

世界の人工衛星追跡カメラオンパレード

富田 弘 一 郎*

スプートニク1号が出現して宇宙時代の幕が切って落されてから15年になる。はじめのころは、天体写真機や弾道カメラを急遽改造して、その軌道を追跡した。本格的な衛星専用カメラとして設計製作されつつあったペーカー・ナン・カメラは第1号機が工場内のテスト用観測室でテストが終って分解した時に打上げの情報が入り、あわてて再組立てして写真をとったような始末であった。急速に運動する衛星の精密位置観測には、時刻記録法が一番問題である。いろいろなアイデアが出され、試作された。現在、各国で実用に供されている追跡カメラを集めてみたのが下の表である。基本的にいうと追尾

転し、高度軸も電動駆動である。空軍のはノールウェー、カナダ、ジョンストン等に常備されている。スミソニアンの観測所もその後かなり移動した。

3) ラトビアのラブシカが設計したもので、東欧圏の衛星追跡網の主力である。第4軸をそなえ小円に沿って衛星の追尾ができること、特殊な日周運動補償用テーブルが付属していることなど、ユニークな設計である。口径が小さいので微光衛星にはBNにかなわないが、明るい衛星の測定精度はずいぶんよい。堂平にも1台来ていてBNとの比較観測や外蒙古ウランバートル、樺太のユジノサハリンスクとの同時観測などを行なった。ソ連の南

番 号	1	2	3	4
名 称	Nikon	BN	AFU-75	SBG
国	日 本	アメリカ	ソ 連	東ドイツ
光 学 系	シュミット	改・シュミット	7 枚レンズ	F付シュミット
架 台 形 式	P, A, E, T	A, E, T	P, A, E, T, S	A, E, T, S
口 径 (補正板/主鏡) mm	500/750	500/750	210	425/500
焦 点 距 離 mm	750	500	736	788
口 径 比	1.5	1	3.5	1.84
使 用 原 板 mm	F, 70×320	F, 50×300	F, 190×260	P, 90×120
視 野	4°4×14°0	5°×30°	10°×14°	6°2×8°4
追 尾 速 度 範 圍 "/秒	200-2000	0-7000	0-	10.4~3620
時 刻 記 録 精 度 ms	0.1	0.1	0.1	?
モ ニ タ 望 遠 鏡	120/×20, 36/×6	125/×20	120/8×, 20×	150/10.7×, 21.3×
完 成 年	1971	1957	1965	
製 作 台 数	1	17	14	4

軸をもって暗い衛星までを対照としているものと、固定法でごく明るいエコーやパジオス級のものだけをねらっているものと2つの種類がある。そして両者とも、人工衛星の精密位置から観測地の地心経緯度を求める衛星測地の問題に現在は精力を集中している。遠くない将来、地球の形に関する我々の知識は益々ふえることであろう。

各カメラを簡単に解説しよう。

- 1) 本誌8月号で詳しく説明した日本製のもの。
- 2) 有名なペーカー・ナンで、現在でも質量共に群を抜いている。BNは当初12台がスミソニアン天文台の注文で製造されたが、米空軍が5台追加注文した。空軍の5台は水平軸を傾けて極軸に代用できるように恒星時間

極ミールヌイ基地にもあることは特筆されよう。

4) 東独ツァイス製のシュミットで4軸をもち小円運動または赤道儀運動ができる。平坦化レンズで乾板を使用し、特殊な乾板自動供給装置がついていて、15秒毎に撮影ができる。東独ポツダムとチェッコのオンドレヨフに既設されていて、ソ連国内に2台新設の予定だそうだ。

5) ソ連レニングラードの国立光学研究所で設計された大型カメラでAstrodarというマクストフ形式の光学系をもち、赤道儀の上に追尾軸がついている。世界最大の追跡カメラと自称しているが1), 4)と共にBNを意識した設計で、ほぼ同じような構成になったのが面白い。モスクワの近くのズベニゴロドに最初の1台が据付けられ、1970年にソ連国内に2台追加された由である。

