

バングラデシュ人民共和国  
自然災害気象警報改善計画  
基本設計調査報告書

平成9年8月

JICA LIBRARY



J1141368(9)

国際協力事業団  
財団法人 日本気象協会

調無二

CR(2)

97-140



バングラデシュ人民共和国  
自然災害気象警報改善計画  
基本設計調査報告書

平成9年8月

国際協力事業団  
財団法人 日本気象協会



1141368 [9]

## 序 文

日本国政府は、バングラデシュ人民共和国政府の要請に基づき、同国の自然災害気象警報改善計画にかかる基本設計調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、平成9年3月15日から4月16日まで基本設計調査団を現地に派遣いたしました。

調査団は、バングラデシュ政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施いたしました。帰国後の国内作業の後、平成9年6月10日から6月20日まで実施された基本設計概要書の現地説明を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終わりに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成9年8月

国際協力事業団  
総裁 藤田 公郎

## 伝 達 状

今般、バングラデシュ人民共和国における自然災害気象警報改善計画基本設計調査が終了いたしましたので、ここに最終報告書を提出いたします。

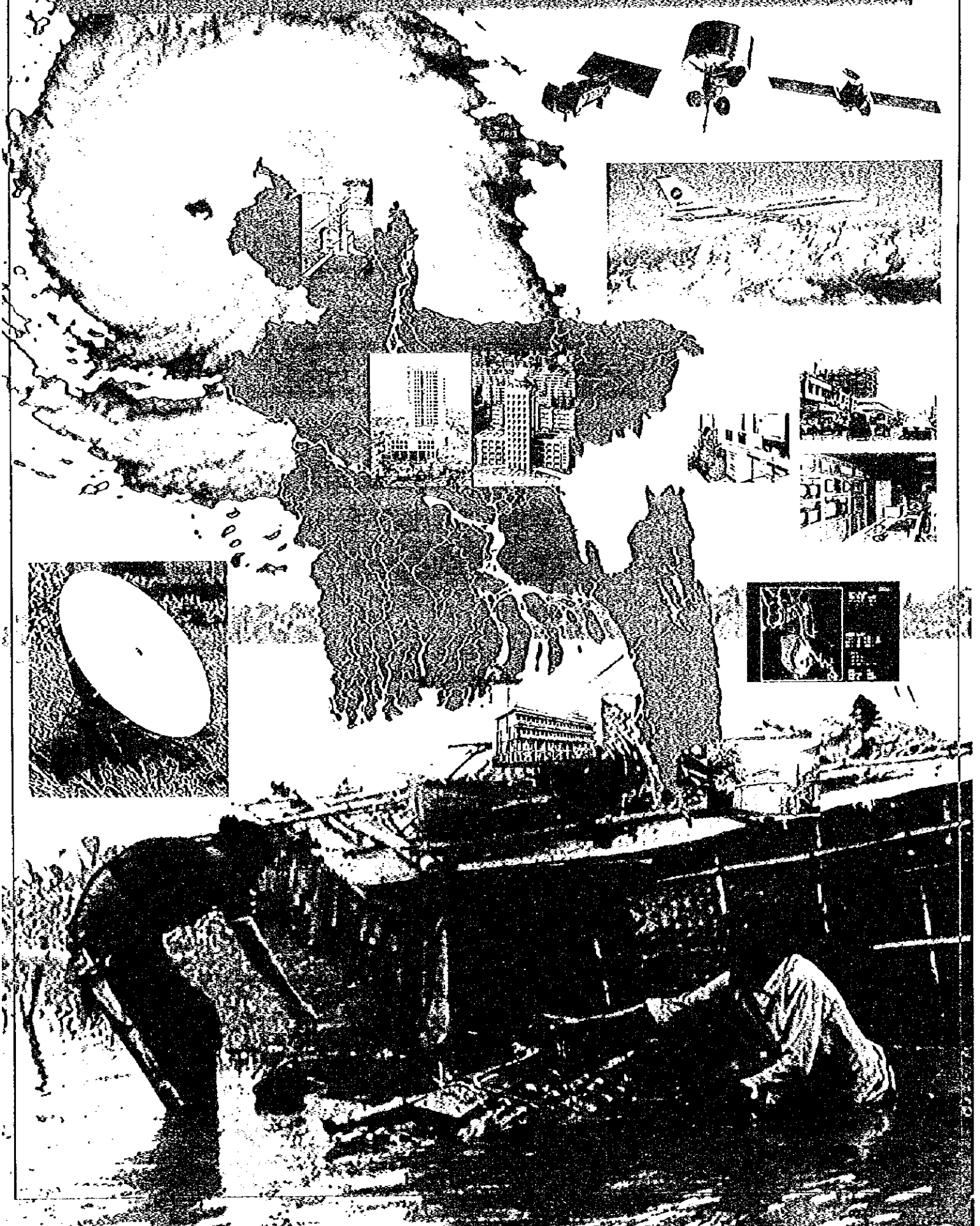
本調査は、貴事業団との契約に基づき、弊会が、平成9年3月5日より平成9年8月11日までの5ヶ月間にわたり実施してまいりました。今回の調査に際しましては、バングラデシュの現状を十分に踏まえ、本計画の妥当性を検証するとともに、日本の無償資金協力の枠組みに最も適した計画の策定に努めてまいりました。

つきましては、本計画の推進に向けて、本報告書が活用されることを切望いたします。

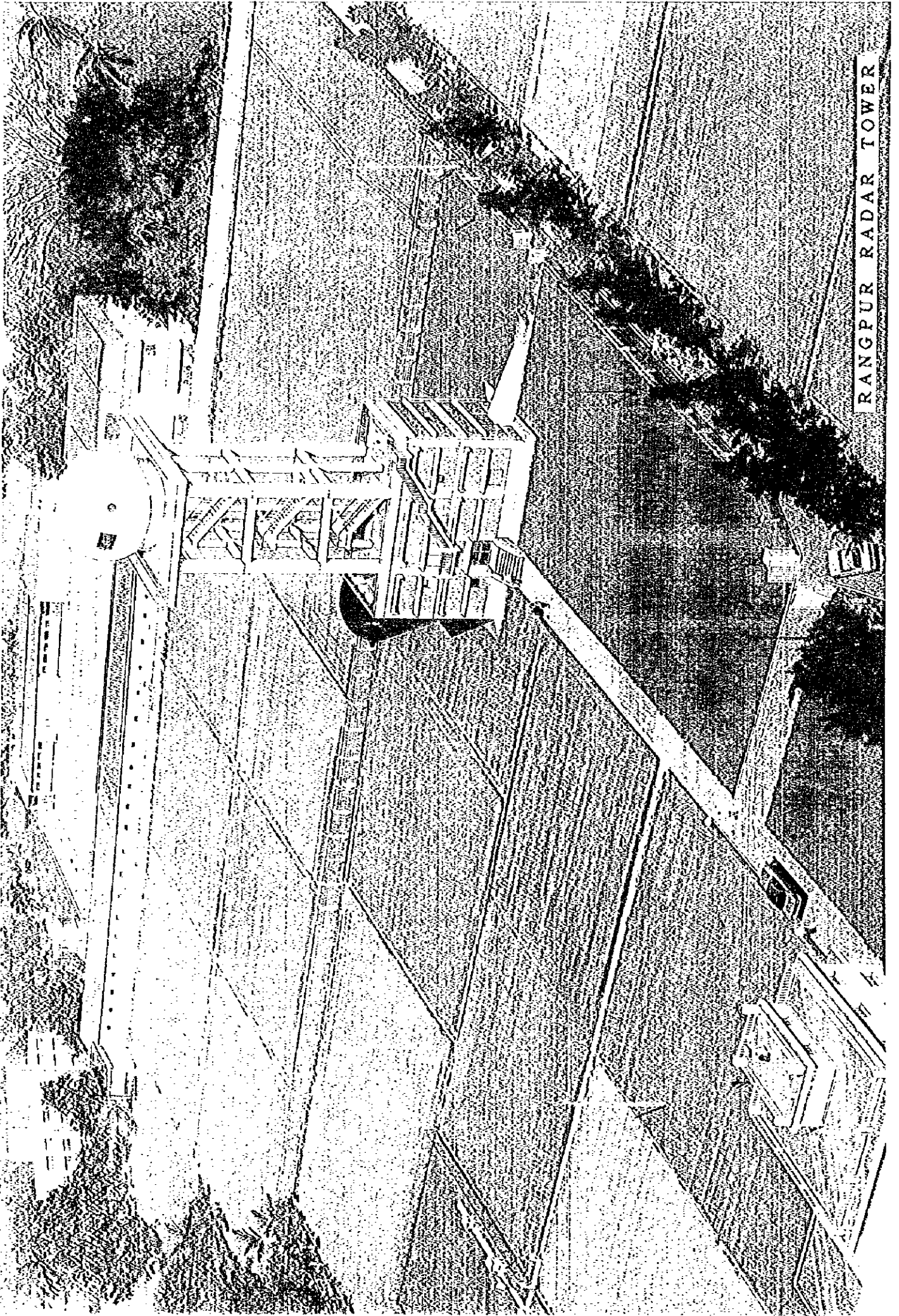
平成9年8月

財団法人 日本気象協会  
バングラデシュ人民共和国  
自然災害気象警報改善計画基本設計調査団  
業務主任 篠木 誓一

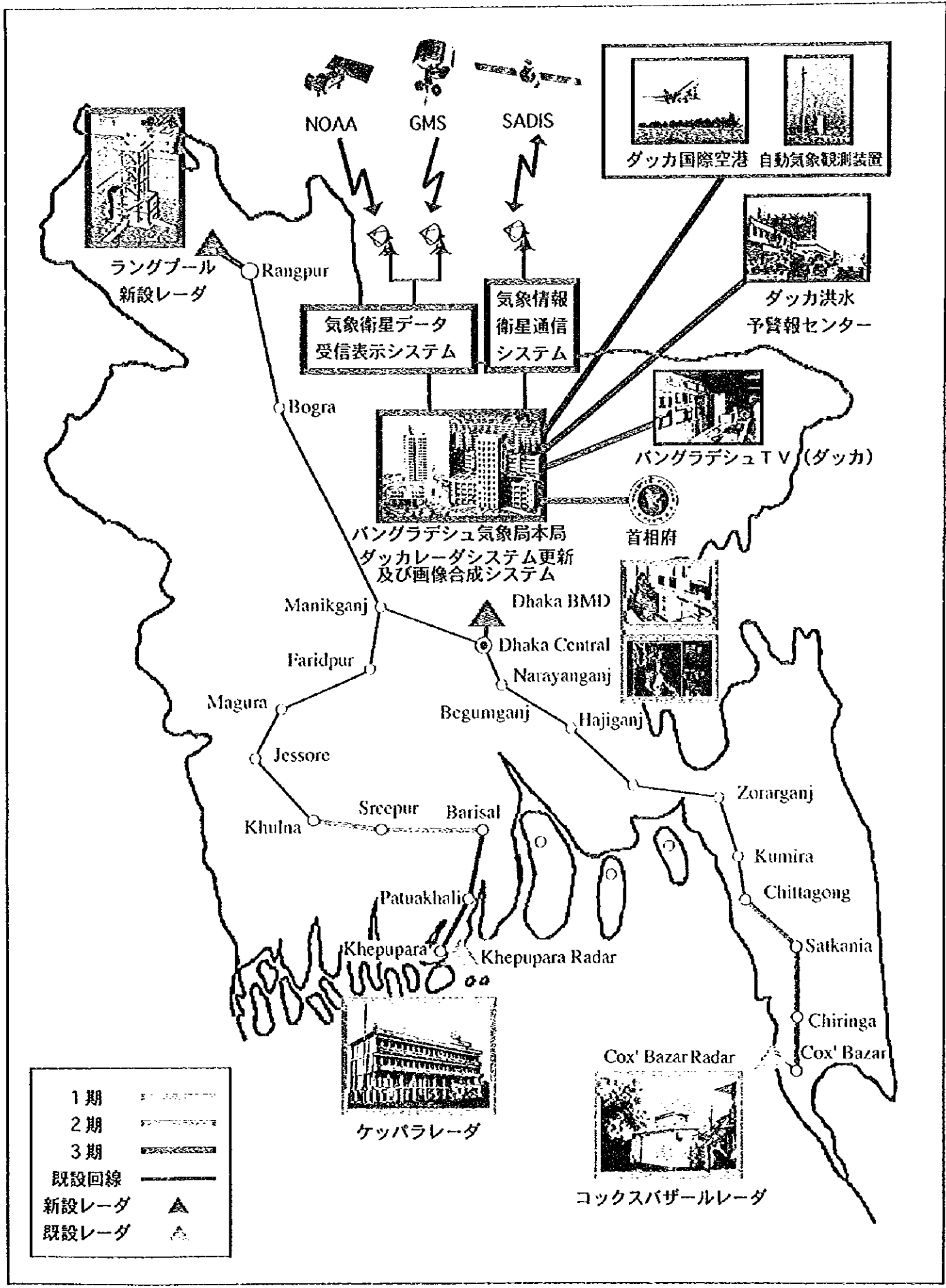
# THE PROJECT FOR STRENGTHENING OF WEATHER WARNING SERVICES RELATED TO NATURAL DISASTERS IN THE PEOPLE'S REPUBLIC OF BANGLADESH



RANGPUR RADAR TOWER







Bangladesh National Radar Network

## 略語集

### 1. 一般

AFTN	Aeronautical Fixed Telecommunication Network	航空固定通信網
BER	Bit Error Rate	ビット誤り率
BMD	Bangladesh Meteorological Department	バングラデシュ気象局
BTTB	Bangladesh Telegraph & Telephone Board	バングラデシュ電信電話公社
ERD	Economic Relations Division	経済関係局
FF&WC	Flood Forecasting & Warning Centre	洪水予警報センター
GTS	Global Telecommunications System	全球気象通信網
ICAO	International Civil Aviation Organization	国際民間航空機関
ITU	International Telecommunications Union	国際電気通信連合
PSK	Phase Shift Keying	位相偏移変調
RVR	Runway Visual Range	滑走路視距離
SSB	Single Side Band	単側波帯伝送方式
SWC	Storm Warning Centre	気象予警報センター
WMO	World Meteorological Organization	世界気象機関
WAFS	World Area Forecasting System	世界空域予報システム
SADIS	Satellite Distribution System	衛星配信システム

### 2. 単位

A	Ampere	アンペア
AH	Ampere Hour	アンペア・時
dB	Decibel	デシベル
dBm	Decibel Milliwatt	デシベル・ミリワット
GHz	Giga Hertz	ギガヘルツ
hPa	Hecto Pascal	ヘクトパスカル
kbps	Kilo Bit Per Second	キロビット/秒
kVA	Kilo Volt Ampere	キロボルト・アンペア
kW	Kilo Watt	キロワット
Lx	Lux	ルクス
m/s	Meter per second	メートル/秒
MHz	Mega Hertz	メガヘルツ
rpm	Revolution per minute	回転/分
V	Volt	ボルト
W	Watt	ワット

