者による指導を受ける機会を得たことから、A 競技者はこれを好機と考え、技能変更に対して自らの意思によって実践しようとした。この段階は原志向位相にあると考えられる。

① 1回目の指導介入(2018年5月23日)

1) の原志向位相を経た A 競技者は、B 指導者の指導でペダリングの技能改善に取り組んだ。1回目の指導介入では、B 指導者が現役時代に自身のペダリング技能改善のために用いた学習ステップに基づいて、ペダリング技能改善サイクルを実践した。この取り組みにより、A 競技者と B 指導者は主観および客観の情報を双方向の形で共有することができた。

なお A 競技者は、すでにその当日に、室内でのペダリングだけではなく実走トレーニングでも脚が勝手に回る感覚を掴んでいたことから、この1度目の指導介入により、自らが試行錯誤する探索位相の段階を超えて、偶発位相の段階に到達したと考えられた。

技術トレーニングにおいては、動きの感じやコツを体得した時は、即時的に効果を得ることができると報告されている(図子, 2003)。本事例でも1回だけの指導介入ではあったものの、このような変化が生じたものと考えられた。

② 2回目の指導介入とその後のレースの状況(2018年5月30日, 6月3日)

A 競技者は, ①によってペダリング運動中の望ましい姿勢, 荷重, 脚の使い方を学習することができたが, 2,3日後には再現することが出来なくなった. したがって1回の指導介入だけでは, うまく「できる」という図式化位相の段階にまでは至ることはできなかったと考えられる. そこで, 改めて2回目の指導介入を実施した. ここでは, サドルの座位位置を調整することで, ペダルへの荷重を調整・維持することを再び習得できた.

しかし, その後の全日本学生個人タイムトライアルにおいては, 学習したこぎ方を試みようとするものの, 多少はそれができているという感覚を得ながらも, 安定して実行できるまでには至らなかった. B 指導者が不在の状況ではこぎ方を再現出来ない場合があるため, この段階は偶発位相の段階(いわゆる“まぐれ”)に相当すると考えられた.

2) 第Ⅱ期(2018年6月4-16日)

この時期の A 競技者は, ペダリング技能の改善が不十分なまま教育実習に入った. しかも授業の準備の忙しさや, それによる疲労もあり, 競技用自転車の乗車を一度も実施することが出来なかった. そこで日常生活の中でトレーニングを工夫する必要性を感じ, 校舎の移動で利用していた階段登りにおいて, 自転車的な身体の使い方の方法を自ら試行錯誤した. 具体的には①で経験した, 自転車ペダリング運動時の脚が勝手に回る感覚を手がかりに, 階段の登り方を工夫した. その結果, より楽に, また速く登る方法を習得できた.

3) 第Ⅲ期(6月17-29日)

この時期では, A 競技者が自ら試行錯誤して獲得した階段の登り方を, 自転車に乗車する際に利用できるかを確認・検証する作業を行い, 意識的に調整・維持できるようになった. 教育実習前の第Ⅰ期には十分身につけたとは言えなかったこぎ方を, B 指導者が不在の状況でも再現できるようになったことから, 図式化位相へ移行していたと考えられる.

自転車競技者が, 自転車に乗らずに身体の使い方を改善させることは, 一見困難にみえる. しかし A 競技者のケースでは, 階段登りを自転車ペダリング運動の類縁運動(アナログン)と見立てて, 自らの知覚を働かせることで, ペダリングの技能改善ができたと推察される.

4) 第Ⅲ期以降の状況

その後の A 競技者は, ロードレース だけではなく, 3km 個人追い抜きのようなトラック種目でも技能の改善を実感できた. このことは, A 競技者が獲得したこぎ方が, ロードレースに限らずトラック種目でも応用できるようになったことを窺わせる. そしてその後の練習やレースでも, 同様の技能を安定して発揮できるようになった. したがって, この段階では少なくとも図式化位相, もしくはその一段階上の自在位相の段階まで到達していた可能性も考えられる.

金子(2015)は, 「動きのコツやカンを会得する動感システムの世界には, 本人以外は誰も介入できない. 動けるようになるには, コツ・カンを自ら捕まえるしかない」と指摘している. この指摘を踏まえて本事例を振り返ると, 以下のことが考えられる.

