

国際地球磁気圏観測計画 (IMS) 期間中の 南極ロケット実験報告 —1976–1978—

鮎川 勝*・平沢威男*

Sounding Rocket Experiments at Syowa Station during
International Magnetospheric Study (IMS) Period,
1976–1978

Masaru AYUKAWA* and Takeo HIRASAWA*

Abstract: During the period of International Magnetospheric Study (IMS, 1976–1979), twelve S-210JA type and seven S-310JA type rockets were launched from Syowa Station, Antarctica, into auroras at various stages of polar substorms. Through the successful rocket flights, the significant physical quantities in auroras were obtained. The present paper mainly reports on the progress of the research program by means of sounding rocket at Syowa Station concerning the preparation and transportation of the rockets, the maintenance of the launching facilities, arrangements of the rocket firing and tracking and the obtained results of the rocket flights.

要旨: 国際地球磁気圏観測計画 (IMS) に対応し, 3 年間にわたって昭和基地で実施されたロケットによるオーロラ観測に関する報告である。特に, 計画の立案, 諸準備・訓練の経過, 新型ロケット (S-310JA 型) の輸送法, 昭和基地ロケット施設の改造・保守, ロケット打ち上げ経過, 飛しょう結果などについて報告し, 今後のロケット実験に資することを期した。

1. は じ め に

南極昭和基地 (69°00'S, 39°35'E) での第 2 期ロケット実験 (第 1 期ロケット実験, 1970–73; 鮎川他, 1975) は, International Magnetospheric Study (IMS, 国際磁気圏観測計画) の一環として 1976 年から 1978 年の 3 カ年にわたり, オーロラ現象とオーロラ粒子と波動の相互作用の解明を中心課題に第 17 次, 18 次および 19 次南極地域観測隊が実施した。

1976 年 1 月第 17 次隊は, 第 1 期の南極ロケット観測が終了した 1973 年 12 月以来, 防

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

錆および防湿処置を施して閉鎖してあった昭和基地ロケット実験施設を約2年ぶりに再開し、さらに、今期から新たに昭和基地でも実験することになった大型ロケットS-310JA型の発射のために、ロケットランチャーおよび保温槽などの改造を行って、IMS期間中の南極ロケット施設の打ち上げ態勢を整えた。

今期の南極ロケット実施の大きな特徴は、昭和基地に新たに人工衛星テレメトリー受信観測装置が設置されたことから、ロケット観測が単にオーロラの直接観測に踏みとどまらず、極軌道科学衛星とロケットとの同時観測を実現させたこと、南北両半球の汎世界的に設けられたIMS地上観測網の裏付けのもとにロケット実験を行ったこと、さらには昭和基地と地磁気共役点にあるレイキャビックを結ぶ磁力線上付近の高度約36000kmの地球磁気圏に位置するGEOS衛星と同期させてロケット実験を行ったことなどがあげられる。これらの特徴は、IMS計画で最大の目的としていた地球およびその周辺に張りめぐらした観測網を最大限に駆使して、南北両域にわたる地上、電離圏および磁気圏での超高層自然現象の総合的な立体同時観測が実現したものとして評価できる。第17次隊から第19次隊までの3カ年間に昭和基地で打ち上げたS-310JA型7基、S-210JA型12基、計19基のロケットはすべて正常に飛しょうした。そして観測面においては一部の観測記録に解析困難等不調な部分が若干見受けられたが所期の目的を十分満足する多くの貴重な記録を取得した。

本報告は、各観測隊のロケット実験報告と、東京大学宇宙航空研究所が主催するIMSシンポジウム、および国立極地研究所が主催する電離圏磁気圏総合観測シンポジウム等で報告された南極ロケット観測の成果の概略をまとめたものである。

2. ロケット班人員構成

2.1. 第17次隊ロケット班

実験総括:	平沢威男 (国立極地研究所、夏隊隊長)
実験主任:	福西 浩 (国立極地研究所)
ロケット・管制盤:	小井沼良雄 (日産自動車), 佐藤瑞雄 (日産自動車, 夏隊隊員)
レーダー・搭載計器:	真利子修 (明星電気)
テレメーター・搭載計器:	中井康二 (日本電気)
観測機器:	松尾敏郎 (京都大学工学部)
ロケット一般:	仁木国雄 (電気通信大学)

2.2. 第18次隊ロケット班

実験総括:	国分 征 (東京大学理学部, 夏隊隊長)
実験主任:	鮎川 勝 (国立極地研究所)
ロケット・管制盤:	吉田仁士 (日産自動車)
レーダー・搭載計器:	岩下義信 (明星電気)
テレメーター・搭載計器:	城代雅夫 (日本電気)
観測計器:	岩上直幹 (東京大学理学部)
ロケット一般:	坂本純一 (電波研究所)

2.3. 第19次隊ロケット班

実験総括:	平沢威男 (国立極地研究所, 越冬隊隊長)
実験主任:	西野正徳 (名古屋大学空電研究所)
ロケット・管制盤:	中山 卓 (日産自動車)
レーダー・搭載計器:	渡辺 修 (明星電気)
テレメーター・搭載計器:	金光将介 (日本電気)
観測機器:	山岸久雄 (京都大学工学部)
ロケット一般:	小池捷春 (気象庁地磁気観測所)

3. 観測計画の立案と出発前の諸準備訓練経過

南極ロケットの観測計画は、国立極地研究所の宙空専門委員会（以後極地研専門委という）において審議される。IMS事業の一環として開始した第2期南極ロケット観測については、1974年5月の極地研専門委ロケット分科会において(1)波動-粒子相互作用、(2)極光中の電場・磁場、(3)極域電離層の電離過程の3つの大きな柱が立てられ、そのまとめ役として観測題目(1)は木村磐根（京都大学工学部）、(2)は平沢威男（国立極地研究所）、(3)については等松隆夫（東京大学理学部）の各専門委員があたることとなり、この3者の打ち合わせによってIMS期間中の具体的実行計画案が作成された。作成された観測計画に沿って各観測隊が出発以前に内地で実施した諸準備、訓練等の経過は、いずれの隊次でも大同小異であり、すでに第1期ロケット実験の報告で示されている（鮎川他、1975）。したがって、ここでは各次隊ごとの詳細な経過の報告は省略するが、将来への参考手引として昭和基地でロケットを打ち上げるために経る諸手続きあるいは訓練等の実施時期の大体の目安を表1に示す。

表1の流れに従って第17次, 18次および19次隊が実施したロケット実験計画を表2に示す。

表1 国内準備段階における南極ロケット観測年表

Table 1. Lists of the meetings and trainings on the stage of setting for the planning, making and test of the rockets.

		事 項	
(X-1)年	春	概算要求作成	
	秋-冬	観測公募 (希望調書締切り・年末)	
X年	1月	上 下	実行計画案作成 (代表世話人会) 実行計画案審議・承認 (専門委員会ロケット分科会)
	2月	上 下	ロケット本体および共通計器等予算配分の概要打ち合わせ (世話人およびロケット実行担当予定者) 第1回設計会議 (専門委員会ロケット分科会)
	3月	中 下	実行計画審議・承認 (宙空専門委員会) 第2回設計会議 (専門委員会ロケット分科会)
	4月	下	最終設計確認会議 (専門委員会ロケット分科会)
	5月	上 中 下	契約・発注作業開始 ロケット本体・共通計器および観測計器の予備器・取り扱い訓練等詳細打ち合わせ (X+1)年度の概算要求審議 (専門委員会)
	6月	中 下	ロケット船積みに関連して船艙改造等の必要がある場合, 事前に艦側と打ち合わせ, 実行計画の審議と承認 (国立極地研究所運営協議委員会・評議委員会および南極地域観測統合推進本部総会) 隊員発表, ロケット班全員集合・打ち合わせ
	7月	上 下	ロケット班国立極地研究所勤務となり物品調達実行計画推進等実働開始 第1回調達リスト
	8月	中 下	ロケット打ち上げ訓練 搭載計器説明会開始 (10月初旬頃まで適宜) 第2回調達リスト
	9月	上 下	計器合わせ 共通計器類取り扱い講習 調達物資搬入 ↓
	10月	上 中 下	観測計器類取り扱い・調整講習 環境試験 " 梱包開始 梱包終了 積荷リスト完成
	11月	上 中 下	電波検査 ロケット立ち合い検査 ロケット船積み, 出港 物資晴海倉庫搬入 物資船積み

表 2 IMS 期間中の南極ロケット実験計画一覧表

Table 2. Research programs for IMS period (1976-1978) by means of sounding rockets.

号機名	研究課題	観測項目 (搭載計器略号)	観測担当者	号機別 責任者
S-310JA-1 (17次隊)	波動-粒子 の相互作用	VLF スペクトルの測定 (PWL) HF 帯スペクトルの測定 (PWH) 電子密度・温度の測定 (NEL・TEL) 電子密度測定 (NEI) 1-5 keV の粒子測定 (ESM) 20 keV 以下の粒子エネルギースペクトル (ESL) 地磁気姿勢計 (GA)	木村(京大)・鎌田 (名大空電研) 大家(東北大)・ 松本(京大) 宮崎(電波研) 大家(東北大) 松本治(神戸大) 伊藤(東大宇宙研) 青山・遠山 (東海大)	木 村 磐 根 (京大工)
S-310JA-2 (18次隊)	波動-粒子 の相互作用	VLF スペクトルの測定 (PWL) VLF ヒスのポインティングフラックス (PFX) HF 帯のノイズスペクトラム測定 (PWH) 電子密度測定 (NEI) 電子温度測定 (TEL) 10 keV 以下の電子エネルギースペクトル (ESL) 30 keV 以下の電子エネルギースペクトル (ESH) ロケット加速度計 (CIX) 地磁気姿勢計 (GA)	木村(京大)・鎌田 (名大空電研) 鶴田(東大宇宙研) ・林(東大) 大家(東北大)・ 宮武(電通大) 大家(東北大) 小山(東大宇宙研) 久保(東大宇宙研) 小玉・今井(理研) 松尾(東大宇宙研) 青山・遠山 (東海大)	木 村 磐 根 (京大工)
S-310JA-3 (18次隊)	波動-粒子 の相互作用 および電離 層電流系	VLF スペクトル測定 (PWL) 電子プラズマ波・イオン音波の ω -K 測定 (PWN) 電子密度測定 (NEI) 電子温度測定 (TEL) 30 keV 以上の電子エネルギースペクトル (ESH) 電流系の測定 (MGF) 月センサー (MS)	木村(京大)・鎌田 (名大空電研) 中村(東大宇宙研) 大家(東北大) 小山(東大宇宙研) 小玉・今井(理研) 青山・遠山 (東海大) 等松(東大)	木 村 磐 根 (京大工)
S-310JA-4 (19次隊)	電場-波動 の総合観測	電場, VLF ポインティング電力とスペクトル (EMF) HF 帯プラズマ波 (PWH) 電子温度 (TEL) 電子密度測定 (NEI)	江尻・鶴田 (東大宇宙研) 大家(東北大)・ 宮武(電通大) 小山(東大宇宙研) 江尻(東大宇宙研)	江 尻 全 機 (東大宇宙研)

Table 2 (continued).