# 目次

序文

伝達状

プロジェクト概念図

気象レーダ塔鳥瞰図

バングラデシュ国周辺地図

略語集

要約.....	要-1
第1章 要請の背景.....	1-1
第2章 プロジェクトの周辺状況.....	2-1
2-1 当該セクターの開発計画.....	2-1
2-1-1 上位計画.....	2-1
2-1-2 財政事情.....	2-1
2-2 他の援助国、国際機関等の計画.....	2-2
2-3 我が国の援助実施状況.....	2-2
2-4 プロジェクト・サイトの状況.....	2-3
2-4-1 自然条件.....	2-3
2-4-2 社会基盤整備状況.....	2-3
2-4-3 既存施設・機材の現状.....	2-3
2-5 環境への影響.....	2-4
第3章 プロジェクトの内容.....	3-2
3-1 プロジェクトの目的.....	3-2
3-2 プロジェクトの基本構想.....	3-2
3-3 基本設計.....	3-15
3-3-1 設計方針.....	3-15
3-3-2 基本計画.....	3-22

3-4	プロジェクトの実施体制.....	3-49
3-4-1	組織.....	3-49
3-4-2	予算.....	3-52
3-4-3	要員・技術レベル.....	3-53
第4章	事業計画.....	4-1
4-1	施工計画.....	4-1
4-1-1	施工方針.....	4-1
4-1-2	施工上の留意事項.....	4-3
4-1-3	施工区分.....	4-4
4-1-4	施工監理計画.....	4-5
4-1-5	資機材調達計画.....	4-8
4-1-6	実施工程.....	4-12
4-1-7	相手国側負担事項.....	4-13
4-2	概算事業費.....	4-14
4-2-1	概算事業費.....	4-14
4-2-2	維持・管理計画.....	4-15
第5章	プロジェクトの評価と提言.....	5-1
5-1	妥当性にかかる実証・検証及び裨益効果.....	5-1
5-2	技術協力・他ドナーとの連携.....	5-3
5-3	課題.....	5-4

〔資料〕

1.	調査団員氏名、所属.....	資料1-1
2.	調査日程.....	資料2-1
3.	相手国関係者リスト.....	資料3-1
4.	当該国の社会・経済事情.....	資料4-1
5.	WMOによる気象関係職員のクラス基準.....	資料5-1
6.	参考資料リスト.....	資料6-1

# 要 約



## 要 約

バングラデシュ国の自然災害は多種多様であり、主にモンスーン季の前後にベンガル湾から同国を襲うサイクロンの他に、モンスーン季の大雨とそれによる洪水、豪雨・落雷・竜巻などを伴うノーウェスター、小雨による干ばつ、などによる被害も甚大である。(ノーウェスター：Norwesters、プレモンスーン季(3～5月)に多い現象で、強いスコールや落雷、竜巻などを伴い、毎年バングラデシュ国では多くの死者を出している。)

サイクロンは主として同国のベンガル湾沿岸地方に最も大きな被害を与えており、1960年10月～1991年4月の30年間の死者・行方不明者は累計で708,003人におよび、その他の被災者および被害総額は計り知れず、バングラデシュ国の経済発展の大きな障害ともなっている。

また洪水については、低標高のため国土のほとんどが被害を受け、モンスーン季には毎年のように1万～5万平方キロメートルが冠水し、近年では1987年の大洪水(被害面積5.7万平方キロメートル)に続き、1988年には実に国土の57パーセントにあたる8.2万平方キロメートルが洪水にあった。

このような状況下、バングラデシュ国の気象分野に対する我が国の無償資金協力は、1986年度に始まり1988年に完了した「気象観測用レーダ更新計画」に始まった。当該計画では、主としてサイクロン監視を目的としてベンガル湾沿いのコックスバザールとケプバラの2カ所の気象レーダを更新した。これに続き1992年度より再び無償資金協力で実施された「気象用マイクロウェーブ網整備計画」(1994年完了)においては、2カ所のレーダサイトからダッカまでレーダ画像データを伝送するための通信回線とレーダ画像表示装置の整備が行われた。これにより2カ所のレーダ画像が、全国の予報・警報を担当しているダッカのバングラデシュ気象局本局の気象予警報センター(Storm Warning Centre: SWC)において、オン・ラインで即時に利用できるようになった。

これらによりサイクロン予警報の精度向上と迅速化が図られ、1997年5月のサイクロンに対しては上陸17時間前に正確な予報が気象局より提供された。これが住民がシェルター等に避難する余裕にもつながったため、死者も100名以下と被害が最小限に食い止められた。これは現地の新聞にも取り上げられ、本調査時には、このことに関連し、気象局長官からこれまでの日本の協力を深い感謝の意が表された。

なお1965年5月、1970年11月および1985年5月にも、今回の1997年5月のサイクロンとほぼ同等勢力のサイクロンがバングラデシュ国に襲撃した。しかしながら、当時はレーダシステムおよびサイクロンシェルター等が無かったため、死者・行方不明者は総計で530,348人にもおよび、過去の死者・行方不明者の7割近くの尊い人命がこれらのサイクロンによって失われている。

これまでの協力は、上記のようにベンガル湾を北上するサイクロンによる被害を最小限にすることに主眼が置かれていたが、前記のようにバングラデシュ国では経済に大きく影響する自然災害に事欠かず、それを引き起こす様々な気象現象に対して迅速かつ適切な予警報を発する体制を強化することが極めて重要である。

特にバングラデシュ国の洪水は、主としてガンジス川、ブラマプトラ川上流の集水域であるヒマラヤ山麓に降った降水によってもたらされる(洪水時水量の91パーセントが両河川からの流入とされる)。このため、地上に降ってからバングラデシュ国で洪水を起こすまで数日から10日以上かかる。よって洪水予測のために

は、その原因となる両河川上流域の降雨監視が必要であるが、同地域をバングラデシュ国内から面的に観測できる気象レーダはない。

ダッカには既設のレーダがあるが、旧式のアナログタイプで、消耗品・スベアパーツの入手が困難であり、既に老朽化が激しく、正確な予警報を行うためには更新が必要である。ダッカレーダは、ノーウェスター、竜巻などの多いバングラデシュ国中央部を監視するとともに、国内で最も降水量の多い北東部のシレット地域までをカバーし、人口の多い地域の自然災害防止に重要な役割を担うものである。

気象衛星「ひまわり」、NOAAからのデータ受信は、現在レーダ探知範囲外にあるサイクロンおよびバングラデシュ国北部地域の洪水の原因となる大雨等の早期監視に大いに寄与するだけでなく、広い範囲の雲に関する情報など他からは得難い情報が得られることにより、天気予報の精度向上に気象レーダと連動して大きく貢献する可能性を持つが、現在気象局には受信装置がない。

さらに気象局本局での予報業務も、国内外のデータを人手によって天気図用紙に記入する方法に頼っており、時間効率も悪い。

また、ダッカ国際空港は一日に150便の国際・国内便が発着しているが、航行の安全に必要な気象観測は極めて不十分で、基本的な滑走路着地点付近での気象観測も行われておらず、気象レーダも設置されていないという状況である。

なお気象予警報は、それを必要としているところへ伝達されて初めて効果を発揮するものであるが、これまでは電話・FAXといった手段で必要機関に細々と送られていた。テレビ等により広く国民に予報・警報の周知を行うことも、自然災害の軽減に必要な不可欠かつ効果的な手段であるが、現状で流れているテレビの気象情報番組の内容は、最高・最低気温の地点別実績値の類のみであり、この点でも極めて立ち後れていた。

このような背景からバングラデシュ国政府は、日本政府による過去2回のプロジェクトに引き続き、以下について我が国に対し無償資金協力を要請してきた。

- 1) 降雨監視、洪水予警報のためのラングプールレーダの新設およびダッカレーダの更新
- 2) 既設のコックスバザールおよびケプバラの2基のレーダを含めた4基のレーダ画像合成による全国降雨監視機能の強化
- 3) サイクロンを含む広域監視のための気象衛星「ひまわり」、NOAAデータ受信表示装置の導入
- 4) 天気図自動プロッタの導入および数値予報プロダクトの入手による予報機能の強化
- 5) 航空機の安全航行のためのダッカ国際空港への自動気象観測装置の設置
- 6) レーダ画像、衛星画像、その他必要な気象情報を関係機関（ダッカ国際空港、バングラデシュテレビ局、洪水予警報センター、首相府）へ提供する機能の整備

本計画は、バングラデシュ国経済に大きく影響する自然災害を引き起こす気象現象に対して迅速かつ適切な予警報を発する体制を強化するため、モンスーン期の洪水の原因となるバングラデシュ国北西部・内陸部のガンジス川、ブラマプトラ川上流域を探知範囲とする降雨監視用気象レーダを1基新たにラングプールに設置し、バングラデシュ国中央部および北東部の監視のためのダッカレーダを更新するものである。これにより我が国が供与した2基の既設レーダを含めた気象レーダ観測網を強化するとともに、衛星データ送受信装置の新設、気象情報処理能力の向上、ダッカ国際空港、洪水予警報センター、バングラデシュテレビ局お



よび首相府に対する気象情報提供機能の強化を行うことにより、洪水等の自然災害の軽減を図ることを目的とする。

この要請に対し日本政府は、バングラデシュ国の自然災害の現状、気象業務の現状と将来計画を調査し、本計画の妥当性を検証するため、1997年3月15日から4月16日まで基本設計調査団をバングラデシュ国へ派遣した。

調査団は、機器・施設整備に関する要請内容の確認、本計画の妥当性および機器・施設の規模等の検討を行ったほか、バングラデシュ国の気象業務の現状の把握、関連既存機器・施設の稼働状況、本計画の実施体制、気象局の運営管理計画、施設建設予定地の現地調査、インフラストラクチャーの整備状況、輸送関係およびその他本計画に関連する事項について調査を実施した。また、バングラデシュ国政府と調査内容および協議結果を議事録にしてとりまとめた。

帰国後、現地調査結果を踏まえ、本計画の妥当性を検討すると共に本計画の内容、形式、規模等について更に検討を加え、機器・施設の設計、概略工事量の算出、施設計画および概算事業費の算定を内容とする基本設計および事業評価を実施し、これらの内容を取りまとめた基本設計調査報告書案を作成した。

さらに国際協力事業団は、基本設計調査報告書案の内容を説明するために、1997年6月10日より6月20日まで現地へ調査団を派遣し、基本設計報告書案の内容説明および打合せを行ったほか、バングラデシュ国政府関係者と本計画内容についての最終確認を行った。

本計画の主なコンポーネントは施設建設工事および機器製作・設置・調整工事である。

主要機材は以下の(a)～(h)のとおりである。

(a) 気象レーダシステム (2式)

探知距離：400km

周波数帯：Sバンド (波長約10cm)

洪水の予測のため、バングラデシュ国北部地域を探知範囲とする気象レーダをラングプールに新設し、ダッカ気象局本局の既設レーダを更新する。

(b) レーダ画像合成・処理システム (1式)

サイクロン監視のための既設コックスバザールおよびケプバラレーダと降雨監視のためのラングプールおよびダッカレーダの各画像を合成するシステムを導入する。また合成画像は以下の3つとする。

- ① ラングプール&ダッカレーダ合成画像：北中部広域降雨監視
- ② コックスバザール&ケプバラレーダ合成画像：サイクロン監視および南部降雨監視
- ③ 全国4基合成画像：バングラデシュ国全土の気象現象の監視

(c) 気象衛星画像受信システム (「ひまわり」、NOAA用各1式)

気象衛星「ひまわり」とNOAAの高解像度画像受信システムを導入する。

(d) 気象データ衛星送受信システム (WAFS-SADIS) (1式)

国際民間航空機関 (ICAO) のサービスである世界空域予報システム (world Area Forecasting

System : WAFS) の一環として行われている衛星配信システムSADIS (Satellite Distribution System)

の送受信システムである。航空気象情報を収集・配信する双方向機能を持つもので、気象データ・予報等の気象情報を送信すればSADIS自身やAFTN、GTS等のネットワークにより世界に伝送されるほか、配信データを受信することにより、先進国の数値予報プロダクト、各種予報チャートのほか、航空気象関係情報が入手できる。

(e) 自動気象観測システム (1式)

カテゴリー2の空港として必要な設備である自動気象観測装置をダッカ国際空港の滑走路着地点付近に設置する。観測要素は風向・風速、気温、湿度、降水量、気圧の一般気象要素のほか、滑走路視距離、雲底高度とする。データは空港ビルへ無線で伝送し、航空気象台と航空管制塔に置かれたデータ表示装置に表示する。

(f) 気象データ処理システム (1式)

気象データ処理システムは、気象局が予報業務に必要とする国内外の気象データを迅速に処理し、観測値を天気図様式にプロットしプリント出力する。

(g) 気象情報提供表示システム (下記4カ所に各1式)

・洪水予警報センター、ダッカ国際空港および首相府：気象局本局からマイクロウェーブ回線を通じて送られるレーダ画像、気象衛星画像、天気図等の気象情報を常時表示するとともに、一定期間保存しかつそれらを再生する機能を持つ。

・バングラデシュテレビ局：バングラデシュテレビ局に新設する本システムは、上記の機能のほか、バングラデシュ国のテレビ放送規格に準拠するビデオ信号に変換した出力を持つとともに画像モニターおよび波形モニター機能を持つ。

(h) 無線通信システム (下記6区間)

レーダ画像、気象衛星画像、天気図等の気象情報、および他の自然災害の予警報に必要とされる情報を伝送する。

- a. ラングプールレーダサイト～ラングプール通信局
- b. ダッカレーダサイト～気象局本局
- c. 気象局本局～バングラデシュテレビ局
- d. 気象局本局～ダッカ国際空港航空気象台
- e. ダッカ国際空港航空気象台～自動気象観測所 (空港構内)
- f. 気象局本局～首相府

また施設は以下のとおりである。

(a) 気象レーダ塔施設 (ラングプール)

計画敷地 : バングラデシュ気象局ラングプール気象観測所敷地内  
構造 : 鉄筋コンクリートラーメン構造、2階建 (建物の高さ31.4m レドーム中心までの高さ35.8m)  
延床面積 : 243.20m<sup>2</sup>

本計画を日本国の無償資金協力により実施する場合に必要な事業費総額は、概算で約14.73億円 (日

本国側負担分約14.73億円、バングラデシュ国側負担分約0.26百万円)と見込まれている。工期は、実施設計が3ヶ月、施設建設に8ヶ月、機材調達・据付調整に13ヶ月がそれぞれ見込まれる。

本計画は、これまでサイクロン対策を中心に行ってきたバングラデシュ国における我が国の気象分野の援助を総合化し発展させるものであり、同国の気象業務遂行のための設備は飛躍的に強化される。これにより、自然災害に対して迅速かつ適切な予警報を出す体制および予警報の精度が向上し、敏速にマスメディア（テレビ、ラジオ、新聞等）や防災機関を通じて国民に伝達されるようになるとともに、国際空港に必要な航行安全のための気象情報も充実する。また気象分野においては、その本質上国際協力が不可欠であることが世界的に理解されており、本計画は我が国を含む世界中の国々の気象業務に広く利益をもたらすという特徴も持っている。

