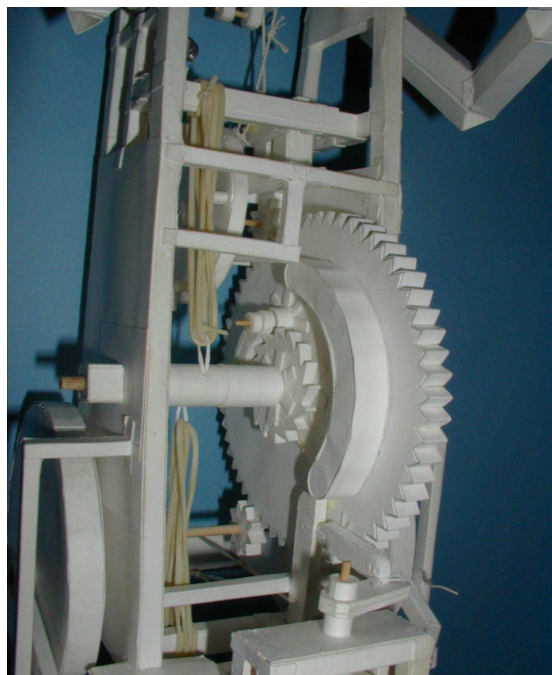


第2章 茶運紙人形をつくる

1. 歯車とゴム動力

紙で茶運び人形を作ろうと思いついたときまず頭に浮かんだのは、以前 からくり人形に興味を持ったとき集めた何冊かの本でした。中でも「からくり」立川昭二著という本には、「機巧図彙」そのものが掲載されており、基本寸法はそれから割り出せばよいと思いました。早速屋根裏のダンボール箱の中から黄ばんでしまった本を引っ張り出してきました。本を見ると基本構成はほぼ思っていたとおりでしたが、いくつかの解決すべき問題があることもわかってきました。それは第一に歯車の作り方、第二に動力源、第三に调速機とは、という三つが主な問題でした。

第一の歯車をどう作るかという問題では、まずは歯形をどうするかということでした。機巧図彙では、三角歯になっているのですが、現在ではそのような歯形は使われていないわけで、以前作ったペーパーモデルの時計でも台形歯型でした。台形歯型も見たい目ではよいのですが、実際作るにはかなりめんどくさく、ドラフターで歯車の展開図を描くことを考えると製作の単純な三角歯でまずは作ってみることにしました。次は歯数なのですが、機巧図彙には歯数比56:8または60:8とあるのですが、これも製作上360°に対して割り切れる60とすることにしました。56に比べれば多少走行距離が長くなりますが特に問題はないだろうと考えました。今度は歯車の大きさなのですが、歯車径と歯数より決まるモジュールにより歯高なども決まることはなんとなく覚えていたのですが、関係式などは忘れており、再び屋根裏のダンボール箱の中から大学の教科書を探すこととなりました。紙で作ったとき作れる大きさということから、モジュールを2、歯車中心径を $\Phi 120$ mm、歯高4.5mmとし作ってみました。大小二つの歯車を仮フレームに回転するように取り付けたのですがうまく回りません。軸間距離もいろいろ変えてみたのですがやはり回りません。「からくり」の本の中でも機巧図彙通り再現して動いたとのことなので、その通りやってみたつもりだったのですが、どうも紙で作り易くするためにモジュールを大きくしたためのようなのでした。つまりモジュールを大きくすると歯車の最小歯数も大きくなるのです。今までいろいろな装置を作る際歯車なども何気なく使っていたのですが、モジュールを決めるときは、歯車の強度を考慮するぐらいで、実際に歯車として使えるための最小歯数があることなどは忘れていたのです。ここ20年近く機械設計の仕事をしてきて歯車の最小歯数の何たるかを初めて実感しました。小歯車の歯数を多くす



