

応用天文測量実験研究観測中間報告

岩 崎 一 雄*

要 旨

地質調査に伴う測量作業に、天文測量を応用して、経済的に精度の向上、能率の増進を図る目的をもって、天文経緯度および天文方位角測定的基础資料収集のための実験観測を、白浜観測所天測台ならびに千葉県茂原附近三角点において実施した。経緯度測定は、野外における簡易測定を主眼に定高度法により、眼視観測と自動観測の手法による資料を得た。方位角測定は恒星・太陽・月・惑星別に理論証明観測と、実用作業観測の資料を修めた。報時機記録等の観測装置は、当所において設計試作したものを用いて実験した。今般その諸観測値の整理結果について報告する。なお今後資料を補備検討のうえ観測作業の標準を策定したい。

1. 緒 言

近時精密な時間が簡易に聴取できるようになったので、測地天文測量が実用の域に達し、測量基準点への誘導が能率的に得られるようになった。この天文測量を地質調査の目的と要求にそつ測量作業に応用するため、簡易正確にこれを求める観測法の標準限度を定めるための実験観測を、天文経緯度測定と、諸天体別の天文方位角測定につき実施した。後者については一部実作業に取入れ成果を修めているが、前者にはなお測定器材の改良を要し、成果の利用方法等に関する問題点を残し、今後の研究の方針等につき考究する必要がある。観測に使用した報時受信機の設計試作は西村嘉四郎が担当し、直接労作になったものを用いた。太陽方位盤の基本計算の主力は、佐藤優が担当し、その展開方法等創意工夫を重ねている。方位盤を精密に展開するための製図方法を、勝目一泰が担当し、要求精度を満す手法と器具の考案を行っている。実験観測実施にあたり種々御指導、御便宜をいただいた水路部塚本裕四郎・地理調査所坪川家恒博士・大森又吉の諸氏に感謝の意を捧げる。

2. 昭和30年10月白浜観測所天測台における観測中間報告

* 技術部

註) この調査には岩崎のほか西村嘉四郎、磯巳代次、佐藤優、勝目一泰、金井孝夫が加わつた

2.1 実験観測地選定の理由

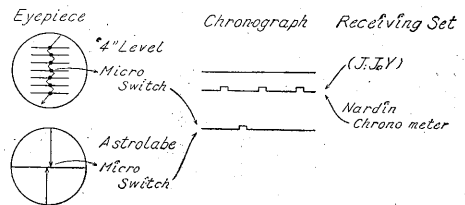
白浜観測所野外天測台は、天文および測地の観測成果がすでに発表されてあるので、精度の比較が容易であることと、海岸線から直ちに山地となり、高低両測台の結果等からする地形的な問題など多種の観測成果の検討が得られ易いこと、および実験器材の不備を補う既設器材を利用できること等の便を得るのを主眼として同地を決定した。

2.2 観測計画および概況

昭和30年10月21日から10月28日まで、新たに購入した Wild 経緯儀および当所において試作した秒報時受信機、記録機をもつて経緯度測定および方位角測定を、太陽・月・惑星・周極星、出没恒星等による測定手法別に、基礎資料収集の予定であつたが、連日天候が悪く、観測途中に雲のため中止する 때가多く、計画通りの資料を得られなかつたが、補備観測を実施して一部取まとめた観測結果につき掲げる。

2.3 経緯度観測

観測星の予報および観測、計算の迅速を目度として、いづれも定高度法によつた。Wild 附属 Talcott Level を用い、高度を緯度取る定高度ならびに附属を Astrolabe を用いる60度定高の2法により、時は4 MC 秒報時を Chronograph に記録し、観測時刻は Micro Switch をもつて Graph に打記する方法を原則としたが、海岸電波の妨害による混信時はなはだ多く、電接装置の Nardin 恒星時計に切変え観測を行つた(第1図参照)。使用 Talcott Level 感度 $4''.42 \text{ Lat} = \text{Alt}$ の予報は、海上保安庁水路部編曆課創案の Graph を読取り用い非常に能率的であつた。



第 1 図

地質調査所月報 (第9卷 第8号)

第1表 天文経緯度観測記録抜萃

Station 白浜天測室野外測台
 Geodetic $\phi_g = 34^\circ 42' 45''.837$ $L_g = 138^\circ 59' 21''.426$
 Assumed $\phi_0 = 34^\circ 42' 52''.4$ $\lambda_0 = 9^h 15^m 57^s.43$

