

委

10-6

気象衛星計画調査団報告書

— 総論および所見 —

昭和 47 年 7 月

序 言

この調査団の主な目的は、国連の宇宙空間平和利用の決議に関連して計画されたGARPの主要課題である全世界的大気活動の、同時把握のための4個の静止気象衛星、打上げ計画に、わが国が、参加するか否かを、最終的に決定するための資料を欧米各国の関係機関より蒐集し、これを整理、検討して、政府および宇宙開発委員会に報告することである。

調査団は、2週間という限られた日数ではあったが、米国においては国務省、航空宇宙局、海洋大気庁その他関係メーカーを、仏国においては、欧州宇宙研究機構、宇宙研究本部および放射計メーカーを、また、スイスにおいては、世界気象機関、GARP合同組織委員会を訪問して、予め日本において準備された調査事項にもとづいて、質疑応答および資料の蒐集を行なった。

調査日数は少なかったが、調査項目を類別して団員が夫々分担したこと、出発前に事務当局の努力によって充分の準備がなされ、事前に当方の質問事項が先方に伝達

されたこと、および現地日本大使館職員の積極的な努力があったことなどにより、我々の目的は十分に達せられたものと信じている。

茲に、本調査団の調査結果を整理して報告書とする次第である。

最後に、本調査団の使命達成のために、事前準備その他に協力された国内事務局の職員、海外にあって直接調査団に協力された日本大使館担当者および現地在留の関係日本商社の社員の方々に深謝申し上げる。

昭和 47 年 7 月 15 日

気象衛星計画調査団長

宇宙開発委員会委員 網 島 毅

目 次

序 言

1. 気象衛星計画調査団概要	1
1-1 派遣の目的	1
1-2 団員名簿	3
1-3 日程および訪問先	5
2. 総 論	7
2-1 GARP の意義と各国の態度	7
2-2 静止気象衛星開発の現状	10
2-3 静止気象衛星打上げ用ロケット	15
2-4 地上施設と観測運用業務	19
2-5 静止気象衛星システムの所要経費	21
2-6 そ の 他	23
2-6-1 技術援助	23
2-6-2 ポストアポロ計画	24
3. 所 見	25

1. 気象衛星計画調査用概要

1-1 派遣の目的

世界気象機関(WMO)および国際科学連合(I
CSU)の共同企画による地球大気開発計画(GA
RP)には、大気の状態を全地球的規模において、
同時に把握するために、4個の気象観測用静止衛星
を打上げるプロジェクトが組まれているが、この
プロジェクトのうち、3個の衛星については、すで
に米国が2個、ヨーロッパ宇宙研究機構(ESRO)
が1個、それぞれ担当することが決定されている。
残る1個、すなわち、西部太平洋と東部アジアをカ
バーする衛星については、未だ担当すべき国がきま
っていないが、わが国に引受けてほしいとの国際的
要請が強くなってきている。

このような期待が高まってくるのは、わが国の占
める国際的地位からして当然のことではあるが、こ
の要請に応ずるか否かをきめるためには、わが国と
して、この衛星の開発や打上げが、技術的財政的に
可能かどうか、また実行することとした場合、どの

ような手段方法によるべきかというような点を、じゅうぶん検討しなければならない。

GARPのスケジュールとの関係もあり、わが国としては、いまやこれらの諸問題についてとるべき方針を、早急に、かつ最終的に決定する必要にせまられているので、この決断を行なうための資料として、国際機関や欧米各国における気象衛星計画の実態、GARPの推進体制等を調査し、その結果を政府および宇宙開発委員会に提出することを主たる目的として、気象衛星計画調査団の派遣が決定された。

1-2 団員名簿

団長	宇宙開発委員会委員	綱島毅
団員	科学技術庁研究調整局宇宙開発参事官	市瀬輝雄
、	科学技術庁調査員(経済団体連合会開発部調査役)	房野夏明
、	通商産業省重工業局航空機武器課長	山野正登
、	気象庁次長	山本守
、	気象庁総務部企画課気象衛星準備室長	渡辺和夫
、	宇宙開発事業団理事	野島正義
、	宇宙開発事業団システム計画部長	黒田泰弘
、	宇宙開発事業団総務部次長	古谷綱博

