

バロタが何言っているのかよくわからん、と いう人向けの解説 ver. 1.0



和田 桂 一

(セレクション南九州・チームオーベスト)

株)スミスが販売する楕円ギア「Baroque-Gear」の製品ページ <http://www.smith.ne.jp/cartoon-1.html> に面白いマンガがあります。「バロタ」なる小人？が「バロックギアは素晴らしいのだバロ」って力説しているのですが、式とかグラフとか数字とかいろいろでくるので、さっぱりわからない、という人がいるかもしれません。特に文系の人には難しいと思います。あのマンガ(特に第3話)を書いた人(監修した人?)やメーカーの人は物理がわかっているのだと思いますが、物理学の前提知識のない人や、学校で物理を習ったけどすっかり忘れて人が、あれを読んでもたぶん理解するのが難しいです。実は、ちょっと混乱する記述があったり、若干の間違いも含まれているので、もう少し噛み砕いて説明します(簡単な式もつきます)。結論だけ言えば、バロックギアはエネルギーを犠牲にして、トルクを引き出すあるいは、パワーをトルクに振り替える道具だということです。「疲れずに速く走る」という目的には合っていません。ペダリングスキルがある人が、バロックギアにあったペダリングをすると結果的に速く走ることができるかもしれませんが、トルクが1周の間に大きく変わるというのは、両刃の剣でもあります。

1. ワット、エネルギー、トルク、仕事率、、、って何？

このマンガにはいろいろと物理用語が出てくるので、まずはそれらの意味と、相互の関係を知らないためなのだバロ。ちなみに、筆者はバロックギアを使ったことはないのだバロ。よって、以下は純粋に頭の中だけで考えたことで、実際に使う印象とは違うかもしれないのだバロ(以下、面倒なので…バロは省略)。

1.1 エネルギー

まず、一番基本のエネルギーからいきましょう。これは宇宙の中のすべての物質、物体が持っている「保存する何か」です。何かってなんだよ

(怒、って思うかもしれませんが、ここでは「保存する」という性質が大事なことで、実態はいろいろです。運動エネルギー(速くて重たいものは大きく、遅くて軽いものは小さい)、熱エネルギー(熱いものは大きく、冷たいものは小さい)、核エネルギー(原発や原爆で使われている)(重力による)位置エネルギー(高いところほど大きく、低いところは小さい)、光エネルギー(太陽光発電の源)、電気エネルギー、、、などいろいろ名前がついています。

エネルギーにはいろいろな形態はあるのですが、大事なものは相互に変わるけど、総量は変わらないということです。例えば、発電所は、何か(石油とか天然ガスとか核燃料とか)を燃やして(核燃料を「燃やす」というのと石油を燃やす、というのでは「燃やす」意味が根本的に違いますが、

ここでは気にしなく良いです)「熱エネルギー」を取り出します。その熱エネルギーで熱い蒸気を作って、それでタービンを回すと「運動エネルギー」に変わります。その運動エネルギーで発電機を動かすと、「電気エネルギー」に変わります。電線で、電気エネルギーを運んで家庭に来ると、それを使って電気ストーブでまた「熱エネルギー」に変わります。この間にエネルギーの総量は変わりません。「え、送電ロスとかあるでしょ?」と思った人もいるかもしれませんが、その「ロス」はまた何かの形のエネルギーになっています(例えば、電線が温まるとか、タービンの摩擦熱とか)。そういうロスまで全部ひっくるめると、エネルギーは保存します(というより、保存するものにエネルギーという名前を付けた、と思えばよいです。名前は別になんでもよくて、タコ、とかでもよいのです)。

で、みなさんは自転車乗りですから、自転車に関係した用語で言わないとわかりにくいですよ。エネルギーの一つの表現(単位)がカロリーです。ざっくりと省略すると、自転車に乗るっていうのは、食べ物のエネルギー(カロリー) ⇒ 自転車の運動エネルギーに変換する、という行為です。例えば、「坂バカ」という人達は自分のもつエネルギーを消費して、位置エネルギーを得て、それを運動エネルギーに変換する行為をしていると言い換えてもよいです(まったくロマンが感じられませんね)。

この ⇒ の部分には、実は身体の中の化学エネルギーの筋肉のエネルギーへの変換とか、いろいろなエネルギーの変化が含まれていますが、そこも今回の話には関係ありませんので無視してよいです。

