

# 海洋観測衛星1号 (MOS-1) の航空機検証実験成果について

小田 卷 実・土出昌一・福島繁樹・斉藤茂幸：沿岸調査課  
 西田浩児：海洋調査課  
 池田俊一・末広幸吉・増山昭博：一管区水路部

Report on the Fields Experiment of the MOS-1  
 (Marine Observation Satellite-1) Sensors by Airplane

Minoru Odamaki, Masakazu Tsuchide, Shigeki Fukushima, Shigeyuki Saito  
 : Coastal Surveys and Cartography Div.  
 Koji Nishida : Ocean Surveys Div.  
 Toshikazu Ikeda, Kokichi Suehiro, Akihiro Masuyama  
 : Hydro. Dept. 1st R. M. S. Hqs.

## 1. 研究目的

わが国初の海洋観測衛星が昭和62年の2月に打上られた。宇宙開発事業団では打上げに先立ち、各センサーの性能評価を行うため、航空機による検証実験を企画した。水路部では、衛星打上げ後の利用に備え、検証協力機関としてこの実験に参加することとした。参加テーマと検証項目は次のとおりである。

### <検証テーマ>

人工衛星データを用いた海洋ダイナミックスの研究

### <検証項目>

(イ) MESSR (可視近赤外放射計) および VTIR (可視熱赤外放射計) 測得値と現場海況の比較

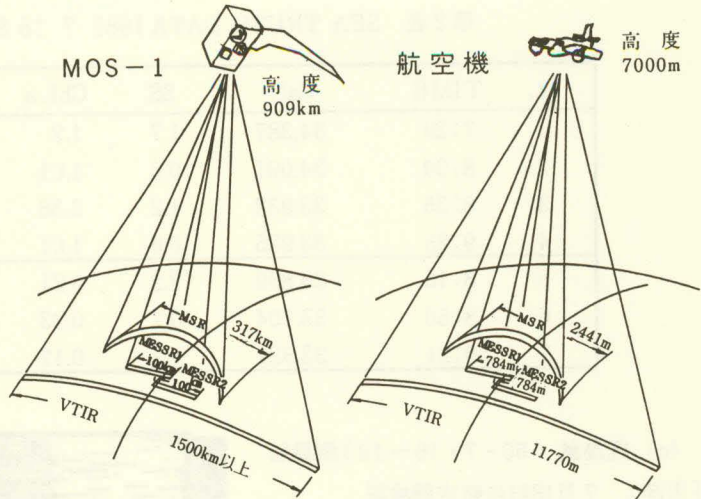
(ロ) MSR (マイクロ波放射計) 測得値と現場海水状況の比較  
 この衛星には MESSR, VTIR,

第1表 MOS-1搭載センサーと航空機用センサーの仕様

観測機器	MESSR	VTIR		MSR	
項目					
観測目的	海面の色・ 土地利用等	海面温度等		水蒸気・氷・雪等	
観測波長 ( $\mu\text{m}$ )	0.51 ~ 0.59 0.61 ~ 0.69 0.72 ~ 0.80 0.80 ~ 1.1	0.5 ~ 0.7	6 ~ 7 (8 ~ 9) 10.5 ~ 11.5 11.5 ~ 12.5	—	
観測周波数 (GHz)	—	—	—	23.8 $\pm$ 0.2	31.4 $\pm$ 0.25
瞬時視野 (IFOV in km)	0.05 km	0.9 km	2.7 km	32 km	23 km
ラジオメ トリック分解能	39 dB ~ 15 dB	55 dB (A1b=80%)	0.5 K	1 K (目標)	1 K (目標)
観測幅 (km)	100 km (1光学器につき)	1500 km		317 km	
走査方式	電子走査方式	機械走査方式		機械走査方式	
↑ MOS-1用 ↓ 航空機用					
観測周波数 (GHz)			垂直(オプション) 23.8 $\pm$ 0.2 水平偏波	水平(オプション) 31.4 $\pm$ 0.25 垂直偏波	
瞬時視野 (IFOV) (高度 7 km)	$\Delta x \times \Delta y$ 38.3 cm $\times$ 95 cm	21 m	231 m	160 m	
観測幅 (高度 7 km)	784 m	11,770 m	2,441 m		

MSRのほかDCS（データ中継システム）も搭載される。各センターの諸元は第1表のとおりである。MESSRはランドサット，VTIRはノアに対応すると思われる。第1図は衛星の高度および各センサーの観測幅と航空機検証の比較図である。

