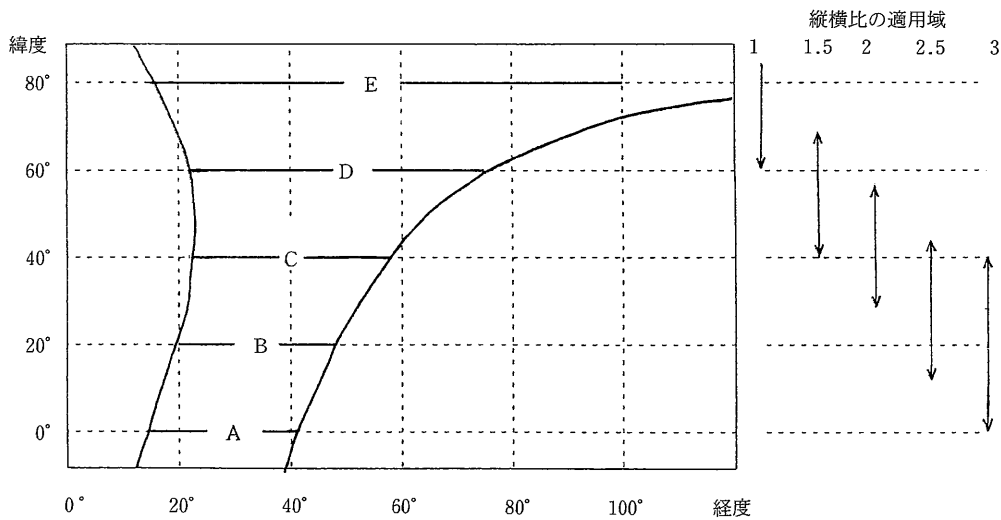




表1 4点補間法による中央点の誤差(単位:ピクセル)  
(1) 緯度・経度座標系

断面	緯・経度差				ピクセルの誤差		ラインの誤差		適否
	緯度	経度	縦横比	面積	$\epsilon$ S.D.	$\epsilon_{max}$	$\epsilon$ S.D.	$\epsilon_{max}$	
A	1.1°	0.5°	2.2	.55	.3662	.5422	.0126	.0251	×
	1.3°	0.43°	3.0	.56	.3184	.4692	.0176	.0397	○
	1.4°	0.4°	3.45	.56	.3167	.4707	.0215	.0454	○
	1.51°	0.37°	4.1	.56	.3192	.4518	.0237	.0497	◎
	1.6°	0.35°	4.57	.56	.3214	.4617	.0263	.0573	○
B	1.3°	0.43°	3.0	.56	.3169	.4752	.0146	.0347	○
	1.4°	0.4	3.45	.56	.3151	.4700	.0166	.0383	◎
	1.51°	0.37°	4.1	.56	.3149	.4743	.0210	.0517	○
C	0.93°	0.6°	1.55	.56	.2588	.4612	.0255	.0451	○
	1.1°	0.5°	2.2	.55	.2795	.4469	.0217	.0426	◎
	1.19°	0.47°	2.53	.56	.2851	.4547	.0212	.0423	○
	1.3°	0.43°	3.0	.56	.2871	.4615	.0211	.0423	○
	1.4°	0.4°	3.45	.56	.2943	.4851	.0239	.0480	○
D	0.6°	0.93°	0.65	.56	.2776	.4582	.0690	.0901	○
	0.75°	0.75°	1.0	.56	.2493	.4260	.0429	.0613	◎
	0.93°	0.6°	1.55	.56	.2588	.4612	.0255	.0451	○
	1.1°	0.5°	2.2	.55	.2978	.5455	.0216	.0397	×
E	0.6°	0.93°	0.65	.56	.1005	.2159	.0261	.0386	◎
	0.75°	0.75°	1.0	.56	.1514	.3290	.0201	.0325	○
	0.93°	0.6°	1.55	.56	.2278	.5256	.0186	.0337	×



度差の積で考えると全地域にわたってほぼ0.55にとることができる。最適な小領域の縦横比は地域差が見られ、低緯度の約4から高緯度の約1までほぼ線形に変化している。計算機処理においては、小領域の面積を一定とし矩形の縦横比を緯度によって可変なものとした。

