

自転車の乗車姿勢による前面投影面積の変化

— なるしまフレンド 小畑郁氏 —

小山浩之

(<http://oyama.vox.com>)

概要

本書では小畑郁氏(なるしまフレンド)の自転車乗車姿勢による走行時の前面投影面積の変化を計測した結果を述べる。

計測に際して小畑氏に複数の乗車姿勢(以下ポジション)で走行していただき、それぞれ正面から写真撮影を行った。撮影した写真を元にライダーと自転車の輪郭を抽出し前面投影面積を算出した。

3カ所のハンドル保持位置で合計8種類のポジションをそれぞれ計測したところ、前面投影面積を元に4つのグループにポジションを分類できた。

はじめに

「ポジションによって空気抵抗は大きく変化する」。これはプロ・アマチュアを問わず自転車における経験則として広く認知され、多くのサイクリストが日常的に体感している事実である。しかしながらハンドルの保持位置や上体の角度の変化によって何がどの程度変化しているのかを定量的に認識する機会はほとんどないと言えよう。

トッププロサイクリストの世界では空気抵抗の最適化がよりシビアに求められるため、低速風洞や屋内自転車競技場などを用いて空気抵抗係数(CdA)を算出し、乗車ポジションの最適化を通じたパフォーマンス向上を図っている。しかしこれらの手法は一般のサイクリストにとって費用や設備の制約から現実的には実施不可能であり、より簡便な手法やあつかいやすい指標が求められている。

今回、株式会社エイ出版社が発行する自転車情報誌バイシクルクラブ2009年10月号(1)の取材に同行

し、2009年9月3日に山梨県境川自転車競技場で走行中の小畑郁氏を撮影してポジションごとの前面投影面積を算出する機会を頂いた。この結果を元にポジションを前面投影面積で定量化し、パフォーマンス向上に生かせるポジション最適化への指標を得ようというのが本調査の目的である。

計測方法

境川自転車競技場の平坦な直線路を用い、被写体との距離は20メートル、被写体のサドル高+15センチメートルの高さから撮影できるよう三脚でカメラを固定した。走行中の自転車を正面から撮影するため、撮影タイミングによって距離は1~2メートルほど差異が生じる。撮影は写真家の淵本智信氏が行った。

撮影した写真をデジタルデータ化し(図1)、ライダーと自転車の輪郭を抽出して前面投影面積に該当する画素数を求める。(図2)



図1 撮影した画像

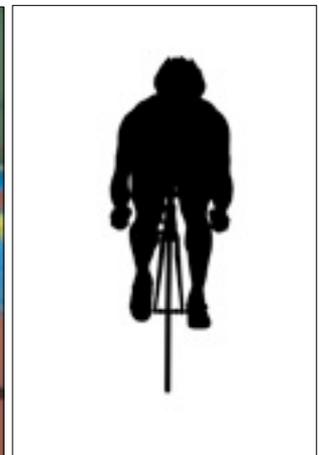


図2 輪郭抽出後の画像

さらに被写体の縮尺を得るために、画像上の前輪と実際の前輪それぞれの直径の比率から被写体の比率を算出する。今回使用した前輪の直径は0.668メートル(700x23C)である。前面投影面積の画素数と被写体の縮尺から実際の前面投影面積が算出できる。

なおクランクは水平位置で撮影しているが、撮影の度にクランク位置はわずかに異なるため算出される面積に誤差を生じる。このクランク位置の差に由来する誤差を補正するため、各ポジションのハンドルバー以下の前面投影面積を別途算出し、その平均値を「平均下肢面積」とした。平均下肢面積と、各ポジションのハンドルバーを含む「上肢面積」との和を「前面投影面積」とした。

また、輪郭の抽出に際してペダル・クリート・クランク・チェーンリング・ケーブル類を除外し、フレームについてはヘッドチューブとフロントフォークおよびサドルとシートポストのみを加えた。参考までに撮影に使用した自転車を図3に示す。



図3 撮影に使用した自転車

ポジション

3種類のハンドル保持位置で次の8種類のポジションを撮影した。

- ・ P1 (ブラケット保持・ダンシング)
- ・ P2 (ブラケット保持・ルーズ)
- ・ P3 (上ハンドル保持・ルーズ)
- ・ P4 (ブラケット保持・ややタイト)
- ・ P5 (ドロップ部保持・ルーズ)
- ・ P6 (ドロップ部保持・ややタイト)
- ・ P7 (ブラケット保持・タイト)
- ・ P8 (ブラケット保持・タイト肩竦め)

それぞれのポジションを図4・5・6・7・8・9・10・11で示す。



図4 P1 ダンシング



図5 P2 ブラケット・ルーズ



図6 P3 上ハンドル・ルーズ



図7 P4 ブラケット
ややタイト



図8 P5 ドロップ・ルーズ



図9 P6 ドロップ ややタイト



図10 P7 ブラケット・タイト



図11 P8 ブラケット タイト+肩竦め

計測結果

算出した各ポジションの前面投影面積を表1および図12に示す。

ポジション	前面投影面積
P1	0.4414 m ²
P2	0.4046 m ²
P3	0.4037 m ²
P4	0.3840 m ²
P5	0.3819 m ²
P6	0.3640 m ²
P7	0.3470 m ²
P8	0.3440 m ²