1.2 運動エネルギー

運動エネルギーは、自転車乗りにとって一番身近なエネルギーなので、もうちょっと説明します。物理学によると、

$$\text{運動エネルギー} = \text{重さ(人+自転車)} \times \text{自転車の速さの2乗} \quad (1)$$

です。(ここで、 $1/2mv^2$ じゃないの、 $1/2$ はどこいったと高校物理を思い出した人がいるかもしれませんが、 $1/2$ という「係数」は以下の話に関係ないので無視します)

上の式で、= は左辺と右辺は変換できるということの意味しています。「重さ」が一定なら、速さが2倍になれば、運動エネルギーは4倍になる、ということが式からわかります。以下の話を理解する上で、「2乗」かどうかは大事ではないので、運動エネルギーを大きくすると、速さが増える、というのがわかればよいです。

1.3 ワット

じゃあ、「ワット(W)」って何、と思うかもしれませんが、パワー計が表示する数字で、みなさん一喜一憂するやつです。ワットというのは単位時間あたりのエネルギーの単位です(仕事率という名前がついています。英語で言うと Power です)。「カロリー」同様、エネルギーの単位である、「ジュール」を使うと、1ワットは、1秒あたり1ジュール、のことですが、ここではその単位は重要ではありません。重要なのは、エネルギーとは違う! ということです。自転車の運動エネルギーを例に取ると(以下、いろいろなロス、例えばチェーンとか空気抵抗とかタイヤの抵抗とか全部無視します)

$$\text{運動エネルギー} = \text{パワー} \times \text{継続時間} \quad (2)$$

です。(物理っぽく言うと、パワーを時間積分したのがエネルギー) 運動エネルギーと自転車の速さは(1)の関係があったんでしたよね? つまり、自転車を速くしたいなら、運動エネルギーを大きくすればいいのだけど、それには、パワーを大きくするだけ、ではだめで、 $\text{パワー} \times \text{継続時間}$ を大きくしないとだめだということが、(2)の式からわかります。例えば、速さを2倍にしたければ、(重さが同じなら)運動エネルギーを4倍にしなければならないのだけど、そのためには、パワーを2倍にして継続時間を2倍にしてもいいし、継続時間は同じままでパワー

を4倍にしてもいいし、パワーは同じままで継続時間を4倍にしてもよい、ってことです（無数に組み合わせがあります）。

別の言い方をすると、**パワー = 運動エネルギーの瞬間的な変化** です（物理っぽく言うと、運動エネルギーの時間微分がパワー）。ポイントは「瞬間的な変化」です。ある瞬間に、運動エネルギーがどれくらい変化（増える or 減る）しようとしているか、ということです。なので、**ある瞬間のパワーが大きくても速くはならない**、ってことです。

1.4 速度と加速度

「えー、そう言ったって、1500W とか出せる人はスプリントとか速いじゃん。」と思ったあなた、よいところに気づきましたね（池上さん風）。速度と加速度は違います。式で書くと、

$$\text{速度} = \text{加速度} \times \text{継続時間} \quad (3)$$

という関係にあります。加速度が大きくても継続時間が短ければ、速度は大きくならない、ってことです。俗に言う「黄金のタレ」を思い出すとわかりやすいかもしれません。アタックの「瞬間の」スピード（これがほぼ加速度）が速くても、すぐ脚にきて踏むのをやめると結局速度が上がらないので、逃げられないですよ。逃げたければ、ずっと踏み続けなければならない（加速度を継続させる）わけです。

1.5 エネルギーと力の関係

自転車のスピードを速くしようと思ったら、まずはペダルを踏む力を大きくしますよね。強く踏むわけです。スピードが速くなると運動エネルギーが大きくなるのでしたよね？つまり、**力とエネルギーは関係している**のです。例えば、重いものがある高さまで持ち上げるとエネルギーを消費します（つまり、疲れる）。あるいは、重たいものがある距離引っ張るのにもエネルギーが必要です。このように、エネルギーと力は、**ある距離に渡って**

力を掛け続けるとエネルギーを消費するという関係にあります。式で書くと、

$$\text{エネルギー} = \text{力} \times \text{力を掛け続ける距離} \quad (4)$$

つまり、エネルギー と力が直接変換できるのではなくて、**力に距離をかけたもの**（物理っぽく言うと、距離で積分する）**とエネルギーが同じ**、というのがポイントです。これはあとでまた出てくるので覚えておいてください。

