

自動流星写真儀

富田 弘一郎*

展 望

流星の写真による同時観測に最初に成功したのは、エール天文台のエルキンで 1894 年のことであった。彼の使用した器械は、長い英国型の赤道儀の極軸に数個の 15 cm ~ 20 cm の人像玉レンズのついた写真機をとりつけたもので、時計仕掛けで日周運動を追うようになっていた。3.3 km はなれた第二観測地には 4 台の写真機を簡単な台につけて固定で使用した。ただ第一観測点との写野の重なりが、狂ってくるので間欠的に極軸を廻す方法がとられた。1900 年にはこの装置のレンズの前に自転車の車輪を利用した回転シャッターをつけて、流星の速度も求められるように改良し、基線長も 5.0 km に延長した。

回転シャッターで流星速度をきめるという考えは 1860 年に既に、ランがいていて、1885 年にはベルリンでジンカーが実際に観測を試みているが成功しなかった。エルキンは、その後 1909 年までの間に約 130 個の流星をこの装置で写したが、基線長が短いことと良いモーターがなかったことなどから、余りよい結果が得られなかった。オリビヤーはエルキンの写真を測って結果をとりまとめている。

その後、ソ連、イギリスなどで少数ながら流星の同時写真観測が得られていたが、1935 年に米国ハーバード天文台では有名なパトロールカメラに回転翼をつけて、約 30 km はなれたケンブリッジとオークリッジで同時観測を試み、見事な結果が得られるようになった。引つづき全部のパトロールカメラに回転シャッターが取り付けられ、観測データも豊富になって来た。このハーバードでの観測の実際については、天文月報 35 巻 7 号に古畑正秋氏の紹介記事が同氏の研究とともに出ている。

このハーバードの流星プログラムによる最大の成果は精密な速度の決定により流星の起原についてのそれまでの太陽系外起原説に対する決定的な否定であった。又天文学的な上記の問題の外に、地上 100 km 附近の上層大気の物理的性質についての資料が得られる点で、大いに注目されることとなった。

第二次大戦後ハーバードでは、もっと暗い流星についての同時観測を行なうため、ベーカーのスーパーシュミットカメラを 6 台設計製作し、ニューメキシコの観測所において、1948 年より観測を開始した。従来の流星写真儀では、1 等以上の明るい流星しか撮影できなかったのが、4 等程度の流星まで容易に写るようになって、驚

異的に観測データが蓄積され、主要流星群の実体が次第に明らかにされだしている。

またソ連、チエコスロバキヤ等でも流星の写真観測にはずい分意欲的で、1957 年からの IGY 期間中には、航空写真機を改造した特別設計の流星写真機を使用しているし、カナダやイギリスではスーパーシュミットを作って電波観測と併行し使用している。

ハーバードでは 1962 年に隕石の早期発見を主目的とした PRAIRIE 計画を発表した。これは北米大陸の 16 箇所に自動流星儀をおいて、明るい火星の場合速やかに隕石落下地点を推定しようとするもので、焦点距離 15 cm のレンズを使用する。1963 年夏までには全部のカメラと観測所の整備が終る予定であった。

東京天文台での流星観測

東京天文台では 1947 年から流星写真観測の計画をたて、最初は写真レンズのテストをかねて、三鷹の天文台構内の東南隅のブラッシャー天体写真儀と、構内一ぱいに基線をとって、西北隅に所謂流星写真儀をおいて観測を開始した。基線長は 610 m で精密な速度の決定には不適當であったが、流星写真儀として必要な機構上の問題や、適当な写真レンズの決定など、その後の計画にずい分役立った。テストしたレンズは 20 種類にも達するが、結局日本光学が戦時中に航空写真用として作った、焦点距離 20 cm F3.5 のレンズが都合がよいことがわかり、このレンズ 4 個をつけたカメラ箱暗 2 組が完成したのが、1952 年である。赤道儀架台もテスト期間中は、あり合せの架台に臨時に木箱でカメラをつけていたが、同年に流星専用の架台 2 台を製作した。この 1 台は三鷹で使うため、運転時計を、報時室の水晶時計から出る 50 サイクルによりシンクロナスマーターにしたため、ガイドが一切不必要となり、観測の能率がよくなった。