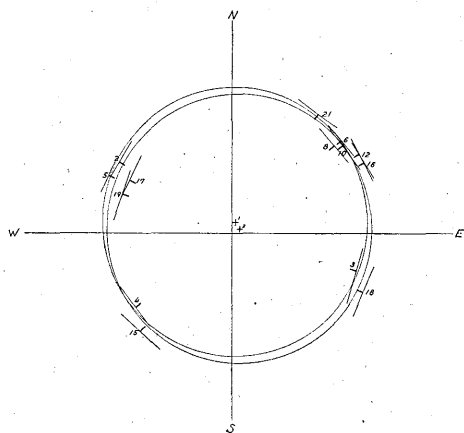
高度を緯度にとる定高度法

Date 1955. X. 29d~30d

Obs. No.	Star			Observation		Leve C Δl	Calculated			
	Name	F. K. 3	Mag	Sidereal Time	Az		Alt	Δa		
				h	m	s	°	"	"	
2	σ Herc	621	4.2	21	21	50.83	301.4	- 6.6	31.0	24.4
4	λ Aqil	717	3.6		47	49.34	232.5	- 6.4	27.2	20.8
5	π Herc	643	3.4		52	31.99	294.1	- 4.3	30.0	25.7
6	ι Pers	112	4.2	22	5	6.08	49.9	- 5.1	33.2	28.1
8	α Pers	120	1.9		19	57.85	49.5	- 4.4	29.5	25.1
10	δ Pers	131	3.1		41	57.52	52.1	- 6.6	32.2	27.6
12	γ Pers	134	3.9		53	12.48	58.7	- 4.4	35.0	30.6
15	ϵ Aqar	781	3.8	23	4	51.94	223.2	- 6.2	31.2	25.0
16	ϵ Pers	147	3.0		10	24.75	62.0	- 6.4	37.0	30.6
17	α Lyra	699	0.1		17	55.88	296.5	- 4.2	22.8	18.6
18	$\psi\gamma$ Ceti	96	3.6		25	10.42	113.7	- 9.7	38.5	28.8
19	γ Lyra	713	3.3		28	19.46	288.5	- 2.4	20.8	18.4
21	β Caml	182	4.2		41	34.61	36.2	- 1.5	30.8	29.3
24	ι Cygn	733	3.9	0	32	58.83	322.1	- 0.2	21.2	21.0
25	δ Cygn	742	3.0		37	5.35	304.5	+ 0.7	20.5	21.2
26	θ Aqar	840	4.3		42	58.31	226.6	- 2.6	25.2	22.6
27	γ Cygn	765	2.3	1	5	36.84	298.2	- 2.4	21.0	18.6
28	310' Cygn	757	4.0		8	24.44	306.4	+ 3.5	21.0	24.5
29	ϵ Erid	127	3.8		11	2.00	136.7	- 16.7	40.0	23.3
30	33 Cygn	758	4.3		24	19.00	318.9	- 2.2	27.0	24.8
31	α Cygn	777	1.3		33	35.70	304.6	- 0.0	22.8	22.8
32	γ Erid	169	4.1		43	29.44	124.6	- 13.6	41.2	27.6
34	ϵ Orio	210	1.8	2	34	6.19	120.9	- 12.6	33.0	20.4
35	ι Orio	209	2.8		54	4.96	129.2	- 19.4	43.0	23.6
37	o UMa _j	317	3.5	3	7	56.92	36.2	- 10.6	35.0	24.4
38	η Ceti	40	3.6		21	27.85	221.5	- 7.0	30.2	23.2
39	ζ Ceph	836	3.6		23	41.43	320.8	+ 0.8	22.5	23.3
40	η Orio	220	2.2		26	17.68	136.9	- 20.2	40.8	20.6
41	31 Lync	314	4.4		29	17.49	57.6	- 12.5	42.5	30.0
43	θ Ceti	47	3.8		48	26.63	225.8	- 2.9	26.0	23.1
44	ι UMa _j	335	3.1		57	25.65	51.5	- 12.8	40.8	28.0
45	ζ Ceti	62	3.9	4	3	32.87	221.2	- 5.9	27.5	21.6
47	α CMInA	291	0.5	4	13	25.73	110.0	- 18.7	43.0	24.3
48	θ UMa _j	358	3.3		25	11.38	46.8	- 8.4	37.5	29.1
50	ψ 38 Lync	349	3.8		36	51.88	65.7	- 15.2	43.5	28.3
51	θ CMaj	266	4.2		47	9.38	141.9	- 23.1	44.2	21.1
52	π Andr	18	4.4	5	7	13.77	289.6	- 3.4	20.8	17.4
53	262 Mono	293	4.1		18	23.74	136.4	- 24.0	42.8	18.8
54	β Cass	2	2.4		22	36.82	321.9	+ 1.0	22.0	23.0
55	λ UMa _j	383	3.5		24	14.61	57.9	- 16.4	49.0	32.6
UT	χ 30d									
1	θ Pisc	60	4.5	22	8	16.36	104.5	+ 1.3	28.0	29.3
2	ι Pers	120	1.9		19	57.83	49.5	+ 1.3	29.5	30.8
3	α Herc	663	3.8		33	24.19	305.8	+ 2.2	13.5	15.7
4	δ Aqil	730	3.4		39	5.84	246.2	+ 6.2	16.0	22.2
5	δ Pers	131	3.1		41	57.29	52.1	- 8.8	30.5	21.7
6	110 Herc	703	4.3		49	0.47	272.1	+ 12.1	15.5	27.6
7	γ Pers	134	3.9		53	12.18	58.8	- 10.1	32.5	22.4
8	η Aqil	746	4.4		58	21.17	242.8	+ 7.5	16.2	23.7
9	ϵ Aqar	781	3.8	23	4	53.22	223.2	+ 8.1	20.2	28.3
11	α Lyra	699	0.1		17	56.58	296.5	+ 7.0	14.8	21.8
12	$\psi\gamma$ Ceti	96	3.6		25	10.31	113.7	- 16.8	37.0	20.2
13	γ Lyra	713	3.3		28	19.82	228.5	+ 4.4	16.2	20.6
14	ζ Ceti	62	3.9		35	6.08	138.8	- 12.8	36.8	24.0

概 報

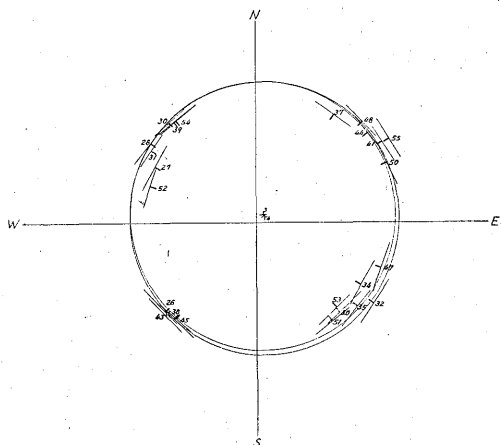
観測場所	観測者	記録者	観測方法	時 記 録	星 数
天測室外測台	岩崎一雄	西村嘉四郎 磯 已代次	Lat=Alt	JJY式報時	20
〃	〃	〃	〃	Nardin 恒星時計	33
中 測 台	〃	〃	60°定高 4" Level	〃	18
〃	〃	〃	60°Astrolabe	〃	33



$h_0 \ 34^\circ \ 40' \ 40''.0$

R. N	φ_0	$\Delta\varphi$	φ	λ_0	$\Delta\lambda''$	Δ^s	λ
				^{h m s} 9 15 57.43			
1	34°42'52".4	-3.5	48.9		-1.0	0.081	57.349
2		-1.3	51.1		-2.6	0.211	57.219
			50.0				57.284

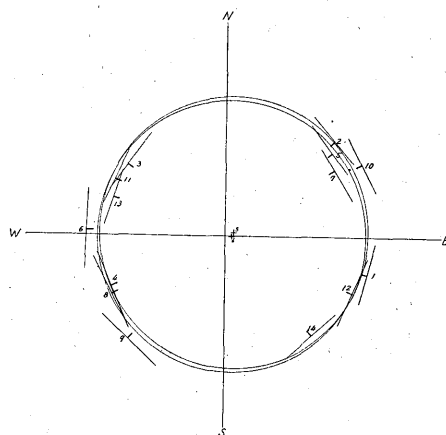
第2図 Shirahama (A) S.1
1955. x29d



$h_0 \ 34^\circ \ 40' \ 40''.0$

R. N	φ_0	$\Delta\varphi$	φ	λ_0	$\Delta\lambda''$	Δ^s	λ
				^{h m s} 9 15 57.43			
3	34°42'52".4	-2".8	49.6		-2.0	0.162	57.268
4		-1.9	50.5		-2.7	0.219	57.211
			50.0				57.240