以上のように本計画における裨益効果は、一般国民、防災機関、航空機関等にとっても多大である。本計画実施による効果を列挙すると以下の通りである。

- ・新設2基、既設2基の計4基のレーダにより、バングラデシュ国全土をカバーする気象レーダ観測網が構築され、かつ4基分のレーダ画像をダッカで合成して合成画像を気象予報官に提供することにより、全国レベルでの気象予警報の迅速化と精度の向上に総合的に貢献する。
- ・気象レーダ観測網の整備により、バングラデシュ国全土の降雨状況のみならず洪水の原因となるヒマラヤら山麓を含む河川上流域における雨量の連続監視が可能となり、特に全国規模の洪水に関しては、数日から10日間の長期の洪水予測が可能となる。
- ・気象衛星からの高解像度画像データを受信することにより、レーダ探知範囲外にあるサイクロンおよび洪水の原因となる大雨をもたらす雲の発達等をさらに早期かつ広域について監視することが可能となるほか、海面温度など地上からでは得難い情報が得られるため、各気象レーダシステムと連動して天気予報の精度の向上に大きく貢献する。
- ・気象データ処理解析装置を気象局本局に導入するとともに、衛星経由で先進国の数値予報プログラムを入手し、解析とデータ蓄積を行う。これにより予報資料が充実するとともに、気象局における天気図作成業務が国内外の気象観測データの自動プロットにより効率化され、予報業務が迅速化されるため、早期予警報の発出が可能となる。
- ・気象予警報を、マスメディア（テレビ、ラジオ、新聞等）を通じて敏速に国民に発表することが可能となる。特にテレビ局へは、レーダ画像・気象衛星画像・天気図等の気象情報をオンラインで配信することができ、サイクロン、洪水、ノーウェスター、竜巻等の自然災害の情報をバングラデシュ国国民に伝える最速の手段である、テレビによる天気予報を始めとする気象情報番組の内容を飛躍的に向上させることが可能となり、広く国民にとって理解しやすい裨益効果が期待される。
- ・防災分野の最高機関である首相府に、サイクロン、豪雨、洪水などに関する的確な気象情報・予警報が

迅速に伝達されることにより、自然災害防止活動に活用され、避難命令等の指示を早期に発することが可能となり、国家的防災体制の向上に寄与する。

- ・洪水予警報センターに画像を含む気象情報を配信することにより、洪水の早期予測が可能となり、各関係機関との連携により洪水災害の軽減に寄与する。
- ・ダッカ国際空港に自動気象観測装置を設置すると同時にレーダ画像およびその他安全航行に必要な気象情報を送ることにより、同空港を利用する民間航空機の航行に対して、安全航行に必要なダッカ空港およびバングラデシュ国全土に関する気象情報を提供することが可能となるばかりか、国際民間航空機関（ICAO）が定めた、ダッカ飛行情報区に対する乱気流や雷等の気象情報、飛行中の航空機に対するルート予報、航空機の離発着に対する飛行場予報の随時提供など、空港に関する気象情報の質的向上をもたらし、安全性向上に多大な効果がある。
- ・上記のように、バングラデシュ国内のマスメディア、防災機関、河川管理機関、航空機関等に対する各種気象情報の提供により、同国の自然災害の軽減に多面的に貢献することとなり、裨益効果に対する国民意識の向上も期待できる。
- ・我が国を含む各国の援助により建設されているサイクロン・洪水用のシェルターは、自然災害警報発令の際の、被害が予期される住民の適切な避難場所となり、被害を最小限にとどめるために必要不可欠なものであるが、これと自然災害の予警報システムの有機的連携により両者の相乗効果を促進することが大いに期待される。
- ・世界気象機関（WMO）の国家気象センターの1つとして、近隣国に対して、担当地域に発生する積乱雲群等の特定の気象現象についての解析・予報のための情報の提供が可能となる。
- ・気象業務改善に関する国際協力は、当該開発途上国自身の利益にとどまらない。現代の主流である数値予報については、世界的気象観測・通信ネットワークが十分に機能して初めて、全球モデル等による解析・予報の精度が向上し、ひいてはその成果の各国への配信が可能となる。このことから明らかなように、本計画は我が国を含む世界中の国々にとって利益としての見返りのあることが特徴である。

本計画により以上のように多大な効果が期待されるとともに、広く住民の基礎生活分野（BIIN）の向上に寄与するものであることから、本計画を無償資金協力で実施することの妥当性が確認できる。さらに、本計画の運営・管理についても、バングラデシュ国側体制は要員・資金ともに問題はないと考えられる。

なお、以下の点が改善、整備されるならば、本計画の実施による効果はより一層発揮されよう。

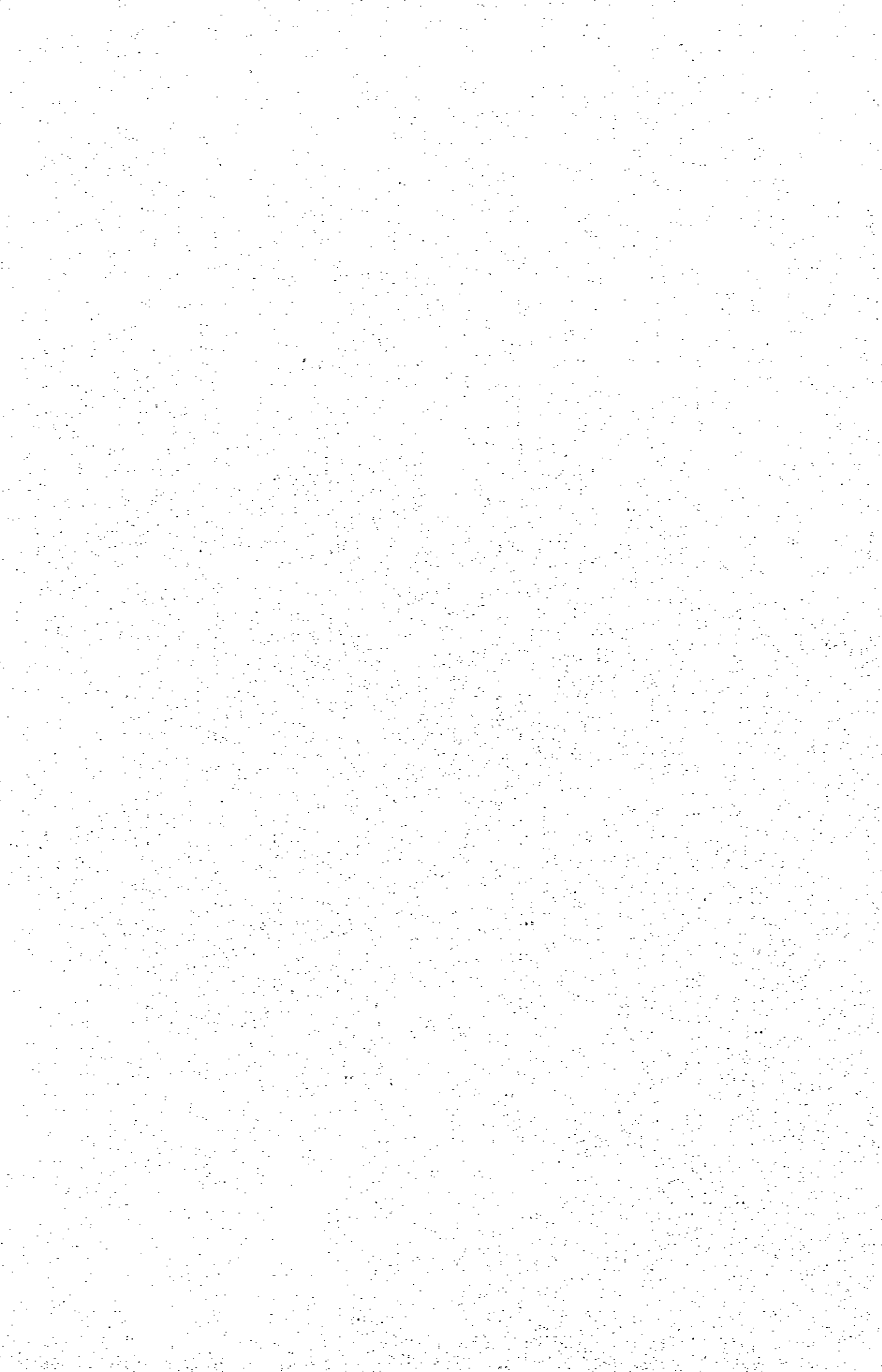
- ・4基の気象レーダを総合的に運用するため、レーダ観測業務の統一化と円滑化を図る必要があり、そのためには運用指令系統を整備し、気象局本局がレーダ観測を総合的に運用・管理する機能を持

つことが望まれる。

- ・本計画では気象レーダだけでなくレーダ画像合成装置、レーダ画像を伝送する通信機器が導入され、かつ8カ所のサイトに別れて設置される。各サイトの機器を総合的に運用・保守するには、これら新しい機器を含めた保守技術者の確保および機器の維持管理体制を、各関係機関の連携をもって確立することが要望される。またこのためには、効率的かつ効果的な研修計画を立て、保守技術者を継続的に養成することが望ましい。
- ・本計画により気象局本局で全国のレーダ画像を見ることができるようになり、その予報業務に活用されることになる。新たな予報官の養成や短時間予報の技術開発を継続的に実施すれば、レーダ情報を利用した予報技術のより一層の普及および向上につながる。
- ・気象レーダで空間的に且つ連続的に観測し地上雨量に換算された値は、さらに洪水予警報センターによる雨量の地上実測データをも取り込むことができれば、両者の比較により雨量換算値の検証・補正が可能となるため、レーダ観測の精度、ひいては予報精度の一層の向上に寄与するであろう。



# 第 1 章 要請の背景





## 第1章 要請の背景

バングラデシュ国の自然災害は多種多様であり、主にモンスーン季の前後にベンガル湾から同国を襲うサイクロンの他に、モンスーン季（6～9月）の大雨とそれによる洪水、寒気の流入など大気的不安定な場合に発生し豪雨・落雷・竜巻などを伴うノーウェスター<sup>1</sup>、農業に被害を及ぼす少雨による干ばつ、などによる被害も甚大である。

ノーウェスター<sup>1</sup>：Norwesters、プレモンスーン季（3～5月）に多い現象で、強いスコールや落雷、竜巻などを伴い、毎年バングラデシュ国では多くの死者を出している。

サイクロンは主としてバングラデシュ国のベンガル湾沿いに最も大きな被害を与えており、1960年10月～1991年4月の30年間の死者・行方不明者は累計で708,003人におよび、その他の被災者及び被害総額は計り知れず、バングラデシュ国の経済発展の大きな障害ともなっている。

また洪水については国土のほとんどが被害を受け、モンスーン季の洪水では毎年のように1万～5万平方キロメートルが冠水し、近年では1987年の大洪水（被害面積5.7万平方キロメートル）に続き、1988年には実に国土の57パーセントにあたる8.2万平方キロメートルが洪水にあった。

バングラデシュ国の気象分野に対する我が国の無償資金協力は、1986年度に始まり1988年に完了した「気象観測用レーダ更新計画」に始まる。当該計画では、主としてサイクロン監視を目的としてベンガル湾沿いのコックスバザールとケブパラの2カ所の気象レーダを更新した。

これに続いて1992年度より再び無償資金協力で実施された「気象用マイクロウェーブ網整備計画」（1994年完了）においては、2カ所のレーダサイトからダッカまでレーダ画像データを伝送するための通信回線とレーダ画像表示装置の整備が行われた。これにより2カ所のレーダ画像が、全国の予報・警報を担当しているダッカの気象局本局の気象予警報センター（Storm Warning Centre: SWC）において、オン・ラインで即時に利用できるようになった。

これらによりサイクロン予警報の精度向上と迅速化が図られ、1997年5月のサイクロンに対しては上陸17時間前に正確な予報が提供された。これは住民がシェルター等に避難する余裕にもつながり、死者も100名以下と被害が最小限に食い止められたことが、現地の新聞にも取り上げられた。このことに関しては、本調査時にも、気象局長官からこれまでの日本の協力を深い感謝の意が表された。

なお1965年5月、1970年11月及び1985年5月にも、今回の1997年5月のサイクロンとほぼ同等勢力のサイクロンがバングラデシュ国に襲撃した。しかしながら、当時はレーダシステム及びサイクロンシェルター等の施設が無かったため、死者・行方不明者は総計で530,348人にもおよぼし、過去の死者・行方不明者の7割近くの尊い人命がこれらのサイクロンによって失われている。

これまでに実施した上記の2件の計画による裨益効果は以下の通りである。

- ・ 全国の子警報の中核であるダッカの気象予警報センターで、コックスバザールとケプパラの各気象レーダ画像を常時かつ同時に監視できるようになった。
- ・ サイクロンの位置、強さ、移動方向、大雨域、上陸地点等の推定を気象予警報センターの予報官が直接レーダ画像を利用して行えるほか、サイクロンの予警報の精度が向上し、かつ敏速な発表が可能となった。
- ・ 毎年サイクロンの被害を受けるベンガル湾岸域住民約2,500万人が避難行動を適切に取れるようになった。予警報の精度の向上により国民の天気予報への信頼が高まった。

これまでの協力は、上記のようにベンガル湾を北上するサイクロンによる被害を最小限にすることに主眼が置かれていたが、前記のようにバングラデシュ国では経済に大きく影響する自然災害に事欠かず、それを引き起こす様々な気象現象に対して迅速かつ適切な予警報を発する体制を強化することが極めて重要である。

特に、バングラデシュ国の洪水は主としてガンジス川、ブラマプトラ川上流の集水域であるヒマラヤ山麓に降った降水によってもたらされる（洪水時水量の91パーセントが両河川からの流入とされる）。このため、地上に降ってからバングラデシュ国で洪水を起こすまで数日から10日以上かかる。よって洪水予測のためには、その原因となる両河川上流域の降雨監視が必要であるが、同地域をバングラデシュ国内から面的に観測できる気象レーダはない。現状は水資源省所属の洪水予警報センター（Flood Forecasting & Warning Centre：FF&WC）が国内の河川水位実況値を観測するに留まっており、実質的に事前の予報はできる体制にない。

ダッカには既設のレーダがある。このレーダはノーウェスター、竜巻などの多いバングラデシュ国中央部を監視するとともに、国内で最も降水量の多い北東部のシレット地域までをカバーし、また、プレモンスーン季特に3～5月にベンガル湾より多湿の空気を伴い北上し、シレット地域に洪水の原因となる大雨を降らせる低気圧の動きを監視できる位置にあり、重要な役割を担うものである。同既設レーダは、旧式のアナログタイプで、消耗品・スペアパーツの入手が困難であり、既に老朽化が激しく、正確な予警報を行うためには更新が必要である。

気象衛星「ひまわり」、NOAAからのデータ受信は、現在レーダ探知範囲外にあるサイクロン及びバングラデシュ国北部地域の洪水の原因となる大雨等の早期監視に大いに寄与するだけでなく、広い範囲の雲に関する情報など他からは得難い情報が得られることにより、天気予報の精度向上に各気象レーダと連動して大きく貢献する可能性を持つが、現在気象局には受信装置がない。高解像度の気象衛星データ受信装置を導入すれば、座標変換等により画像の歪みのない分解能の良い画像が得られる。

