

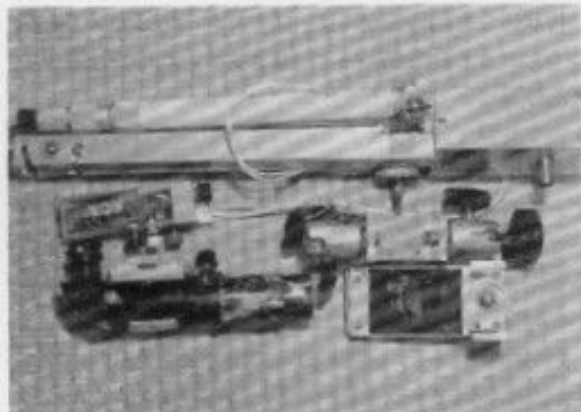
写真用赤道儀の製作④

★重量2500gの全自作超小型ポータブル赤道儀です。DCモーターをはじめ減速ギヤやウォームホイールなどはすべて内装され、持ち運びが楽なようになっています。

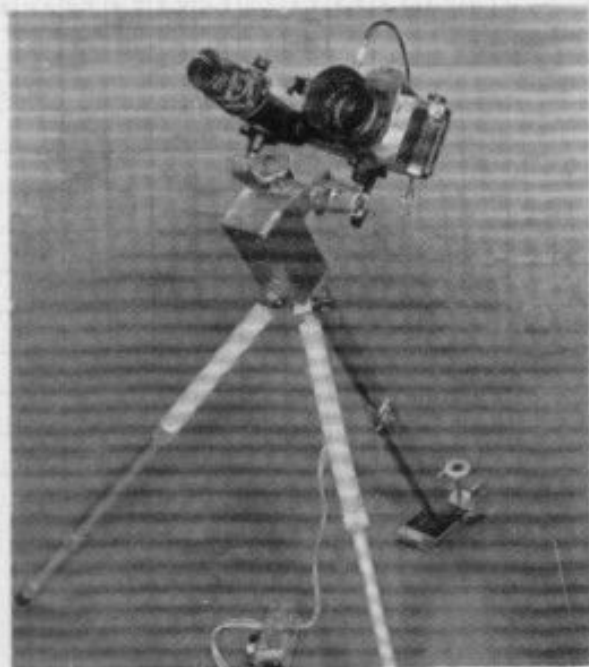
大友 哲

私がポータブル赤道儀（以下ポタ赤と略）を作り始めたのは7年ほど前のことです。そのころは、世間にポタ赤の存在が知られ始めたところで、「天文ガイド」の記事に刺激されて自転車の廃物などを捜しに出歩いたものでした。当時のポタ赤は極軸にズンギリネジを、赤経微動にはタンジェントスクリーンを使用した木製手動式の物が主流で、金属製の物は、廃物利用以外はあまり見かけられなかったようです。そのため私も最初は金属材料などには見向きもしませんでした。それが一転して金属を用いるようになったのは、近所に住んでいる平林茂人さんのポタ赤を拝見させていただいてからのことです。それは、本体がアルミのフレームでできており、メインギヤにモジュール1、歯数100のウォームホイールを使用していました。そしてモジュール0.5の平ギヤとビニオンギヤを組み合わせて作った減速機と、テープレコーダー用の直流ガバナモーターを取りつけて自動追尾ができるようになっていました。さらに極軸にはシンチュウパイプを使用し、それを通して北極星をのぞき、セッティングができるようになっていました。200mm程度までガイド可能ということで、未熟だった私にとっては夢のような装置でした。

ここで取りあげるポタ赤は最近夏山専用に製作したものです。小型軽量化を製作の最大の目標にしていますが、空の暗い所で露出をたっぷりかけてみようというねらいもあったので、全周微動の自動追尾式にしました。また、ギヤを砂ぼこりから守るために、駆動部をすべて