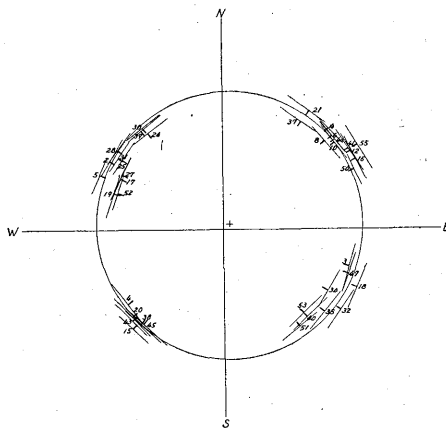
第3図 Shirahama (A) S.2
1955. x29d



$h_0 \ 34^\circ \ 40''.0$

R. N	φ_0	$\Delta\varphi$	φ	λ_0	$\Delta\lambda''$	Δ^s	λ
				^{h m s} 9 15 57.43			
5	34°42'52".4	-0.9	51.5		-3.0	0.243	57.187
6		+0.3	52.7		-2.2	0.178	57.252
			52.1				57.220

第4図 Shirahama (A) S.3
1955. x30d



	φ	v	v.v	λ	v	v.v
1	34°42'48".9	-1.81	3.276	9h 15m 57.s34	-0.101	0.01020
2	51.1	+0.39	0.152	57.219	-0.029	0.00084
3	49.6	-1.11	1.232	57.268	-0.020	0.00040
4	50.5	-0.21	0.044	57.211	-0.037	0.00137
5	51.5	+0.79	0.624	57.187	-0.061	0.00372
6	52.7	+1.99	3.960	57.252	-0.004	0.00002
	34 42 50.71		9.288	9 15 57.248		0.01655

$$m = \pm \sqrt{\frac{9.288}{30}} = 0''.556 \quad PE = 0''.375 \quad m = \pm \sqrt{\frac{0.01655}{30}} = 0''.023 \quad PE = \pm 0''.016$$

第5図 Shirahama (A) 第1~3図 Probable error
1955. x29d~30d

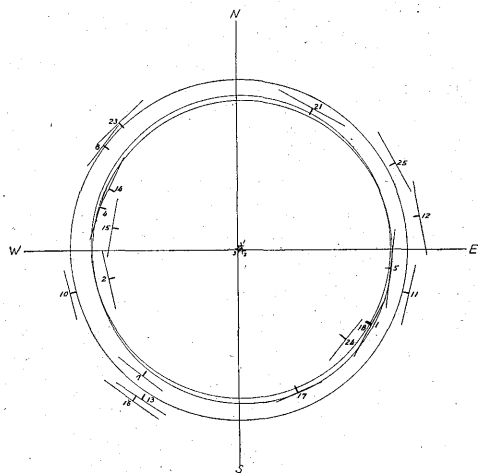
第2表 天文経緯度観測記録抜萃

Station 白浜観測所野外中測台
 Geodetic $\phi_g=34^\circ 42' 41''.777$ $L_g=138^\circ 59' 19''.693$
 Astr. Assumed $\phi_0=34^\circ 42' 49''.3$ $\lambda_0=9^h 15^m 57^s.30$

高度を60°にとる定高度法

Date 1956. I. 17d

Obs. No.	Star			Observation			Level Δl	Calculated	
	Name	F. K. 3	Mag	Sidereal Time				Alt	Δa
1	α Taur	168	1.1	h	m	s			
4	μ Andr	33	3.9	2	47	2.82	120.8	+ 4.4	6.8
5	ζ Taur	211	3.0	3	23	31.59	287.8	- 0.4	18.8
7	μ Ceti	98	4.4		33	9.34	108.9	+ 5.9	5.6
8	51 Andr	52	3.8		56	35.00	218.7	- 3.7	16.2
10	α Aris	74	2.2	4	0	12.82	308.3	- 5.3	22.5
11	μ Gemi	241	3.2		12	17.26	256.1	+ 2.2	16.2
					14	36.03	105.6	+ 3.7	15.8
12	θ Gemi	261	3.6	23	49.61		80.7	+ 0.4	21.7
13	σ Taur	121	3.8	29	0.03		214.4	+ 7.0	12.1
14	γ Andr	73	2.3	30	57.82		295.6	- 10.6	19.2
15	β Tria	75	3.1	4	33	48.87	280.8	- 7.9	10.8
16	ξ Taur	123	3.8		36	26.62	216.3	+ 6.6	14.6
17	γ Orio	201	1.7		40	56.79	158.8	+ 9.5	2.0
18	γ Gemi	251	1.9	48	47.22		120.8	- 1.8	12.9



$\phi_0=34^\circ 42' 49''.3$ $\phi=34^\circ 42' 49''.2 \pm$
 $\lambda_0=9^h 15^m 57^s.30$ $\lambda=9^h 15^m 57.216 \pm$
 $h_0=59^\circ 59' 20.0$

R. N	$\Delta \phi''$	ϕ	v	v. v	$\Delta \lambda''$	Δs	λ	v	v. v
1	-1.248.1	-1.1	1.21	-1.1	0.089	57.211	-0.005	0.00025	
2	+0.449.7	+0.5	0.25	-1.5	0.122	57.178	-0.038	0.00144	
3	-0.549.8	-0.6	0.36	-0.5	0.041	57.259	+0.043	0.001849	
	49.2					57.216			

$$m = \pm \sqrt{\frac{1.82}{6}} = 0''.551 \text{ PE} = \pm 0''.37 \quad m = \pm \sqrt{\frac{0.003318}{6}}$$

$$= 0''.024 \text{ PE} \pm 0''.0.16$$

第6図 Shirahama (B) S.1
 1956. I. 17d

(1) 計算および結果

Reduction は観測した各星の観測時刻に対する高度を計算し、一定高度から減じた値をもつて展開した。Least Square は Reduction の結果、精度良好でなかつたので、一部標準電波のみで観測したのものにつき試みた。観測時刻に対する計算の時刻差をもつて展開する Reduction は、一部組合わせのものにつき計算のうえ比較したが、能率的でないと思われた。観測結果は次の通りである。

天測屋外測台 $\phi=34^\circ 42' 50''.70$ $\text{PE}=\pm 0''.375$
 $\lambda=9^h 15^m 57^s.248$ $\text{PE}=\pm 0^s.016$
 中測台 $\phi=34^\circ 42' 49''.2$ $\text{PE}=\pm 0''.370$
 $\lambda=9^h 15^m 57.216$ $\text{PE}=\pm 0^s.016$