以下ではこの検証実験に参加して得られた成果について報告する。



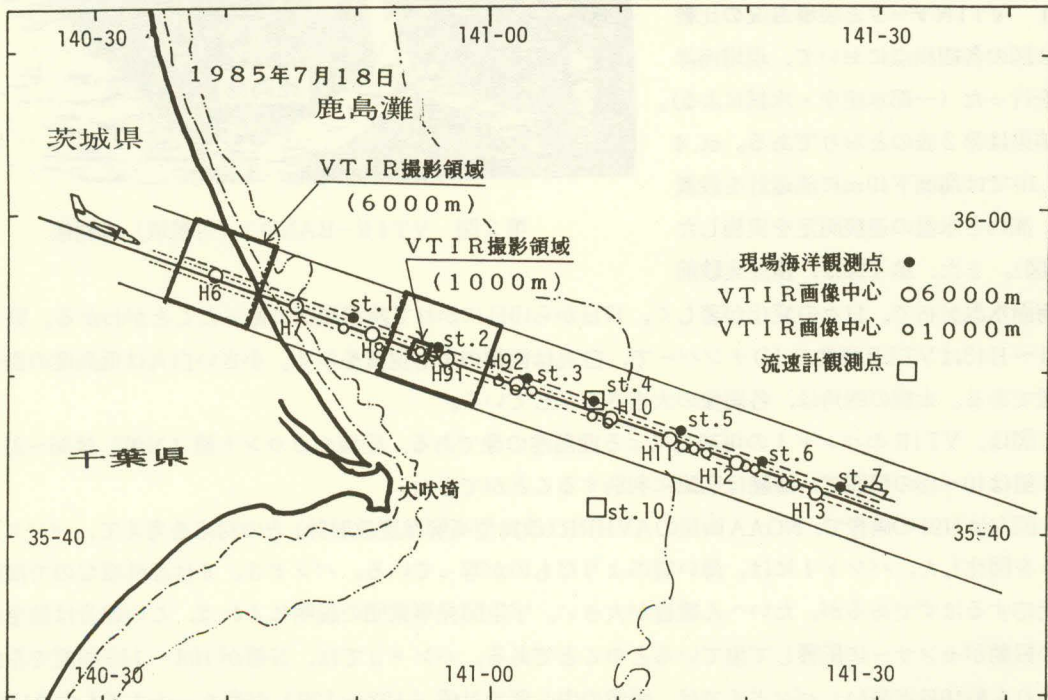
第1図 MOS-1衛星と航空機検証概念図

## 2. 研究方法と経過

リモートセンシングデータから現場の海洋現象を描くためには，衛星の軌道や姿勢の確定，大気や太陽反射の補

正など様々な補正処理が必要である。しかし，この処理について，知識や能力があまりないことや，補正の技術が目的ではないことから，宇宙開発事業団から補正済みCCT（計算機用テープ）の提供を受け，現場海洋観測結果とこの画像を比較することとした。現場観測は次の3回である。

- (a) 鹿島灘（59・12・3～9）測量船「天洋」
- (b) 紋別沖（60・1・15～30）巡視船「そうや」 1月25日に航空機検証



第2図 鹿島灘観測測点図（85/07/18）

第2表 SEA TRUTH DATA 1985 7 18 SEA SURFACE

st.	TIME	Sal.	SS	Chl. a	Temp.	Observer
1	7:20	34.387	1.7	1.2	19.6	
2	8:00	34.091	0.6	1.01	20.7	M. S. A. H. D.
3	8:35	33.932	1.2	2.38	21.1	
4	9:25	33.925	0.6	1.01	21.7	
5	8:16	33.839	2.2	0.21	21.6	Tokai R. F. R. L.
6	8:50	33.704	0.7	0.23	21.9	
7	9:21	33.821	1.2	0.12	22.3	

(c) 鹿島灘 (60・7・16~19) 測量船  
「天洋」 7月18日に航空機検証

(a)については天候不良のため検証実験  
と同期した観測ができなかった。

CCTの処理については、中型電子計  
算機 (NEC, ACOS-6) と、簡易画  
像処理システム (PC 9800) を使用した。

### 3. 研究結果……各センサーの値と現 場観測の値の比較

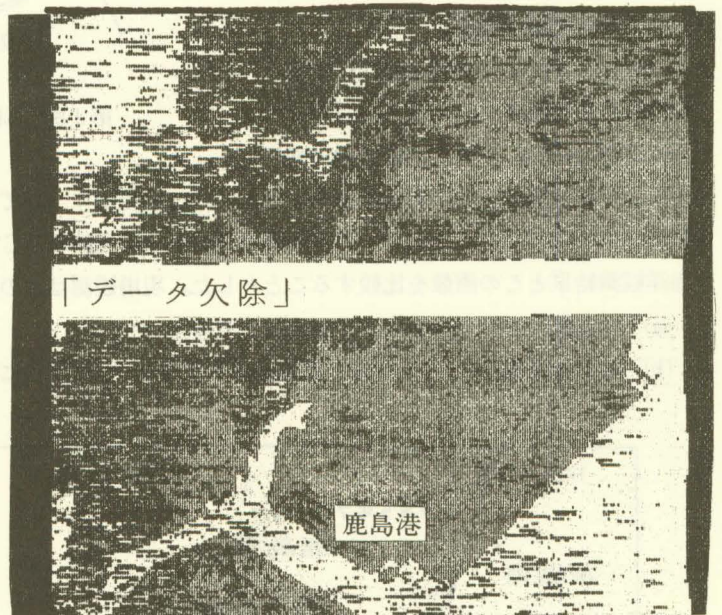
#### 3-1 VTIRデータと現場海況の比較

第2図の各観測点において、現場海洋  
観測を行った (一部水産庁・水試による)。  
その結果は第2表のとおりである。st. 4  
と st.10 では海面下10mに流速計を設置  
して、流れと水温の連続測定を実施した  
(第3図)。また、第4図は、検証実験前