第Ⅰ期のA競技者は、B指導者から伝えられた動きを実践し、偶発位相の段階まで移行した。しかし、B指導者が不在の状況では時間とともにその感覚を忘れ、探索位相の状態に戻ってしまった。その要因として、A競技者が自らの試行錯誤を重ねた上で運動意識を掴んだ訳ではなかったことが考えられる。

一方、第Ⅱ期から第Ⅲ期のA競技者は、B指導者が不在の状況で、しかも教育実習のために自転車に乗ることができないという、いわば悪条件のもとに置かれることとなった。しかしその条件を受け入れ、与えられた条件の中で自らペダリング技能の改善につながるような試行錯誤を繰り返す努力をした。そして、このような自発的な努力が、偶発位相から図式化位相（あるいは自在位相）へと移行することを促したと考えられる。

以上をまとめると、指導者が運動技能の指導を行う際には、その獲得は最終的には競技者が自らの努力で体得するしかないことを理解した上で、技能変更の「きっかけ」を補助運動も活用しながら効果的に伝えることが必要と考えられる。また競技者の方でもこの点を理解した上で、指導者から教わるだけでなく、自らも積極的な試行錯誤の努力をしていくことが重要と考えられる。そして両者の条件が揃うことにより、本事例のように短期間で技能を改善させることも可能であると考えられる。

5) A競技者による本事例を振りかえっての総括的な内省報告

以下は、A競技者が今回の取組み終了後のインタビューで、全体を振り返って述べた内省報告をまとめたものである。

第Ⅰ期の1回目の指導介入だけでも、ペダリング技能をある程度改善することができた。この要因としては、自身が抱えている課題をB指導者と共に把握した上で、3つの補助運動（空き缶潰しドリル、紙挟みドリル、ペダル荷重ドリル）に取り組むことで、それまで行ってきたペダリング時の運動意識と、望ましいペダリング時の運動意識との違いを明確に掴めたことにあると考えている。

高校生の頃には、上半身が起き上がったフォームを修正したいと考えて、実走中に肘を曲げようとしていたが、改善には至らなかった。今回教えてもらった補助運動は、移動やペダリング運動を伴わずに実践するもので、競技活動を通じて初めて行った。しかし、B指導者から学習するポイントを言葉で教わるだけでなく、同時に身体も動かしながら実行できたことで、意識すべきポイントと感覚をスムーズに学習することができた。

第Ⅱ期-第Ⅲ期では、自分自身で技能改善に取り組むことを余儀なくされた。第Ⅲ期では、全日本選手権まで時間的に余裕がなかったことから、実施する補助運動を「ペダル荷重ドリル」に絞り、その他は実走を行った。「空き缶潰しドリル」と「紙挟みドリル」についても行いたいと思っていたが、時間の関係で行わない決断をした。

