

自転車競技 4km チームパーシュートにおいて交代局面での 交代ミスを防ぐための方策の検討

橋本直¹⁾, 黒川剛²⁾, 山本正嘉³⁾

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⁾ 鹿屋体育大学スポーツ生命科学系

キーワード: 自転車競技, 4km チームパーシュート, 先頭交代

【概 要】

自転車競技 4km チームパーシュート(以下 4kmTP)においてしばしば発生する先頭交代ミスを防ぐための方策を, 走行中の速度, パワー, 映像, および選手の内省を手がかりとして検討した. 対象者は大学自転車競技部に所属する 4kmTP レギュラー選手 4 名とした. 交代局面前の先頭局面での平均パワーと, 交代局面後の追走局面開始 3 秒間の平均パワーとを比較し, その大小関係によって成功試技と失敗試技に分類した. その結果, 交代局面における「下り」において, 成功試技の方が有意に高いパワーを示していた. その他の結果も含めて検討したところ, 交代ミスを防ぐための条件として, 交代局面の下りにおいて, 先頭局面でのパワーの 85%程度を発揮することで, 追走開始 3 秒間のパワーが先頭局面時の 80%程度に抑えられ, スムーズな追走に移行できることが示唆された. 選手への具体的な提言としては, 交代局面の下りで, 上記のパワー値を目安として, パワー発揮を落としすぎないように意識すること, その上で交代局面の技術要素(下りのタイミングや角度など)を磨いていくことで, より無駄の少ない交代が可能になると考えられた.

スポーツパフォーマンス研究, 10, 297-310, 2018 年, 受付日: 2018 年 4 月 25 日, 受理日: 2018 年 10 月 31 日

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

* * * * *

Ways to avoid making mistakes when changing the leading position in 4-km team pursuit cycling

Tadashi Hashimoto¹⁾, Takeshi Kurokawa²⁾, Masayoshi Yamamoto²⁾

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

²⁾ National Institute of Fitness and Sports in Kanoya

Key words: bicycle racing, 4-km team pursuit, changing leading position

[Abstract]

The present study proposed a way to avoid common mistakes in 4-km team pursuit cycling (4-km TP) in the phase in which the leading position is changed, focusing on cycling speed, power, imagery, and self-examination by the riders. The participants were 4 regular members of a 4-km team pursuit team associated with a university cycling team. The trials were classified as successful or unsuccessful on the basis of a comparison of the average power in the leading phase before the change and the average power during the first 3 seconds in the chase phase after the change. The successful trials showed significantly higher power when riders were dropping back in the phase in which the change was made. These results suggest that possible conditions that may avoid mistakes when changing the leading position include controlling the power at 85% of the leading phase when changing the leading position, so that the power for the first 3 seconds in the chase phase is controlled at 80% of that in the leading phase. This smooths the transfer to the chase phase. Other specific suggestions so that riders would make a more effective change include their being conscious of maintaining power at the above-mentioned level, and also brushing up on technical factors, such as timing and the angle at which they drop back.

I. 緒言

自転車競技 4km チームパーシュート(以下, 4kmTP)とは,トラック競技の中距離種目に位置づけられている. 1 チーム 4 名の選手で構成され, 横一列で静止した状態からスタートし, 徐々に縦一列に並び, 4km を走行してタイムを競う. 先頭を走行する選手が最も大きな空気抵抗を受けるため, チームでその負担を分散するために, 先頭の選手は競技場の傾斜を利用し, 外側に膨らむように走行して先頭を譲り, その後は最後尾に付くということを順次繰り返す. 3 番目の選手のゴールタイムが記録となるため, 1 名の選手は離脱することも可能である.

この種目は大きく 4 つの局面に分けることができる. すなわち, 横一列に並び静止した状態からスタートし, 徐々に縦一列に並びながら加速していく「スタート局面」(動画 1), 縦一列での走行中において先頭で走る「先頭局面」と, 選手の後ろに追従して走行する「追走局面」(動画 2), 隊列の先頭から外に膨らむようにして離脱し最後尾に付く「交代局面」(動画 3)である. レースとしては, スタート局面の後, 先頭局面→交代局面→追走局面→先頭局面という流れをゴールまで繰り返していく.

図 1 に示したのは,ある選手(後述の B 選手)の 4kmTP 時の速度およびパワーのグラフである. この図からもわかるように, スタート局面で最も高いパワーを発揮して加速し,その後は先頭局面, 追走局面と局面が変わるごとに運動強度も変化しながら 4km を走行する. ペーシングの戦略としては, スタート局面後はチームとして一定の速度で最後まで走行することが望ましいとされている. しかし現実には, 約 4 分間の競技時間の中で最後まで目標とする一定の速度を維持するのは容易ではなく, いかにそれを実現するかが競技成績にとって重要となる.