後の海面水温分布で、日々の変化が著しく、17日から19日にかけて降温傾向にあったことがわかる。第2図のH6~H13はVTIR画像のIDナンバーで、白丸は画像の中心位置を示す。小さい白丸は低高度の画像中心位置である。太線の四角は、各画像の大きさを示している。

第5図は、VTIRのバンド1の可視光による鹿島港の像である。陸域のカウン値 (N値) は36~21、水域のN値は10~18の範囲で、海陸は明瞭に判別することができた。

第6図左はH91の画像で、NOAA衛星のAVHRR (改良型高解像度放射計) との対応を考えて、バンド1, 3, 4を図化した。バンド1には、薄い雲のようなものが写っている。バンド3, 4は赤外線なので海面水温に対応するはずであるが、たいへん雑音が多い。宇宙開発事業団の説明によれば、この雑音は航空機の機体の振動がセンサーに影響して出ているとのことである。バンド3では、N値が104~119程度で左側が右側よりも約10ほど高い。バンド4では、画像の中心部でN値 (103~129) が高く、ノイズも大きい所があり、両側に行くにしたがって小さくなっている。第6図右は、低高度の画像L49を図化したものである。バ



第3図 VTIR-BAND 1 (可視域) の画像

ンド1では、N値は9~20で、中心部が高い。バンド3では、H91と同じく雑音が大きく、ラインにそって出現している。バンド4ではさらに雑音が大きく斑点模様のものが出ている。

第7図は、各画像の中心部のバンド3、4のそれぞれの平均のN値と海面水温測得値とを比較したものである。海面水温はst.1からst.7まで徐々に高くなっている。高高度の各画像のN値は、せいぜい110~120の間を上下するだけであるが各シーン内のN値の範囲(図中の縦線)は、それ以上の大きさとなっている。低高度の画像では、110~130ぐらいまでの変化を示すが、異常に高い値を無視すれば、海面水温と同じ傾向を示している(図中の1点鎖線)。航空機の振動による雑音は衛星になれば消えるはずなので、もっとよい対応となると思われる。ただし、画像の中心部と周辺部の系統的な差については、衛星が打ち上げられた時に検討する必要がある。

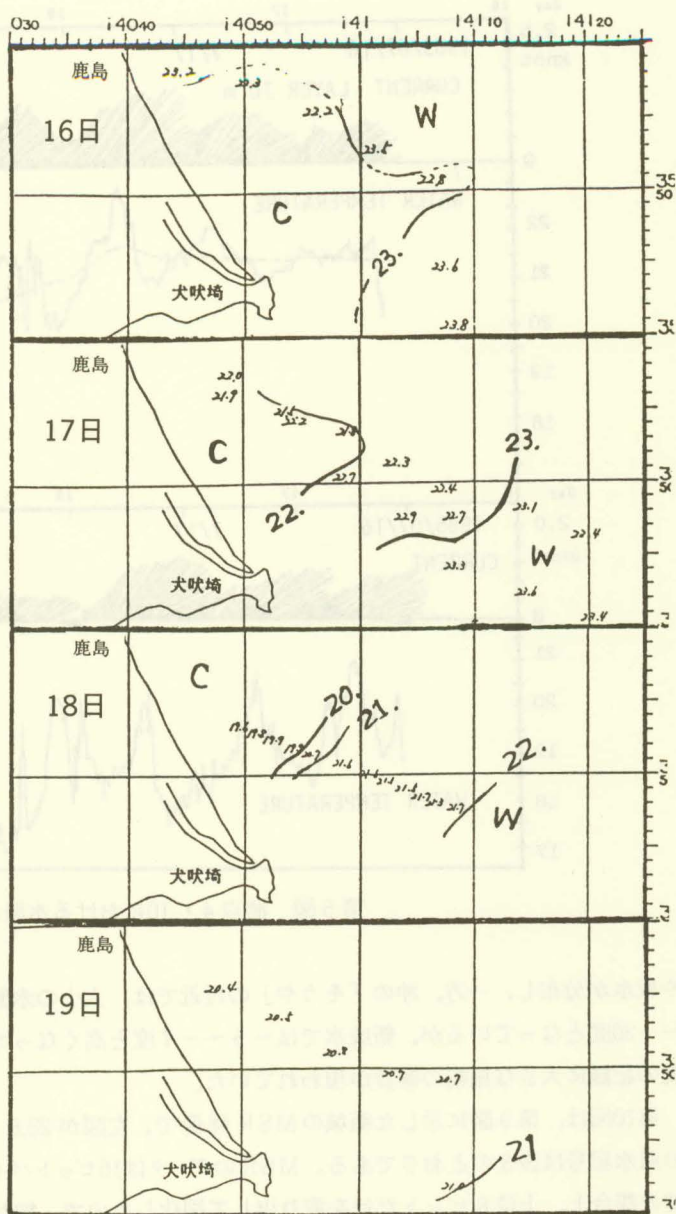
### 3-2 MESSRの測得値と現場海況の比較

1985年7月18日の筑波の検証実験では、第8図に示す鹿島港のMESSRの画像が得られた。防波堤などの陸域の物標は明瞭に写し出されている。海域のN値は10~20の範囲となっており、