1.6 力とトルク

さて、バロックギアのマンガでは**トルク**というのがキーワードになっています。そもそも「トルク」ってなんでしょう。今回の話では、ギアをいかに回転させるか、というのがポイントなのですが、**トルクは何かを回転させる能力**のことです。**力そのものとは違います**。ひねる力です。式で書くと、

$$\text{トルク} = \text{回転方向の力} \times \text{回転の中心から力をかける点までの距離} \quad (5)$$

です。

真円のギアを回している状況を単純化して書いたのが図1です。

具体的には、この場合、半径は r で、力は F なので、トルクは $r \times F$ です。

そう、**トルクというのは力 × 距離**なのです。「あれ、それじゃあ、前にでてきたエネルギーとおなじじゃない？」って思ったあなた、いいところに気づきましたね（池上さん風）。**トルクと回転させるのに必要なエネルギーは本質的に同じ**（物理っぽくいうと、「次元が同じ」）です。

1.7 トルクとエネルギーの関係

具体的に、図1の場合で考えてみます。**力は常に回転方向（円の接線方向）**にかかっています。力 F でギアを1周させた場合、1周の距離（円

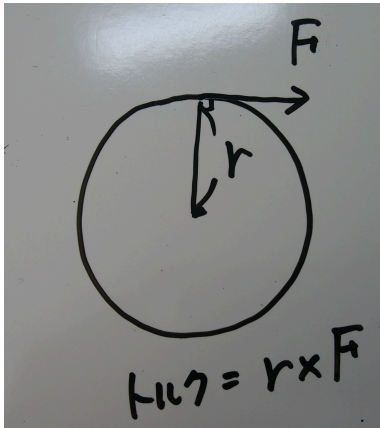


図 1. トルク

周)は $2\pi r$ なので、

$$\begin{aligned} \text{回転のエネルギー} &= \text{1 周の距離} \times \text{接線方向} \\ \text{の力} &= 2\pi r \times F \quad (6) \end{aligned}$$

です。トルクは $r \times F$ でしたよね。なので、あるトルクでギアを1周回したときに得られる回転エネルギーは、

$$\text{回転のエネルギー} = 2\pi \times \text{トルク} \quad (7)$$

と表すことができます。これで、トルクと回転エネルギーの関係がわかりました。トルクに 2π をかけたのが回転エネルギーと同じということです。この 2π というのは、「ギアを1周させた場合」だから出てきた数です。ギアをまわすのが $1/2$ 周なら、 $2\pi/2 = \pi$ だし、 $1/4$ 周なら $2\pi/4 = \pi/2$ です(数学を覚えている人なら、これが「ラジアン」という角度だというのがわかると思います。 $180^\circ = \pi$ ラジアン)。つまり、

$$\text{回転のエネルギー} = \text{トルクを掛け続けた角度} \times \text{トルク} \quad (8)$$

ということです。あれ、前節の(4)の関係と似ていますね！(4)は直線的にぶつうに移動する場

合で、(8)は回転する場合の関係式で、本質的におなじことです。「距離」に対応するのが「角度」、「力」に対応するのが「トルク」です。以下の話では、回転している場合だけを考えるので、(4)は忘れても大丈夫です。(8)を使います。

ここで、ギアの回転のエネルギーが100%、自転車を進めるエネルギー = 運動エネルギーに変換されるとすると(実際には、チェーンやタイヤ、空気抵抗などでロスをしますが、後の説明には関係ないので無視して良い)、(6)から

$$\text{自転車の運動エネルギー} = \text{トルクを掛け続けて回したギアの角度} \times \text{ギアを回すトルク} \quad (9)$$

という関係があることがわかります。ですから、自転車のスピードを大きくしたければ(つまり、運動エネルギーを大きくしたければ)、トルクを大きくして、かつぐるぐるとは何回も回せばよい、わけです。自転車乗りにわかりやすい表現で言えば「重いギアを、速く回せ」ということです。

ここまでの説明がわかれば、次からの話が少し理解しやすくなるでしょう(たぶん…)

2. クランク、ギアとチェーン

2.1 フロントギアを小さくすると軽く感じる理由
バロックギアの話に行く前に、まずは自転車の基本的な仕組みのおさらいです。そんなのわかってる、という人は次の節に飛んじやってください。とりあえず、真円ギアの話からします。