(2) 観測星に対する計算値および Reduction

計算表、第1・2表、第2~6図参照

2.4 方位角観測

(1) 独立経緯度測定点に対する精密方位角測定を目度として、周極星による任意時角法をもつて、Wild 附属 Striding Level を用い、転鏡測法および分離測法によつて、時は4 MC 秒報時を Chronograph に記録、観測時刻は Micro Switch を用い Graph 上に打記して10分の1秒の値を読取つた。使用 Striding Level の感度は4''.44、方位標尾ヶ崎測台。

(2) 計算および結果

時角方位一般式を、対数計算をもつて求めた。天測経

概 報

第3表 天文方位角観測成果

Station : 白浜天測室野外測台 Mark : 尾ヶ崎測点

Theodolite Wild T2. Time : Receiving Set JJY

Field Chronograph : No. 2

Calculated $\varphi=34^{\circ}42'50''.7$ $\lambda=9^{\text{h}}15^{\text{m}}57^{\text{s}}.2$

任意時角法による

Date 1955. X. 29d. No. 1 Star Name : Sun

S. No.	Azimuth	v	$v.v$	S. No.	Azimuth	v	$v.v$
1	58° 10' 42"	+ 2".8	7.84	7	58° 10' 32"	- 7.2	51.84
2	39	- 0.2	0.04	8	36	- 3.2	10.24
3	42	+ 2.8	7.84	9	37	- 2.2	4.84
4	38	- 1.2	1.44	10	39	- 0.2	0.04
5	47	+ 7.8	60.84	11	42	+ 2.8	7.84
6	32	- 7.2	51.84	12	44	+ 4.8	23.04

$$58^{\circ} 10' 39''.2 \quad m = \pm \sqrt{\frac{227.68}{132}} = 1''.31 \quad PE = \pm 0''.88$$

Date 1955. X. 29d. No. 2 Star Name : Moon

S. No.	Azimuth	v	$v.v$	S. No.	Azimuth	v	$v.v$
1	58° 10' 21"	+ 0.5	0.25	7	58° 10' 22"	+ 1.5	2.25
2	17	- 3.5	12.25	8	25	+ 4.5	20.25
3	22	+ 1.5	2.25	9	18	- 2.5	6.25
4	15	- 5.5	30.25	10	17	- 3.5	12.25
5	20	- 0.5	0.25	11	19	- 1.5	2.25
6	24	+ 3.5	12.25	12	26	+ 5.5	30.25

$$58^{\circ} 10' 20''.5 \quad m = \pm \sqrt{\frac{131.0}{132}} = 1''.00 \quad PE = \pm 0''.67$$

Date 1955. X. 30d. No. 3 Star Name : Polaris

S. No.	Azimuth	v	$v.v$	S. No.	Azimuth	v	$v.v$
1	58° 10' 20"	- 4.9	24.01	7	58° 10' 23"	- 1.9	3.61
2	26	+ 1.1	1.21	8	23	- 1.9	3.61
3	25	+ 0.1	0.01	9	27	+ 2.1	4.41
4	29	+ 4.1	16.81	10	25	+ 0.1	0.01
5	22	- 2.9	8.41	11	28	+ 3.1	9.61
6	26	+ 1.1	1.21	12	24	- 0.9	0.81

$$58^{\circ} 10' 24''.9 \quad m = \pm \sqrt{\frac{73.72}{132}} = 0''.75 \quad PE = \pm 0''.51$$

緯度と測地経緯度の関係式は測得した天測経緯値をもつて求めた。なお観測結果は次の通りである。

天測屋外測点A=58°10'39".2 PE=±0".88

計算値の手法別精度 第14図参照

(3) 当所の作業の特性として、測量の地域が山間河谷部を主とするため、方位極星が山嶺に障害を受ける場合が多く、また夜間の行動の不便な場合も多いので、なるべく精密測定をさけ、用図目的の精度を保持する範囲における簡易測定の限度標準を定めることを目度として、太陽・月・惑星・出没恒星を用いる任意時角法をもつて、1測定の測器および手法によつて実施した。この種作業に用いる20~30秒読精度の測器による各実験観測をも修める計画であつたが、天候や日数の都合で得られなかつたので、その後の実作業および庁内実験観測で、資料を求めたものを併せ検討したが、これについてなお赤緯変化等の時期別の、数多くの資料を求めて、実作業要領を検討する必要がある。天体別、測定別、観測結果、計算値、精度等は第14図の通りである。

3. 測板上による太陽方位角計算盤創案設計

地質調査に伴う測板測図作業の成果を経済的、かつ迅速にその精度を高め、能率の増進を図る目的をもつて測板上において、眼鏡照準儀および懐中時計・携帯小型受信機を用いて測定し得られる精度と、図解能精度を実験観測値から求めた。太陽方位角⇔測地方位角とする基礎のもとに、調査測図所要の精度の方位角3分内外の値を、回転計算盤上で求め、作業現地における実務の用に供する計画を31年1月立案し、余力をもつて各種基礎数値124,000点の計算を実施中で、その数値展開の簡易化および精度保持方法を佐藤優と共同して考究中で、32年度において原盤を試作の予定である。

4. 昭和32年3月道祖神・八斗三角点における観測中間報告

4.1 実験観測地選定の理由

実験観測地は千葉県茂原天然ガス開発地帯で、測地経度と天文経度の比較から求める鉛直線偏倚のありかたなどについて考究する資料を、経緯度観測手法の実験を併せて得られること、および地理調査所坪川家恒の発明になる光電管による自動観測装置を用いる定高度法の実験観測結果が比較できること、また、自動観測装置を時期場所的に当方において実験使用の便を得られることなどにより同地を選定した。

4.2 観測計画および概況

昭和32年3月下旬白浜における観測は、海岸電波の悪影響で標準電波のみの観測組合せ資料を得られなかつた。この不備を補うため、新たに設計試作した全波受信機をもつて観測時刻を記録し、野外における簡易経緯度測定の限度を定めること、光電管自動観測による簡易経緯度観測の精度限界を定めること、白浜における方位測定資料の不備を補うことなどの計画であつた。経緯度点は日数の許される限り、三角点3~4点を実施して局地的な天測値を求める計画であつたが、天候の関係で道祖神・八斗の2点に終わった。方位角については今回観測したものに白浜および31年度外業の間に実施した資料等をもつて太陽・月・惑星・周極星・出没恒星等の観測手法別や測器別による大約の基礎資料を修めたが、なお一定点における時期的なもの比較を、庁内観測等で集積を行い検討する考えである。