1-3 日程および訪問先

年 月 日	訪 問 地		訪 問 先	備 考
	国 名	都 市 名		
昭和47年6月 12日(月)	アメリカ	東京 発 サン・フランシスコ 着 " 発 サンタ・バーバラ 着	フィルゴ・フォート社	黒田国員はエアロジェット・ ジェネラル社を訪問した。
13日(火)	"	サンタ・バーバラ 発 ロス・アンゼルス 着	サンタバーバラ・リサーチ・ センター・ヒューズ・エアクラ フト社	黒田国員はマクダネル・ダグラス社の ハンチントン・ビーチ工場を訪 問した。
14日(水)	"	ロス・アンゼルス 発 ワシントン 着		
15日(木)	"	ワシントン	航空宇宙局(NASA) 国 務 省(DOS) 海洋大気庁(NOAA)	
16日(金)	"	"	航空宇宙局(NASA)	一部の国員はゴダード・スペース・ フライト・センターを訪問した。
17日(土)	"	ワシントン 発		
18日(日)	フランス	パ リ 着		
19日(月)	"	パ リ	宇宙研究本部(CNRS)	
20日(火)	"	パ リ 発 ツールーズ 着 " 発 パ リ 着	CNRS ツールーズ・ スペース・センター	
21日(水)	"	パ リ	エンジン・マトラ社 欧州宇宙研究機構(ESRO)	
22日(木)	スイス	パ リ 発 ジュネーブ 着		
23日(金)	"	ジュネーブ	世界気象機関(WMO)	WMOの討議には、合同組織委員会 (JOC)の役員も参加した。
24日(土)		ジュネーブ 発 ロンドン 着 " 発 (モスクワ経由)		
25日(日)		東京 着		

2 総論

2-1 GARPの意義と各国の態度

1961年12月、第16回国連総会で、「宇宙空間平和利用に関する国際協力」の決議が採択された。

これに基づき世界気象機構 (WMO) では、最新の科学技術を駆使し、世界的な規模での気象観測網の拡充、予報能力の増大等をはかり気象業務を飛躍的に発展させることを目的とする気象監視 (WWW) 計画を策定した。また、国際学術連合 (ICSU) では、WWW計画の学問的裏付けを目的とした「地球大気開発計画」 (GARP) を作成したが、WMO はこれをWWW計画の一環として遂行するため、ICSUと協議し、1967年秋にWMOとICSUによるGARP合同組織委員会 (GARP-JOC) を設立した。

GARPの目的は、地球大気に関する知識を、飛躍的に増大させ、大気大循環の機構を究明し、大気の数値モデルの改良を行なつて気象予報の精度を向

上させることにある。

JOCは、この目的を達成させるため、4個の静止気象衛星^Rにより全地球総合観測を行なうオノ次GARPA全球観測(FGGE)を策定した。また、FGGEを行なう前に解決しておくべき気象学の問題があり、これらを解決するため、各種サブプログラムが作成された。

各国は、夫々の立場からFGGEを成功させるため、このサブプログラムのための観測準備を着々と進めている。

FGGEのための4個の静止気象衛星については、米国が2個、ESROが1個を夫々分担すること既に決定している。

米国では、最初のSMS-Aが1973年10月に西経100度に、翌年春にSMS-Bが東大西洋に打上げられ、GARPAのサブプログラムであるGATEのための観測を1974年6月～8月にかけて行ない、終了後、SMS-Aを西経130度に、SMS-Bを西経70度に移すことになっている。

また、1976年後半には、気球の位置測定ができるTIROS-Nの打上げが予定されている。

ESROでは、GEMS(注:旧名Metcorat)^を1976年末に打上げるべく計画を進めている。

残りの西太平洋地域の静止気象衛星についても、この時期に打ち上げられるよう、今回調査団が訪問した各機関で強く要望された。

JOCで作ったFGGEのスケジュールによれば、FGGEは、1976年末に総ての観測体制をととのえ半年の準備期間を置いたのち、1977年中頃から開始されることになっている。