号機名	研究課目	観測項目 (搭載計器略号)	観測担当者	号機別 責任者
S-310JA-4 (19次隊)	電場-波動 の総合観測	電子密度ゆらぎ (NEL) 地平線姿勢センサー (HOS) 地磁気姿勢計 (GA)	江尻(東大宇宙研) 豊田(神戸大) 青山(東海大)	江尻(東大宇宙研) 全機
S-310JA-5 (19次隊)	波動-粒子 の相互作用	VLF スペクトル測定 (PWL) VLF ポインティングフラックス (PFX) ELF 帯の偏波, 強度 (PWL-ELF) VLF ドップラー法電子密度測定 (DPL) 数 keV のオーロラ粒子測定 (ESM) 電子密度測定 (NEI) 電子温度測定 (TEL) 地平線姿勢センサー (HOS) 地磁気姿勢計 (GA)	木村(京大) 鶴田(東大宇宙研) 木村・山岸(京大) 橋本(京大) 松本治(神戸大) 大家(東北大) 小山(東大宇宙研) 豊田(神戸大) 青山(東海大)	木村 磐根(京大工)
S-310JA-6 (19次隊)	波動-粒子 の相互作用	VLF スペクトル測定 (PWL) VLF ポインティングフラックス (PFX) HF 帯プラズマ波測定 (PWH) 数 keV のオーロラ粒子測定 (ESM) 40 keV 以上のオーロラ粒子測定 (ESH) 電子密度測定 (NEI) 電子温度測定 (TEL) X 線姿勢センサー (ATX) 地磁気姿勢計 (GA)	鎌田・西野 (名大空電研) " 大家(東北大)・ 宮武(電通大) 松本治(神戸大) 今井(理研) 大家(東北大) 小山(東大宇宙研) 小玉(理研) 青山(東海大)	大家 寛(東北大理)
S-310JA-7 (19次隊)	波動-粒子 および電場 の総合観測	電子密度ゆらぎとプラズマ波 (PWN) 電場測定 (AEF) 数 keV のオーロラ粒子測定 (ESL) 電子温度測定 (TEL) X 線姿勢センサー (ATX) 熱電子分布関数 (TED) 地磁気姿勢計 (GA)	森(電波研)・中村 (東大宇宙研) 小川俊(京大) 久保(東大宇宙研) 小山(東大宇宙研) 小玉(理研) 小山(東大宇宙研) 青山(東海大)	中村 良治(東大宇宙研)
S-210JA-20 S-210JA-21 (17次隊)	波動-粒子 の相互作用	VLF スペクトル測定 (PWL) HF 帯プラズマ波測定 (PWH) 電子密度・温度測定 (NEL・TEL) 35 keV 以上の電子エネルギースペクトル (ESH) 地磁気姿勢計 (GA)	木村(京大)・鎌田 (名大空電研) 大家(東北大)・ 松本(京大) 宮崎(電波研) 小玉(理研) 青山(東海大)	木村 磐根(京大工)

Table 2 (continued).

号機名	研究課目	観測項目 (搭載計器略号)	観測担当者	号機別 責任者
S-210JA-22 S-210JA-23 (17次隊)	極域電離層 の電離過程	一酸化窒素測定 (NNP-NO) 電子密度・温度測定 (NEL・TEL) 35 keV 以上の電子エネルギースペクトル (ESH) 地磁気姿勢計 (GA)	等松(東大) 宮崎(電波研) 小玉(理研) 青山(東海大)	等松(東大) 隆理 夫
S-210JA-24 S-210JA-25 (17次隊)	極光中の電 磁場	磁場測定 (MGF) 電場測定 (AEF) 電子密度・温度測定 (NEL・TEL) 月センサー (MS) 地磁気姿勢計 (GA)	青山(東海大) 小川俊(京大) 宮崎(電波研) 等松(東大) 青山(東海大)	平沢(極地) 威男(研)
S-210JA-26 S-210JA-27 S-210JA-28 (18次隊)	電離層のエ アロノミー	一酸化窒素測定 (NNP-NO) オゾン測定 (NNP-O ₃) 電子密度・温度測定 (NEL・TEL) 太陽センサー付地磁気姿勢計 (GAS)	小川利(東大) 渡辺(筑波大) 小山(東大宇宙研) 青山・遠山 (東海大)	等松(東大) 隆理 夫
S-210JA-29 (18次隊)	極光中の電 磁場	静電場の測定 (AEF) 磁場の測定 (MGF) 電子密度ゆらぎ測定 (NELI) 電子温度測定 (TEL) 月センサー (MS) 地磁気姿勢計 (GA)	小川俊(京大) 青山・遠山 (東海大) 宮崎・森・小川忠 (電波研) " 等松(東大) 青山・遠山 (東海大)	国分 征(東大) 理
S-210JA-30 S-210JA-31 (19次隊)	大気変成作 用	一酸化窒素密度測定 (NNP-NO) オゾン密度測定 (NNP-O ₃) 電子密度測定 (NEL) 太陽センサー付地磁気姿勢計 (GAS)	近藤(名大空電研) 渡辺(筑波大) 大家(東北大) 青山(東海大)	等松(東大) 隆理 夫

4. 輸 送

4.1. ロケット本体

ロケット本体の輸送荷姿は、第1期ロケット実験と同様すべて防湿木箱梱包形式をとった。船積み場所は各次隊で若干異なる。第17次隊は、大型の S-310JA 型ロケット1基を、「ふじ」のヘリコプター格納庫に積み込み、S-210JA 型ロケット6基を従来通り、2番船艙の専用架台に2段積みで格納した。第18次隊の場合は、S-310JA 型ロケットの増加および将来さらにこの大型ロケット輸送が増えることを見込んで、これに対応できるように

2 番船艙のロケット専用架台を改造し、S-310JA 型 2 基、S-210JA 型 4 基を 3 列 2 段積みで格納・輸送した。第 19 次隊は、同専用架台を使用して S-310JA 型 4 基、S-210JA 型 2 基を 3 列 2 段積みで輸送した。点火薬他火工品類はいずれの観測隊も船の火薬庫に収納し、また尾翼、S-310JA 用ノズル、予備部品等に関しては、第 17, 18 次両隊はロケットモーター部と同一箇所の 2 番船艙に収納したが、第 19 次隊ではハッチプランの関係上第 1 船艙左舷に収納して輸送した。「ふじ」から昭和基地までの輸送は、各次隊とも S-210JA 型は従来同様梱包箱のまま 1 基ずつヘリコプター機内搭載で空輸したが、S-310JA 型は梱包箱のままでは形状が大きすぎ、機内搭載が不能のため、「ふじ」甲板上で梱包箱を開梱、ゴムカバーと輸送用架台の荷姿にして機内搭載し、基地に搬入した。各次隊ともロケット梱包箱に小型衝撃加速度計を取り付け、輸送中の上下動を測定した。しかし、ロケット本体に悪影響をおよぼすほどの大きな衝撃値は観測されなかった。観測例として、第 17 次隊が測定した輸送中の上下振動結果を図 1 に示す。

冬期の推薬庫から組立調整室までのロケット運搬作業は、従来人力や雪上での双輪車(クレーン車)走行などで行ってきた。これは、現地の諸事情による苦肉の策として生まれたロケット運搬術であったとはいえ、安全性の面から必ずしも良い方法であるとはいえない。第 17 次隊ではまず夏期の間にクレーン車 (4.9 ton) を組立調整室前に据置いておき、手動式フォークリフト 2 台で推薬庫内からロケットを搬出、エプロン部分で大型のトラック型雪上車 (KD608) に乗せ換え、組立調整室前まで移動、そこでクレーンによって雪上車荷台から組立調整室エプロン上にロケットを移し換え、組立調整室内に、ころによって搬入した。第 18 次隊は、新たに推薬庫前に 1.5 ton の門型クレーンを設置した。このことによって冬場のロケット本体運搬作業は、特別な技術を用いることなくしかも小人数で、

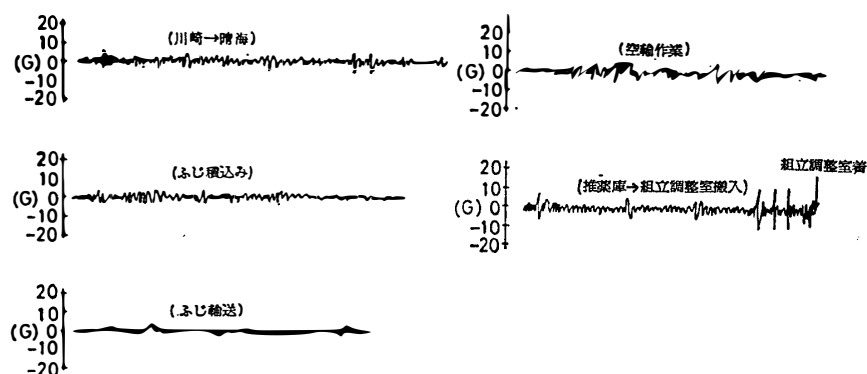


図 1 ロケット輸送中の振動 (1976 年)

Fig. 1. The vibrations of the rockets during their transportations.

比較的能率良く、かつ安全第一で行える態勢が整い、冬場のロケットの運搬も難なく行えた。

なお搭載計器類の輸送は、各次隊とも号機別に梱包し、「ふじ」の重力観測室に収納して昭和基地へ搬入、ロケットコントロール室に保管した。ロケットコントロール室は、第17次隊の場合冬期約 -20°C の低温を記録したが、低温による搭載計器の異常発生は認められなかった。第18次隊の場合には、5、6月中に打ち上げスタンバイ状態が長く続いたことからレーダーテレメーター室の暖房時間数が比較的多かったため、隣接するコントロール室は -12°C 以下に至らず、各計器の低温異常は認められなかった。第19次隊では、従来に比してさらに一段と複雑化したロケット搭載機器の増大に伴い、3月に常時暖房の入っている観測棟に計器を移し保管した。そして打ち上げ準備作業日程に入る時点で、必要に応じてレーダーテレメーター室に搬入した。この計器保管方式は第1期ロケット実験の際、第12、13および14次隊が採用した計器保管法であり、南極での搭載計器類の保管に関して基本的に踏襲されるべき方法であろう。

5. IMS 期間中のロケット施設の概況

IMS 期間中の昭和基地ロケット地上施設は、第1期南極ロケット観測終了後の14次隊による管理・保管等の処置が適切であったため、基本的な施設はすべて継続使用ができた。しかしながらこのことは、2年間の休止期間を経た施設を再開し、そしてそれを実際に使用可能な状態にまで復元させる作業、また、新たに昭和基地に搬入した大型ロケット S-310JA 型発射のための諸設備改造作業など膨大な作業を短期間に消化した第17次隊の努力と、すでに老朽化が随所に現れ出した諸施設の保守・運用を大過なく果たした各観測隊ロケット班の努力に裏づけられたものである。

昭和基地のロケット施設の概要は、すでに第1期南極ロケット実験報告で説明されている（川口他，1971；鮎川他，1975）。ここでは、IMS 期間中のロケット実験で増設あるいは改造した施設と、各次隊で発生した施設の故障状況等について報告する。

5.1. IMS 期間中に増設・改造したロケット実験設備

5.1.1. ロケット保温設備の新設

南極でのロケット打ち上げは、オーロラの直接観測を目的としていることから発射準備をすべて整えた後に、極低温下でオーロラの出現を長時間待機しなければならない。このため第1期ロケット実験では、発射待機中のロケット（搭載計器）を低温より保護する対

策として、組立調整室の暖房機を利用してロケットの保温をしてきた。しかしこの保温方法は、外気温が -30°C 以下になると熱効率が悪くなり、また、組立調整室暖房機を流用していることから送風能力にも限度があり、発射待機中のロケット保温状態をつねに注意深く監視している必要があった。そのため、第17次隊では従来の不具合、不便さをとり除き、より確実な方法でロケットの保温を効果的に行うために、新しい保温装置を設置した。以下にその保温装置の概略を示す。組立調整室に隣接して高床式の建屋 (4.8 m^3) を建設し、温水暖房機とパワーシスターンを設置した。暖房機で給熱した温水(不凍液使用)

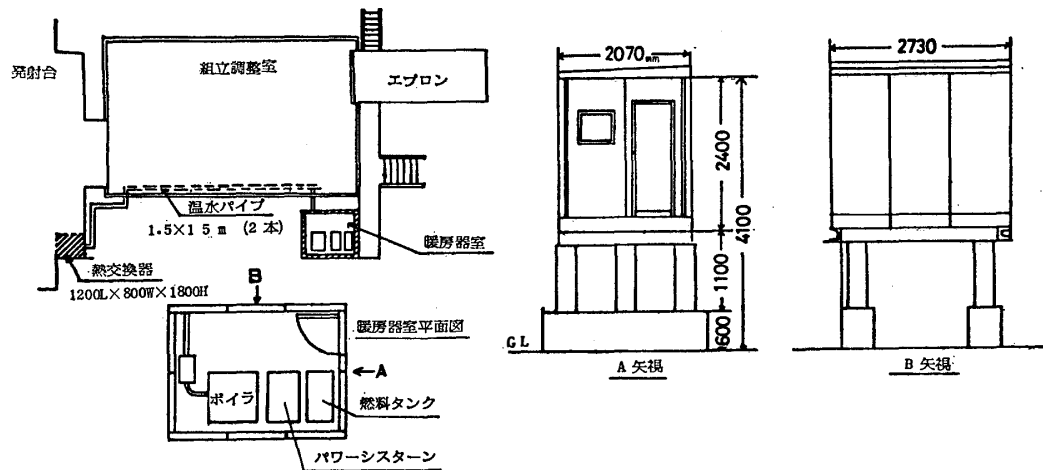


図 2 暖房器室と室内配置

Fig. 2. Layout of the air-conditioning for keeping the rocket warm.