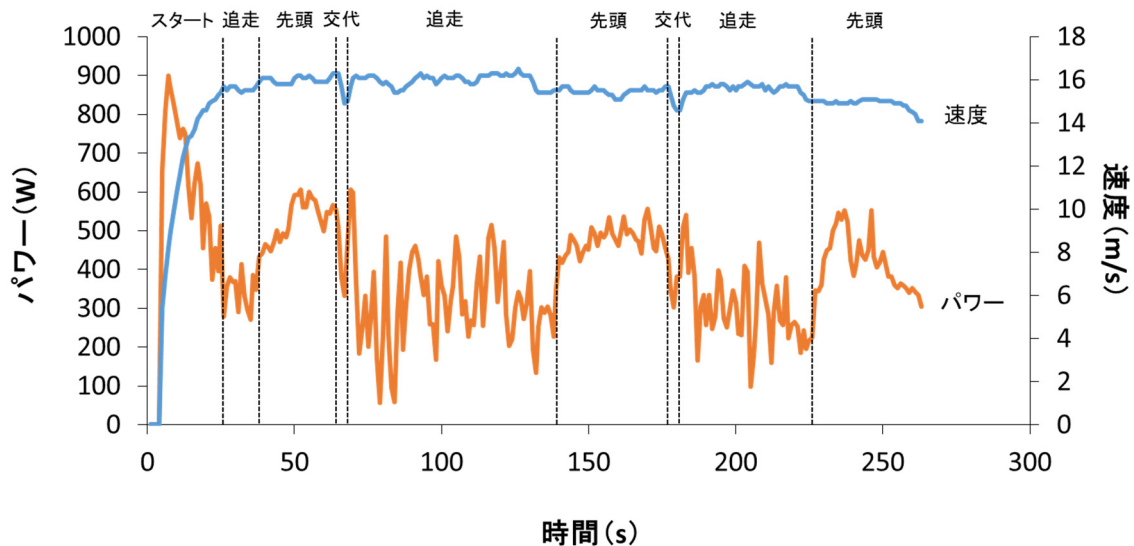


図 1. 4kmTP 時の速度およびパワーの一例(B 選手)

その鍵を握る要素のひとつが交代局面である. この局面では, 交代する選手が隊列の後ろに回り込んで追走に入る際に, しばしば車間が開きすぎてしまうというミスが起こる(動画 4). このミスをした場合, 開いた車間を詰めるために急激に高いパワーを発揮することになるので, 体力を無駄に消耗し, 隊列に追従できずに離脱してしまうことも起こりうる. このため, 交代局面のミスは記録に致命的な影響を及

ぼすと考えられている。

先行研究では、世界トップレベルチームの記録に相当する速度である 60km/h での隊列走行をした際の、先頭局面および追走局面の発揮パワーを測定し、先頭の選手が 607W, 2 番目が 430W, 3, 4 番目が 389W であったとの報告がある (Broker et al., 1999)。また世界トップレベルチームを対象に、映像を用いて交代局面の時間や距離、交代の質 (交代時の速度変化, 車間, 追走開始のスムーズさなどを独自の基準でスコア化した評価) と最終的な記録との関係を検討した結果、交代局面の時間や距離を含めた総合的な交代の質と記録との間に有意な負の相関関係が認められたことも報告されている (Sigrist et al., 2017)。

ただしこれらの研究では、発揮パワーのみ、および映像のみに着目した検討であり、両者を組み合わせて評価した研究は見られない。さらに、選手の感覚と関連づけた研究も見当たらない。そこで本研究では、ミスが起こった／起こらなかった交代時に着目し、その際の速度やパワー発揮の違いを明らかにするとともに、試技映像や選手の内省報告にも着目し、それらを総合的に検討することで、成功試技と失敗試技におけるそれぞれの特徴を明らかにすることとした。

II. 方法

1. 対象者

ある大学自転車競技部の男子 4kmTP レギュラー 4 名を対象とした。表 1 は彼らの身体特性である。なお本対象者は、全日本選手権において準優勝経験のあるチームであった。全ての対象者に実験の趣旨、内容およびそれに伴う危険性について十分に説明し、本研究に参加する同意を得た。

表 1. 対象者の身体特性

	年齢(歳)	身長(cm)	体重(kg)	BMI	備考
A選手	21	173.3	68.6	22.8	全日本選手権 準優勝経験あり
B選手	20	176.2	70.6	22.7	
C選手	19	173.7	68.2	22.6	
D選手	20	177.3	64.2	20.4	
平均値±SD	20±1	175.1±1.9	67.9±2.7	22.2±1.2	

2. 測定と分析の方法

上記のチームが、周長 400m の自転車競技場で、レースを想定したタイムトライアルおよびレースペースでのトレーニングを行った際の、計 18 回の交代局面を分析対象とした。測定項目は走行中の速度およびパワーとし、クランク型のパワーメーター (Science Track, SRM 社製) およびサイクルコンピュータ (Powercontrol 8 Aluminum, SRM 社製) を用いて測定した。

(1). 交代局面の定義

図 2 に示したように、競技場の周長を示す測定線の外側 65cm に引かれたスプリンターラインを基準

とし、交代局面の開始は先頭の選手の自転車の前輪がスプリンターラインを踏んだ時点、終了は最後部に下がった選手の自転車の後輪がスプリンターラインを踏んだ時点とした。また、交代局面を上りと下りとに分けて分析するため、選手が傾斜を上り切って、走行ラインがコーナーの接線方向とほぼ平行になった時点を映像で確認し、ここを上りと下りの境界点とした。