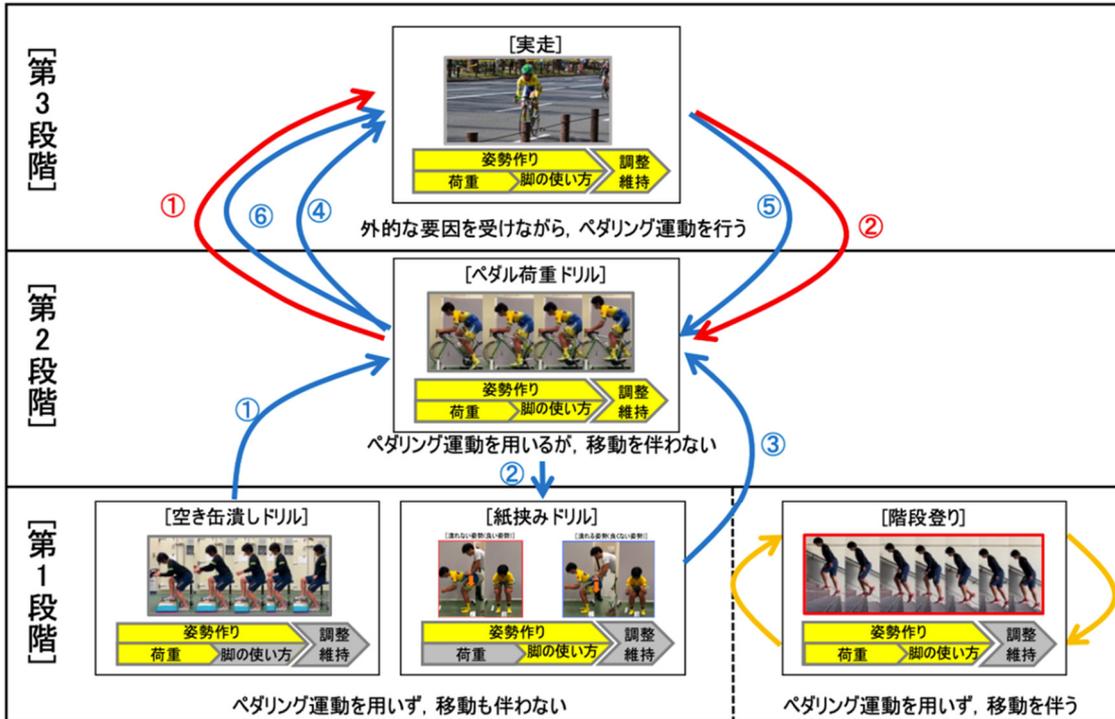
ただし全日本選手権の当日は、脚が勝手に回る感覚を得ながら走ることで、この2つの補助運動を行わなくても望ましいペダリング技能はすでに身につけていたと思う。この2つの補助運動は、ペダリング技能を理解するための初期段階で行うことには、十分な意義があったと考えている。但し自身の場合でいうと、いったん運動意識の理解ができれば毎日実施する必要はなく、時々行って確認する程度でもよいと思う。一方で、ローラー台を用いたペダル荷重ドリルは特異性の原則にも合致度が高く、随時行うことは有効であったと思う。

今回の取組みを終え、改めて全体を振り返ると、時間的な余裕がないという理由で、補助運動は限定せざるを得なかった。それでも、ペダリング技能のポイントを自身の頭で理解することができていたので、現在の自分に必要だと考える補助運動を自分で試行錯誤しつつ選択していくことにより、B 指導者が不在の状況でも短期間で技能を改善させることができたと思う。

(2) ペダリング技能を改善する際に補助運動を段階的に導入することの意義

本事例では、B 指導者の案出した補助運動や、A 競技者が自ら見いだした階段登りが、ペダリング技能の改善に有益であった。それぞれの補助運動には、ペダリング技能の課題改善にとって独自の利点があると考えられた。また、これらを段階的に導入していくことも重要と考えられた。

図 12 は以上を整理して、学習目標となるペダリング技能の改善に対して、利用できる補助運動の特徴をもとに体系的に提示したものである。第 I 期で用いた空き缶潰しドリルと紙挟みドリル、および第 II 期で用いた階段登りは、ペダリング運動を用いずに行うことから、これを第 1 段階の補助運動とした。また、第 I 期から第 III 期までを通して A 競技者が有効と感じて実施したペダル荷重ドリルは、移動を伴わない状況で、外的な条件(路面の状況、傾斜、空気抵抗、戦術など)にも左右されずに特異性に則した運動ができることから、これを第 2 段階の補助運動とした。そして第 III 期に、A 競技者が競技会前の最終調整として行った実走練習は、移動を伴いながら、また様々な外的な要因を受けながら、望ましいペダリング技能を模索することから、これを第 3 段階とした。



・上記の補助運動において、改善が期待できる項目を黄色の編みかけで示している。

図 12. 本事例で用いた補助運動を実走でのペダリング技能に波及させるための構造体系

矢印とマル数字はトレーニングの順序を意味する(青色は第 I 期, 黄色は第 II 期, 赤色は第 III 期を表す)