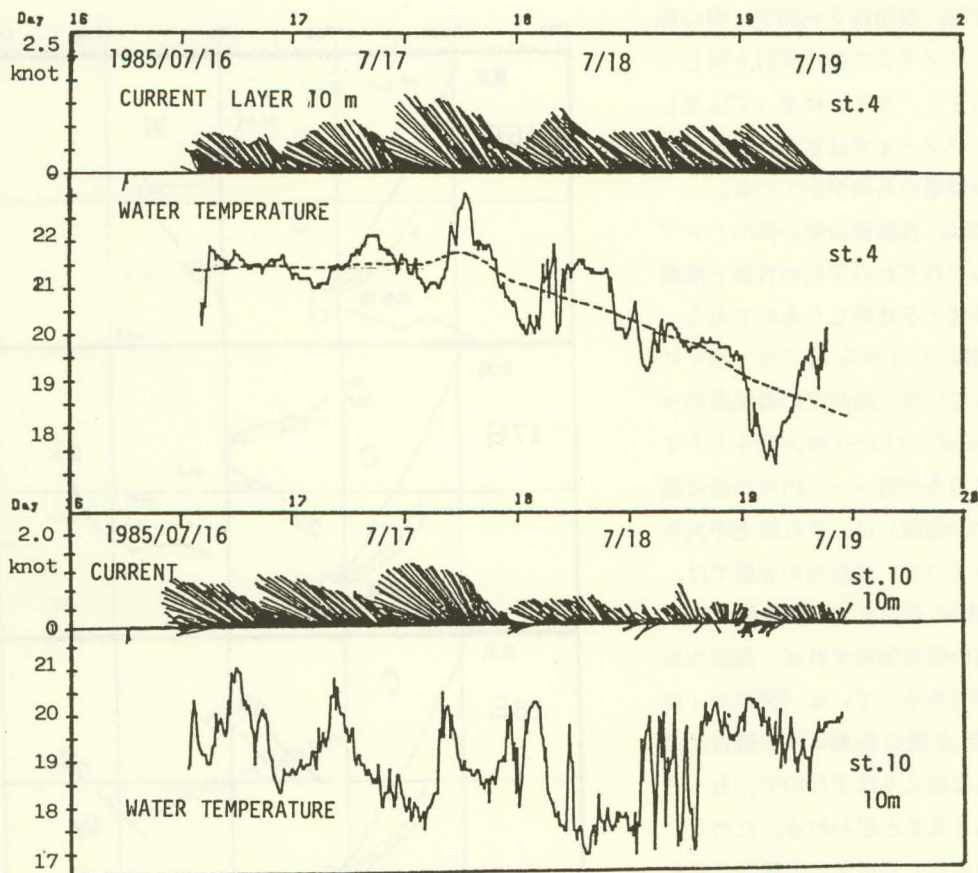
海岸にうちよせる波の峰のような模様が写されている。水塊分布については、全体として斑点状のちらつきが見えるだけで、明瞭ではない。鹿島港付近では河川水などの特別な水塊も存在しないため、水塊の識別に対する有効性はわからなかった。

### 3-3 MSRの測得値と現場海況との比較

85年1月25日に紋別沖で海水を対象としたMSRの検証実験が行われ(第9図)、巡視船「そうや」で海水の現場観測を行った。「そうや」は、前日から紋別の北、約25マイルの地点に大氷盤に乗りあげた形で停泊していた。現場海水観測としてMSRを搭載した航空機とはほぼ同じコースを「そうや」搭載のヘリコプターによってたどり、海水の目視観察、ビデオ撮影、赤外放射温度の測定を実施した。紋別寄りの海域では新成氷