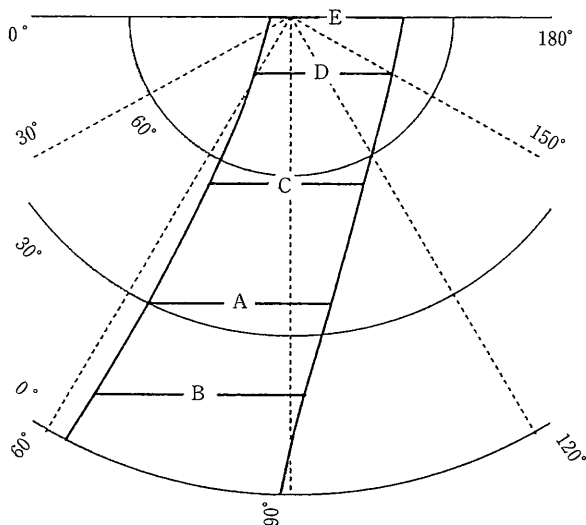
ポーラステレオ図法の場合は全地域にわたって小領域

域の縦横比を3前後に選ぶのがよいことがわかる。また、小領域の面積について縦・横を半径に対する千分率で表した単位を用いて考えると、緯度60°以上では約40、40°付近で約50、20°付近で約60にとれば効果的である。計算機処理においては、矩形の縦横比を一定とし小領域の面積を緯度によって可変なものとした。なお、表2では衛星

(2) ポーラステレオ図法

断面	小領域のサイズ				ピクセルの誤差		ラインの誤差		適否
	縦*	横*	縦横比	面積	$\epsilon$ S.D.	$\epsilon_{max}$	$\epsilon$ S.D.	$\epsilon_{max}$	
A	10.	5.	2.0	50.	.3328	.4963	.0645	.0846	○
	11.	4.55	2.4	50.	.3149	.4806	.0915	.1118	○
	12.5	4.	3.1	50.	.3107	.4775	.1289	.1557	◎
	13.2	3.8	3.5	50.	.3160	.4833	.1454	.1760	○
B	12.2	4.9	2.5	60.	.2821	.4389	.0956	.1005	○
	13.3	4.5	3.0	60.	.2857	.4485	.1204	.1216	◎
	14.6	4.1	3.6	60.	.3035	.4808	.1516	.1570	○
C	12.5	4.	3.1	50.	.3258	.5434	.1100	.1521	×
	13.2	3.8	3.5	50.	.3196	.5288	.1252	.1720	×
	11.	3.65	3.0	40.	.2658	.4290	.0830	.1169	◎
	11.8	3.4	3.5	40.	.2542	.4320	.0991	.1385	○
	5.	5.	1.0	25.	.3197	.4861	.0034	.0097	○
D	11.	3.65	3.0	40.	.2588	.4333	.0387	.0653	○
	11.8	3.4	3.5	40.	.2379	.4195	.0451	.0780	◎
	5.	5.	1.0	25.	.3682	.5498	.0027	.0082	×
	4.5	4.5	1.0	20.	.2999	.4481	.0027	.0079	×
E	11.	3.65	3.0	40.	.2350	.4192	.0132	.0346	○
	11.8	3.4	3.5	40.	.2183	.4019	.0171	.0415	◎
	4.5	4.5	1.0	20.	.2958	.4510	.0022	.0069	○

\*) 縦・横の長さは半径に対する千分率で表現



の航跡が図中のほぼ鉛直方向の場合であるが、南極大陸のモザイクを作成するときのように種々の方向の画像を用いることもある。このような場合は、縦横比を1とし小領域の面積を約20とすればよい。

3.2 走査関数法

本研究では文献<sup>9)</sup>に準じた方法を検討する。まず、出力

座標系上に縦横の格子線を考える。その中の1横線に注目し、その線上の点(x, y)に対応する(u, v)を多項式で表現する。このときyは一定値となるので、xのみの関数で次のように表現できる。

$$u = P_0 + P_1x + P_2x^2 + P_3x^3 + \dots$$

$$v = R_0 + R_1x + R_2x^2 + R_3x^3 + \dots$$

研究速報

表2 画素関数, ライン関数による残差(等緯度経度座標系)