6) フランスのミュラーの設計である。そもそもフラ

* 東京天文台

ンスは測地学には昔から意欲的で、自前の人工衛星も測地用のものが3ヶある。そのための光学追跡カメラは各地の天文台のアストロカメラを転用しているが、このカメラは人工衛星専用で赤道儀の上に追尾軸をつけ、これとカメラの光軸が4度まで傾斜できるようになっていて、小円追尾が可能である。ニース天文台におかれ Diadem などフランス製衛星の追跡に活躍している。

7) グラブパーソンが製作した大型のシュミット型式のカメラで、固定法で使うものとしては世界最大である。平坦化レンズで乾板を使用し、扇形の回転翼が乾板直前をまわって衛星経路をチョップする。1台は英空軍、他の1台はエジンバラ天文台の所属で GEOS の国際協同観測にも参加している。

8) ウィルド製の天文経緯儀に航空写真用の Astrotar レンズをつけた弾道測定カメラである。1970年末にレンズを Cosmotar に交換した。エコーやパジオスを使って

全世界の測地網を結ぶ仕事アメリカ沿岸測量局(最近、通産省国立海洋測量局と改組)の手によって進められている。観測チームが九州鹿屋に数回にわたって来日したが、直径2mほどの手軽なドームと大型トレーラー2台に原子時計や暗室などの観測用具を設備したコンパクトなセットで各地を移動している。

9) 西独ツァイスの弾道カメラで Astrotopar レンズを使っている。赤道儀と経緯儀架台のものがある。台湾では1台購入して台中の虎里山測地原点の近くに置いた由である。

10) ポーランドのフーニク的设计で Telemar レンズを使い回転シャッターがレンズ前面でチョップする。乾板とフィルムが併用できる由。

11) アメリカの電波追跡観測ミニトラックのアンテナの検定用に作ったカメラで MOTS (Minitrack Optical Tracking System) とよばれる。パーキンエルマー製の無

5	6	7	8	9
VAU ソ連 マクストフ P,D,T 500/1070 700 1.4 F, 70×360 5°×30° 0-6000 0.1 ×25, ×50, ×100 1970 3	Antares フランス 6枚レンズ P,D,T,S 300 900 3 P, 180×180 11°4×11°4 120-7200 0.1 — 1968 1	Grubb イギリス F付シュミット A, E 630/800 630 1 P, 200×150 10°φ — 0.1 — 1965 2	BC-4 スイス A, E 117 305, 450 2.6, 3.4 P, 215×190 33°×33° 22°×22° — 0.1 — 1963 >20	BMK 西ドイツ P, D 230 463 2 180×180 31° — ? — 1970 ?
10	11	12	13	14
Poznan 2 ポーランド P, D 140 1000 7.1 P, F, 130×180 6°×8° — ? — 1	MOTS 40 アメリカ P, D 203 1016 5 P, 250×200 11°×14° — ? — 1960 7	K-50 アメリカ・ギリシヤ P, D, T 229 914 4 P, 250×200 6°5×8°5 — 1 — 1964	坪川式 日本 3枚レンズ P, D 100 1150 11 P, 165×125 8°×6° — 0.1 50/30× 1970 3	水路部式 日本 3枚レンズ P, D 130 600 4.6 P, 165×125 16°×12° — 1 40/6× 1968 3

歪曲航空写真用レンズを転用したものでフォーク型赤道儀で赤緯軸と極軸の交点にレンズの後側主点が位置するような設計である。アメリカには PC 1000 という別の形式のカメラがあるが同じレンズで経緯儀である。

12) ギリシャのベイスが設計したもので、焦点面直前をスリットが走るようになっている。

表の略号説明

架台形式 A: 方位軸, E: 高度軸, T: 追尾軸, P: 極軸, D: 赤緯軸, S: 小円軸,
光学系 F付: 平坦化レンズ付
使用原板 F: フィルム, P: 乾板