表1 算出した前面投影面積

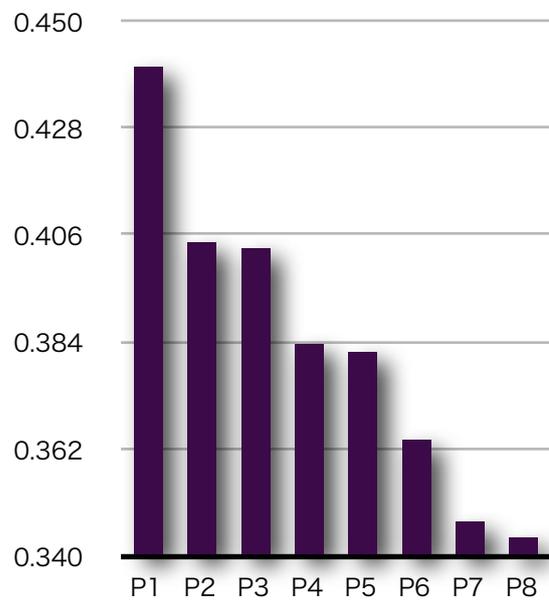


図12 前面投影面積の分布

紙面掲載用にP3, P4, P6における一定出力走行時の平均速度を計測した。計測結果を参考値として表2に示す。

ポジション	パワー	速度	備考
P3	207.3 watts	35.0 km/h	3周 風速1.5m/s
P3	261.3 watts	37.8 km/h	6周 風速1.9m/s
P4	201.4 watts	35.0 km/h	2周 風速1.4m/s
P4	266.8 watts	38.6 km/h	5周 風速1.2m/s
P6	202.2 watts	36.2 km/h	2周 風速1.6m/s
P6	261.6 watts	39.8 km/h	5周 風速3.3m/s

表2 一定出力走行時の速度

表1および図12からP1を除いたそれぞれのポジションは前面投影面積の大きい順に次の4グループに分類できる。

- ・グループ1 (P2, P3)
- ・グループ2 (P4, P5)
- ・グループ3 (P6)
- ・グループ4 (P7, P8)

各グループの前面投影面積は約5.10%の差を示している。

グループ1(P2, P3)は上ハンドル部とブラケット部という異なるハンドル保持位置にもかかわらず、前面投影面積では大きな差異は認められない。一般的には「上ハンドル部はリラックスできるが風の抵抗が大きい」という認識がなされているが、ブラケット部との前面投影面積における差異は極わずかであった。

同様にグループ2(P4, P5)はドロップ部をルーズに、ブラケット部をややタイトに保持したポジションを含んでいるが、こちらも前面投影面積では大きな差異は認められない。グループ1の例と同様に「ドロップ部は上体が倒れて空気抵抗が小さい」と一般的に認識されているが、ドロップ部でもルーズに保持した場合は「空気抵抗が小さい」とは断言できないかもしれない。

最も小さな前面投影面積を示したグループ4(P7, P8)のポジションはいずれもブラケット部をタイトに保持したポジションであった。グループ4をグループ3(P6)の画像と比較すると、上体の角度はほぼ同じであり、肘の角度だけが異なっていることを確認できる。グループ3に対してグループ4は前腕を水平にすることで前面投影面積を最小化している。

これらの結果から前面投影面積はハンドル位置ではなく、上体と肘の角度によって変化していると言えるだろう。

まとめ

小畑氏が3カ所のハンドル保持位置で合計8種類のポジションをとった場合の前面投影面積を計測したところ、前面投影面積でポジションを4つのグループに分類できた。

一般的にハンドル保持位置の変更で空気抵抗に対応するよう語られているが、実際には上体と肘の角

度で対応する「意識付け」がより有効であると考えられる。しかしながら今回計測したのは前面投影面積だけであるため、直接的なパフォーマンス向上に繋がる知見はまだ得られていないととらえるのが妥当である。より直接的で有益な知見を得るために、前面投影面積に加え空気抵抗係数(CdA)の計測が望まれる。

参考までに、気流が安定しない屋外で空気抵抗係数を計測する場合はVelocomp社*iAero*(2)と同製品がサポートするパワー測定器を併用する方法が、現在最も安価な方法と考えられる。

なお、計測結果においては上ハンドル部とブラケット部保持との間でほとんど差異が認められなかったが、これは「今回の自転車とライダーのセッティング固有の傾向で、一般的な傾向ではない」可能性がある。一般的な傾向を得るためにも、より多くのサイクリストの前面投影面積と空気抵抗係数の計測が望まれる。

文献

- (1) バイシクルクラブ編集部(2009)「風とケンカせず”切り裂く”フォームで楽するべし!!」『バイシクルクラブ2009年10月号』pp.52-57 株式会社エイ出版社
- (2) Velocomp *iAero* (<http://www.ibikesports.com/>)