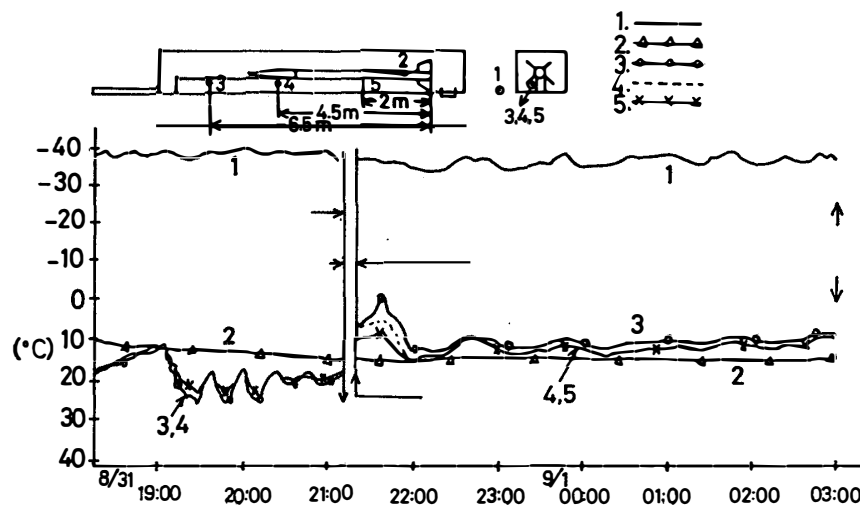


図 3 S-210JA-25 号機の保温データ

Fig. 3. The air temperature variation in the heating cabin for the rocket.

は、組立調整室内に設けた塩ビパイプを通して発射台南側に設置した熱交換器に送られる。さらに、熱交換器から自在ダクト（長さ 16 m、内径 350φmm）をかいしてランチャーに温風を送り、発射待機中のロケットおよび搭載計器の保温を行う。この方式は、従来の組立調整室暖房機利用による保温方式よりも、はるかに保温効果が良く、信頼性、安全性の面でも優れていた。図 2 に新設の暖房機室および室内配置の概略を示す。また図 3 に、約 -40°C という低温環境で打ち上げ待機した S-210JA-25 号機実験時の保温データを示す。

5.1.2. ランチャーの改造と新保温槽の設置

第 17 次隊は、新たに始まる大型ロケット S-310JA 型実験のために S-310JA 型用のランチャーレールを搬入し、それに伴うランチャーの改造を行った。ランチャー移動用走行車は、S-310JA 型用ランチャーレールをそのまま取り付けると組立調整室内に収納できなくなるため、後端を 600 mm 切断して車長を短かくした。ランチャー上の S-210JA 型用レールと S-310JA 型用レールの交換は、作業能率と安全性を十分考慮して新 S-310JA 型用レールを設計したので、比較的簡単に交換可能であった。

従来の保温槽は老朽化が激しく、IMS 期間中の使用に耐えうるかどうか危ぶまれたので、新たに設計・製作して昭和基地に搬入し、旧保温槽を撤去した。図 4 に、S-310JA 型用に改造したランチャーおよび保温槽の概略を示す。保温槽は、ランチャーブームに溶接した保温枠フレームと厚さ 20 mm のベニア底板を基礎として、組立・分解を便利にするため

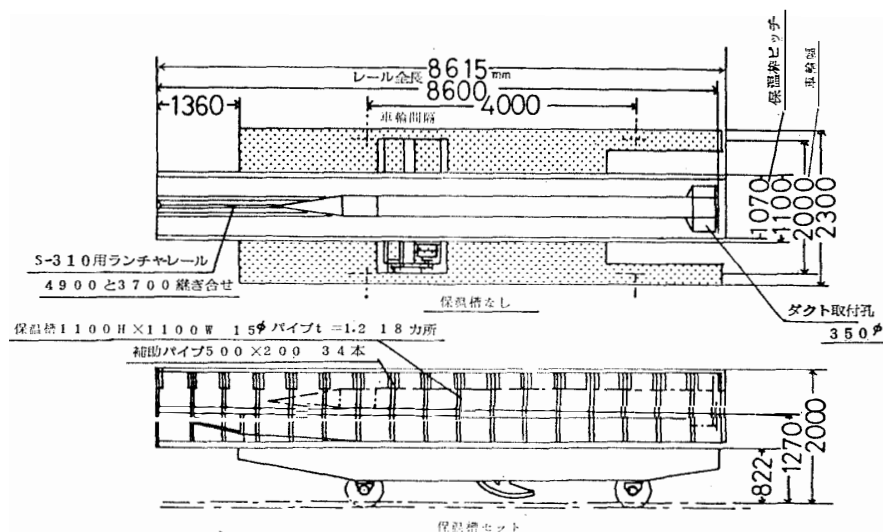


図 4 S-310JA 型ロケット用ランチャーと保温槽

Fig. 4. Layout of the launcher rails and the heating cabin for S-310JA type rocket.

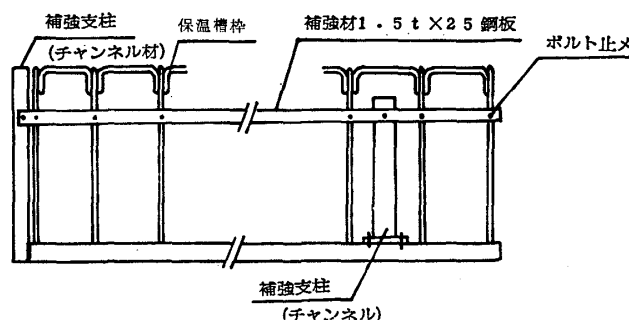


図 5 ロケット保温槽枠組

Fig. 5. The iron frame of the heating cabin for keeping the rocket warm.

に採用したパイプ材 (15ϕ mm, $t=1.5$ mm) 継ぎ合わせ方式の簡易型保温枠で形成し, S-210JA 型および S-310JA 型両機種兼用型とした. この保温枠は, 取扱いが非常に簡便で現地の作業能率は向上したが, 第 17 次隊のロケット実験において, ロケットの噴射圧力によりランチャー後方に曲げられるという強度的弱点が明らかになった. 第 18 次隊は, 図 5 に示すような方法で保温槽枠を補強し, ロケット発射による保温槽枠の曲り発生を防止した.

5.1.3. 組立調整室内門型クレーン

大型ロケット S-310JA 型は, 従来の門型クレーンのみでは, その組立, ランチャー乗せ等の作業が不可能である. このため, 第 17 次隊は新たに組立調整室に同型の門型クレーン (1 ton) を 1 基増設し, 2 基とした.

5.1.4. 接地設備

ロケット施設の接地は, すでに第 12 次, 13 次隊で良好な海中接地を設備してあったが, 第 17 次隊が銅板 ($2\text{ m} \times 1\text{ m}$, $t=1\text{ mm}$) 2 枚を重ね合わせて, 従来と同じ場所にさらに 1 系統を追加設置した. 表 3 に, 第 17 次隊が測定した越冬期間中の接地抵抗値を示す. 接

表 3 海中接地抵抗値 (1976 年)

Table 3. Seasonal variation of earth electric resistance at the rocket launching facilities, Syowa Station.

月 日	3.16	4.16	5.15	6.16	7.16	8.15	9.16	10.23	11.15	12.15
気温(°C)	-12	-18	-20	-19	-17	-25	-24	-15	-8	-2
抵抗値(Ω)	2.8	3.1	3.1	3.3	3.5	3.2	3.6	3.5	3.0	2.5

地抵抗値は、第 18, 19 次隊においても、表 3 の記録とほとんど大差なく良好な接地を確保することができた。

5.1.5. 頭胴部組立治具

S-310JA 型ロケットの頭胴部は、2 号機以降基本計器部 (CI 部) と観測計器部 (PI 部) とに分けて組み立てる設計になった。したがって、頭胴部組立作業の最終段階で CI 部と PI 部を計装配線を含めて結合させる必要がある。日本内地では、通常ノーブコーンを利用して PI 部を一時つり上げておいて結合作業を行うが、昭和基地のレーダーテレメーター室のように天井が低く、かつクレーン等の設備がない場所ではこの方法は利用できない。そこで、第 18 次隊は現地において、図 6 に示すような脚立を利用した簡単な吊り具をつくり結合作業を行った。第 19 次隊では、S-310JA 型ロケットの機数が増えることから、より安全で能率良く結合作業が可能となる特別な組立治具を、内地の準備段階で作成した。この治具は、CI 部の上部にのせるスペーサーと、PI 外筒部に取りつけるリングおよびパイプ (把手) から成り立ち、2 名で安全に PI-CI 部の結合ができた。

5.1.6. テレメーター装置のチャンネル数増設

第 1 期ロケット実験の最終年度に当たった第 14 次隊が日本に持ち帰り、NEC においてオーバーホールをしてあったテレメーター装置は、新たに 2 チャンネル (IRIG Nos. 2, 3) の復調器を増設、最大 14 チャンネルのデータ取得可能なテレメーター装置として、第 17 次隊が昭和基地へ再搬入し、レーダーテレメーター室に設置した。

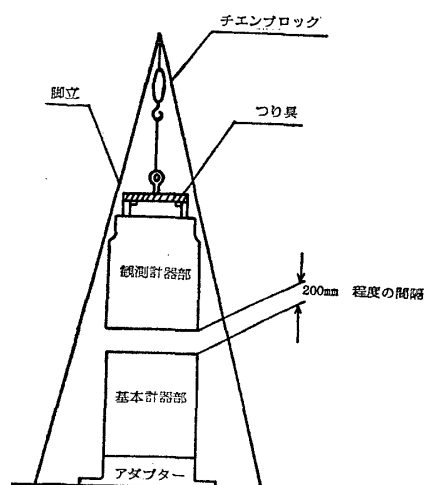


図 6 S-310JA 型ロケット頭胴部組立方法

Fig. 6. Method for the construction of the payload on board S-310JA type rocket.

