

昭和基地における EXOS-A (極光) の受信

福西 浩*・岩淵美代子*・芳野越夫**

Data Acquisition from EXOS-A (Kyokkô) at Syowa Station, Antarctica

Hiroshi FUKUNISHI*, Miyoko IWABUCHI* and Takeo YOSHINO**

Abstract: Telemetry signals from the first Japanese polarorbiting satellite, EXOS-A (Kyokkô) are being received at three satellite acquisition stations, *i.e.*, Kagoshima, Churchill and Syowa Satellite Earth Stations. In this report, the progress of the data acquisition at Syowa is described.

要旨: 1978年2月4日16時00分 東京大学鹿児島宇宙空間観測所より打ち上げられた日本初の極軌道科学衛星 EXOS-A (極光) の受信は、現在鹿児島、カナダのチャーチル、南極昭和基地の3カ所で行われている。この報告では昭和基地での受信状況について詳しく述べる。

1. はじめに

国際磁気圏観測計画 (IMS) の一環として、1978年2月4日16時00分東京大学鹿児島宇宙空間観測所より打ち上げられた EXOS-A (極光) は、当初の予定軌道に非常に近い軌道に乗ることに成功した。6月12日現在の軌道要素は、

| | |
|-------|---------|
| 遠地点 | 3974 km |
| 近地点 | 638 km |
| 軌道傾斜角 | 65.3° |
| 周期 | 134 分 |

である。

EXOS-A は、日本では初めての極軌道科学衛星であり、以下に示す7つの観測器が搭載されている。

1) 紫外線によるオーロラ撮像装置 (ATV)

* 国立極地研究所. National Institute of Polar Research, 9-10, Kaga 1-chome, Itabashi-ku, Tokyo 173.

** 電気通信大学. University of Electro-Communications, 5-1, Chôfugaoka 1-chome, Chôfu 182.

- 2) 低エネルギー電子のエネルギースペクトル観測装置 (ESP)
- 3) プラズマ波動観測装置 (ESW)
- 4) 真空紫外大気光観測装置 (AUV)
- 5) 正イオン質量分析装置 (MSP)
- 6) 電子密度観測装置 (NEL)
- 7) 電子温度観測装置 (TEL)

この他、衛星の姿勢検出用に、地磁気姿勢計 (GA) と太陽姿勢計 (SAS) が搭載されている。

EXOS-A は、極軌道衛星であることから、鹿児島宇宙空間観測所の他に、カナダのチャールズに東京大学宇宙航空研究所が建設した地上局、および南極昭和基地で受信することが計画された。昭和基地での受信に関しては、1977年7月30日国立極地研究所（以下極地研という）と、東京大学宇宙航空研究所の間にかわされた「昭和基地における人工衛星テレメトリーに関する覚書」の中で、両者の共同研究事業として行うことが規定された。この覚書は、1977年12月6日に開かれた人工衛星分科会でも了承され、具体的な受信は、以下のよう
に実施することになった。

- 1) 昭和基地で受信する軌道は、両者で協議して決定する。
- 2) 決定された軌道の計算は、極地研が行う。
- 3) その際、必要な軌道要素は、宇宙開発事業団の NASDA 追跡管制部よりテレックスで、鹿児島宇宙空間観測所経由で受取る。

これに基づき、2月4日の打ち上げ6時間53分後より昭和基地での受信が開始された。この報告では、現在までの受信状況について述べる。

2. 昭和基地での受信設備

昭和基地の人工衛星受信装置は、1976年1月に設備され、同年4月より電離層衛星 ISIS-1, 2, 気象衛星 NOAA-3, 4, 5 のルーチン受信が開始された。

受信装置は、アメリカの Scientific Atlanta 社製の NASA 仕様によって生産されている standard tracking system である。その構成ブロック図を図1に、その性能を表1に示す。本方式の特徴は、136 MHz 帯でモノパルストラッキングを行い、同一ペDESTAL上に組込まれた 400 MHz 帯アンテナで、400 MHz の受信が可能である。アンテナは 4 スタック