ギアはただ回っているわけではなく、図2のように、後輪のギアとチェーンでつながっています。クランクは前輪のギア(前ギア)にくっついていますが、その力をいれる点(ペダル)は、前ギアよりも大きい半径を回っている、というのがまずポイントです。ペダルにかかる力を F_p とします。基本的にペダルからの力は、図2のようにペダルが描く円の接線方向にかかっています(ここで、ペダ

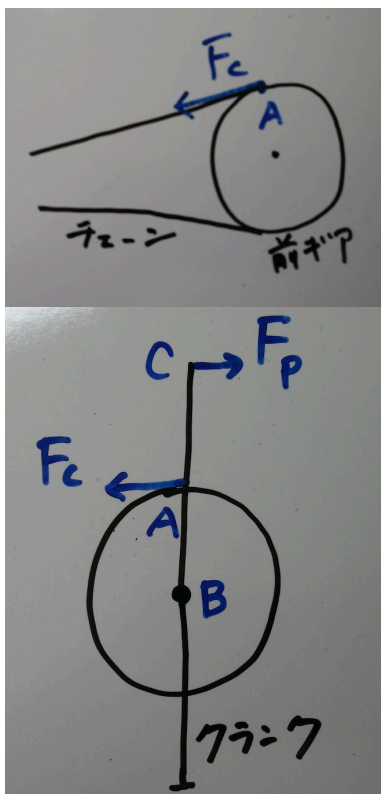


図 2. ペダルに働く力とチェーンに働く力。

リングの上手い下手はとりあえずおいておきます。どんな下手くそなペダリングでも多少なりとも円の接線方向に力がかかるようにできています。

次のポイントは、前ギアの「どこに」力がかかっているか、ということです。話を簡単にするために、後ろのギアの大きさは固定しましょう。後ギアにトルクを発生させているチェーンにかかる力を F_c とします。途中のロスがないとすると、前ギアにもチェーンを通して、 F_c の力がかかります(図 2)。

力がかかるところは、チェーンがギアに接しているところ、図の A 点です。チェーンがギアにくっついている部分にも力はかかっていますが、ここは無視してよいです。ようするに、**円盤の外縁に糸を結んで引っ張っている**のとおなじです。

さて、その状態でクランクを回すと、クランク

の先のペダルにかかる力 F_p は、 F_c よりも小さくなります。なぜかって？これが「てこの原理」です。この場合の「支点」は、クランク軸の中心、図の B 点です。B-A よりも B-C の方が長いので、その比の分だけ F_p は小さくなります。

前ギアを大きくする(A 点が C 点に近づく)と、「てこの原理」が効きにくくなります。極端な話、ギアとおなじクランク長なら、当たり前ですが $F_p = F_c$ になります。なので、前ギアが 52T よりも、39T の方が踏む力は小さくて済むので、ペダルが「軽く」感じるわけです。

2.2 トルクは消えない

前のセクションでは**前ギアの大きさによって、踏む力が変わる**ことを説明しました。ではトルクはどうでしょう？

ちょっと計算してみましょう。ペダルを回すトルクは、ペダルの長さを r_p (図の B-C) とすると、 $r_p \times F_p$ でしたよね？一方、前ギアにかかるトルクは、前ギアの半径を r_g (図の B-A) とすると、

$$r_g \times F_c$$

です。しかし、「てこの原理」により、

$$F_c = r_p / r_g \times F_p$$

なので、結局、前ギアにかかるトルクは、

$$r_g \times F_c = r_g \times r_p / r_g \times F_p = r_p \times F_p$$

となって、結局、ペダルを回すトルクとおなじになります。

ああ、式を追うのめんどくさいですか？要するに**トルクは消えない**と理解していただければよいです。(摩擦とかはとりあえず無視します)

つまり、

前ギアにかかるトルク = ペダルを回すトルク

ということです。そして、前ギアが大きくても小さくてもこの式はおなじです。ということは、フロント 2 枚だとして、

小ギアにかかるトルク = 大ギアにかかるトルク
 = ペダルを回すトルク

です。

2.3 エネルギーは？

トルクがわかったので、エネルギーをまた考えてみましょう。(9)式からちょっと表現を変えて、

$$\text{自転車の運動エネルギー} = \text{トルクを掛け続けて回した角度} \times \text{トルク} \quad (9')$$

でしたよね。トルクは消えない、なのでこの式は、大ギアでも小ギアでも常になりたちます(しつこいですが、いろいろなロス全部無視します)。

結局、例えば、ペダルを1周(360° = 2π)回せば、前ギアも1周回るので、

$$\text{エネルギー} = 2\pi \times \text{トルク}$$

もいつもなりたちます。

言い換えると、**得られる運動エネルギー**は、フロントが52Tだろうが、36Tだろうが、チェーンにかかる力 F_c (図2)が同じ限り、**ペダルをおなじ回数だけ回せば同じ**、ということです。