5.1.7. 推薬庫門型クレーンの新設

第4章の輸送の項で記述したごとく、ロケット本体の推薬庫から組立調整室移動作業の安全と作業能率向上を計るために、第18次隊が推薬庫前に1.5 tonの門型クレーンを新設した。

5.2. IMS 期間中に発生したロケット実験設備の諸故障と修理の概要

5.2.1. ロケット自動追尾装置

本装置は、第1期ロケット実験終了後約2年間ビニールシートで覆い、レーダーテレメーター室に残置してあった。ロケット実験再開に伴い、細部にわたる整備点検が第17次隊の手で行われた。装置は2年間の放置にもかかわらず、おおむね規定の性能を有していたが、空中線部での損失が約8 dB 増大していた。しかし実際のロケット追尾には、レーダートランスポンダの出力増他から問題にはならなかった。表4に、各次隊で発生した本装置の主な故障およびその原因と処置を示す。

5.2.2. テレメーター系地上装置

本システムの装置一式は、既述のとおり第1期ロケット実験終了後、解体して日本へ持ち帰りオーバーホールしてあった。1976年第17次隊が昭和基地へ再搬入して、正常な運用が可能な状態に復帰させた。装置は、3カ年のロケット実験期間中おおむね良好に動作したが、自然劣化が原因と思われる細かな故障が頻繁に発生し、各次隊とも、その性能維持に関連する調整作業に相当な労力と時間数を要した。表5に、発生した主な故障およびその原因と処置を示す。

5.2.3. 発射タイマー管制盤

S-310JA-1号機実験において、ブレーカーの動作不良が1件発生した他はおおむね良好な動作であった。しかし、発射点火用電源バッテリーの自己放電が、第19次隊の実験期間中に激しくなったので、予備電池（第17次隊搬入品）と交換した。なお第19次隊は、ランチャー上タイマーの電池電圧を監視するため、タイマー管制装置の制御盤と充電盤間にモニター端子を設けた。

5.2.4. 真空試験装置

主にレーダートランスポンダの真空試験に使用していたが、能力が低下した（到達圧力0.2 Torr）。原因は真空ポンプ（PVD-300型）の不調、あるいはベルジャー（真空ケース）の劣化などの相乗効果と考えられ、装置の系統全体にわたる性能の低下が激しい。

表 4 ロケット自動追尾装置の故障一覧表
 Table 4. List of the troubles of the radar system.

	故 障 箇 所	故 障 状 態	原 因 と 処 置
第 17 次 隊 (1976)	パラメトリックアンプのガン発振器	発振しない	新品と交換
	測距機の出カレジスタ	印字および表示不良	IC 交換
	サイクリックカウンタ	測距不動作 (2回)	1 回目: F・FIC 交換 2 回目: Tr, 2SA495 交換
	測距機の 5V 電源	出力なし	予備電源と交換
	プリントカウンタ	タイム表示不良	表示管ユニット LD729 交換
	LOCAL OSC	周波数メーター不動作	基準電圧ツェナーダイオード交換
第 18 次 隊 (1977)	受信系 (1) ロータリジョイント (IN 型同軸管)	(1) 受信レベルのふらつきと低下	(1) 接続不良による. ロータリジョイント方式をやめケーブル直接接続方式に変更 (アンテナ駆動に支障をおよぼさないよう留意)
	(2) パルス系の AFC 回路	(2) AFC 機能の停止	(2) 同調回路破損 代替品に交換
	(3) 受信機	(3) パルスモード受信時に, 600/300 km 切り換えに際し位相ずれが発生する	(3) ゲートピークディテクタ部の切り換えリレー破損. 予備と交換
	角度指示系 EL 部	指示値不安定	カップリング破損 予備と交換, 角度合わせ再調整
	時刻信号発生器	タイムマーク不良	5V 電源の劣化, 予備と交換
	8 チャンネルレコーダ	コンディションモニター出力不安定	ガルバノメーター交換
第 19 次 隊 (1978)	改 造	パラメトリックアンプのオン-オフが, オペレーションコントロールによって自動的に行われるように改造した	
	7S060UHF 信号発生器 (トラボン調整用 SG)	RF 出力しない	内部ケーブルの接触不良
第 19 次 隊 (1978)	測距機	(1) トラッキングゲート電源投入後数分間動作不安定 (2) トラッキングゲート出力せず	1.5 MHz クロック回路のインバータトランジスタの劣化. トランジスタ交換により正常

5.2.5. そ の 他

ロケット実験用に準備した搭載計器調整用測定器類の主なものは, 昭和基地要覧 (国立極地研究所, 1976) に詳しいが, IMS 期間中のロケット実験では, ロケットの大型化に伴

表 5 テレメーター系地上装置の故障一覧表

Table 5. List of the troubles of the telemeter system.

	故 障 箇 所	故 障 状 態	原 因 と 処 置
第 17 次 隊 (1976)	FM 検波回路	動作不良 (IRIG BAND Nos. 7, 9)	再調整
	FM 復調器	フェーズロック特性でロックがはずれる周波数帯が多い	再調整およびロック範囲の拡張
	復調器用電源	+24 V 系不動作	修 理
	搭載計器管制装置	電源系メーター 1 台不良	交 換
第 18 次 隊 (1977)	検波ユニット	動作不良 (IRIG BAND No. 4)	コネクター部接触不良, アルコール洗浄
	検波ユニット	IRIG BAND No. 2 メーター不良	メーター交換
	検波ユニット	動作不良 (IRIG BAND No. 4)	+5 V 系定電圧回路のツェナーダイオードの不良, 交換
	池上データーレコーダー	チャンネル 3 の S/N の悪化	ヘッドまたはプリアンプの S/N 劣化による (実験にはチャンネル 1 を利用した. 現地では修復不能なため放置)
	復調器用電源	-24 V 系出力が不良	電圧制御部のツェナーダイオード 1S551 の不良とリレーのコイル側断線 (2 回), 予備と交換
	ダウンコンバーター	発振停止	同調回路の同調ずれ, 再調整
	池上データーレコーダー	テープカウンター不動作	プーリの油切れ, 注油
	時刻信号発生器	ミスカウント	カード No. 108 内のスルーホールが断線, 修理
第 19 次 隊 (1978)	搭載計器管制装置	INT, EXT 切り換え不動作	ランチャー点のキャノンコネクタ劣化, キャノンコネクタの交換
	時刻信号発生器	不動作	端子の半田付不良, 修理
	アナログセブン	カウンター不動作	スプリングワイヤーの断線, 圧着端子で接続した
	復調器	IRIG BAND No. 9 が動作不良	検波回路の IC 不良, IC 交換
	8 チャンネルペンレコーダー	1 チャンネル動作不良	DC アンプのトランジスタ不良, トランジスタ交換
	池上データーレコーダー	7 トラック再生不能	プリアンプ不動作, モールド型のプリアンプで現地に代用品なく修理せず放置

いロケット1基あたりの搭載計器増加と、構造の複雑化などから、従来の測定器類では十分であるとはいえない。特に、波動関係の搭載計器に対応する調整用測定器の検討が必要であらう。

6. ロケット実験

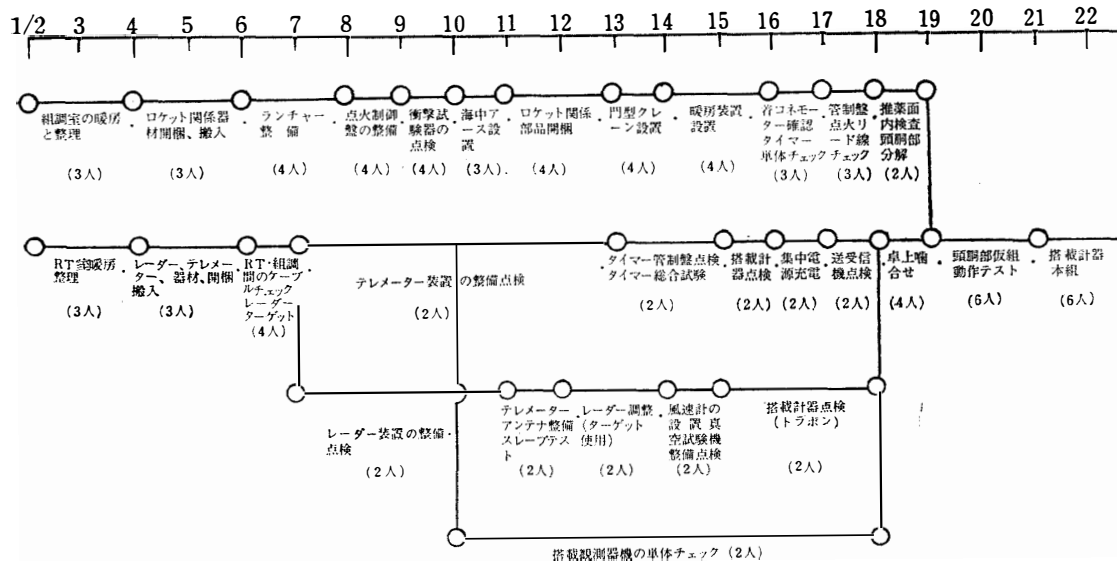
6.1. 実験経過の概略

6.1.1. 第17次隊の経過 (1976年)

第17次隊の夏期間の作業目的は、第14次隊(1973年)から閉鎖してあったロケット発射施設を再開し、新たに昭和基地へ持ち込んだ大型ロケットS-310JA型の発射施設を、作り上げることにあった。ロケット実験は1月25日にS-210JA-22号機を、2月10日にS-310JA-1号機を発射することとし、表6に示すような作業計画表を作成した。その結果、計画された作業はほぼ予定通り進行し、1月26日02時20分00秒(現地時間)、極域電離圏での一酸化窒素の高度分布と入射粒子の関係の解明を目的としたS-210JA-22号機を発射し、実験は成功した。22号機成功後、すみやかにS-310JA-1号機の発射準備に入った。この作業のなかで大きなものは、スリッパレーンルを1.5m延ばすためのロケットランチャーの改造、ロケット保温装置の新設、組立調整室内門型クレーンの増設、およびテレメーターチャンネルの増設などであった。これらの作業はほぼ計画どおり消化され、2月13

表6 第17次隊ロケット

Table 6. The programs for the arrangements of the



べる目的から、月センサーや太陽センサーという、地磁気姿勢計とは独立したロケット姿勢計が搭載されており、これも7番目の発射条件として入ってきた。そのため、ロケット発射の機会をとらえることは、非常にむずかしくなった。6月25日に発射した冬期における最初のロケット S-210JA-20 号機は、これらすべての条件を満たして発射され、実験は成功した。7月26日には、波動・粒子の相互作用の観測を目的とした 21 号機を発射、また、24 号機は、合計 7 回にもわたる長い発射スタンバイののち、5 番目の条件を少しゆめ、ISIS が同時でなく、ロケット発射の前後に通過するという条件のもとに 8 月 17 日発射、実験は成功した。25 号機は、9 月 1 日衛星通過 3 時間後に発射、最終号機の 23 号機は、太陽がでているときの発射のため、4 番目の条件を除く他のすべての条件がみたされた 9 月 13 日打ち上げ、成功した。

6.1.2. 第 18 次隊の経過 (1977 年)

第 18 次隊の夏期ロケット実験は、2 月上旬に S-310JA-2 号機の発射が計画されていた。引き継ぎを兼ねた地上施設の整備等の諸作業は、他の観測部門と同じく、新電離棟建設作業の終了した 1 月 20 日頃から開始した。S-310JA-2 号機の搭載計画は、電子密度・温度、オーロラ粒子、VLF・HF 帯自然電波などの測定器であり、オーロラ中での、波動と粒子の相互作用機構を調べることが目的であった。測定器の調整、ロケットの組立などの諸作業は、予定通り順調に行われ、2 月 7 日に打ち上げのためのリハーサルを行い、すべての準備を終了した。その後天候、地磁気じょう乱状態などから 2 日ほど発射条件待ちをして、2 月 10 日 03 時 22 分 50 秒（現地時間）に発射、観測に成功した。天候は快晴、気温 -5.3°C 、東北東の風 5 m/s であった。ロケットは発射後正常に飛しょうし、最高高度 212 km に達し、昭和基地北西 246 km の地点に落下するまでの 7 分 20 秒間の記録を取得した。なお、発射時の地磁気変化は約 -600 ガンマ、電離層吸収は最大 3 dB であった。

