

# 自転車のお話

技術開発本部 小野塚 正一



## プロローグ

時は 1928 年、舞台は瀬戸内のとある寒村です。大石先生は、新任の女先生として岬の分教場に赴任します。1 年生 12 人の担任として、古い因習に苦しみながらも、子供たちの良い先生になろうと奮闘します。師範学校を卒業したばかりの先生は、当時まだ珍しかった自転車を月賦で購入し、お母さん仕立てのスーツを着て、学校までの 2 里を、颯爽と自転車に乗って通います。自転車を使えばなんとか通える距離が、物語展開の伏線になっています。

先日、家の近くを散歩していましたが、5 歳ほどの坊やが自転車と格闘している場面に出会いました。心配なお父さんは後ろから荷台を押さえたり、そっと離したり、やさしく応援しています。さあ、がんばれ。もう少し。あっ、まただめだ。もうちょっとなんだがなあ。

ほほ笑ましく拝見しながら、「ところで、自転車はどうして転ばないで走れるんだっけ。はてさて、どんな理屈だったかしら。」ちょいとばかり気になりました。勢いよく走っている乗り物が向きを変える、曲がるというのは、一体、どういうことだ。分かっているような気はするんですが、ちゃんと説明しようとする、これが意外に難しい。気になりだすと、もういけません。手掛かりを探しましたが、どれも分かりにくくて、なんとも納得感が持てません。やっぱり自分なりに整理しないとだめだ、というので、少なからず頭をひねりま

した。何とかそれなりの筋道が見つかったようなので、お披露目します。少しの間、お付き合いください。さあ、自転車の探検に出発です。

## 自転車の力学

誰もが生まれつき自転車に乗れるわけではありません。先の坊やが自転車と格闘しなければいけなかったように、自転車を乗りこなすには、ちょっとした“コツ”の会得が必要です。皆さん、日頃、何気なく自転車を乗りこなしていますが、「走っている限り倒れない」のは、自転車の姿勢とこの“コツ”にあるのです。まず、姿勢の説明から、入りましょう。

誰も乗っていない自転車は、真っすぐには走りません。勢いよく真っすぐ押し出してみれば、それはすぐに分かります。しばらくは真っすぐ立ってそのまま走りますが、どちらかに傾き始めるともういけません、すぐに曲がり始めてハンドルがぐるっと回って、最後は、ガッシャーンです。人が乗って漕いでやれば、丘を上り、坂を下り、どこまでもどこまでも転ばずに走れるのですが、一体この差はどこから来るのでしょうか。

まずは、自転車の基本構成から調べましょう。全体を支えるフレームとこれに取り付けられた前輪、後輪、漕いで進むためのペダルとチェーン、ブレーキ、そして止まったときに支えるスタンド、これらが走るための要素です。フレームにじかに取り付けられた後輪は、フレー



自転車の構成

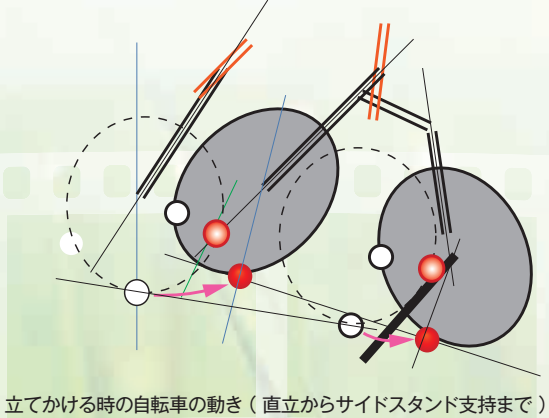
ムの長手を向き、前後に進む回転のみが許されます。前輪は、ハンドルレバーと一体のハンドル軸に取り付けられ、こちらは自由に向きを変えることができます。この軸は幾分前に傾いていて、途中から前に突き出しています。前輪タイヤの接地点は、この軸の延長線よりちょっとだけ後ろにずれています。

それでは、自転車がサイドスタンドを突き出して止まっている様子を思い浮かべましょう。5度ほど左に傾いたフレームに対して、前輪は左を向いて止まっています。これが自転車の基本姿勢です。算数では、「基礎の上に“もの”を置くとき、3点が接触し、“もの”の姿勢は一意に決まる」と習いました。前輪、後輪とサイドスタンドの接地点がこの姿勢を決める3点です。そして、自転車はそれなりの“重さ（質量）”を持ちますので、前輪、後輪、サイドスタンドは分担してこれを支えます。地面を押して自身を押し上げ支えています。同時に、横に滑ろうとするのを、突張力で支えています。

次に、直立直進姿勢からこの傾き姿勢に移るまでを見てください。何をどう考えればいいのか、頭の中で整理するのはかなり厄介なので、実際に、自転車で試してみるのがお勧めです。それでは、前輪は真っすぐ前を向け、転ばないようにサドルを軽く横方向に支えて、左にゆっくりと傾けてみましょう。ブレーキは掛けしないで、