〈写真2〉 分解して折りたたんだところ



〈写真1〉 赤道儀全景

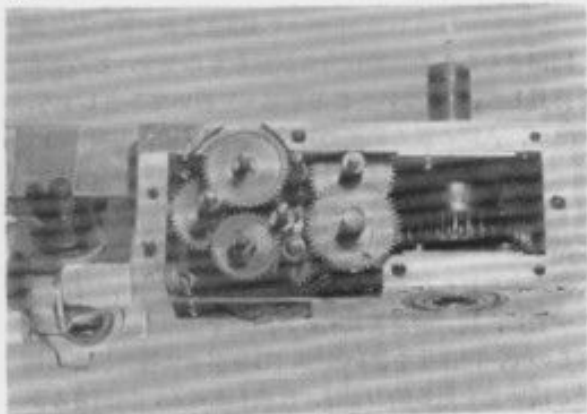
内蔵式にしました。写真3でもわかるように、直径4cm歯数40枚という小さなウォームホイールを使用しましたが、小型軽量化に最も効果をあげたと考えています。その上赤道儀本体とは独立したものと考えられていた追尾装置を一体化することによって、無駄な部分を非常に少なくすることができました。

本体に使用されている材料は、52Sというアルミ合金で、ジュラルミンと純アルミの中間程度の堅さを持っています。そしてこれらの材料の接続には主として3mmと4mmの皿ビスを用いています。

主な使用工具は、金ノコ、ハンドドリル、タップ、ヤスリ（平・半丸など数種類）ノギス、万力などです。

●極軸

極軸には外径12mmのシンチュウパイプを、軸受けにはラジアルベアリングを用いて図のように組み立てました。



〈写真3〉 内部構造

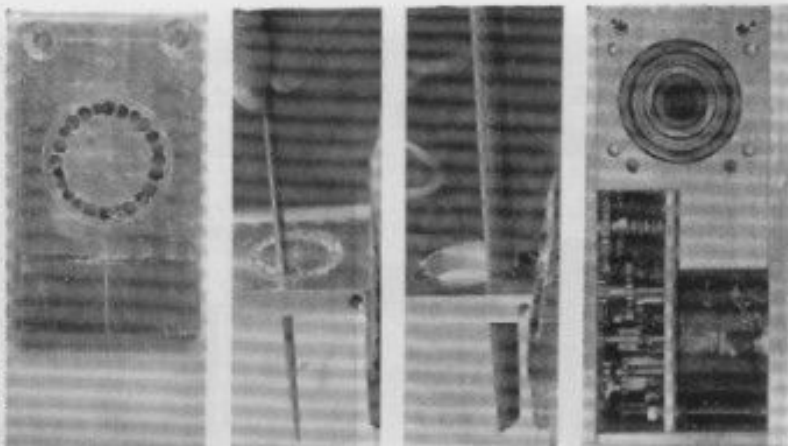
ベアリングは、それと厚きの等しいアルミ板に穴をあけて固定してあります。写真4は穴をあける手順を示しています。まずドリルで円形に多数の穴をあけ、細いヤスリで切りぬきます。次にベアリングの外径とほぼ曲率の等しい半丸ヤスリで穴を広げ、ベアリングの外径に近づけます。この作業は、ノギスで穴の径や位置を多方向から何度も測定しながら行なわないと、穴が楕円になったりしてうまくいきません。次にベアリングを穴へ本づちでたたき込んで、当たる部分をヤスリで削るという作業を何度も繰り返せば、やがてベアリングは穴へぴったりとおさまります。

●追尾装置

減速部にはモジュール0.5の平ギヤとピニオンギヤ(誠文堂新光社前の科学教材社で購入)を、駆動部にはテーブルローダー用の直流ガバナーマーター(秋葉原の中古電気部品店で購入)を使用しており、モーターに付属していた電子ガバナーによって追尾速度が無段階に変速できるようにになっています。消費電力は単3電池5本(7.5V)で25mA程度ですから、最近流行のパルスモーター(消費電力200mA以上)に比べれば非常に少なく、小型軽量化するには最適です。また、駆動回路が非常に単純なため、自作もしやすいと思います。