本事例を振り返ると、A 競技者は第 I 期の 1 回目の指導介入で偶発位相の段階に到達した。これは、図 3 の上段に提示した学習・指導ステップを参考に、第 1 段階(空き缶潰しドリル、紙挟みドリル)と第 2 段階(ペダル荷重ドリル)の補助運動を繰り返して行ったことで、A 競技者が従来から行ってきたペダリング技能と望ましい技能との違いを、明確化する学習ができたことが効果をもたらしたと考えられる。

ただし A 競技者の内省では、空き缶潰しドリルと紙挟みドリルは、1 回目の指導介入時にその感覚を掴むことができたと感じたため、第 II 期以降はトレーニングに充てることのできる時間の関係もあり用いることがなかった。一方で、ペダル荷重ドリルは II 期および III 期でも繰り返し実践することが有効であるとの回答だった。したがって前二者の補助運動は、その運動意識をいったん習得できれば、その後は高頻度で行う必要はないと考えられる。これに対してペダル荷重ドリルは、実走に近い状態で、しかも外的条件を受けずにペダリング技能を確認できることから、繰り返して行うことの重要性が窺える。

また A 競技者は、教育実習でペダリング運動が行えない期間には、階段を利用した補助運動を自ら考案して実行し、ペダリング技能の習熟に有効であった。空き缶潰しドリルや紙挟みドリルでは移動を伴わないのに対し、この補助運動は移動を伴う。体重移動という課題を加えた状況で、ペダリング技能の運動意識に結びつけようと努力することから、このようなタイプの補助運動にも独自の利点があると考えられる。

ペダリング技能には姿勢、荷重、脚の使い方、またそれらの条件を長時間望ましい形で維持したり適宜調整するといった、多様な技能が求められる。そして競技者によって改善すべき課題は異なっていることが多い。したがって、図 12 で整理したように、自らの課題にあわせて適切な補助運動を選択し、それらを段階的に導入していくことが必要である。また習熟の過程で、必要に応じて元の段階に戻って基本を確認していくことも重要といえる。

VI. 本研究の意義と今後の課題

本事例では、B 指導者が持つ高度なペダリング技能を、競技力の高い A 競技者に対して伝達することを試み、一定の成功を修めた。本事例の特徴として次の点があげられる。

取組み期間は 3 つの期間に分けることができるが、B 指導者が持っていた高度なペダリング技能を A 競技者に伝えようとしたのは第 I 期のみであり、回数も 2 回と少なかった。第 II 期と第 III 期では、A 競技者が一人で工夫してそれを自分のものにした。しかもそれは、競技用自転車の乗車が事実上できない環境下で、階段登りを代用とした練習であった。また、第 I 期から第 III 期までは 4 週間と、短期間であったことも特徴である。

このことは、指導者は競技者に対して技能を変更するきっかけを与えるだけでも、その後の競技者自身の試行錯誤の努力次第で、競技力の向上につなげることも可能であること、またそれは比較的短期間でも可能であることを示している。大学アスリートの 4 年次は競技者として集大成の時期であるが、一方で教育実習のために専門練習が数週間できなくなるケースも多い。本事例は自転車競技者だけではなく、このような状況に直面するアスリートにとっても参考となると考えられる。

今後の課題としては以下の点があげられる。本事例の A 競技者は体力に優れ、かつ全国大会で優勝にあと一步と迫っていた背景から、自身の技能を高めたいという明確で強い意志を持った競技者であった。つまり、競技力向上のための身体的および精神的なレディネスが高かったと考えられる。本事

例のような試みが他の競技者にも効果的に適用できるかについては、今後様々なレベルの競技者を対象として検証していく必要がある。

また本事例では、B 指導者が A 競技者の「荷重」や「脚の使い方」についての技能を評価する際、主観を用いて行っていた。しかし、B 指導者の考える優れたこぎ方ができているか否かを、他の指導者の誰もが評価できるとは限らない。これらの評価ポイントを、客観的なデータで可視化できるような方法を考案することができれば、指導者と競技者とが主観的な情報だけではなく、客観的な情報としても共有できることになり、改善の促進にとってさらに効果的な寄与ができると考えられる。

注: バイクコントロールとは、自転車の操作能力という意味で用いた。本事例では、走行時に直進する、曲がる、止まるという 3 つの要素について、A 競技者が意図する通りに実行できているかについて主観的に評価させた。そして A 競技者の場合には、ペダル荷重がうまくできていると感じられる場合には、バイクコントロールも意図通りにできていたと述べていた。