第 18 次隊の冬期ロケット実験には、S-210JA-26, 27, 28, 29 号機および S-310JA-3 号機の計 5 基が、準備してあった。これらのロケットのうち 29 号機と 3 号機はオーロラ出現中、また 26, 27, 28 号機は、日の出付近の太陽天頂角 $90^{\circ}\pm 5^{\circ}$ 以内の時間帯に、太陽と反対方向に発射させる計画であった。ロケット 5 基の打ち上げ時期・順序等の具体的予定表を、越冬隊全体計画や月令などを勘案して作成し、それに沿って冬期実験の準備を 3 月 1 日から開始した。3 月 26 日と 4 月 11 日に、極域における下部電離圏の大気組成研究を目的とした S-210JA-26, 28 号機を打ち上げ、実験は成功した。以後 4 月下旬より、オーロラ活動最盛期に発射させる S-210JA-29 号機の打ち上げ態勢に入った。しかし天候、オ

ーロラ および 月出現などの発射諸条件に恵まれず, 5, 6 月中に 10 回も打ち上げ態勢を整えたが, 発射させるには至らなかった. そこで国立極地研究所からの要請のもと, もっとも有意の発射条件として, フランスを中心としたヨーロッパ共同機構が 4 月に打ち上げた GEOS 衛星との同時観測に焦点を絞り, ロケット打ち上げ計画を大幅に変更した. その結果, 7 月 12 日に S-210JA-29 号機を, 7 月 26 日に S-310JA-3 号機を, GEOS 衛星が昭和基地を通る磁力線にもっとも接近した時間帯に磁北方向に打ち上げ, 観測に成功した. この 2 つのロケット観測の成功は, GEOS, ISIS-2 の両衛星と, アイスランド, およびみずほ基地を含む昭和基地周辺など, 南北におよぶ地上観測網との 5 点立体同時観測に成功したことを意味し, IMS 計画の最大の目的であった, 地球およびその周辺に張りめぐらした観測網を駆使しての 超高層総合立体同時観測を果たしたことといえよう. 第 18 次隊として最終号機となった S-210JA-27 号機は, 8 月 10 日日没時の太陽天頂角 $90^{\circ} \pm 5^{\circ}$ 以内の時間帯に打ち上げ, 極光帯における一酸化窒素, オゾンなど下部電離圏の大気組成, イオン化学研究に関する貴重なデータを取得した. 表 7 に, 第 18 次隊のロケット実験経過の日程概略を示す.

6.1.3. 第 19 次隊の経過 (1978 年)

第 19 次隊は夏期間, 第 18 次隊との引き継ぎを兼ねて極域における大気組成を調べる目的のロケット 2 基 (S-210JA-30, 31 号機) を打ち上げる計画で日程を組んだ. S-210JA-30

表 7 第 18 次隊ロケット実験経過表

Table 7. The arrangements of the rocket construction and firing in 1977.

1977 年 1 月				2 月				3 月				4 月			
1	10	20	31	1	10	20	28	1	10	20	31	1	10	20	30
<div style="text-align: center;"> </div>				<div style="text-align: center;"> S-310JA-2 号機 リ発 ハー サル 射 (7)(10) </div>				<div style="text-align: center;"> S-210JA-28 調整開始 発射 (26) </div>				<div style="text-align: center;"> S-210JA-26 S-210JA-29 発射 調整 射開始 (11) (15) </div>			
5 月				6 月				7 月				8 月			
1	10	20	31	1	10	20	30	1	10	20	31	1	10	20	31
<div style="text-align: center;"> S-210JA-29 ス ス ス ス タ タ タ タ ン ン ン ン バ バ バ バ イ イ イ イ (8)(9)(11)(13) (26)(29)(30) </div>				<div style="text-align: center;"> ス ス タ タ ン ン バ バ イ イ (4)(7-9) </div>				<div style="text-align: center;"> S-310JA-3 S-210JA-27 発射 発射 (12) スタ 調整開始 ン 射 (26)(28) バ バ (25) </div>				<div style="text-align: center;"> 発射 (10) </div>			
調整開始 (15)				S-310JA-3											

注: () は日付を示す

号機は、第19次隊のロケット班2名が、みずほ内陸旅行隊に参加したことから、第18次隊の協力のもとに打ち上げ準備を行った。1月18日より打ち上げ準備作業を開始して、28日にS-210JA-30号機を打ち上げ、実験は成功した。30号機成功後、みずほ内陸旅行から帰投した2名のロケット班員を加え、引き続き31号機の準備作業を開始した。準備作業は、31号機の搭載計器が30号機とまったく同一であったことから、きわめて順調に進み、2月6日打ち上げ、実験は成功した。

第19次隊が準備した越冬期間のS-310JA型ロケット4基（オーロラの出現時に打ち上げることを発射の第1条件としていた）の年間打ち上げ計画は、東京大学宇宙航空研究所が、打ち上げた極軌道衛星EXOS-Aを2月4日昭和基地で受信することに成功し、地上観測態勢が整ったことを確認したうえで作成した。打ち上げ順序は、搭載計器の調整の難易やみずほ内陸旅行計画等を考慮し、S-310JA-7, 5, 4および6号機の順に発射することにした。7号機の準備作業は、3月下旬を発射目標にして3月1日からはじめた。準備作業は比較的順調に進み、ロケット打ち上げ方向（磁北）に強いオーロラが現れた3月27日の22時15分50秒（現地時間）7号機を発射した。ロケットは、高度100kmあたりでブレイクアップ時のオーロラに命中し、興味あるデータを取得した。5号機の本格的準備作業は、5月22日からはじめた。作業は順調に消化され、6月11日、地上VLF（8kHz）自

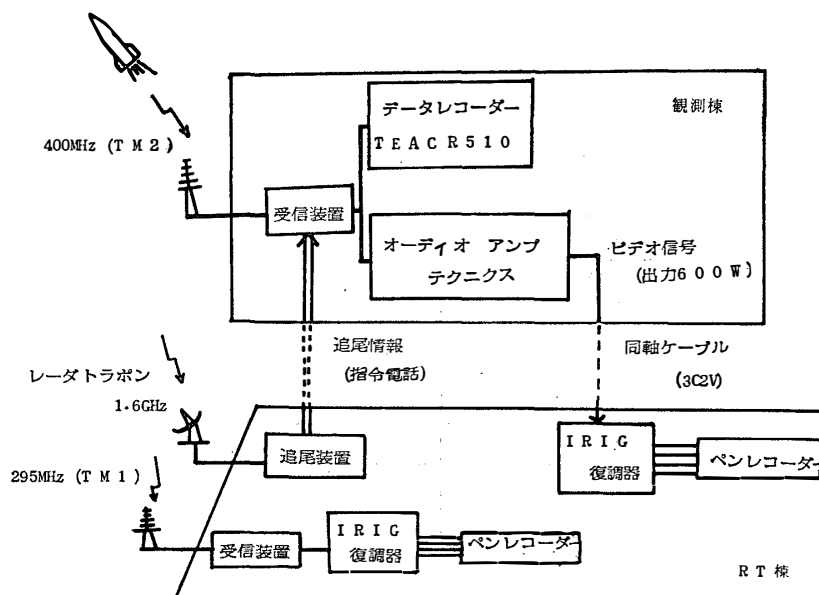


図7 S-310JA-4号機実験のデータ受信システム

Fig. 7. Reception system of the telemeter signals from S-310JA-4 rocket.

然電波のレベル上昇時の磁北方向に発射した。ロケットはコロナ状オーロラに命中し、飛しょう、観測とも正常で良好な記録を取得した。4号機は、南極ロケットとしては画期的な観測手段である2系統テレメーターの使用を試みたロケットで、従来の300 MHz 帯テレメーター (TM1) に400 MHz 帯 (TM2) テレメーターを付け加えた。図7に4号機打ち上げ時の受信体制を示す。テレメーターの1系統増加により、搭載計器調整の準備作業は、他号機の倍の日数を要したが、7月29日にすべての打ち上げ準備が終了した。しかし、天候と地磁気じょう乱日が一致せず約20日間発射を見合わせ、8月18日に発射のチャンスをとらえ、磁南のオーロラを狙って発射した。手動操作による400 MHz テレメーターの受信も成功し、実験は成功した。第19次隊最終打ち上げ機である6号機の準備作業は、4号機の発射待機期間を利用して進めた。作業はきわめて順調に進み、8月28日に磁北のオーロラに向かって発射し成功した。表8に、第19次隊のロケット実験経過の日程概略を示す。

表8 第19次隊ロケット実験経過表

Table 8. The arrangements of the rocket construction and firing in 1978.

1978年 1月				2月				3月				4月			
1	10	20	31	1	10	20	28	1	10	20	31	1	10	20	30
S-210JA-30 引継作業 (10~) ロケット班顔合わせ (9) 全打モーター開梱 (18) ロケット搬入 (17) 卓上組み合わせタイムテスト (21) リハール・発射 (28)				S-210JA-31 卓上組み合わせタイムテスト (2) リハール・スタンバイ・発射 (6)				S-310JA-7 搭載計器調整開始 (1) 機体関係開梱検査 (6) 卓上組み合わせタイムテスト (10) アンテナ伸展テスト (16) リハール・スタンバイ・電波テスト (21, 23, 26) スタンバイ・発射 (27)				S-310JA-5 搭載計器単体チェック (12~17) (S 16 アンテナ設置)			
5月				6月				7月				8月			
1	10	20	31	1	10	20	30	1	10	20	31	1	10	20	31
S-310JA-5 ランチャー整備 (6) 搭載計器調整開始 (10) 機体関係開梱検査 (11) ランダホブ・アンテナ設置 (25) ワイドバンド系搭載計器調整 (22) 卓上組み合わせ (25)				S-310JA-5 アンテナ伸展テスト (1) 電波テスト (5) リハール・スタンバイ・発射 (11) ロケット本体搬入 (14)				S-310JA-4 推奨次工品検査 (4) 卓上組み合わせタイムテスト (15) アンテナ伸展テスト (22) 電波テスト (26) リハール・スタンバイ・アンテナ伸展テスト (29)				S-310JA-6 条件待ち (30~13) スタンバイ (14) 発射 (18) タイムテスト (10, 11) 卓上組み合わせ (10, 11) 調整開始 (31) 電波テスト (22, 24, 26, 27) スタンバイ・発射 (28)			

注: () 内の数字は日付を示す

6.2. ロケット本体の諸元および保安

6.2.1. ロケット諸元

	S-210JA 型	S-310JA 型
打ち上げ基数 (基)	12	7
全 長 (mm)	5270	7077*
外 径 (mm)	210	310
全 重 量 (kg)	約 260	約 710
推 進 薬 重 量 (kg)	約 154	約 470
搭載計器重量 (kg)	約 20	約 40
頭 胴 部 重 量 (kg)	約 40	約 90

* S-310JA-1 号機のロケット全長は 6779 (mm) で、2 号機以降頭胴部を約 300(mm) 延ばし全長 7077 (mm) となった。

6.2.2. ロケットの保安

ロケットの保安は、いかなる問題よりも最優先して考慮し、ロケットの移動、取扱い、組立、実験等一連の作業において、万が一にも事故が発生せぬよう細心の注意をした。特に静電気、迷走電流などによる点火具への不慮の発火を防止するため、良質接地の確保に努め、接地板および接地バンドの常用を励行し、安全の確保につとめた。また、火災についても十分注意し、組立調整室の暖房は、必要最小限の使用にとどめた。

