

衛星を利用した極域でのデータ収録

芳野 起夫*

The Data Collection System in Antarctica by Employing Satellites

Takeo YOSHINO*

Abstract: The objective of this paper is to show the main aspects of Japanese program to establish an effective and reliable system to inter and intra-continent communication network for data and information transmission, to collect meteorological and geophysical data from Antarctica by the remote sensing system at present and in the near future. The difficulties to obtain environmental data from the Antarctic territory are well known. The employment of earth orbiting satellites appears specially adequate to clarify several aspects related with this problem. The global system comprises geostationary and polar orbiting satellites to obtain qualitative and quantitative data, derived from imagery and automatic ground-based sensing stations (unmanned) called Data Collection Platforms (DCPs).

要旨: 最近の実用人工衛星の発達は著しいものがあり、特に応用範囲と多用性の拡大は、目を見張るものがある。南極においても、従来のように超高層物理現象観測・気象観測以外に、1979年1月のNHKによるTV中継伝送のように新しく開拓すべき分野が非常に多くなってきた。本論文では、今後の南極における人工衛星利用について現在考慮し得る数例について説明し、特に近い将来無人観測点のデータ収集のため、自動データ収集装置を搭載する人工衛星の観測方法について詳述する。

1. ま え が き

最近の人工衛星の発達、特にその応用範囲の急速な拡張と多用性の発展には目を見張らせるものがある。現用されている人工衛星を、今日一般に用いられている用途別分類により大別して見ると、①科学衛星と、②実用衛星に別けられる。前者は、純粹に科学研究目的の観測・測定用に使用する衛星であり、後者は、我々の実生活に密接な気象・地球環境等の自然現象の観測と、国際通信・放送衛星等のように実生活の一部となって使用されている電波応用衛星である。

南極においても、日本南極地域観測隊ではすでに気象衛星用簡易受信装置が、第13次隊に

* 電気通信大学応用電子工学科. Department of Applied Electronics Engineering, University of Electro-Communications, 5-1, Chofugaoka 1-chome, Chofu 182.

より昭和基地に設置され、ESSA系気象衛星による気象観測が開始された。第17次隊は、IMS観測に対応して超高層物理現象観測のために、本格的な多目的用人工衛星自動追尾トラッキング・テレメトリー受信装置を昭和基地に設置して、カナダ・アメリカ合同の電離層観測衛星ISIS-1号および2号のテレメトリー受信を開始した。これは第18次隊に引継がれ、第19次隊からは、ISIS衛星に加えて国産磁気圏観測衛星EXOS-A（極光）のルーチン受信を開始し、南極における超高層物理現象の観測範囲を飛躍的に向上させた。また、この装置によって、ESSA系気象衛星の性能向上型であるNOAA系気象衛星のルーチン受信も実施されている。

第19次隊（1978年1～2月）は、観測艦「ふじ」に静止海事衛星MARISAT用の船上設備を搭載し、大西洋MARISAT中継による昭和基地—東京間の電話連絡に良好な結果を得た。第20次隊では新たに運用を開始したインド洋MARISAT経路により非常に良好な静止衛星経路の通信を行っている。

第20次隊では、MARISAT静止衛星による内地との直接電話連絡とは別に、静止通信衛星である国際衛星通信INTELSAT-インド洋衛星を経由し、NHK-TV放送の日本内地へのTV中継放送を行うため、仮設地球局を昭和基地に設置し、初の南極からのTV放送中継実験に成功している。

以上のように南極では新しい人工衛星利用の観測および実用分野への開発実験が活発に進められているが、今後さらに衛星技術の進歩に伴って、非常に多くの新開拓すべき分野が展開されてきた。

南極では、前述した科学・実用衛星という人工衛星の分類方法では、不都合をきたすことが多い。たとえば実用衛星と呼ばれるもののなかに、これによって得られたデータが、南極地域の科学研究のためにきわめて重要な資料を提供する機会が多いので、本論文では科学・実用との一般分類を用いず、次のような分類を提唱したい。1) 南極におけるあらゆる目的のためにデータを取得し応用できる衛星をまとめて、**観測用**または**研究用衛星**と呼び、2) 高緯度地域の極域電離層じょう乱の影響のため、伝搬状態の不安定な現用の短波通信システムに代わり、衛星中継による南極大陸内および他大陸間に安定な通信およびデータ伝送を常時行うための衛星システムを、**通信用衛星システム**と呼ぶことにする。また、3) 近い将来、南極大陸の内陸部に設置した無人観測点の定期的データ収集のため、自動データ収集装置(automatic data collection platform)を搭載した人工衛星を利用する方法がある。本論文では以下に、以上に述べた各衛星について、それぞれの問題点・応用例について論じ、将来の

南極における人工衛星利用計画立案の一助としたい。]

2. 観測用・研究用衛星

観測用・研究用衛星という分類をした衛星には、その観測応用方式により、1) 直接観測、2) リモートセンシング観測、3) 位置決定、4) 自動データ収集の4つに分類される。以下、これらの各方式について説明する。