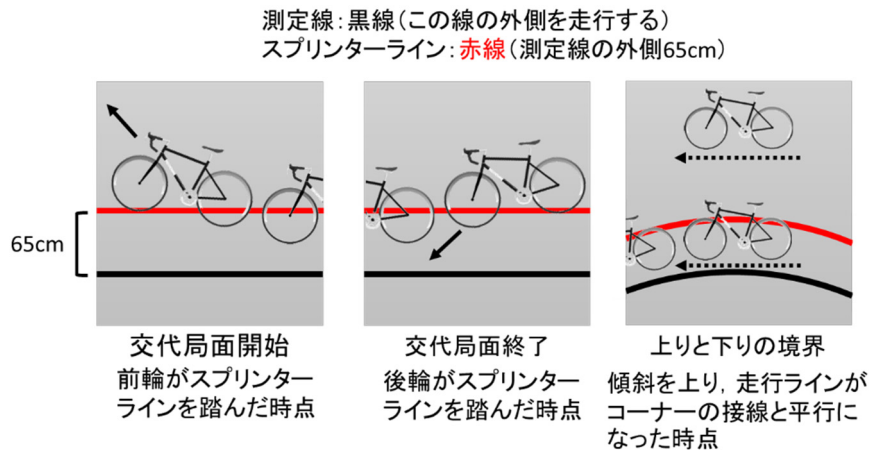


図 2. 交代局面の定義

(2). 各局面の速度およびパワー

競技場のインフィールドからデジタルビデオカメラ(Handycam HDR-PJ210, Sony 社製, フレームレート 29.97fps, シャッタースピード 1/60 秒)を用いて走行中の様子を撮影し、(1)の定義に従って動画上で各区間を定義した。次に、サイクルコンピュータから測定された数値(速度およびパワー)の 1 秒ごとの平均値を PC に取り込み、動画上での各区間の開始および終了時間と照らし合わせ、時間の少数第一位を四捨五入して速度およびパワーと動画上での各局面を同期し、各局面の速度およびパワーを算出した。

(3). 成功／失敗の定義

図 3 は、各交代局面の成功／失敗を判別するための基準を示したものである。まず第一の基準として、先頭を交代して追走局面に入る際に、先頭局面よりも高いパワー発揮をしているか否かを目安とした。すなわち、先頭局面(おおよそ 20 秒あまり)での平均パワーと、交代局面後の追走局面開始 3 秒間の平均パワーとを比較し、前者よりも後者の方が小さかった場合は成功、大きかった場合には失敗とした。

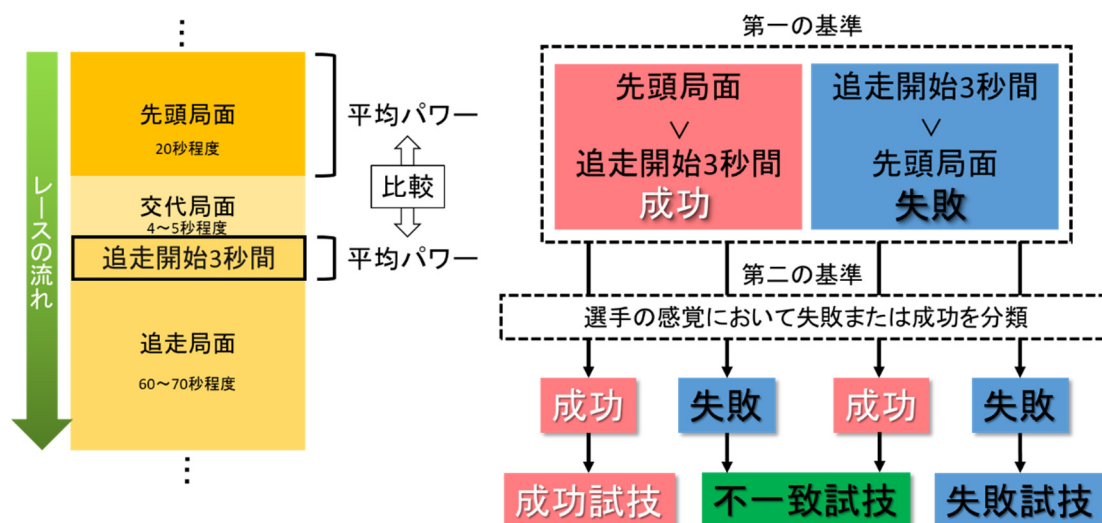


図 3. 成功試技および失敗試技の定義

この目安を設定した根拠は、本来追走することによりパワーが抑えられるはずの局面で、先頭局面よりも高いパワーを発揮をしていることは成功とは言えないであろうという、著者を含めた複数の自転車競技関係者の競技経験や指導経験に基づくものである。また先頭局面のパワーについて、開始から終了までの20数秒間の平均値を用いた理由は、先頭局面では速度やパワーの増減をできるだけ小さくし、一定ペースで走行することが望ましいと考えられていることに基づいた。追走局面の開始3秒間とした理由は、交代ミスによって開いた車間を詰めるのには、おおむね3秒間程度を要するという、著者を含めた複数の自転車競技関係者の競技経験や指導経験に基づくものである。

ただし少数ではあるが、上記の定義で成功と見なされる場合でも、当該選手の内省では失敗と述べている試技が見られた。そこで成功／失敗試技を分類する第二の基準として、選手の内省において成功および失敗を評価してもらうこととした。したがって最終的には、第一および第二の基準の両者において成功とされた試技を「成功試技」、両者において失敗とされた試技を「失敗試技」、両者の成功／失敗が一致しなかった試技を「不一致試技」と名付けることとした。

以上の基準で18試技を分類した結果、成功試技が9例、失敗試技が7例、不一致試技が2例となった。なお、2つの不一致試技とはいずれも、第一の基準では成功とされたが、第二の基準では失敗とされた試技であった。一方で、第一の基準で失敗、第二の基準で成功とされた試技は見られなかった。表2は対象者ごとの成功／失敗・不一致の試技数を示したものである。

表 2. 各試技数の内訳

	成功試技	失敗試技	不一致試技
A選手	3	2	1
B選手	3	2	0
C選手	1	2	0
D選手	2	1	1

4. 統計処理

IBM SPSS Statistics Ver.22 を用いて統計処理を行った. 成功試技および失敗試技間の差は対応のないt検定を用いて検討した. また, 各項目の関係性を検討するために, Pearson の積率相関係数を算出した. いずれも有意水準は 5%未満とした.

