

NAL TM-513

ISSN 0452-2982

UDC 681.3.06:

528.9:

523.89

航空宇宙技術研究所資料

TECHNICAL MEMORANDUM OF NATIONAL AEROSPACE LABORATORY

TM-513

世界地図・星図作図プログラム

磯部 俊夫

1983年6月

航空宇宙技術研究所
NATIONAL AEROSPACE LABORATORY

世界地図・星図作図プログラム*

磯部 俊夫**

1. まえがき

本資料は世界地図および星図を電子計算機(以下計算機と略記)によりXYプロッタ等ディスプレイ上に描かせるプログラムについて述べる。

現在当所では種々の人工衛星、惑星間宇宙船等の軌道計算が行なわれている。これらの計算結果は通常数値でラインプリンター上に印字され出力されている。一方計算結果を直観的に理解できるように図示したいという要求もある。軌道を図示する方法として、例えば人工衛星の場合、世界地図上に軌道を描くことが一般に行なわれている。世界地図上に軌道を描く簡便な方法の一つは、XYプロッタ用紙に世界地図を印刷したものを使うことである。しかし、この方法ではプロッタ用紙に特殊なものを使わねばならず、また描くフォーマットも常に一定のものに限定されてしまう。航技研のような研究業務には不適當である。そこで考えられるのが、計算機に世界地図を描かせるという方法である。世界地図のデータを計算機に格納しておき、必要に応じてXYプロッタに軌道と共に作図する。このようにすれば、計算した軌道に適するような任意の地図を描かせることも可能となる。また人工衛星、例えばひまわりとかランドサットとかの衛星から地球を眺めるとどのように見えるか、その様子を描くこともできる。

計算機によりXYプロッタあるいはディスプレイ上に世界地図を描くプログラムはいくつか作られている¹⁾。またXYプロッタ、ディスプレイの作図例として、しばしば目にとまる。しかしこれらのプログラムがどのようなデータ構造をもち、どのようにして作図され、どのような機能をもつかの資料は発表されていないようである。プログラムパッケージとしても市販されていないようである。

* 昭和58年5月9日受付

** 計算センター

宇宙を航行する宇宙船は星図上にその軌跡を描くと便利な場合がある。地上から人工衛星を観測するときは、その軌道を天球上(星図)に描く必要もでてくる。恒星を利用した宇宙航法あるいは恒星同定の研究にも任意の天球上の星図を描くプログラムは必要である。世界地図は地球上の線を、星図は天球上の点を平面上に投影したものである。球面上のデータを平面に投影するという点で両者は共通である。世界地図作図での処理は、そのまま星図作図に適用することができる。違いはデータが線であるか点であるかである。

本プログラムは、球面上におかれた点および線を平面上に投影し作図するという立場で作成し、世界地図と星図の作図をまとめて一つのプログラムとした。

プログラムは、データファイルと作図処理の2つに大きく分けられる。すなわちデータと作図処理を完全に分離した。このような形式にすることでデータの追加、変更、削除等が容易に行なえ、さらには任意のデータに対する作図処理も可能となる。

世界地図・星図作図のプログラムでの最大の問題点は、世界地図のデータあるいは星のデータをどのようにして計算機に入力するかという点にある。星のデータはいろいろな星表があり、星表をカードにパンチすれば計算機に入力できる。また恒星データを磁気テープに格納したものも公表されている。しかし世界地図にはこのようなデータはないようである。そこで地図上から適当にサンプリングしデータを作ることにした。このデータ作成法は、例えば航空機の翼の図面から翼の形状を計算機に入力するような場合に適用できる。

プログラムは、軌道生成計算等のプログラムの中で利用されることを想定している。したがって独立したプログラムの形式はとらずに、どのようなプログラムからも簡単に利用できるようにサブルーチンという形式を採用した。また利用者が必要とする世

界地図・星図以外の図も同じ図上に描けるように種々の工夫をこらしてある。

2. プログラムの構成および座標系

2.1 プログラムの構成

全体はデータファイルとサブルーチンの集合で構成される。データファイルには、3つの星表と世界地図の海岸線データをファイル化したはん用データファイルと、世界地図・星図作図サブルーチンが使用するための作図用データファイルの2種類がある。両者の間には形式上なんらの関係もない。サブルーチンについても、はん用データファイルを読み取るためのものと、作図用のものに分類することができる。

作図は図1に示す流れにより実行される。使用者ははん用データファイルあるいはその他の地図データ、星のデータから作図用データファイルを作る。軌道等計算機で計算したデータ等は作図用ルーチンのパラメータとして与える。もちろん作図用データファイルに格納してもよい。作図パラメータを与え作図用サブルーチンをCALLすれば、作図用データが出力される。本プログラムはここまでである。後は使用者が適当な図形処理システムを介しXYプロッタなりディスプレイ上に図を出力することになる。

2.2 座標系

2.2.1 世界地図データの座標系

一般の地図で採用している経緯度で位置を表わす。経度はグリニッジ子午線を基準にし、東西に測る。東側をプラス、西側をマイナスで定義する。範囲は -360° から 360° とする。例えば西経 30° は -30° あるいは 330° で表現する。したがってある地点はプラスとマイナスの値をもつ2つ表現ができる。緯度は赤道を基準にし、南北に測る。北半球をプラス、南半球をマイナスで定義する。範囲は、 -90° から 90° とする。

単位は経度、緯度共に度あるいはラジアンを用いる。

図2は世界地図データの座標系を示したものである。

2.2.2 星データの座標系

一般に使用されている赤道座標系を使う。赤経は天の北極と春分点をむすぶ子午線を基準にし、西へ向ってプラス、東へ向ってマイナスとする。範囲は世界地図データの場合と同じで -360° から 360° とする。プラスの方向が世界地図データと逆であるが、範囲は同じで -360° から 360° とする。赤緯は天の赤道を基準にし南北に測る。北半球をプラス、南半球をマイナスとする。範囲は -90° から 90° である。

単位は赤経のときは度、ラジアンあるいは時角を

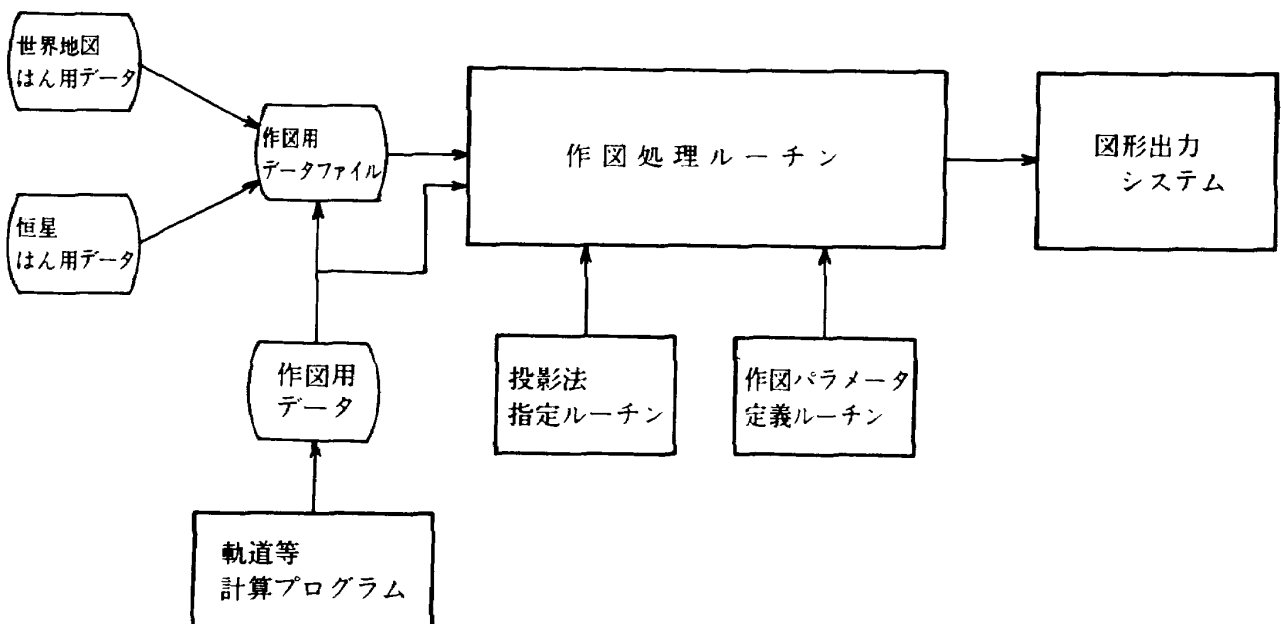


図1 作図の流れ

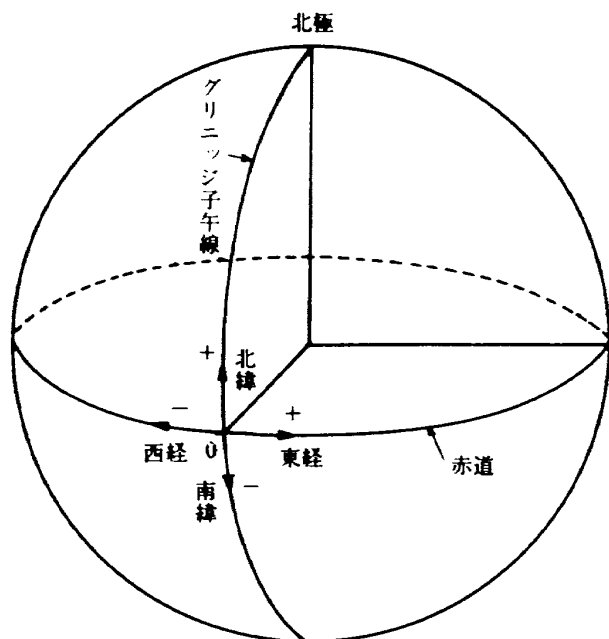


図2 世界地図データの座標系

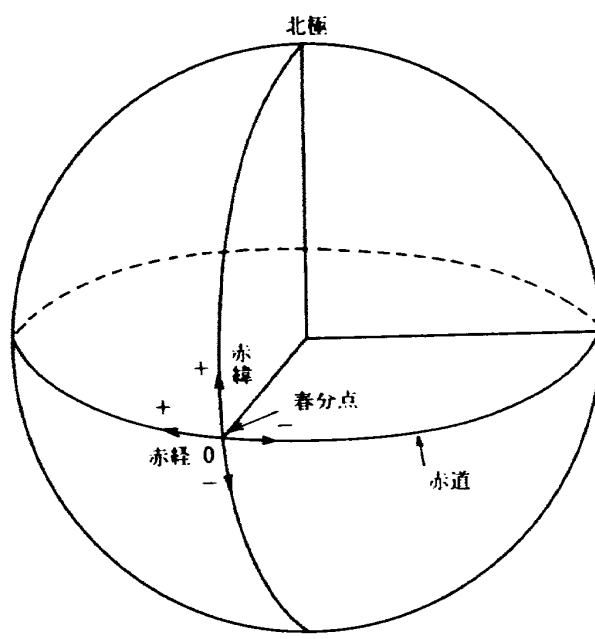


図3 星データの座標系

用い、赤緯は度、ラジアンを用いる。

図3は星データの座標系を示したものである。

3. 世界地図データ

世界地図は海岸線を適当にサンプリングした点を直線でむすんで作る多角形で表現する。各点の座標は経度、緯度を使い表現するのが便利である。データは地図上の点の座標を読み取り、データカードにパンチし、計算機に入力する。入力されたデータは経度、緯度に変換し、所定のフォーマットに並べディスクファイルに格納する。

3.1 世界地図データカードの製作

データをサンプリングする地図は、どこにでもある普通の世界地図帳を使用した。現在計算センターには図形をデジタル化し、計算機に入力するための装置はない。世界地図のデータ入力はずべて人手で行なった。XYプロッターで描かせる世界地図の精度は、それほど重要な問題ではない。世界地図のイメージが描かれていれば充分である。したがって、今回は精度を犠牲にし、少ない労力でデータを作るという方針でデータ製作にあたった。

ある地域をサンプリングするときは、地図帳の中でその地域が最も大きな縮尺で描かれている地図を使う。したがって世界地図全体の海岸線をサンプリングするためには、地図帳の中の何葉かの地図を使

う。各地図の縮尺、図法は異なる。このような各々縮尺、図法の異なる何葉かの地図から海岸線をサンプリングして得たデータを集め、1組の世界地図データに編集する。

データは次のような手順で作成する。

- 1) 地図上で海岸線を適当にサンプリングする。
 - 2) 1mm目盛の方眼紙上に1)で選び出したサンプリング点をプロットする。また地図上の経度、緯度線の交点も同時に方眼紙上にプロットする。
 - 3) 方眼紙にプロットした点を0.5mmの単位で x 、 y 方向の座標を読み取る。
 - 4) 経度、緯度線の交点は、その点の x 座標、 y 座標と共に経度、緯度の値をも含めて一組のデータとしカードにパンチする。
 - 5) 海岸線は同一方向の順に、サンプリング点の x 座標、 y 座標を並べてゆく。海岸線は1葉の地図の中で閉じる、すなわち最初の点へ戻る場合と、その地図の中では閉じず、他の地図へ続く場合がある。海岸線データの終りに、どちらの場合であるかの情報をもデータカードにパンチしておく。
- 以上の手順で世界地図データをカードにパンチする。日本地図は、それだけで使用される可能性も考慮してサンプリング点を多くする。すなわち100万分の1から200万分の1の地図を使用しデータを作る。一方世界地図は1,000万分の1から4,000万分の1の地図からデータを作る。その結果大陸を

含めた島の数は 118, 海岸線のサンプリング点は約 5,000 点となった。

3.2 サンプリング点の経度, 緯度への変換

海岸線のデータは, ある 1 葉の地図のある原点からの x, y 方向の長さのデータとして計算機に入力する。一方地図上の経度, 緯度線の交点も, その点の経度, 緯度の値および原点からの x, y 方向の長さが入力される。これら経度, 緯度の交点を仮に基準点と呼ぶことにする。この基準点は一葉の地図で 5, 6 点以上与えられる。

問題は与えられた基準点を基にして, 海岸線のサンプリング点座標 (x, y) をどのようにして経度, 緯度に変換するか, である。ここでは以下に示す方法で経度, 緯度に変換する。

経度, 緯度 (l, a) のある地点を投影法 f により地図上にプロットするときの地図上の座標 (x, y) は

$$(x, y) = f(l, a)$$

である。したがって与えられた基準点列から f^{-1} を求めれば, 海岸線サンプリング点 (x, y) は経度, 緯度 (l, a) に変換することができる。この種の問題はコンピュータグラフィックスではよく取り扱われる。非常に複雑な変換式で処理されることも多い。ここでは, データ製作時に相当な誤差が既に入っており, 厳密な補間式を使用するほどでもないであろうと考え, 最も簡単な直線補間により経度, 緯度に変換する方式を用いた。

いま, 海岸線上の 1 点 $P_0(x, y)$ が図 4 のように 4 つの基準点 P_1, P_2, P_3, P_4 が作る 4 辺形内にあると仮定する。線分 P_1P_2 および線分 P_4P_3 をそれぞれ $\lambda : 1 - \lambda$ に内分する点 P_{Y1}, P_{Y2} をむすんで得られる線分 P_{Y1}, P_{Y2} 上に点 P_0 が存在するような λ を見つけることができる。また同様に線分 P_1P_4 , 線分 P_2P_3 を $\mu : 1 - \mu$ に内分した点をむすんで作る線分上に P_0 が存在するような μ を見つけることができる。 P_1, P_2, P_3, P_4 の経緯度をそれぞれ $(l, a), (l, a + da), (l + dl, a + da), (l + dl, a)$ のとき, P_0 の経度 l_0 , 緯度 a_0 を