13) 国土地理院が天文衛星測量に使っているカメラで坪川式のナイフェッジによる録時機構が特長である。鹿野山, 札幌, 鹿屋においてある。最近日本光学製の 3 枚レンズに交換した。

14) 水路部の考案になる移動スリット式のカメラで父島や硫黄島など離島の衛星測地に活躍している。

第 5 回 天文教育懇談会 報告

今春 5 月 23 日 13 時より東大理学部 3 号館 3 階講義室にて「小学・中学・高校教科書における天文内容の検討」をテーマに第 5 回天文教育懇談会が催された。

小学校では 1 年から 5 年までは地上から見たままの天体現象を扱い、6 年になってそれらを地球の自転・公転で説明する。しかし慣性の概念が明確に把握されていない段階では、天動説から地動説へ滑らかに移行させるのが難しい。地動説が正しいという決定的な説明は、中学生になるまで待たねばならない。太陽は月よりずっと速くて大きいからこれが動くのはおかしい、という説明も、太陽は地球よりどれだけ大きいか分らなければ無意味である。

天体の観察は天候に左右されがちで実施が難しい。そのため教室内での学習に終りがちである。月の形を描いた円盤を使って説明するとかなり理解してくれるが、実際に月を見せて質問すると答えられない。これではテストは出来ても、自然を理解しているとは言えない。

高校生・大学生でも、方角の決め方を知らない者が少なくない。小学校の段階で、方位に関する明確な定義を教える必要がある。真東の方角の決め方も知らない者が日出の方角を質問するなどはナンセンスではないか。星座名なども、名前だけ知っていて実際に見える方角・季節・時刻との関連を忘れているから、プラネタリウムで夏の宵空にヘルクレスの絵を出すとして「オリオン!」、南斗六星を指して尋ねると「北斗七星!」と叫んだりする。黄道 12 星座を知っている大学生がかなりあるのでふしぎに思って尋ねてみたら、占星術の 12 宮の名であった。

星座は夜間に実物教育をするのが最もよいが、夜という制約があつてなかなか実行しにくい。夜間父兄に星座を憶えてもらって、後日自宅で子供の指導に当ててもら

うという家庭学習の方法を採用して効果を上げた学校がある。現実の星空が星図の通りだったという驚き、そこから星空の美しさの認識と星への知的興味も湧く。科学と混同されてはならないが、初等理科教育には情緒的な要素も十分加味されねばなるまい。

新潟県中頸城郡妙高南小学校が県の天文教育指定校になったとき、先生方はみな天文には素人であったが、生徒の自主的な観察を重視する方針をとり、種々工夫をこらした授業を行なった。例えば双眼鏡を大量に使用して、グループごとに月や星を観察させる。毎晩出る月はみな別物だと思っている者が多いので、月面の危の海に着目させて同じ月であることを認識させる。線を縦横に引いたプラスチック透明板を立てて、天体の出入方位や高度を測定させる、等々。(天文月報 1967 年 1 月号 19 頁参照)

このように天文教育に教具は非常に有効なものである。次回 1973 年 5 月の懇談会では佐藤が各種の天文教具を紹介し、皆で討論することになった。研究者を農夫や鉱夫(生産者)にたとえれば教育者は小売商人であり、前者を基礎医学研究者とすれば後者は開業医であつて、車の両輪の如くいずれをも欠くことが出来ない。両者の関係を考察するため市立名古屋科学館の山田卓氏にお願いして、学問と大衆との接点である科学館における天文普及活動についてお話をうかがうことになった。

日本天文学会から年会と欧文報告の発行とを除いたら、学会は事実上機能を停止するだろう。天文教育の健全な成長にとっても事情は同じである。天文教育界の混乱を救い、天文学の正しい姿を大衆に知ってもらうために、年会講演と会誌の発行を前提として天文教育部会の速かな発足を願って止まない。(佐藤明達・平瀬志富)