三鷹の構内でのテストを終って 1948 年からは、多摩川をはさんだ対岸の川崎市西生田小学校々庭に観測所を作り、三鷹との間で同時観測をはじめた。この時の基線長は 6.9 km であった。1950 年には天候のよい岡山地方での観測を試み、約 14 km はなれた岡山市内の測候所と天城高校々庭での観測を実施した。

1953 年新型の赤道儀架台の完成と同時に、三鷹から東南 60 km 離れた千葉県木更津一高校庭で 1 月の四分儀座流星群の出現時に観測を行ない、待望の長基線による観測に成功し自信を得、そのごは国土地理院の鹿野山測地観測所の新設と共に同所と三鷹との間で観測を実施することができるようになった。

* 東京天文台

埼玉県の堂平山に新しい観測所が出来ることが1959年ごろに決ったが、同所は三鷹から西北約 50 km はなれ流星の同時観測用としても好適である。しかも従来は主要流星群の出現期間しか観測できなかったものが、常時観測が可能になるので、従来の経験をいかして新しい流星写真儀を製作することになった。

新流星写着儀

カメラ部分は特殊カメラの設計に豊富な経験のある西宮市の甲南カメラ研究所に設計製作を依頼した。計画の一番の要点は、出来るだけ人手を省いて自動化する点であって、そのため赤道儀部分も従来のもを改修する必要があり、この方は天文台の設計によって三鷹光機製作所をわずらわした。2 台の同型の器械が昨年夏に完成し三鷹と堂平に設置して試験観測を終り、ほぼ初期の目標を達成したので、この機会にこの写真機について紹介し、御参考に資したいと思う。

従来の写真機は、乾板を使っていたため、ガイド以外を自動化することは思いもよらなかった。そこで幅 132 mm の長尺の航空写真フィルム K-20 型を使用し、一度フィルムを装填すれば 10 回の露出を任意に又自動的に行なえるようにした。結局今回のカメラの最大の問題点は大型ロールフィルムの平面性の維持という点に絞られたわけで、真空装置を使用することにより解決している。主要部分は赤道儀、カメラ、制御装置、真空吸着装置からなり、カメラ部分には、レンズ、シャッター、回転チョッパー、時刻焼込装置、フィルム送り装置、フィルム吸着板等が組込まれている。

使用レンズは経費の点も考えて、新しく設計することはやめて、従来使用してきた日本光学の航空写真用レンズ焦点距離 20 cm F3.5 を新しく 8 個作ってもらった。テッサタイプ of 3 群 4 枚構成のもので、コーティングしてあり、絞は省略した。

使用フィルムは富士フィルム製の K-20 航空写真フィルムで (幅 132 mm, 長さ 6.5 m, リーダー部 1.2 m, トレーラー部 0.6 m, 厚さ 0.12 mm) あるが、ASA 200 の乳剤を塗ってもらっている。

4 個のレンズは写野が少しずつ重なるように向きをかえて取りつけ、広い写野が同時に写せるようになっていて、レンズ 2 個に対してフィルム 1 本を使う。したがってフィルム 2 本、4 画面で 1 組の写真となり合成写野は 60 度×85 度で東西方向に長くとってある。

シャッターはレバーにより 4 枚のレンズに同時にキャップ式に連動する。開ける時はモーター、開放中はマグネットクラッチ、閉める時はスプリングで行なわれる。開閉は操作盤からの信号で行なわれ、停電時には瞬間に閉じるようになっている。

シャッターと連動して開閉時に豆球が瞬時点灯し、カメラ本体に組込んだ腕時計の表面がフィルムの一部に撮影される。停電時のシャッター閉の時刻にも点灯する。時刻と同時に日附、撮影カメラナンバー、フィルムナンバーが焼込まれ日附は小カードを入れかえて交換する。