4.3 経緯度観測

観測法は水銀水準面を利用する60度定高法を採用し、坪川発明の光電観測装置を付したAstrolabe(第7図)およびWild Astrolabeの2器を用いた。一部Talcott Levelを用いる60度定高を試みた。時は2.5MCを完全に記録した。予報星表は原紀1930年の整数緯度に対するMag6までの各星の60°に於けるL.S.Tの表を挿入し、予報計算を行つたものと比較し、Time2分内外の差があつたが、観測にはさしつかえなく能率的であることを確かめた。

観測場所	観測者	記録者	観測方法	時記録	星数
道祖神偏心点	岩崎一雄	磯己代次	E. D. T付 Astrolabe	J J Y式報時	72
〃	磯己代次	金井孝夫	60° Astrolabe	〃	44
〃	〃	〃	60°定高4" Level	〃	14
八斗偏心点	〃	〃	〃	〃	35
〃	〃	〃	60°定高 Astrolabe	〃	26

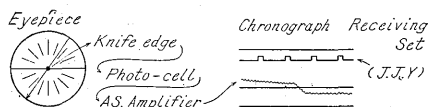
概 報

第4表 天文経緯度観測記録抜萃

Station 道祖神三角点偏心測台
 Geodetic $\varphi_g=35^\circ 22' 14''.832$ $L_g=140^\circ 21' 25''.740$
 Astr. Assumed $\varphi_0=35^\circ 22' 26''.10$ $\lambda_0=9^h 21^m 25^s.880$
 坪川家恒発明の E. D. T. 付高度 60° Aslrolabe による
 Date 1957. III. 27d~29d

Obs.		Star				Observation		Calculated				
Set	No.	Name	F. K. 3	Mag	SP	Sidereal Time			Az	Alt	Δa	
						h	m	s				
I	1	μ Gemi	241	3.2	M 0	8	25	30.499	253	34.6	20.4	
	2	β Auri	227	2.1	Aop	8	27	14.904	300	33.8	21.2	
	3	41 LMin	405	5.0	A 2	8	33	40.586	105	33.8	21.2	
	4	ψ UMaj	420	3.2	K 0	8	36	21.271	60	34.6	20.4	
	5	α Leon	380	1.3	B 8	8	41	35.683	135	33.8	21.2	
	7	γ UMaj	425	3.7	K 0	8	50	5.818	33	36.0	19.0	
	8	σ Canis Minoris	1193	4.8		8	51	30.979	224	31.7	23.3	
	9	ε Gemi	254	3.2	G 5	8	53	5.949	259	34.6	20.4	
	11	π Leon	378	4.9	M 0	9	1	24.299	151	34.6	20.4	
	12	β Cncr	312	3.8	K 2	9	19	54.030	214	34.6	20.4	
	13	δ Leon	423	3.4	A 0	9	30	27.228	124	35.0	20.0	
	14	24 Lync	292	5.0	A 2	9	34	18.670	330	35.4	19.6	
	II	1	ρ Gemi	286	4.2	F 0	9	50	34.865	274	36.7	18.3
		2	β Cven	470	4.3	G 0	10	0	10.497	66	37.1	17.9
3		ϕ Gemi	1207	5.0		10	6	25.481	263	36.2	18.8	
4		β Leon	444	2.2	A 2	10	9	4.986	127	35.4	20.6	
5		δ UMaj	456	3.4	A 2	10	9	59.836	33	36.7	18.3	
6		α CVensq	485	2.9	Aop	10	23	23.199	72	37.1	17.9	
7		23 Comae	1323	4.8		10	26	45.352	106	36.2	18.8	
8		31 Comae	1332	5.1		10	32	20.006	95	36.7	18.3	
9		χ Cancrj	1217	5.2		10	33	59.437	264	37.9	17.1	
10		23 UMaj	355	3.8	F 0	10	41	8.709	344	37.9	17.1	
11		γ Cancrj	1228	4.7		10	43	23.036	251	35.0	20.0	
12		σ Leon	427	4.1	A 0	10	46	29.385	165	37.1	17.9	
13		31 Lync	314	4.3	K 5	10	51	22.745	297	38.3	16.7	
14		π Leon	378	5.0	M 0	10	54	33.607	209	36.2	18.8	
15		\circ Virg	450	4.2	G 5	10	0	11.158	148	37.1	17.9	
III	1	π Virg	1311	4.6		11	17	28.269	159	38.3	16.7	
	2	η UMaj	509	1.9	B 3	11	19	40.119	50	38.8	16.3	
	3	ι UMaj	335	3.1	A 5	11	24	21.697	307	40.0	15.0	
	4	η UMaj	341	3.7	A 0	11	28	46.069	305	39.2	15.8	
	5	α Colm	215	2.8	B5P	11	37	52.171	215	38.3	16.7	
	6	ν UMaj	368	3.9	F 0	11	40	9.997	332	40.0	15.0	
	7	λ Boot	527	4.3	A 0	11	44	49.601	57	39.2	15.8	
	8	32 Virg	1328	5.2		11	50	13.786	153	38.8	16.2	
	9	ε Leon	367	3.1	Gop	11	52	19.711	257	37.9	17.1	
	10	12d Boot	522	4.8	F 5	11	56	25.942	100	36.2	18.8	
	11	γ Boot	535	3.0	F 0	11	59	44.334	73	38.8	16.2	
	12	53 Leon	409	5.3	A 0	12	3	3.488	220	38.3	16.7	
	13	ρ Boot	534	3.8	K 0	12	7	47.243	89	37.5	17.5	
	14	σ Bootis	1380	4.5		12	11	38.173	90	37.1	17.9	
	15	α Boot	526	0.2	K 0	12	18	5.691	114	38.8	16.2	
	16	ζ Leon	384	3.6	F 0	12	22	21.199	256	38.3	16.7	
	17	α UMaj	417	2.0	K 0	12	30	12.566	340	40.4	14.6	
IV	1	δ Auri	225	3.9	K 0	8	11	14.868	320	40.8	14.2	
	2	η Leon	379	3.6	Aop	8	18	8.096	121	39.2	15.8	
	3	γ Gemi	251	1.9	A 0	8	20	2.368	237	40.8	14.2	
	4	46 LMin	412	3.9	K 0	8	23	33.955	81	41.2	13.8	
	5	μ Gemi	241	3.2	M 0	8	25	30.193	253	37.9	17.1	