ればよいのですが、これを変えると走行距離が短くなります。しかし動かないのでは意味はなく、なるべく少なくということから、歯数を8から9に変更して作ってみました。それを組み込んで回してみると何とか回るようになりました。しかし大歯車が一部ハス歯状になってしまっているところでは、少し回転が渋くなってしまいます。大歯車を正確に作り直せばよいことは解っているのですが、なにせ手書きで作っているわけで、作り直しても必ずうまくいくという保証はないのです。何とか小歯車に対応できないかと考え、歯車の歯幅を狭くすることを思いつきました。歯車のかみ合う面積をなるべく小さくして、ハス歯状の影響をなるべく少なくするという苦肉の策ですがやってみるしかありません。歯幅を8mmから4mmにして再度作り直し、組み込んで回してみると、かなりスムーズに回るようになり歯車の部分はこれでやれそうな目途が立ちました。

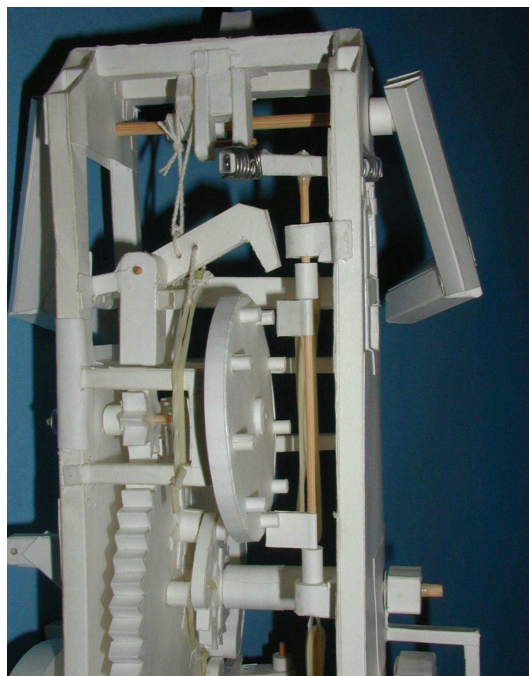
第二の動力源という問題は、機巧図彙では鯨のヒゲをゼンマイとして使っており、天然の材料という意味では最適なのですが、ヒステリックなほどの鯨保護のご時世ではとんでもない話で、手に入れることはおろかそんな話をしたとたん非難ごうごうでしょう。金属のゼンマイというのもありますが、紙とでは強度的にアンバランスですし、イメージも合いません。金属では目指している 朽ちていく機械になりません。そこで思いついたのが子供の頃から模型飛行機などでよく使っていたヒモ状のゴムでした。これならば天然の素材ですし、紙とのイメージもよく合います。しかし軽飛行機のようにゴムをねじって使うのでは、回転軸方向にゴムを長く設置しなくてはならず、人形の側面に大きく飛び出してしまいます。それではゴムの伸縮を利用してと 考えながら、ゼンマイをイメージしてみました。ゼンマイは、回転軸を中心に渦巻状に設置されており、一端が中心の回転軸に、他端が外側のゼンマイ箱に固定されています。そして回転軸を巻くと渦巻きが絞り込まれるように変形し、それが開放される力で軸を回転させます。そこで回転軸を中心にヒモゴムを放射状に配置し外周と固定すれば、回転軸を巻くとヒモゴムが軸に巻きつきながら伸ばされ、その戻る力を利用すれば軸を回転させられます。また各ヒモゴムを対称に配置すれば、ゴムが軸を引っ張る力は相殺されて軸はスムーズに回るはずですが、そこまで考えて後は作ってみるしかないということで早速作ってみました。基本的には機能したのですが、ゼンマイ箱のようにしてゴムを配置したのでは、ゴムが短すぎて十分に引き伸ばすことができず回転が足りません。ゴムの長さを十分確保するためにゼンマイ箱をやめるしかなく、ということで結局は、回転軸に対して上下方向に二組のゴムを 動力を確保するために各々複数本設置することにしました。できしてみるとゼンマイ箱は何だったのだろうという結果になってしまいましたが、急がば回れということで無理やり納得したのでした。

2. 冠形脱式進調速機

ギヤの組み合わせによる回転のめどが立ち、動力にゴムを用いる方法を確認したところで、主軸のラチェットを用いた一方向のみ動力を伝達する構成を設計し、フレームを製作してこれらを組み込んでみました。駆動軸には車輪を取り付け、操舵可能な前輪をとりあ