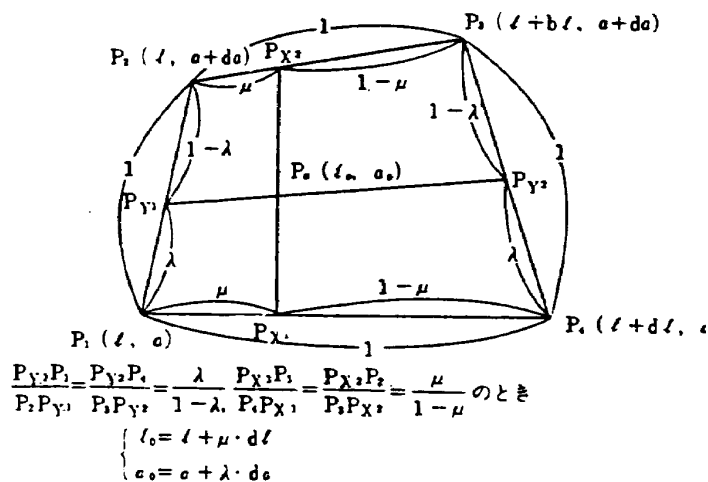


図 4 経度, 緯度への変換

$$\begin{cases} l_0 = l + \mu \cdot dl \\ a_0 = a + \lambda \cdot da \end{cases}$$

とする。

以上で述べた手順により海岸線データを経度, 緯度のデータに変換し, 世界地図データファイルを作る。

3.3 世界地図データファイル

計算機に入力した 118 の海岸データは, 総計 4,520 点となった。1 サンプリング点は経度と緯度の 2 つの数値でデータ化されている。経度は便宜上西経 30° で切り開いて, 経度の範囲を -30° から 330° となるようにする。経度, 緯度をそれぞれ 1,000 倍し, 小数点以下を切捨て整数型のデータの組とし, ファイル化した。したがって経度, 緯度のデータは, それぞれ $-30,000 \sim 330,000, -90,000 \sim 90,000$ の範囲で示される。サンプリング点をこのようなデータフォーマットにしたものに, 1 海岸線データごとに海岸線番号 (1~118), サンプリング点数, 経度データの最小値, 最大値を付加し, 1 組のデータセットとする。表 1 は各海岸線番号と島名および経度の範囲を示したものである。これらのデータセットを順編成ファイルとして, 磁気ディスクに格納する。データが海岸線単位になっているので, 新しい島のデータをファイルに追加することが容易にできる。またある海岸線について, より精度のよいデータを必要とするときには, その海岸線のデータを入れ替えればよい。

表1 島名一覧表

番号	島名	データ数	経度範囲		番号	島名	データ数	経度範囲	
1	ユーラシア・アフリカ	1067	-16.910	190.334	99	ブリチヤシ	99	-5.929	1.794
3	アイスランド	52	335.526	346.458	35	アイルランド	35	349.612	354.426
5	シチリア	15	12.537	15.596	7	コルシカ	7	8.701	9.575
7	サルジニア	16	8.218	9.830	57	サハラ	57	141.711	144.633
9	バルム	8	155.098	156.105	4	サキ	4	154.305	154.651
11	ランシ	5	151.597	152.196	6	ウルク	6	149.295	150.727
13	エト	10	146.850	148.706	14	奄美	5	129.080	129.633
15	徳之	5	128.712	128.935	16	奄美	9	127.559	128.263
17	徳台	15	120.022	121.970	18	沖	7	91.373	97.356
19	セーベルナヤゼムリヤ	7	92.903	100.572	20	セーベルナヤゼムリヤ	5	99.342	105.571
21	コテリヌ	9	137.099	145.508	22	ノバヤシビル	5	146.340	150.618
23	リヤホ	7	140.227	143.606	24	プランドゲリアル	7	176.915	182.542
25	ノルドアウストランド	8	188.548	191.029	26	スバル	27	11.171	21.997
27	スバル	11	18.851	27.430	28	スバル	9	20.926	24.853
29	ゼムリ+フランツァヨシフ	6	46.602	50.917	30	ゼムリ+フランツァヨシフ	5	59.889	62.350
31	ゼムリ+フランツァヨシフ	4	63.647	65.372	32	ノバヤセムリヤ	10	53.859	68.987
33	ノバヤセムリヤ	14	51.823	57.647	34	ノバヤセムリヤ	50	46.695	54.710
35	ルバ	67	119.820	124.306	36	カミシ	6	120.417	121.597
37	ルバ	10	121.944	123.194	38	サマ	10	124.375	125.699
39	ルバ	8	124.444	125.278	40	サマ	7	123.472	124.024
41	ネグ	10	122.502	123.472	42	ボホ	4	123.622	124.514
43	バラル	9	117.273	119.582	44	ボミン	43	121.993	126.644
45	ボラル	47	109.028	119.372	46	セブレ	73	118.658	125.341
47	ボラル	19	127.391	128.833	48	セブレ	5	125.960	127.292
49	ハセ	16	127.836	130.867	50	ニギニ	75	130.928	150.779
51	ニギニ	20	148.366	152.471	52	チモン	11	123.483	127.379
53	フロン	13	119.758	123.007	54	チモン	8	119.031	120.833
55	フロン	13	116.837	119.214	56	チモン	6	115.816	116.631
57	ジヤ	30	105.276	115.747	58	マダガ	14	43.350	50.331
59	セイ	7	79.709	81.866	60	マダガ	26	95.274	105.876
61	セイ	7	108.725	110.891	62	オーストラ	126	113.043	153.530
63	タスマ	8	144.759	147.958	64	カウ	6	200.216	200.717
65	オマ	10	201.748	202.366	66	モロ	7	202.692	203.277
67	マニ	9	203.345	204.028	68	ハニ	15	203.952	205.202
69	ニギラ	42	172.639	178.710	70	ハニ	36	166.433	174.396
71	バク	7	235.532	244.141	72	バク	5	255.016	261.091
73	クイン	12	263.652	272.172	74	エル	31	268.455	293.889
75	エル	11	263.000	280.221	76	エル	8	257.307	262.400
77	エル	14	242.605	254.538	78	エル	8	235.289	244.751
79	エビ	26	241.997	260.000	80	ビク	12	257.248	263.796
81	パキ	49	270.334	298.668	82	ニギ	18	300.910	308.085
83	パキ	39	275.097	285.949	84	ニギ	5	281.681	283.785
85	パキ	28	285.635	291.619	86	ブエ	6	292.850	294.366
87	パキ	9	288.228	294.753	88	ブエ	4	300.552	302.186
89	南	398	191.407	324.814	90	ブエ	165	287.137	348.329
91	南	172	-0.848	359.152	92	ブエ	106	139.781	145.834
93	南	5	140.975	141.075	94	北	6	141.150	141.325
95	南	18	145.396	146.561	96	北	502	130.858	142.078
97	南	12	138.210	138.557	98	北	6	139.345	139.443
99	南	5	139.234	139.283	100	北	4	139.125	139.168
101	南	6	139.479	139.566	102	北	10	134.146	134.366
103	南	88	132.019	134.740	104	北	18	134.637	135.018
105	南	183	129.562	132.087	106	北	13	129.258	129.519
107	南	7	129.162	129.325	108	北	6	129.657	129.786
109	南	7	129.321	129.561	110	北	11	128.937	129.194
111	南	8	128.589	128.894	112	北	11	129.968	130.215
113	南	7	130.223	130.414	114	北	6	129.780	129.936
115	南	7	129.639	129.749	116	北	6	130.589	130.715
117	南	8	130.373	130.671	118	北	11	130.859	131.063

4. 星図データ

4.1 天体位置表による恒星データ

毎年海上保安庁から発表されている天体位置表には、その年の恒星平位が載せられている。ここに載せられている恒星は、Fourth Fundamental Catalogue (W. Fricke, A. Koptt; Veröff. Astr. Rech.-Inst., Nr. 10, 1963, 略記FK4) に載せてある1,535星である。この1,535星の星名、等級、スペクトル型、ベッセル年央における平位と年差、固有運動が表になっている。この表の特徴はその位置精度が非常に高く、統一された体系のもとで決められたということである。現在星の位置の標準として使用されている。

1976年版の天体位置表²⁾の恒星平位の表をデータカードにパンチし、計算機入力可能なデータとした。位置は1976.5年の平位である。データカードは、星名は星座名のみとし、他の項目はすべてパンチされている。図5はデータカードのフォーマットを示したものである。このデータをパンチしたデータカードイメージをそのまま、恒星平位表の順に

磁気ディスクに格納する。

4.2 ベクバル星表

チェッコのスカルナテブレン天文台のベクバル (Bečvář) の作った星表ATLAS OF THE HEAVENS-II³⁾ 1963年版には、6.25等までの天体の恒星6,362星のGC (Number in Boss General Catalogue), 1950.0年分点の赤経、赤緯、年差、固有運動、光度、絶対光度、スペクトル型等の恒星データ、二重星、変光星、星雲等種々の天体データの表が載せてある。このうち6,362星の恒星データとこの恒星の中の変光星166星のデータをデータカード化した。図6に恒星データのデータカードのフォーマットを、図7に変光星データのフォーマットを示す。これらのデータカードイメージをそれぞれの表の順に従いそのまま磁気ディスクに格納し、恒星ファイルと変光星ファイルを作る。

4.3 SAO星表

スミソニアン天体物理観測所で編さんされた星表が1966年に出版された。これには全天258,997

1	4	16	18	20	23	24	27	28	36	37	44	45	50	51	60	61	67	68	72
FK番号 (14)	星座名 (A3)	等級 (F4.2)	赤経 (12 h)	年差 (F8.4)	固有運動 (F6.4)	赤緯 (14 °)	年差 (F7.3)	固有運動 (F5.3)											
	スペクトル型 (A4)		(12 m)			(12 °)													
			(F5.3 s)			(F4.2 °)													

図5 天体位置表によるデータカードフォーマット

1	5	6	12	13	17	18	23	24	30	31	35	36	40	41	44	45	47	48	53	54	57	58	60	63	70	71	74
GC番号 (15)	赤経 (12 h)	年差 (F5.2)	固有運動 (F6.3)	赤緯 (13 °)	年差 (F5.1)	固有運動 (F5.2)	絶対等級 (F3.1)	スペクトル型 (A6)	視差 (F3.3)	星座名 (A8)	Notes (A4)																
	(12 m)			(12 °)			等級 (F4.2)		視線速度 (I3)																		
	(F3.1 s)			(12 °)																							

図6 ベクバル星表による恒星データカードフォーマット

1	5	6	9	11	14	16	30	31	40	41	50
GC番号 (15)	最大等級 (F4.2)	最小等級 (F4.2)	変光周期 (F15.9)	変光タイプ (A10)	備考 (A10)						
		等級タイプ (A1)									

図7 ベクバル星表による変光星データカードフォーマット

表2 各星表のデータ項目と精度

星表	恒星数	基準年	赤 経			赤 緯			視 差	視線速度	実視等級	写真等級	絶対等級	スペクトル型
			位 置	年 差	固有運動	位 置	年 差	固有運動						
天体位置表	1,535	1976.5	0. ⁰ 001	0. ⁰ 0001	0. ⁰ 0001	0. ⁰ 01	0. ⁰ 001	0. ⁰ 001	—	—	0.01	—	—	○
ベタバル	6,326	1960.0	0.1	0.01	0.001	1.	0.1	0.01	0. ⁰ 001	1 km/sec	0.01	—	0.1	○
S A O	258,997	1960.0	0.001	—	0.0001	0.01	—	0.001	—	—	0.1	0.1	—	○

星の恒星データが納められている。またこの星表には、計算機利用のための磁気テープが公表されている⁴⁾。この星表は人工衛星の光学追跡のために、全天にわたりすくなくとも1°平方に4個以上の固有運動の分かっている恒星を含むように編さんしたものである。エール星表、ケープ写真星表、AGK 2, AGK 1, メルボルン写真星表の位置をGCシステムに統一し、GCとFK 3の変換表とFK 3とFK 4の変換表を使いFK 4システムに直したものである⁵⁾。SAOの位置は標準偏差で±0.⁰70以上の不確定さをもつといわれている。SAOは1星につき30項目のデータが258,997星についてファイルされているほり大なものである。磁気テープは南北半球がそれぞれ1巻に収集されている。

各磁気テープは赤緯を10°づつに区切って1ファイルとし、1巻の磁気テープは9ファイルから構成してある。このSAO磁気テープを読み出すサブルーチンを作成し、SAO磁気テープを利用できるようにした。

以上3つの星表を準備した。この3つの星表ファイルに格納されているデータ項目とその精度の一覧表を表2に示す。

5. 投 影 法

球面上のものを平面に投影する投影法は種々のものが考えられているが、球表面を完全に平面に投影することはできない。基本的な投影法として円筒図法、方位図法、円錐図法の3種類がある⁶⁾。これらの投影法を基礎にし、正距離、正積、正角のいずれを重要視するかにより、さらに数多くの投影法が利用されている。これら投影法をそれぞれプログラム化するのは大変な作業量となり、現実的でない。

3.2で述べたように投影法とは、球面上の経度 l 緯度 a の点を平面上の x, y へ投影するための変換

式

$$(x, y) = f(l, a)$$

の f である。したがって f を必要に応じ定義すれば、望む投影法による図が得られる。

ここでは基本的な3種類の投影法のみをプログラム化する。他の投影法は使用者が必要に応じ定義し、プログラムに組み入れる。

5.1 円筒図法

円筒を赤道に接するように置き、球の中心から球面を円筒上に投影する。このとき

$$\begin{cases} x = l \\ y = \tan a \end{cases}$$

の関係がある。この投影法では極が無限大になってしまふ。そこで

$$0 < c \leq 1.0$$

なる c を導入し

$$\begin{cases} x = l \\ y = \tan(c \cdot a) \end{cases}$$

とする。図8に円筒図法の投影法を示す。図8は地球(天球)中心、投影される地点Pを含み赤道面に垂直な平面で切断した断面図である。視点Oはこの平面上にある。この投影法では $C < 1.0$ のときは球全体を円筒に投影することが可能である。

5.2 方位図法

北極の真上に平面を接するように置き、地球中心と北極をむすぶ直線上に視点Oを置いて投影する。図9は北極、視点O、投影される地点Pを含む平面で切断した断面図である。投影は