3. バロックギアの原理

3.1 バロックギアとトルクとエネルギー

ようやく、非真円ギアの説明に入れます。バロックギアや楕円ギアなど、真円ではないギアを模式化すると、図3のようになります。ようするに、**角度によって半径が変わるギア**ということです。

バロックギアでは、クランクの位置によって、チェーンの位置が変わります(図3)。つまり、クランク中心からギアにかかる力の作用点までの距離がクランク半周の間に変わります。標準的なセッティングでは、バロックギアの短軸側にクランクがくるようにします。いま、ギアにかかる力(チェーンの張力) F_c が一定だとすると、クランク軸の角度によるトルクの変化は、おおむね図4

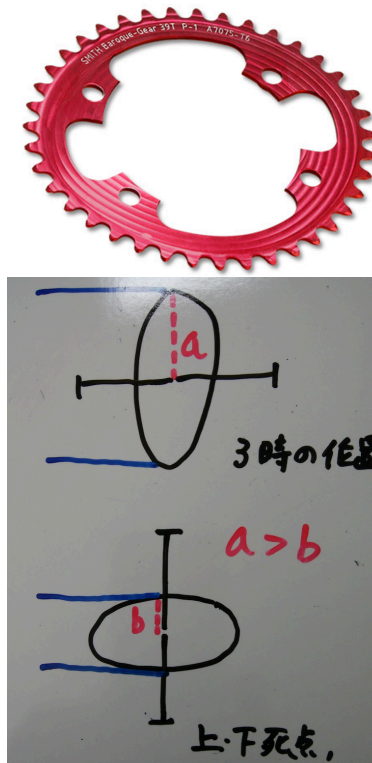


図3. バロックギアとチェーンの位置。

のようにかけます。

比較のために、バロックギアの長軸相当の真円ギア(大ギア)と短軸相当の真円ギア(小ギア)のトルクも書いていますが、 F_c が一定なら、そのトルクは変化しないので、図で水平線になります。

さて、このようにトルク変化する場合、エネルギーはどうなるでしょうか？エネルギーを計算したければ、トルクに角度かければいいのでしたよね？でも、トルクが一定なら、計算は簡単ですが、図4のような場合はどうすればよいでしょうか。そこで、「積分」の出番です。あ、ここで読むの止めないでください(笑 以下の話は微積分を忘れていても理解できます。

図4のバロックギアのトルク変化の場合、0°から180°までの**エネルギー = トルク × 角度**は、図の斜線部分Bの**面積**に相当します(これが積

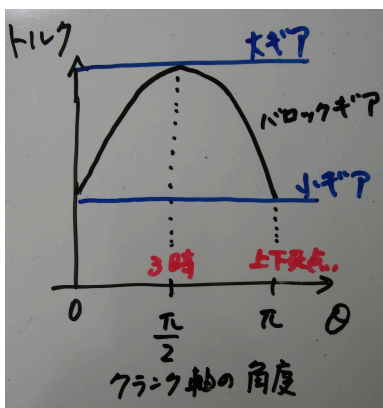


図 4. トルクの変化。チェーンにかかる力 F_c が一定で、バロックギアの長軸相当の大ギアと短軸相当の小ギアの場合。

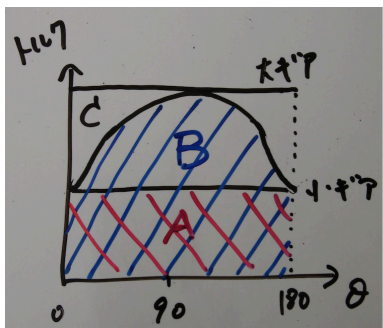


図 5. エネルギーはトルク分布の「下」の面積に相当する。C の部分は、大ギアの下の方の長方形部分全体 (図が複雑になるので、斜線は引いていない)。

分の概念です)。真円ギアの場合はトルク一定なので、長方形の面積になるので、まさにトルク × 角度になっていますよね。図 5 をみると、それぞれのギアで出せる (もしくは消費される) エネルギーの大小関係がひと目でわかります。

