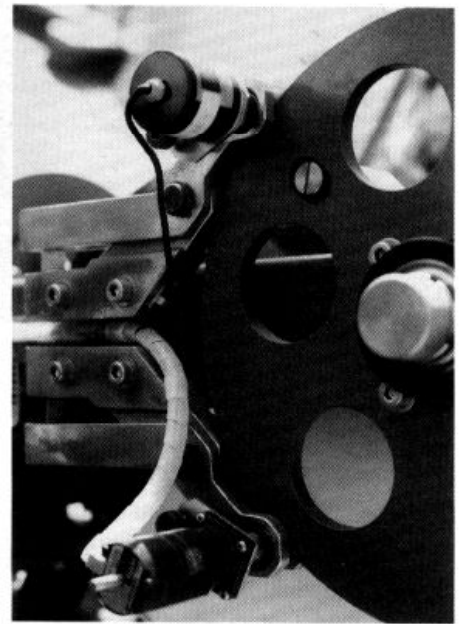


▲写真2 フリクションドライブ部
手前が駆動用ローラーでハーモニックギアードモーターがついている。向こう側にロータリーエンコーダーが見える。



▲写真3 赤緯軸のフリクションドライブ部

▲写真1. フリクションドライブ赤道儀と測光用20cm2連望遠鏡の全景
ロボット化に対応できる赤道儀を目指した。望遠鏡が2連なのは、一方が変光星を、もう一方が比較星を同時に測光することで、日本の変化しやすい気象条件のもとで観測精度を上げるためである。

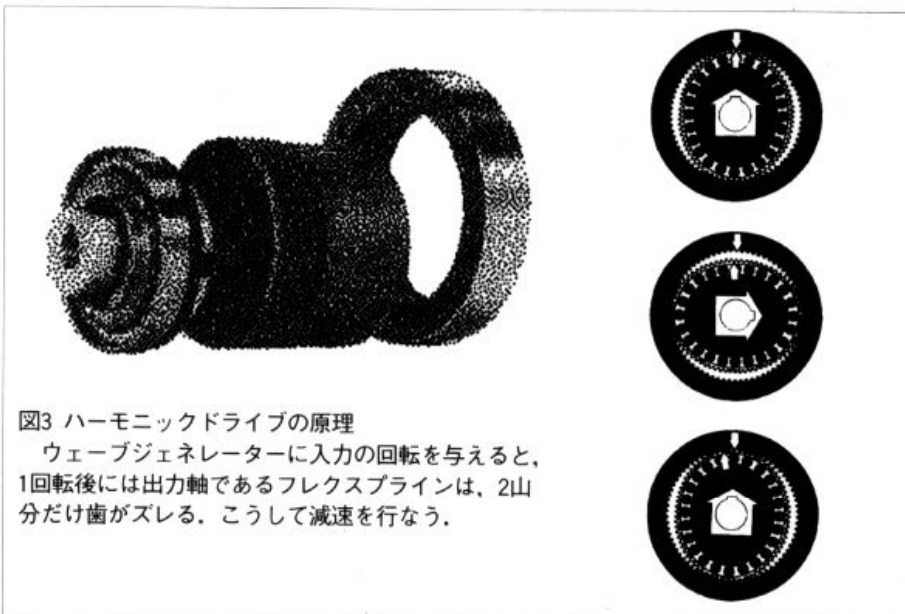


図3 ハーモニックドライブの原理

ウェーブジェネレーターに入力の回転を与えると、1回転後には出力軸であるフレクスプラインは、2山分だけ歯がズレる。こうして減速を行なう。

1/20の駆動用ですが、もう一方のローラーは、位置検出用のインクリメンタルエンコーダを取り付け、エンコーダの分解能を上げるための20倍の増速機構として利用しています(写真2)。

赤緯軸の方は2本のローラーをそれぞれバネとてこを使ってディスクに押し付けて、摩擦力を発生させています(写真3)。

5. 赤道儀の仕様とモーターの選定

この赤道儀の仕様を決めるに当たっては、使用目的が光電測光専用なので、ポインティング精度、追尾精度共に、直径40°角の測光器のダイアフラム(望遠鏡焦点面に置かれたマスク板に開けてある小さな丸穴)内に天体を捉えることと、その中心付近で追尾することを目標に見積りしました。また、望遠鏡の速回しの速度は、光電測光では全天の標準星を数分おきに次々に観測してゆく場合もありますので、できれば時計の秒針と同じ速さ(恒星時の1440倍)で振り回したいところです。

(1) 追尾精度

まず、星はできるだけダイアフラムの中心で観測した方が問

題が少ないので、追尾精度は±5°角程度としました。

モーターには高速応答性の良い5相ステップモーターを使用しましたので、モーター単体でのステップ角は、フルステップ駆動時で0.72度が得られます。これをハーモニックギアヘッドで1/50に、さらにフリクションドライブ部で1/20に減速しますので、最終的なステップ角は、 $0.00072\text{度} = 2.592''$ 角となり、この目的には十分な分解能です。この値から恒星時追尾時の駆動パルス周波数を求めると、日周運動は1秒間に15.04°角移動しますから、 $15.04 \div 2.592 = 5.802$ PPSになります。

ギアヘッドに使用したハーモニックドライブ(図3参照)は、減速率が大きくかつバックラッシュがないという素晴らしい特性を持っていますが、欠点もあり、単体で使用する時には角度伝達誤差(ウォームホイルでのピリオディックエラーに相当する)が結構大きくて1°角程度あることです。しかし、これは最終減速段のフリクションドライブ部で1/20に減らせますので、数°角程度のふらつきに抑えることができます。

(2) 速回し速度

望遠鏡の速回しの最高速度は、180度を30秒間で移動、つまり1秒間で6度(=21600°角)移動するためには、 $21600 \div 2.592 = 8333\text{PPS}$ 以上の最高回転が出せるモーターを選ばなければなりません。

(3) モーターのトルク

モーターの選定には、トルクの見積りも必要です。ここで考慮すべきトルクは、望遠鏡荷重が軸受けにかかる時の摩擦負荷トルクと望遠鏡のアンバランスによる負荷トルク、そして望遠鏡を最高速まで加速するための慣性負荷トルクの3つです。

この内、軸受けの負荷トルクは、軸受けにボールベアリング