地域	関数の次数*				緯・経度差		ピクセルの残差		ラインの残差		適否
	P	Q	R	S	緯度	経度	εS.D.	εmax	εS.D.	εmax	
中緯度地域	2	2	2	2	12.5°	10.0°	.0151	.0732	.0256	.1280	○
					15.0°	12.0°	.0321	.1477	.0390	.1940	○
					20.0°	16.0°	.1116	.6032	.0821	.3906	×
	3	3	3	3	20.0°	16.0°	.1051	.5422	.0590	.3616	×
					25.0°	20.0°	.0146	.0387	.0192	.0708	○
					30.0°	24.0°	.0199	.0662	.0386	.1546	○
					40.0°	32.0°	.0580	.1803	.1021	.3916	○
	4	3	4	3	45.0°	36.0°	.0772	.3479	.0838	.4345	○
					50.0°	40.0°	.1301	.6279	.1287	.6665	×
	5	3	5	3	50.0°	40.0°	.1239	.5001	.1330	.6795	×
					50.0°	40.0°	.0375	.1764	.0182	.1013	○
					55.0°	44.0°	.0440	.2215	.0299	.2301	○
55.0°					48.0°	.0509	.2482	.0340	.3324	○	
4	4	4	4	55.0°	52.0°	.0482	.2460	.0340	.3518	○	
				12.5°	10.0°	.1521	.4089	.0233	.0866	○	
				15.0°	12.0°	.2617	.7050	.0369	.1395	×	
				20.0°	16.0°	.4371	1.5743	.1471	.5363	×	
低緯度地域	3	3	3	3	40.0°	32.0°	.0633	.2516	.0641	.2415	○
					45.0°	36.0°	.0692	.2701	.0998	.4173	○
	4	3	4	3	45.0°	36.0°	.0541	.2677	.0746	.2789	○
					50.0°	40.0°	.0634	.3300	.0124	.6290	×
4	4	4	4	50.0°	40.0°	.0490	.1460	.0150	.0507	○	
				55.0°	40.0°	.0707	.2941	.0225	.0555	○	
高緯度地域	2	2	2	2	15.0°	12.0°	.0175	.0843	.0487	.1336	○
					20.0°	16.0°	.0497	.3572	.1063	.3582	○
	3	3	3	3	40.0°	32.0°	.0392	.1454	.0791	.2857	○
					45.0°	36.0°	.0525	.2299	.1202	.4432	○
					50.0°	40.0°	.0753	.1982	.1598	.5906	×
	4	3	4	3	50.0°	40.0°	.0570	.1938	.1184	.3041	○
					55.0°	44.0°	.0360	.1647	.0240	.1268	○
					55.0°	48.0°	.0524	.3838	.0305	.2006	○
					55.0°	52.0°	.0637	.5501	.0416	.4123	×
	5	4	5	4	55.0°	60.0°	.1270	1.5826	.0831	1.1136	×
25.0°					60.0°	.0269	.1611	.0199	.1448	○	
55.0°					52.0°	.0331	.1843	.0213	.1205	○	
5	5	5	5	55.0°	60.0°	.0652	1.0393	.0306	.2949	×	
				55.0°	80.0°	.4478	.9.3949	.1666	3.0002	×	
5	5	5	5	55.0°	60.0°	.0339	.3676	.0111	.1665	○	
				55.0°	80.0°	.1410	2.7645	.0200	.3466	×	

\*) P:画素関数の係数 Q:Pの緯度に対する係数  
R:ライン関数の係数 S:Rの緯度に対する係数  
画像のカバレッジは以下のとおり,  
中緯度地域:(N60.2°, E110.2°) — (N68.3°, E155.1°),  
(N 7.5°, E104.5°) — (N 3.6°, E129.2°)  
低緯度地域:(N35.0°, E 75.2°) — (N40.0°, E107.3°),  
(S13.0°, E 90.2°) — (S 8.3°, E116.4°)  
高緯度地域:(N86.0°, E 7.2°) — (N68.3°, W143.1°),  
(N38.6°, E109.4°) — (N34.1°, E140.1°)