A の部分の面積 (小ギア) < B の部分の面積 (バロックギア) < C の部分の面積 (大ギア)

パロタの漫画 (第 3 話) で、面積がどうの、、、と唐突に出てきたのは、エネルギーの計算だったわけです。

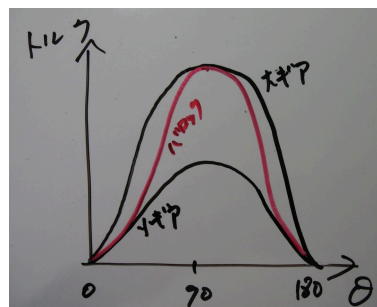


図 6. チェーンにかかる力 (ペダルを踏む力に比例) が一定でない場合のトルク変化。

3.2 より現実的な場合

みなさんご存知の通り、上死点と下死点にペダルがあるときは、ペダルを踏みにくいですよね。一方、ペダルが 3 時の角度付近のときは踏みやすい。つまり、 F_c は角度によって変化すると考える方が現実的です。非常に単純化すると、真円ギアの場合、トルクはクランク軸の角度に応じて、図 7 のように変化します。

バロックギアの場合は、 F_c の変化に加えて、前の節で説明したように、半径が変わることによるトルク変化もあります。それを合わせると、おおむね図 6 のようにトルクが変わります。つまり、ペダルが上・下死点にあるときは、小ギアと同じ、ペダルが 3・9 時の位置にあるときは大ギアと同じ、です。トルクの変動が真円ギアに比べて大きくなるというのがポイントです (あとで説明するように、これが利点でもあり、欠点でもある)。

さて、つぎにエネルギーについて考えてみます。エネルギーを得るにはトルク「角度で積分」しなければなりません。計算するまでもなく、半周したときの「面積」を図 6 で比較してみると、

小ギアでのエネルギー < バロックギアでのエネルギー < 大ギアでのエネルギー

となるのがわかりますよね。これは言い換えると、回転数 (つまり回した角度) が同じ場合、

小ギアで得られる運動エネルギー < パ
ロックギアでの運動エネルギー < 大ギアでの
運動エネルギー

ということになり、この順番は、得られる速度
の順番、でもあります（最初に書いた運動エネ
ルギーと速さの関係を思い出してください）。つ
まり、 F_c が同じであれば、同じ回転数（ケイ
デンス × 時間）なら、**パロックギアよりも大ギアを踏み
倒した方が速い**、ということになります。

3.3 ケイデンスが変化する場合

みなさん経験しているように、小ギアと大ギア
ではケイデンスが変わりますよね。フロント 52T
から 39T にしたら、急にくるくると脚が回ると
思います。ケイデンスは「ある時間に何回、回転
するか」という数で、物理では、「角速度」（ある
時間にどれだけの角度を回るか）という量と同じ
です。

これまで何度も書いてきた、

**回転のエネルギー = トルクを掛け続けた角
度 × トルク**

の関係で、角度 = 角速度 × 時間（速度 × 時
間 = 距離、と同じような関係です）に置き換え
られます。そうすると、エネルギーは、

**回転のエネルギー = 角速度 × トルク ×
時間 (10)**

となります。角速度（ケイデンス）やトルクが
時間（つまり、クランクの角度）によって変わる
場合は、この式を「積分」すればよいのですが、
ここではそれはやらずに、上の式を変形して、

**回転のエネルギー/時間 = 角速度 × トル
ク (10')**

とします。**回転のエネルギー/時間=パワー** で
す（(2) 式を思い出しましょう）。つまり、

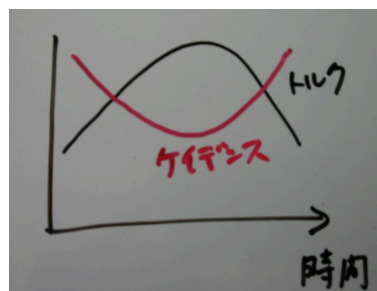


図 7. パワー、ギア一定のときの、ケイデンスとトルク
の関係

$$\text{パワー} = \text{ケイデンス} \times \text{トルク} \quad (10)$$

ということになります。

仮にパワーが一定（例えば、200W）として、
トルクがパロックギアのように変化するとします
（図 6）。ここで、横軸は角度ではなくて、ペダリ
ングしている時間とします。そうすると、図 7 の
ように、ケイデンスとトルクの関係はちょうど逆
になります。ケイデンスが大きいときは、トルク
が小さく、ケイデンスが小さいときはトルクが大
きい、わけです。それは、みなさんがギアチェン
ジをしたときに体験することと同じです。