2.1. 直接観測

人工衛星が、その飛しょう地点における諸データを、その地点で直接にリアルタイム観測する方法であり、現在の超高層観測のほとんどが、この方式に属している。

昭和基地において、受信可能な現用中および近い将来、利用が可能であると考えられる衛星名とその主要観測項目を表1に示す。

図1は、直接観測衛星の categorie に層する衛星の1つである電離層観測衛星 ISIS-2号の極域冬季における VLF エミッションを、昭和基地で受信した観測結果の1例を示したもので、昭和基地ではこの ISIS-1号および2号の観測を、第17次隊が352軌道、第18次隊が342

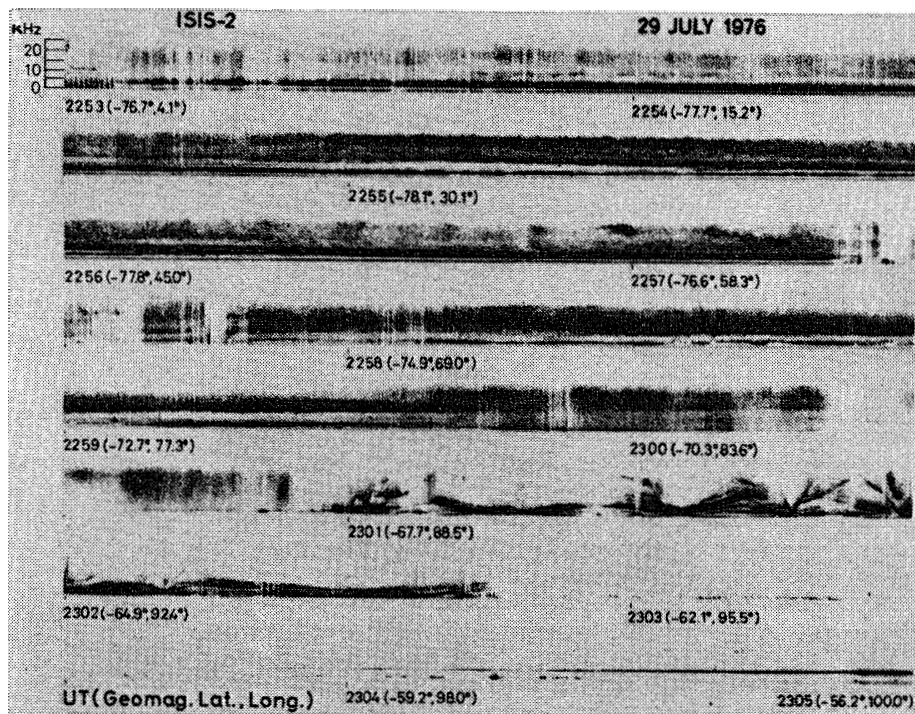


図1 昭和基地で受信した VLF エミッションの観測例 (ISIS-2, 1976年7月29日)
 Fig. 1. An example of VLF emission data by ISIS-2 received at Syowa Station.

表 1 昭和基地または南極地域で、現在受信または応用可能、または近い将来利用可能な衛星名と主要観測項目

Table 1. Summary of satellites and main observation items at present and in the near future.

Satellite name	Agency	Designation COSPAR No.	Launching date	Apogee (km)	Perigee (km)	Inclination (°)	Period (min)	Weight (kg)	Observation item Purpose of satellite
ISIS-1	CRC NASA-OSS	69-009A	01/30/69	3526	578	88.42	128.42	241	VLF. IONOSONDE. Cosmic ray. EPD etc.
ISIS-2	"	71-024A	04/01/71	1428	1358	88.1	113.6	256	Photo meter. VLF. IONOSONDE etc.
EXOS-A (Kyokko)	ISAS	78-014A	02/04/78	3977	642	65.3	134	130	IMS. ATV. AUV. ESW. MSP FM. ESP. TEL etc.
EXOS-B (JIKIKEN)	"	78-	09/ /78					92	P.W.D IEF. WPI. et .
EXOS-C	"		00/00/84					130	MAP. Brazilian anomaly
TIROS-N	NOAA- NESS	78-096A	10/13/78	862	846	98.9	102	589	AVHRR. TOVS. DCS. SEM
NOAA-4	"	74-089A	11/15/74	1457	1443	101.7	114.9	339	SR. SPM etc.
NOAA-5	"	76-077A	07/29/76	1532	1520	102.1	116.2	336	VHRR. SR. VTPR. SPM
NOAA-A	"		04/27/79	833	833	98.7	101.5	589	AVHRR. TOVS. DCS. SEM
NOAA-B	"		08/01/79	"	"	"	"	"	" "
NOAA-C	"		02/01/80	"	"	"	"	"	" "
NOAA-D	"		08/01/81	"	"	"	"	"	" "
NOAA-E	"		02/01/82	"	"	"	"	"	" "
NOAA-F	"		05/01/83	"	"	"	"	"	" "
NOAA-G	"		02/00/84	"	"	"	"	"	" "
ISEE-1	NASA-OSS	77-102A	10/22/77	138120	281	28.7	3446	340	VLF. DEF. Plasma wave. PLD. LEC. HOT PL etc.
ISEE-2	"	77-102B	"	138317	280	28.7	3454.1	166	" "
NIMBUS-6	NASA- OSTA	75-052A	06/12/75	1101	1093	100	107.3	585	PMR. ERB. TWERLE etc.
NIMBUS-7	"	78-098A	10/24/78	955	955	99	104.01	832	TOMS. SBUV. ERB. SMMR etc.
HCMM	"	78-041A	04/26/78	644	558	97.6	96.7	117	HCP Radio meter.

