

光電式二重像コンパレーター

中 桐 正 夫・成 相 恭 二*

この号の表紙とアルバムを飾っているのは、私達が試作した光電式二重像コンパレーターです。アメリカには同じような機能を持ったものがグラント・コンパレーターという名で既に製品になって大天文台や研究所で使用されているので、グラント・マシンといたらおわかりになる方もいらっしゃるでしょう。

星の光を分光器に入れて写真をとると、細長い帯の中に沢山のしま模様が見えます。これは光が虹のように色の帯になっているのですが、そのある場所にくる光（つまりある波長の光）が特定の原子や分子によって吸収または放射されるので、そこに線ができるのです。この線の場所、太さ、輪郭などを測定することによって星の表面でのガスの温度、圧力、化学組成、磁場の強さや、星の回転速度、星の視線方向の運動などをきめることができ、天体物理学の基礎的なデータが得られます。このしま模様の濃淡を調べるにはマイクロ・フォトメーター（濃度測微計）という器械を使い、しま模様の位置を詳しく調べたいときにはコンパレーター（比較測定器）という器械を用います。

帯の中での線の位置は、測定器の載物台の横送りの量を表示する物指しなねじの回転量で読むのですが、これを波長に換算するためにアルバム写真で見られるように、星のスペクトルをはさんで上下に比較スペクトルを焼きこんでおき、両方の位置の比較から波長を計算します。そういうわけで、コンパレーター（比較する器械）という名がついています。比較スペクトルの波長は基準になるものを干渉計などを使ってきめたうえで、残りのものをコンパレーターで測ったものが表になっているのでそれを使います。

従来のコンパレーターには、直視式と投影式とありますが、いずれも視野の中心を示すたての線が視野の中に見えています。載物台をずらして視野内のスペクトルを左右に動かし、中心線と測定する線が合致したところでねじの読みを記録するわけです。

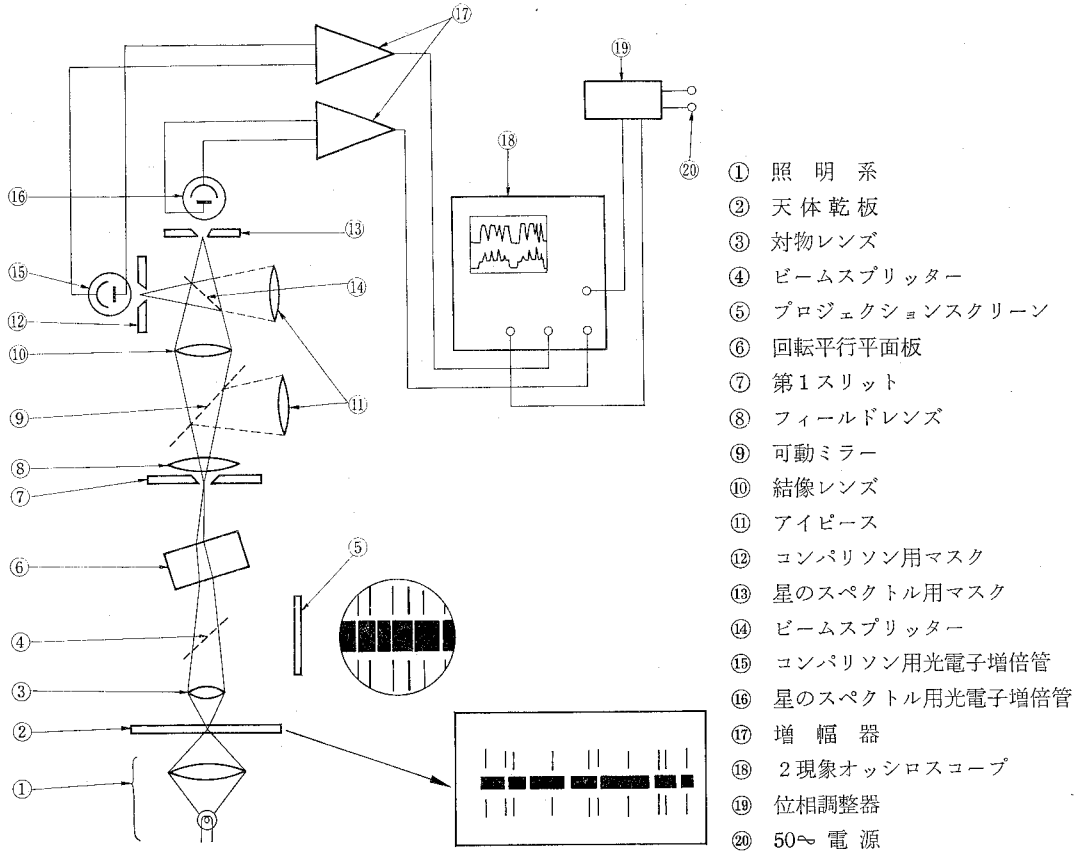
私達の目標とする精度はミクロン以下です。これは、岡山天体物理観測所の188センチ鏡のグーデ分光器の長焦点カメラをつかうと0.004Åに対応し、スペクトル線のずれから速度を計算する場合には1.3 km/sに相当し