付記

本研究は、共同研究者 4 名で研究構想を練り、本論全体を責任著者山本の指導のもと筆頭著者山口がとりまとめた。筆者中井、金高は結果の論議(考察)に参加し、論文全体の推敲にも加わった。責任著者山本は、筆頭著者の研究指導を行うとともに、論文投稿に際して論文全体に推敲を加え、さらに査読過程における論文修正に際しても総括及び編集委員との窓口として対応した。

VI. 文献

- ・ 足立学(2012)バレーボールのオーバーハンドパス動作における動感化能力の研究. 園田学園女子大学論文集, 46:1-11.
- ・ 會田宏, 船木浩斗(2011)ハンドボールにおけるコーチング活動の実践知に関する質的研究; 大学トップレベルのチームを指揮した若手コーチの語りを手がかりに. コーチング学研究, 24:107-118.
- ・ Alam F, Aleksander S, Aliakbar A (2008) Aerodynamics of bicycle helmets. *The Engineering of Sport*, pp .337-344.
- ・ 安藤隼人(2015)プロ選手の速さのヒミツを公開. 角謙二著, ロードバイクテクニク強化書. 樫出版, pp.126-141.
- ・ 浅見俊雄, 石井喜八, 宮下充正, 浅見高明, 小林寛道(1976)身体運動学概論. 大修館書店, pp.298-299.
- ・ Boyd JR(2010) *The Essence of Winning and Losing*. http://pogoarchives.org/m/dni/john_boyd_compendium/essence_of_winning_losing.pdf (2020.01.10 閲覧).
- ・ 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. *バイオメカニクス研究*, 8:52-55.
- ・ 濱中良, 金高宏文, 東畑陽介, 藤林猷明, 小森大輔(2019)三段跳におけるステップ踏切時の積極的着地の習得方法の提案; 踵痛を抱えた競技者が14.71mから15.48mに記録を向上させた事例分

- 析より. スポーツパフォーマンス研究, 11:18-38.
- ・ 柿木克之 (2012) 自転車競技のためのフィロソフィー. ベースボールマガジン社, pp9-18.
 - ・ 金子明友 (2002) わざの伝承. 明和出版, pp.417-430.
 - ・ 金子明友 (2015) 運動感覚の深層. 明和出版, pp.78-80.
 - ・ 公益財団法人日本自転車競技連盟競技規則 2018 年 4 月 13 日版 (2018) 公益財団法人日本自転車競技連盟, pp.30-37.
 - ・ 野中郁次郎 (2017) イノベーションを起こす! 野中郁次郎の「OODA ループ」とは. プレシデント, pp.50-53.
 - ・ 須田晋太郎 (2016) 体重を活かしたペダリング. 角謙二著, ロードバイクスキルアップ教本. 柘出版, pp.10-25.
 - ・ 山口大貴, 黒川剛, 荒木就平, 金高宏文 (2015) 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. スポーツパフォーマンス研究, 7:300-319.
 - ・ 山口大貴, 金高宏文, 黒川剛, 小森大輔, 永原隆, 近藤亮介 (2017) 自転車競技における股関節漕ぎペダリングドリルの導入が一定パワー発揮時の実施感やペダリング動作及び回転踏力に及ぼす影響. スポーツパフォーマンス研究, 9:157-170.
 - ・ 山口大貴, 金高宏文, 山本正嘉 (2019) 自転車ペダリング運動における運動意識の違いが動作, 回転踏力, 生理応答および機械的効率に及ぼす影響: 単一事例による検証. スポーツパフォーマンス研究, 11:46-59.
 - ・ 山口大貴, 金高宏文, 山本正嘉 (2020) スポーツ用自転車におけるペダリング技能の客観的な可視化方法の開発; 荷重と脚の使い方に着目して. スポーツパフォーマンス研究, 12:287-301.
 - ・ 関子浩二 (2003) スポーツ練習による動きが変容する要因; 体力要因と技術要因に関する相互関係. バイオメカニクス研究, 7:203-209.