Table 1 (continued).

Satellite name	Agency	Designation COSPAR No.	Launching date	Apogee (km)	Perigee (km)	Inclination (°)	Period (min)	Weight (kg)	Observation item Purpose of satellite
ATS-5	NASA- OSTA	69-069A	08/12/69	35790	35777	5.3	70.3°W	821	MFM. ODHEPD <i>etc.</i>
ATS-6	"	74-039A	05/30/74	35818	35763	2.5	140°W	930	LEPED. MMP. SPM <i>etc.</i>
COSMOS-900	USSR	77-023A	03/30/77	523	460	83	94	900	Aurora photometer <i>etc.</i>
DMSP-F1	USAF	76-091A	09/11/76	848	818	98.7	101.6	450	SSH. VERT. TEMP <i>etc.</i>
DMSP-F2	"	77-044A	06/05/77	869	811	99	101.7	450	SSH. IONOS SONDE <i>etc.</i>
DMSP-F3	"	78-042A	05/01/78	653	564	97.6	96.8	450	OLS. SSM <i>etc.</i>
ESA-GEOS-1	ESA	77-029A	04/20/77	38357	2110	26.25	720	273	WFI. MWF. TPF. EWF <i>etc.</i>
ESA-GEOS-2	"	78-071A	07/14/78	35774	35615	0.8	1431.2	273	" "
GOES-3	NOAA- NESS	78-062A	06/16/78	36679	35469	1.7	75°58E	294	VISSR. DCS. MFD <i>etc.</i>
ISS-b(UME-2)	RRL	78-018A	02/16/78	1225	972	69.4	107	135	IONOSONDE. IMP. RNOISE <i>etc.</i>
LANDSAT-1	NASA- OSTA	72-058A	07/23/72	917	897	99.1	103.1	891	MSS. DCS
LANDSAT-2	"	75-004A	01/22/75	918	907	99.1	103.3	816	MSS. DCS
LANDSAT-3	"	78-026A	03/05/78	914	897	99.1	103.1	960	MSS. DCS. RBV
METSAT-1	ESA	77-108A	11/23/77	35692	34913	0.7		626	IMRM. DCP
PROGNOZ-5	USSR	76-112A	11/25/76	199000	510	65	5703	930	FGM. UV. H ₂ He. Plasma SP. <i>etc.</i>
PROGNOZ-6	"	77-093A	09/22/77	197900	498	65	3888	930	" "
S3-2	USAF	75-114B	12/03/75	1558	236	96.3	96.3		MSP. 200~300 EV. MM <i>etc.</i>
S3-3	"	76-065B	07/08/76	7856	246	97.5	176.6		" "
SEASAT-1	NASA- OSTA	78-064A	06/27/78	799	769	108	100.7	1800	LT. SR. RA MWS. SMMR <i>etc.</i>
SMS-1	NOAA- NESS	74-033A	05/17/74	35439	32435	1.9	75°18E	227	VISSR. DCS. MFM <i>etc.</i>
SMS-2	"	75-011A	02/06/75	35799	35778	1.0	96°24E	227	" "
TIP-1	US NAVY	72-069A	09/02/72	863	716	90.1	100.7	94	TRIAX FGM

Table 1 (continued).