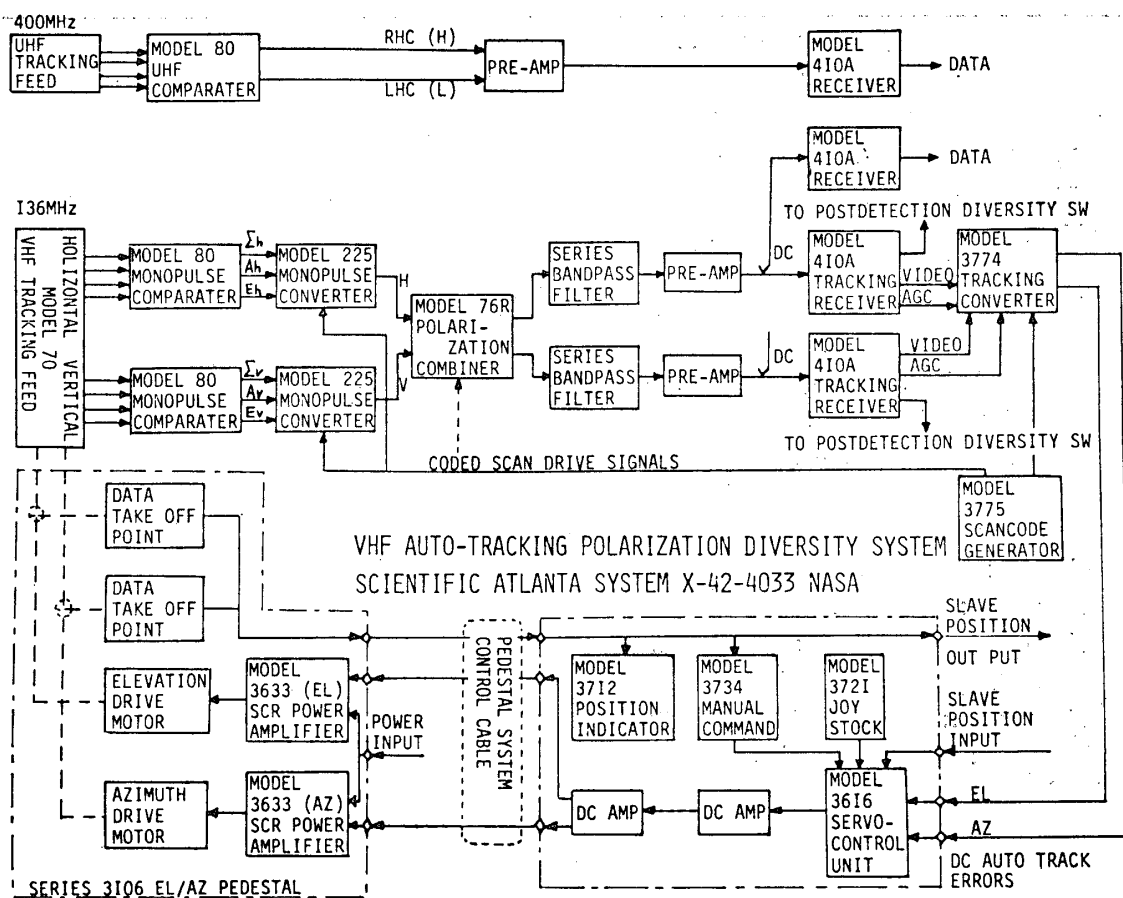


図 1 昭和基地衛星受信装置ブロック図

Fig. 1. Block diagram of the Syowa satellite acquisition station.

表 1 昭和基地衛星受信装置性能表

Table 1. Specifications of Syowa Satellite Earth Station.

(1) Antenna system

VHF 136 MHz monopulse tracking antenna array.

4 stacked 9 element crossed log-periodic array. Gain 18 dB max.

UHF 400 MHz receive-only antenna array.

4 stacked 9 element crossed log-periodic array. Gain 18 dB max.

(2) Filter/Pre-amplifier

VHF 136 MHz pre-amplifier.

Gain 26 dB, NF 1.46 dB.

VHF 400 MHz pre-amplifier.

Gain 24 dB, NF 2.25 dB.

(3) Tracking characteristics

Model 3106 EL-AZ pedestal.

AC servomotor 2 each axis; Delivered torque 1000 lbf-ft.

Pedestal system accuracy less than 0.05°.

Low temperature modification -40°C .

Optimum signal selection RHC and LHC.

(4) Tracking and main data receiver

- (i) Model 410A basic receiver.
- (ii) Frequency range 136-138 MHz and 395-410 MHz RF tuner.
- (iii) Standard FM demodulator.
Deviation 15 kHz-1.5 MHz.
- (iv) Narrow band FM demodulator.
- (v) FM demodulator.
Deviation: $(\pm 20^{\circ})\sim(\pm 135^{\circ})$.
Fine tuning range: ± 250 kHz.
Lock threshold: -20 dB SNR at IF: $+2$ dB in loop.