6.3. 現地における搭載計器の調整

各号機に搭載した観測器の種類は、すでに表 2 で述べた。3 年間の実験を通じて、これらの搭載計器に致命的な故障は発生しなかった。しかし第 1 期ロケット実験時に比べ、観測項目の増大と、より複雑化した搭載計器類の出現によって、現地における調整作業点検には、多くの日数が必要となった。ここでは、点検時に故障が起こった計器、あるいは調整作業がきわめて困難であった計器等について各年度別に報告し、将来への参考としたい。

6.3.1. 第 17 次隊の場合

(1) レーダートランスポンダ (RT)

第 1 期ロケット実験時使用していた PPM2 チャンネルを廃止し、東京大学宇宙航空研究所と同じ基本型を採用したので調整が容易になり、故障はきわめて少なくなった。

全体的に、受信周波数およびフリーラン周期の変動と出力低下が見られたが、受信感度

は、1つを除き許容範囲内であった。許容範囲外のものについては、ローカルミキサーを調整して正常にした。

(2) テレメーター送信器 (TM)

S-210JA-22 号機用送信器のパワー低下および 20 号機用送信器のサブキャリア発振不安定がみられ、修理再調整した。これ以外の送信器は、すべて規格内の性能を示した。

(3) 集中電源 (PS)

全般的に、内部-外部切り換えリレーの動作不安定が目立った。特に S-210JA-24 号機は、リレーが外部側に切り換わらないためリレーを交換した。また、23 号機はリレーの接点抵抗が高いため予備器を使用した。

(4) 電子密度・温度測定器 (NEL・TEL)

ガラス管封じ込み方式プローブのカッターによるガラス管破壊が、不安定で信頼性に乏しかった。取付器具の改良とテストを繰返し、信頼性の向上をはかった。実際の実験では、24号機のラングミュア方式のプローブガラス破壊が不良であった他は、すべて正常に作動した。

(5) 一酸化窒素測定器 (NNP-NO)

NO 封入セル-真空セル切り換え用モーターの雑音がレーダーに干渉した。調整により解決した。

(6) 月センサー (MS)

ミラー回転機構が悪く、全面的に改良して安定動作を得た。

6.3.2. 第18次隊の場合

(1) レーダートランスポンダ (RT)

全号機とも、全般的な動作はおおむね良好であったが、送受信周波数は、数 MHz の変動がすべての RT に認められ再調整を要した。また、コネクタ取付不良による気密不完全な機器が2台あった。なお、夏期間打ち上げの S-310JA-2 号機用 RT は、サイリスタのアノードにつながるリレーと、ローカルオシレーターのトランジスタが動作不良を起こし、送受信不能であったが、修理して解決した。

(2) プラズマ波動 (HF 帯) 測定器 (PWH)

点検時、低周波側受信機のログアンプが発振し、ホワイトノイズが、約 170 Hz の歪波で最大振幅 1.5 Vpp の変調を受けていた。電源ラインの側路コンデンサーの容量を調整して解決した。

(3) 電子密度測定器 (NEL)

第 17 次隊と同様、ガラス封じプローブのカッターによるガラス破壊は、動作に安定性がなかった。S-210JA-27, 28 号機は、アンテナの展開動作も不良であった。原因は、タイマー信号を受けるリレーの不動作であった。リレーを交換することによって正常動作に復した。

(4) 一酸化窒素測定器 (NNP-NO)

S-210JA-26, 27, 28 号機用 3 台とも、セルの切り換えが不調であった。マイクロスイッチ、ジェネバギア等を調整して正常動作を維持したが、信頼性は乏しかった。セル切り換え部の設計に再考を要すると思われる。なお、若干の光漏れが各計器ともみられたが、黒色テープあるいは黒色接着剤で処理した。

(5) 電子密度ゆらぎ測定器 (NELI)

本観測器は、多数の校正用電池を有していたが、校正時に電池電圧をモニターできる回路が構成されていないため、その管理がきわめて困難であった。

6.3.3. 第 19 次隊の場合

(1) テレメーター送信機 (TM)

全体的に正常な性能を保持していたが、S-310JA-7 号機用 TM の原発振（水晶発振器）が、同調ずれから発振動作不良であった。また 6 号機用 TM は、電力増幅器の同調ずれから送信出力が低下していた。両器とも再調整して正常動作に復した。

(2) タイマー (MT)

S-210JA-30 号機用タイマーは、アンテナ展開テストにおいて動作不良を起こした。リレーの動作不良であった。予備リレーと交換して正常動作に復した。

(3) 一酸化窒素測定器 (NNP-NO)

第 18 次隊実験時と同様、セル切り換え動作が不調であった。切り換え動作はきわめて不安定であったが、自然復帰が頻繁に認められたため処置をせず、そのまま飛しょう実験に使用した。

(4) 静電プラズマ波動計 (PWN)

PWN 用として準備した WB 復調器の性能が、低かった。他の復調器を流用することによって解決した。また、IRIG BAND No. 12 の PWN-F 信号の DC ノイズレベルのドリフトが激しく、プリアンプのボリュームを調整した。

(5) 電場測定器 (AEF)

抵抗切り換えシーケンスが反転し、 $1\text{ G}\Omega$ 入力インピーダンス時に、バイアス電圧が印加されるようになっていた。内地の担当者に指示を仰ぎ、リレー制御ロジックを変更した。

(6) 粒子測定器 (ESL)

チャンネルトロン開口部近辺に不具合が目立った。開口蓋とオーリングが密着し、蓋が開かなくなった。蓋開け用バネを強くして解決した。開口用カッター取付け穴の内径が狭く、ワイヤーカッターが設置できなかった。ワイヤーカッターをヤスリで削り解決した。

(7) VLF ドップラー法電子密度測定器 (DPL)

仮組後のアンテナ展張時における NWC 局受信テストにおいて、NWC 局の切り換え信号が pilot signal 受信チャンネルに混入し、DPL 用に準備した処理装置の PLL が、ロック不良を起こした。観測計器の不具合と思われないので、特に処置しなかった。実際の観測は正常に行われた。

(8) 電場、VLF ポインティング電力およびスペクトルの測定 (EMF)

本計器は S-310JA-4 号機に搭載され、第 19 次隊で搬入したロケット観測器のうちもっとも調整作業に時間を要し、かつ取り扱いに苦勞した観測器であった。

(9) プラズマ波動 (VLF 帯) 測定器 (PWL)

S-310JA-6 号機用 PWL は、アナログ遅延素子 BBD のノイズにより AGC アンプが誤動作し、また、ループ系 CAL 信号の信号線が未配線であった。遅延素子 BBD の除去と新たに配線を行い、正常動作を確保した。

第 19 次隊ロケット実験では、波動-粒子の相互作用の研究が重点項目になっており、ワイドバンドテレメーターでデータを取得する方式の搭載計器が多い。S-310JA-4, 5, 6, 7 号機の計 4 基は、テレメーター送信器の IRIG BAND No. 15 のサブキャリアーを除去し、テレメーター復調器のビデオ信号を専用のワイドバンド復調器に導き、VSB方式の復調を行った。しかし、ワイドバンド復調出力に、他のテレメーターチャンネルのスプリアス混入が目立った。また、粒子測定用の計測センサー (チャンネルトロン) の真空引きに問題が残された。すなわち、オーロラ出現を待機して発射する南極ロケット実験では、発射期日が大幅に変更されることが多く、ESL の場合、ピンチオフ後から発射までの待機日数によっては、リークによる真空度低下が大きな問題として残る。ESM の場合は、レーダートランスポンダ用真空試験器を流用して、可能な限り長い間真空引きを行い問題はなかった。

6.4. 実験手段

昭和基地における観測ロケットの打ち上げ方式は、すでに確立されている（鮎川他、1975）。IMS 期間中に実施された3カ年の南極ロケット実験は、過去のロケット実験の経験を生かし、ほぼ従来と同数の人員構成で実験を行った。実験の打ち上げ担当隊員は、各次隊とも、みずほ基地観測要員派遣、沿岸調査ほか隊内重要計画支援等によって若干の入れ換えはあったが、ほぼ第2章で述べた人員構成で実験を消化することができた。

3カ年のIMS 期間中のロケット実験は、各次隊ともそれぞれ特徴ある実験を行っているが、特記すべきは、第19次隊のS-310JA-4号機実験において、300 MHz 帯、400 MHz 帯、2系統のテレメーターを使用したことで、第2系統の400 MHz テレメーター受信を、観測棟近辺にある人工衛星受信用アンテナを流用し、手動操作によってロケットを追跡し、良好なデータ取得に成功したことであろう。

打ち上げ準備作業日程は、各次隊まちまちであったが、搭載計器類の単体チェック終了後は、各次隊ともおよそ1週間程度で打ち上げ態勢を確立させることができた。ただし、前述した2系統のテレメーターを使用したS-310JA-4号機に関しては、この限りではなく、大幅に準備日数を費した。

ロケット発射時間表は、従来の経験からほとんど手直しの必要のないものが完成している。しかし建物の増築、観測機器の増設により、第1期ロケット実験時に比べて、昭和基地の電力事情は大変厳しいものとなっていた。そこで第17次隊と18次隊のロケット班は、機械部門を中心として、時間帯によって大口の電気消費者となる気象部門、調理部門と細かい連絡をとりながら、打ち上げ態勢確立作業（第1スタンバイから第2スタンバイへの移行）を実行した。第19次隊では110kVA 発動発電機の昭和基地搬入により、ロケット実験の実行に際し、第17次および18次隊が重要視した電力面の隊内調整は、若干軽減された。

7. 結果の概要

IMS 期間中（1976-1979）の南極ロケット実験では、7基の大型S-310型ロケットと12基のS-210型ロケットを打ち上げた。ロケットの飛しょうは全号機とも正常であったが、一部の観測計器にアンテナ展開不動作や、光学観測関係の検出部切り換え機構に故障が発生して、観測記録の取得に失敗している。しかしながら、大多数の観測計器は正常に動作して、特に重点をおいた波動-粒子の相互作用の解明をはじめとした、高緯度地域におけ

表 9 ロケット飛しょう一覧表

Table 9. Table of the rocket launching at Syowa Station in 1976-1978.

