

写真天図星表

富田 弘 一 郎*

1. 展 望

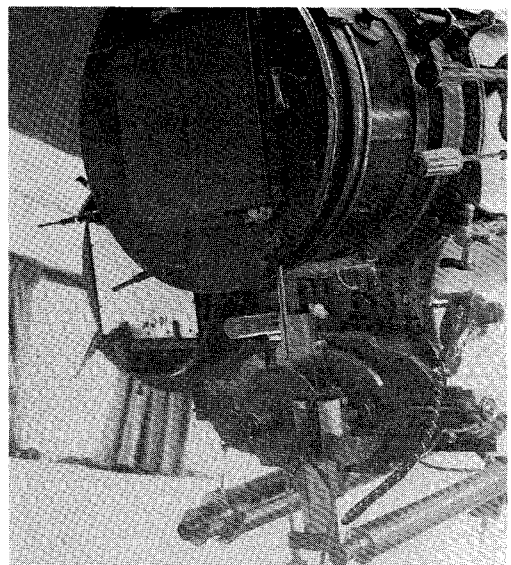
全天の12等級までの恒星の星表星図を写真で作るといふ大事業がフランスの提唱で発足したのは1887年のことであった。これは写真天図星表(仏: CC=Carte du Ciel, 独: PHK=Photographische Himmelskarte, 英: AC=Astro-graphic Catalogue)と呼ばれ、同年パリでその計画を検討する国際会議を開き、65人の天文学者が出席した。その結果、世界中の18の天文台が参加して、実際の写真撮影、測定、整約、編集、出版が行なわれる国際協力事業となった。天文月報第2巻第5号の雑報欄に戸博士が、「日本が資力なきため列強と共に有益な研究を分担することが出来ない」となげきながら「天体写真万国会議」として1909年5月にパリで開かれた打合せ会議の様相を紹介しておられる。1919年、国際天文連合(IAU)が発足すると、この事業は第23委員会となつて、初代委員長はイギリスのオックスフォード大学天文台長ターナーが就任した。それまで、この事業の推進に努力したパリ天文台長ペラーが名誉委員長となった。当初の計画では、12等までの恒星の測定位置と、それから簡単な計算で子午環による相対観測に匹敵する精度の天球座標を与えるための諸表と恒星の明るさの情報を星表として印刷し、14等まで写っている星図も印刷することになっていた。また、10年以上たってから、2回目の撮影を行なつて、固有運動を測定する計画であった。しかし、分担天文台のお家の事情(資力や人力)や、2つの世界大戦などで完成が非常に遅れてしまった。例えば、グリニッチ天文台では早くに第2次の撮影を終り、固有運動まで出版したが、ポツダム天文台の如きは途中で脱落してしまった。いろいろな迂余曲折を経て、実際の撮影は1890年から1950年までかかり、星表の最終が出版されたのが1965年であった。星図はグリニッジ、パチカン、サンフェルナンド等ごく少数天文台が出版しただけであった。

IAU第23委員会は、1970年の第14回総会の時に、第24委員会(視差、固有運動)と合併して、Photographic Astrometry委員会となつて3/4世紀つづいた国際協同事業は発展的に解消した。

* 東京天文台

K. Tomita: On the Astrographic Catalog

そもそもこの計画は天文学界でのフランスの国威発揚の場であった。1867年、ドイツの提唱による子午環観測による9等星までのAG星表製作の国際協同事業にはフランスは参加しなかった。パリ天文台の有能な光学技術者ヘンリー兄弟が2枚玉の優秀な写真レンズを完成した。これは「標準天体写真儀」とよばれ、有効口径33cm、焦点距離3437mm、13×13cmの乾板を使って $2^{\circ}10'$ 四方が撮影できるものであった。焦点距離は乾板上で1mmが角度の1分になるように選ばれた。口径20cmの案内望遠鏡とを1本の四角い筒に納めて、ヨーク式の赤道儀に取付けたものが標準の型であった。このレンズを各分担天文台に配布した。もっともイギリスでは、同じ仕様のグラブ製のレンズを、また、ツァイス製のレンズを使用した天文台もある。19世紀の末であつて広角写真レンズは望むべくもなかった、そのため、撮影に非常な日時が必要となつた。後に1920年代になってアメリカのシレンジャーが、もっと広角の(勿論、乾板上のスケールは $1\text{mm}=100''$ と小さいが)無歪曲収差レンズを使ってエール星表を作るようになり、能率がずっと向上し、AGK₂、AGK₃とこの考えが引継がれた。固有運動は銀河系外星雲を基準にとるリック天文



シドニー天文台の標準天体写真儀の取付接眼部

台の計画が始まったりして、この事業が時代遅れのものとなったのはいなめない。しかし、写野の狭い反射望遠鏡による天体の位置観測など、微光星の位置が必要な時には、この星表に頼らざるを得ない。そのため、後述するように、この星表の近代化の努力がいまでもつづけられている次第である。