WMOでは、西太平洋地域の静止気象衛星は、FGGEにとって特に必要であり、その欠除はFGGEに重大な影響を与えると述べていた。

スズ 静止気象衛星開発の現状

(1) 米国のSMSは、1970年10月、フィルゴ・フォード社が受注した。SMSの開発では、当初新技術の利用を最少限にするつもりであったが、実際に開発を行なう段階において、種々問題があることが判明し、経費は、契約当初のSMS-A、BおよびGOS-Aのフライトモデル3個につき2,035万6,000ドルから3,600万ドル程度になるものと思われ納期も延びる結果となった。

SMSは、現在エンジニアリング・モデルが作られている。VISSRについては、ヒューズ・エアークラフト社系のサンタ・バーバラ・リサーチ・センターでプロトタイプがほとんど出来上っており、9月には、フィルゴ・フォード社に搬入され、衛星との*compatibility test*が行なわれる予定である。

本年9月には、設計および開発の段階を終えて、フライトモデルの製作に入り、SMS-Aは1973年10月に、SMS-Bは1974年2月に打上げ

られる予定である。

既に主な問題は解決されており、現在、順調に開発が進められていることから、上記打上げ時期は、ほぼ確定的と思われる。

(2) 仏国のCNESでは、FGGEのために*Meteosat*計画を推進してきたが、種々の理由により、ESROに対し、共同開発を申し入れた。ESROでは、*Meteosat*計画を見直し、これをESROの計画とし、1976年末までに*Meteosat*を打上げることを1971年12月に決定した。

ESROでは、本年8月にメーカーから衛星本体のプロポーザルを要請し、12月には、仕様を決め、明年8月には、衛星本体と、地上施設についてのメーカーの選定を行なう予定である。

たゞ、放射計については、仏国から引き継いだ時の事情もあり、すでにエンジン・マトラ社に内定しており、正式契約が12月に行なわれる予定である。

(3) 米国のSHSおよびESROのGEMSのミッ

シヨンならびに VISSR の性能については表ノのとおりであるが、静止気象衛星システム間の共通性あるいは両立性については、早急に話し合うべきだとの意見が、NOAA、ESRO、WMO 等の機関から出され、本年 9 月頃、Compatibility に関する会合が開催される予定である。

表ノ ミツシヨン比較表

ミ ツ シ ョ ン

S M S	G E M S
(1) VISSR による雲の分布、 地面、海面、雲頂等の温度分布の連続観測	(1) 同左
(2) 時間的に引き伸ばした(1)の観測データを衛星中継でデータ利用局に再送信	(2) 地球局で処理した雲の画像の ^F VAX 放送
(3) 3,500 ~ 10,000 個所のブイ等の自動観測局からのデータ収集	(3) データ収集
(4) APT 局へ気象国等の送信	
(5) 宇宙環境モニター	

V I S S R

	カタバ・バラ・リサーチセンター	エンジン・マトラ
距離分解能(衛星直下)		
可視	0.9Km	2.5Km
赤外	9.3Km	5Km
波長域		
可視	0.5 ~ 0.7 μ	0.5 ~ 1 μ
赤外	10.5 ~ 12.5 μ	10.5 ~ 12.5 μ
フレーム時間	20分/枚	30分/枚
重量	71.9Kg	51.5Kg

2-3 静止気象衛星打上げ用ロケット

米国のSMS, GOES等の打上げ用ロケットとしては、NASAのデルタ2914・ロケット使用が決定されている。デルタ2914はマクダネル・ダグラス社が主契約者となって生産しているデルタ・ロケットの一型式であり、当初、公表された形状は概ね図1のとおりであるが、今回の調査により、2段目の液体ロケットエンジンはエアロ・ジェット社のAJ-108FからTRW社のものに変更される予定であることを確認した。

TRW社のエンジンは、同社がアポロ計画月着陸船の降下用エンジンを開発して得た技術を基盤に作られたもので、現在のAJ-108Fと比べて、性能的にはほぼ同等であるが、より高信頼性、安価であると評価されている。