ロケット 号機名	飛しょう 年月日	飛しょう時刻 (45° EMT)	発射 方位角	発射 上下角	レーダー待ち 受け方位角	レーダー待ち 受け上下角	最大到達 高度	最大到達 高度時間	水平到達 距離	全飛しょう 時間	落下方位	頭胴部 重量	槽内温度	推進温度	発射時 気温	発射時 地上風	天候	観測計器
S-310JA -1	1976年 2月13日	12 45 00	315°	80°			214.7 km	230 秒	283.3 km	443 秒	315.7°	87.0 kg	28℃	17℃	0℃	E 1	快晴	PWL, PWH, NEL, TEL, NEI, ESL, ESM, GA
S-310JA -2	1977年 2月10日	03 22 50	315	80	314°	77.5°	212.0	227	247.0	440	339.3	91.2	23	15	-1.5	ENE 7.5	快晴	PWL, PFX, PWH, ESL, ESH, NEI, TEL, GA, CIX
S-310JA -3	7月26日	18 35 29	315	80	321	74	221.5	234	313.0	456	324.7	84.5	21	16	-16.8	— 0.2	薄曇	PWL, PWN, ESH, MGF, NEI, TEL, MS
S-310JA -4	1978年 8月18日	03 32 43	130	76	148	72	195.3	231	355.2	422	127.9	87.2	13	16	-31	E 7	快晴	EMF, PWH, TEL, NEI, NEL, HOS, GA, TM (400 MHz)
S-310JA -5	6月11日	01 56 50	315	80	313	75	224.8	229	277.9	458	318.2	83.8	23	21	-20	E 2	晴	PWL, PFX, ELF, DPL, ESM, NEI, TEL, HOS, GA
S-310JA -6	8月28日	00 56 00	315	80	317	75	237.0	234	250.3	465	315.0	83.2	14	20	-28	ESE 4	快晴	PWL, PFX, PWH, ESM, ESH, NEI, TEL, ATX, GA
S-310JA -7	3月27日	22 15 50	315	80	326	75	219.5	230	314.1	452	337.4	81.2	22	18	-12	ENE 3	快晴	PWN, AEF, ESL, TEL, ATX, TED, GA
S-210JA -20	1976年 6月25日	02 40 30	135	82			117.9	166	142.7	326	85.3	40.5	18	7	-26.7	NNE 5	晴	PWL, PWH, NEL, TEL, ESH, GA
S-210JA -21	7月26日	03 23 00	315	82			115.8	163	144.7	326	344.6	40.4	25	26	-22	NNE 7.8	晴	PWL, PWH, NEL, TEL, ESH, GA
S-210JA -22	1月26日	02 20 00	315	82			118.8	166	130.4	324	315.3	39.6	保温せず	3.0	-6.4	NNE 1.1	霧	NNP-NO, NEL, TEL, ESH, SS, GA
S-210JA -23	9月13日	07 31 02	315	82			120.3	167	152.7	327	339.8	39.4	22	25	-25.6	NNE 4.0	晴	NNP-NO, NEL, TEL, ESH, SS, GA
S-210JA -24	8月17日	02 54 28	135	82			118.0	165	150.5	324	115.8	38.6	24	19	-25.6	ESE 6	快晴	MGF, AEF, NEL, TEL, MS, GA
S-210JA -25	9月1日	03 00 40	315	82			125.2	171	90.7	340	302.9	38.9	10	15	-36	SW 1.9	快晴	MGF, AEF, NEL, TEL, MS, GA
S-210JA -26	1977年 4月11日	08 00 20	246	80	253	73.7	105.1	155	135.8	304	261.0	45.4	22	26	-15.7	NNW 0.5	晴	NNP-NO, O ₂ , NEL, TEL, GAS
S-210JA -27	8月10日	15 47 03	135	82	127	77	119.5	167	127.2	329	118.0	45.6	25	23	-7.9	NE 1.3	曇	NNP-NO, O ₂ , NEL, TEL, GAS
S-210JA -28	3月27日	06 35 30	264	80	249	76	106.3	151	104.5	312	266.5	45.7	18	20	-11.9	SSE 3.5	晴	NNP-NO, O ₂ , NEL, TEL, GAS
S-210JA -29	7月12日	19 15 00	315	82	320	78	117.9	165	108.5	326	347.8	46.0	19	23	-14	NE 0.4	快晴	MGF, AEF, MS, NELI, GA
S-210JA -30	1978年 1月28日	23 10 00	22	82	9.5	80.5	125.2	169	96.0	340	23.0	44.2	28	21	-5	SSW 1	曇	NNP-NO, O ₂ , NEI, GAS
S-210JA -31	2月6日	21 55 00	39	82	32.5	81.0	116.0	163	148.6	382	38.0	44.5	25	21	-4	NNE 5	曇	NNP-NO, O ₂ , NEI, GAS

るオーロラに伴う諸物理現象の研究に関する貴重な記録を，取得することに成功した．表 9 に，IMS 期間中の南極ロケット飛しょう一覧表を示す．

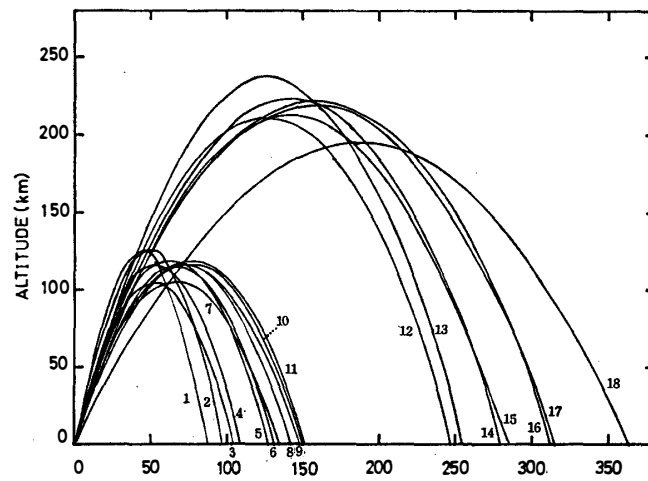
7.1. ロケット追尾状況

ロケット実験におけるレーダーの待ち受け角度の算出は，東京大学宇宙航空研究所が行っている，20 層に区分けした上層 10 km までの気球による風向風速観測結果から計算するのが，一般に用いられている．南極でのロケット実験は，高度約 100 km 以上に出現するオーロラ現象の中へ，ロケットを命中させなければならない特殊事情により，打ち上げ前に上層の風の状態を観測し，レーダーの待ち受け補正値を算出している余裕がない．そこで第 12 次隊（1971 年）は，地上風（第 1 層）の測定のみで風補正を行う南極ロケット実験独特の方法を，開発した．以来，この方式は各次隊のロケット班が継続して使用し，その実験により確立された方法として扱われている（ただし補正係数は，経験的に方位角 3 倍，上下角 1 倍に変更された）．なお第 18 次隊（1977 年）以降は，トラッキングパルスのワイドゲート幅を短縮し，レーダーアンテナとロケットとの直距離が，1.7 km 以上離れていれば追尾可能（第 17 次隊までは，3 km 以上でなければ追尾できなかった）となった

表 10 レーダーのロケット追尾状況（1978 年）

Table 10. Tracking the rockets by means of the radar system at the moment of the firings.

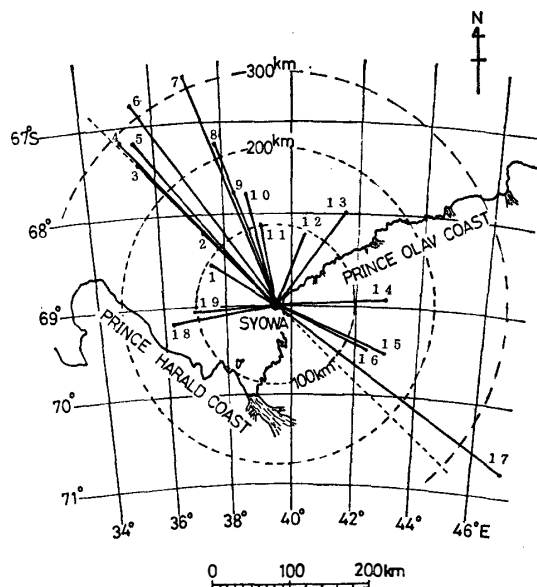
		S-210JA -30	S-210JA -31	S-310JA -4	S-310JA -5	S-310JA -6	S-310JA -7
方位 角 度 (°)	発射方位角度	22.0	39.0	130.0	315.0	315.0	315.0
	風補正なし待ち受け角	9.5	30.6	137.9	305.0	305.0	305.4
	風補正待ち受け角	9.5	32.5	148.0	313.0	317.0	326.0
	X+9 秒待ち受け角誤差	-2.4	-2.2	+15.0	+0.3	+1.8	-3.0
	最終落下方位角度	23.0	38.0	127.9	318.2	315.0	337.4
上 下 角 度 (°)	発射上下角	82.0	82.0	76.0	80.0	80.0	80.0
	風補正なし待ち受け角	80.3	80.9	72.0	75.0	75.0	75.0
	風補正待ち受け角	80.5	81.0	72.0	75.0	75.0	75.0
	X+9 秒待ち受け角誤差	0.0	+2.3	+1.0	+1.2	+0.3	+1.0
風	風 向	SSW	NNE	E	E	ESE	ENE
	風 速 (m/s)	1	5	7	1	4	3



- | | | | | |
|---------------|---------------------------|----------------|---------------|---------------|
| 1. S-210JA-25 | 5. S-210JA-27 | 9. S-210JA-31 | 12. S-310JA-2 | 16. S-310JA-3 |
| 2. S-210JA-30 | 6. S-210JA-22 | 10. S-210JA-24 | 13. S-310JA-6 | 17. S-310JA-7 |
| 3. S-210JA-28 | 7. S-210JA-26 | 11. S-210JA-23 | 14. S-310JA-5 | 18. S-310JA-4 |
| 4. S-210JA-29 | 8. S-210JA-20, S-210JA-21 | 15. S-310JA-1 | | |

図 8 ロケット飛しょう軌道図

Fig. 8. Trajectories of S-210JA and S-310JA type rockets (1976-1978).



- | | | | | |
|---------------|--------------|----------------|----------------|----------------|
| 1. S-210JA-25 | 5. S-310JA-5 | 9. S-210JA-23 | 13. S-210JA-31 | 17. S-310JA-4 |
| 2. S-210JA-22 | 6. S-310JA-3 | 10. S-210JA-21 | 14. S-210JA-20 | 18. S-210JA-26 |
| 3. S-310JA-6 | 7. S-310JA-7 | 11. S-210JA-29 | 15. S-210JA-24 | 19. S-210JA-28 |
| 4. S-310JA-1 | 8. S-310JA-2 | 12. S-210JA-30 | 16. S-210JA-27 | |

図 9 ロケット落下地点

Fig. 9. Landing points of S-210JA and S-310JA type rockets (1976-1978).

ため、従来のレーダー待ち受け設定時間 13 秒を大幅に縮め、トラッキングパルスの設定をロケット発射後 7 秒、待ち受け角の算出は発射後 9 秒で行い、発射後、より早い時点からのロケット自動追尾を行った。IMS 期間中に打ち上げた 19 基のロケットのうち、第 19 次隊 (1978 年) のレーダー追尾状況を例として、表 10 に示す。表 10 に示される待ち受け角度の誤差は、ほぼ 3 度以内に入っており、地上風と補正係数を用いて算出する待ち受け角の有用性が、認められる。なお S-310JA-4 号機の方位角の待ち受け誤差が他に比してプラス方向に大値をとっている。すなわち補正過多である。このことは、地上平均風速が 7 m/s を記録していることから、発射時のランチャー点付近の風の状態に、かなり強弱(風の息)があったことが予想でき、S-310JA-4 号機は、風速が瞬間的に弱まった時に丁度、ランチャーオフしたものと推定できる。IMS 3 カ年のロケット実験におけるレーダーによるロケット追尾は、1 基の追跡失敗もなく正常に行われた。図 8 に 19 基のロケット飛しょう軌道図、図 9 にロケット推定落下点を示す。

7.2. ロケットの飛しょう姿勢

IMS 期間中の 3 年間に打ち上げた 19 基のロケットは、全号機とも最高到達高度、水平到達距離等について、おおむね理論的な性能を満たし、S-210JA 型、S-310JA 型ともにその飛しょう軌道は、計算軌道にほぼ準じた飛しょうをした。しかし S-210JA 型の飛しょう中の姿勢は、かならずしも良好であったとはいえない。S-310 型ロケットは、3 年間の 7 基の実験とも、おおむね良好な姿勢で飛しょうしたと考えられ、ロケット姿勢による観測障害は、1 件も発生しなかった。表 11 に、第 18 次隊が打ち上げた 6 基のロケットにつ

表 11 ロケットの飛しょう姿勢 (1977 年)
Table 11. Rocket attitudes during their flights.

ロケット名	解析に用いた計器名	才差運動半角	才差運動周期
S-310JA-2	GA	20°	209 秒
S-310JA-3	MGF, MS	15	202
S-210JA-26	GA, SS	140	52
S-210JA-27	GA, SS NNP-O ₃ -SF	5	101
S-210JA-28	GA, SS	90	18
S-210JA-29	GA	15,95	35

(注) SS: 太陽センサー, NNP-O₃-SF: オゾン密度測定器の太陽追尾器

表 12 観測記録の概要

Table 12. The quality of the obtained records by means of the sounding rockets.