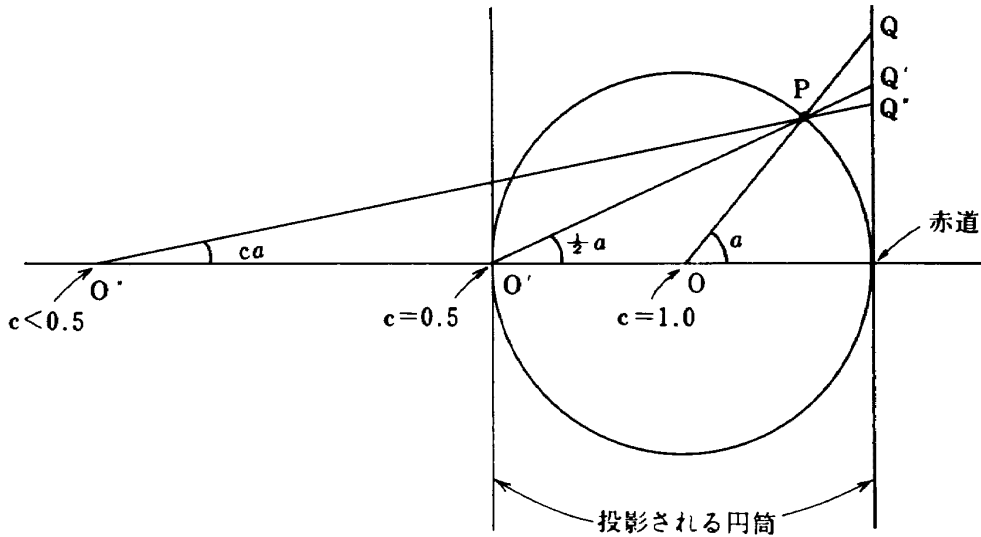


図8 円筒図法による投影

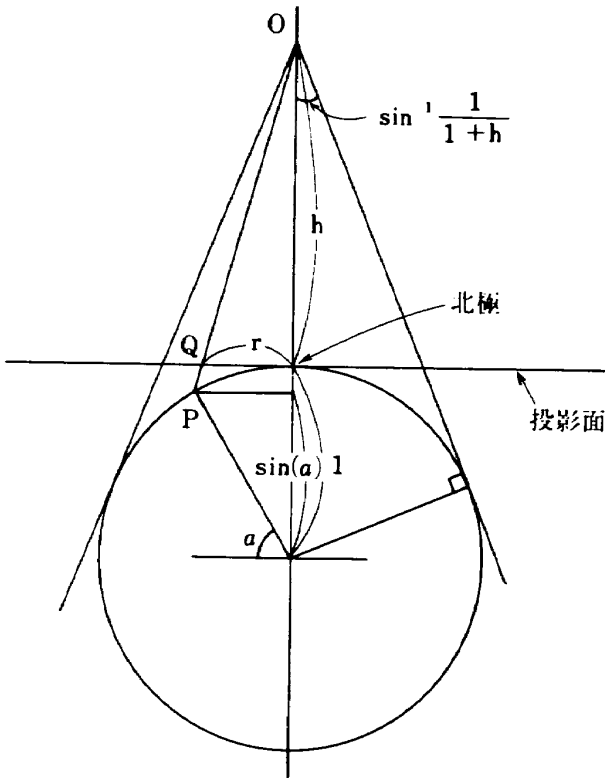


図9 方位図法による投影

$$\begin{cases} x = r \sin l \\ y = -r \cos l \\ r = \frac{h \cos a}{h + (1 - \sin a)} \end{cases}$$

で表わされる。ここで h は、球の半径を1としたときの、北極から視点 O までの距離である。北極より上空のときをプラス、球の中心方向をマイナスとする。 $h > 0$ のときは北極上空より球を透視した図が

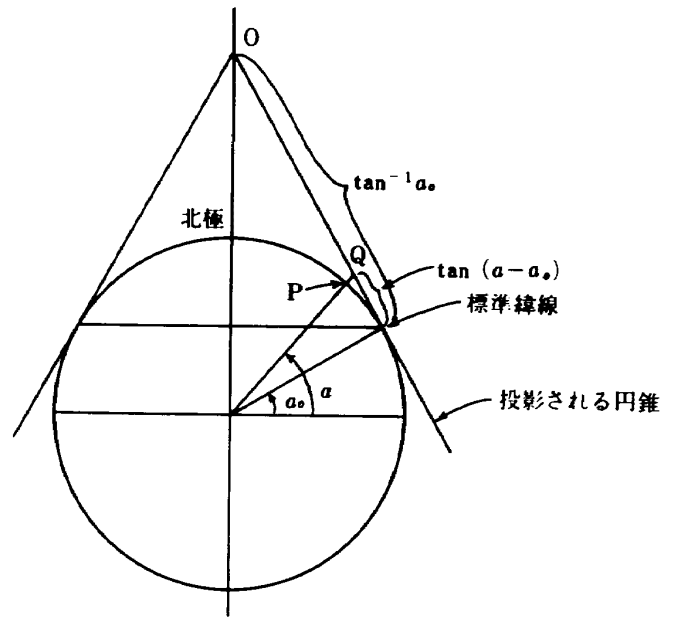


図10 円錐図法による投影

得られる。 $h < 0$ のときが本来の方位図法になる。 $h = -1$ のときが心射図法、 $h = -2$ のとき平射図法、 $h = -\infty$ のとき正射図法と呼ばれている。この図法では球全体を投影することはできない。最大で半球面だけである。 $h > 0$ のときは緯度 $90^\circ - \sin^{-1}(1/(h+1))$ から 90° までの範囲である。

5.3 円錐図法

円錐の頂点を球の北極の上にくるように、円錐を地球に接するようにかぶせ、投影する。円錐と地球が接する緯線を標準緯線という。図10は円錐頂点、球中心、投影される地点 P を含む平面で切断した断

面図である。投影は

$$\begin{cases} x = r \sin a' \\ y = -r \cos a' \\ a' = (\ell - \ell_0) \cdot \cos a_0 \\ r = \frac{1}{\tan a_0} - \tan(a - a_0) \end{cases}$$

となる。ここで a_0 は標準緯線の緯度、 ℓ_0 は図の中央にあたる経線（中央経線）の経度である。この図法では $a_0 - 90^\circ$ から高緯度の地域を投影することができる。

6. 作図処理

6.1 作図処理

世界地図、星図の作図のためのデータは、作図用データファイルに格納する。作図用データファイルは、FACOM OSIV FORTRAN 77 という書式づけられていないFORTRAN記録⁷⁾で構成する順次入出力文で、入出力されるファイルである。1つのFORTRAN記録の長さは実数型1,000語(4,000バイト)とする。

A. 世界地図作図用データファイル

世界地図作図用データファイルは、2語の実数型データで1サンプリング点あるいは制御用データを示す構造になっている。サンプリング点データは経度、緯度の値をラジアンで表わす。経度の値の範囲は0から 2π 、緯度は $-\frac{\pi}{2}$ から $\frac{\pi}{2}$ までとする。制御用データとしては、(1)ファイルの先頭に世界地図用データであることを示す(1 0.0, 1 0.0)、(2)海岸線データの先頭に付けられる(海岸線番号、サンプリング点数)、(3)ファイルの終了を示す(9999.0, 9999.0)の3つが用意されている。データ次のような順に並べられている。

```
1 0.0 } 地図用データであることを示す。
1 0.0 }
1.0 } 第1番目の海岸線データの始め
n1 } そのサンプリング点数
```

```

ℓ1,1 } 最初のサンプリング点の経度
d1,1 }                               緯度
⋮
ℓ1,n1 } 最後のサンプリング点の経度
d1,n1 }                               緯度
2.0 } 第2番目の海岸線データの始
n2 } め、そのサンプリング点数
⋮
9999.0 } ファイルの終了
9999.0 }
```

海岸線データの場合、通常最初と最後のサンプリング点の経度、緯度は等しくなる。すなわち閉じた多角形となる。しかし、最初と最後の座標を一致させる必要もなく、川や国境のようなものも作図できる。

B. 星図作図用データファイル

星図作図用データファイルは、5語の実数型データで1星あるいは制御用データを示す構造になっている。星のデータは次の5つのデータで構成する。

- (1) 赤 経 単位ラジアン 範囲 $0 \sim 2\pi$
- (2) 赤 緯 単位ラジアン 範囲 $-\frac{\pi}{2} \sim \frac{\pi}{2}$
- (3) 光度等級 変光星のときは最小等級
- (4) 変光星最大等級 変光星以外のときは999.0
- (5) コメント 星図に書き込む実数値あるいは4文字以内のコメント

制御用データには、(1)ファイルの先頭に星図用データであることを示す5つの-1 0.0、(2)ファイルの終了を示す5つの9999.0の2つが用意されている。

6.2 計算のための座標系

作図に伴う計算は直交座標系を使用する。 x 座標に経度あるいは赤経をとる。右側が座標の増加方向とする。 y 座標に緯度あるいは赤緯をとり、上側を増加方向とする。

世界地図作図の場合、地球上の2点をむすぶ最短の軌跡と計算上の座標系上での2点をむすぶ最短の軌跡は、 y 軸方向あるいは x 軸上にある場合を除いて、一致しない。すなわち作図される線はサンプリ

ング点以外では誤差を含むことになる。

=4 作図点が図 11 の D の領域

6.3 座標の回転変換

本プログラムで用意されている投影法では、円筒図法では赤道、方向図法、円錐図法では北極が、それぞれの投影の基準になっている。したがって任意の大円を赤道へ、あるいは任意の地点を北極へもってゆくような処理が必要である。ここでは任意の地点 (ℓ, a) を北極点 $(0^\circ; 90^\circ)$ になるような回転変換を施すことにより解決する。回転変換はまず経度 ℓ を 0° にもってゆくように北極と球中心を通る軸で回転させ、次に経線 0° に沿って経度 0° 、緯度 a の点を北極 $(0^\circ; 90^\circ)$ へ回転移動させる。

6.4 作図範囲と作図点の位置

作図範囲は図 11 に示すように計算用の座標系内の矩形領域で定義する。この領域内に入ったデータだけが作図される。星図の場合は、ある星がこの領域に入るか入らないかの判定だけで充分であるが、世界地図作図の場合、サンプリング点とサンプリング点をむすんで作る線が範囲領域の境界線と交差することが生ずる。交差点を計算するために今処理しようとしている作図点が作図範囲とどのような位置にあるかを認識しておく必要がある。作図点と作図範囲の関係を表わすパラメータ IOP を使い次のように定義する。

IOP=0 作図点が範囲内

- =1 作図点が図 11 の A の領域
- =2 作図点が図 11 の B の領域
- =3 作図点が図 11 の C の領域

6.5 経度の処理

最大作図範囲は全地球あるいは全天球になり、このときの展開幅は x 方向で 360° (2π ラジアン)、 y 方向で 180° (π ラジアン) である。このとき作図範囲の最右端と最左端は一致している。すなわち x 方向に関しては 360° の周期をもつことになる。本プログラムでは x の値は $-360^\circ \leq x \leq 360^\circ$ の範囲と定義されており、今ある作図点に与えられた x 座標 x' から単純に計算して、仮に IOP=4 であったとしても x' から 360° 引いた値をもつ点が作図範囲内に入れば IOP=0 となる。また IOP=3 のときも同様である。このように x 方向(経度)の値 x に関しては、 x および $x \pm 360^\circ$ を考慮して IOP の値を決めねばならない。また IOP=3 は最左端、IOP=4 は最右端の付近でのみ意味をもつ。

6.6 作図範囲の境界と作図線の交点計算

世界地図作図において、処理中の作図点 P と直前に処理した作図点 P' の座標をそれぞれ (X, Y) および (X', Y') とする。P あるいは P' のいずれか 1 点が作図範囲内にあり 1 点が外にあるとする。すると P と P' をむすぶ線は作図範囲の境界線と交わる。このとき作図は作図範囲内にある点と境界との交点をむすぶ線のみを描く、作図範囲を

$$XS \leq x \leq XD, \quad YS \leq y \leq YD$$

とすると、このときの交点の座標 (XQ, YQ) は作

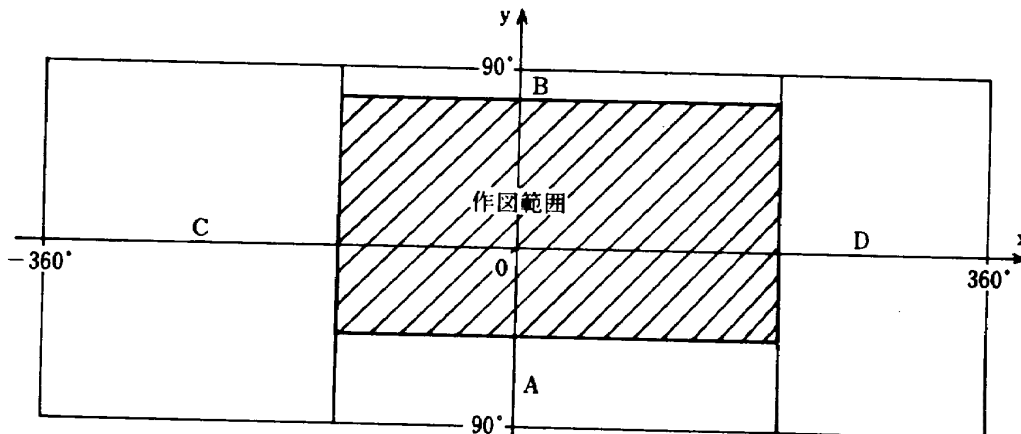


図 11 計算用座標系と作図範囲

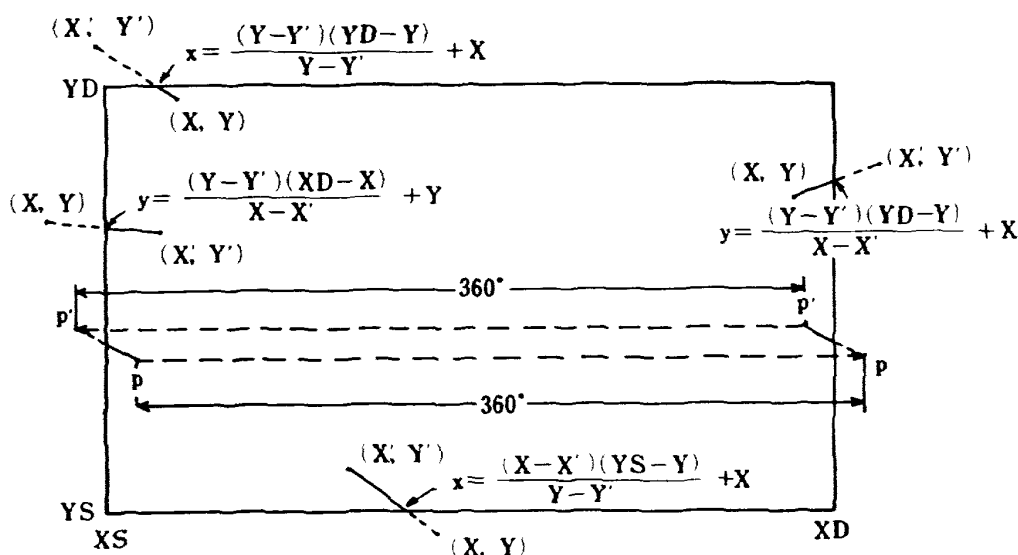


図12 境界と作図線の交点の計算

図範囲の外にある点のパラメータ IOP の値により次のように計算できる。

$$\text{IOP}=1 \text{ のとき } \begin{cases} XQ = \frac{(X-X') \cdot (YS-Y)}{Y-Y'} + X \\ YQ = YS \end{cases}$$

$$\text{IOP}=2 \text{ のとき } \begin{cases} XQ = \frac{(X-X') \cdot (YD-Y)}{Y-Y'} + X \\ YQ = YD \end{cases}$$

$$\text{IOP}=3 \text{ のとき } \begin{cases} XQ = XS \\ YQ = \frac{(Y-Y') \cdot (XS-X)}{X-X'} + Y \end{cases}$$

$$\text{IOP}=4 \text{ のとき } \begin{cases} XQ = XD \\ YQ = \frac{(Y-Y') \cdot (XD-X)}{X-X'} + Y \end{cases}$$

なお IOP=3, 4 のとき計算した YQ の値が $YQ < YS$ なら IOP=1 のときの式で, $YQ > YD$ なら, IOP=2 のときの式で計算しなおす。