Obs.		Star				Observation			Calculated			
Set	No.	Name	F. K. 3	Mag	SP	Sidereal Time			Az	Alt	Δa	
						h	m	s	°	"	"	
IV	6	β Auri	227	2.1	Aop	8	27	14.407	300	38.3	16.7	
	7	41 LMin	405	5.0	A 2	8	33	41.003	105	40.4	14.6	
	8	ψ UMaj	420	3.2	K 0	8	36	21.611	60	38.8	16.2	
	9	α Leon	380	1.3	B 8	8	41	35.910	126	36.7	18.3	
	10	ψ' Auri	242	5.1	K 2	8	48	10.046	309	38.8	16.2	
	11	σ Canis Minoris	1193	4.8		8	51	30.593	224	37.5	17.5	
	12	β UMaj	416	2.4	A 0	8	52	53.761	35	38.3	16.7	
	13	51 Gemi	1188	5.3		8	54	53.306	237	38.3	16.7	
	14	π Leon	378	4.9	M 0	9	1	24.615	151	36.7	18.3	
	V	1	δ Leon	422	2.6	A 3	9	11	54.334	111	37.5	17.5
		2	ψ^5 Auri	255	5.3	G 0	9	15	2.257	298	39.6	15.4
		3	β Cucr	312	3.8	K 2	9	19	53.772	214	36.2	18.8
		4	ζ Hyda	334	3.3	K 0	9	22	52.792	193	36.2	18.8
		5	θ Leon	423	3.4	A 0	9	30	27.373	124	37.1	17.9
6		24 Lync	292	5.0	A 2	9	34	18.413	330	38.3	16.7	
7		γ UMaj	447	2.5	A 0	9	35	17.495	41	38.3	16.7	
8		ι Gemi	282	4.0	K 0	9	40	37.599	265	39.6	15.4	
9		ν Gemi	1196	4.2		9	49	3.771	263	38.8	16.2	
10		η Gemi	294	3.7	G 5	9	52	4.154	258	37.1	17.9	
11		α GemiA	287	2.0	A 0	9	56	14.598	274	40.8	14.2	
12		β CVen	470	4.3	G 0	10	0	10.672	66	39.1	15.1	



第 7 図

(1) 計算および結果

Reduction は白浜同様、高度をもつて展開した Micro Switch による鍵打法で、観測したものは時刻を秒報時のみで取つても、Chronometer で取つても、計算結果は観測の熟練および個人差、測器の整置状態等の影響量の方が大きく大差はない。精度を高めるためには観測の星の数を多く取り、時を重ねる必要を認めた。坪川発明の Knife edge 光電管・増幅機を応用する自動観測装置をもつて定高度法により観測した結果は、観測誤差および個人差が除去され、肉眼観測の幾倍かの確率値が得られ、観測した星の数が少なくして高精度が得られ Graphically の単位数値を大きく取つても求心感覚が容易で読取の精度も高められた。

道祖神 $\varphi = 35^\circ 22' 25''.02$ $PE = \pm 0''.101$
 $\lambda = 9^h 21^m 25^s.909$ $PE = \pm 0^s.010$

(2) 観測星に対する計算値および Reduction

計算表第4表, 第8~12図

4.4 方位観測

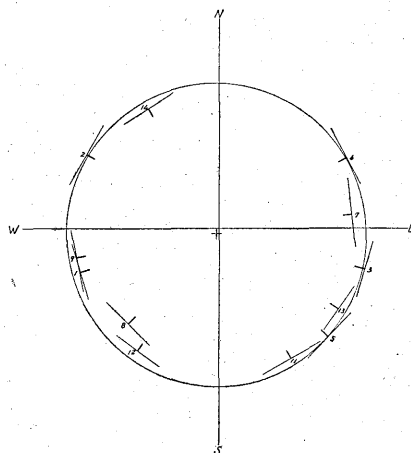
白浜における観測の資料不足を補うため、余力をもつて太陽・月および木星による分を時角法をもつて観測を実施した。時は4 MC 秒報時を直接記録したものと、耳

目法による観測をも実施した。計算は時角方位一般式をもつて求めた。なお観測の結果は第14図に収録した。

5. 設計試作した報時受信機および記録機の精能

5.1 試作第1号報時機

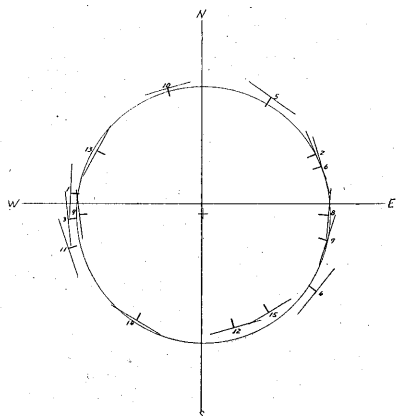
JJY 秒報時を受信して記録する目的で試作した。この受信機は交直両用 0.55 MC—1.6M, 3.5 MC—9.0 MC, 2 band RF 1 段 I FT 2 段検波と低周波を monitor 回路



$h_0 59^\circ 56' 55''.0$

	φ_0	$\Delta\varphi$	φ	λ_0	$\Delta\lambda$	Δ^s	λ
				h m s			
1	$35^\circ 22' 26''.1$	-0.73	25.37	9 21 25.88	-0.40	0.033	25.874

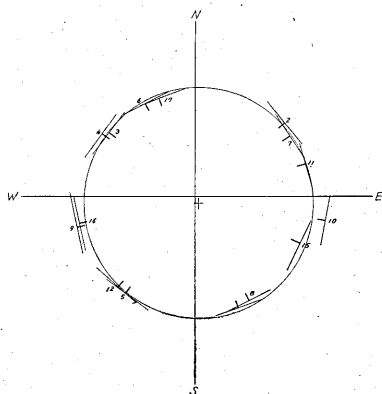
第8図 Dososhin (E.D.T) S.1
1957. III. 27d



$h_0 59^\circ 56' 55''.0$

	φ_0	$\Delta\varphi$	φ	λ_0	$\Delta\lambda''$	Δ^s	λ
	$^\circ \ ' \ ''$			$h \ m \ s$			
2	35 22 26.1	-1.33	24.77	9 15 25.88	+0.16	0.014	25.894

第9図 Dososhin (E.D.T) S.2
1957. III. 27d



$h_0 59^\circ 56' 55''.0$

	φ_0	$\Delta\varphi$	φ	λ_0	$\Delta\lambda''$	Δ^s	λ
	$^\circ \ ' \ ''$			$h \ m \ s$			
3	35 22 26.1	-0.93	25.17	9 15 25.88	+0.52	0.042	25.922

第10図 Dososhin (E.D.T) S.3
1957. III. 27d

と分割し、P回路に1mAの継電器を介して切点を作り、記録装置を働かせることにした(配線図省略)。

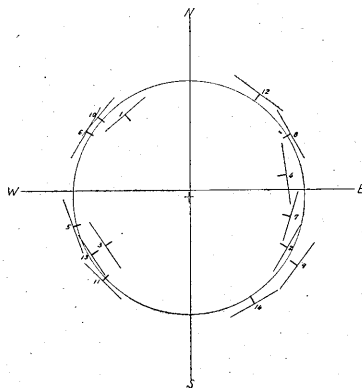
本機を1955年10月水路部白浜観測所で実験観測に使用した結果は次の通りであった。