第 17 次 隊 (1976年)				第 18 次 隊 (1977年)				第 19 次 隊 (1978年)			
ロケット名	計器名	データの質	備 考	ロケット名	計器名	データの質	備 考	ロケット名	計器名	データの質	備 考
S-310JA -1	PWL	良	ループ系RT干渉有 アンテナ未展開(?)	S-310JA -2	PWL	良	アンテナ信号線の断線(?)	S-310JA -4	EMF	良	飛しょう中ほとんど無信号
	PWH	良			PFX	良			TEL	良	
	NEL・TEL	良			PWH	良			NEI	良	
	NEI	解析不能			ESL	良			NEL	良	
	ESM	良			ESH	良			HOS	良	
	ESL	良			NEI	解析不能			GA	良	
	GA	良			TEL	良			PWH	解析不能	
S-210JA -20	PWL	良	ループ系RT干渉有 (受信感度低下)	S-310JA -3	PWL	良		S-310JA -5	PWL	良	
	PWH	良			PFX	良			PFX	良	
	NEL・TEL	良			PWN	良			ELF	良	
	ESH	良			ESH	良			DPL	良	
	GA	良			NEI	良			ESM	良	
S-210JA -21	PWL	良	ループ系RT干渉有		TEL	良			TEL	良	
	PWH	良			MGF	良			HOS	良	
	NEL・TEL	良			MS	良			GA	良	
	ESH	良									
S-210JA -22	NNP-NO	良		S-210JA -26	NNP-NO	解析不能	ロケットの姿勢が原因 ロケットの姿勢が原因 LP系アンテナ未展開(?)	S-310JA -6	PWL	良	
	NEL・TEL	良			NNP-O ₃	一部解析不能			PFX	良	
	ESH	良			TEL	良			PWH	良	
	GA	良			NEL	可			ESM	良	
S-210JA -23	NNP-NO	解析不能	機器の不動作	S-210JA -27	NNP-NO	良	Z成分, 130秒で停止	S-310JA -7	ESH	良	
	NEL・TEL	良			NNP-O ₃	良			TEL	良	
	ESH	良			TEL	良			ATX	良	
	GA	良			NEL	良			GA	良	
S-210JA -24	MGF	良	LP系アンテナ不良	S-210JA -28	NNP-NO	解析不能	ロケットの姿勢が原因 ロケットの姿勢が原因	S-210JA -30	PWN	良	
	AEF	良			NNP-O ₃	一部解析不能			AEF	良	
	NEL・TEL	一部解析不能			TEL	良			ESL	良	
	MS	良			NEL	良			TEL	良	
S-210JA -25	GA	良		S-210JA -29	GAS	良	月なし	S-210JA -31	ATX	良	機器不動作 ロケットの姿勢が原因(?)
	MGF	良			TEL	良			TED	良	
	AEF	良			NEL	良			GA	良	
	NEL・TEL	良			GAS	良			NNP-NO	解析不能	
S-210JA -25	MS	良			MS	解析不能	IP系アンテナ短絡(?)		NNP-O ₃	一部解析不能	
	GA	良			GA	良			NEI	良	
	MGF	良			NELI	一部解析不能			GAS	良	
	NEL・TEL	良									

いて、近似を用いて解析した飛しょう姿勢の概況を示す。なお、S-210JA-20~25号機とS-310JA-1, 2号機の詳細なロケット飛しょう姿勢の結果は、青山・遠山(1980)により報告されている。

7.3. 観測記録の概要

IMS 期間中のロケット観測では、オーロラ現象に伴う波動や電磁場について、多くの貴重な観測データを取得した。表 12 に、観測記録の概要を各隊次別、各観測計器ごとに示す。これらの記録の結果は、おのおのの担当者から逐次解析報告されているので、本報告書では特に記述しないこととする。

8. ロケット施設閉鎖時の状況

昭和基地のロケット打ち上げ施設は、IMS 計画の最終年度を担った第 19 次隊によって、1978 年 12 月閉鎖された。ここでは何年かの休止期間の後、ふたたび南極ロケット観測が計画されるであろうことを予想し、その再開時の参考として、ロケット基地閉鎖時のロケット施設概況を、第 19 次隊の報告を基に記述する。

8.1. 組立調整室

組立調整室のロケット搬入口側大扉は、従来から、ブリザード時に雪の吹き込みが激しかった。この吹き込み除去を目的として、大扉と柱あるいは壁の隙間に、布団綿を丹念につめ込み、かすがいをかけ、開閉不可能状態にして閉鎖した。室内に残置する器材は、おもにダンボールに収納し、作業台の下や前室の棚に整理、積載し、全体をポリエチレンシートで覆いをした。治工具類とケーブル類は、木箱に収納して残置した。

8.2. 推薬庫

ロケット基地閉鎖後本建物は、航空機関係器材の格納に使用する計画であったので、特に閉鎖に伴う作業は行わなかった。第 18 次隊が設置した建物前の門型クレーンは、解体して木箱に入れ、推薬庫内に保管した。また、船上用運搬台車も推薬庫内に保管した。

8.3. 発射台関係

ターンテーブル上にある制御盤および駆動モーター部は、ポリエチレンシートと布シートで 2 重オーニングを施した。ターンテーブルは、駆動輪などにかかる重量負荷の軽減と、ターンテーブル自体の変形を防ぐために、発射台下の地盤から 4 本の支柱を設けて、ター

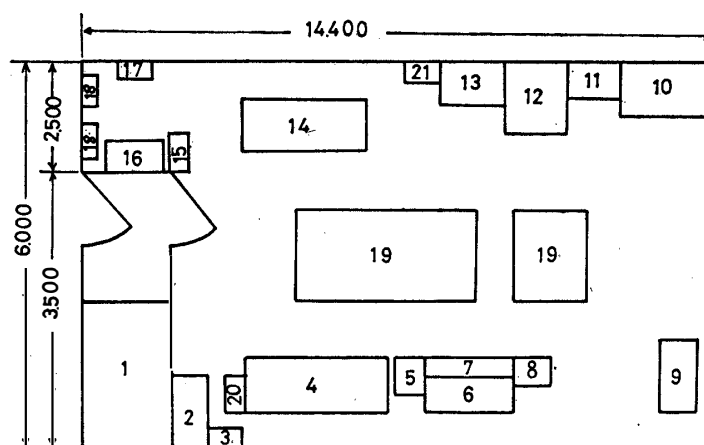
ンテーブルを支えた。走行台車およびランチャーレールは、入念な防錆処置後、半ざらしクラフト紙とポリエチレンシートにより2重オーニングを施し、組立調整室に保管した。S-210JA用のランチャーレールは、2分割し処理を行い組立調整室内に保管した。

8.4. 温風暖房装置および保温槽

温風暖房機室内の物品は、すべてポリエチレンシートで覆いをし、発射台下の屋外設置熱交換器は、ポリエチレンシートと布シートの2重オーニングを施して残置した。保温槽および温風ダクトは、組立調整室内に保管した。

8.5. レーダーテレメーター室

閉鎖時の室内状態を、図10に示す。室内に設備した搭載観測計器調整用測定機器類は、ほとんど持ち帰った。ロケット自動追尾装置は、最終動作確認を行った後、装置全体をビニールシートで覆いをして残置した。ただし、8チャンネルペンレコーダー、およびレコーダーコントロール部は持ち帰った。追尾用アンテナドームは、ブリザード時に多少雪が吹き込む恐れがあり、アンテナ駆動部を防湿のために覆いをした。テレメーター装置関係については、追尾装置と同様、装置架全体をビニールシートで覆いをして残置した。



1. 暖房室 2. 電気部品棚 3. 電気部品棚 4. レーダー装置 5. 指令卓 6. IG 管制卓
7. 現有物品リスト 8. MT 装置 9. 衝撃試験器 10. 工具棚 11. 文房具棚 12. 真空試験器
13. 測定器類棚 14. テレメーター装置 15. 取説資料 16. AVR 17. 指令電話装置
18. 分電盤 19. 作業台 20. レーダー部品箱 21. AVR・テレメーター関係部品箱

図 10 ロケット基地閉鎖時のレーダーテレメーター室内状況図

Fig. 10. Layout of the radar telemeter hut after the closing of IMS rocket experiment.

9. あ と が き

IMS 計画 (1976-1978) の一環として再開した南極昭和基地におけるロケット観測は、第 17 次, 18 次および 19 次隊がオーロラフレア解明のため, おもに波動-粒子の相互作用をロケット観測の中心課題として, S-310JA 型ロケット 7 基, S-210JA 型ロケット 12 基を用いて 3 年間実施した。19 基のロケット打ち上げは, すべて正常におこなわれ, 人工衛星との同時観測や地上観測網の裏付け等, 国際協力のもとに実施された今期のロケット観測は, オーロラフレア解明に関して, 各国の研究者達が注目に値する成果を納め終了した。この成果を報告できることは, 第 17, 18, 19 次隊ロケット班にとって大いなる喜びである。

最後に, IMS 期間中の南極ロケット観測を実施するに際し, 多大なるご指導を賜った国立極地研究所永田武所長, 東京大学宇宙航空研究所森大吉郎教授, 大林辰蔵教授, 平尾邦雄教授, 松尾弘毅助教授, 京都大学木村磐根教授, 東京大学故等松隆夫教授, 国分征助教授をはじめとした多くの南極ロケット関係諸先生方に, 厚く感謝の意を表します。また, 南極昭和基地で直接ご協力, ご援助を賜った第 17 次, 18 次, 19 次観測隊員の皆様に深い謝意を表します。

文 献

- 青山 巖・遠山文雄 (1980): 南極ロケットの姿勢. 南極資料, **68**, 122-128.
- 鮎川 勝 (1978): 第 18 次隊による南極での IMS 観測. IMS シンポジウム報告, 東京, 東京大学宇宙航空研究所, 220-227.
- 鮎川 勝・平沢威男・国分 征・大瀬正美 (1975): 南極におけるロケット飛しょう実験報告—1970 年~1973 年—. 南極資料, **52**, 1-42.
- 川口貞男・平沢威男・芦田成生・鮎川 勝・白壁弘保 (1971): 第 11 次南極地域観測隊ロケット部門報告. 南極資料, **40**, 74-107.
- 木村磐根 (1977): 南極ロケット (I) 波動-粒子相互作用. IMS シンポジウム報告, 東京, 東京大学宇宙航空研究所, 225-234.
- 木村磐根 (1978): 南極ロケット. IMS シンポジウム報告, 東京, 東京大学宇宙航空研究所, 209-219.
- KIMURA, I. (1979): Antarctic rocket experiments on wave-particle interaction. Magnetospheric Study 1979, Tokyo, Japanese IMS Committee, 262-266.
- 木村磐根・等松隆夫・平沢威男 (1975): 南極ロケット. IMS シンポジウム報告, 東京, 東京大学宇宙航空研究所, 91-96.
- 国立極地研究所 (1976): 昭和基地要覧. 東京, 86 p.
- 国立極地研究所 (1978): 日本南極地域観測隊第 17 次隊報告. 東京, 198 p.
- 国立極地研究所 (1978): 日本南極地域観測隊第 18 次隊報告. 東京, 225 p.
- 国立極地研究所 (1979): 日本南極地域観測隊第 19 次隊報告. 東京, 198 p.
- NAGATA, T. (1979): Auroral substorms during the IMS period observed by sounding rockets. Magnetospheric Study 1979, Tokyo, Japanese IMS Committee, 53-57.

(1980 年 2 月 20 日受理)