III. 結果

図 4 は, 交代局面付近の速度およびパワーの様相について, C 選手における成功試技と失敗試技の典型例を示したものである. 成功試技では交代局面の後半に向けてパワーを増加させ(①), 追走局面に入るところで最大のパワーを発揮し, その後は徐々に低下させており, 速度は交代局面の後半から追走局面にかけてスムーズに増加させている(②). これに対し, 失敗試技では交代局面の後半でパワーが低下し(③), 追走局面に差し掛かってから高いパワーを発揮して加速しているため, 成功試技よりも急激に速度を増加させていた(④).

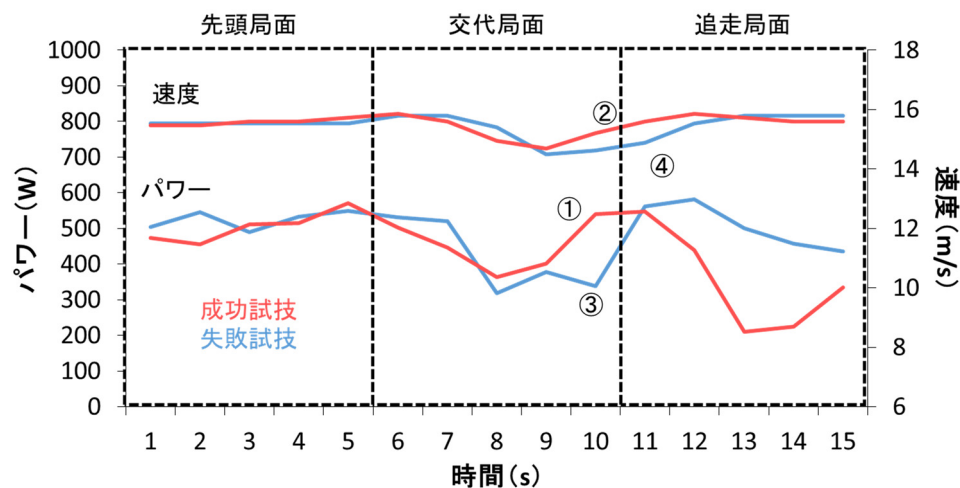


図 4. 成功／失敗試技における交代局面付近での速度およびパワーの典型例(C 選手)

図 5 は, 各局面の速度(a), パワー(b), および先頭局面に対する各局面のパワーの割合(c)について, 全員の平均値で成功／失敗試技間の比較をしたものである. まず先頭局面では, 各指標に有意差は見られなかった. 次いで交代局面になると, 成功試技の方がパワーおよび先頭局面に対する交代局面のパワーの割合が有意に高値を示し, 速度も高値を示す傾向が見られた. さらに追走開始 3 秒間になると, 成功試技の方がパワーおよび先頭局面に対する追走開始 3 秒間のパワーの割合が有意に低値を示すとともに, 速度は有意に高値を示した.

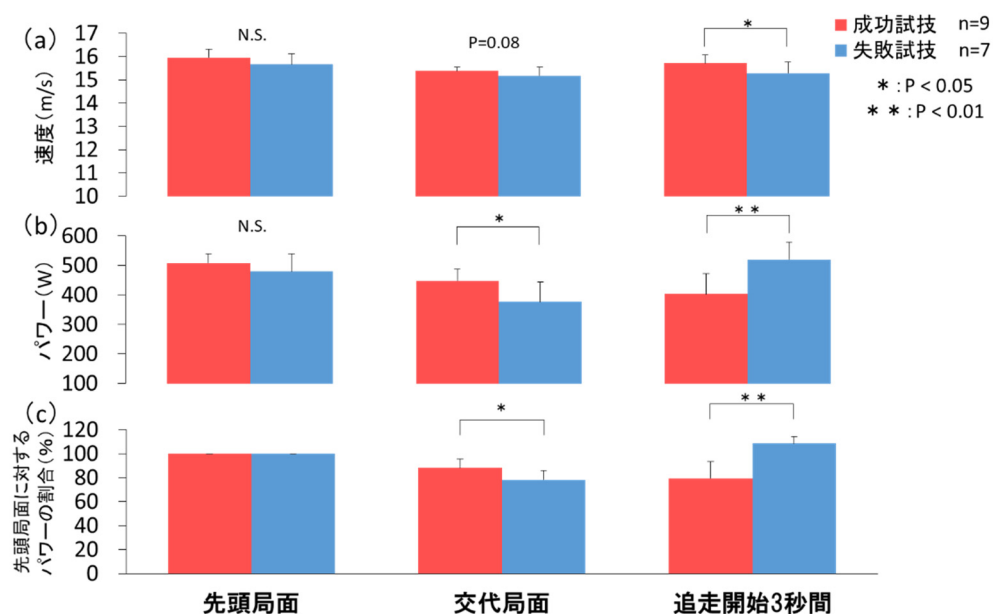


図 5. 各局面での速度(a), パワー(b), 先頭局面に対するパワーの割合(c)

図 6 は, 交代局面についてさらに詳細に検討するため, 傾斜を上る局面と下る局面とに分け, 速度(a), パワー(b), および先頭局面に対する各局面のパワーの割合(c)について, 全員の平均値で成功／失敗試技間の比較をしたものである. 交代局面の上りにおいては, いずれの項目においても有意な差は見られなかった. 一方で交代局面の下りでは, 成功試技の方が速度が高値を示す傾向にあり, パワーおよび先頭局面に対するパワーの割合については有意に高値を示した.

