

フリクションドライブ赤道儀の製作

赤道儀の駆動に用いられるウォーム・ホイール駆動には、いくつか問題があります。最大の問題はバックラッシュがあることです。これはウォームとホイールの間に隙間を与えていることから、逃れられない問題です。また、ピリオディックモーションが大きいという問題もあります。これらの問題点を解決するのが、フリクションドライブ（摩擦駆動）方式なのです。

大島 修

1.なぜフリクションドライブなのか

これまで日本では、赤道儀の駆動といえばウォーム&ホイールで行なうものと決まっていた、といっても過言ではないでしょう。しかし、アマチュアが少し大きな赤道儀を自作する場合に、ウォーム・ホイールの高精度のものを安く入手することは困難です。さらに望遠鏡の自動化という時代の流れを考えた時に、古典的なウォーム・ホイール駆動にはいくつか問題があります。

最大の問題は、ウォーム・ホイールは原理的にバックラッシュ（遊び）を持つことです。つまり、ウォームとホイールの間にある程度の隙間を与えることで、摩擦が大きくて回転しにくいことや、磨耗が激しくなることから逃れています。これは、望遠鏡のポインティング精度の低下となって現われます。また、ピリオディックモーションが大きいという問題もあります。ほとんどはウォームの偏心によるもので、回転軸の加工と歯切りが別々に行なわれるという製作工程上避けられないことに起因する問題です。それらの問題点を解決するのが、フリクションドライブ（摩擦駆動）です。いくつかの変種がありますが、基本は図1のようにディスク（円盤）とローラーを1線で押し付け、その静止摩擦でトルク（回転力）を伝達します。原理的にバックラッシュはないし、滑らかにトルクを伝えます。製作上も外周は研削という機械加工上最も精度の良い方法が使用できるので偏心はなく、したがってフリクションドライブ自体ではピリオディックモーションはないといつてよいでしょう。製作コストもギヤの場合よりずっと安価に抑えられ、まさに自作望遠鏡に最適な駆動方法です。以下は、赤道儀のフリクションドライブ部に焦点を絞って、体験に基づいた設計製作上の問題を書いてみます。

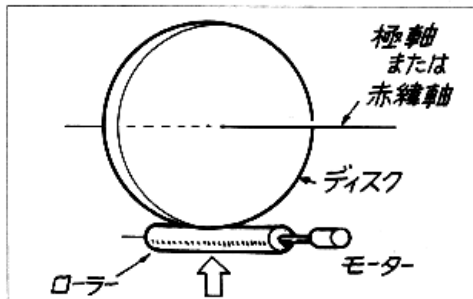


図1 フリクションドライブの基本

駆動される側（極軸や赤緯軸）がディスク側で、モーターでローラーを回す。ローラーからディスクへは、静止摩擦でトルクを伝達する。実用的な減速比は1/10から1/20程度。

2.フリクションドライブ赤道儀を製作するにあたって

自作の参考にしようにも、国内ではフリクションドライブの赤道儀はほとんど製作されたことがないようです。公表された例では、鈴木幸三郎さんが恒星時追尾用に部分微動として使用して好結果を得た（月刊天文、1985年6月号）くらいです。しかし、外国では以前からよく使用されています。古くは鏡研磨で有名な、テキセロー氏の教科書「望遠鏡の作り方」（英文）の赤道儀マウンティングの章の中にもポーラン氏のフリクション式の赤道儀が写真入りで紹介されていますし、リック天文台でスペアパーツを使用して桁違いにローコストで製作したという1m反射望遠鏡もフリクションドライブです（S&T誌、1980年8月号）。また、広告で見かける輸入品の移動式の45cmホースシュー型赤道儀もそうで、実際に覗いてみたところまったく問題なく実用になっています。宇宙科学研究所の1.3m赤外望遠鏡や国立天文台の1.5m赤外シミュレータなど、最近作られている大型経緯台の駆動には、ほとんどフリクションドライブが採用されています。一時期は8mすばる望遠鏡もフリクションドライブに決定されかかっていた（その後、リムが錆びやすいという点が嫌われ、現在はもっと斬新なダイレクトモーター駆動に落ち着いたと聞いています）。

当然ながら、私にフリクションドライブの製作経験は皆無でした。製作経費は個人にとって大きな問題で、後で作り直すわけにはいきませんから、製作を決断するまでにはさんざん迷いました。しかし、10年以上前からフリクションドライブの魅力にひかれ、どうしても作ってみたいかつたことと、米国ではフリクションドライブの完全自動のロボット望遠鏡が大活躍していたことに励まされて、思い切って挑戦してみました。

ちょうど美星天文台の101cm望遠鏡の設計の時期と重なったので、その設計責任者の清水実さん（元岡山天体物理観測所副所長、現美星天文台副台長）と相談の上で、この20cm用赤道儀がうまくいけば、美星101cmもフリクションドライブを採用しようということになりました。基本設計は自分で行ない、詳細設計は友人で機械設計師の藤井貢さんが買って出してくれました。製作は、101cm製作担当の法月技研にお願いしました。

3.フリクションドライブの原理と設計

本当に、ギヤの噛み合わせがなくても滑らないのでしょうか