気象局本局での予報業務も、国内外のデータを人手によって天気図用紙に記入する方法で、時間効率も悪い。データ処理用コンピュータを気象局本局へ導入し、また世界的に流通している先進国の数値予報プロダクトを入手し利用すれば、これにより予報業務が迅速化され気象情報が充実することにより、予報業務の効率化ひいては予報精度の向上が期待できる。

ダッカ国際空港は一日に150便の国際・国内便が発着しているが、航行の安全に必要な気象観測は極めて不十分で、基本的な滑走路着地点付近での気象観測も行われておらず、気象レーダも設置されていない。適切な地点に自動気象観測装置を設置すると同時に、気象レーダ画像の受信及びその他安全航行上必要な気象情報の取得が可能となれば、同空港を利用する民間航空機の安全航行に必要な、ダッカ空港周辺、さらに国際線、国内線の航空路予報などの気象情報を提供することができ、空港に関する気象情報の質的向上により航空機の航行の安全性向上に寄与する。

テレビ等により予報・警報の周知を行うことは、自然災害の軽減に重要かつ効果的な手段である。現状で流れているテレビの気象情報番組の内容は、最高・最低気温の地点別実績値の類のみであり、この点でも不十分である。特にテレビ局にレーダ画像、衛星画像、天気図等の気象情報が提供できれば、一般国民に理解しやすくかつ効果的な天気予報番組を作る上で最適な方法である。

このような背景からバングラデシュ政府は、日本政府による過去2回のプロジェクトに引き続き、以下について我が国に対し無償資金協力を要請してきた。

- 1) 降雨監視、洪水予警報のためのラングプールレーダの新設及びダッカレーダの更新
- 2) 既設のコックスバザール及びケブパラの2基のレーダを含めた4基のレーダ画像合成による全国降雨監視機能の強化
- 3) サイクロンを含む広域監視のための気象衛星「ひまわり」、NOAAデータ受信表示装置の導入
- 4) 天気図自動プロッタの導入及び数値予報プロダクトの入手による予報機能の強化
- 5) 航空機の安全航行のためのダッカ国際空港への自動気象観測装置の設置
- 6) レーダ画像、衛星画像、その他必要な気象情報を関係機関（ダッカ国際空港、バングラデシュテレビ局、洪水予警報センター、首相府）へ提供する機能の整備

本計画は、我が国が供与した2基の既設レーダを含めた気象レーダ観測網を強化するとともに、衛星データ送受信装置の新設、気象情報処理能力の向上、気象局からダッカ国際空港、洪水予警報センター、バングラデシュテレビ局および首相府に対する気象情報提供機能の強化により、防災体制の強化、洪水等の自然災害の軽減に寄与することを目的とする。



## 第 2 章 プロジェクトの周辺状況



## 第2章 プロジェクトの周辺状況

### 2-1 当該セクターの開発計画

#### 2-1-1 上位計画

1990年7月から「国家第4次五カ年計画」（1990～1995年）が始まり、これに関連して1991年度からは「国家三カ年投資開発計画」がスタートした。新規開発見通しにおいては、急速かつ持続可能な経済発展が最優先課題と位置付けられており、バングラデシュ気象局の下記プロジェクトが、上記五カ年計画とそれに対応する三カ年計画に掲げられている。

- 1) 気象通信の改善
- 2) 1991年4月29日のサイクロンによる沿岸部観測所の被害復旧
- 3) ダッカの気象予警報センターと、コックスバザール、ケプバラの各レーダ観測所間のマイクロウェーブ回線整備（注：前回の無償資金協力にて対応）
- 4) 農業気象業務、地震業務の発展
- 5) 数値予報技術導入のための高速計算機の整備
- 6) コックスバザール、ケプバラの気象レーダのリハビリテーション

バングラデシュ国において気象は文字通り生死にかかわる問題である。1991年4月29日のサイクロンは、被災者数約1,500万人、その多くが家を失い、死者14万人以上を数えた。このためバングラデシュ国においては、生命の安全と経済利益の追求のみならず自然環境の保全をも支えるものとして、気象・水文業務に対する要請は高まるばかりである。よって持続可能な経済・社会の発展に向けて、気象業務の改善がますます強調されるに至っている。

このような中でバングラデシュ気象局は、上記プロジェクトに加えて本計画「自然災害気象警報改善計画」を国家計画に含めることを提案し、五カ年計画は上記第4次以降作成されていないが、本計画については、1994年の国家経済評議会執行委員会( ECNEC : The Executive Committee of the National Economic Council )の承認に基づき1997年までの三カ年計画に必要予算も含めて計上された。

#### 2-1-2 財政事情

バングラデシュ国はこれまで4次にわたる開発計画を実施してきた。しかしそのいずれも目標を十分に達成していない。しかし同国は独立から26年間、海外からの資金援助を受け、産業基盤はまだまだ不十分とは言え整備されつつあり、経済構造も徐々に変化してきている。国内総生

産（GDP）の成長率は、1991～92年度以来4%台を維持している。

バングラデシュ国の国家予算は1995～96年度で1,181.4億タカ（1タカ＝約2.8円）であり、気象局予算は同年度で7,046.5万タカである。気象局予算が国家予算に占める割合は0.06%であり、この値はここ数年0.06～0.07%程度でほぼ一定している。気象局予算額は後述の3・4・2項の通りで、増加率は4年平均で年約5%である。その他、当該国の社会・経済事情を資料4に添付した。

## 2-2 他の援助国、国際機関の計画

バングラデシュ国に対する気象分野の国際協力としては、これまでの我が国による二国間協力が主体であり、他の援助国や国際機関による特筆すべき援助実績ないし計画はない。バングラデシュ気象局としては日本の技術を高く評価しており、我が国の援助に対する期待が特に大きい。

その他、自然災害に関連した援助としては、我が国を始めサウジアラビア等が進めているサイクロンシェルターの建設が大きい。本計画を含む気象分野での協力は、シェルター建設と連動して裨益効果を上げるものとして、良い意味で密接に関連していると言える。

## 2-3 我が国の援助実施状況

これまで以下の2件の無償資金協力が、過去に実施されている。

### 1) 昭和61(1986)年度「気象観測用レーダ更新計画」

概要：主としてベンガル湾から来襲するサイクロンの監視用に、コックスバザールとケブパラの2カ所の気象レーダを更新した。

内容：Sバンド・デジタル式気象レーダ及び予備電源装置（各2式）

完工：昭和63(1988)年

### 2) 平成4(1992)年度「気象用マイクロウェーブ網整備計画」

概要：コックスバザール、ケブパラの2カ所のレーダサイトと、全国予警報の中核であるダッカの気象予警報センター間をマイクロウェーブ網で結び、各レーダ画像が気象予警報センターでオンラインで見られるようにし、予警報の精度向上と迅速化を図った。

内容：コックスバザール～チッタゴン間、ケブパラ～クルナ間のマイクロウェーブ回線設備（2ギガヘルツ帯デジタル無線通信機18式、パラボラアンテナ32面など）、レーダ画像表示装置2式（予警報センター）。

完工：平成6(1994)年



## 2-4 プロジェクト・サイトの状況

### 2-4-1 自然条件

#### ・ラングプール

ラングプールの気象レーダ塔建設のための計画地は、バングラデシュ気象局のラングプール地方観測所敷地内にある。ラングプール地方観測所は、ラングプール市内にあり、国道より300m程度入った所に位置している。計画敷地は、ほぼ平坦で建設には十分なる広さが確保されているほか、敷地は有刺鉄線によりガードされているため安全上も特に問題はない。サイトは観測所敷地内の入口ゲートより入って右側に位置し、左側には既存の観測所施設がある。敷地内には高さ20m程度の樹木がある。敷地周辺には高さ約30mの送電鉄塔が林立しているため、気象レーダ塔はこれらの送電鉄塔よりも高くする必要がある。

### 2-4-2 社会基盤整備状況

#### ・ラングプール

ラングプールのインフラストラクチャーの状況については、電気及び電話設備は敷地内にあるが、水道は無い。そのため給水に関しては、現在も井戸水を使用しており、ラングプールのレーダ施設には、建設工事用井戸を工事完了後に気象レーダ塔の給水設備として使用する。

また汚水及び雨水処理については、周辺には処理施設がないため、雨水処理は直接地下浸透させ、また汚水については浄化槽で一次処理をした後、サイト内において浸透処理することとする。

### 2-4-3 既存施設・機材の現状

#### ・ダッカレーダ

気象局本局の12階建の建物の屋上に、既設の気象レーダがある。ダッカのレーダは、バングラデシュ国中央部を監視するとともに、国内でもっとも降水量の多いシレット地域までカバーすることができ、重要な役割を担う位置にあるが、このレーダはアナログ式の旧タイプのもので、レーダ付帯設備であるデータ処理装置も稼働していない。すでにスペアパーツの調達も不可能となっているため、リハビリテーションでは対応できず、更新が必要である。

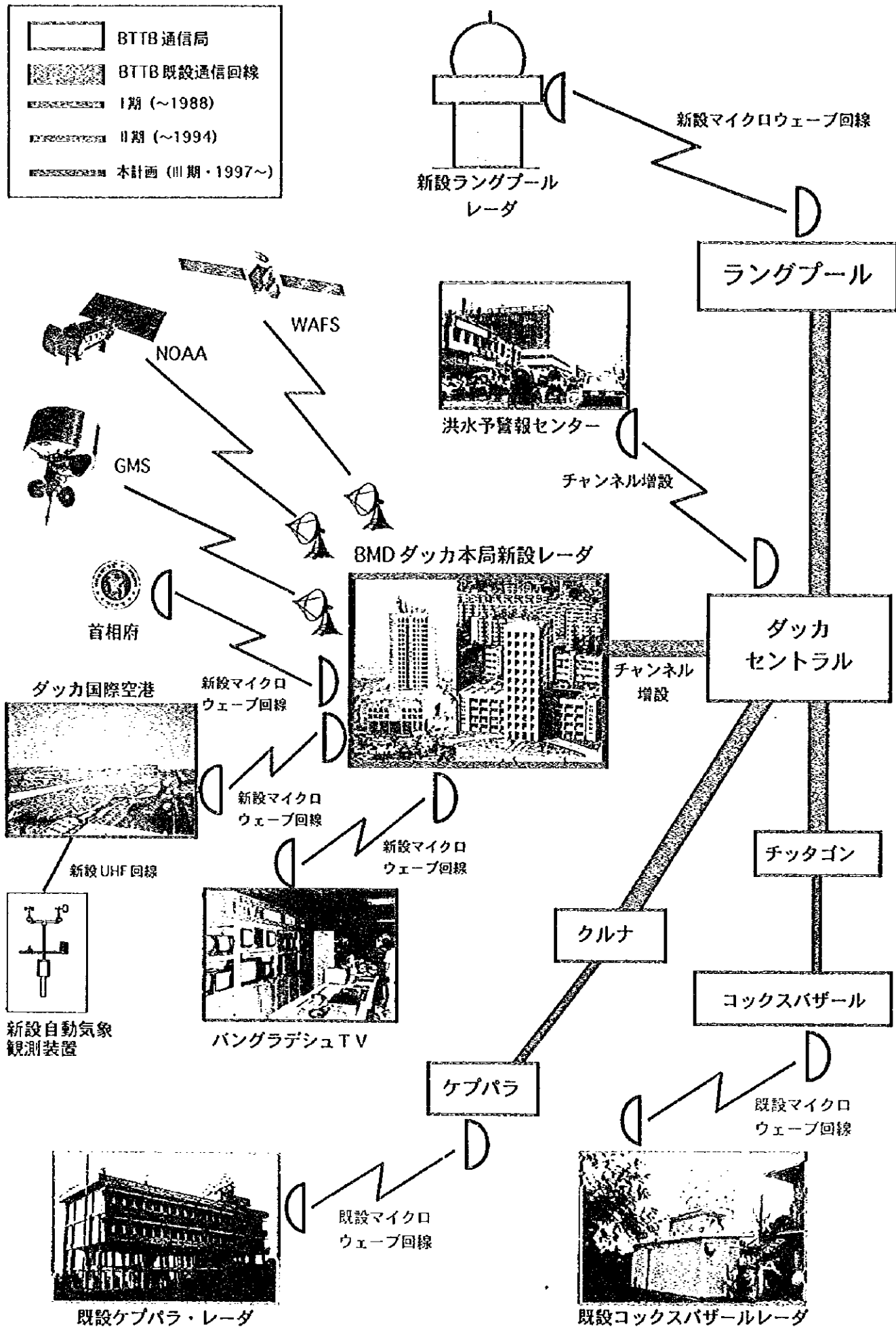
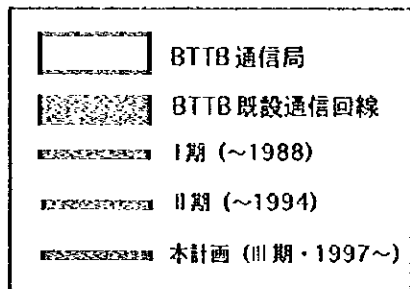
なおレーダ塔として使用している既設の建物は、その南側にさらに高い20階建のビルが

建ったため、レーダ設置場所として不適切となった。このためバングラデシュ気象局としては、新築の建物の屋上を本計画のレーダ設置場所として確保している。

## 2-5 環境への影響

本計画は、気象案件であり、自然災害の軽減を目的とした気象レーダ観測網の構築が主目的である。また気象レーダ塔建設予定地は、バングラデシュ気象局のラングプール地方観測所敷地内であり、自然環境に影響を与えるようなことは考えられない。

## 第 3 章 プロジェクトの内容



Bangladesh国気象観測・通信ネットワーク系統図

## 第3章 プロジェクトの内容

### 3-1 プロジェクトの目的

本計画の目的は、バングラデシュ国経済に大きく影響する自然災害を引き起こす気象現象に対して迅速かつ適切な予警報を発する体制を強化するため、モンスーン期の洪水の原因となるバングラデシュ北西部・内陸部のガンジス川、ブラマプトラ川上流域を探知範囲とする降雨監視用気象レーダを1基新たにラングプールに設置し、バングラデシュ中央部および北東部の監視のためのダッカレーダを更新して、我が国が供与した2基の既設レーダを含めた気象レーダ観測網を強化するとともに、衛星データ送受信装置の新設、気象情報処理能力の向上、ダッカ国際空港、洪水予警報センター、バングラデシュテレビ局等に対する気象情報提供機能の強化を行うことにより、洪水など自然災害の軽減を図ることである。

気象レーダ観測網を整備することにより、国内のノーウェスターなどの擾乱に伴う集中豪雨の移動状況はもとより、雨期にバングラデシュ国全土の低標高地域が危険にさらされる洪水の原因となるガンジス・ブラマプトラ両河川の高マラヤ山麓を含む集水域をも、気象レーダで常時監視することにより、精度の高い予警報等の気象情報の作成が可能となり、気象業務の大幅な能力向上が見込まれる。