ます。ところが、写真にうつっているスペクトル線は、幅のせまいものでも数十ミクロン、太いになると数百ミクロンがあるので、視野内の中心線と合致させる精度は2~5ミクロンくらいになります。この判定にオッシロスコープをつかって精度をあげたのがグラント・コンパレーターです。グラント・マシンでは、目で見えるかわりにスリットをおき、そのうしろに光電管をおきます。一方スリットに入る光はスペクトル乾板の一定点を通るのでなく、時間によって違った場所をえらぶようなしかけをしておきます。そうするとオッシロスコープの螢光面上にスペクトル線の輪郭をかくことができます。輪郭は二つづくり、一つをひっくりかえしておくと、アルバムの右にあるような模様ができます。載物台を動かして、二つの像を合致させたときに、送りねじの読みを記録します。この方法では線の輪郭全体を使うために、判定精度は1ミクロン以下と非常によくあります。

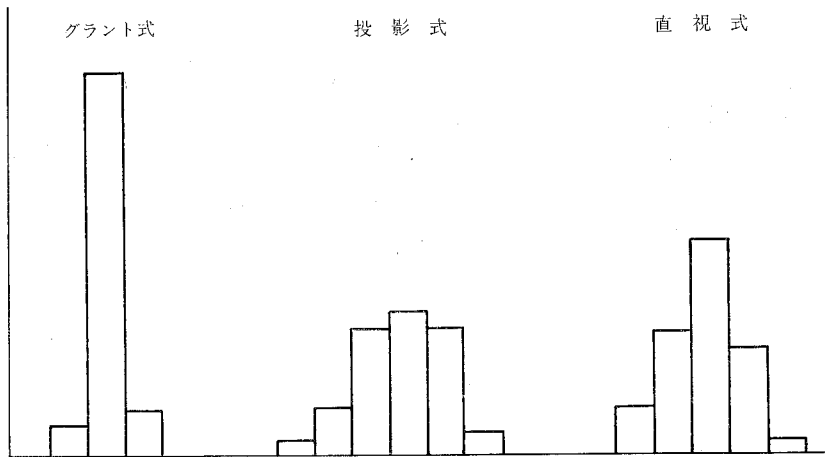
旧式の器械を使う時は測定を3~5回繰返して平均をとり、誤差が少なくなるように努めるのですが、著者の一人（成相）がカナダのヴィクトリア天文台を訪れてグラント・マシンを使ったときには、説明してくれたフレッチャー氏が「一回以上測っても無駄だよ、1ミクロンまで同じ値がでるのだから」と自信を持って言うのに驚ろかされたものでした。実際使ってみてもその通りでした。余談になりますがこのヴィクトリアの器械はグラント社の第一号機ということで、納入されてから気に入らないところをあちらをなおし、こちらをなおしているうちに元の機械でそのまま残っているのはオッシロスコープだけになってしまったのだそうです。