(5) Receiver overall characteristics

- RF input: 50 ohm-105 dBm (less than $0.1 \mu\text{V}$).
First IF: 60 MHz.
Second IF: 10 MHz.
Video filter linear phase: 18 dB/oct. reel off.
20, 50, 100, 200, 500 kHz and 1 MHz.
Video Amp.: Output 0-8 Vpp, AC and DC.
Data rate: Up to 5 M bits.

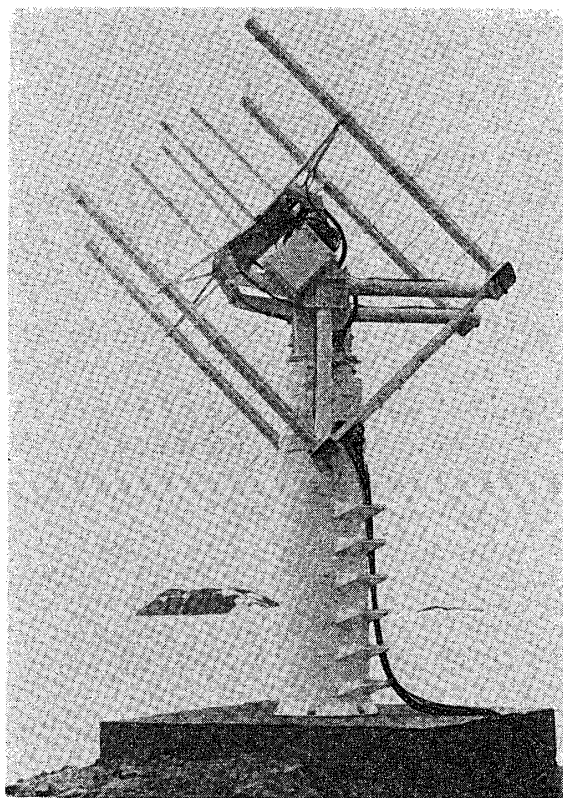


図 2 昭和基地衛星受信装置アンテナ部
Fig. 2. View of the 136 and 400 MHz
dual band log-periodic antenna
array system.

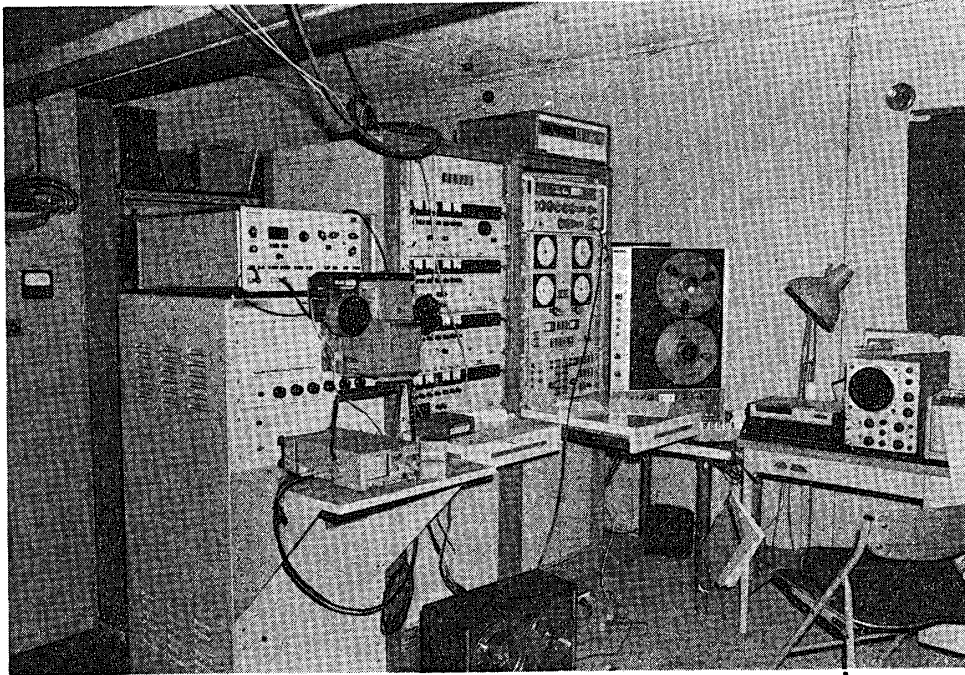


図 3 昭和基地衛星受信装置トラッキング・受信記録部

Fig. 3. Interior of the operation room.