ESSROにおいて開発中のGEMSも、デルタ2914を用いて1976年末にケープ・ケネディより打上げられる予定となっている。米国に対する申込みは、打上げのほぼ2年前にすればよいとのことである。

正式交渉はまだなされているわけではないが、双方とも暗黙了解の態であった、ESROが2914を使用する理由は、ELDO (European Launcher Development Organization) が開発中のロケット、ヨーロッパⅡが衛星打上げ能力の面で不足しており、ヨーロッパⅢはまだ概念計画の域を出ていない故とのことであつた。

NASA担当官によれば、デルタ・ロケットの型式は大体1へ、5年毎に更新され、性能向上されるのが従来の例であつたが、2914型はそれらよりは寿命が長く、1973年より76〜77年頃まで続く見込みとのことである。

2914による打上げ経費は、ロケット本体および打上げ業務を含めた費用として約640万ドル、射場使用費として約100〜150万ドルとなっており、この価格は、米国の内外、いずれよりの依頼に対しても同額で、GEMS計画の経費もこの線で計上されていた。

わが国の場合、2914を米国において打上げるよ

依頼する際には、ESROとほぼ同様の条件で受け入れられるであろうことを確認した。また、2914を購入して、日本の基地より打上げることの可能性について調査するため、討議を重ねたが、輸出許可の点において国務省は即答を差し控えた。

また、日本で打上げる場合、NASAは打上げの技術指導を行なうことは、人員の都合により不可能であるとの見解であつた。

フランスのCNESに対し、米国のロケットにより衛星を打上げることかフランス自体のダイヤモンド・ロケットの開発にどのように役立つかとの質問に対しては、全然別個のプロジェクトで波及効果等は考えていないとの回答であつた。