Satellite name	Agency	Designation COSPAR No.	Lounging date	Apogee (km)	Perigee (km)	Incli- nation (°)	Period (min)	Weight (kg)	Observation item Purpose of satellite
SAGE	NASA- OSTA	79-013A	02/18/79	655	544	57.9	96.9	122	SAGE
STP-P78-1	USAF	79-017A	02/28/79	593	593	97.7	96.5	850	EUS. SXRAY. SOLWMON. Aerosol <i>etc.</i>
METEOR 1	USSR	79-005A	01/25/79	656	628	98	97.4		Meteorological data
MOLNIYA 3	"	79-006A	01/18/79	40806	474	62.8	73.6		Communication
OSCAR-8	HAM	78-026B	03/05/78						Amateur communication
COBE	NASA- OSS		10/00/83	7278	7278	99	102	1200	DIRBE. FIRAS. DMR
DYNAMIC- EXPLORER-A	"		02/28/81	23918	275	90	417	283	IMSP. WPI Plasma wave <i>etc.</i>
DYNAMIC- EXPLORER-B	"		02/28/81	1200	275	90	100	310	LMP. NAC. ATM. IDM <i>etc.</i>
EXOSAT	ESA		02/00/81	200000	300	80	5767		Cosmic ray
IONOSONDE- IK	USSR		00/00/79			90			IONOSONDE
IR-ASTRON	NIVR (Hollanda)		02/00/81	900	900	99	103.1		
MAGSAT	NASA		09/00/79	550	325	96	93.7		VECTOR. SCALAR MAG. Met. <i>etc.</i>
SHUTTLE- OFT-4	NASA- OSS		06/00/80	416	416	57	90		Shuttle test
SPACE- SHUTTLE • DEF	NASA- OAST		05/00/80	296	296	57	90.8		"
SME	NASA- OSS		08/00/81	500	500	97.6	94.6		Solar proton UV. O ³ IRRM <i>etc.</i>
SPACE LAB-1	ESA		12/00/80	296	296	57	90.8		X ray. UV. Cosmic ray <i>etc.</i>
SPACE LAB-2	"		04/00/81	416	416	57	93.3		HRTS. SUSIM <i>etc.</i>
STP-P80-1	USAF		00/00/81	740	740	72.5	99.6		Aerosol <i>etc.</i>

Table 1 (continued).

Satellite name	Agency	Designation COSPAR No.	Launching date	Apogee (km)	Perigee (km)	Inclination (°)	Period (min)	Weight (kg)	Observation item Purpose of satellite
NNSS 30120	US NAVY	67-034A				90.214			航海衛星 Maritime navigation satellite
NNSS 30130	"	67-048A				89.627			" "
NNSS 30140	"	67-092A				89.245			" "
NNSS 30180	"	68-012A				89.989			" "
NNSS 30190	"	70-067A				90.023			" "
NNSS 30200	"	73-081A				90.1			" "
INTELSAT- F6	COMSAT	78-035A		35949	35946	1.0	45°E		Indian Ocean Communication
MARISAT- IND	MARISAT			35868	35796	1.2	39°E		海事衛星 Maritime communication

軌道，第19次隊が326軌道受信している。また第19次隊では，国産科学衛星 EXOS-A（極光）を470軌道受信しており，現在も引続き観測を続行している。

2.2. リモートセンシング観測

人工衛星の飛しょう地点におけるデータではなく，衛星から遠隔地点におけるデータを，人工衛星の位置で遠隔観測する方法を，リモートセンシング観測と呼び，地表・地表直下，大気中等から放射される赤外線，可視光線，紫外線等を，衛星搭載の放射計で観測する気象衛星，資源衛星等がこのカテゴリーに属する。また最近では，地表等より自然放射される放射量の受信測定のほか，衛星にレーダ送信機を搭載して，アクティブにリモートセンシングを行う計画も具体化してきている。

図2は，第17次隊が昭和基地で観測した気象衛星 NOAA-4 号の赤外線領域による南極大陸の地表温度分布の1例である。本例は冬の1例で，中央部の白色で表された約 -60°C 以下の領域は，ランバート氷河-ロス海を結ぶ線で2分され，南極大陸に寒極が2つあることを示している。

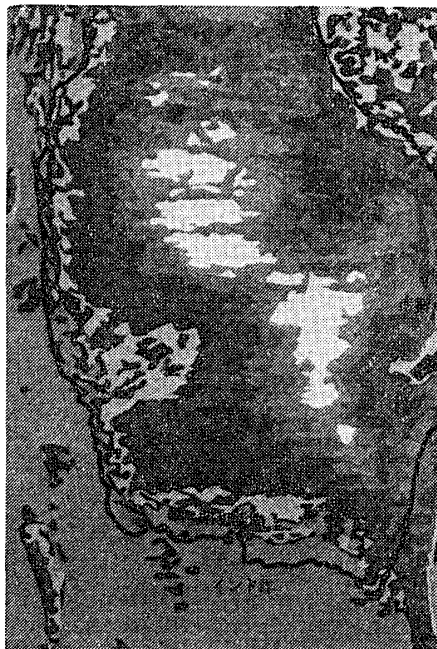


図2 昭和基地で観測した気象衛星 NOAA-4 号の赤外線領域による南極大陸の地表温度分布の1例（1976年冬季9月16日）。中央部の白色は -60°C 以下を示す。

Fig. 2. An example of the surface temperature map of the Antarctic continent analyzed by infrared radiometer of the meteorological satellite NOAA-4 received at Syow Station.