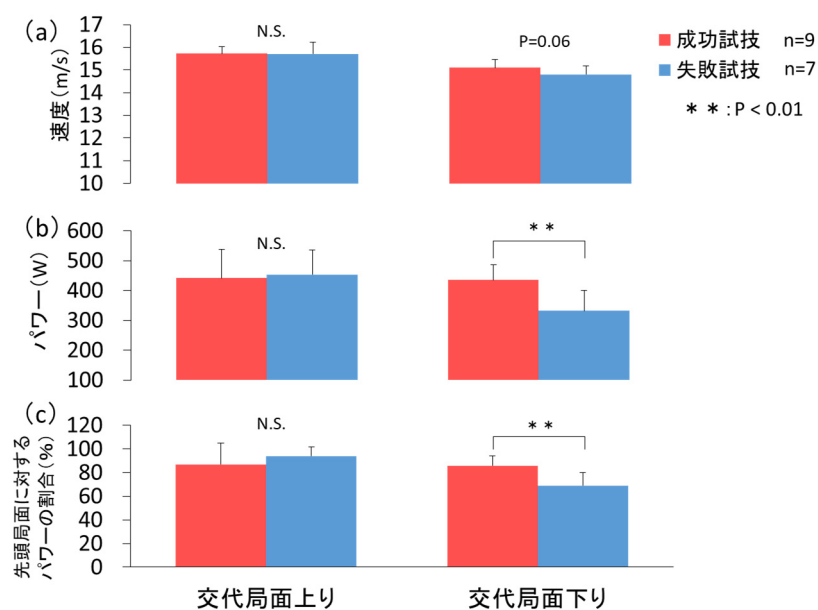


図 6. 交代局面での上りおよび下りの速度(a), パワー(b), 先頭局面に対するパワーの割合(c)

図 7 は交代局面の下りに着目し, その平均パワーと追走開始 3 秒間の平均パワーとの関係につい

て、いずれも先頭局面のパワーに対する両者の割合で示し、成功試技を赤色、失敗試技を青色、不一致試技を緑色で色づけしたものである。両者の間には有意な負の相関関係が認められた。

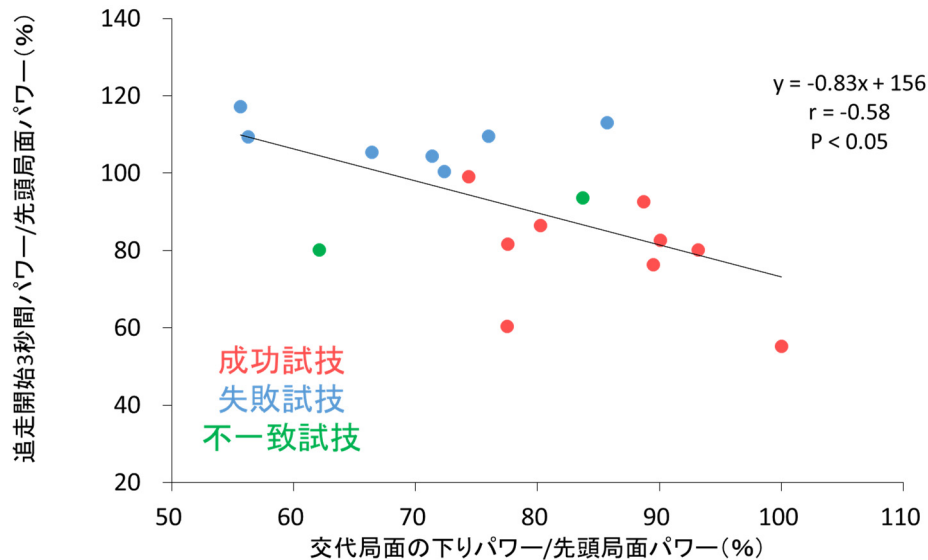


図 7. 交代局面の下りパワーと追走開始 3 秒間パワーとの関係

IV. 考察

本研究では、自転車競技 4kmTP においてしばしば発生する交代ミスを防ぐための方策を見いだすために、走行中の速度、パワー、映像、および選手の内省報告から、成功と失敗の様相を明らかにすることを目的とした。

1. 速度とパワー(客観指標)から見た成功／失敗の状況

まず、図 4 である選手の典型的な成功／失敗事例をみたところ、成功試技では交代局面の下りでパワーを落とさずに発揮し、追走局面開始に向けて加速することで、スムーズに隊列の最後尾に追走でき、パワーを抑えつつ加速できることが考えられた。一方、失敗試技では交代局面後半でパワーが低下し、追走局面に差し掛かってから高いパワーを発揮して加速しているため、無駄なパワーを発揮していることが窺えた。