また P と P' が共に作図範囲内にある場合であっても, 図12に示すようなときは, 直接 P' と P をむすべない。このときは, まず P を 360° 右へ平行移動し, 作図範囲外の仮想の点 p を作り P' から p をむすぶ線分と境界の交点を計算し作図する。さらに P' を -360° 平行移動した点 p' と P についても同様な処理を行なう。

このように作図範囲内にある2点 P, P' の作る線が境界線を横切るか否かは P' と P の x 座標の差の

絶対値 $|X' - X|$ が 180° より大きいかどうかで判定する。X' - X が -180° より小さければ, P と P' の関係は図12に示す関係にあるとする。X' - X が 180° より大きいときは逆の関係にあるものとする。

6.7 計算座標からプロット座標への変換

作図範囲内にある点は作図出力先の物理的な画面上の座標(プロット座標を呼ぶことにする)に変換する。作図範囲内にある各点は, 指定された投影法に従って座標変換を行ない, 与えられたプロット座標内の領域に納まるよう拡大・縮小と平行移動を行い, プロット座標を計算する。

6.8 星のプロット

星は黒丸でプロットする。光度等級により黒丸の大きさを変え光度等級を表現する。光度等級を S とすると比例定数 RM を使い黒丸の直径を

$$RM^{(7-S)} \times 0.05 \text{ (cm)}$$

とする。S ≥ 7 のときは作図可能な最小の点とする。RM は初期値として 1.4 が与えられている。

変光星は黒丸と×印で表現する。黒丸の大きさは最小光度等級を, ×印の大きさは最大光度等級を表わす。

図13に0等級から6等級までと変光星の表示例を示す。

0 等星	●
1 等星	●
2 等星	●
3 等星	●
4 等星	●
5 等星	●
6 等星	●
変光星	×

図 1 3 星のプロット

また星の横に数値もしくは 4 文字以内の文字列をコメントとして書くことができる。

6.9 経線、緯線の作図

任意の経度あるいは緯度から指定された間隔で経線あるいは緯線を作図する。作図は 1 本の経緯線を 250 等分し各点のプロット座標を計算し、それらの点を直線でむすんで描いてゆく。

6.10 投影法の指定

本プログラムでは 5. で述べた円筒図法、方位図法、円錐円法の 3 つの投影法を用意する。どの投影法を選択するかは次の 7. で述べる投影法指定サブルーチンを CALL して選ぶ。またこの 3 つ以外の投影法でも使用者が投影計算ルーチンを用意することにより使うことができる。投影法指定と同時に作図範囲およびプロット座標上での作図の位置および大きさをも指定する。指定に従い、プロット座標計算で用いられる拡大・縮小率、平行移動量を求める。

6.11 全体の流れ

以上で述べた処理により世界地図、星図の作図を行なう。作図は作図点のデータ読み出しから始まる。データは作図用データファイル、経緯度線作図ルーチンあるいはユーザのプログラムから供給される。作図処理ではパラメータ IPN を導入する。IPN の役割は、処理しようとしている作図点が世界地図データであるか星のデータであるかの識別であり、世界地図データの場合、直前に処理した作図点が作図

範囲内にあったか否かを示すものである。すなわち

IPN = 0 星データ

IPN = 1 線データ (世界地図) の最初の点

IPN = 2 直前の点が作図範囲内

IPN = 3 直前の点が作図範囲外

である。出力時においては CALCOMP 社の PLOTTER システムのサブルーチン PLOT⁸⁾ のパラメータ IPEN と同じ働きをする。

処理すべき作図点はまず座標の回転変換を受け、作図範囲内の点か、外の点か調べられる。作図範囲内であれば、経度の処理後、プロット座標へ変換され、星のデータであれば計算したプロット位置に星を作図する。前の点も作図範囲内のときは、その点の位置と現在の点をむすぶ。前の点が作図範囲外のときは、その点と現在の点をむすんだ線は作図範囲の境界線と交わっており、その交点を求め、求めた交点と現在点をむすぶ。

処理すべき点が作図範囲外にあるとき、星データおよび前の点も同じく範囲外の場合、次のデータへ進む。前の点が作図範囲内であったなら、現在の点とむすぶ線は境界線を横切る。その交点を計算し、前の点と交点までの線を作図し、次へ進む。

このようにして与えられたデータに従い世界地図なり星図を作図してゆく、図 1 4 は作図処理のフローチャートである。

7. サブルーチン

本プログラムはサブルーチンの集合で構成されている。ここではこれらサブルーチンの機能について説明する。実際の使用に際して必要な引数の並びおよび引数の説明は付録にまとめてある。

7.1 サブルーチン ENTOU

円筒図法で作図することを指定する。投影される円筒は図 8 に示したように赤道に接するように巻かれる。また地球あるいは天球での作図範囲、単位系を指定し、XYプロッタ上での図の大きさを定義する。

7.2 サブルーチン HOU I

方位図法で作図することを指定する。投影面は地

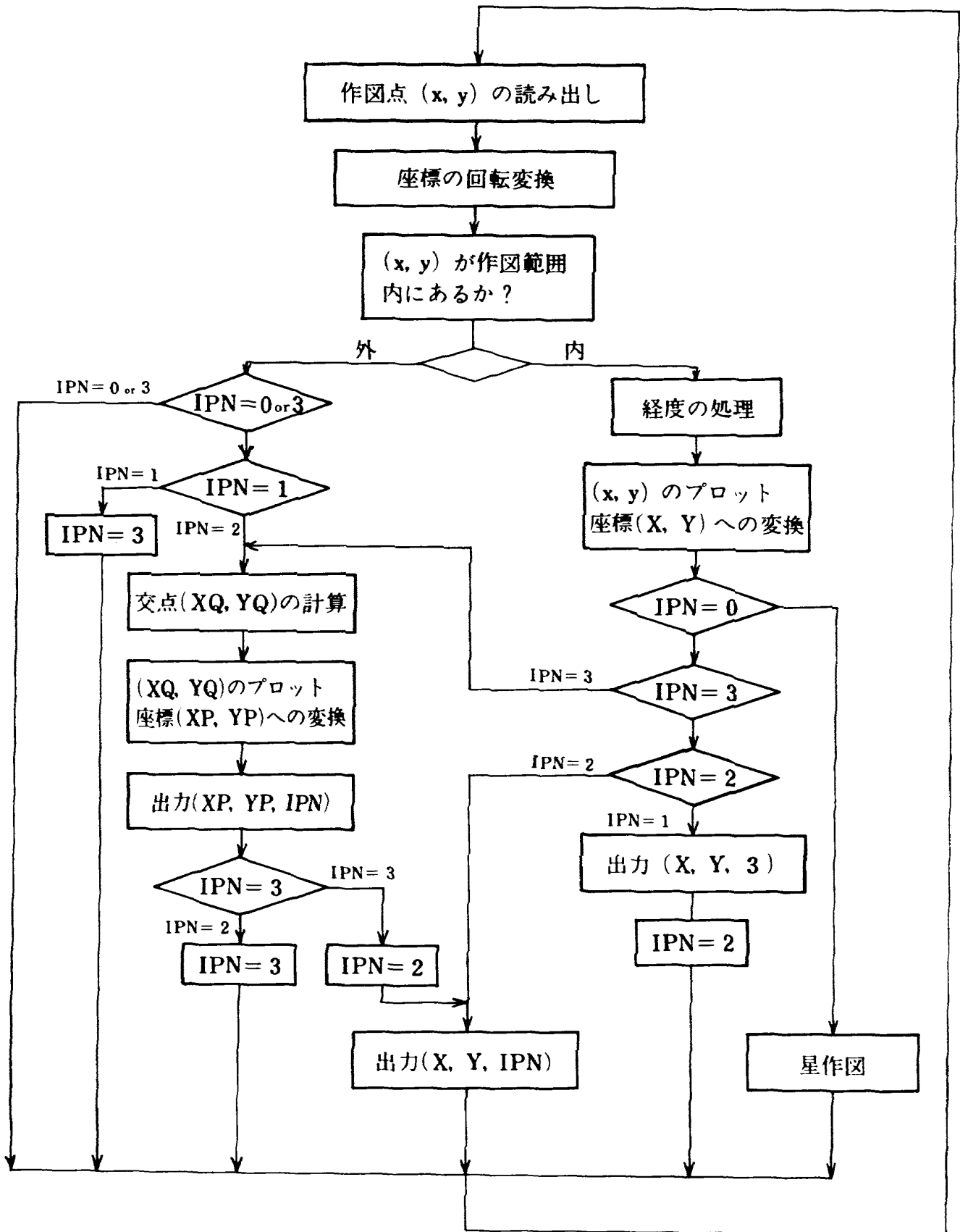


図 14 作図処理フローチャート

軸に垂直に北極に接するように置かれた平面である。図9に示したように、視点を北極上空上に置いて、地球あるいは天球を透視した図が得られる。北極から視点までの距離、単位系およびXYプロッタ上での図の大きさを定義する。

7.3 サブルーチン ENSUI

円錐図法で作図することを指定する。図10に示すように円錐の頂点が地軸上にくるように円錐をかぶせる。標準緯線、中央経線を決め、作図範囲、単位系とXYプロッタ上での図の大きさを定義する。

7.4 サブルーチン PRJP01

7.1~7.3以外の投影法をサブルーチンPRJCTFでコーディングし、本プログラムに組み込むとき、作図範囲、単位系、XYプロッタ上での図の大きさを決めるためのパラメータを設定する。

7.5 サブルーチン GLBRVL

地球あるいは天球上の任意の点(l, a)を北極($0^\circ, 90^\circ$)の位置にくるように回転変換を行なうことを指示する。回転変換はまず l を経度 0° になるように地軸を軸にし回転させ、その後 a を 0° 経線に添って緯度 90° になるように回転させる。

7.6 サブルーチン PRJP02

星図作図の際、コメントをいっしょに作図することを指定し、コメントの位置、大きさを定義する。

7.7 サブルーチン PRJP03

星図作図の際、描かせる最小の等級および星の黒丸の大きさのパラメータRMの値を変える。これらパラメータの初期値は12.5等、1.4になっている。

7.8 サブルーチン PRJCT1

作図用データファイルに格納されているデータを、ファイルから読み出し、指定された投影法でXYプロッタ上へ作図する。ファイルに入っているデータが世界地図のデータか星のデータかは、ファイル内に書き込まれている制御用データによりサブルーチン内で判定し作図する。

7.9 サブルーチン GLOBL

配列に格納されているラインデータを、指定された投影法によりXYプロッタ上に作図する。このルーチンにより計算した衛星の軌道等の曲線を世界地図や星図上にプロットする。

7.10 サブルーチン PRJST

配列に格納されている星のデータを、指定された投影法によりXYプロッタ上に作図する。

7.11 サブルーチン GLBGRD

指定した間隔で経線、緯線を作図する。

7.12. サブルーチン GLOBXY

地球あるいは天球上の任意の点(l, a)をプロット座標系の座標値に変換する。またその点が作図範囲の内にあるか外にあるかの情報を与える。

7.13. サブルーチン PRJCTF

投影法の定義を行なう。ある地点の経緯度(l, a)を与え、投影面上での座標(x, y)を計算する。本プログラムでは5.で説明した円筒、方位、円錐の各図法については用意してある。これ以外の図法で作図する場合は、"PRJCTF"の名をもつサブルーチンで投影法を定義して本プログラムに組み込む必要がある。

7.14. サブルーチン SAOMT

SAOのSTAR CATALOG BINARY磁気テープの第N番目のファイルの第M番目のレコードを読み出す。磁気テープのデータはバイナリーであり、これを実数型あるいは整数型のフォーマットに変換する。

7.15. サブルーチン SAOMTI

SAO磁気テープの第N番目のファイルのレコード数と格納されている星の数を求める。

7.16. サブルーチン LPSAO

サブルーチンSAOMTで読み出したデータをラインプリンタ上に星表の型で印刷する。SAOの磁

気テープの1レコードに格納されている星のデータは50星以内であり、本ルーチンで印刷される行数は56行以内である。(印刷例は付図5を参照)

7.17. サブルーチンRDBCVR

ベクバル恒星データファイルから星のデータを読み出す。ファイルのデータを50星づつに分割し、全体を128の領域に分け、1回のCALLでその内の一つの領域のデータを読み出す。

7.18. サブルーチンLPBCVR

サブルーチンRDBCVRで読み出したデータをラインプリンタ上に星表の型で印刷する。本ルーチンで印刷される行数は、読み出した星の数が50星のとき55行となる。(印刷例は付図3を参照)

7.19. サブルーチンRDBCVV

ベクバル恒星データファイル中に含まれている128星の変光星のデータファイルから、データを読み取る。

7.20. サブルーチンRDFK4

天体位置表による恒星データファイルからデータを読み出す。ファイルのデータを55星づつに分割し、全体を28の領域に分け、1回のCALLでその内の一つの領域のデータを読み出す。

8. 使用例

8.1 人工衛星軌道の作図

人工衛星の軌道を円筒図法で描いた世界地図上にプロットする。人工衛星の軌道は既に計算されファイルに計算結果が格納されているものとする。

世界地図は経度を -180° から 180° 、緯度を -90° から 90° とし、経緯度線を 15° おきに描く。また経度線の下端、緯度線の左端の位置をサブルーチンGLOBXYで調べ、その位置に経緯度の値を記入する。ファイルから読み出された人工衛星の軌道データは時刻と地球中心からの位置 (x, y, z) である。これを経緯度のデータ(単位ラジアン)に変換し、サブルーチンGLOBLを使って軌道を描く、図15はこのようにして描いた図である。(図15作図プログラムは付録2-Gを参照)