前後輪は、自由に回れるようにしてください。さて、自転車はどのような動きをしたのでしょうか。車体が左に倒れようとしています。するとあれれ、後ろ斜めにさがり始め、ハンドル軸は左に向きを変え始めました。そうです。この動きの結果として、自転車は、前輪を左に向けて、左に傾く姿勢に落ち着いたのです。今度は、この姿勢から始めて、同じく転ばないように支えながら、直立まで起こしてやりましょう。さあ、どうでしょう。前の姿勢に戻るではありませんか。右に傾けても、右左の関係が逆になるだけで同じです。もう、お分かりですね。そうです。この動作が繰り返されるので、前に走る限り、“自転車は不倒”なのです。

(70 ページに続く)



立てかける時の自転車の動き（直立からサイドスタンド支持まで）

(「自転車のお話」 25 ページから)

それでは、なぜ、こうなるかの説明に移ります。ここでは、中学の理科で習う、ニュートンの、「作用・反作用」の法則を思い出して頂かないといけません。スリップしなければ、自転車は、タイヤを回転させて前進、後退します。このとき、地面とタイヤの間には摩擦力が働き、タイヤが前後左右に滑るのを押しとどめているのです。この力は車輪のスポークと軸を経てハンドル軸に伝えられます。ここで、先の、タイヤの接地点が軸の延長線よりわずかに後ろだということが、重要なポイントになってくるのです。

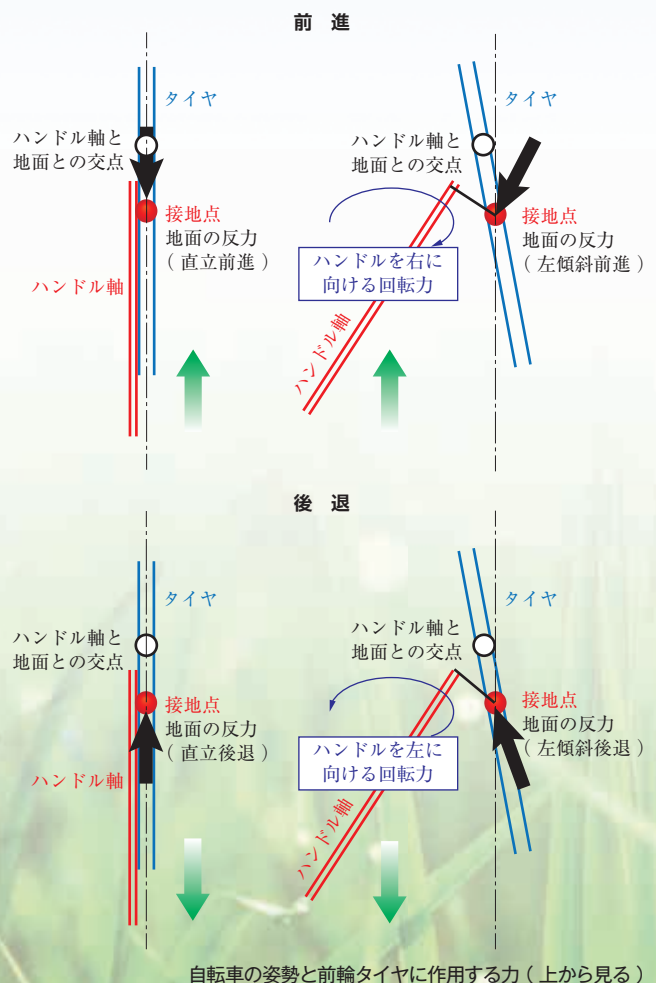
図をご覧ください。上から自転車の姿勢と、働いている力の向きを見ています。左に立てかけるときの説明と逆になりますが、前進するケースでご説明しましょう。直進のときは、何も起きません。地面から受ける抵抗力（摩擦力）は、自転車が進む向きと反対方向を向いています。この力は、車輪軸ベアリングの回転ロス、人、自転車が風を切る抵抗、タイヤゴムの変形などと釣り合います。次に、傾いた自転車が前進している様子を考えます。タイヤが踏ん張ってくれるので、横には滑りません。これはタイヤが地面から横方向の力を受けて、支えられていることを意味します。前に進むことから受ける抵抗は直立の場合と一緒なので、その結果、前輪タイヤが地面から受ける地面に沿った力は、左斜め後ろ方向を向くことになります。これに加え地面に垂直に、自転車と乗り手その他の重さが働くので、これらを足し合わせた力を前後輪が地面からもらっていることになるのです。先に、接地点がハンドル軸より後ろに寄っているとお話ししました。そのため、ハンドル軸と接地点の間に距離ができ、地面からタイヤに働く力がハンドル軸を回そうとする力になるのです。左に倒れているときの基本姿勢は、ハンドルを左に切っている状態ですが、前進しようとするとき、ハンドルを右に切る力が生まれ、右に倒れているときは、左に切ろうとする力になるのです。ハンドル軸は、タイヤ取り付け部を前に突き出した妙な形をしています。そのため、回転力とハンドル軸の回転方向が違い、回転力の一部は、自転車の倒れを戻そうとする回転力にもなるのです。なんとまあ、都合よくできた仕組みです。ご理解いただけただしょうか。