そこで図 5 に示すように、成功試技と失敗試技について、先頭局面、交代局面、追走局面に区分して、全員の平均値でデータを比較した。その結果、先頭局面では各指標に有意差は認められなかった。一方で交代局面になると、成功試技の方がパワーおよび先頭局面に対する交代局面のパワーの割合において有意に高値を示し、速度も高値を示す傾向にあった。さらに追走開始 3 秒間の局面になると、成功試技の方がパワーおよび先頭局面に対する追走開始 3 秒間のパワーの割合において有意に低値を示し、速度は有意に高値を示した。

さらに、交代局面を上りと下りに分けて比較したところ、上りではいずれの項目においても差は見られなかったが、下りのパワー、および先頭局面に対する下りのパワーの割合において、成功試技の方が有意に高値を示した(図 6)。このことから、交代ミスを防ぐには、交代局面の下りでの所作が重要となる

ことが窺えた。

また図 7 を見ると、先頭局面のパワーに対する交代局面下りのパワーの割合が高い試技ほど、先頭局面に対する追走開始 3 秒間のパワーの割合が低くなる傾向が見られた。このことから、先頭局面でのパワーに対して交代局面の下りでどの程度の値を維持していくのかが、追走開始 3 秒間のパワーを抑えるポイントであると考えられる。

2. 選手の内省(主観)や映像も含めた成功／失敗の状況

交代局面の改善を考える際に欠かせない要素として、走行中のパワーや速度だけではなく、交代局面における傾斜の下り方(角度やタイミング等)があげられる。本研究では、これらについては定量しておらず、速度およびパワーと合わせて検討することはできなかった。そこで、各試技での選手の内省や映像とも関連付けて検討することとした。

表 3 は、第一の基準(客観)および第二の基準(主観)により、ともに失敗とされた試技の代表的な例を取り上げて、試技ごとの内省報告、対象選手、先頭局面に対する各局面のパワーの割合について記述したものである。[動画 5](#)、[動画 6](#)、[動画 7](#) は、表 3 で示した B, C, D 選手の失敗試技の様子を撮影した動画である。これらの試技について動画で観察すると、いずれも下りのタイミングや傾斜での走行角度のミスにより追走開始が遅れ、直線区間にまで及んでいた。コーナー区間であれば前の選手よりも内側に走行ラインをとることで車間を詰めることができるのに対し、直線区間ではパワー発揮によって詰めるしかないので、直線区間で追走を開始してしまったことも無駄なパワー発揮につながったと考えられる。

表 3. 失敗試技における主な内省報告

失敗試技	・下りのタイミングが遅れ、踏み直して追走した。交代の開始も遅く、直線区間での踏み直して余計に脚を使った。交代開始を早めたら良いだろう。(B選手)	下り/先頭:85.7%, 追走3秒/先頭:113.0%
	・上りから下りへ切り返すのが早く、隊列と並走気味になってしまった。そのため下りが間延びしてしまい、無駄に脚を使った。もう少し上まで上がり、思い切って下ると楽に付けそう。(C選手)	下り/先頭:66.4%, 追走3秒/先頭:105.4%
	・下りのタイミングを誤り、車間が開いて典型的な交代ミスになってしまった。下りのタイミングが早いと後ろに下がるのに時間がかかるため、遅らせ気味にし、下りで踏んでいくとスムーズに追走できるかも知れない。(D選手)	下り/先頭:71.4%, 追走3秒/先頭:104.4%

先行研究によると、4kmTP の世界トップレベルチームによる全 77 レースの交代局面を映像分析した結果、交代局面の時間や距離と最終的な記録との間には有意な相関関係(それぞれ $r=0.40$, $r=0.44$, ともに $P<0.001$)が認められたという報告がある(Sigrist et al., 2017)。このことは、記録の優れた世界トップレベルのチームは交代局面に要する時間や距離が短いということを意味する。交代局面の距離や時間を短くすることと、交代ミスの発生の関係は明らかではないものの、本研究の失敗試技において交代局面に要する時間や距離を短くすることで、コーナー区間内で交代局面を終えることができれば、追走開始 3 秒間のパワーを抑えられるかもしれない。

表 4 は、表 3 の内省報告を踏まえ、交代局面でミスが起こる要因を整理したものである。交代のタイミ

ングや傾斜での走行角度によって交代に要する時間や距離が左右されるため、これらのポイントも交代局面の成功のために検討すべき点であると言える。

表 4. 失敗試技に見られた自転車の操作に関する特徴

交代のタイミング	傾斜を走る角度
・下りの開始が遅い →交代局面が延びることで、追走開始が直線区間に及んだり、車間が開く危険がある。 ・下りの開始が早い →隊列に並走してしまうことで交代局面が延び、追走開始が直線区間に及んでしまう。	・傾斜を緩やかに上っている →減速が緩やかになり交代局面が延びてしまい、追走開始が直線区間に及んでしまう。 ・傾斜を緩やかに下っている →交代局面が延びてしまい、追走開始が直線区間に及んだり、下りの勢いを追走のための加速に十分に生かせない。

3. 不一致試技について

本研究では、成功／失敗を区別するために客観、主観という 2 つの基準を設けた。そして 18 試技のうち 16 試技では、いずれの基準から見ても成功あるいは失敗に区分された。しかし残りの 2 試技については、第一の基準(客観指標)では成功であったのに対し、第二の基準(主観指標)では失敗とされた。以下、これらの試技について検討する。