### 3-2 プロジェクトの基本構想

バングラデシュ政府からの要請は、バングラデシュ気象局が作成した「自然災害に関する気象警報業務強化計画」であり、その内容は以下の通りである。

- 1) 降雨監視、洪水予警報のためのラングプールレーダの新設およびダッカレーダの更新
- 2) 既設のコックスバザールおよびケバラの2基のレーダを含めた4基のレーダ画像合成による全国降雨監視機能の強化
- 3) サイクロンを含む広域監視のための気象衛星（「ひまわり」、NOAA）画像受信表示装置の導入
- 4) 天気図自動プロッタの導入および数値予報プロダクトの入手による予報機能の強化
- 5) 航空機の安全航行のためのダッカ国際空港への自動気象観測装置の設置
- 6) レーダ画像、衛星画像、その他必要な気象情報を関係機関（ダッカ国際空港、バングラデシュテレビ局、洪水予警報センター、首相府）へ提供する機能の整備

これら全てについて調査を行い、それに基づいて検討した結果、本計画の基本構想は以下の通りとする。

## (1) 気象レーダ観測網の強化

### 1) 本計画におけるレーダ設置地点

気象レーダは、1988年に我が国の無償資金協力によってベンガル湾沿いのコックスバザールおよびケプパラの2基が設置され、現在でもベンガル湾を北上するサイクロンの監視や、バングラデシュ国南部における降雨監視に威力を発揮している。これら2基のレーダ画像は1994年に同じく無償資金協力によって完成したマイクロウェーブ網によりダッカの気象局本局にある気象予警報センター（Storm Warning Centre：SWC）に伝送されている。

一方、サイクロンと並ぶバングラデシュ国における大きな自然災害の一つである雨期の洪水は、主としてヒマラヤに源を発するガンジス川上流域、チベットに源を発するブラマプトラ川上流域の降雨によって発生し、その他北部・内陸部に多いノーウェスターによるスコール、竜巻などの被害も甚大である。今回要請があったラングプール、ダッカへのレーダ設置は、地理的にもバングラデシュ中部・北部における降雨監視に最適な位置にあり、この2基のレーダと既設の2基の計4基で気象レーダ観測網を構成すれば、ほぼ全国をその視野に入れ、かつ洪水の原因となる北部国外のヒマラヤ山麓までを監視範囲とすることができ、洪水予測を含む気象予警報発出のための有力な情報として大いにその効果が期待される。

よってラングプールレーダの新設、ダッカレーダの更新は妥当と言える。設置場所については以下の通りである。

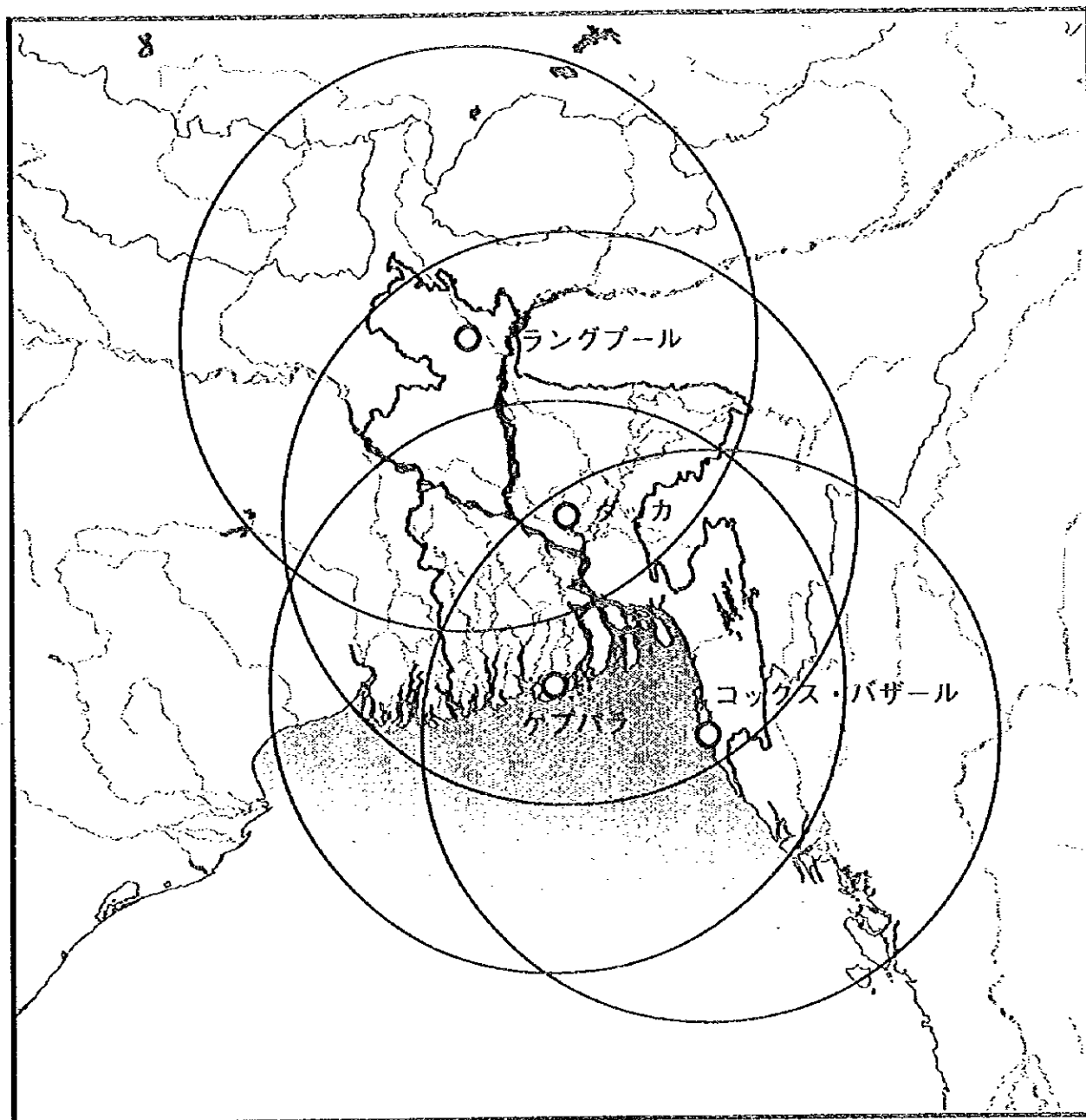
#### ①ラングプール

ラングプールにはバングラデシュ気象局の観測所がほぼ100メートル四方の敷地を所有しており、既設の観測所建屋はレーダ設置には不適當であるが、気象局の提案通り同敷地内に気象レーダ塔の建設が十分可能である。

#### ②ダッカ

旧ダッカレーダは12階建ての気象局本局の気象レーダ塔に設置されているが、南に約300メートルの場所にIDB-BISEW (Islamic Development Bank・Bangladesh Islamic Solidarity Education Wakf) というプロジェクトによる20階建てのビルが建つことになったため、レーダ観測の障害になることが予見されていた。建物は現在ほぼ竣工している。バングラデシュ気象局は、かねてより同ビル屋上に新規レーダを設置できるよう交渉し、既にその承認を得ており、かつ増築した21階部分に関連機器設置のための気象局専用室を供与されている。よって本計画によるレーダは、既設の気象レーダ塔ではなく同ビル屋上への設置を予定する。

Bangladesh国気象レーダ観測網の観測範囲



## 2) 新設レーダに適用する波長帯

一般気象レーダによく用いられる波長帯であるCバンド（波長約5センチメートル）とSバンド（波長約10センチメートル）を比較すると、それぞれ以下のような特徴がある。

	Cバンドレーダ	Sバンドレーダ
ビーム幅	○狭い	広い
導波管での減衰	大きい	○小さい
降雨減衰	大きい	○小さい
近距離探知精度	○高い	低い
遠距離探知精度	低い	○高い

（各評価は、あくまでCバンド、Sバンド両レーダを比較した場合の相対評価である。）

比較的距離の近い範囲を精度よく観測したい場合にはCバンドレーダが適しており、ある精度を保ちつつ遠距離までを観測範囲としたい場合や、機器設置の関係で導波管が長くなる場合などにはSバンドレーダが有利であると言える。日本の気象庁に例を取ると、全国ネットワークにはCバンド、富士山レーダはSバンドが用いられている。

一方、バングラデシュ気象局はSバンドレーダ設置の希望を持っている。上記のような特徴から、ラングプールレーダの探知範囲を極力広く取りヒマラヤ山麓の広範囲の降雨状況を観測するためにはSバンドが有利と言え、また旧ダッカレーダがSバンドであること、既設のコックスバザール、ケブパラの両レーダもSバンドであることから、操作、解析、維持管理等の面で統一するメリットが考えられる。Sバンドを採用した場合、同じアンテナ径では電波のビーム幅が広がるため方位分解能が落ちることがデメリットと言えるが、気象局はこれらを理解した上でSバンドレーダを希望している。従って、これらを考慮し新設レーダはSバンドとする。

## 3) レーダ画像の合成

サイクロン監視を主眼に置く南部のコックスバザール、ケブパラの2カ所の気象レーダと、洪水予測のための広域降雨監視を主眼とする新設のダッカ、ラングプールの気象レーダとは、その主目的の違いから運用形態にも違いが出るのが予想され、これを考慮しレーダ画像の合成は以下の3通りとする。

### ① 北・中部2基レーダ合成画像：北中部広域降雨監視

ラングプールのレーダ画像をダッカに伝送し、ここでラングプールおよびダッカレーダの2基の画像を合成する。



## ② 南部2基レーダ合成画像：サイクロン監視および南部降雨監視

ダッカに伝送されているコックスバザールとケブパラの2基のレーダ画像を合成する。

これら2種の合成画像により、それぞれ北・中部、南部の広範囲な降雨状況を目的別に表示して監視することが可能となる。

## ③ 全国4基合成画像：ほぼバングラデシュ国全土の気象現象の監視

ほぼ同時刻に観測された4基分のレーダ画像を1つの画像として合成する。気象予報官がバングラデシュ国全土の気象現象を同時に把握し降雨の動向を監視・予測することが可能となる。

1つの気象レーダでは地形の等の障害物の影響で観測できない範囲が、別の場所にある気象レーダでその見えない部分を補うことが出来るようになるばかりでなく、比較的近くの降雨による電波の減衰のために弱く観測されていた遠方の降雨現象をより正確に把握できるようになる。よって、このような合成画像の利用により、洪水予測を含めた気象予警報の精度が向上することが期待できる。

## (2) 衛星データ送受信装置の新設

### 1) 気象衛星「ひまわり」およびNOAA画像受信装置

現在バングラデシュ気象局は気象衛星データの受信装置を一切所有しておらず、隣接する宇宙リモートセンシング機構（SPARRSO：Space Research and Remote Sensing Organization）より低解像度の「ひまわり」およびNOAA画像を入手している。サイクロン等の大規模擾乱の位置、強さ、進路および降雨域の動きを予測し、これによる被害を最小限にするためには、気象衛星から送られてくる画像は気象レーダ観測範囲外において特に重要な役割を担っている。しかし現在入手可能な低解像度画像では、その効果も極めて限られたものである。

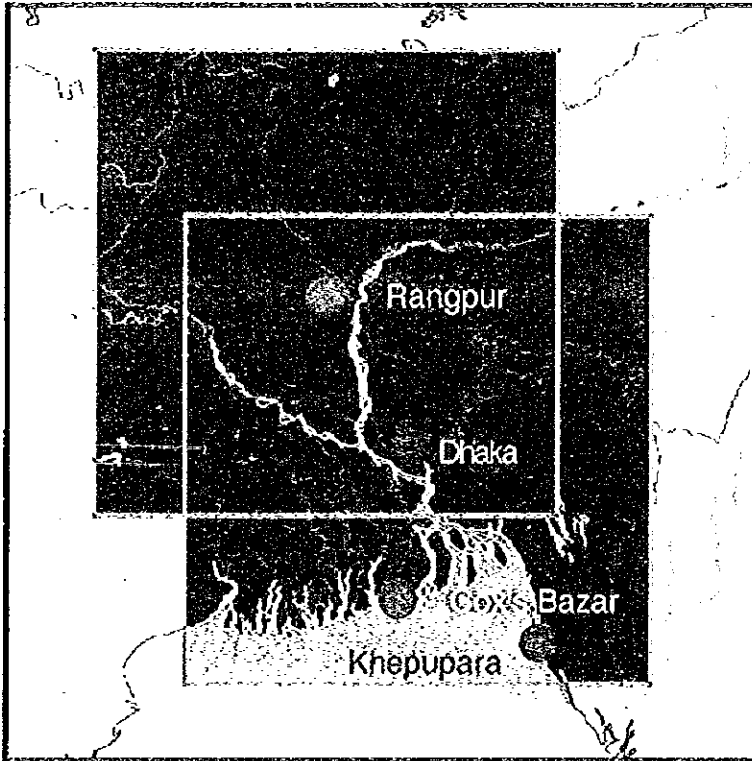
日本の静止気象衛星「ひまわり」（GMS：Geostationary Meteorological Satellite）は、東経140度の赤道上約3万6千キロメートル上空から地球を観測し、その観測データを送信している。直下での位置分解能は8.32km×5.28kmである。バングラデシュ国は「ひまわり」の視野の比較的縁辺部に位置するため、伏角約30度で大気層を斜めに観測することになり、衛星直下点と比べると位置測定精度が落ちるのは致し方ない。ただ高解像度データ受信・処理システムを用いることで、座標変換による地形歪み補正、任意範囲の切り出し、ズーム等の機能によって、予報への応用性は飛躍的に向上する。

米国の極軌道衛星(NOAA)については、同衛星の南行・北行軌道それぞれ毎日各2回の4回/日のみのデータ取得であり、かつ受信点から半径千キロメートル程度の範囲に限られるが、高度840キロメートルと「ひまわり」よりずっと低空を飛行しているため分解能は良く、高分解能の

# COMPOSITE

15:30

23 May 97



< Site >	< Status >	< EL >	< MTI >
Rangpur	OPR	+0.0	OFF
Dhaka	NO OPR	+11.5	OFF

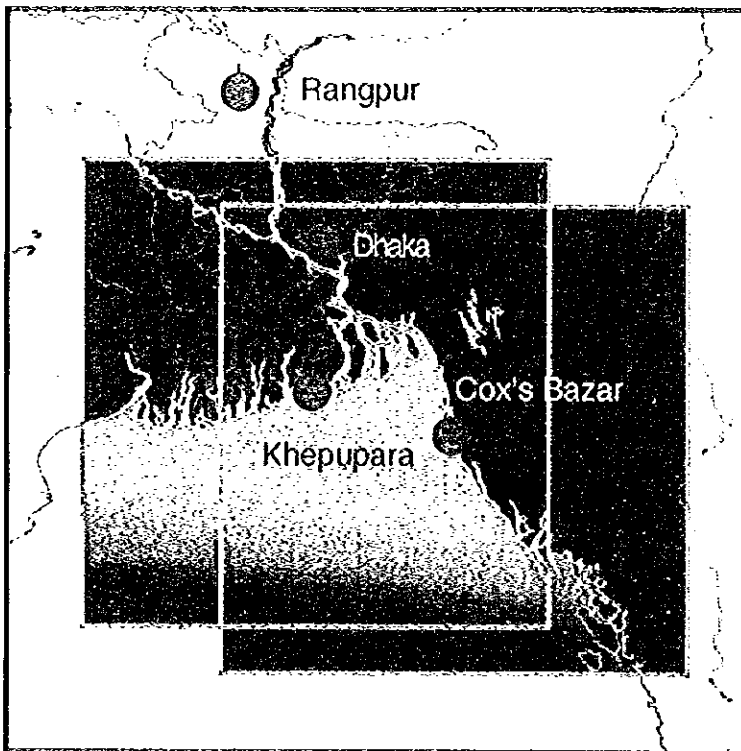
OUT OF COVERAGE	
RC<	mm/h
1 <=R<	2mm/h
2 <=R<	5mm/h
5 <=R<	10mm/h
10 <=R<	20mm/h
20 <=R<	40mm/h
40 <=R<	70mm/h
70 <=R<	100mm/h
100 <=R<	150mm/h
150 <=R<	mm/h