昼間

1) JJY 4 MC, 8 MC ともに受信記録良好であった。

夜間

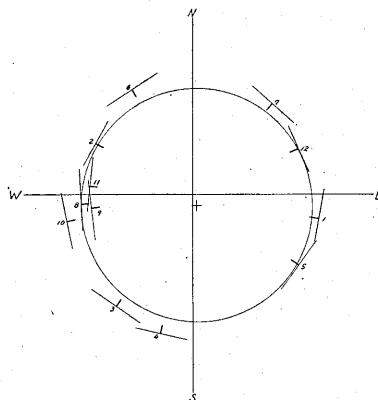
1) 19^h頃から海岸電波の強力なものが混信して記録を妨害することが断続的にあった。このため観測時の記録を絶対必要とするとき混信に遭遇すると、観測瞬時を



$h_0 59^\circ 56' 55''.0$

	φ_0	$\Delta\varphi$	φ	λ_0	$\Delta\lambda$	Δ^s	λ
	$^\circ \ ' \ ''$			$h \ m \ s$			
4	35 22 26.1	-0.87	25.23	9 15 25.88	-0.12	0.010	25.870

第11図 Dososhin (E.D.T) S.4
1957. III. 29d



$h_0 59^\circ 56' 55''.0$

	φ_0	$\Delta\varphi$	φ	λ_0	$\Delta\lambda$	Δ^s	λ
	$^\circ \ ' \ ''$			$h \ m \ s$			
1	35 22 26.1	-1.55	24.55	9 15 25.88	+0.54	0.044	25.924

Dososhin Fig ~ Prodable error

	φ	v	v. v	λ	v	v. v
	$^\circ \ ' \ ''$			$h \ m \ s$		
1	35°22'25".37	+ 0.35	0.1225	9 21 25.865	- 0.044	.001936
2	24. 77	- 0.25	0.0625	25.915	+ 0.003	.000009
3	25. 17	+ 0.15	0.0225	25.940	+ 0.031	.000961
4	25. 23	+ 0.21	0.0441	25.888	- 0.021	.000441
5	24. 55	- 0.47	0.2209	25.942	+ 0.033	0.01089
	35 22 25. 02		0.4725	9 21 25.909		.004436

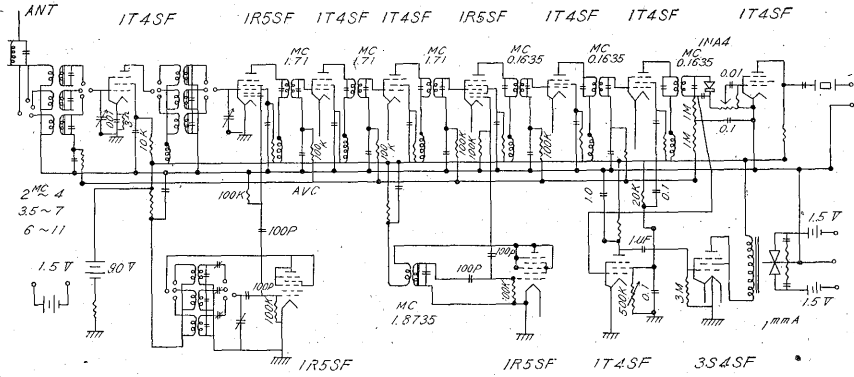
$$m = \pm \sqrt{\frac{0.4725}{20}} = 0''.15 \quad PE = \pm 0''.101$$

$$m = \pm \sqrt{\frac{0.004436}{20}} = 0^s.015 \quad PE = \pm 0^s.0.010$$

第12図 Dososhin (E.D.T) S.5
1957. III. 29d

判読することが困難であり、したがって観測は不可能のことが多かった。

2) 混信を避けるため中間周波を10kc位前後に移動さ



註) 本配線図P回路にそれぞれ decoprig condenser 0.1 μ が記入入れにつき付け加える

第 13 図

せたり、帯域幅を極力小さく尖鋭に調整してみたが効果は少なかった。

5.2 試作第2号報時機

以上実験の結果に基づき混信を除き容量をさらに小さくして軽量にするよう、これを設計(算定資料省略)試作した。なお第2号機配線図は第13図の通りである。

Wsuper Heterodyne 方式(直熱管使用)

1. 71MC I. F. T 2段 0.1635 MC I. F. T 2段

A band 2.0 MC~4.0 MC

B band 3.5 MC~7.0 MC

C band 6.0 MC~11.0 MC

電池節約のため monitor は Crystal receiver とした。32年3月千葉県下においてこの器機をもって実験した結果は次の通りである。

1. 感度は良好で混信は極度に減少した。
2. 昼間 4 MC, 8 MC とも混信なく記録良好。
3. 夜間 4 MC, 8 MC 僅かな混信があつた。
4. 夜間 夜間のみ発信する 2.5 MC は混信なく記録もその目的を達成することができた。

5.3 記録器について

1. 作動部分は継電器使用(秒間 20^{mm} Second 分間 200^{mm} Second) 切点を作り、これに電池を接続し有芯 coil の電磁気を利用して、残磁気の累積でペン先の記録が尖鋭を欠き、精度を低下させるのでこれを除くべく P 回路直接使用できる Dynamic 式のものに改良する必要がある。

2. 自動観測を採用する場合は、光電電流(光電管 2 箇使い電流の変化に位相を替えたもの)を記録する関係上、Dynamic 式のものを使用しなければ記録は不可能である。

6. 検 討

6.1 経緯度測定

眼視観測 Micro Switch 法で記録した観測時刻は 0.2 秒程度の誤差を含むものと思われる。観測の最初の数星は眼視が馳れないこととか、測器が安定しない原因等により揃わないことが多い。

一定高度に保つ水銀面の静止の厳密を期するため、観測瞬間における測器の指圧(微動螺子操作)を無くする方法を考えれば、感度 4" 程度の気泡管を用いる観測よりも精度が上げ得られる。

4" 気泡管を用い、5 線~7 線の観測値を平均したものと、水銀面を用いたものとの本実験観測の結果においては確かな差が認められなかつた。Graphically に解円の半径は算出した高低差 1 秒単位を大きく取ることにより解読値の精度は高まるが、求心感覚が困難となり、測定時の精度に比例し 1 秒値を決め、直径 100 mm 程度が良いように思われる。