表 5 は 2 つの不一致試技について、選手の内省と先頭局面に対する下り局面、追走開始 3 秒間のパワーの割合を示した表である。

表 5. 不一致試技における内省報告

不一致試技	①下るのが遅れ、追走時に車間が開いてしまった。踏み直して追いついた後、バックを踏んだ(ブレーキをするの意)。(D選手)	下り/先頭:83.7%, 追走3秒/先頭:93.6%
	②下りのタイミングを合わせるのに意識が行き、下りで踏まなかった。そのため追走開始時の車間は良かったものの、追走に入ってから車間が開いた。しっかり詰めていればもっと楽であったかも知れない。(A選手)	下り/先頭:62.1%, 追走3秒/先頭:80.1%

①では、典型的な交代ミスが起こり、すぐさま車間を詰めたのち勢いが余ってブレーキをかけた事例である(動画 8)。本研究での成功／失敗を分ける第一の基準では、先頭局面と追走開始 3 秒間での発揮パワーとを比較しているが、この試技では典型的な交代ミスにより無駄なパワー発揮をしているものの、追走開始 3 秒間の間にブレーキをかけて著しくパワーが低下したため、追走開始 3 秒間の平均パワーが低下し、第一の基準では成功とされたと考えられる。この事例では直前に選手の離脱が起こり、隊列が短くなったことが交代ミスにつながった主要因であると考えられる。交代局面の下りでは後述の目安値に近い 83.7%のパワーが発揮できているので、下るタイミングを早めるような改善が求められるであろう。

②は、交代局面での自転車の操作に意識が向きすぎて下りでのパワーが低く、そのため追走開始時の車間は適切であったものの、その後は徐々に車間を広げながら走行してしまった事例である(動画 9)。車間を広げながら追走したことで、追走開始 3 秒間のパワーが抑えられた結果、第一の基準で成功と判定されたと考えられる。しかし、開いた車間を再度詰めるのに余分にパワーを発揮しなければなら

らないため、成功とはいえない。この事例では下りでのパワーが低下していたことから、その点を改善しつつ追走開始時の車間が適切になるような交代ができれば、さらにスムーズに追走できると考えられる。

4. 成功するための方策について

ここまで、パワーや速度といった客観的な数値、選手の感覚、そして映像を関連づけながら、成功／失敗の状況を検討してきた。以下ではこのことを踏まえ、交代局面で成功するために選手や指導者が取り組むべき具体的な方策について考察することとする。

図 8 は、9 つの成功試技と 7 つの失敗試技とで、それぞれの平均値を算出したものである。成功試技では、先頭局面のパワーに対する割合が、交代局面の下りにおいては $85.7 \pm 8.6\%$ 、追走開始 3 秒間においては $79.4 \pm 14.1\%$ であった。つまり成功試技では、交代局面の下りで先頭局面の約 85% のパワーを発揮することで、追走開始 3 秒間のパワーが先頭局面の 80% 程度に抑えられるという結果であった。したがって、追走開始 3 秒間のパワーが 80% を超えていた交代においては、交代局面の改善が必要であるという意識を持つことが必要であろう。そして具体的な目標としては、交代局面の下りのパワーを 85% に近づけていくことが望ましいと考えられる。

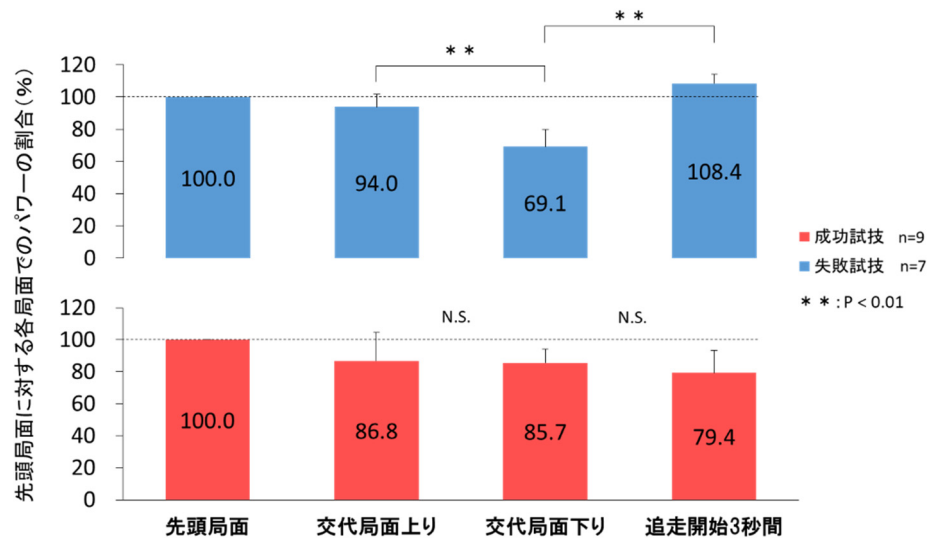


図 8. 客観および主観の基準ともに成功／失敗とされた試技の先頭局面に対するパワーの割合

図 9 は、これらの値や選手の内省報告を考慮して、試技を成功させやすくするための方策を作成したものである。第一段階としては、交代局面下りでのペダリングパワーを先頭局面の 85% 程度に近づけることを目指し、パワーメーターを用いて客観的な数値と選手の意識とをすり合わせていくことが必要と考えられる。特に交代局面の下りでは、自転車の操作に意識が向きすぎてパワーが低下してしまう傾向も見られたため、客観的なパワー値を目安とすることが重要と考える。具体的な方法としては、交代試技の終了後、サイクルコンピュータを PC に接続し、パワーデータを即時的にフィードバックし、選手の内省とも関連付けてディスカッションをしていくことを提案する。