第4図 毎日の表面水温分布の変化



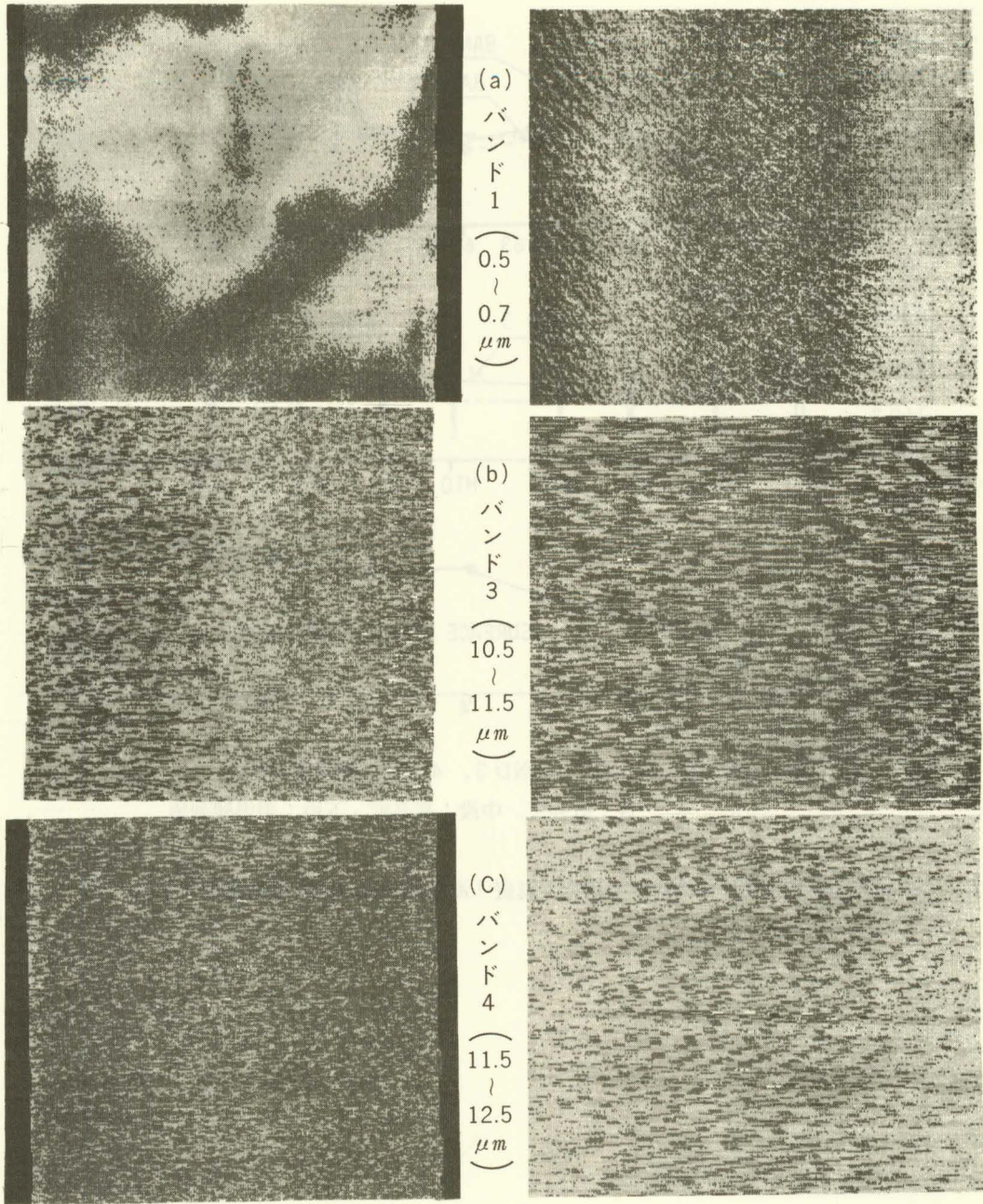
第5図 測点4・10における水温と流れの時間変化

や板氷が分布し、一方、沖の「そうや」の付近では、大小の氷盤が分布していた。海水の放射温度は、 $-13 \sim -20$ 度となっているが、新成氷では $-5 \sim -7$ 度と高くなっていた。また、密接度の低い所では、放射温度の記録に大きな振幅の雑音が現われていた。

第10図は、第9図に示した海域のMSR画像で、左図が23.8 GHz、右図が31.2 GHzの記録である。図中の海水記号は表3のとおりである。MSRのデータは16ビットバイナリーの値で記録されているが、計算機処理の都合上、上位8ビットだけを取り出して図化したので、細かな変化は消えて大局的な分布となっている。紋別港に近い画像(A)の輝度値は、70~90の範囲で変化し、新成氷(N)の部分の値は90、板氷(Ck)・小板氷(Cs)と新成氷の混合した部分では70~80を示した。「そうや」に近い画像(A')では、輝度値は85~96と岸側の値よりも高く、値の範囲も狭くなっている。これは、沖側には新成氷がなく氷盤(Fs, Fv)が分布していることの反映と思われる。