リモートセンシング衛星観測の応用例としては、

1) 地上気象、地表温度分布の観測、地表アルベドの較正、大気中の温度垂直分布観測等があり、1982年より開始される MAP (中層大気観測計画) 関連の研究に、大きな役割りを果たすものである。その中でも特に現在、第21次隊により、米国の新方式気象衛星 TIROS-N 用受信装置を、昭和基地に増設する予定である。この衛星の高速 PCM 伝送信号を、受信解析することによって、可視域および3段階の赤外域を含む超高分解能放射計 (AVHRR) による地表の雲分布と温度分布図が作成できるとともに、大気垂直温度分布の観測も可能であり、この観測結果によって、今後は、極地高層大気の突然昇温現象・大気循環現象等の研究分野の発展に、大きく貢献できるものと期待している。

2) 氷河運動・氷山・海氷の流動と分布変動・地形変動等の観測・研究

気象衛星 TIROS-N, 地球環境衛星 LANDSAT-1 号および2号, 航海衛星 NNSS を利用し、(1) 氷河上に設定したマークの移動による氷河の運動とその力学、(2) 同様にして海氷の消長、分布、流動の変化、(3) 同様にして氷山の分布、流動等を観測し、その結果を応用できる。特に NNSS を利用することによって、南極大陸内のまたは海氷、氷山等の位置をきわめて正確に決定することができる (resolution は 600 m)。

3) 地下・地表資源探査

地表・地表直下の植生、地質、地下水、石油探査、断層構造、両極海の生物探査、プランクトン探査等が、地球資源探査衛星 LANDSAT のリモートセンシングによって可能となった。その南極における1例として、1978年5月、米国中央情報局 (CIA) 発行の POLAR ATLAS には、リュツォ・ホルム湾奥の、大和山脈付近に埋蔵されているウランの存在を、すでに明確に図示している。このデータは、米国の衛星の観測結果によるものと説明されており、非常に興味ある問題であるとともに、その図の中にはその他の南極露岸地域の探査結果の大変興味あるデータが掲載されている。

我が国では、MAP 計画 (中層大気探査計画) に基づいて、地球環境の探査を目的とする国産衛星 EXOS-C の打ち上げが予定されており (1984年)、その探査結果が大いに期待されている。

2.3. 位置決定 (ナビゲーション)

人工衛星を利用した地表上の位置決定法が、急速に進歩してきているが、特に米海軍の航海衛星 NNSS を利用したナビゲーションシステムは、非常に小形軽量な装置によって高精

度で簡単に位置決定ができるので、今日急速に広い分野で使用されるようになってきている。

GNSS 航海衛星は、5個の周回軌道衛星から構成され、位置決定のみでなく、正確な時刻クロック（安定度 10^{-11} 以内）を搭載し、テレメータ信号によって時刻符号を地上に送信してくるので、南極観測でも色々な方面で応用が考えられる。GNSS 衛星以外にも静止衛星を利用して、比較的簡単に位置決定を行う方法もあるが、 75°S 以南の高緯度では静止衛星に対するエレベーションが 0° 以下になるので使用できない。GNSS の地上設備は、約500万円程度で購入することが可能であり、その寸法は、大形トランク3個で構成されており、持運びも容易であるにもかかわらず、この程度の地上設備でさえ、簡単な測定操作で地上分解能 (resolution) が、600 m 以下に保たれ、測定結果はきわめて正確で安定している。

南極地域観測隊における応用例としては、1) 内陸基地の位置決定、旅行隊の位置決定、地学・地理学的に測量用として、また露岩地帯・山岳地帯における地図作成と位置決定、2) 雪氷のドリフト移動、氷河運動、氷山流動、流水移動等の研究にきわめて有効に使用できる。

2.4. 無人自動観測所の自動データ収集システム (automatic data collection system)

現在、TIROS-N, NOAA-6号, NIMBUS-7号, 8号, 静止衛星 SMS-1号等の気象観測衛星には、12 kbit 程度の容量の自動データ集積装置を搭載している。これを利用して、南極大陸内に設置した無人観測点の観測データを、自動的に収録することができる。この方法については、章を改めて後述する。

3. 通信用衛星システム

南極における通信回線は、南極地域と他大陸間、および南極地域内通信に分けて考えねばならない。極域の通常の通信では、短波電波の極冠電離層とオーロラ帯降下電流（粒子）による吸収 (PCA)、大陸表面の氷冠の低反射率の影響で、常に受信電界が他地域に比較して変動が大きく、通信状態が不安定である。このような事態を改善するために、人工衛星の利用が考えられるが、静止通信衛星を利用することによって、短波帯では考えられない広帯域の通信が可能となり、そのうえ電離層じょう乱の影響もなく、終始安定した通信が期待できる。