降雨監視用合成画像

# COMPOSITE

15:30

23 MAY 97



< Site >	< Status >	< EL >	< MTI >
Khepupara	OPR	+0.0	OFF
Cox's Bazar	NO OPR	+11.5	OFF

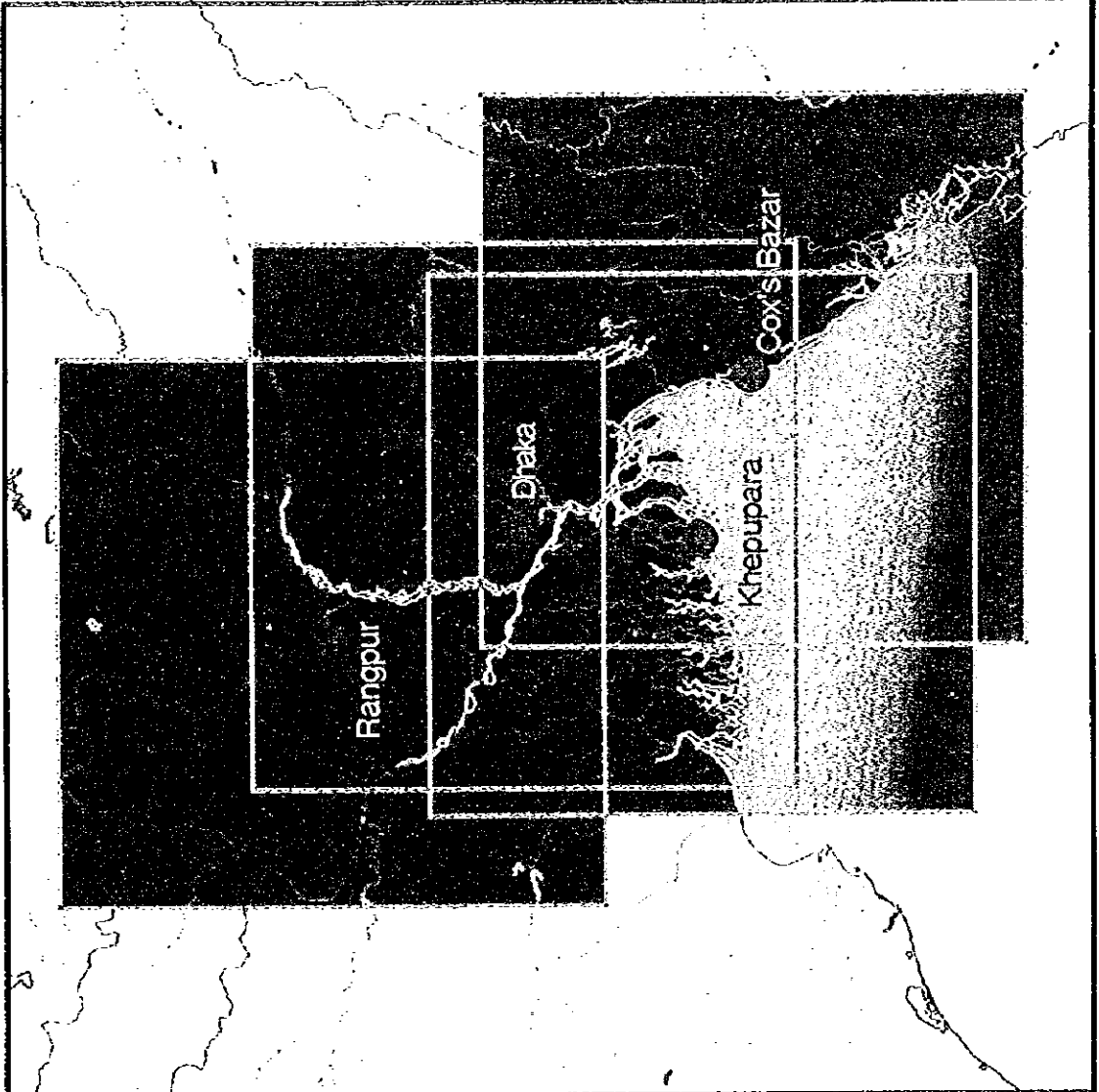
OUT OF COVERAGE	
RC<	mm/h
1 <=R<	2mm/h
2 <=R<	5mm/h
5 <=R<	10mm/h
10 <=R<	20mm/h
20 <=R<	40mm/h
40 <=R<	70mm/h
70 <=R<	100mm/h
100 <=R<	150mm/h
150 <=R<	mm/h

サイクロン監視用合成画像

# COMPOSITE

15 30

10 MAY 97



< Site >	< Status >	< EL >	< MTI >
Rangpur	OPR	+0.0	OFF
Dhaka	NO OPR	+11.5	OFF
Khepupara	OPR	+0.0	OFF
Cox's Bazar	NO OPR	+11.5	OFF

OUT OF COVERAGE	
RC <	1mm/h
1 <= R <	2mm/h
2 <= R <	5mm/h
5 <= R <	10mm/h
10 <= R <	20mm/h
20 <= R <	40mm/h
40 <= R <	70mm/h
70 <= R <	100mm/h
100 <= R <	150mm/h
150 <= R <	mm/h

全国合成画像



(HRPT: High Resolution Picture Transmission) 画像受信システムにより1.1km×1.1kmの分解能を持つ画像データが得られ、上で述べた「ひまわり」の視野の縁辺部に位置するための分解能の低下や位置測定誤差をカバーできる。特に、赤外画像の分解能が1.1km×1.1kmと高密度の情報を得られることは、サイクロン監視や予報精度向上のために大変貴重である。また、NOAAの持つ改良型超高分解能放射計 (AVHRR: Advanced Very High Resolution Radiometer) は、可視1、近赤外1、熱赤外3チャンネルの観測を行うことによって、海面温度のようなサイクロンの発達要因を正確に把握するのに有効である。

気象衛星画像情報は、サイクロンの発生域を広く監視する観点からも欠くことをできない情報である。このため、機器の故障などで画像情報が欠測にならないよう二重システム (デュアルシステム) にする。具体的には、1台でNOAAと「ひまわり」の両方が受信可能な機器を2台用意し、通常時は、NOAAと「ひまわり」の専用機としてそれぞれの画像を常時表示するが、どちらか1台が故障した場合は、残りの1台でも切り替えによって両方の画像が表示できるように設計する。

## 2) 気象衛星データ送受信システム (WAFS-SADIS) の導入

現在先進国の気象予報は、観測データを初期値とし物理モデルによる数値計算によって予報値を計算する、いわゆる数値予報を手段として用い、その計算結果である数値予報プロダクト (格子点毎の予測気象値 (GPV: Grid Point Value) やそれに基づくチャート (天気図) 類) から予報官が判断して予報することが中心となっている。よってバングラデシュ国においても、将来のあべき姿として数値予報を挙げることは当然とも言える。しかし当初から自国のための地域モデルを持って自ら数値計算を行うことには無理があるし、本計画中でそれを希望しているわけではない。そのための第一歩として世界的に利用されている数値予報プロダクトを何らかの手段で入手し、それを利用することから始めるのは極めて妥当と言える。今回の要請の中にある“数値予報プロダクトの入手”はまさにその意味である。

入手の方法としては、GTS (Global Telecommunication System、世界気象機関 (WMO) の気象通信網) を通じる方法がまず考えられる。ただし、現在のバングラデシュ国の持つGTS回線は、グッカとインドのニューデリーとの間の2400 bps の回線であり、スピードが遅いためGPVはともかくチャート類の入手には不向きである。

一方、国際民間航空機関 (ICAO) の航空用情報サービスの一環として、ロンドンの世界空域予報センターが行っている衛星配信システムSADIS (Satellite Distribution System) のサービスがある。これは、東経60度のインド洋上空にある通信衛星 (INTELSAT604) を使って世界空域予報システム (WAFS: World Area Forecasting System) 用の航空気象情報を収集・提供する双方向機能を持つもので、気象データ・予報等の気象情報を送信すれば、SADIS自身のほか、ICAOやWMOのネットワークにより世界に伝送され、また配信データを受信することにより、数値予報格子点値、各種予報チャート、航空気象関係情報が受けられるものである。このシステムは、開発途上国にとって送信受信共に衛星回線使用料がかからないことが、大きな利点である。

本計画では後者のWAFS-SADISの双方向システムを導入するものとする。

### (3) 気象予警報センターにおける気象データ処理能力の強化

気象局本局内の気象予警報センターには、レーダ画像、衛星画像、SADISデータのほか、GTS経由で入電する諸外国の気象観測資料、SSB/テレプリンタ/電話等で通報されたバングラデシュ国内の気象観測値等、多くのデータが集中する。国内の天気予報に用いる天気図作成も、これまでは天気図への観測値のプロットから始まって全て手作業であった。このためプロットだけに1時間以上を要するなど時間効率が悪く、予警報の発表に余分の時間を要している。よって、プロットを自動化するだけで作業時間の数十分もの短縮が可能な状況と言える。当初要請では、自動プロッタの導入とされていたが、消耗品が少ないこと、維持管理が容易であること等から、レーザープリンタを用いるのが適当と判断した。

プロットには、計算機ハードウェアとともに、周辺国の気象観測データをGTSの入電ファイルから引き出し、キーボードより入力した自国の気象観測データと併せ、天気図用の地図と重ねて世界共通の様式でプロットするためのソフトウェアが必要である。

### (4) ダッカ国際空港の気象観測、気象情報提供能力の強化

ダッカ国際空港には1日約150便の国際線・国内線の航空機が発着するが、十分な航空気象観測とそれに基づく情報提供が行われているとは言い難く、航空機の安全航行のためには気象観測・気象情報提供体制の改善が急務である。

#### 1) 自動気象観測装置の設置

現在行われている航空気象観測は、航空管制塔付近での一般気象測器を用いた気圧、気温、風向・風速の観測であり、視程、雲は目視で観測している。本来必要とされている滑走路の航空機着地点付近の気象観測は全く行われていない。滑走路視距離(RVR: Runway Visible Range)計や雲底高度計(Ceilometer)も設置されておらず、カテゴリ-2の空港としての設備の整備が必要である。

よって、着地点付近に自動気象観測装置を一式設置するが、観測要素は風向・風速、気温、湿度、降水量、気圧の一般気象要素のほか、滑走路視距離、雲底高度を含める。管制塔から約1.3キロメートル離れた着地点付近には、以前使用していた自動気象観測装置が設置されていた敷地があり、新設の自動気象観測装置の設置場所として利用可能である。データ表示装置は、航空気象台と航空管制塔に置く。

#### 2) 気象情報表示装置の設置

気象局本局から、気象レーダ画像、気象衛星画像、SADIS資料などを伝送しディスプレイ表示するシステムを設置することにより、これまで利用できなかった気象レーダ画像や、特に航空気

象資料として有効なSADIS資料が、また不鮮明な低解像度写真のFAXしかなかった気象衛星画像が高解像度で、それぞれ得られるようになり、航空機運航に必要なブリーフィング資料の充実のために利用できるほか、航空管制の現場でも資料として利用されることにより、気象情報提供業務が充実する。表示装置は航空気象台のほか、空港ビル内の空域管制センター（Area Control Centre and Flight Information Centre）に置く。

## （５） バングラデシュテレビ局、洪水予警報センター、首相府への気象情報提供

### 1) バングラデシュテレビ局用気象情報システム

現在テレビでの天気予報番組は、たとえば普段の夜の番組では、当日の主要地点の最高・最低気温や全国の最高・最低値のほか、翌日の日の出、日の入り時刻をアナウンスする程度で、番組としては魅力に乏しく、情報としても不十分である。本計画で気象局からテレビ局に画像としての気象情報を送ることは、別に送られる天気予報文とともに、直接目に訴える気象レーダ画像、気象衛星画像および気象局作成の天気図等をテレビ画面に登場させ、多くの国民に分かり易い天気予報番組を提供することが目的である。テレビ局に対しては別の無償資金協力により放送機材を整備することが検討されているが、それが実現すれば本計画と相俟って効果がさらに目に見える形として表れることが期待される。

本表示システムは、テレビ局マスターコントロールルームに設置し、テレビ用ビデオ信号の形でテレビ局側に渡すものとする。

### 2) 洪水予警報センター、首相府に設置する気象情報表示システム

洪水予警報センターは、水資源省の水開発庁水文局に属する。現在FAP（Flood Action Plan）10の下、2つのプロジェクト（DANIDAの援助による水文解析プロジェクトおよび日本の債務返済無償による水位観測テレメーターシステムのパイロットプロジェクト）が行われており、全国の河川に水位計や雨量計を展開し、テレメータによりデータを収集するなど独自の観測網を持っている。その他、天気予報を気象局から、気象衛星低解像度画像を宇宙リモートセンシング機構（SPARRSO）からそれぞれ入手し、それらを用いて予報・警報を発している。しかし、国内の河川水位の実況値を監視しているのみでは、洪水の主原因であるバングラデシュ国外にあたる主要河川の上流域の降雨状況が把握できないため、降雨から数日ないし10日後に国内で発生する洪水の予報を精度良く行うことは不可能である。

本計画で得られる気象レーダ画像や気象衛星画像、特にラングプール、ダッカのレーダ画像は、洪水予測に貴重なりアルタイムの雨量分布データを提供するものであり、それらが洪水予警報センターでオンラインで受信できるようになれば、具体的データに裏付けられた河川流出解析などのモデル開発が可能となり、洪水予警報システムの向上に大きく寄与することが期待される。よって同センターに気象情報表示システムを一式設置する。

また、ダッカの首相府にも気象情報表示システムを設置する。これにより、気象予警報、レー

ダ画像などの気象局本局から送られる気象情報が直接表示され、早期の自然災害予測、現況把握等により、避難救援活動などの迅速な指示・行動決定において大きな寄与が期待される。

## (6) データ伝送に必要な通信回線の確立

### 1) 本計画で必要とされるデータ伝送ルート

今回調査したデータ伝送用通信ルートは、次のとおりである。

- ① ラングプールレーダサイト～気象局本局
- ② ダッカレーダサイト～気象局本局
- ③ 気象局本局～洪水予警報センター
- ④ 気象局本局～バングラデシュテレビ局
- ⑤ 気象局本局～ダッカ国際空港航空気象台
- ⑥ ダッカ国際空港航空気象台～自動気象観測所（空港構内）
- ⑦ 気象局本局～首相府