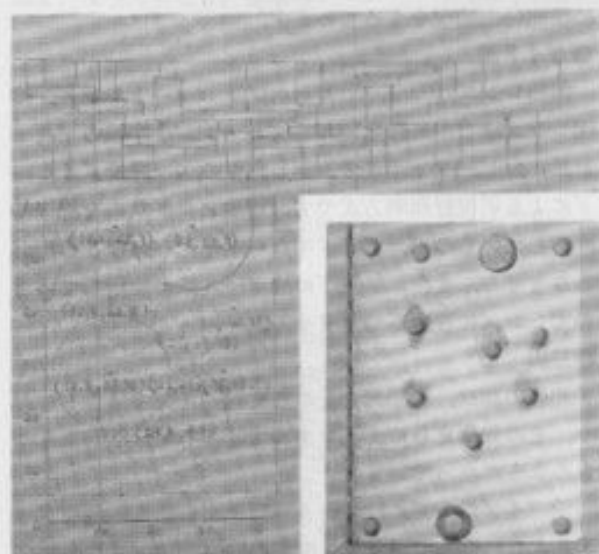
次に減速部の製作です。ここで取りあげたボタ赤は、極軸部と減速部を一体化していますが、減速部のみ製作して、現在自分の手元にあるメーカー製の赤造機や、自作手動式を自動化することも可能と考えていますので、そのような立場から詳しく説明したいと思います。

まず自分の目的とする減速比に合ったギヤの組み合わ

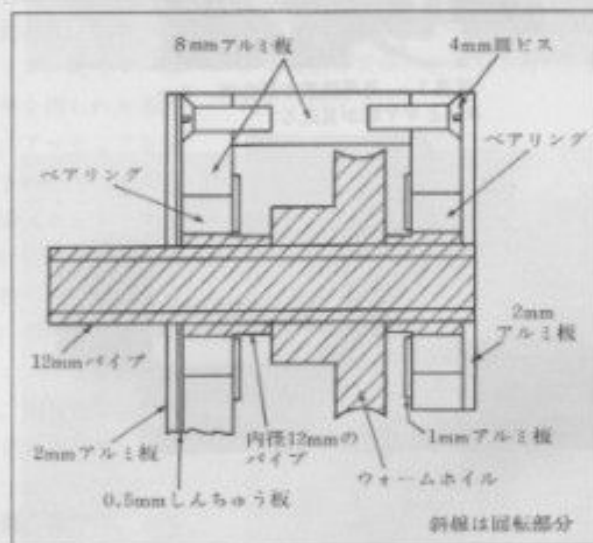


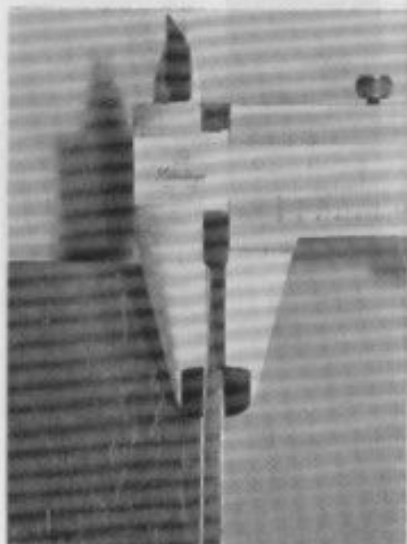
〈写真4〉 ベアリングの取付手順

せを決めます。勿論、どんな歯数のギヤがあるか前もって調べておかねばなりません。一通りギヤがそろったところで設計に入ります。設計図には、ギヤの上下関係をわかりやすくするために、直線的に配列した図と、軸受けの位置を表わした平面図が必要です。写真5は設計図と実際に製作した軸受け板です。このようなギヤの配列に落ち着くまでには、何枚も図を描いて検討します。平面図に記入されている数字は、軸受けの位置を計算して座標で示したものです。このような数値がなくても、コンパスでグラフ用紙上に正確に作図してあれば、そのまま読取ることができますが、実際には誤差が大きくて使いものになりません。グラフ用紙の目盛りは必ずしも正確ではありません。ここでギヤの軸間の距離について触れておきます。モジュール0.5とは、歯数に0.5をかけた値がそのギヤの直径(歯の山と谷を平均した値mm)になるという意味で、たとえば歯数50枚と10枚のギヤを組み合わせた場合、その軸間の距離は $(50+10) \times 0.5 / 2 = 15\text{mm}$ となります。しかし、ギヤがかみ合うために