で、それぞれが9段のログペリオディックアンテナで構成され、直線偏波、右回り円偏波、左回り円偏波が選択できる。図2はアンテナ部、図3は受信機部およびトラッキング部の写真である。

3. EXOS-A の受信

EXOS-A は、予定の軌道に打ち上げられれば、打ち上げ6時間50分19秒後の第3周目に、昭和基地で受信できることが予想された。そこで打ち上げ当日は、日本と昭和基地に接岸した砕氷船「ふじ」が、マリサットによる衛星通信で結ばれていることを利用し、打ち上げ3時間後に出された軌道予報をテレックスで極地研に送ってもらい、極地研のコンピュータ HITAC M-160 II で軌道情報を計算し、それをマリサット経由で昭和基地へ知らせるといった態勢をとった。その結果、2月4日13時53分05秒 UT (打ち上げ6時間53分5秒後) に、3周目のビーコン電波受信に成功し、EXOS-A が正常な軌道に乗ったことを確認することができた。

昭和基地での EXOS-A のルーチン受信は、2月6日の26周目より開始された。昭和基地では 136 MHz 帯での PCM データ、400 MHz 帯でのプラズマ波動観測装置 (ESW) の

表 2 昭和基地における EXOS-A データ記録用テープレコーダチャンネル表
 Table 2. Item of EXOS-A data recorded by a 7 channel data recorder with
 a tape speed of 0.3 inch/s at Syowa Station.

| Data recorder channel | Recording method | Contents |
|-----------------------|------------------|-------------------------|
| 1 | DR | Ground VLF |
| 2 | DR | 25 kHz reference signal |
| 3 | FM | ESW |
| 4 | DR | PCM |
| 5 | DR | ESW |
| 6 | FM | Time (UT) |
| 7 | FM | AGC level |

ワイドバンド記録を受信している。受信データは、7 チャンネルのデータレコーダに記録されている（表 2 参照）。現在までに昭和基地で受信された EXOS-A の軌道数は、

| | |
|-----|-------------------|
| 2 月 | 65 軌道 |
| 3 月 | 12 軌道 |
| 4 月 | 15 軌道 |
| 5 月 | 24 軌道 |
| 6 月 | 26 軌道（6 月 14 日現在） |

である。2 月は、カナダのチャーチルでの受信が開始される以前であり、極地方での受信は昭和基地だけで行われたことにより受信回数が増えている。3~5 月は NP（北極）モードでの運用が主になり、昭和基地での受信回数は少ない。6~9 月はチャーチルでの受信が中止されるので、ふたたび GL モードでの昭和基地での受信が主になる予定である。

受信は、昭和基地での衛星の仰角が 30° 以上になる軌道について行っており、そうした軌道は一日に 3~4 軌道もあり、連続受信により時間変化を追うことも可能である。図 4 は、7 月 26 日から 27 日の間の仰角 30° 以上の軌道図である。こうした軌道図は、極地研の HI-TAC M-160 II のグラフィックディスプレイ装置により作製されており、受信軌道を選択するのに利用されている。図 5, 6 は昭和基地で受信された ESW の記録例である。図 5 は、ホップアンテナとファラデーカップが交互に切り換えられて受信が行われている例で、1642~1648 UT に強い 'V' 形のエミッションが見られる。図 6 は、ホップアンテナだけ