#### ① ラングプールレーダサイト～気象局本局

ラングプールのレーダ画像をダッカの気象予警報センターに伝送するに当たっては、まずバングラデシュ電信電話局（Bangladesh Telegraph and Telephone Board: BTTB）の既設の公衆電話回線を最大限利用する計画として、ラングプールレーダサイト～BTTBラングプール局間の約3キロメートルを新設のマイクロウェーブ回線（2GHz, 2Mbps）で接続し、そこからダッカまでは既設電話回線を使う案を検討した。

調査では、新設部分の見通しを確認し、電話局内のアンテナを含む新設機器設置場所等の確認を行い、さらにダッカ～ボグラ～ラングプール間の既設電話回線部分についてデータ伝送に必要な2,400bpsの伝送速度での回線品質試験を行って品質上問題ないことを確認した。ダッカ～ボグラ間はデジタル回線、ボグラ～ラングプール間はアナログ回線である。

一方、バングラデシュにおけるVSAT（Very Small Aperture Terminal）システムを用いた衛星通信サービスの利用可能性についても調査した。バングラデシュにけるVSATサービスは、上記BTTBがサービス窓口となっていること、国際回線サービスは既に利用可能であり国内回線サービスも本年中に開始することになっていること、国内回線使用料はUS\$1,600～2,000/月程度であること、等が判明した。この程度の回線使用料であれば気象局にとってもそれほどの負担とはならず、この点ではVSATの採用は可能である。

ただし基本設計においては、現在VSATシステムの国内回線サービスの開始時期が最終的に未確認であるため、新設および既設マイクロウェーブ回線を使用する前者の案を採用する。



② ダッカレーダサイト～気象局本局

ダッカレーダサイトとなるビルは気象局に近く、その間直線距離で約250メートルである。この間を光ファイバーケーブルで結ぶことも検討したが、途中、公道の埋設部分に施工中および施工後の安全上の問題がある。よって、新たにマイクロウェーブ回線（2GHz、2Mbps）を新設することとする。

③ 気象局本局～洪水予警報センター

気象局本局～洪水予警報センター間のルートとしては、直接見通しが取れないためBTTBダッカセントラル局経由とバングラデシュテレビ局経由の2案を検討した。その結果洪水予警報センターと両経由予定地との間では、セントラル局方向の方が障害となる建物の建つ可能性が少ないと判断された。

気象局本局～BTTBダッカセントラル局間には気象局所有の既設アナログマイクロ回線（2GHz、30チャンネル）があり、それにチャンネル盤を増設することで本計画に対応できる。

また、BTTBダッカセントラル局～洪水予警報センター間にはマイクロウェーブ回線の新設を考えていたが、同区間には洪水予警報センター所有の既設マイクロウェーブ回線（2GHz、2Mbps）があり、チャンネル盤増設のみで利用可能であることが分かったため、同センターと交渉し、回線利用について了解された。

なお気象局本局～BTTBダッカセントラル局間の既設回線については、中間にできたIDB-BISEWビルが電波障害になる可能性が高いため、気象局本局側の通信機器をアンテナを含め同ビルへ移設することを依頼した。

④ 気象局本局～バングラデシュテレビ局

⑤ 気象局本局～ダッカ国際空港航空気象台

両ルートとも、当初案通りマイクロウェーブ回線を新設する。周波数は2GHz、容量は2Mbpsとする。

⑥ ダッカ国際空港航空気象台～自動気象観測所（空港構内）

自動気象観測所～ダッカ国際空港航空気象台間には旧観測装置用のケーブルが残っているが、とても再利用できる状態にはなく、また中間の数百メートルにわたる舗装部分を剥がして再舗装することは工費的にも採用できるものではないため、無線回線を新設することとする。観測データの伝送にはVHFないしUHFの回線で十分であるが、空港構内で用いられている106～137Hzの周波数帯を除く。

⑦ 気象局本局～首相府

気象局本局～首相府間については、データ量等から周波数は2GHz、容量は2Mbpsとする

マイクロウェーブ回線を新設する。

## 2) レーダ画像伝送速度

最低伝送速度を、現在のコックスバザール、ケプバラのレーダ画像伝送に用いている2,400bpsとして設計する。

## 3) 新設無線回線の周波数帯

バングラデシュ電信電話局 (BTTB) との打ち合わせの結果、2GHz帯のマイクロウェーブを用いることとする。但し、上記1) ⑥の回線用にはUHF帯を用いる。

## (7) 気象レーダ塔

気象レーダ塔はラングプール気象観測所敷地内の1ヶ所に建設する。気象レーダ塔として機能するために必要な部屋の主なものは以下の通りである。

- ・レーダ機械室
- ・レーダ観測室
- ・解析室
- ・資料室
- ・維持管理室
- ・倉庫
- ・電気室
- ・予備電源室
- ・ポンプ室
- ・工具庫

以上の検討の結果、本計画の基本構想は以下の通りである。バングラデシュの主要河川の上流域であるインド、ネパールおよびブータンでの雨量および国内の洪水の多発地帯全域の雨量を監視するため、ラングプールとダッカに気象レーダを設置し、既設のコックスバザールとラングプールの気象レーダを含めた4基とこれらを結ぶ通信回線から成るレーダ画像の伝送網を構築する。レーダ画像を合成・表示する装置をダッカの気象局本局に設置し、かつ衛星を利用した気象局のデータ収集機能を拡充し、これらの画像を含む気象情報をダッカ国際空港および洪水予警報センター、首相府に提供する。またダッカ国際空港に自動気象観測システムを設置し航空機の安全航行に資するほか、国民により早くかつ的確に気象情報が伝達できるようバングラデシュテレビ局にテレビ放送のための気象情報システムを整備する。

本計画を実施することにより、これまでのベンガル湾より来襲するサイクロンの監視に加えて、河川集水域や国内全域での降水域、降水強度やその移動発達状況を監視することが可能となる。また精度の高い予報・警報等の気象情報、洪水予測情報の作成が可能となり、バングラデシュ国の気象業務の大幅な向上と自然災害の軽減に寄与することが期待される。

### 3-3 基本設計

#### 3-3-1 設計方針

##### 1. 設計の基本方針

###### 1) 機器設計の基本方針

本計画で新設するシステムの設計に当たっての基本方針は以下の通りとする。

- ・新たに導入する各システムの使用目的を十分に考慮した最適な設計を行う。
- ・コックスバザールとケブパラの既設気象レーダ等、既設の設備との整合性を考慮する。
- ・画像伝送のための通信回線は画像品質低下のおそれの少ないデジタル通信方式を極力採用する。
- ・バングラデシュ気象局の運用・保守体制、その技術力を十分に考慮する。
- ・バングラデシュ気象局の維持管理費が極力少なくなるよう考慮する。

###### 2) 施設設計の基本方針

###### a. 施設計画

バングラデシュ気象局の将来計画を踏まえ、気象レーダ観測網の業務の拠点となる気象レーダ施設としての機能を供え、またシステム・機材・職員の適切かつ効率的な稼動および収容が可能な施設建設のための計画を作成する。

以下の各項目に対応する施設として設計を行うことを基本方針とする。

- ① 気象の5つのコンポーネントである観測、通信・伝送、データ処理・解析、予報、情報伝達を適切かつ効率的に実行可能な施設とする。
- ② 気象レーダ施設としての気象業務の遂行に適した施設であること。
- ③ 本計画の気象業務の流れに沿った動線計画とし、かつ効率的かつ能率的に行える施設計画とする。
- ④ 24時間の交代制勤務に対応できる施設とする。
- ⑤ 24時間体制での稼動に適応した設備（無停電電源装置および自動電圧調整装置等）を整える。

- ⑥ 大雨・洪水等の来襲時でもレーダ観測を続ける使命を帯びているため、自然災害に対しての十分な対策と配慮のある、十分な強度を持った施設・設備とする。
- ⑦ 本計画の気象レーダ関連システムおよび機器の設置に適した施設・設備計画とする。
- ⑧ 本計画の気象業務に付随する職員数に基づいた施設・設備計画とする。

#### b. 構造計画

現地で容易に入手可能な構造材料を選定し、自然災害に耐え、安全で経済的な構造方式を採用する。基礎構造の選択にあたっては、地盤調査に基づいて検討を行う。

#### c. 設備計画

24時間体制で稼働し、自然災害等の来襲時でもレーダ観測を続ける使命を遂行するために必要とされる設備を計画し、安全性、経済性に留意し、運転・操作・保守の容易な機器システムとする。

#### d. 施工計画

現地で入手可能な材料を使用し、現地の工法を採用して適切で経済的な施工計画を立案する。

#### e. 運営・維持管理費の低減

施設建設完了後、バングラデシュ気象局の運営・維持管理に対して技術的にも経済的にも過度の負担とならないよう適切な規模と建物のグレードの設定を行う。そのため建設資機材は耐久性が高く、かつ経済的でバングラデシュ国内にて容易に入手可能なものを可能な限り選定する。

### 3) 工期設計に対する基本方針

本計画は日本国の無償資金協力により実施されるため、施主であるバングラデシュ気象局には円滑なプロジェクト実施のため必要手続きを十分に理解してもらう必要がある。ただし、本計画はバングラデシュ気象局にとって3回目の無償資金協力プロジェクトであり、前2回も本計画と同じ単年度方式で実施されたため、必要手続きおよび無償資金協力プロジェクトのシステムをバングラデシュ気象局は良く理解している。

本計画は工事契約締結後、工期は約13ヶ月程度を要するため、工期にあまり余裕がない。そのため円滑なプロジェクト実施のためにはバングラデシュ国側の受入体制および協力は重要なポイントであり、施主であるバングラデシュ気象局とコンサルタントは連携して敏

速なる必要手続きおよび準備等を行うことが肝要である。

## 2. 設計条件

### 1) 機器の設計条件

#### a. 気象レーダシステム

##### ① 気象レーダ観測網

- i) 本観測網は、既設の気象レーダ2基と新設する気象レーダ2基で構成するものとする。
- ii) 本観測網は、将来新たに気象レーダが整備された時にこの観測網に取り込めるような、拡張性のあるものとする。
- iii) 本観測網は、新設するマイクロウェーブ回線とバングラデシュ電信電話局(BTTB)等の既設マイクロウェーブ回線を利用して、デジタル化されたレーダ画像を伝送するものとする。
- iv) 気象レーダ観測網の構成  
下記に述べるシステムを、新たに設置する無線通信機器と既設の通信回線で接続する。

- ・ ラングプール気象レーダシステム
- ・ ダッカ気象レーダシステム
- ・ 既設コックスバザール気象レーダシステム
- ・ 既設ケプバラ気象レーダシステム
- ・ ダッカ国際空港気象情報表示システム
- ・ 洪水予警報センター気象情報表示システム
- ・ 首相府気象情報表示システム
- ・ バングラデシュテレビ局気象情報システム

##### ② 気象レーダ

- i) 気象レーダの観測および機器運用の統一性を考慮し、本計画で設置する気象レーダはコックスバザールとケプバラにある既設の気象レーダと整合性を持った設計とする。
- ii) 気象レーダの探知距離は、レーダの設置高度、空中線から発射される電波の仰角(ビーム角度)、地球の曲率、降水をもたらす気象現象の高さ(積乱雲の高さは6~12km)等により決まってくる。本計画では、それらの気象現象を監視するため気象レーダの探知距離は400kmとして設計する。
- iii) 画像合成処理をするためには観測データに均一性を持たせることが望ましく、この

点も考慮して既設のコックスバザールとケブパラの周波数帯と同じSバンド（波長約10cm）を使用する。

#### b. レーダ画像合成・処理システム

- ・本システムは、伝送された既設の2基のレーダ画像と新設する2基のレーダ画像を、データとして用いるものとする。
- ・本システムは、伝送されたレーダ画像を表示装置に表示することができるものとする。
- ・本システムは、2局または4局のレーダ画像を合成し、その合成画像を表示装置に表示することができることとする。
- ・本システムは、気象レーダの増設、伝送するデータ量の増加、データの処理の増大等、将来の気象観測業務の拡張性を考慮したものとする。

#### c. 気象衛星画像受信システム

新設する気象衛星画像受信システムは、各気象衛星の標準規格に準拠するほか、以下によるものとする。

- ・気象衛星「ひまわり」画像受信システムは、高解像度（S-VISSR）データを受信できること。
- ・気象衛星NOAA画像受信システムは、高解像度（HRPT）データを受信できること。
- ・ダッカ（北緯24度，東経90度）において良好に受信できること。
- ・アンテナの耐風速は70m/sに安全率を加算したものとする。
- ・画像印刷機能を付随させること。

#### d. 気象データ衛星送受信システム（WAFS-SADIS）

新設する気象データ衛星送受信システム（WAFS-SADIS）は、国際民間航空機関（ICAO）が運営する、インド洋上の通信衛星INTELSAT604を用いたVSATシステムであり、以下の条件を満たすコンピュータ・ハードウェア、ソフトウェアにより構成するものとする。

- ・ICAOの規格に準拠したVSAT送受信装置を用いること。
- ・SADIS資料である数値予報格子点値（GRIB）、各種予報図類、航空気象関係情報（OPMET）が全て表示できる機能を持つこと。
- ・気象情報送信のためのデータ入力が可能であること。

#### e. 自動気象観測システム

- ・ダッカ国際空港に新設する自動気象観測システムは、世界気象機関（WMO）および国際民間航空機関（ICAO）の基準に準拠するものとする。
- ・観測要素は、一般気象要素である風向・風速、気温、湿度、降水量、気圧の他、

航空気象のために必要な滑走路視距離（RVR: Runway Visual Range）と雲底高度とする。

- ・観測装置は滑走路着地点付近に設置し、観測データは航空気象台と航空管制塔のあるビルまでUHF回線で伝送する。

#### f. 気象データ処理解析システム

新設する気象データ処理解析システムでは、バングラデシュ気象局が予報作業に必要とする国内外の気象データをマニュアル入力またはデータベース中からの選択により作成し、気象局が現在用いている天気図に準じた範囲の地図上に国際共通様式によりプロットして、それをプリンタ出力するものとする。

#### g. 気象情報提供表示システム

##### ① 洪水予警報センター、首相府およびダッカ国際空港

気象局本局からマイクロウェーブ回線を通じて送られるレーダ画像、衛星画像、天気図等の気象情報を常時表示するとともに、一定期間保存しかつそれらを再生する機能を持つものとする。

##### ② バングラデシュテレビ局

バングラデシュテレビ局に新設する情報提供表示システムを気象情報システムと呼び、上記①に述べた機能のほか、バングラデシュ国のテレビ放送規格に準拠するビデオ信号に変換した出力を持つとともに画像モニターおよび波形モニター機能をそなえるものとする。

#### h. 無線通信システム

新設するデジタル無線回線は、ITU（国際電気通信連合）勧告等の国際標準に準拠するものとする。

##### ① 回線品質

デジタル無線回線の回線品質は、ITU-R勧告F.556に準拠し、ビット誤り率は次の条件を満足すること。

- i) BER（Bit Error Rates：ビット誤り率）が $10^{-3}$ を越える時間は、いかなる月においても0.054%を越えないこと。
- ii) BERが $10^{-6}$ を越える時間は、いかなる月においても0.4%を越えないこと。
- iii) エラー時間は、いかなる月においても0.32%を越えないこと。