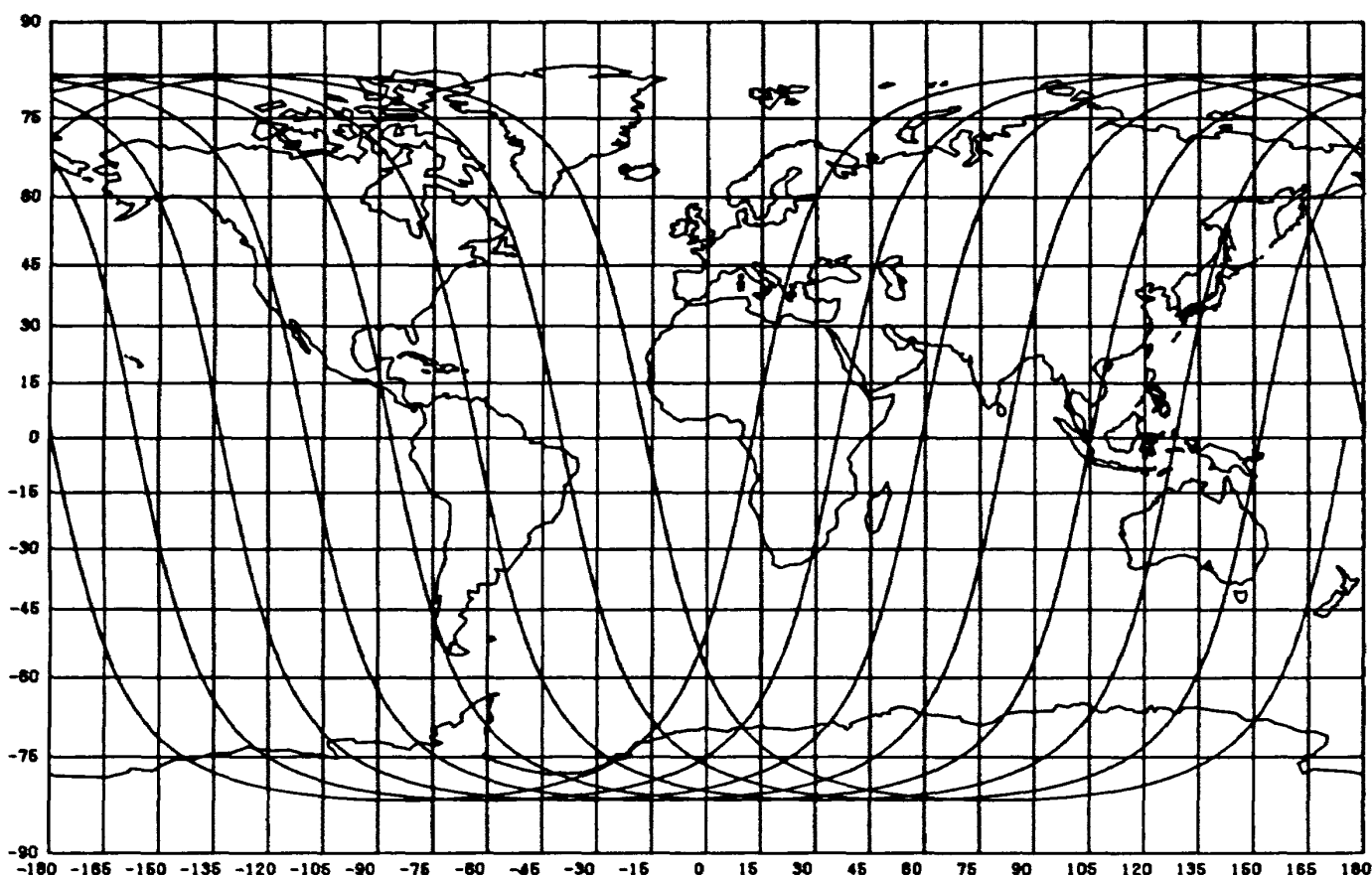


図15 円筒図法による世界地図と人工衛星軌道の作図

8.2 宇宙から透視した地球の作図

日本の静止衛星「ひまわり」は東経 140° の静止軌道上にある。この「ひまわり」から地球を透視する。

まず東経 140° 、北緯 0° をサブルーチンGLB-RVLにより北極へくるように回転変換をさせ、地上約 36000km の位置から方位図法で地球を描けばよい。経緯度線は 30° おきに描かせる。図16はこのようにして描いた図である。(図16作図プログラムは付録2-Hを参照)

8.3 円錐図法による星図の作図

星図を作図する。星表はベクバル星表を使う。まずサブルーチンRDBCVRおよびサブルーチンRDBCVVにより、ベクバル恒星ファイルからデータを読み出し、作図用の恒星データファイルを作成する。(作図用データファイル作成プログラムは付図7を参照)このファイルを使って赤経 17.85 時から 21.15 時、赤緯 20° から 70° までの範囲を円錐図法で描く、赤経線は1時間おき、赤緯線は 10° おきに入れる。図17はこのようにして描いた図である。(図17作図プログラムは付録2-Iを参照)

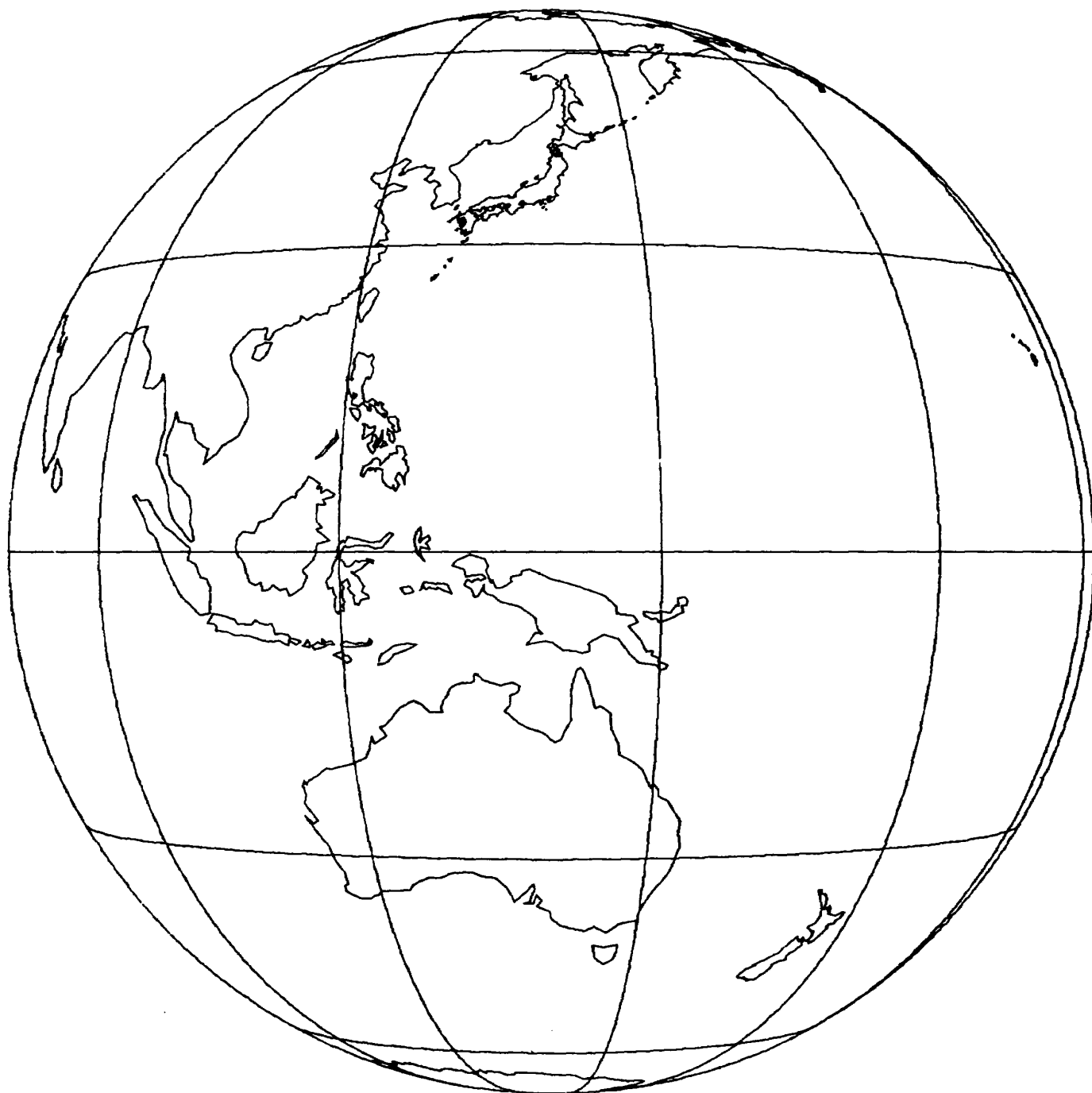


図16 静止衛星の高度から透視した地球

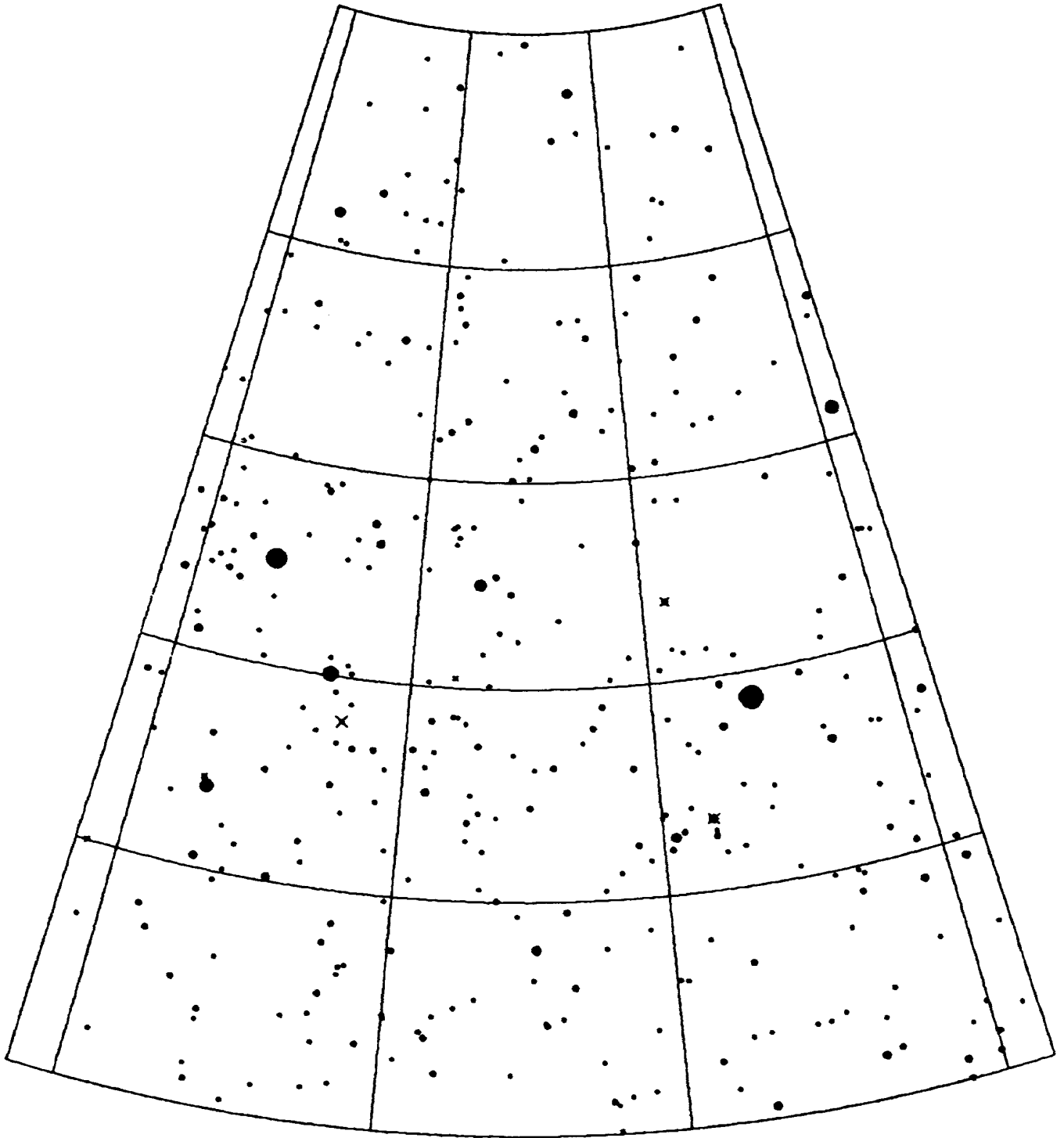


図17 円錐図法による星図の作図

8.4 3星表による星図の作図

オリオン座付近赤経5時から7時、赤緯 -10° から 10° までの範囲を、a) 天体位置表による恒星データ、b) ベクバル星表、c) SAO星表を使って、円筒図法で描く、図18はそれぞれの星表のデータにより描いた図である。(図18作図プログラムは付録2-Jを参照)

9. むすび

計算機により世界地図、星図を描かせるプログラムについて述べた。プログラムはすべてFORTRANのサブルーチン形式で作り、ライブラリ化されている。FORTRANで書かれているプログラムには、直ちに結合でき利用することができる。本プログラム作成により得られた結果をまとめると次のようになる。