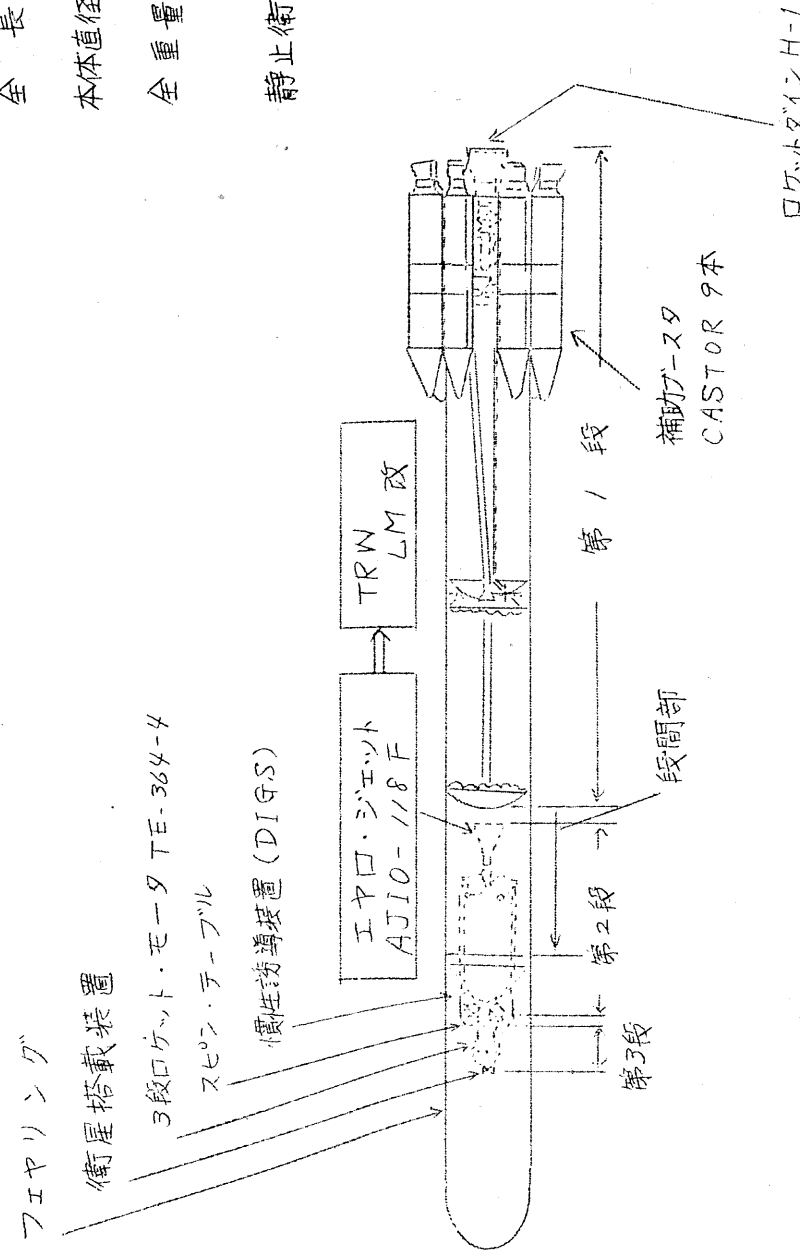
図1 デルタ

全長: 116' (35.2m)

本体直径: 8' (2.4m)

全重量: 292,887lb
(133,500kg)

静止衛星打上げ能力:
320kg



2-4 地上施設と観測運用業務

(1) 米国では、データ収得等に必要な地上施設については、設計を、NOAAの協力のもとにNASAが行ない、建設を、NOAAが予算をとり、NASAの協力のもとに行なっている。また、衛星の運用については、NOAAがデータ収得、解析のみならず、衛星のハウスキーピング、位置制御等も行なっている。これは、現在米国が、打上げた衛星の数が多く、NASAがすべての衛星の管制を行なうことが出来ないため、NOAAに管制等も含めすべてを移管しているからである。

衛星打上げについては、衛星の打上げからトランスファ・オービットまでをNASAが担当し、アポジ・モーター点火以降は、NASAの職員の協力を得て、NOAAが行なうこととなっている。

NOAAでは、従来から、ESSA、NOAA Nimbus等の衛星のための地上施設を有している。このためSMSに必要な地上施設も、これら施設との共用を考えており、今回、これらの施設

の他に新設を要するアンテナや送受信機等が発注された。

- (2) ESR Oにおいては、西ドイツ中部のダルムシュタットにデータ処理センターを設置し、簡単な画像処理を行なう予定である。また、兼着契約については、放射計、衛星本体、地上施設の3分野に分け実施する考えのようである。

ESR Oが米国に打上げ依頼を行なう場合、米国は、打上げからトランスファー・オービットまでを担当し、アポジ・モーター点火以降は、ESR O側に移管されるであろうとのことであった。

2-5 静止気象衛星システムの所要経費

静止気象衛星システムの所要経費については、契約が各サブシステム毎に行なわれること、既存の施設を共用すること等もあり、総額を簡単に把握することは困難である。また、米国において見られるよう開発途中において経費が増大することもあるが、今回調査団が調査した結果をまとめれば表2のとおりである。

表2 静止気象衛星システムの所要経費

	米 国	E S R O
衛 星	3,600万ドル(110億円) (注) 衛星3個、1部 開発費を含む、 VISSRを含まず	6,200万ドル(188億円) (注) 衛星2個、開発 費を含む、VISSR を含む。
VISSR	900万ドル(28億円) (注) 2個、開発費を 含む。	1,000万ドル(31億円) (注) 2個、開発費を 含む。
衛星打上げ	500万ドル(25億円)	880万ドル(26億円)
地上施設	730万ドル(22億円) (注) 既存施設に対す る追加	1,310万ドル(40億円) (注) 既存施設に対す る追加

2-6 その他

2-6-1 技術援助

わが国が GARPの一環として 気象衛星の
開発を早急に行なうためには、外国からの技術援
助を相当量期待しなければならないか。今回の調
査によれば、その可能性については明るい見通し
である。