えず固定して、ゴム動力にて直進走行ができるようになり、走らせては一人で納得していました。

そんな喜んだのものもつかの間、第三の最大の難関と思われた、调速機に取り掛かることとしました。この部分は当初からあまり見たこともない機構だったので、どう動くのか「機巧図彙」絵や本の説明から想像する程度で、作ってみればわかるだろうと甘く考えていました。しかしいざ作るという段階になって、どう動くのかわからないものは作れない という当たり前のことに気づいたのでした。考えとしては、ガンギ車の上下で、天符の爪がひっかかったりはずれたりすることにより、天符が反転運動をし、その慣性力を利用してガンギ車を一定の速度で回すというおおよその動きや、ガンギ車の径や、ピンの数なども図や説明から何とかわかりました。しかしそれでは、ガンギ車がどれく



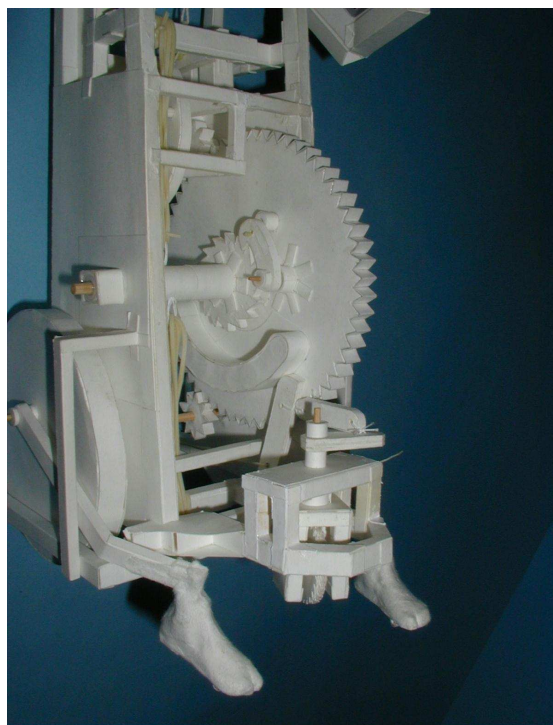
らい回転すると爪が引っかかったり外れたりするのか、それに対応した天符の回転角は、天符の軸とガンギ車の距離は、その時の爪の適切な長さはといった具体的な数値はわかりません。そこで各々の部品の大さや位置関係、回転角などをそれぞれ変えながら図面をかいて、爪のかかり具合を見てみるという作業を繰り返し、何とか動きそうな各々の部品の寸法を割り出しました。そしてそれに基づき実際に作ってみることにしました。「機巧図彙」ではガンギ車の回転を 車輪の片方に歯車がきつてありそこから取り出しているのですが、紙で作ることを考えると製作上の限界から、どう考えても両輪のバランスがくずれて直進できそうもないので、後期の人形のように主軸の大歯車から直接とり出すこととしました。「機巧図彙」の人形の再現が目的ではないのでいいだろうという判断です。しかし今度はフレームの中に调速機を組み込むという意味で、少し構成が複雑になってしまいました。それでも何とか作りこんで動かしてみたのですが、ガンギ車の製作の精度のためか、ちょっと動くとガンギ車と爪がかみ合って動かなくなってしまう。そこで両者のかみ合いを調整すべくガンギ車と天符の軸の距離を変えてみたり、天符の軸を少し傾けて上下の爪のかみ合いの位置を変えてみたりと、いろいろやってみたのですが、うまくいきません。結局爪の引っかかりと外れのための許容値が少ないのだろうということにはわかったのですが、それを上回る精度で部品を作るのは無理そうでした。ここで暗礁に乗り上げてしまったわけですが、もう一度ははじめから見直してみることにしました。まず紙で作ったことにより問題になっているのだろうという予想から、本物と紙で作ったものとの違いと観点から見ると、爪の厚みが違うということに気がつきました。本物は金属製の爪