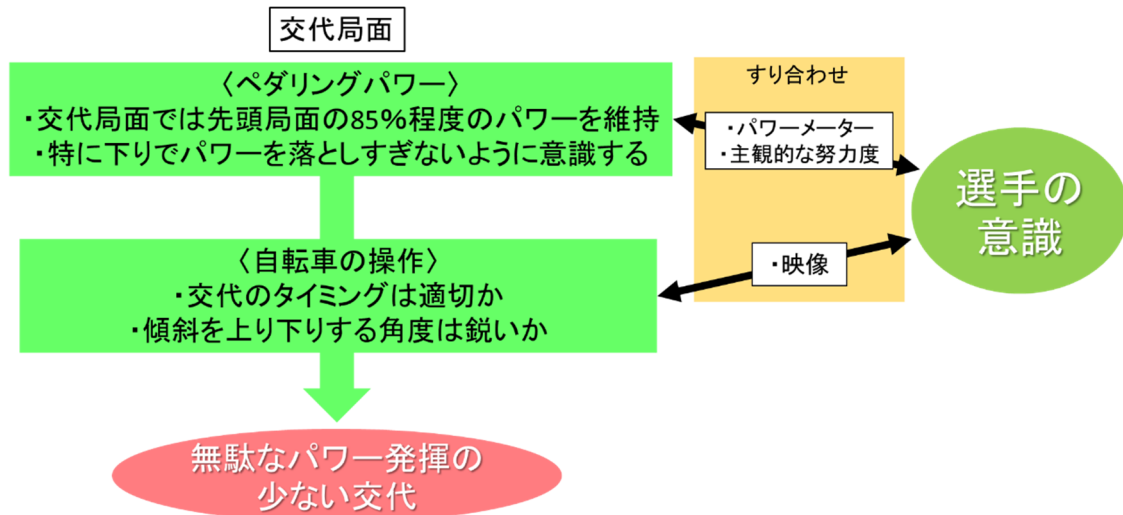


図 9. 交代局面で成功するための方策

パワーの目安と選手の感覚とが一致するようになったら、第二段階として、そのパワーを維持する中で、自転車の操作を向上させていくことが必要と考える。その際には映像を用いて、交代のタイミングや傾斜での走行角度を、交代がスムーズに完了するように選手の意識とすり合わせることを提案する。

本研究で対象としたチームは全日本選手権大会で準優勝という経験を持ち、競技レベルはかなり高い。しかし各選手やその指導者に尋ねてみると、これまでは主観的な感覚だけを頼りに交代局面に対処してきたとの回答だった。そして、本研究で明らかとなった主要な知見である「交代局面の下りでパワーを落とさないことが重要」といった点についても、十分認識していない選手が多かった。また少なくとも日本においては、このような現状は他のチームでも同様であろう、との回答であった。本研究では、このような点を具体的な数値で明らかにできたことから、今後の競技力向上に寄与できると考えられる。

5. 今後の課題

今後の課題として、以下の点があげられる。

本研究では、交代局面時のみに着目して検討したが、選手個々の時系列のデータに着目し、失敗試技による無駄なパワー発揮があった後のレース展開がどのようになるかという観点での検討をすることで、交代局面の失敗が最終的な記録にどのような影響を及ぼすのかが明らかになると考えられる。

また本研究では大学生の優秀な選手を対象としたが、高校生のレベルや、日本記録を保持するようなトップレベルなど、幅広い競技レベルの選手を対象とした検討も行い、本研究の知見がどの程度当てはまるのかを検討することも必要である。

なお、本研究では周長 400m の自転車競技場での検証であり、世界的に基準とされる周長 250m の競技場などでは規格に差がある。したがって今後は、世界規格の競技場でも同様の検討を行うことも必要である。

V. まとめ

自転車競技 4km チームパシュートにおいてしばしば発生する交代ミスを防止する方策を検討する

ために、大学生のレベルで優秀なチームが行った 18 の交代試技を対象として、成功／失敗試技時の走行速度、発揮パワー、映像、および選手の内省報告を関連づけて検討した。その結果、交代ミスを防ぐためには交代局面の下りでパワーを落としすぎず、一定のレベルで維持することが重要であることが明らかとなった。

具体的には、交代局面では先頭局面の 85% 程度のパワーを維持すること、交代局面から追走局面への移行を、タイミングや傾斜での走行角度に留意しながらコーナー区間内でスムーズに行うこと、またそのためのトレーニングにあたってはパワーメーターや映像を活用して、選手の意識を数値や映像とすり合わせるという、モニタリングとフィードバックを繰り返し行うことが重要であると考えられた。

VI. 参考文献

- Broker JP, Kyle CR and Burke ER (1999) Racing cyclist power requirements in the 4000-m individual and team pursuit. *Med Sci Sports Exerc*, 31:1677-1685.
- Craig NP and Norton KI (2001) Characteristics of track cycling. *Sports Med*, 31: 457-468
- Faria EW, Parker DL and Faria IE (2005) The science of cycling. *Sports Med*, 35: 285-312
- Sigrist S, Maier T and Faiss R (2017) Qualitative video analysis of track cycling team pursuit in world-class athletes. *Int J Sports Physiol Perform*, 12:1305-1309.