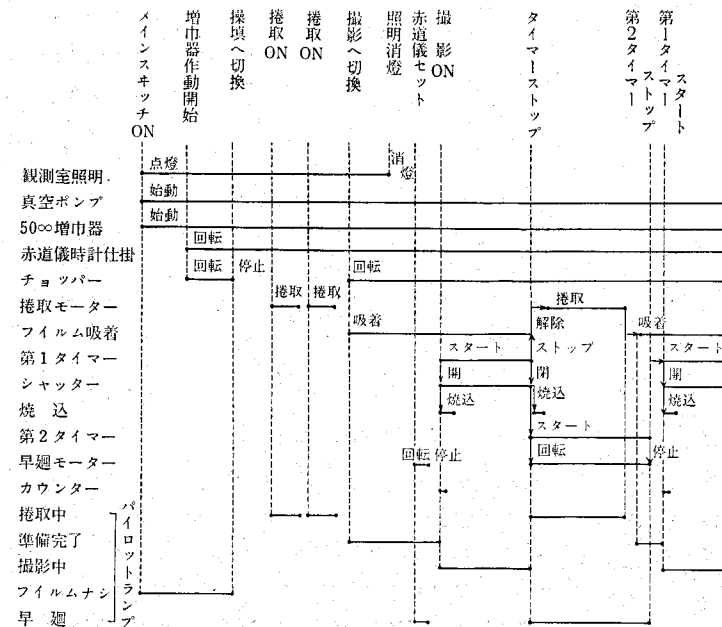
回転シャッターは 4 個のレンズの前で回転する羽根で回転数 10 r.p.s. のシンクロンモーターによっている。羽根は 4 枚のもの 2 枚のもの 2 種類あり、月明時や

空の明るい時は 4 枚羽根を使用する。特に三鷹のように空の明るい場所で、長時間の露出をするために、4 枚羽根は露出を行なっている時と、中断している時の比を 1:1 にした。

フィルム捲取りはモーターの一回転停止回路を利用して等間隔捲取りで、1 回分 570 mm を約 20 秒で捲取る。

フィルム吸着装置は、真空ポンプ、リザーバタンク、電磁弁、吸着板から成っている。リザーバタンクとカメラとの間はフレキシブルホースで連結し、撮影中のカメラの運動に支障のないようになっている。フィルムの平面保持はトンネル式を採用し、圧板のかわりに吸着板が取り付けられている。吸着板の表面は平面研磨されており、1.4 mm 直径の小穴が無数にあげてある。

真空装置でフィルムを吸着し平面保持する考えは、航空写真機で既に実用にさ



第 1 図 自動流星写真機の作動順序

れているが、従来のものは露出時間が極端に短いものばかりで、天体写真用として数時間にも及ぶ露出中の平面保持のためには、真空ポンプを連続運転しておかなければならない。また原理的には吸着板をレンズの像面湾曲と同じ型にして写野の拡大をすることも可能であるが、今回の使用レンズには無理して採用する必要もないので省略した。

制御装置は制御盤とリレーブロックからなり、制御盤は遠隔操作に必要なスイッチ類が取り付けられ、カメラから約 100 m 離れた場所におかれている。リレーブロックはカメラのそばにおき、リレー及び電源整流回路が組込まれている。

制御盤には撮影時刻をきめるタイマー、各種作動の表示灯、赤道儀の遠隔操作スイッチ、赤経、赤緯の目盛板、水晶時計からの 50 サイクル増幅器などが組込まれている。

赤道儀架台は従来流星用に使用中のものに若干の手を加えた。従来クランプ開放、粗動、緊定を手動で行っていたが、遠隔自動操作をするために早廻しモーターを極軸と赤緯軸に取り付け、各々に早廻しウォームギヤをつけてクランプを一切省略した。極軸の方は撮影中に日周運動を追尾して西へ回転するので、露出が終了すれば早廻しモーターで東へもどし、何時も同じ時角でくりかえし撮影ができるようにしてある。又同じ赤経を引つづいて写すことも又任意の時角を次に写すことも可能で、その切換スイッチがついている。赤緯軸の方の早廻しモーターは現在は手動で遠隔操作されるだけであるが、将来はプログラム方式によって、次々と赤緯も変えながら写せるようにしたい計画である。