なので、厚さはせいぜい1mm 足らずだと思われませんが、紙の場合は強度や作り方の関係で、2mm強になっていたのです。ここで爪の引っかかりを見たとき、爪が薄いほうが外れるときに外れやすくなることに気づきました。といって爪をただ薄くすることもできないので、外れる側の爪の角を削ってみてはと思いつきました。早速試してみるとかなりよく回るようになりました。そこでガンギ車と天符の軸の位置を見直して、なるべく設計したときの位置関係となるように作り直し、回転を見ながら爪の角を少しずつ削り調整すると、問題なく回るレベルとなりました。これで走らせてみると、今まではかなりのスピードで走るように動いていた人形のシャーシが、ガンギ車の引っかかるコトコトという音をさせながら、歩くようなスピードで走行できるようになりました。その今まで見たこともなかった调速機の動きと機能に感動しました。しかしここまでですでに3ヶ月近い時間がかかっていました。

3. 操行舵輪

8月に始めた人形作りも、调速しながら走行できるようになった頃には、すでに10月半ばを過ぎていました。しかしメカ部分は、あと操舵を行うカムとリンク機構さえできれば、できたも同然と考えていたので、まずは操舵機構から作り始めました。カムは後からカム角度調整できるように、差込式として作りました。できあがり走らせてみると、180度ターンがうまくいきません。そこでカム角度を変え操舵時間を長くしたり、リンクの長さを変えて操舵角を調整するのですがうまくいきません。また天符に重りをつけたり、動力のゴムの本数を変えて走行スピードを調整したりと、いろいろやったのですが、結局うまくいきませんでした。そこで考えついたのが、操舵を行う前輪が滑っていて操舵が十分利いていないのではないかということでした。まず前輪の幅を広げて接地面積をひろくしました。その上でカム角度、操舵角、走行スピードをいろいろ組み合わせて試しましたがダメでした。次は車輪の外周にゴムを貼ってみましたが全くうまくいきません。次は車輪に凹凸をつけてやってみました。畳の上ではいくらか改善が見られたものの、フローリングではやはりダメでした。

そうこうしているうちにすでに11月も終わりに近づき、全く予想もしていなかったことでのツマヅキに、かなりヘコミました。しかしここまでやってやめるわけにもいかず、車輪に凹凸をつけると少しは効果があっ



たことから、考えあぐねた末に思いついたのが、円盤状に切り抜いた紙の外周に刻みをいれ、その刻みを半ピッチずつずらして外周部分には接着剤をつけずに貼り合わせ、円盤の外周の凸の部分がそれぞれ独立して床に食いつけば滑らないのではないかというものでした。もうこれがダメなら紙で作るのは諦めるしかないかもしれないと思いながら走らせてみると、なんと曲がりすぎるくらい曲がるではありませんか。これまでは操舵輪が滑っていたので、カム角度を大きくして180度Uターンさせようとしていたので、曲がりすぎてしまうのです。カム角度を小さくし、操舵角を調整してうまく180度回って帰ってくるようになりました。見た目は外周に凹凸をつけた紙を貼り合わせただけのものですが、この茶運紙人形を構成する部品の中で MVP ならぬ MVM (Most Variable Material) かもしれません。しかし喜んだのもつかの間、ちゃんと動くようになってみると、今度はトータルの走行距離が足りず十分な距離を行って帰ってくる事ができません。ここで走行軸の歯車の歯数を8から9へ変更したことがきいてきたのでした。今さら歯車関係を作り直す気力もなく、エイとばかりに車輪径を大きくして対処し、走って行った人形がちゃんと戻ってこられるようになりました。