さて、私達が作ったのは顕微鏡と受光部で、テストするために古い島津製作所製のコンパレーターにとりつけてあります。第1図にその構造を图示しました。スペクトル乾板面の走査を行なうのに、私達は平行平板を回転させました。この外に、スリットを振動させる方法とか、可動部をなくして、イメージ・ディセクターを使う方法も考えられます。平行平板は収束する光線の中に入れてはならないので、厳密には収差がでて像の性質が悪くなる筈ですが、実用上はあまり支障はなく、きれいな像が見えます。対物レンズに近いところにハーフミラーをおいて、スペクトルのどの部分を測っているかわかるようになっていきます。また、スリットの後（上）でもハーフミラーを使って、光を二つにわけ、一つの光では

* 東京天文台
Masao Nakagiri and Kyoji Nariai
Grant-type comparator



第1図

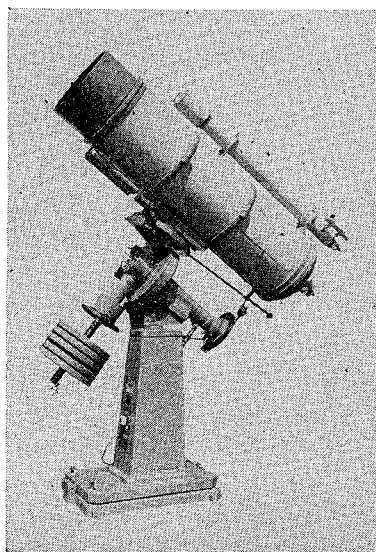


第2図 同じ線を30回はかった時のばらつき, 1目盛1ミクロン

星のスペクトル、別の光で比較スペクトルの信号をとりだしています。この二つの信号は増幅器を通った後、二現象オシロスコープにつないであるので、いつでも二つのスペクトルの輪郭を見ることができ、既存のグラント・マシンのスイッチで切り換える方式よりもよくなっています。

私達の試作機と従来のコンパレーターとを使ってある一本の比較スペクトル線を30回づつ測ったときのばらつきを第2図に示してあります。この図で、グラント式コンパレーターの威力をわかっていただけるものと思います。なおこれは、割合に旧式のコンパレーターでもはっきりやすい線の例ですが、星のスペクトル中のバルマー線やカルシウムHK線のように強く幅広い線、或は見えるか見えないかわからないような弱い線、二本の線がブレンドしている場合などのように、眼視の場合は判定不可能な場合にも楽々と測定ができます。

判定方法は1ミクロン以下という所期の目的を達成したのですが、それををはかるものさしとその精度をもっていないものだと困ります。1ミクロンと書けば5字ですんでしまいますが、何しろ10センチくらいの長さのものを1ミリの1/1000の精度でというのは結構大変なことです。ねじを使ったものではいつも1ミクロンの精度を保つのは難しいので、光学的なスケールを使ったものをデジタル化して能率の向上も測ったものが使われる傾向にあるようです。また、少しでもガタがあるとすぐ測定結果が悪くなるので、しっかりしている機械でないといけません。市販されているものは、精度の良いものほどがちりちりして重く、機械の重量と測定限界量はほぼ反比例しているような印象を受けます。また価格と重量は比例しているようです。私達はそのうちに、できれば0.5ミクロン読みのリニア・エンコーダーのついた測定器を購入して、私達の試作機をつけるつもりです。



天体望遠鏡
ドーム、製作

西村製の天体望遠鏡

40 cm 反射望遠鏡の納入先

- | | |
|--------|---------------------|
| No. 1 | 富山市立天文台 |
| No. 2 | 仙台市立天文台 |
| No. 3 | 東京大学 |
| No. 4 | ハーバート大学 (USA) |
| No. 5 | ハーバート大学 (USA) |
| No. 6 | 台北天文台 (TAIWAN) |
| No. 7 | 北イリノイズ大学 (USA) |
| No. 8 | サン・チェゴ大学 (USA) |
| No. 9 | 聖アンドリウス大学 (ENGLAND) |
| No. 10 | 新潟大学高田分校 |
| No. 11 | ソウル大学 (KOREA) |
| No. 12 | 愛知教育大学(刈谷) |

606 京都市左京区吉田二本松町 27

株式会社 西村製作所

TEL. (075) 771-1570
691-9580