表3 再配列の処理時間の比較

緯経度差		出力 サイズ	手法	処理時間 (秒)	CPU時間 (秒)	適 要
緯度	経度					
50°	40°	2500L x	4点補間	460.	98.	小領域数 3,525
		2000P	走査関数	655.	113.	次数はすべて4次
10°	10°	500L x	4点補間	46.3	11.5	小領域数 200
		500P	走査関数	54.8	12.1	次数はすべて2次

両式のうち、前者を画素関数、後者をライン関数と呼ぶことにする。この処理を全横線について行う。次に、多項式の各係数 ( $P_i, R_i$ ) を縦方向に再び多項式表現する。

この方法では、多項式の次数が補正精度および処理速度に影響する。最適な次数は地図の投影法や地図化する地域により異なると考えられるので、3.1と同様に等緯度経度座標系に対して、多項式の次数と残差の関係を調べた。(3で述べるように走査関数法は4点補間法よりも処理速度が多少劣るのでポラーステレオ図法の検討は省略) 検討地域は緯度に応じて3種類行った。

結果を表2に示す。中低緯度地域では、対象地域が大きくなるにつれて多項式の次数を上げてやればよいが、高緯度地域では経度差が非常に大きくなるので、次数を上げてあまり効果がない。むしろ領域を分割して低い次数の多項式を利用すべきである。多項式の最適な次数を考える場合、たとえば、PとQの次数が共に3で残差が大きい場合、 $(P, Q) = (4, 3)$  または  $(5, 3)$  とするよりも  $(4, 4)$  とする方が効果的である。そこで、計算機処理にあたっては、低い次数からはじめて残差をチェックし、残差が大きい場合はPもQも共に次数を1次上げて再度チェックする。(RとSについても同様) これを繰り返し、5次式でも不満足の場合は、領域を分割して再び同様の処理を行うようにした。

#### 4. 処理速度の評価

再配列の両手法を処理速度の面から比較した。4点補間法の場合は小領域の大きさ、走査関数法の場合は多項式の次数を対象地域に応じて変化させる必要があるが、この判断に人間が介入するのは処理速度の低下になる。そこで、2で示したようにすべて計算機処理による判断

とした。

検討に使用した計算機は、SUN SPARC STATION 379GXPである。フルシーンとサブシーンについて等緯度経度座標系に図化したときの処理時間を求めた。結果は表3のとおりである。いずれの場合も、4点補間法の方が走査関数法よりも処理速度が優っている。

#### 5. 結 論

AVHRR画像の幾何補正における再配列処理として4点補間法と走査関数法を検討した。処理速度に大きく影響する要素である4点補間法の小領域の大きさ、走査関数法における多項式次数について、補正精度を落とさずに最も高速処理が可能な値を見いだした。この最適値を用いて実際の処理速度を比較したところ4点補間法の有効性が確認された。(1991年9月20日受理)

#### 参 考 文 献

- 1) 橋本, 村井「地上基準点が少ないときのNOAA AVHRR画像の幾何補正」, 生産研究, 1991, 43巻8号, pp44-47
- 2) 橋本, 村井「地上基準点が少ないときのNOAA AVHRR画像の幾何補正(2)」, 生産研究, 1991, 12号, pp1-5
- 3) 高木, 桧山, 曾根, 尾上「気象衛星NOAA画像における幾何学的ひずみの自動補正法」, 電子情報通信学会論文集, 1988, Vol. J71-D No. 5, pp883-893
- 4) 前田「地球資源衛星(LANDSAT) MSSデータの地理的補正に関する研究」, 東京大学学位論文, 1979
- 5) 細村, 下田, 坂田「NOAA AVHRR画像の高速幾何補正の一方法」, 第17解画像工学コンファレンス, 1986, pp247-250