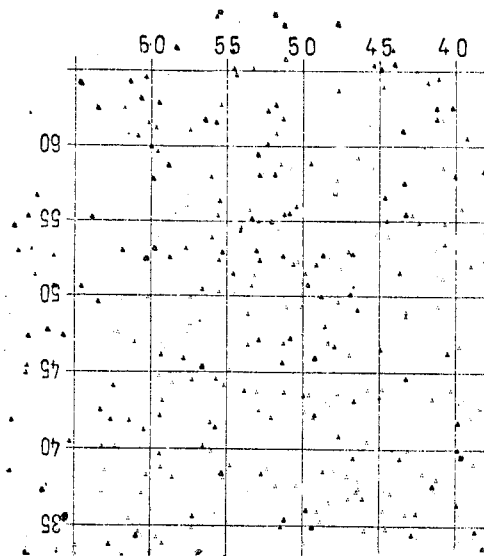
2. 撮影と測定と整約

撮影は全天を赤緯1度毎の帯に分ける。この帯に沿って、乾板中心を赤経方向に $2^\circ/\cos\delta$ またはそれ以下ずつ、ずらして次々と撮影する。次の帯では $1^\circ/\cos\delta$ だけずれた点を乾板の中心とした。この様にする、同じ場所が必ず2回撮影される。多い時は5枚の乾板に写ることがある。実際の撮影は子午線を中心として、時角 ± 10 分以内で行なった。標準的な露出時間は6分、3分、20秒の3回を1枚の乾板上に与える。案内接眼鏡は十字動式に大きく動く様になっていて、3回の露出による星像が正三角形になるように、接眼鏡の位置を変更する。

星図用には印画にして14等星まで現われるように、長い露出のものを別に撮影し、これを2倍に引伸してプリントした。撮影の後で5mm目の方眼レゾーを焼付けて現像する。前後するが使用乾板はもちろん旧式の非紫色のものでイルホードの製品が多く使われているが銘柄は統一されていない。

測定は写真等級で12等星までを、標準偏差赤経、赤緯共0.5秒角以下を目標にした。1部13等または以下まで測った所もある。

全天で20000000万個の星のX, Yが測定されたが、平均して1枚の乾板で200星、銀河域では1000星を越すところがある。3回の露出のうち、1つの像しか測定



星図の1部

しなかった天文台もある。

測定法はフランス流とイギリス流と独自の方法が使われている。

フランス流は短いマイクロメータ・スクリウを持った顕微鏡でレゾーと星像の間隔を測った。1ミクロンまで読取ったが、0.1ミクロンまで読んだところもある。

イギリス流は顕微鏡の接眼部に5ミクロン刻みの十字スケールが入っていて、星像とレゾーの間隔を測る、5ミクロン以下は目測で読みとる。

最終的な精度はフランス流で0.24秒角、イギリス流で0.30秒角となった。

星表には測定座標値X, Yがそのまま印刷されている。乾板上のスケールが1mm=1分角だから、1ミクロンまで印刷されている所で0.06秒ということになる。

フランス流の測定では乾板の中心が原点にとってあって赤経と赤緯の増加方向に符号がとってあるのが原則である。

イギリス流の測定では乾板中心が $X=13.00, Y=13.00$ (グリニッジの帯は $X=14.00, Y=13.00$) にとってあって印刷されている値はレゾーの線番号と測定器の十字目盛線だから、5倍すると略、1分角となる。

シドニーの帯 (日本では使用しないだろうが) では、乾板中心は $X=14.00, Y=43.00$ である。

測定座標だけでは天球上の星の位置を求められない。

天球上の位置、赤経、赤緯(α, δ)から標準座標を計算する。天球上の1点で接する平面に投影された星の平面上での位置を示すもので、 ξ, η という。標準座標系と測定座標系の関係を示すのが、いわゆる乾板常数で、星表にはこの値が印刷されている。つまり

$$[X, Y] \rightarrow [\xi, \eta] \rightarrow [\alpha, \delta]$$

という変換計算をやればよい。

ここで乾板常数を決めるために既に天球位置の判っているいくつかの恒星が必要である。このためにAG星表が使われた。AG星表は前にも述べた様に9等星までを含んでいるので、1枚の乾板に10星以上が写っている。

これを使って最小自乗で計算した乾板常数が印刷されている。尚、分点は1900.0年になるようにAG星表の位置に才差を算入してある。

乾板常数の定義が、天文台毎にいろいろ異なっていて、実際に使用するのに大変不便である。 ξ, η から α, δ への変換も各星表毎に数表が与えてあるが、同じオックスホードの帯だけでも赤緯が違えば別の表になって17種類にも及ぶ。

α, δ を計算して印刷した天文台もある。

1924年にハンブルグのバイクが各天文台に共通に使える便利な表を作った。

星表にはこの他各々の星の光度が印刷されている。帯

によっては星像の直径で示したものもある。

3. 使用上の注意と近代化

写真天図星表の実際の撮影は 1900 年を中心に行なわれた。これに対して乾板常数を決めるための基準星の位置は少し古い AG 星表の子午環観測である。そのために、固有運動の点などから最終的に求められる赤経・赤緯は 1 秒角程度の精度しかない場合が多い。