4. パロックギアの利点と欠点

ここまで理解できたとして、最後にパロックギ
アとは何か、その利点と欠点をまとめてみましょ
う。パロックギアは、

パワーをトルクに振り替える

装置だといえます。使えるエネルギー（パワー
× 時間）が同じであれば、(11) の関係は常に成
り立っているので、3 時の位置のトルクが大き
くなるかわりに、ケイデンスが落ちる、というこ
とです。逆に、上下死点のトルクは小さいので、ケ
イデンスは速くなります。

それゆえに、パロックギアの利点は**力の入りに**

くい上下死点をさっと飛ばして、より長く踏めると表現する人もいます。ところが、エネルギー的には、図?で説明したように、1周ギアを回したときに、バロックギアで得られるエネルギーは、大ギアで得られるエネルギーよりも小さくなります。逆に真円小ギアと比較すると、バロックギアの方がエネルギーが必要になります。同じエネルギーで比較したら、バロックギアの方が真円の大ギアよりもたくさんペダルを回さなければなりません。別の言い方をすると、

真円大ギアの3時付近のトルクをより少ないエネルギーで得る

もしくは、

真円小ギアを回すより少しエネルギーを使って、3時付近で大ギア並のトルクを得る

というのがバロックギアの本質といえます。

ところが、これまで強調してきたように、消費したエネルギー = 得られる速度なので、真円大ギアを回すときよりエネルギーが少ないということは、同じケイデンスであれば、ある時間で得られるスピードはバロックギアの方が遅くなるとも言えます。これは欠点といえなくもないですが、エネルギーを節約して、トルクを得るのを目的にするなら、理にかなっているとも言えます。

図6のように、バロックギアではペダルを回している間のトルクとケイデンスの変動が真円ギアよりも大きくなります。これは利点でもあり欠点でもあります。滑りやすい路面で、トルクの変動が大きくなると、後輪がスリップしやすくなります。自分が入力した力の変動よりも、トルクが大きく変わるので、それを(身体が)理解していないと、ぎくしゃくしたペダリングになりかねません。

また、これまでの説明ではパワーとケイデンスは無関係のように仮定してきましたが、本当は関連しています。したがって、トルクとケイデンス

も独立ではないので、下手なペダリングをすると、逆にトルクを出すのを妨げてしまう、ということもありえます。

5. バロックギアを使った人の使用感はどう理解できるか？

最初に書いたように、私自身は真円のギアしか使ったことがないので、非真円ギアの使用感を語れません。そこで、何人かの知人のコメントを物理学的に検証してみましよう。

5.1 証言 A (東京の某サイクルショップ店主)

インナープリント(インナーギアで高回転でスプリント練習すること)で普段は最大で900Wがせいぜいだったのが、バロックギアだと1000W以上を連発!

ワット(W)とはパワー(仕事率)の単位でしたよね。そして、パワー × 角速度(ケイデンス)がトルクです(11)。つまり、パワー = トルク/ケイデンスです。前章で説明したように、バロックギアは、3時付近でトルクが最大になるようにできています。その一方、ケイデンスは3時付近で小さくなります。つまり、上の式から、3時付近でペダルを強く踏み込む(つまり、接線方向の力 F_c (図2)を大きくすると、その瞬間、パワーを大きくできます。 F_c を大きくすればパワーが上がるのは真円ギアでも同じですが、バロックギアでは、ケイデンスも小さくなるので、よりパワーが大きくなりやすいのです。

さらに、これまで説明してこなかったことですが、「慣性」の効果もあります。慣性とは動いているものはその速度を維持する、止まっているものは止まり続けるという性質です。慣性によって生じる力を「慣性力」といいます。加減速が大きいほど、物体が重いほど慣性力は大きくなります。電車や車が急ブレーキをかけると、車内にいる人が前につんのめるのも、エレベータが上昇すると