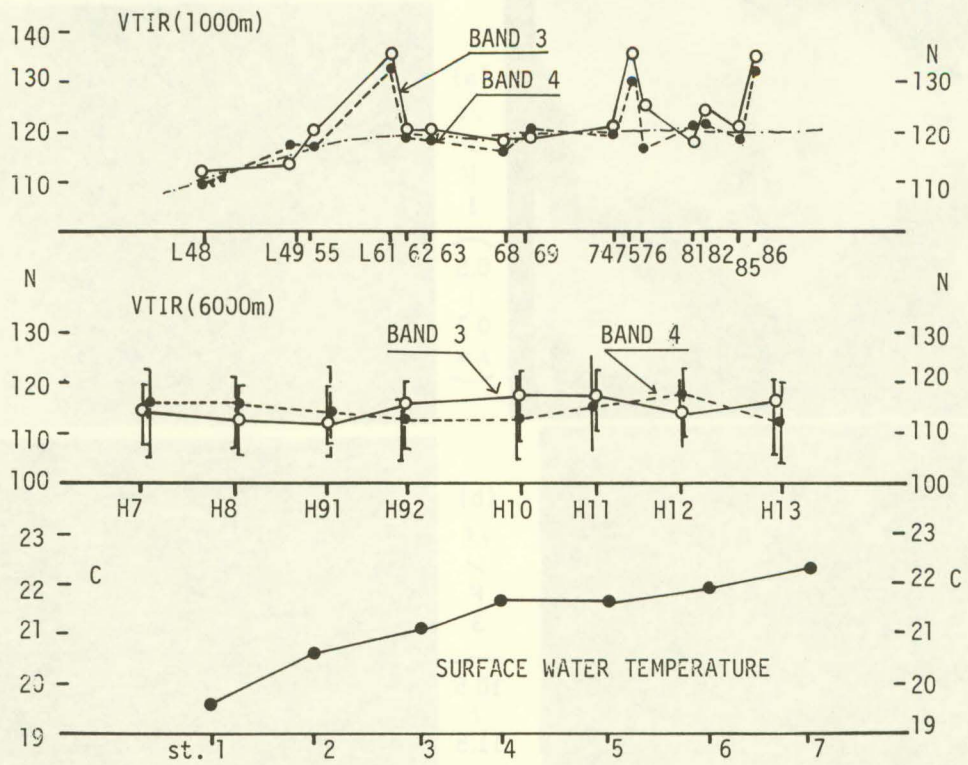
#### 4. まとめ

VTIRでは、航空機によるノイズが多く、海面水温が確実に得られるという確認はできなかった。MESSRでは、輝度値の差が大きい事物の判別は十分可能であるが、差の小さい水塊分布の判別については不明である。MSRでは、海水の特性が識別できる可能性が得られた。



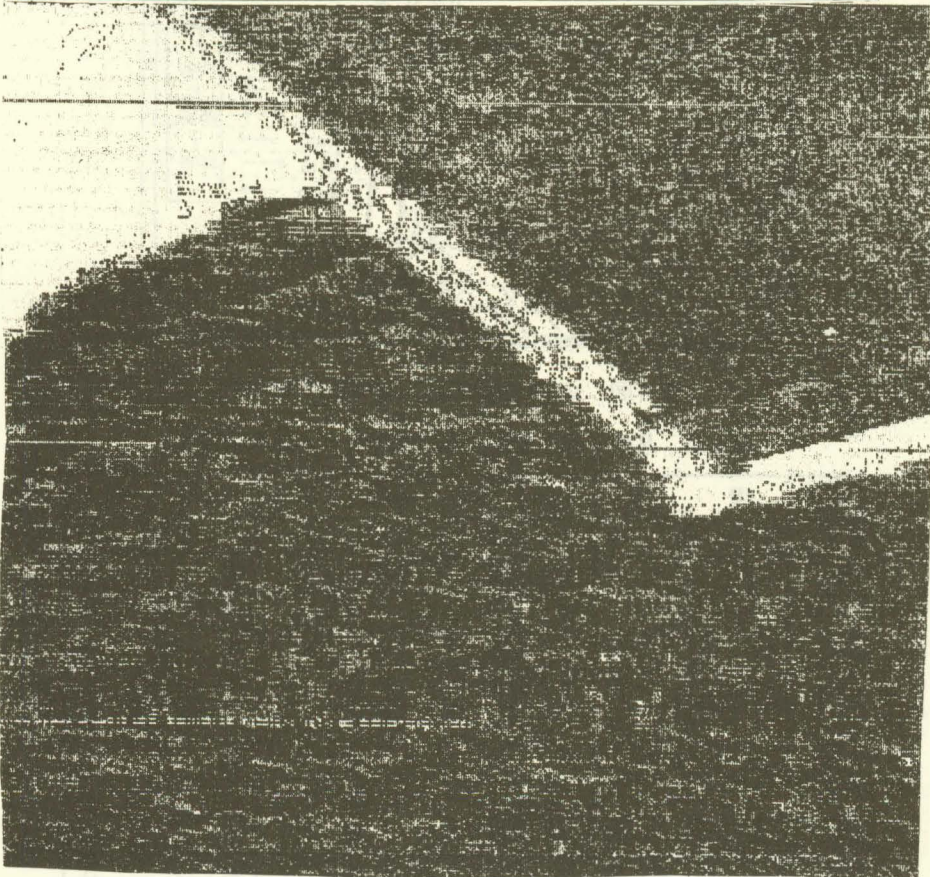
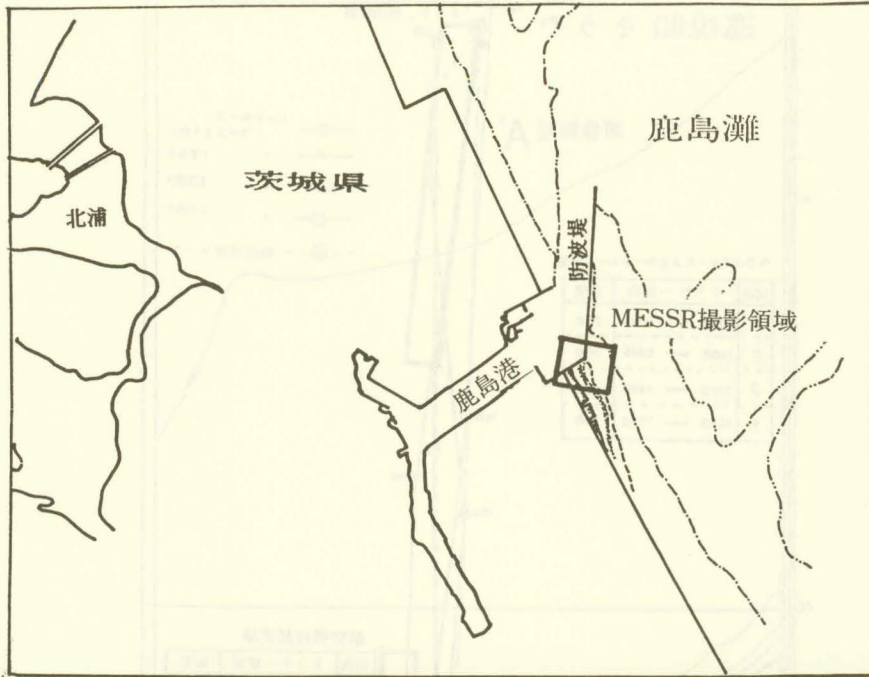
第6図 VTIRの画像 (左：H91, 右：L49)