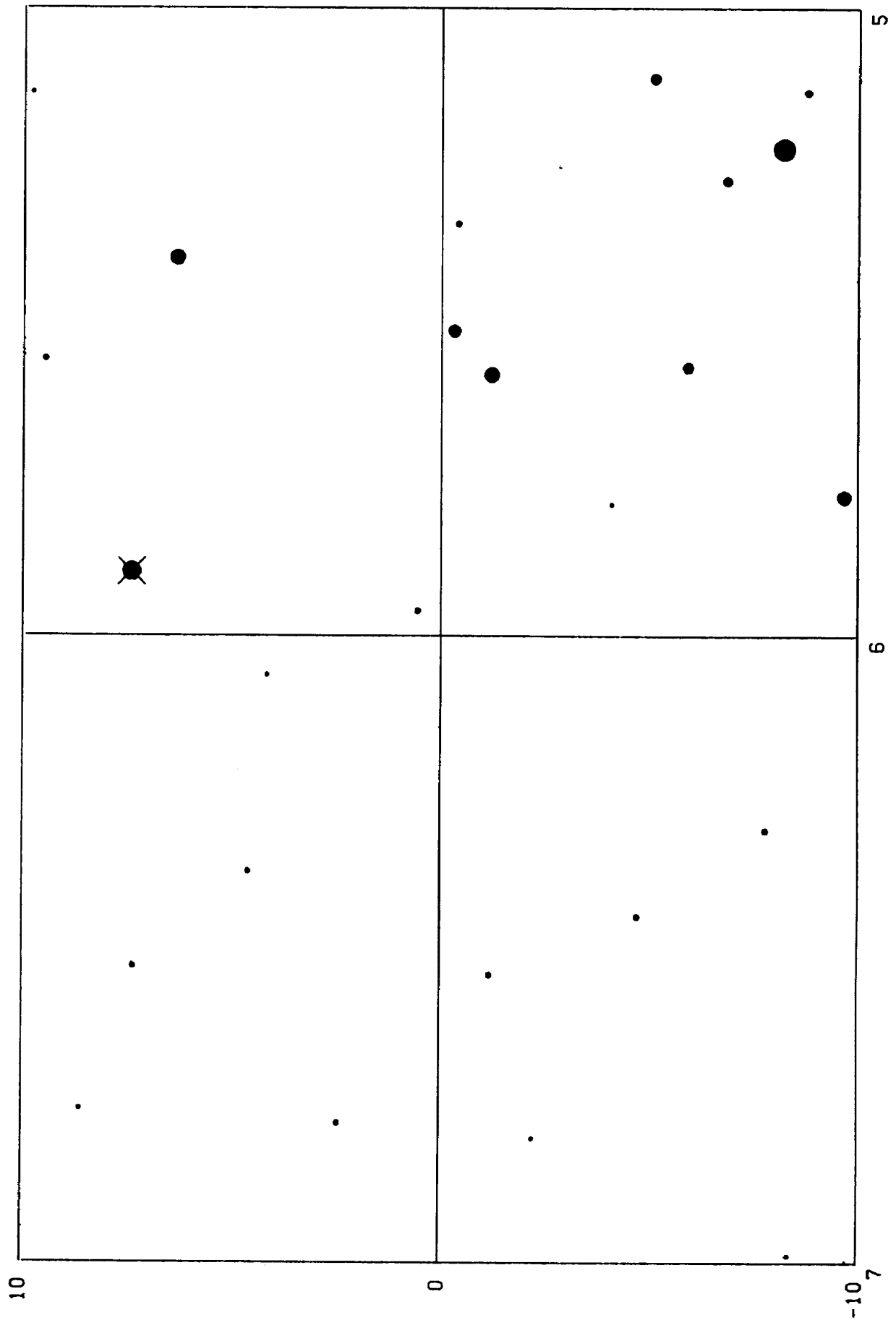


図 1 8 一(a) 天体位置表による恒星データ星図

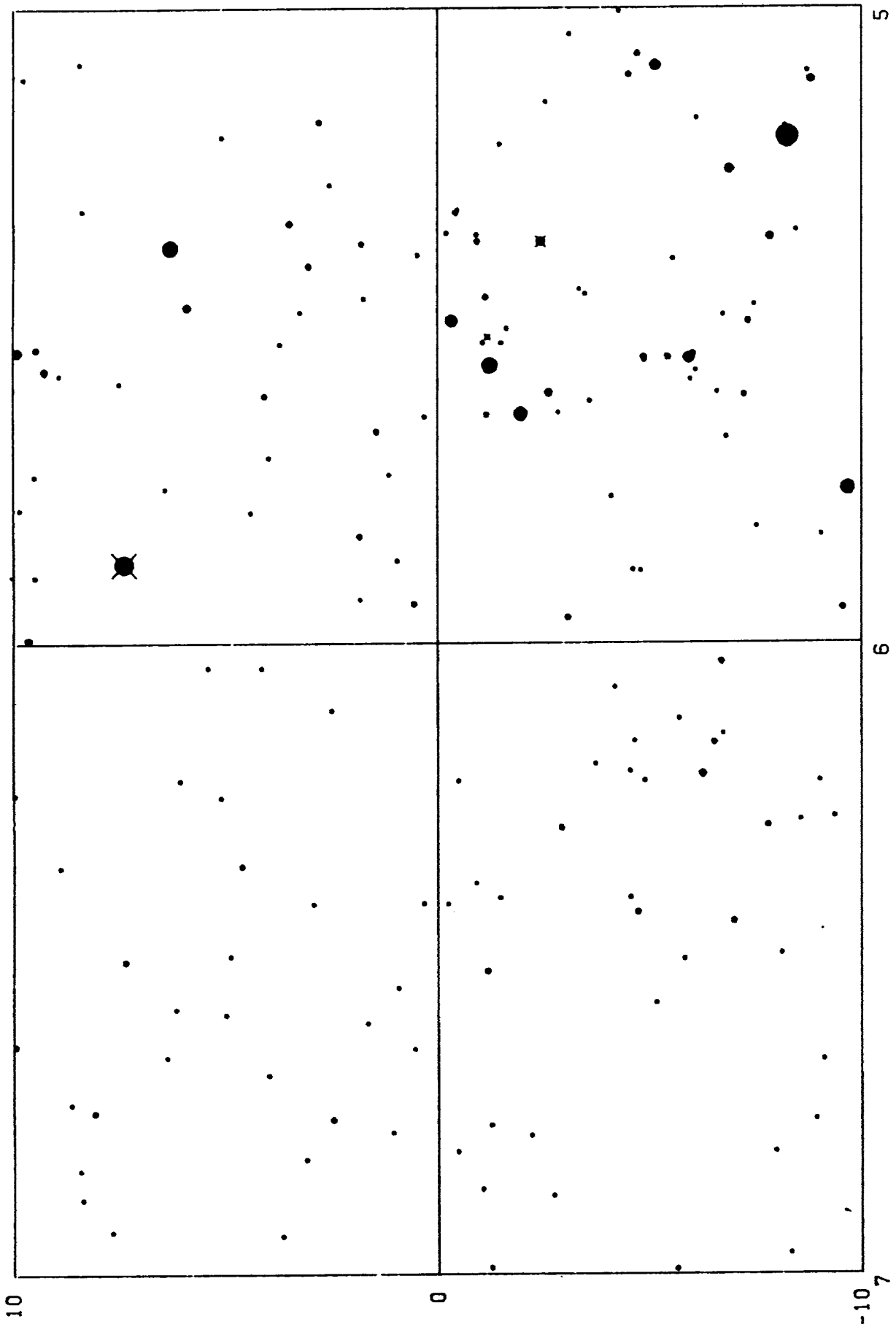


図18—(b) ベクバル星表による星図

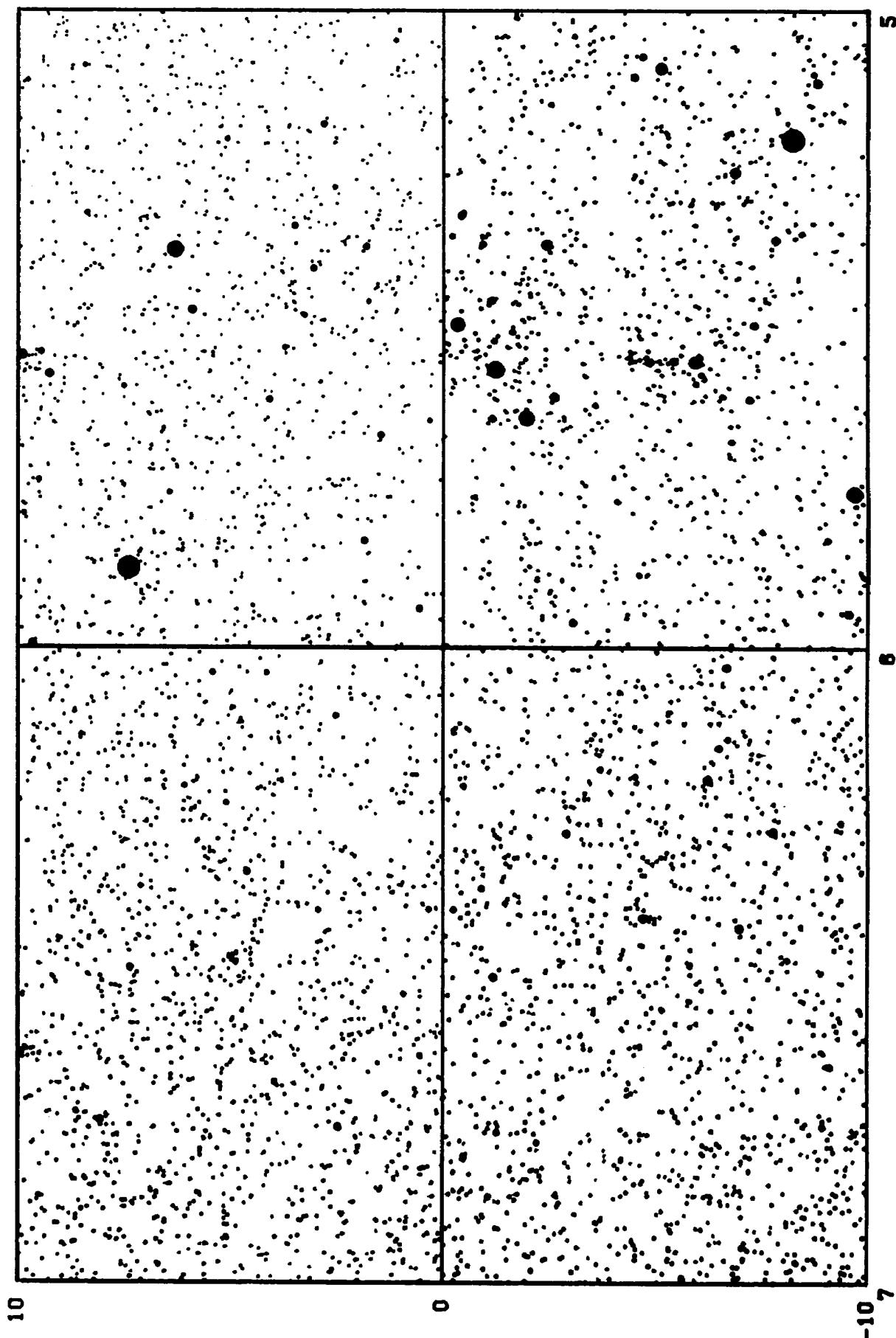


図 18-(c) SAO 星表による星図

- (1) 球面上に描かれている点，線を円筒図法，方位図法，円錐図法により2次元平面に投影するためのプログラムを作成した。
- (2) 世界地図の海岸線をデータ化し，データファイルに格納した。
- (3) FK4星表，ベクバル星表の一部をデータ化し，データファイルに格納した。そしてSAO星表も含めて，3種類の星表のデータを計算機で利用できるようにした。
- (4) 図面上に描かれた点，線をデータ化し，計算化に入力する一方法を提案した。

最後に，本プログラムは計測部の村田正秋技官の要請により作成されたもので，終始よきユーザとしてアドバイスを与えてもらった。また世界地図の単調で煩わしいデータ作成は大雲佳代さん（現在計測部）にして頂いた。ここに感謝の意をもってしりたい。

参 考 文 献

- 1) 例えばI. Hirschsohn; AMESPLOT-A Higher Level Data Plotting Software System, Communications of the ACM, Vol.13, No.9 (1970) pp.546-555
- 2) 海上保安庁; 昭和51年天体位置表, 昭和50年3月 pp.289-316
- 3) A. Bečvář; ATLAS OF THE HEAVENS-II CATALOGUE 1950.0, House of the Czechoslovak Academy of Sciences, Praha, 1963
- 4) K.L. Haramundanis; SAO STAR CATALOG BINARY TAPES, Smithsonian Institution Astrophysical Observatory, 1967-6
- 5) 安田春雄; 星図星表めぐり(4)位置星表, 天文月報, 昭和49年5月, pp.154-157
- 6) 例えば 科学の辞典, ちずの項 pp.1076-1086, 岩波書店(1964)
丸山隆玄; 数理地図投影法,(昭和45) 槇書店
- 7) FACOM OSIV FORTRAN 77 文法書 pp.63-65, 富士通1979-1
- 8) カルコンプ パンフィック インコーポレイテッド日本支社; Calcomp Electromechanical Plotters ユーザーズマニュアル

付録1 サブルーチン使用説明

本プログラムは20のサブルーチンをもつ，これらのサブルーチンの使用法を付表1から付表20までに示す。パラメータの型はFORTRANの暗黙の型宣言すなわち最初の文字がI, J, K, L, M, Nのいずれかであるときは4バイトの整数型，それ以外は特にことわりのない限り4バイトの実数型である。

使用上の注意

世界地図・星図作図で使用者が直接CALLするサブルーチンは，付表1から付表12までのサブルーチンである。これらのものから必要なサブルーチンを選んでCALL一つの図を描かせる。CALLする順序は

- (1) 投影法指定ルーチンENTOU, HOU1, ENSUI, PRJP01のうちの1つを必ず最初にCALLする。2つ以上CALLしたときは最後のものが有効になる。
- (2) もし必要であれば作図パラメータ設定ルーチンGLBRVL, PRJP02, PRJP03をCALLする。
- (3) 最後に作図実行ルーチンPRJCT1, GLOBL, PRJST, GLBGRD, GLOBXYの必要なものをCALLする。
- (4) 本プログラムの作図データ出力はCALCOMP社のサブルーチンPLOT⁸⁾(X, Y, IPEN)の形式を使っている。

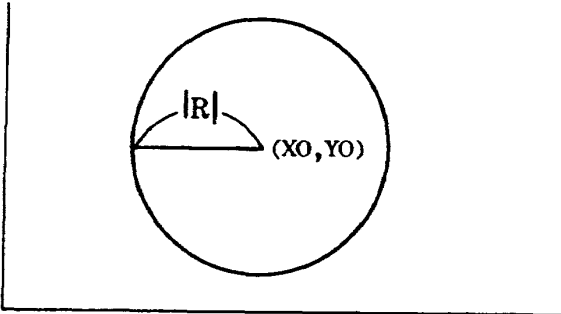
各サブルーチンでの単位

サブルーチンGLOBLとPRJSTの単位はラジアンであることに注意。他のサブルーチンの単位は投影法指定で定義した単位系に従う。

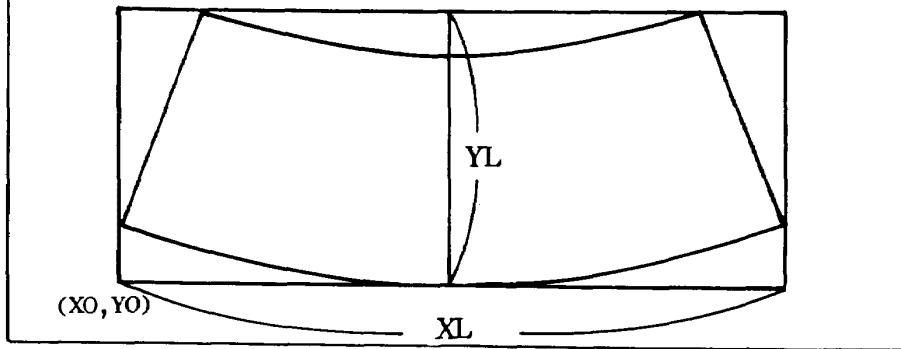
付表 1 サブルーチン ENT O U

サブルーチン名		ENT O U	
機能		与えられるデータを円筒図法で作図することを指定, また作図範囲, XYプロッタ上での図の大きさを指定する。	
呼び出し形式		CALL ENT O U (R1, R2, A1, A2, IP, C, XO, YO, YL, XL)	
パラメータ	入出力	パラメータの説明	
R1	入力	} 経度の範囲 描く範囲を指定 } 緯度の範囲	$-360^{\circ} \leq R1 < R2 \leq 360^{\circ}$
R2	入力		かつ $R2 - R1 \leq 360^{\circ}$
A1	入力		
A2	入力		$-90^{\circ} \leq A1 < A2 \leq 90^{\circ}$
IP	入力		IP = 1 R1, R2, A1, A2の単位度 IP = 2 R1, R2, A1, A2の単位ラジアン IP = 3 R1, R2の単位時角, A1, A2の単位度 IP > 0 のとき XYプロッタ上で経度の方向右側正 IP < 0 " 左側正
C	入力	0 < C ≤ 1.0 緯度をC倍して作図する 図8参照	
XO	入力	} XYプロッタ上の図の原点 (XO, YO) 単位cm	
YO	入力		
YL	入力	Y軸方向の図の長さ 単位cm	
XL	入出力	入力時 X > 0.1 なら X軸方向の図の長さ 単位cm 入力時 X ≤ 0.1 なら Y軸の長さに比例した長さがX軸の長さになり, その値を出力 単位cm	
備考		円筒は赤道に沿って巻かれる。	
作図の大きさ			
<p>(0.0)プロッタ原点</p>			

付表2 サブルーチンHOU I

サブルーチン名		HOU I
機能		与えられるデータを北極の真上(経度0°, 緯度90°)から透視して作図することを指定。また作図範囲, XYプロッタ上での図の大きさを指定する。
呼び出し形式		CALL HOU I (D, DC, IP, XO, YO, R)
パラメータ	入出力	パラメータの説明
D	入力	視点の北極からの距離(中心から北極までの距離(半径)を1とした距離。 描く最低の緯度。 DCの単位系。ENTOUのパラメータと同じ。 } XYプロッタ上の図の中心座標(XO, YO) 単位cm 描く図の半径の大きさ R 単位cm R > 0 のとき 中心(XO, YO)半径Rの円を描く。 R < 0 のとき 円は描かない。
DC	入力	
IP	入力	
XO	入力	
YO	入力	
R	入力	
備考		作図の大きさ  (0,0)プロッタ原点

付表 3 サブルーチン ENSUI

サブルーチン名		ENSUI	
機能		与えられるデータを円錐図法により作図することを指定。 また、作図範囲、XYプロッタ上での図の大きさを指定する。	
呼び出し形式		CALL ENSUI (R1, R2, A1, A2, IP, XC, YC, XO, YO, YL, XL)	
パラメータ	入出力	パラメータの説明	
R1	入力	} 描く範囲を指定	} ENTOUのパラメータと同じ
R2	入力		
A1	入力		
A2	入力		
IP	入力	} 単位系の指定	} 単位はIPにより指定
XC	入力	標準緯線の緯度	
YC	入力	中央経線の経度	
XO	入力	} XYプロッタ上の図の原点単位cm	
YO	入力		
YL	入力	Y軸方向の図の長さ	
XL	出力	X軸方向の図の長さが出力	
備考		円錐の頂点は北極上	
作図の大きさ		 <p>(0,0) プロッタ原点</p>	