きに身体が重く感じる（下降するときに軽く感じる）のも慣性力のせいです。

パロックギアでは上・下死点付近でケイデンスが上がります。そのとき、サイクリストの脚（シューズやクランクも含む）も速く動いています。ペダルが3時に来た時に、急にケイデンスが下がります。つまり、脚の速度も下がります。そのときに、脚には強い減速がかかるのですが、**それに打ち勝って、ペダルを踏むことができれば**、その減速分の「慣性力」をペダルに加えることができます。つまり、トルクが大きくなります。

おそらく、スキルのある人がパロックギアを使うと、上・下死点付近で回転スピードを一気に上げて、さらに一番トルクがかかるタイミングで、回転の接線方向にかかる力を瞬間的に上げることができるので、真円ギアよりもパワーを上げることができるのだと思います。

しかし、ペダリングのリズムが悪いと、トルクが一番で出やすいタイミングを外してしまうので、真円ギアよりもかえってパワーが落ちてしまうということも十分ありうるでしょう。

5.2 証言 B（九州の某サイクルショップ店主）

パロックギアは脚が売り切れたときでも踏める気がする！

「脚が売り切れる」という状況は、疲れ切ってペダルが踏めない（つまり、 F_c を大きくできない）、回せない（つまり、ケイデンスを上げられない）ということで、誰しも経験があると思います。踏めない場合、普通、ダンシングで体重を利用して、 F_c を大きくするか、ギアを軽くしてケイデンスを上げます。ギアを軽くすれば、当然スピードも出ません。パロックギアは、「エネルギーを節約にして、トルクを稼ぐ」道具なので、真円の大ギアを踏むよりはケイデンスを上げることと引き換えに、一番力が入るクランク角度でトルクを大ギア並に上げることができます。つまり、もうギアが足りないとか、ダンシングをする元気がないとき

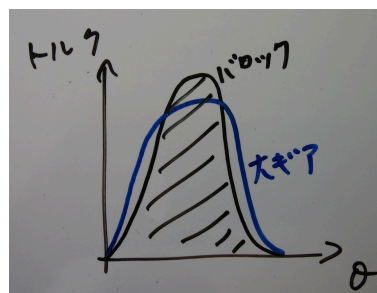


図 8. パロックギアを踏み込んだとき。

でも、大ギアよりも少し軽いギアを回すことで、トルクを大ギア並に出すことができる（ただし、一時的に）わけです。

ここで大きいトルクを出せるのは、あくまでクランクが3時付近だけですが、小ギアをクルクル回すよりは、全体のエネルギーが大きくなりますから、スピードを出せます（エネルギーを出し続けられれば）。

5.3 証言 C（某実業団選手）

パロックギアの方が真円ギアより明らかに脚に来る！

「脚にくる」という状況は、よりエネルギーが必要か、ペダルを踏む力が必要、という感覚だと思われます。図6でみたように、パロックギアは、真円の大ギアと同じように踏んでいけば、必要なエネルギーは小さい（つまり、疲れにくい）はずですが、しかし、3時の位置では大ギア相当のギアを踏むわけですから「てこの原理」が効きにくくなって、ペダルが重く感じます。それに負けずに踏む（トルクを出す）と、真円の大ギアを踏んでいるときよりも、むしろ大きなトルクになります（図8）。そうすると、図の斜線部分の面積（エネルギー）が、大ギアを踏んでいるときよりも大きくなりことがあります。つまり、結果として「脚にくる」わけです（その代わり、そのトルクを出し続けられれば速くはなります）。

5.4 証言 D (バロタの漫画にでてくる選手

パロックギアで、乗鞍ヒルクライムのタイムが大幅に更新された！

これは、前の証言 C の場合と同じです。ヒルクライムでタイムを出すためには、速度を出さなければなりません。つまり、運動エネルギーが必要です。そうすると、真円ギアを使ったときよりも、エネルギーを出すようなトルク分布になっていけば、タイムは速くなります。それでも漫画では「息が切れない」のに「タイムが上がった」と言っていて、これはちょっとわかりません。単純には**疲れずに速く走る**という魔法なようなことはヒルクライムでは不可能です。しかし、トルク分布が3時付近で急に大きくなる(上下死点付近では逆に小さくなる)という踏み方(例えば、図8)で、心拍数の上昇を抑えられるのかもしれませんが、たぶんこれは個人差が大きいですでしょう。

本文の著作権は和田桂一に所属します。許可なく引用、改変、再配布することを禁じます。