以上のうち、航空機という実験手段の限界もあり、不十分な点については衛星が打ちあげられてから再検討することとしたい。特に、人工衛星によるリモートセンシングの最大の効果は、居ながらにして広い範囲を同時にしかも定期的に観測できるという点にある。航空機では、このような効果の確認はできない。MOS-1衛星の運用開始が目前に迫り、「宇宙からの海洋観測」の水路業務への利用について本格的に考慮する時期が来たように思われる。



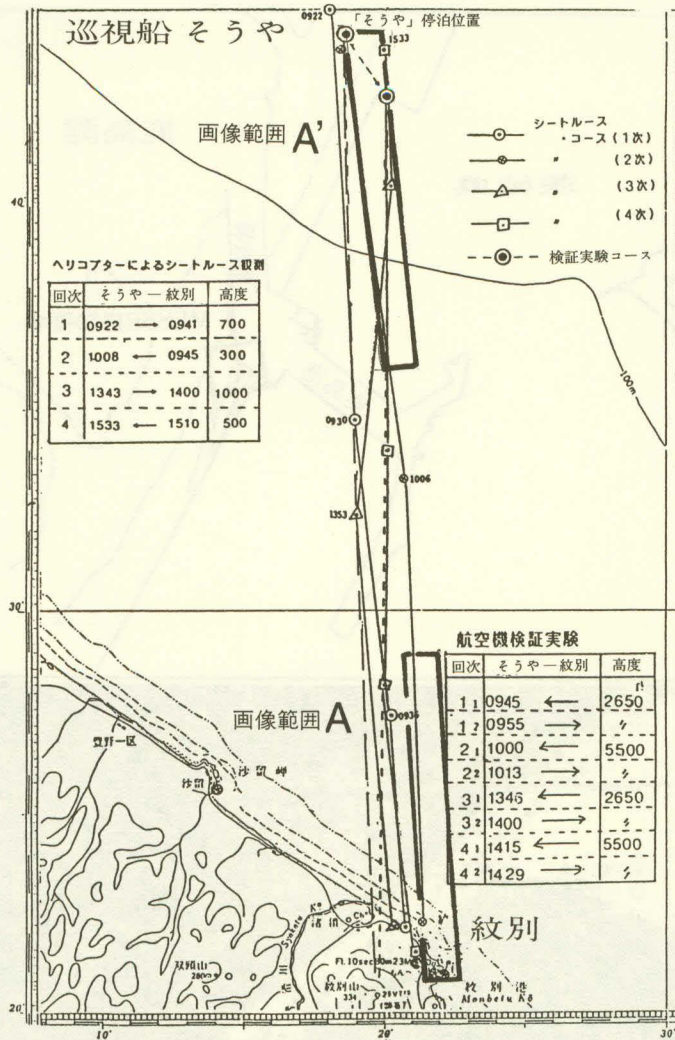
第7図 VTIR - BAND 3, 4と水温観測値の比較  
 上段：低高度，中段：高高度，下段：現場観測値