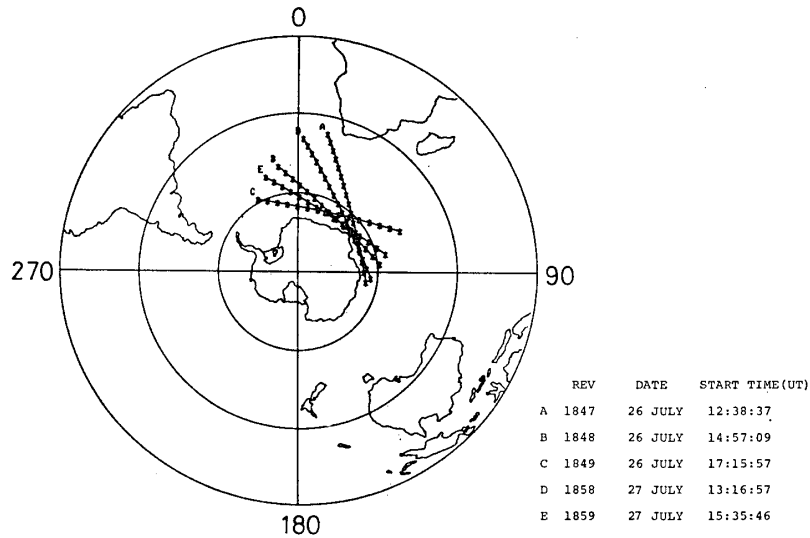


図 4 昭和基地で受信可能な EXOS-A の軌道図 (国立極地研究所 HITAC M-160 II のグラフィックディスプレイ装置で作成. 1 分ごとの位置が×印で示される).

Fig. 4. Computer display of successive EXOS-A orbits which are included in a coverage from Syowa. A cross mark gives the location of the subsatellite point every minute.

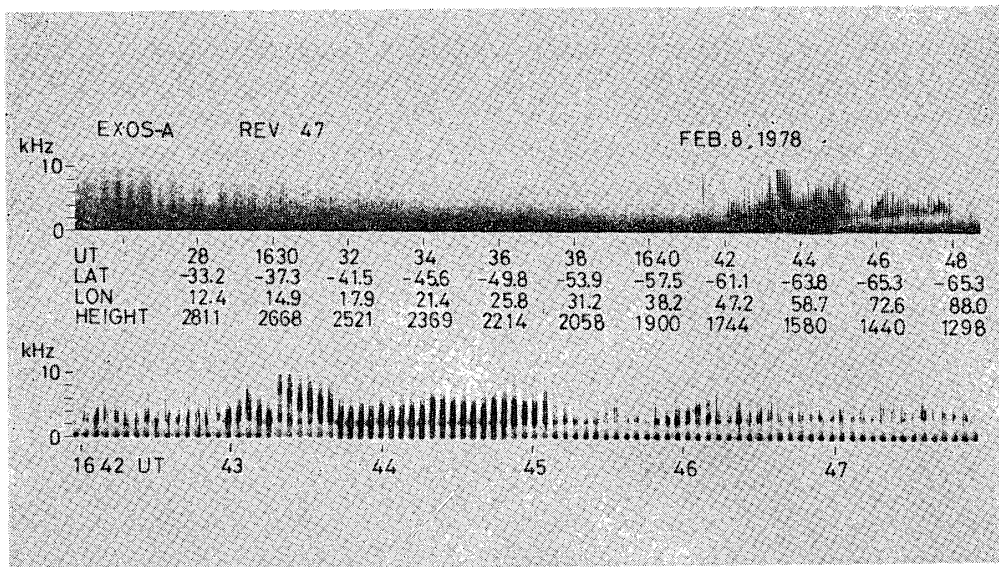


図 5 昭和基地で受信されたプラズマ波動観測装置 (ESW) の記録例. ダイポールアンテナとファラディカップが 2 秒ごとに切り換えられている. ダイポールアンテナで強い V 型のエミッションがみられる. 時刻 (UT), サブサテライトポイントの地理的緯度・経度および高度が 2 分ごとに表示されている.

Fig. 5. Example of f-t spectrum in the frequency range of 0-10 kHz measured by a VLF wide-band receiver on board EXOS-A. Intense V shaped emissions are seen in the time interval 1642-1648 UT. Universal time, geographic latitude and longitude of subsatellite point, and altitude are given at intervals of 2 minutes.