作動の順序を順を追って説明しよう。

観測開始に先だって主電源を入れると真空ポンプが回転をはじめ、観測室に照明がつき赤道儀のセルシンの系統が働きだす。観測室の屋根を開ける。カメラの横蓋をとり除きフィルムを装填する。この時撮影、装填切換スイッチを装填側に倒す。2本のフィルムを装填したならば、横蓋を閉じフィルム送り釘により、2コマ空送りをする。撮影側にスイッチを倒すとリーク弁が閉じ、吸着弁が開いてフィルムが平面になり、チョッパーが回転を開始し、撮影準備完了となって青ランプが点灯する。時計を合せ、日附カードを記入して照明ランプを消す。あとは 10 回露出を終るまでカメラのそばに来る必要はない。制御盤の所で、赤道儀の向きを協定位置に合わせる。原則として堂平では天頂附近にカメラを向ける。三鷹からは堂平の天頂 100 km の上空の方向にカメラを向けると時角+3 時、赤緯+50 度位となって、東京の明るい空から少しでも離れた天空を写すことになり、好都合である。赤道儀の向きはセルシンで指示されている。

露出時間と、撮影の間隔を二つのタイマーにセットする。撮影間隔の方は赤道儀を東にもどす量もきめているわけで、カメラの方のフィルム捲取りの都合で最小 30 秒必要である。水晶時計の 50 サイクル増幅器の出力を調整し協定時刻が来たらば、撮影スイッチを ON にする。第 1 タイマーはスタートし青ランプは消えて撮影中ランプ（橙色）が点灯し、コマ数計が 1 つ進む。カメラの方ではシャッターが開き、日時が焼込まれ撮影状態となる。予定時刻が来てタイマーが切れるとカメラ側ではシャッター閉、時刻焼込み、吸着弁閉、リーク弁閉となってフィルム吸着が解除され、捲取りモーターが回転をはじめ。この間制御盤上では撮影中ランプは消え、捲取中ランプが点灯し、第 2 タイマーが始動し、極軸の早廻しモーターが廻って赤道儀が東へもどる。捲取りが終るとリーク弁閉、吸着弁閉、フィルム吸着となり、青ランプが点灯する。この間に赤道儀は東に第 2 タイマーの指定量だけもどる（東へもどさない場合もある）。第 2 タイマーが OFF すると、第 1 タイマーがリセットの位置にかえり撮影再開となる。以上のくりかえしにより次々と撮影が行なわれる。

悪天候等のため撮影を中止したい時は、撮影スイッチを切ればタイマー信号が断たれシャッターが閉じる。この場合には、自動的にすぐ引つづいてフィルムが送られて次の撮影準備が完了となる。撮影中に停電した場合や事故などによりメインスイッチを切った場合には、改めて制御盤のスイッチを入れなければ、カメラ関係の回路は成立しないようになっているので、瞬時停電の時にも二重露出となる心配はない。

結 び

以上で東京天文台で新作した自動流星写真儀の主要部分の解説を終るが、このカメラは単に流星用だけでなく、パトロールカメラとしての働きをすることも当然である。常時観測により散在流星の軌道についての研究が我々の大きなねらいの一つである。昨年 11 月の獅子座流星群の出現期より使用をはじめたが、獅子座群を 22 個 12 月の双子群を 115 個、散在流星約 33 個が約 10 夜の観測で得られた。整約については電子計算機の使用を計画中で、またフィルムの自動現象装置も現在製作が進行中である。流星観測をはじめた当時から夢の一つが完成したわけであるが、最初から我々の流星観測に積極的御協力下さった川崎市在住の会員箕輪敏行氏をはじめ、歴代の理科大学天文部の諸氏、川崎天文同好会の諸氏にこの機会に厚くお礼を申し上げる次第です。又甲南カメラ研究所の所長故西村雅貴氏をはじめ多くの方々の御努力についても、併せて感謝したいと思います。