付表4 サブルーチンPRJP01

サブルーチン名		PRJP01
機能		使用者が定義したサブルーチンPRJCTFに対する作図範囲, XYプロッタ上で図の大きさ等のパラメータを定義する。
呼び出し形式		CALL PRJP01(R1,R2,A1,A2,IP,XO,YO,CX,CY,IT,M)
パラメータ	入出力	パラメータの説明
R1	入力	} 描く範囲を指定 } ENTOUのパラメータと同じ
R2	入力	
A1	入力	
A2	入力	
IP	入力	
XO	入力	} XYプロッタ上の図の原点 単位cm
YO	入力	
CX	入力	プロッタ座標計算時のX方向拡大率
CY	入力	" " " " " " " " " " " PRJCTFで計算された(x, y)の値に対し, プロッタ座標(XP, YP)は $\begin{cases} XP = CX \cdot x + XO \\ YP = CY \cdot y + YO \end{cases}$ で計算される。
IT	入力	IT=1: 経度処理を行なう。 ≠1 " 行なわない。
M	入力	指定する投影法の番号 本プログラムに組み込まれているPRJCTFでは, 円筒図法が1, 円錐図法が2, 方位図法が3で定義。PRJCTFを新しく作る場合は任意に定義してよい。

付表 5 サブルーチン GLBRVL

サブルーチン名	GLBRVL	
機能	地球上の任意の点 (x, y) を北極 $(0^\circ, 90^\circ)$ の位置 にくるように, 座標系を回転させる。回転は $x \rightarrow 0$ にした後 $y \rightarrow 90^\circ$ にするように行なう。	
呼び出し形式	CALL GLBRVL (X, Y)	
パラメータ	入出力	パラメータの説明
X	入力	経度あるいは赤経 単位は図法指定ルーチンのパラメータ IP による 緯度あるいは赤緯
Y	入力	
備考	X > 5000 とすると設定されているパラメータを取り消す。	

付表 6 サブルーチン PRJP02

サブルーチン名	PRJP02	
機能	星図プロット時に星にコメントを付けるかどうか指定する。	
呼び出し形式	CALL PRJP02 (ISW, X, Y, H)	
パラメータ	入出力	パラメータの説明
ISW	入力	ISW=1 : 文字コメントを付ける =2 : 数字コメントを付ける ≠1,2 : コメントを付けない } コメントの左下端の星中心座標からの位置 コメントの文字の大きさ
X	入力	
Y	入力	
H	入力	
備考	ISW=1 のときは作図用データファイルの 5 番目の項に文字データ ISW=2 のときは実数型の数データが入っていること。	

付表7 サブルーチンPRJP03

サブリーチン名	PRJP03	
機能	描かせる星の最小等級および星の黒丸の大きさのパラメータRMの値を変える。	
呼び出し形式	CALL PRJP03(SM, RM, IW)	
パラメータ	入出力	パラメータの説明
SM	入力	描かせる星の最小等級。ここで指定した等級より明るい星のみを作図する。 SMの初期値は12.5になっている。
RM	入力	星を描く黒丸の大きさのパラメータ、等級Sの星の黒丸の直径Dは $D = RM^{(7.0-S)} \times 0.05 \text{cm}$ RMの初期値は1.4になっている。
IW	入力	プリンタプロッタに出力するときは、IW=1にする。

付表8 サブルーチンPRJCTI

サブリーチン名	PRJCTI	
機能	作図用データファイルからデータを読み出し、指定された投影法で作図する。	
呼び出し形式	CALL PRJCTI(IO)	
パラメータ	入出力	パラメータの説明
IO	入力	データの格納されているファイル番号 データ形式は6.1参照

付表9 サブルーチンGLOBL

サブリーチン名	GLOBL	
機能	配列に格納されているラインデータを、指定された投影法で作図する。	
呼び出し形式	CALL GLOBL(DX, DY, N, IPN)	
パラメータ	入出力	パラメータの説明
DX	入力	経度データの入っている配列名、大きさDX(N)
DY	入力	緯度データの入っている配列名、大きさDY(N)
N	入力	配列DX, DYの大きさ
IPN	入力	IPN=2 (X(1), Y(1))までペンダウンで移動 IPN=3 (X(1), Y(1))までペンアップで移動
備考	(X(1), Y(1)), (X(2), Y(2)) …… (X(N), Y(N))をむすんだ線をプロットする。DX, DYの単位はラジアン	

付表 10 サブルーチン PRJST

サブルーチン名	PRJST	
機能	配列に格納されている星データを指定された投影法で作図する。	
呼び出し形式	CALL PRJST(DX, DY, DS, N)	
パラメータ	入出力	パラメータの説明
DX	入力	星の赤経データの入っている配列名, 大きさDX(N) 星の赤緯データの入っている配列名, 大きさDY(N) 星の等級データの入っている配列名, 大きさDS(N) 配列の大きさ
DY	入力	
DS	入力	
N	入力	
備考	DX, DYの単位はラジアン	
このルーチンでは星にコメントを記付することはできない。		

付表 11 サブルーチン GLBGRD

サブルーチン名	GLBGRD	
機能	経度, 緯度線を作図する。	
呼び出し形式	CALL GLBGRD(R1, RI, R2, A1, AI, A2)	
パラメータ	入出力	パラメータの説明
R1	入力	最小経度 経度線の指定 増分 最大経度 実際に描く経度は $R1 + N \times RI$, ($N=0, 1, 2 \dots$) でR2以下のもの。
RI	入力	
R2	入力	
A1	入力	最小緯度 緯度線の指定 増分 最大経度 実際に描く緯度は $A1 + N \times A1$, ($N=0, 1, 2 \dots$) でA2以下のもの。
AI	入力	
A2	入力	
備考	ここで与える単位系は投影法指定ルーチンのパラメータIPによる。	

付表 12 サブルーチン GLOBXY

サブルーチン名		GLOBXY
機能		球上の任意の点 (x, y) をプロット座標系の座標値に変換する。またその点 が作図範囲内にあるか外にあるかの情報を与える。
呼び出し形式		CALL GLOBXY(X, Y, IOP)
パラメータ	入出力	パラメータの説明
X	入出力	入力時 経度あるいは赤経 出力 プロッタ上でのX座標
Y	入出力	入力時 緯度あるいは赤緯 出力 プロッタ上でのY座標
IOP	出力	入力時のデータの単位系は投影法指定ルーチンのパラメータIPによる。 IOP=0 与えられた点が 作図範囲にある。 IOP=1 ' 図11のAにある 2 ' 図11のBにある 3 ' 図11のCにある 4 ' 図11のDにある

付表 13 サブルーチン PRJCTF

サブルーチン名		PRJCTF	
機能		経緯度の座標値を平面直角座標値に変換する。	
呼び出し形式		CALL PRJCTF(XX, YY, X, Y, M)	
パラメータ	入出力	パラメータの説明	
XX	出力	}変換された平面上での座標	
YY	出力		
X	入力		} 経度(ラジアン) 緯度(ラジアン)
Y	入力		
M	入力	投影法を f で定義すると $(XX, YY) = f(X, Y)$ 投影法の番号	
備考		本プログラムに組み込まれているPRJCTFではM=1:円筒図法, M=2:円錐図法, M=3:方位図法で定義されている。 使用者は投影法 f を任意に定義したPRJCTFを作り本プログラムに組み込むことができる。こ のとき、サブルーチンPRJP01で作図範囲, XYプロッタ上での図の大きさ等を定義。	

付表 14 サブリーチン SAOMT

サブリーチン名		SAOMT
機能		SAOスターカタログバイナリー磁気テープからデータを読み出す。
呼び出し形式		CALL SAOMT (N, M, DT, IC, NN)
パラメータ	入出力	パラメータの説明
N	入力	ファイル番号
M	入力	レコード番号
DT	出力	2倍精度2次元配列名大きさDT(15,50) SAOの実数型データが読み出されるエリア
		DT(1,*) 赤経 1950 (ラジアン) 有効ビット 30
		DT(2,*) 赤緯 1950 (ラジアン) 30
		DT(3,*) 赤経固有運動(ラジアン) 17
		DT(4,*) DT(3,*)の標準偏差(ラジアン) 13
		DT(5,*) 赤緯固有運動(ラジアン) 17
		DT(6,*) DT(5,*)の標準偏差(ラジアン) 13
		DT(7,*) DT(1,*)およびDT(2,*)の標準偏差(ラジアン) 12
		DT(8,*) 写真等級 11
		DT(9,*) 実視等級 11
		DT(10,*) 赤経観測年(ラジアン) 30
		DT(11,*) DT(10,*)の標準偏差(ラジアン) 11
		DT(12,*) DT(10,*)の観測年-1850.0 11
		DT(13,*) 赤緯観測年(ラジアン) 30
		DT(14,*) DT(10,*)の標準偏差(ラジアン) 11
		DT(15,*) DT(13,*)の観測年-185.0 11
IC	出力	2次元配列名 大きさIC(13,50) SAOの整数型データが読み出されるエリア
		IC(1,*) code 10 (visual magnitude)
		IC(2,*) code 20 (star numbers and footnotes)
		IC(3,*) code 30 (photographic magnitudes)
		IC(4,*) code 40 (proper motion)
		IC(5,*) code 51 (spectral type)
		IC(6,*) code 52 (double and variable stars)
		IC(7,*) code 60 (accuracy of visual magnitude)
		IC(8,*) code 70 (accuracy of photographic magnitude)
		IC(9,*) DM zone
		IC(10,*) DM number
		IC(11,*) spectral type
		IC(12,*) Smithsonian book unumber
		IC(13,*) source catalog star unumber
		各項目の意味は参考文献4参照
NN	出力	読み出した恒星の数, 各ファイルの最後のレコード以外では50となる。
備考		ファイルは順編成ファイルであるから既に読み出したレコード番号より若いレコード番号を読み出すときは, REWINDする必要がある。

付表 15 サブルーチン SAOMTI

サブルーチン名	SAOMTI	
機能	SAOスターカタログバイナリー磁気テープの各ファイルに納められている恒星数とレコード数を求める。	
呼び出し形式	CALL SAOMTI(N, IND, M, NS)	
パラメータ	入出力	パラメータの説明
N	入力	SAO磁気テープのファイル番号 1~9
IND	入力	Nが北半球のとき IND=0, 南半球のとき IND=1
M	出力	Nファイルのレコード数
NS	出力	Nファイルの恒星数

付表 16 サブルーチン LPSAO

サブルーチン名	LPSAO	
機能	サブルーチンSAOMTIで読み出したデータをラインプリンタ上に印字する。	
呼び出し形式	CALL LPSAO(DT, IC, NN)	
パラメータ	入出力	パラメータの説明
DT	入力	2倍精度2次元配列名大きさDT(15,50) 2次元配列名大きさIC(13,50) データの個数 } ルーチンSAOMTIで読み出されたもの
IC	入力	
NN	入力	
備考	このルーチンではラインプリンタの現在の位置から印字を開始し、全部で57行印字する。	

付表 17 サブルーチン R D B C V R

サブルーチン名		R D B C V R
機能		ベクバル恒星カタログを50星単位で読み出す。
呼び出し形式		CALL R D B C V R (N , M , D T , I C , N N)
パラメータ	入出力	パラメータの説明
N	入力	ファイル番号
M	入力	レコード番号 M=0~128, M=0のときREWIND
DT	出力	2次元配列名大きさDT (9.50) DT (1 , *) 赤経 (ラジアン) DT (2 , *) 赤経年差 (秒) DT (3 , *) 赤経固有運動 (秒) DT (4 , *) 赤緯 (ラジアン) DT (5 , *) 赤緯年産 (") DT (6 , *) 赤緯固有運動 (") DT (7 , *) 等級 999.0より大きいときは変光星 DT (8 , *) 絶対等級 DT (9 , *) 視差 (")
IC	出力	2次元配列名 大きさIC (10.50) IC (1 , *) GC番号 IC (2 , *) 赤経 $100000 * H_{時} + 1000 * M_{分} + 10 * S_{秒}$ IC (3 , *) 赤緯 $100000 * D^{\circ} + 100 * M' + S''$ IC (4 , *) } スペクトル型 6文字 (A6) IC (5 , *) } IC (6 , *) 視線速度 (km/sec) IC (7 , *) IC (6 , *) のサブ情報 2: variable 3: variable? IC (8 , *) } 番号 IC (9 , *) } 星名 星座名 3文字 (A3) IC (10 , *) Note 4文字 (A3) D: double or multiple star, S: spectroscopic double, E: eclipsing binary, EL: elliptical variable, V: variable
NN	出力	読み出した恒星の数 M=128以外では50となる。
備考		ファイルは順編成ファイルであるから既に読み出したレコード番号より若いレコード番号を読み出すときは、REWINDする必要がある。

付表 18 サブルーチン LPBCVR

サブルーチン名		LPBCVR
機能		サブルーチンRDBCVRで読み出したデータをラインプリンタ上に印字する。
呼び出し形式		CALL LPBCVR (DT, IC, NN)
パラメータ	入出力	パラメータの説明
DT	入力	2次元配列名大きさDT (9, 50) } ルーチンRDBCVRで読み出されたもの IC (10, 50) } の データの個数
IC	入力	
NN	入力	
備考		このルーチンではラインプリンタの現在の位置から印字を開始する。 NN=50 のとき全部で55行の印字をする。

付表 19 サブルーチン RDBCVV

サブルーチン名		RDBCVV
機能		サブルーチンRDBCVRで読み出されたデータの内、変光星の等級データなどを読み取る。
呼び出し形式		CALL RDBCVV (N, DR, IC, DT)
パラメータ	入出力	パラメータの説明
N	入力	ファイル番号
DR	出力	2次元配列名大きさDR (5, 166) DR (1, *) 最大等級 (1) DR (2, *) 最小等級 (1) DR (3, *) 通常0.0, 周期に変動のあるときはDTのデータと共にその範囲を示す。 DR (4, *) 最大等級 (2) DR (5, *) 最小等級 (2)
IC	出力	2次元配列名大きさIC (6, 166) IC (1, *) GC番号 IC (2, *) 等級(1)の型 (A1) IC (3, *) } IC (4, *) } コメント12文字 (A12) IC (5, *) } IC (6, *) 等級(2)の型 (A1) 等級の型は V:実視, P:写真 E:フォトエレクトリック
DT	出力	2倍精度1次元配列名大きさDT (166) 変光周期
備考		変光星の個数は166星

付表20 サンプルチンRDFK4

サブルーチン名	RDFK4	
機能	天体位置表の恒星データを55星単位で読み出す。	
呼び出し形式	CALL RDFK4(N,M,DD,DR,IC,NN)	
パラメータ	入出力	パラメータの説明
N	入力	ファイル番号
M	入力	レコード番号 M=0~28, M=0のときDEWIND
DD	出力	2倍精度2次元配列名大きさDD(2,55) DD(1,*) 赤経 (ラジアン) DD(2,*) 赤緯 (ラジアン)
DR	出力	2次元配列名 大きさDR(6,55) DR(1,*) 等級 DR(2,*) 通常0.0, 変光星のときDR(1,*)~DR(2,*) で範囲, もしくは999.9で変光星を表わす。 DR(3,*) 赤経年差 (ラジアン) DR(4,*) 赤経固有運動 (ラジアン) DR(5,*) 赤緯年差 (ラジアン) DR(6,*) 赤緯固有運動 (ラジアン)
IC	出力	2次元配列名 大きさIC(12,50) IC(1,*) FK4番号 IC(2,*) 星座名 3文字(A3) IC(3,*) } スペクトル型 3文字 (A3) IC(4,*) } 3文字 (A3) IC(5,*) 赤経 10000*H時+100*M分+S秒 IC(6,*) 赤経 秒の小数点以下 3桁 IC(7,*) 赤経年差 (秒)×10000 IC(8,*) 赤経固有運動 (秒)×10000 IC(9,*) 赤緯 10000*D°+100*M'+S" IC(10,*) 赤緯の " の小数点以下 2桁 IC(11,*) 赤緯年差 " ×1000 IC(12,*) 赤緯年差 " ×1000
NN	出力	読み出した恒星の数 M=28以外では55となる。
備考	ファイルは順編成ファイルであるから既に読み出したレコード番号より若いレコード番号を読み出すときは, REWINDする必要がある。	