すでにわが国企業においても、それぞれの外国
提携企業との間の接触が行なわれており、先方も
技術援助に関しては積極的である。

一方技術輸出を認可する立場にある関係政府機
関においても、わが国の GARPへの参加を期待
しており、技術援助問題は企業間の問題であると
しながらも、可能な協力に関しては援助を惜しま
ないとの意向を表明した。

特に日米間においては、1969年の交換公文
に基づいて、本件に関する援助が行なわれること
になっている。

2-6-2 ポストアポロ計画

ポストアポロ計画は、調査団の調査対象には含まれていなかったが、網島団長が、同計画に対するわが国の参加問題を検討する責任担当者であることもあって、NASAは、調査団のために半日を割いて、同計画を説明するという熱心な姿勢を示した。

なお、会議の内容は付録に示す。

- (1) 日時 昭和47年6月16日
- (2) 場所 NASA H^{gr}~~q~~ Room 6004
Washington

(3) 出席者

NASA側 国際部

Donald Morris以下6名

日本側 網島委員以下9名(内2名
在米大使館)

3 所見

今回の調査団の調査に対しては、米国、欧州共関係者は、非常に協力的であった。

彼等は、当方より前もって提出しておいた質問に対しては、関係者間において討議した回答を書類として準備し、また口頭の質問に対しても、当方の納得のゆくよう説明に努力していた。

従って、今回は、かなり詳しい数値的資料も得られ極めて有益であった。

これは、彼等が、調査団は日本政府が、その国際協力の一環として、GARPに参加するための方策や実行方法を見出すために派遣したものと考えており、同時に、GARPにわが国が参加することがGARPを成功させる上において絶対必要であると考えていたからであると思われる。

また、欧州、特にフランスにおいては、わが国の宇宙技術をかなり高く評価しており、気象衛星の国際協力のみならず、一般的な宇宙開発分野においても、相互の技術交流や、技術提携に積極的であった。

米国の気象衛星に対する態度は、GARPへの参加協力の面からも、また米国国内の気象観測網強化の面からも、是非打上げなければならぬものと考えている。

従って、米国は、静止気象衛星をできるだけ速やかに打ち上げることに努力しており、その最初のSMSが、1973年末までに、また、次のSMSが1974年春までに打ち上げられることは間違いないと考えてよい。

わが国の気象衛星製作に対する米国の態度は、その主要メーカーであるフィロコ・フォード社、ヒューズ社共、夫々の提携先、即ち、三菱電機、日本電気に技術を供与して支援する積極的態度を示しており、また、政府機関たる国務省、NASA等もこれを積極的に支援する体制にある。

国務省は、衛星に関する限り現在の日米間の交換公文の範囲で技術供与が可能と考えている。

ロケットについては、NASAはそのSMSを打ち上げるために、ソー・デルタの改良型2914を使用

する方針であるが、米国のロケットは通常1~1.5年で改良されており、2914そのものも、現在2級目に使用されているEngine 118Fが、次のロケットよりTRW社のものに変更されることになっている。

従って、わが国が1976年あるいは1977年に、静止気象衛星を打ち上げるものとすれば、2級目のロケットにTRW社のEngineを使用することになる。

わが国が打ち上げをNASAに依頼する場合は、NASAは喜んで引き受けてくれるが、わが国が2914を米国より購入し、わが国で打ち上げることについては、多くの問題がある。

昨年秋、米国の駐日大使マイヤー氏は、当時の木内科学技術庁長官に対して、ロケットのNASAによる打上げは勿論、日本が希望すればロケットを日本に売却することも可能であると明言した。

調査団は、この点について国務省の確認を求めたところ、国務省は、この問題には早急に回答はできないとのことであった。

調査団より、ロケット購入の能否はわが国の静止気象衛星に対する態度決定に重大な関係があるのでできるだけ速かに回答してほしい旨申し入れを行なったが、非公式の会談からは、国務省は、この問題についての回答は出し得ない立場にあるとの印象を受けた。

また、かりに、わが国が29/4ロケットを米国より購入し得たとしても、これが組み立て、試験、検査、発射時の技術習得について、NASAの援助を受けることは不可能であり、わが国の基地より打ち上げることは実際問題として極めて困難であると思われる。