なお、この研究は科学技術庁の海洋開発研究促進費「海洋遠隔探査技術の開発研究」の一環として実施した。



第8図 MESSRの画像（撮影範囲と疑似カラー表示）





第9図 MSR 画像範囲と現場観測の位置

第3表 凡例 流水分布状況図に使用する海水の記号

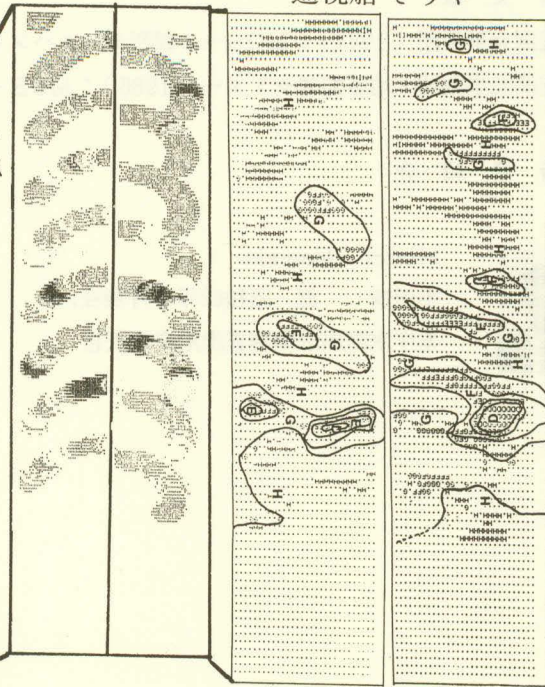
記号	用語	記号	用語	記号	用語
N	新成氷	Y1	薄い板状軟氷	Fs	小氷盤
Cr	晶氷	Y2	厚い板状軟氷	Ck	板氷
Gr	グリースアイス	W	一年氷	Cs	小板氷
S	雪泥	W0	薄い一年氷	Fl	大氷岩
Sg	スポンジ氷	W1	並の一年氷	Br	砕け氷
Ni	ニラス	W2	厚い一年氷	L	平たん氷
Nd	暗いニラス	F	氷盤	H	変形氷
Nl	明るいニラス	Fg	巨大氷盤	H0	いかだ氷
R	氷穀	Fv	巨氷盤	H1	氷脈
P	はす葉氷	Fb	大氷盤	H2	氷丘
Y	板状軟氷	Fm	中氷盤		

\*\*\*\* GRAY MAP LEVEL \*\*\*\*

No. 1 =		0	60
No. 2 =	1	61	62
No. 3 =	2	63	64
No. 4 =	3	65	66
No. 5 =	4	67	68
No. 6 =	5	69	70
No. 7 =	6	71	72
No. 8 =	7	73	74
No. 9 =	8	75	76
No. 10 =	9	77	78
No. 11 =	A	79	80
No. 12 =	B	81	82
No. 13 =	C	83	84
No. 14 =	D	85	86
No. 15 =	E	87	88
No. 16 =	F	89	90
No. 17 =	G	91	92
No. 18 =	H	93	94
No. 19 =	I	95	96
No. 20 =	J	97	98

MRS 画像  
アンテナのスカ  
ンの都合で、円弧  
状の画像となる。

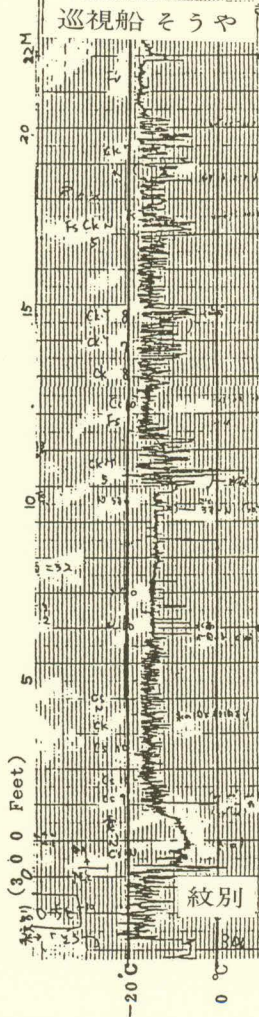
巡視船 そうや



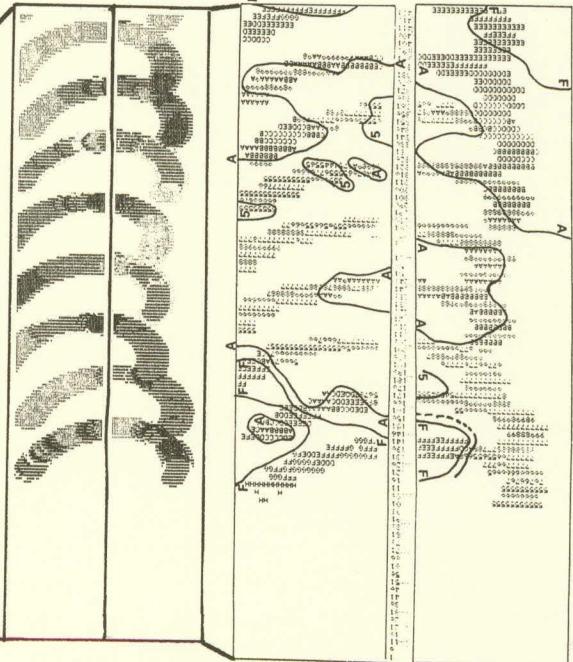
23GHz  
(47m sec)

31GHz  
(47m sec)

1692m



水形	N	Cs, Ck, N	10	10	10	Fv	10
密接度	10	9~10	10	10	10	5~6	10
表面温度	--7	--15	--11	--16	--13	--13	--18
(平均)							



紋別

第10図 MSR画像 (アンテナスキャンのため円弧状となる)

## 参 考 文 献

宇宙開発事業団（1984）：MOS－1観測データハンドブック

宇宙開発事業団・地球観測センター（1986）：MOS－1航空機検証実験成果報告会前刷集

## 報 告 者 紹 介



Minoru Odamaki

小田 卷 実 昭和62年3月現在、  
本庁水路部沿岸調査課沿岸調査官