Graphically な方法で error を求めることについて、半径の取方感覚に確かさが期し難いため、観測時隔合せ星数、温度、気象条件等を考慮に入れた求め方の研究を要する。

定高法眼視観測による天文経緯度の精度を、角度秒 1 秒程度とすると、測地経緯度誘導点において観測を実施したならば、鉛直線偏差のありかたも 1 秒内外で解析できる。

測地位置点の設置が無い地帯、または三角点を使用し難い地域における地質調査測図の局地原点として、定高法による天文経緯度を用いる場合は調査図の縮尺を 1 千分~1 万分としても方位に対する図の回転は起らない。両局地原点からする調査図の接合は、常に上下平行移動のみで行える。晴れた夜 30 星~40 星の組合せ観測を実施すれば、一夜において 1 秒程度の精度をもつ天文位置が簡易に決定できる。

定高法は経緯度を一語に求めるという簡易であり、

かつ迅速な利点があるが、定高度法の理論に基づく星の観測位置からして、精度を高めるためには、時刻を精密に記録するとともに各象限の水準を、同精度に保つ測器の安定装置を研究する必要がある。

坪川発明の自動観測装置による観測星の時刻記録は、0.02 秒の確かさが得られ、この機能を完全に発揮する定高水準の測器を考案実施すれば、角度秒 0.1~2 秒の精度の経緯度が得られ、野外における簡易経緯度測定としては、経済的な高精度の測定手法となる。

6.2 方位角測定

(1) 極に近い周極星により、1 秒読経緯儀をもつて精度 1" を求める場合、観測時刻の記録を、秒報時標準電波を Micro Switch で Chronograph 上に記録しても、観測結果には耳目法によるものと大差は認められない。観測瞬時の星の視位置の変化量よりも、星および方位標の視準誤差の影響の方が大きく表われる。精度を高めるには、測器の軸誤差の補正および観測対回を多くする方法を取れば充分と思われる(第 14 図)。

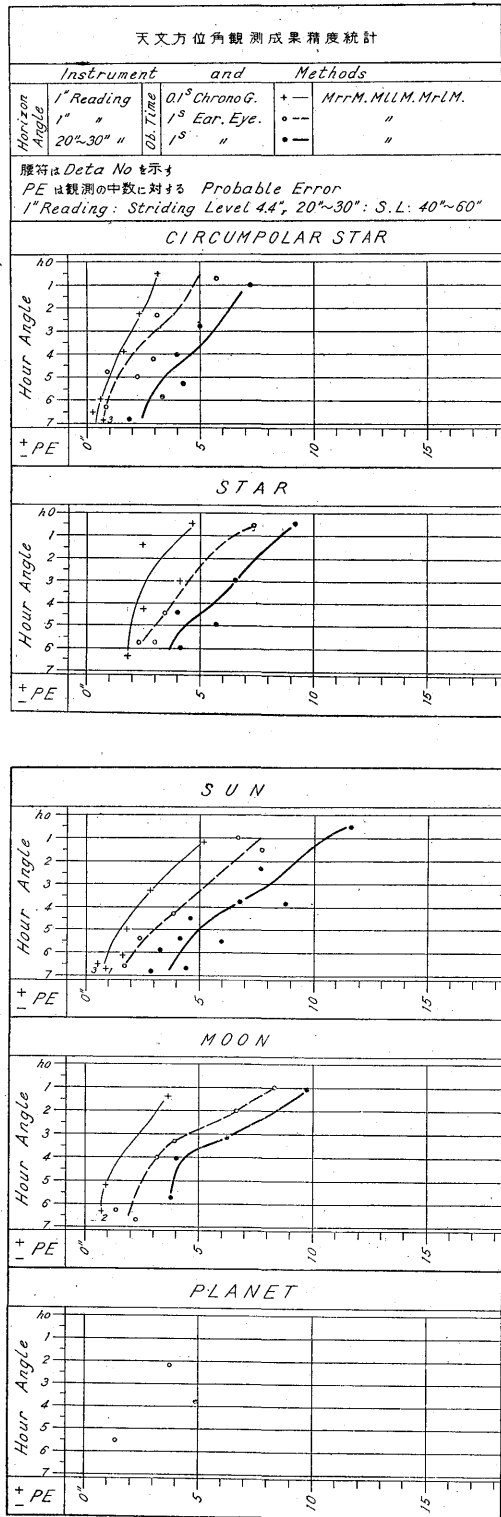
図根三角および多角測量の方位原線として、20~30" 読測器をもつて測定する簡易実用作業に対しても、周極星を観測する場合には、6" 内外の精度は容易に得られる(第 14 図)。

(2) 出没恒星により高精度 2~3" を求めようとする場合には、観測星の位置を充分に選定し、観測時刻も 0.1 秒時を記録するとともに、視準誤差および測器誤差を少なくする必要がある。

20~30" 読測器を用いて測定の結果、精度は第 14 図のような成果を得たが測定方法と限度におお実験を重ねる必要がある。

(3) 太陽により、1 秒読経緯儀をもつて得られる精度の限界を求めるため、観測時刻を 0.1 秒時記録し観測に対する有効補正値をすべて加用した結果に対する第 14 図の精度は、± 2" 内外になるが太陽の中心を確実に視準する方法、すなわち 1 点星象化または複象一線化等の装備を考案実施すれば、なお精度は高められると思われる。地質調査所の作業の特性として、一番利用度の多い太陽方位を一般作業に用いる場合、20~30" 読測器をもつて簡易測定する際は、卯酉圈近傍にて観測すれば、± 10" 内外の精度は充分得られる。測定には一測回の観測に時間を費さないことと、測器操作の指圧から起る誤差を少なくするため、望遠鏡の右、左を別箇の測回とした方が良結果を得られると思われる。

(4) 月および惑星によるものの観測資料は少ないが、実験観測の結果は、大体太陽観測成果に近いものが得られた(第 14 図)。



極に近い恒星以外の天体を用い時角法により方位角の測定を行う場合、天体の高度の低い状態の時を選び測定することが、時刻記録および測器の精度の関係以上の影響が結果に表われてくる。

天測方位と測地方位の関係は、方位測定点において両者の位置を知らねばならないが、わが国における Vertical Deflection の最大なものにおいても、 $30''$ 内外であ

るから、 $(\lambda_0 - \lambda) \sin \varphi$ の補正は水平角観測の精度等からみて実用成果にはさしつかえない。

短時間に多くの種類の資料の集収を試みたので、おのおのにつきなお補備の必要があるので、整理が完了した際作業要領をまとめて報告したい。

(昭和30年7月, 昭和32年3月調査)