3.1. 他大陸との通信システム

75°S 以北の基地では、静止衛星を経由して常時直接他大陸と交信することが、可能であ

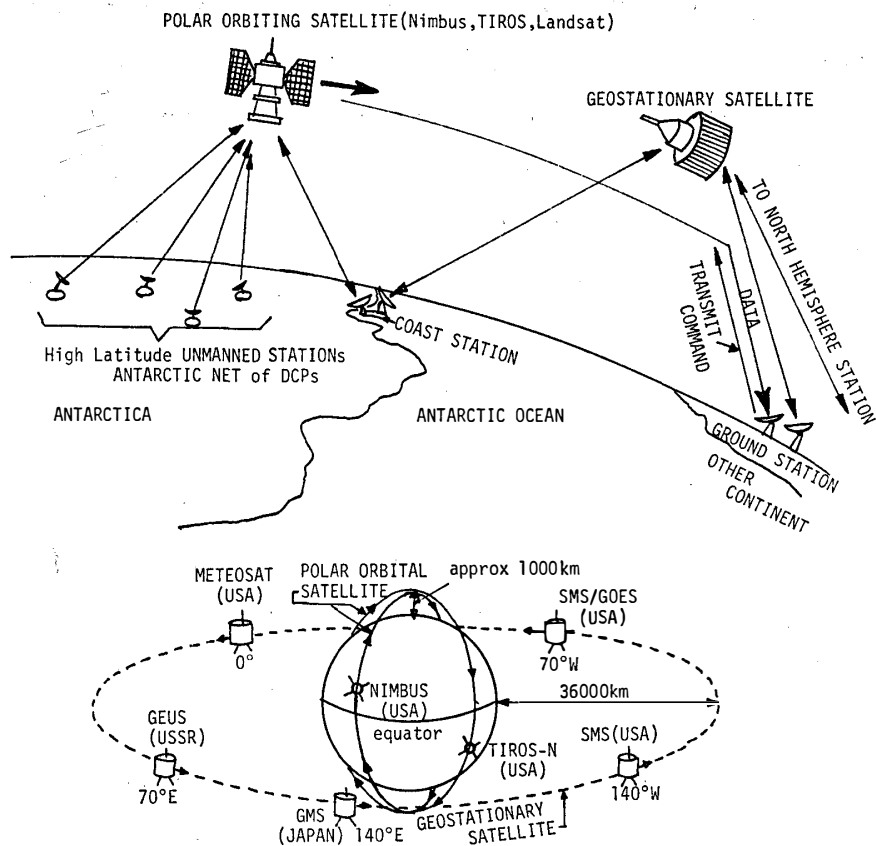


図3 静止衛星と極軌道衛星を組み合わせた、南極通信と極地地球物理学的現象の観測データの収集

Fig. 3. Scheme of the global satellite observing system for high latitude polar geophysical phenomena, including geostationary and polar orbiting satellites.

る。一方、 75°S 以南の地域では極軌道衛星を中継して、他大陸と交信せねばならない（図3参照）。

3.1.1. 静止衛星系

現在、通信用静止衛星には、第1に **INTELSAT** 系があり、多チャンネルの電話、ファクシミリ、テレタイプ、PCM変調データ伝送、および1チャンネルのTV映像の送受信が可能である。1979年1月には、NHKが昭和基地に仮設した地上局により、このINTELSAT-インド洋衛星を経由して、南極初のTV中継放送が成功している。

第2の静止衛星通信系には、**MARISAT**系がある。**MARISAT**とは、航海中の船舶と沿岸との高密度通信を可能にする目的で打ち上げられた海事衛星通信網用の衛星で、太平洋、インド洋、大西洋（インド洋衛星は、1978年9月より運用開始）の3個の静止衛星で、全世

界をカバーしている。第19次（1978年1月）、第20次（1979年1月）の両観測隊では、ふじに船上局を搭載し、第19次隊では大西洋衛星経由で、第20次隊ではインド洋衛星経由で、それぞれ内地との間に非常に良好な電話通信が行われた。なおこの衛星は、テレタイプおよびデータ伝送が可能である。

第3の静止衛星通信系には、DOMSAT系がある。DOMSAT系の1つとして、現在非公式ではあるが、1978年9月の南極条約通信専門家会議において、近い将来、南極条約加盟国で共同出資して南極通信専用の静止衛星を打ち上げ、南極地域および南極大陸—他大陸間に南極専用回線を作る計画が話題になった。また、場合によっては、日本独自で衛星を打ち上げることも可能であり、日本専用とした場合には、昭和基地の定常観測のデータは、リアルタイムで衛星経由で国立極地研究所に伝送され、収録することができるようになる。この方法では、南極基地では保守設営隊員若干と、研究観測隊員若干が越冬するのみで、従来と同等の基地運営が可能となり、観測効率の飛躍的向上を期待することができる。今日の概算では、専用衛星の打ち上げには、1個約100億円、地上局設備には5-8億円が必要である。

3.1.2. 極軌道衛星系

75°S以上の高緯度地域では、静止衛星は地平線下に沈み使用できない。そのため、1000 km以上の高度を飛ぶ極軌道通信衛星（多目的用のものでよい）を別に周回させて、その極地域の可視範囲を、南極大陸全域に拡がるようにして通信を行う方法が考えられる。現在南極地域で、この目的のために現用されているこの方式の衛星はないが、ソ連の共産圏用通信衛星システムのMOLNIA衛星（北極上で非常に高く、数時間以上の運用が可能で、南極上では低い軌道を採用）を南極用に応用する方法が考えられる。

南アフリカ連邦では、アマチュア通信衛星Hamsat-OSCAR-8号を利用する計画を立てており、我が国でも第17次隊が、昭和基地—南ア連邦間をOSCAR-7号を経由して、アマチュア通信による交信に成功した。高緯度地方では極軌道衛星の可視範囲が非常に広く、通信への利用の可能性は高い。