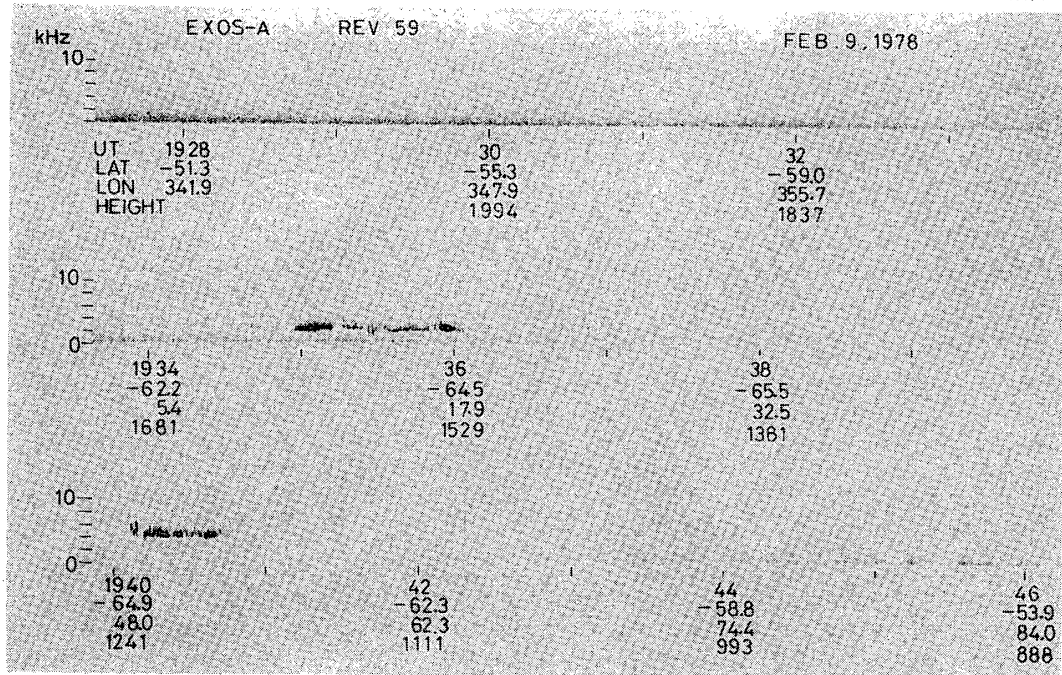


図 6 昭和基地で観測されたプラズマ波動観測器 (ESW) の記録例。ダイポールアンテナが使用されており、1935~1936 UT, 1940~1941 UT に強いバンド状のエミッションが見られる。時刻(UT), サブサテライトポイントの地理的緯度・経度および高度が2分ごとに表示されている。

Fig. 6. Example of f - t spectrum in the frequency range of 0-10 kHz measured by a VLF wide-band receiver on board EXOS-A. Intense emissions with a band structure are seen in the time intervals of 1935-1936 UT and 1940-1941 UT. Universal time, geographic latitude and longitude of subsatellite point, and altitude are given at intervals of 2 minutes.

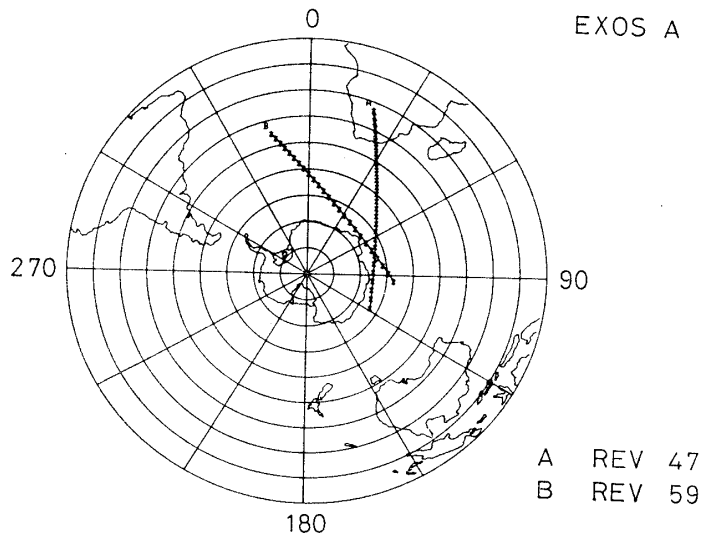


図 7 図 5, 6 で示した軌道のグラフィックディスプレイ図。1分ごとの衛星位置が×印で示されている。

Fig. 7. Computer display of the orbits which are presented in Figs. 5 and 6. A cross mark indicates the location of the subsatellite point every minute.

のワイドバンド記録の例で, 1935~1936 UT, 1940~1941 UT に強いバンド状のエミッションが見られる. 図 5, 6 の軌道は図 7 に示される.

4. お わ り に

以上に述べたように, 昭和基地での EXOS-A の受信は, 非常に順調に行われている. 日本には, 2月9日までに受信された18軌道分のデータしか帰ってきていないが, 1979年4月に一年分のデータが帰ってくれば, IMSのための多くの新しい情報が得られることが期待される.

最後に, この共同研究事業成功のためにご尽力下さった東京大学宇宙航空研究所の平尾邦雄教授, 大林辰蔵教授, 伊藤富造教授に深く感謝いたします. 衛星軌道計算プログラムは, 同研究所の関口豊氏から提供していただきました. ご協力に厚く感謝いたします.

(1978年6月27日受理)