実際の使用にあたっては、相隣れる帯からの計算値を平均して使う様にする。またミスプリントが意外に多い。ポルドーの帯で 400 箇所もある。1mm 目方眼紙を使って X, Y から簡単に星図を作ることができる。

これと実際の写真を比べて見るのがよい。リックカフランクリン・アダムス写真星図が便利である。南天のサンフェルナンドとハイデラバッドの帯は、赤緯が南へ十えにとつてあるから注意が必要である。裏返しの図を作ってしまう。また、シドニーの帯は赤経が西へ十にとつてある。

パリ・ポルドウ・北天のハイデラバッドの帯についてはエール星表を基準星に使って 1950.0 年分点の新しい乾板常数が出版された。

その後、1966年のパリの会議で +90° から -2.5° までの新しい乾板常数を決める事業が開始された。

これは AGK₃ の完成によって AGK₂ との間で固有運動がきまり、FK-4 に準拠した新常数を計算する目算がたったからである。この仕事は高速電子計算機の利用によって、ごく短時日で完成されるだろう。

ベルゲドルフは +90° ~ +32° を、フランスのグループは +32° ~ -2.5° を担当することになり、既に +90° ~ +32° が Astronomy & Astrophysics に数回に亘って発表されている。

帯	天文台	撮影年	乾板枚数	測定法	備考
+90°/+65°	Greenwich	1892-1905	1140	S	
+64°/+55	Vatican	1898-1922	1040	S	
+54°/+47	Catania	1898-1926	1008	M	0 ^h -3 ^h α, δ
+46°/+40	Helsingfors	1892-1903	1008	M	α, δ
+39°/+36	Hyderabad	1928-1936	1232	S	
+35°/+34	Uccle	1940-1950	1232	M	
+33°/+25	Oxford	{1932-1936} 1892-1904	1180	S	
+24°/+18	Paris	1895-1902	1260	M	
+17°/+11	Bordeaux	1895-1902	1260	M	
+10°/+5	Toulouse	1893-1905	1080	M	
+4°/-2	Algiers	1891-1903	1260	M	
-3°/-9	SanFernando	1894-1903	1260	M	-Y
-10°/-16	Tacubaya	1890-1912	1260	S	-15°0 ^h 4 ^m -5 ^h 56 ^m α, δ
-17°/-23	Hyderabad	1914-1929	1260	S	-Y
-24°/-31	Cordoba	1909-1913	1360	M/S	
-32°/-40	Perth	1901-1915	1376	S	-37°/-40° Edinburgh で測定
-41°/-51	Cape	1892-1910	1512	M	
-52°/-64	Sydney	1891-1915	1400	S	-X
-65°/-90	Melbourne	1891-1915	1149	M	
+39°/+32	Potsdam	1893-1900	1232	M	中止

分担表 (測定法の S はイギリス流, M はフランス流)

これが完成すると当初の目標である精度 0.5 秒角以下が達成されよう。更に南天までの改良もそのうちに行なわれるだろう。

国際競走意識から出発した 3/4 世紀に亘たる大事業も、国際協力のおかげで、この先き 1 世紀またはそれ以上も人類が作った文化的遺産として役に立つだろうと思われる。ヘンリー兄弟が残した標準天体写真儀もまだまだ多くの天文台で立派なお役にたっている。近代的大型反対望遠鏡の華やかな活躍の陰にかくれてしまっているけれども。

0° 36" + 64°

CATALOGO ASTROGRAFICO VATICANO (1900.0)

d	x	y	d	x	y	d	x	y	d	x	y	d	x	y	d	x	y
AR = 0° 36"																	
LASTRA 963 (1906 Nov. 23) M = 14.4 - 1.02 √d																	
A = +0.00378 B = +0.00082 C = -0.0794 D = -0.00062 E = +0.00357 F = -0.0921																	
1001-1050			1051-1100			1101-1150			1151-1200			1201-1250			1251-1300		
13	0°8'37	0°6'03	6	24'287	2'319	20	22'861	4'309	15	15'285	7'691	26	12'373	10'305	6	17'592	12'597
20	1'540	507	17	24'319	071	15	22'968	923	6	19'770	241	8	12'422	640	21	17'802	380
16	1'609	341	8	24'620	936	6	23'318	4'364	8	20'551	074	23	13'221	900	10	18'475	491
19	2'099	133	6	24'955	601	6	3'679	5'080	10	21'264	926	6	13'789	247	6	18'654	292
12	13'205	736	11	25'226	329	6	3'838	669	12	22'255	378	20	16'754	430	6	18'807	281
10	13'480	076	18	25'251	2'362	8	6'570	415	10	22'260	365	6	17'224	791	12	23'899	589
8	14'045	745	11	1'198	3'121	26	11'470	334	9	22'426	555	14	17'866	368	14	23'294	12'323
28	15'720	976	24	1'871	830	12	11'604	376	11	22'934	164	14	15'186	578	13	0'627	13'576
6	17'682	181	8	3'296	899	12	13'120	960	9	23'305	418	13	18'203	992	21	1'124	731
8	18'033	172	11	5'403	207	12	14'505	634	6	23'555	828	11	18'296	780	6	3'815	886