3.2. 南極大陸内域での衛星通信システム

南極大陸地域内の各国基地間は、現在短波通信網によって連絡しているが、極域の短波伝搬は、太陽活動と地磁気変動の影響を受けて、受信電界強度がきわめて不安定であり、定時通信が困難な日数が非常に多い。そこで前節・前項で述べたように、高度1000 km以上の極軌道衛星は、その可視範囲が非常に広いので、これを2個飛ばすことにより、ほとんど全

極域をカバーすることができる。

極軌道衛星の用途は、従来短波通信ではきわめて不安定であり、信頼性の低かった極地通信において、

- 1) 南極大陸内の各基地との通信連絡、特に大陸内域の各基地、旅行隊、沿岸の船舶間の相互連絡、気象データ交換。
- 2) 旅行隊—基地間、内陸基地—沿岸基地間の通信連絡。
- 3) 旅行隊の大陸内での位置解析、隊員の安全の確認、事故発生時の敏速な対応。
- 4) 航空機のフライトバックアップ等にきわめて有効に利用できることが考えられる。

3.3. 南極地球局について

昭和基地の位置は 69°S にあり、もし静止衛星をシンガポール西方上空 36000 km に静止させると、昭和基地—日本上空とは双方より直視状態となり、またインド洋西部上空に静止させればヨーロッパと直通となるので、昭和基地は、南極大陸と他大陸間のインターコンチネンタル通信のキー局としての性格を持った地球局となり得る立地条件をそなえている。一方、高度 1400 km の極軌道衛星を用いると、昭和基地の位置からは、ほとんど南極全域をサービスエリアとしてカバーできる立地条件にもある。これは将来、南極内の気象データを、昭和基地経由で北半球の GTS（世界気象通信網）にのせる重要なキー局としての役割りが果たし得る、重要な地点に位置しているわけである。

3.4. 極地人工衛星受信の問題点

筆者の経験によると、人工衛星の VHF (136 MHz) テレメトリー電波の極域電離層による電波吸収特性が、オーロラ活動と密接な関係にあることが観測された。吸収量は、昭和基地で 136 MHz で 20–35 dB, 400 MHz でもサブストーム時の平均で 13–22 dB 程度の減衰が見られた。筆者の経験した別な例をあげると、北極圏に近いカナダ・マニトバ州北端のチャールでは、磁気緯度が昭和基地より 7 度高く、その影響で VHF の平均吸収量は、じつに 70 dB に達した例があった。この点は、極地における地上局の設置に当たって、電界強度算定上に大きな注意をはらわねばならないファクターとなるであろう。

4. 無人観測所における衛星通信の応用

2.4. で述べたように、自動データ収集システム (automatic data collection system) を搭載している TIROS-N, NOAA-6 号, NIMBUS-7 号または 8 号等の極軌道衛星を用いて、南