地面からもらう摩擦力の一番の基本は、自転車が走ろうとするのを妨げる力ですから、速さが速くなるほ

ど、大きくなります。また、摩擦力は地面に垂直に働く力に比例しますから、重たい人が乗るほど、滑り限界の摩擦力は大きくなります。つまり、勢いよく走ること、重たい人が乗ること、このことが、直立姿勢で真っすぐ前を向いた走りに繋がり、走りの安定をもたらすのです。

ここまでご説明して、大事なことが抜けているのに気がつきました。坊やが練習していた“自転車に乗るコツ”です。そう、もうお分かりですね。自転車を漕ぐ、ペダルを踏むという動作は、足に力を入れて、ペダルを押し下げ、力はチェーンを通じて後輪を回し、後輪は地面を蹴る。地面は力を受け止めて自転車を前に押し出す。その結果、前輪は速く回ろうとするが、地面の抵抗を強く受ける。この抵抗が、ハンドルの向きを真っすぐ前に向けて、しかも自転車を直立させる。そうなんです。ペダルを強く踏むことで、姿勢を立て直しているんです。

次に、曲がる話です。車体の傾きとハンドルの向きに関係があることが分かりました。ならば、曲がると



言うことは、車体を傾けるということと同じと考えて良いでしょう。

では、人が乗らない自転車が、倒れずに走れるでしょうか。これは“否”です。自転車は自分の姿勢を知ることができないので、動き始める時の、傾き姿勢とハンドル軸の向きから始めて、これを基準にその後の動作をき真面目に続けます。少し左の傾き姿勢をとってハンドル軸は真っすぐ前の状態から走り始めますと、右にハンドルを切りますが、傾きを戻すには必要な回復力が不足して、ガッシャーンです。また、路面には、くぼみも石ころもあって姿勢を乱します。乗り手が、体を右左に傾けたり、多少、ハンドルの向きを変えたり微妙に調整することで、初めて走ることができるのです。これらを体に覚えこませるのが、“コツ”の習得です。乗り手は、ハンドルを切らず体を預けるだけにして、体重を左右に振り分け、思うような方向に、思うような角度で進めるのです。ただしこれは、走っている限りです。

さて、先の坊やは、少しの学習の結果、ペダルを押し下げて前に進み始めました。右に左に大きくふらふら倒れて曲がりますが、もう大丈夫のようです。がんばれ。

## 映画「二十四の瞳」と高峰秀子

木下恵介監督、高峰秀子主演、映画「二十四の瞳」では、昭和初期から敗戦後数年まで、豊かでもなくとも懐かしい小豆島が映し出されます。「自転車」は都合5回、登場します。最初は、大石先生が、自転車の上から生徒や島の大人に「おはよう」と声を掛けながら疾走するシーンです。撮影当時、高峰秀子は29歳でしたので、師範学校卒業したての先生役（20歳前後？）には体型的にちょっと無理がありますが、物語は40歳過ぎの時代まで続くので、あまり贅言は言えません。自転車の乗り回しは今一つの印象ですが、あるいはそれが映画表現のテクニクかもしれません。4回目の登場は、20年後の戦後の時期に、12人から7人に減った生徒が、分教場に復帰する先生を囲んで、感謝の自転車をプレゼントするシーンです。お金を出し合って買った自転車が、座敷の床の間に飾られます。印象深い演出です。その自転車に乗った大石先生の後ろ姿を写して、この小さな物語は終わります。

高峰秀子さんは、「でこちゃん」の愛称で親しまれ

た、昭和を代表する美人女優でした。あまりにも魅力的だったので、一目惚れした末に、自身の芸名を「高峰」としたお笑い芸人がいました。梅原龍三郎は好んで多くを描きました。一方では、市川昆を擁護して強面で名高い自民党の派閥の領袖と渡り合い、記録映画の名作「東京オリンピック」を今に残す道筋をつけました。忙しくて満足に学校に通えませんでした。先生役を上手に演じたばかりか、珠玉のエッセイを数多く残しました。近頃の一般紙日曜版に、木村伊兵衛撮影のすばらしい写真と一緒に、伊兵衛がモデルとどう接していたか、高峰さんのエッセイを引用して、撮影時のエピソードが記されていました。撮影はご自宅で行われました。化粧については「どうせ、たくさん注文がでるから」と、黒い和服に素っぴんのまま待っていらしたそうです。来訪した伊兵衛は、挨拶もそこそこ、30分ほどいろんな角度から撮影すると、そのまま帰ってしまいました。本番の撮影は？という想いを残したまま終わってしまったのですが、何日か後、出来上がった写真が送られて来たのを見てびっくり仰天。そこには自分とは似ても似つかぬ絶世の「美女」が写っていた、という内容でした。父の世代の女優さんですが、写真家を称える文章の巧みに加えその心根が顕れていて、何ともすがすがしい一文でした。



映画「二十四の瞳」(©松竹株式会社)