欧州における静止気象衛星は、ESROを中心として進められているが、この計画については、加入各国の承認も済み、予算措置も行われているので、今後順調に進むものと思われる。

ESROは、^明年8月までにはメーカーの決定を行い、1976年末には、その静止気象衛星をNASAの手によって打ち上げるべく、確信をもって計画を進めている。

今回の調査団の調査の目的の1つにV/SSRの問

題があった。

米国のV/SSRはすでに、サンタ・バーバラ・リサーチ・センター（ヒューズ社の子会社）で完成間近にあり、その性能についても問題はないと思われる。また、フィルコ・フォード社で製作中のSMSとのinterfaceの問題も殆んど解決している。

しかしながら、わが国がこのV/SSRだけを単独に購入できるか否かについては、かなりの問題がある。それは、このV/SSRを研究開発したメーカーの営業政策がからんでいるからである。しかし、わが国がどうしてもV/SSRを単独に購入する必要が生じた場合には、NASAは最大限の協力をしてくれるはずである。

V/SSRについて、もう1つ考慮に価することはフランスのエンジン・マトラ社で開発した放射計である。これは米国のものと比べ長短はあるが、実用には支障なく、ESROは、この放射計を使用することで計画を進めている。

この放射計の有利とするところは、光学的設計に配

慮を加えて、全体の形状をコンパクトにし、重量を軽くしたところにある。

これによって、多少比重は大きいが、熱膨張係数の小さい材料を使用することを可能とし、衛星内の熱設計上の問題を容易にしている。

この放射計を米国の SMS 式衛星に使用することについては、フィルゴ・フォード社、エンジン・マトラ社両者において、既に充分検討済みであって問題はないと言っているが、何分にもこれには実験的裏付けがないので、今後わが国が、この放射計を考慮する必要が生じた場合には、更に、深く検討する必要がある。

今回、NASA、NOAA、DOS、CNES、ESRO、WMO等を歴訪して、関係者と討議した結果を総合すると、今回の GARP は、わが国の参加があつて始めて成功するものと考えられており、彼等はわが国が西太平洋上に次の静止気象衛星を打ち上げるものとの前提のもとにそれぞれ計画を進めている。

従つて、わが国の参加を可能ならしめるためには、あらゆる協力・支援は、おしまないとの態度である。

一方、GARP そのものは、1961 年 12 月の第 16 回国連総会で行なわれた「宇宙空間平和利用に関する国際協力」の決議に端を発しており、わが国としては、国内の気象観測整備の一環としてのみならず、広く国際協力の立場より、この問題を考慮する必要があると思われる。

[参考]

(昭和47年7月19日)
運輸省 省議決定

世界気象監視(WWW)計画、地球大気開発計画(GARP)の一環としての静止気象衛星システムの実現について

標記計画については、その国際的意義、国内気象業務の改善への効果等から、昭和46年度以来、省の重要施策の一つとして推進しているところであるが、GARPにおいては、第一次GARP全球実験(FGGE)を昭和52年に実施する計画で、その根幹をなす4個の静止気象衛星システムについては、昭和51年末までに整備が終わるよう要望されており、このうち、西太平洋・アジア地域を覆うものについては、日本が当該地域関係国との協力のもとに実現するよう強く要請されている。

この衛星システムは、WWW計画の遂行に不可欠のものであり、また、わが国の気象業務上、台風、低気圧、前線等の常時監視等に画期的な効果をもたらすとともに、関係地域各国、とくに発展途上国の気象業務の改善に寄与するものであり、西太平洋・アジア地域各国の技術的、経済的能力等を勘案すれば、わが国が中核となつて、この衛星システムを実現する必要がある。

以上の状況にかんがみ、西太平洋・アジア地域を覆う静止気象衛星システムの実現については、関係各国の協力を得て、FGGEの時期に合致するよう推進することとし、この静止気象衛星の開発打上げ等の方針の策定については、宇宙開発委員会、科学技術庁、その他の関係機関に対し申し入れるものとする。