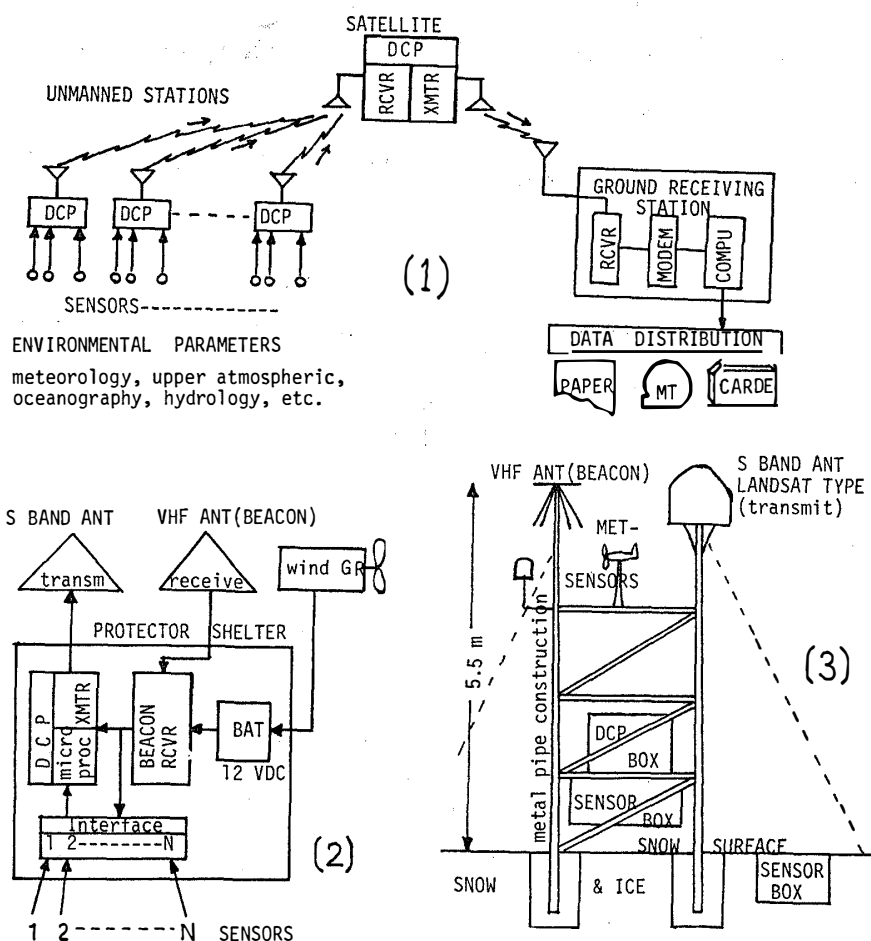


図 4 自動データ収集プラットフォームの構成。(1) 通信系, (2) センサー, (3) 地上装置

Fig. 4. Data collection platform system installation schemes. (1) Communication System, (2) Sensor (3) Ground Station.

極大陸内に設置した無人データ観測システムによるデータの自動収集を行う実験が開始されている。チリ南極観測隊は、1979年1月より、すでに地上に設置する無人気象観測機の試作機を開発して、現在実用化試験中である。その外観は図4に示すようで、その動作は次のようである。

1) 通常は、図4の(1)に示す無指向性受信アンテナに接続されているビーコン受信機のみが動作しており、衛星が地平線上に昇り、VHF ビーコン電波が受信されてある電界強度に達するまでは、スタンバイ状態で待機している。

2) ビーコン電波が入感し、受信機がアキシジョンレベルに達すると、無人観測装置は動

作状態に入り、地上の観測データを UHF 送信機が、アンテナ(2)により衛星に向かって送信する。

3) 衛星では、この UHF 電波を衛星搭載受信機 (L または S バンド) が受信し、その内容データは、衛星に搭載された 12 kbit の容量を有する ADC プラットフォームメモリーに 7 分間 (最大) 記録される。この記録されたデータは衛星が、低緯度地域の地上局上空を通過するとき、地上局のコマンドによって地上に送信され、地上局で受信記録される。

4) 無人観測装置では、衛星が上空を通過し、ビーコン電波の感度が低下すると、送信機、観測器が停止し、次にふたたびビーコン受信機のみが動作し続けるだけの状態にもどる。次の衛星の周回でふたたびビーコン電波が受信されるまで、観測装置は沈黙してしまう。

5) ADC ボードにメモリーされたデータは、3) に述べたように、低緯度地帯に設置された地上局のコマンドにより収録され、地上局で解析の後、ただちに GTS (世界通信伝送システム) 系でデータセンターに伝送される。

以上の装置の大体の構成は、図 4 に示す通りで、非常に単純な構造であり、チリ南極観測隊による夏期の無人観測点の実験結果も良好とのことであった。なお、本システムは、フランスの開発によるもので、米国でデータ受信は行われるが、運用、解析はすべてフランスで行われている。

以上の方式によるデータ収集は、すでに1974年頃、アラスカ大学地球物理学研究所が、磁気子午面に沿って設置した北極域磁場観測点群のデータ収集を、NIMBUS-6号を用いて開始し、現在はさらに改良を加えた新方式によって、静止気象衛星 SMS-1号の DCS システムを経由してデータの収集を行っている。なお、カナダ北部は北磁極が約 75°N 付近にあるため、静止衛星の高磁気緯度での使用が可能である。

また、1978年春、探検家の植村氏の北極・グリーンランド縦断単独行には、同氏の携行した小形送信機の電波を、NIMBUS-7号の DCP が受信し、これを用いて毎日の現在位置の確認が行われた。

5. 結 言

将来の南極地域観測における人工衛星の応用例について、その一端を簡単に説明したが、今後の南極地域観測では、人工衛星の有効な協力利用の開発を進めることによって、観測範囲の飛躍的な向上を期待することができる。また、テレビ・電話等を含むあらゆる通信方式の伝送が可能になると、これに伴って通信量を飛躍的に増大することができるので、従来短

波の手送り電報 (A1) によって送受信されている、越冬隊員の家族との間の私信電報を電話に切り換えることができる。また内地のテレビ放送を、昭和基地で受信することができるようになれば、隊員の越冬生活に対する認識にもよい意味で大改革をもたらすものとなるであろう。

データ伝送が可能となれば、定常観測データを昭和基地より内地にリアルタイム伝送し、内地において記録・解析できるようになる。そして隊員の省力化も可能となる。通信衛星以外の各種の衛星を応用すると、観測部門によっては南極全域の観測、無人観測網の充実による観測の広域化等の、数え切れないほどの応用範囲の拡大が期待できる。南極地域観測における人工衛星の積極的な利用分野の開拓に対する南極関係者の、今後の努力を期待するものである。

最後に南極において人工衛星テレメトリー受信を担当し、日夜努力されている第17次、第18次、第19次、第20次の各担当隊員に深く感謝の意を表する。

(1979年5月31日受理)