〈写真5〉 減速部の設計図と軸受け

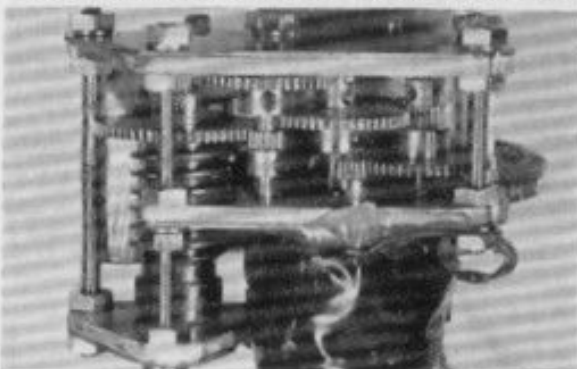




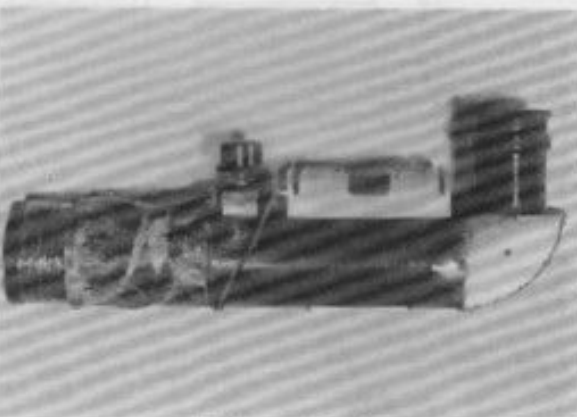
〈写真6〉ノギスによるケガキ

はある程度あそびが必要ですから、それをプラスしなくてはなりません。私の場合は、0.3mm プラスしています。そしてこのようにして求めた軸間の距離を直角3角形の斜辺の長さとするれば、ピタゴラスの定理によって、二つの軸が縦方向、横方向に何mm離れているか簡単に計算することができます。

次にアルミ板へのケガキです。これは、写真6のよう



〈写真7〉追尾装置の製作例。モーターとギヤ類が見える。



〈写真8〉ガイド鏡

にノギスを用いて行なうと設計図から正確に数値を移すことができます。板の縁から数mmの所へ線を引くときは、ノギスのジョーの一方を板の縁にそって動かせば自然に傷が付きませんが、1cm以上の場合には、カッターを用いなければなりません。勿論、この作業を行なう前に、板の長さや幅は正確に加工し、板の縁はヤスリで滑らかに仕上げておかなければなりません。（平ヤスリにオイルをたらして磨けば切り口の表面は鏡のように滑らかになります）

板への穴あけは、ボール盤が使えれば申し分ないのですが、ハンドドリルでも、その癖をよく知った上で

注意しながら行なえば結構うまくいきます。

軸受け板の固定方法にはいろいろあります。このボタ赤の場合は、アルミの箱の一边を軸受け板にしているため大変丈夫な構造になっています。しかし、写真7のような構造が最も一般的です。これはズンギリネジを用いて2枚の軸受け板を固定し、両側からさらにシンチュウ板ではさんでナットで止め、軸が飛び出さないようになっています。

●雲台

軸受けとしては、厚めのアルミ板に12mmの穴をあけたものを、クランプは $\frac{1}{4}$ インチのボルトを使用しています。その上にあるアルミ製のコの字型のフレームの両側に自由雲台を取りつけます。自由雲台にはスリック製小型自由雲台（135#）を使用しています。これは小形ながら構造が大変優れており、標準レンズ程度を使用するには十分な強度をもっています。

●ガイド鏡

対物レンズは3cm、f175mmアクロマートレンズ、接眼レンズはOr6mmを使用しています。十字線のパターンは、コピーフィルムで複写したもので、発光ダイオードによる明視野照明方式です。電池とポリウムを鏡筒に同装しているのも、ガイド中コードを引っかける心配がありません。また、フードにはボール紙を使用しているのでレンズに夜露が付きません。

●三脚

北側の脚は、板軸部をそのまま角パイプで延長しており、その先はさらにチャンネルで延長して折りたたみできるようにしています。

角パイプの内部にはモーター駆動用の単3電池5本が入るようになっています。南側の脚2本は、壊れた写真用三脚の脚を利用しました。