当初からうまくできたらハンズ大賞に応募してみようなどと思って、応募の知らせが新聞広告にのらないかと気にかけていたのですがその気配もありません。しかしここで気を緩めるわけにはいかず、走行の ON, OFF スイッチとなる腕部の製作にかかりました。機巧図彙では、腕の上下により金属の棒がガンギ車に差し込まれて回転を止めるようになっていましたが、ここでは紙で作るという都合上設計を変えて、腕の軸の回転を利用してガンギ車のピンに爪を引っ掛けて止める構造としてうまくいきました。ここまで来てメカにかかわる部分は一通り出来上がり、腕の部分に湯のみがわりの重りをぶら下げると、フレームにメカだけの人形？は前進を始め、一定の距離を走行した後 U ターンして手元近くまで戻ってくるという一連の動作を行えるようになりました。ここまで来る頃にはすでに師走の声を聞くようになり、世間も年末のあわただしさを迎えていましたが、いつも3~4月ごろに行われると思っていたハンズ大賞の応募も一向に始まる様子もなく、人形もメカの部分ができて先が見えいつもの悪い癖が出始めました。そう詰めが甘いのです。何かを始めるとそればかりになって熱中するのですが、先が見えてくるとすでにできた気分になり、次のことに気持ちが移ってってしまうのです。このときもまた、ペーパーモデルの設計も簡易 CAD でやりたいと思い、PC を買い、Net につないでペーパーモデルのホームページを覗いてみました。すると私が茶運紙人形を作りながらイロイロ思い描いていた、ペーパーモデルを Net 上で展示し、Free Model や Sell Model として配布するなどということは、すでに多くの方々の手により行われていました。自分も早くホームページを立ち上げなくてはという気持ちから、ハンズ大賞も何の音沙汰もないこともあり、ホームページを作るためにはもっと多くのペーパーモデルも必要だろうと思い、現在 MPM に展示している Mini や Pteranodon を作ったりしました。またペーパーモデルのホームページとしては、Free Model の配布は必須だろうと思いから、展開図を PC に取り込む意味で簡易 CAD の検討をはじめ、

CAD のガイドブックを買いそれについていたお試しソフトを使ってペーパーモデルを CAD 化したりしていました。(現在もそのお試しソフトでペーパーモデルを作っているのですが・・・) そんなわけで茶運紙人形からは、すっかり横道に逸れていってしまいました。

4. 人形として

そんな茶運紙人形ことは半分忘れかけていた春も終わりの頃、ハンズ大賞の応募広告を目にしたのでした。やはり茶運紙人形でハンズ大賞を目指そうという気持ちと、ホームページを作るにしてもやはりメインには茶運紙人形が必要だという思いから、再度茶運紙人形に取り組むことにしました。久しぶりに机の上に放置していた人形を手にとると、薄っすら埃をかぶっており、動かしてみようとゴムを巻いたのですが、ゴムが劣化していて切れてしまいました。新しいゴムに張りなおし動かそうとするのですが、ギヤがスムーズに回りません。やはり紙製なので湿度や温度の変化により、各可動部が渋くなってしまっていました。ここですべてを新規に作り直せばよかったのですが、まずは一通り作ってみて動くのを確認した後、再製作するのがベストだと考えたので、まず渋さの根本原因となっている大歯車の展開図を CAD で描いて再製作し組み込んでみました。すると嘘のようにスムーズに回るようになりました。CAD 化しただけで歯車の製作精度が向上したのでした。

このことに気をよくし、頭部の製作にかかりました。頭部も紙で作るという前提から、当初より布人形と同様に張り子で作ろうと考えていました。しかし仕上げの段階で布を貼ってしまっただけでは、紙というイメージから逸れてしまいそうなので、張り子に塗装仕上げをすることにしました。とりあえず手元にあったサーフェイサーを試し塗りすると、紙にしみこんでしまいうまく塗れません。そこでやはり布人形を作るときに使ったジェッソを下地に塗ってみると、サーフェイサーがうまく塗ることがわかり、重ねて数度塗りしてプラカラーで目鼻を描きいれました。頭には昔布人形のとくに作ってあった、糸を塗粉で染めて作った髪を貼り、首を振れるようにフレームに取り付けました。メカむき出しのフレームに、頭だけついた人形が、その頭を振りながらコトコトと走る姿はなんとも異様でした。続けて足も同様に張り子で作り、車輪をクランクとして足の前後動作ができるようにしました。やっと一通りの擬装動作も完成したのですが、ここまできてまた負荷が増えたので、動力のゴムを増やしたり全体の調整を行ったところ、主軸の竹ヒゴが耐え切れずねじ切れてしまいました。いかんともしがた