付録2 プログラム例

A. サブルーチンPRJCTF

付図1に本プログラムに組み込まれているサブルーチンPRJCTFのリストを示す。

```
SUBROUTINE PRJCTF(XX,YY,X,Y,MDP)
COMMON /COMPJF/CON1,TN2D,CON2,X01,Y01,D3D
GO TO (10,20,30),MDP
10 CONTINUE
XX=X
YY=TAN(Y*CON1)
GO TO 123
20 CONTINUE
ZA=TN2D-TAN(Y-Y01)
ZC=(X-X01)*CON2
GO TO 31
30 CONTINUE
ZA=1.0-SIN(Y)
ZC=X
ZA=COS(Y)/(ZA*D3D+1.0)
31 XX=ZA*SIN(ZC)
YY=-ZA*COS(ZC)
123 CONTINUE
RETURN
END
```

付図1 サブルーチンPRJCTFコーディングリスト例

COMMON/COMPJF/は各投影指定ルーチンからのパラメータである。

B. ベクバルファイルの印字

ベクバルファイルを読み、読み込んだデータを印字させる。ベクバルファイルをファイル10に定義し、3番目のレコードを印字するプログラム例を付図2に示す。印字結果は付図3に示す。

```
DIMENSION IC(10,50),DT(9,50)
N=10
M=3
CALL RBBCVR(N,M,DT,IC,NN)
WRITE(6,510)
510 FORMAT(1H,77)
CALL LPBCVR(DT,IC,NN)
STOP
END
```

付図2 ベクバルファイル印字プログラム例

Table with columns: GC, AR 1950.0 (H, M, S), AN V (S), MP (S), RECL1950.0 (D, I, S), AN V (S), MP (S), M, AM, SP, PI (G), RV, CON, N. It contains a list of star data points with various coordinates and identifiers.

付図3 ベクバルファイル印字例

C. SAOファイルの印字

SAOファイルを読み、読み込んだデータを印字させる。SAOファイルは緯度10°範囲で恒星のデータがファイル化され、北半球と南半球の2本の磁気テープにそれぞれ9ファイル計18ファイルで構成されている。付表21に各ファイルの恒星数とレコード数を示す。SAO北半球の1番目のファイルを読み出し、*その内容を印字するプログラム例を付図4に示す。印字結果を付図5に示す。

付表21 SAOファイルの構成

FILE	BAND OF D.	NO. OF STARS	NU. OF RECORDS
1	80	4015	81
2	70	6921	139
3	60	10086	202
4	50	14984	300
5	40	17587	352
6	30	20115	403
7	20	17964	360
8	10	17308	347
9	0	19567	392
1	0	18504	371
2	-10	18958	380
3	-20	26325	527
4	-30	22603	453
5	-40	16966	340
6	-50	16203	325
7	-60	7522	151
8	-70	2579	52
9	-80	790	16

```

REAL*8 DT(15,50)
DIMENSION IC(13,50)
N=10
M=5
CALL SAOMT(N,M,DT,IC,NN)
WRITE(6,510)
510 FORMAT(1H,777)
CALL LPSAD(DT,IC,NN)
STOP
END
    
```

付図4 SAOファイル印字プログラム例

*) 現計算センターの大型計算機では通常ユーザプログラムからは直接磁気テープに読み書きはできない。磁気テープは、あらかじめユーザコンソールからFILE MEDIUM TRANSFERにより MT TO DK ユーティリティにより磁気ディスクに移しておく。このとき INPUT LABEL は2のNL, OUTPUT ORGは2のPSに指定し, BSIZ=2475, RSIZ=2475, RECFM=Fとする。ここではこのようにして作ったものをファイル10で定義している。

D. 天体位置表によるデータファイルから作図用ファイルの作成

付図6に天体位置表によるデータファイルから作図用ファイルを作成するプログラム例を示す。ここでは元のファイルを10で定義し、新しく作られるファイルを12で定義している。星データのコメントの項にはFK-4番号を実数型で書き込んでいる。

E. ベクバルファイルから作図用ファイルの作成

ベクバルファイルの作図用ファイルを作る。まず変光星用のデータファイルを10で定義し、変光星データを読み込む。恒星ファイルは11で定義されている。ファイル11から読み込み順次作図用ファイル12に書き込む。変光星のときは変光星データを使い処理する。コメントにはGC番号を実数型でセットする。付図7はプログラム例である。

F. SAOファイルから作図用ファイルの作成

SAOファイルの緯度-10°から10°までの作図用ファイルを作る。このSAOファイルはファイル10と11で定義されている。これから新しいファイル12を作る。SAOでは変光星のデータは入っていない。またコメントにはブランクのパターンを書き込んでいる。付図8はプログラム例である。

G. 図15のためのプログラム例

付図9は図15を描かしたプログラム例である。緯度の範囲を±90°とするためENTOUのパラメータCを0.5にしてある。緯度線の左, 経度線の下にそれぞれの緯度, 経度の値を記入するプログラムを付加してある。人口衛星の軌道はファイル10から読み出し, 経緯度の値をラジアンに変換しサブルーチンGLOBLで描がいている。

H. 図16のためのプログラム例

付図10は図16を描くためのプログラム例である。サブルーチンHOU1の最初のパラメータの値5.623は静止衛星高度を地球の半径で割った値である。

I. 図17のためのプログラム例

付図11は図17を描くためのプログラム例である。恒星データはベクバルファイルより作ったものを使う。単位系は赤経、赤緯を使っているため ENSUI のパラメータ IP は -3 になっている。

J. 図18のためのプログラム例

図18は付図12に示したプログラムで作図した。このプログラムは付図9のプログラムと本質的に同じである。図18(a), (b), (c) はファイル11で定義したファイルをそれぞれ天体位置表によるデータ、ベクバル星表、SAO星表に換えて作図したものである。

```

000001      DIMENSION DR(6,55),IC(12,55),BF(1000)
000002      REAL*8 DD(2,55)
000003      DO 600 I=1,5
000004          BF(I)=-10.1
000005      600 CONTINUE
000006          J=5
000007          DO 601 NR=1,28
000008              CALL RDFK4(10,NR,DD,DR,IC,NN)
000009              DO 602 I=1,NN
000010                  J=J+1
000011                  BF(J)=DD(1,I)
000012                  J=J+1
000013                  BF(J)=DD(2,I)
000014                  J=J+1
000015                  BF(J)=DR(1,I)
000016                  SM=DR(2,I)
000017                  IF (ABS (SM).LT.0.0001) GO TO 10
000018                  IF (SM.GT.990.0) SM=BF(J)-1.0
000019                  J=J+1
000020                  BF(J)=BF(J-1)
000021                  BF(J-1)=SM
000022                  GO TO 20
000023      10  J=J+1
000024          BF(J)=999.0
000025      20  J=J+1
000026          BF(J)=FLOAT(IC(1,I))+0.1
000027          IF (J.LT.1000) GO TO 602
000028          WRITE(12) BF
000029          J=0
000030      602 CONTINUE
000031      601 CONTINUE
000032          DO 604 I=J+1,1000
000033              BF(I)=9999.0
000034      604 CONTINUE
000035          WRITE(12) BF
000036          STOP
000037          END

```

付図6 天体位置表によるデータファイルから作図用
ファイルの作成プログラム例

```

DIMENSION DV(5,100),ICV(6,100),BF(1000),DS(9,50),IC(10,50)
REAL*8 LT(100)
DO 600 I=1,5
  BF(I)=-10.1
600 CONTINUE
  J=5
  CALL RDBCVR(10,DV,ICV,DT)
  DO 601 NR=1,128
    CALL RDBCVR(11,NR,DS,IC,NN)
    DO 602 I=1,NN
      IGC=IC(I,I)
      J=J+1
      BF(J)=DS(1,I)
      J=J+1
      BF(J)=DS(4,I)
      J=J+1
      SM=DS(7,I)
      IF(SM.LT.990.0) GO TO 10
      DO 603 IV=1,166
        IF(ICV(1,IV).NE.IGC) GO TO 603
        BF(J)=DV(2,IV)
        J=J+1
        BF(J)=DV(1,IV)
      GO TO 20
603 CONTINUE
10 BF(J)=SM
  J=J+1
  BF(J)=999.0
20 J=J+1
  BF(J)=FLDAT(IGC)+0.1
  IF(J.LT.1000) GO TO 602
  WRITE(12) BF
  J=0
602 CONTINUE
601 CONTINUE
  DO 604 I=J+1,1000
    BF(I)=9999.0
604 CONTINUE
  WRITE(12) BF
  STOP
  END

```

付図7 ベクバルファイルから作図用ファイルの作成プログラム例

```

DIMENSION IC(13,50),BF(1000),NRD(2)
REAL*8 DT(15,50)
DATA NRD,CH/392,371,' '/'
DO 600 I=1,5
  BF(I)=-10.1
600 CONTINUE
  J=5
  DO 610 MT=1,2
    IO=MT+9
    NNR=NRD(MT)
    DO 601 NR=1,NNR
      CALL SAOMT(IO,NR,DT,IC,NN)
    DO 602 I=1,NN
      J=J+1
      BF(J)=DT(1,I)
      J=J+1
      BF(J)=DT(2,I)
      J=J+1
      BF(J)=DT(9,I)
      J=J+1
      BF(J)=999.0
      J=J+1
      BF(J)=CH
      IF(J.LT.1000) GO TO 602
      WRITE(12) BF
      J=0
602 CONTINUE
601 CONTINUE
610 CONTINUE
  DO 604 I=J+1,1000
    BF(I)=9999.0
604 CONTINUE
  WRITE(12) BF
  STOP
  END

```

付図8 SAOファイルから作図用ファイル作成プログラム例


```

000001 DIMENSION DX(2000),DY(2000)
000002 CALL PLOTS
000003 XL=0.0
000004 X1=-180.0
000005 X2=180.0
000006 Y1=-90.0
000007 Y2=90.0
000008 CALL ENTOU(X1,X2,Y1,Y2, 1.0,5,0.5,0.5,20.0,XL)
000009 CALL PRJCT1(I1)
000010 XD=15.0
000011 YD=15.0
000012 CALL GLBGRD(X1,XD,X2,Y1,YD,Y2)
000013 HIG=0.25
000014 Y=Y1
000015 X=X1
000016 10 XP=X
000017 YP=Y
000018 CALL GLOBXY(XP,YP,IND)
000019 IF(IND.NE.0) GO TO 15
000020 XP=XP-0.5
000021 YP=YP-0.1
000022 FN=Y+0.0001
000023 IF(FN.LT.0.0) XP=XP-HIG
000024 AFN=ABS( FN)
000025 IF(AFN.GT.9.50) XP=XP-HIG
000026 CALL NUMBER(XP,YP,HIG,FN,0.0,-1)
000027 15 Y=Y+YD
000028 IF(Y.LE.Y2) GO TO 10
000029 Y=Y1
000030 20 XP=X
000031 YP=Y
000032 CALL GLOBXY(XP,YP,IND)
000033 IF(IND.NE.0) GO TO 25
000034 XP=XP-HIG
000035 YP=YP-0.5
000036 FN=X+0.0001
000037 IF(FN.LT.0.0) XP=XP-HIG
000038 AFN=ABS( FN)
000039 IF(AFN.GT. 9.9) XP=XP-HIG
000040 CALL NUMBER(XP,YP,HIG,FN,0.0,-1)
000041 25 X=X+XD
000042 IF(X.LE.X2) GO TO 20
000043 IPN=3
000044 100 N=0
000045 101 READ(10,END=110) T,XA,XB,XC
000046 N=N+1
000047 DIS=SQRT(XA*XA+XB*XB+XC*XC)
000048 DX(N)=ATAN2(XB,XA)
000049 DY(N)=ASIN(XC/DIS)
000050 IF(N.LT.2000) GO TO 101
000051 CALL GLOBL(DX,DY,N,IPN)
000052 IPN=2
000053 GO TO 100
000054 110 CALL GLOBL(DX,DY,N,PN)
000055 CALL PLOT(50.0,0.0,999)
000056 STOP
000057 END

```

付図9 図15のためのプログラム

```

CALL PLOTS
CALL HOU1(5.623,0.0,1,10.0,10.0,10.0)
CALL GLBRVL(140.0,0.0)
CALL PRJCT1(11)
CALL GLBGRD(-30.0,30.0,330.0,-90.0,30.0,90.0)
CALL PLOT(50.0,0.0,999)
STOP
END

```

付図10 図16のためのプログラム

```

CALL PLOTS
CALL ENSU1(17.85,21.15,20.0,70.0,-3,19.5,45.0,0.5,0.5,20.0,XL)
CALL PRJCT1(11)
X1=17.85
X2=21.15
XD=X2-X1
Y1=20.0
Y2=70.0
YD=10.0
CALL GLBGRD(X1,XD,X2,Y1,YD,Y2)
X1=18.0
XD=1.0
X2=21.0
YD=Y2-Y1
CALL GLBGRD(X1,XD,X2,Y1,YD,Y2)
CALL PLOT(50.0,0.0,999)
STOP
END

```

付図11 図17のためのプログラム

```

CALL PLOTS
XL=0.0
X1=5.0
X2=7.0
Y1=-10.0
Y2=10.0
CALL ENTOU(X1,X2,Y1,Y2,-3,0.5,0.5,0.5,16.0,XL)
CALL PRJCT1(11)
XD=1.0
YD=10.0
CALL GLBGRD(X1,XD,X2,Y1,YD,Y2)
HIG=0.25
X=X2
Y=Y1
10 XP=X
   YP=Y
   CALL GLOBXY(XP,YP,IND)
   IF(IND.NE.0) GO TO 15
   XP=XP-0.5
   YP=YP-0.1
   FN=Y+0.0001
   IF(FN.LT.0.0) XP=XP-HIG
   AFN=ABS(FN)
   IF(AFN.GT.9.50) XP=XP-HIG
   CALL NUMBER(XP,YP,HIG,FN,0.0,-1)
15 Y=Y+YD
   IF(Y.LE.Y2) GO TO 10
   X=X1
   Y=Y1
20 XP=X
   YP=Y
   CALL GLOBXY(XP,YP,IND)
   IF(IND.NE.0) GO TO 25
   XP=XP-HIG
   YP=YP-0.5
   FN=X+0.0001
   IF(FN.LT.0.0) XP=XP-HIG
   AFN=ABS(FN)
   IF(AFN.GT.9.9) XP=XP-HIG
   CALL NUMBER(XP,YP,HIG,FN,0.0,-1)
25 X=X+XD
   IF(X.LE.X2) GO TO 20
   CALL PLOT(50.0,0.0,999)
STOP
END

```

付図12 図18のためのプログラム

航空宇宙技術研究所資料 513号

昭和58年6月発行

発行所 航空宇宙技術研究所
東京都調布市深大寺町1880
電話武蔵野三鷹(0422)47-5911(大代表)〒182
印刷所 株式会社実業公報社
東京都千代田区九段南4-2-12