く結局主軸をφ2からφ4へ補強して作り直しとなってしまいました。また全体の歪からか、ガンギ車と天符の空回りが発生し、人形が突然ダッシュしたり、ターン中に転倒することがあり、调速機のフレームの補強、ガタの矯正と次々と手を加えることになり、結局設計図通りというのは、フレームの一部だけという有様になってしまいました。最後に湯飲みを乗せる手とお盆の部分を作り、人形の一連の動作ができるようになったのは、夏も終わりかけた頃でした。

後は着物ということで、まず薄い和紙を使って仮縫いのように和紙を貼り合わせて着物を作り、それを切って展開して型紙を起しました。今度は型紙にあわせて着物にする柄の入った和紙などを切り抜き貼り合わせます。できた着物を人形に着せてみると、今までメカむき出しのフレームに頭だけついていた異様な雰囲気はなくなり、やっと人形らしくなりました。しかし着物を着せてみると、今度はその着物が抵抗となり腕の上下によるスイッチが引っかかったり、回転部に触れ擦れたりする分が負荷となって十分に動かなくなったりで、再び動力部、调速部を再調整しなおし、また着物が可動部に触れないようにガードを付けたり、全体の負荷をなるべく減らすように首振りの引き糸の経路を見直したりと、何かひとつステップを進めるたびに全体を見直して再調整をするといった、3歩進んで2歩下がる状態の繰り返しでした。それでも秋風の吹く頃には何とか動くという状態になり、ハンズ大賞へ応募するために写真を撮ったり、書類をまとめたりと、結局11月末の締め切りにやっと間に合ったといった状態でした。

6. HANDS GRANPRIX へ

ハンズ大賞の一次審査から作品の提出までは、冬休みを挟んで1ヶ月近くあるので、提出前には再度調整の必要があるとは思っていましたが、まずは一次審査の結果を待つことにしました。しかしなかなか通知はこず、諦めかけていたところ、12月20日過ぎに一次審査の合格通知がきました。

早速再調整を始めると、この1ヶ月ぐらいの間にやはり経時変化が起こっており、各部のゴムなどを張替え再調整をしたのですが、動かすとどうしてもスピードとのバランスがとれません。負荷をまかなう動力のゴムを増やすと、フレームが歪むのか、その動力に耐えられないのか、ガンギ車と天符が歯飛びして调速がうまくいかないことがあり、やはり負荷を落とすしかありません。結局着物を作り直すしかなく、年明け早々東急ハンズやユザワヤを着物となる和紙を捜して、飛び回ることとなってしまいま



た。ほとんど男性客など寄り付かない和紙の売り場で、柄を選んだり、一枚一枚手で触って紙の柔らかさを確認したりしながらウロウロしているオヤジの姿は異様だったと思います。着物の部分はなるべく薄くて柔らかい和紙とし、襟と袖の部分だけ色違いで重ね着している雰囲気を出し、上掛けはちりめんの和紙を使い、厚みのわりに柔らかいものとししました。結局年が明けてからの冬休みだけでは間に合わず、提出日前日はほとんど徹夜で、提出日には有休をとって最後の仕上げと思いやるのですが、結局きりがなくここまで諦めて梱包し、提出を指定された西武航空の配送所に持ち込んだのは、取り扱い時間終了の15分前で、滑り込みセーフといったところでした。

その後なんとか二次審査も通り、ハンズ大賞入選ということで、渋谷の文化村での展示を見に行ったのですが、ほかの方々の作品の完成度と比べ、ツギハギだらけの自分の作品の情けなさと、審査のときにも果たしてどこまで動いたのかと思うと赤面ものでした。思い返せばはじめからちゃんとやり直す時間も十分あったはずなのにそれもせず、何とか間に合わせて提出してしまったような状態で、今更ながら自分の詰めの甘い性格には情けない思いがしました。そんな思いもありいつの日か茶運紙人形を設計から見直して再度作ってみようとは思っているのですが、新しいことにしか興味の向かない性格はいかんともしがたく、いまだに手付かずの状態なのです。しかし今回茶運紙人形を作った経緯を当時のメモを基に思い返しながらかお話してみました。

これを書きながらせっかくのノウハウも忘れないうちに、もう一度形にしておかなくてはと思い始めた今日この頃です。