##### ② 無線周波数

無線周波数は2GHz帯および400MHz帯とし、ITU-R勧告F.283-5に準拠する。

### ③ アンテナ地上高

アンテナの地上高は、可能な限り等価地球半径係数 $K = 4 / 3$ でクリアランス係数が1.0以上を満足することとする。

### ④ 設計諸元

( 区 間 )	(区間距離)
a. ラングプールレーダサイト～BTTBラングプール局	2.5km
b. ダッカレーダサイト～気象局本局	0.3km
c. 気象局本局～バン格拉デシュテレビ局	4.9km
d. 気象局本局～ダッカ国際空港航空気象台	8.1km
e. ダッカ国際空港航空気象台～自動気象観測所（空港構内）	1.2km
f. 気象局本局～首相府	1.6km

上記区間のうちa.～d.およびf.については、次の諸元を前提として基本設計を行うものとする。

無線周波数	2 GHz帯
伝送容量	2 Mbps
変調方式	4 PSK
送信出力	+27dBm
最小受信入力( $10^{-3}$ BER)	-93.5dBm
アンテナ 直径	0.9m(a, b, f), 1.2m(c) 又は1.8m (d)
利得	21.7dB, 23.7dB 又は27.0dB

区間e.については、次の諸元を前提とする。

無線周波数	400MHz帯
伝送容量	1200bps以上
変調方式	位相変調又は同等方式
送信出力	+20 dBm
最小受信入力( $10^{-3}$ BER)	-98 dBm

アンテナ利得は、その直径と無線周波数によって決まる標準的値を示した。最小受信入力、平均的な値を示す。

直流電源装置は、新設する無線装置に対し停電等による電源断を防ぐため蓄電池から電力を供給しようとするもので、蓄電池による電力供給可能時間は4時間とする。



本計画のサイトにはダッカ国際空港が含まれており、自動気象観測システムの滑走路脇への設置、自動気象観測システムおよびバングラデシュ気象局本局と空港ターミナルを結ぶ通信回線の構築等が実施される予定である。そのため、既存設備との取り合い、特に空港施設、航空管制塔、空港内での無線通信機器、また航空機の進入・出路との関係等について、慎重かつ綿密な検討が必要である。

## 2) 施設の設計条件

施設計画および設備計画について、以下の設計条件の検討を行う。

### a. 施設計画（気象レーダ塔に必要な規模の検討）

- ・ 気象気象レーダ塔の計画は、気象現象の観測施設として必要な要員が効率よく活動できるスペースを確保し、新設・既設のシステム・機器の適切かつ効率的な稼動および収容が可能な規模とすることを検討する。
- ・ 施設の適正な規模は、気象レーダ塔としての機能と役割、気象業務計画を実施するための要員計画、システム計画、機器計画により算定されるため、これらの計画と連動して適正な規模を検討する。
- ・ 施設内には既設のシステム、機器も設置されるため、現状（既設システム、機器および作業スペース等）を検討の上、本計画により設定される管理体制、要員、システム、機器および作業スペースとを考慮して本施設に要求される室数と建物床面積を検討する。

### b. 設備計画

- ・ 施設全体の電源容量の算出には、システム計画、機器計画により設定されたシステムと機器、計画される施設の一般照明、空調設備等の電源容量が必要となる。
- ・ 空調設備の規模算定には、要員、新設予定のシステムと機器、照明、その他発熱が考えられる物の発熱量を算出し、空調設備方法・種類および容量を決定する。
- ・ 電源設備においては、1年を通して24時間体制で稼動し、自然災害等の来襲時でもレーダ観測の実施、予・警報の発令等の使命を遂行するための無停電電源装置および自動電圧調整装置、発電装置等、新設予定のシステムと機器等を適切に稼動させるための電源設備の導入も検討する。

### 3-3-2 基本計画

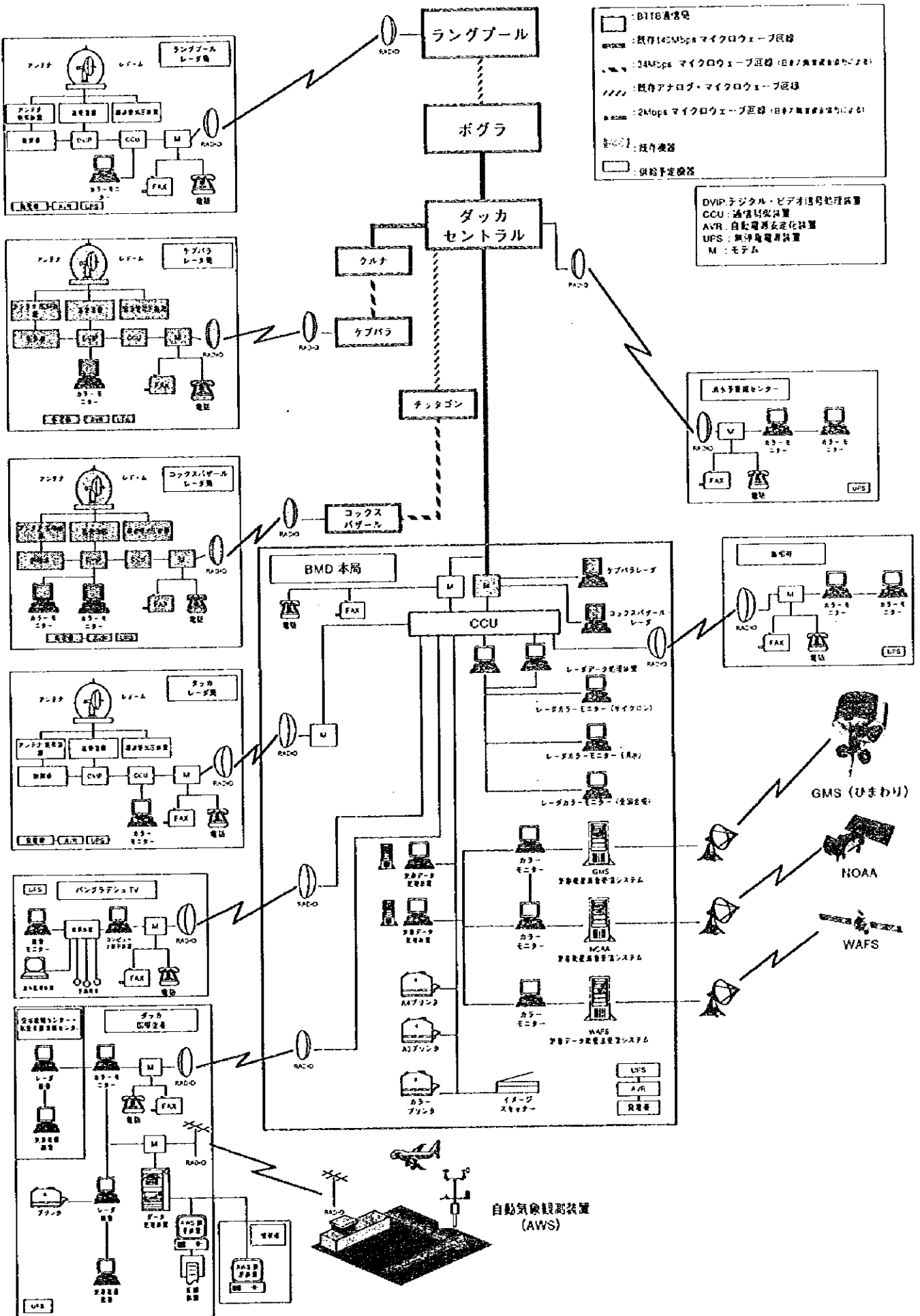
#### 1. 機器の基本計画

本計画の内容は、ダッカレーダの更新と、ラングプールの気象レーダ新設を中心に、2基の既設レーダを含めた4基の気象レーダによって全国レーダ観測網を構築し、ダッカに伝送された4基分のレーダ画像の合成処理を行うとともに、気象衛星画像受信システム、気象データ衛星送受信システム、気象データ処理システムをダッカ気象局本局に、自動気象観測システムをダッカ国際空港に、さらに必要区間に気象通信システムをそれぞれ構築することにより、気象観測・データ収集・処理機能の向上ひいては気象予警報業務を強化し、さらにダッカ国際空港、洪水予警報センター、首相府、バングラデシュテレビ局に対する気象情報提供表示システム・気象情報システムの設置によって情報提供能力を向上させるものである。

本計画における機器の基本計画は下記のシステムにより構成される。

- 1) 気象レーダシステム
- 2) 気象データ処理・表示システム
- 3) 気象衛星画像受信システム
- 4) 気象データ衛星送受信システム
- 5) 気象情報システム
- 6) 自動気象観測システム
- 7) 気象通信システム

システムごとの各機材名、主な仕様、数量および使用目的を、主要機材リスト（表3-3-1）に示す。



プロジェクト構成図

表3-3-1 主要機材リスト

## 1. 気象レーダシステム (ダッカ、ラングプール)

機材名	仕様	数量	使用目的
レドーム	径 : 約9m 色 : 白 設計風速: 70m/sに、設置地上高による風速の増大及び安全率を加算すること。	2台	レーダ用空中線装置および保守員を過酷な気象条件から保護する。レドーム頂上に避雷針を設け、落雷から保護する。
空中線	周波数 : Sバンド 径 : 約5m アンテナゲイン: 約43dB	2台	パラボラアンテナを方位角で360° 仰角で0~90° の任意の方向に旋回、あるいは回転させ、送受信装置からの送信電波をペンシルビーム状に空間に放射し降水粒子等から散乱して返って来る電波を受け、送受信装置に送り込む。
空中線制御装置	動作範囲: 水平360deg ..... 垂直0~90deg 角度精度: ±0.3deg以下	2台	レーダ観測モードに従った空中線制御信号により、空中線の水平、垂直用モータを駆動し、空中線の方位角と仰角とを制御する。
送受信装置	方式 : マグネトロン 周波数 : Sバンド (2700~2900MHz) 出力 : 約500kW 繰り返し周波数: 260Hz 最小受信感度: -110dBm以下 ダイナミックレンジ: 70dB以上	2台	マイクロ波電力を発生し送信電波として空中線装置に送る。受信された電波の増幅及び検波を行い強弱に応じたビデオ信号を得る。ビデオ信号をデジタル値に変換後、信号処理装置へ出力する。
信号処理装置	デジタルビデオ入力: 12ビット 地形除去: 40dB以上 距離補正: 4~175km 平均化: 距離/方位方向 極座標/直交座標変換 出力データ: 8ビット、400km範囲	2台	受信機からのビデオ信号をデジタル値に変換後、地形エコーの除去、受信信号の平均化および距離に関するエコー強度補正等の処理を行い、8ビット・ビデオデータを得て、データ伝送系装置へ出力する。
レーダ画像表示装置	シリアルポート等をサポートするPC。 CPU性能 : Pentium100MHz以上 ハードディスク: 2GB以上 メモリ : 128MB以上 CRT : カラー20インチ以上	2台	信号処理装置から出力される雨量データから地図情報上に雨量画面を作成表示し、さらにデータの蓄積・再生を行う。
接続導波管	損失 : 0.07dB/m	2台	空中線、送信機、受信機間の電波伝達を低損失で行う。
分電盤	キットブレーカ使用	2台	各装置へ電源の分配供給を行う。
自動電圧調整装置	容量 : 約10kVA	2台	レーダ装置の安定動作のため、電源電圧を安定化させる。
無停電電源装置	容量 : 約15kVA	2台	商用電源の停電または瞬断から、レーダ機器・コンピュータ機器を保護する。

表3-3-1 主要機材リスト

2. 気象データ処理・表示システム(1)

機材名	仕様	数量	使用目的
1) 気象局本局			
レーダ画像合成処理装置	Ethernet等、シリアルポート・2ポート以上を備えるPC。 CPU性能 : Pentium150MHz以上 ハードディスク : 2GB以上 メモリ : 128MB以上 CRT : 17-20インチ以上 必要なソフトウェアを含む。	2台	伝送された各レーダのデータを用いて3種類の画像合成処理を行い、地図データ・マーカーデータとともに重ね合わせて合成画面を作成するとともに、レーダデータの蓄積も行う。
レーダ画像表示装置	Ethernet等を備えるPC。 CPU性能 : Pentium100MHz以上 ハードディスク : 2GB以上 メモリ : 128MB以上 CRT : 17-20インチ以上	3台	レーダ画像合成処理装置から受信した画像データを選択表示する。各単局のレーダ画像及び各合成画像が切替により表示でき、さらに履歴再生を行うことができる。
気象データ処理解析装置	Ethernet等を備えるPC。 CPU性能 : Pentium150MHz以上 ハードディスク : 2GB以上 メモリ : 128MB以上 CRT : 17-20インチ以上 必要なソフトウェアを含む。	2台	既存のGTS海外気象データの取り込み、国内気象観測値の入力、地図上への出力等を行うとともに、それによって描画・解析した天気図類や気象予警報文を気象情報配信のための画面として作成する。
通信制御装置	Ethernet等を備えるPC。 CPU性能 : Pentium160MHz以上 ハードディスク : 1Gbyte以上 メモリ : 32Mbyte以上 シリアルポート : 6ポート以上 同期式通信ボード内蔵 バスポート : PCI×1、ISA×6	2台	信号処理装置より画像データを受信し、各画像表示装置に画像データを配信する。また、合成処理装置で処理された画像データを受信し、各画像表示装置に配信する。
コンピュータネットワークシステム	方式 : Ethernet	1式	気象データ処理装置、データ収集処理解析装置、レーダ画像表示装置間を接続するコンピュータネットワーク。
無停電電源装置	容量 : 5kVA 容量 : 1kVA	4台 3台	商用電源の停電または瞬断から、コンピュータ機器を保護する。(衛星システム分も含む)

表3-3-2 主要機材リスト

2. 気象データ処理・表示システム (2)

2) 洪水予警報センター/バングラデシュテレビ局/グッカ国際空港/首相府			
レーダ画像表示装置	シリアルポート等をポートするPC。 CPU性能 : Pentium150MHz以上 ハードディスク : 2GB以上 メモリ : 128MB以上 FDドライブ : 1.44MB CRT : カラー20インチ以上	5台	受信したレーダ画像合成画像の表示・蓄積を行う。(5分毎の観測データと、1時間毎の積算データを表示する。) 空港については、航空気象台の他に空域管制センターにも配置する。
衛星画像表示装置	シリアルポート等をポートするPC。 CPU性能 : Pentium150MHz以上 ハードディスク : 2GB以上 メモリ : 128MB以上 FDドライブ : 1.44MB CRT : カラー20インチ以上	4台	受信した各気象衛星画像の表示・蓄積を行う。
気象情報表示装置	シリアルポート等をポートするPC。 CPU性能 : Pentium150MHz以上 ハードディスク : 2GB以上 メモリ : 128MB以上 FDドライブ : 1.44MB CRT : カラー20インチ以上	4台	受信した、気象局本局にて作成の気象情報の表示・蓄積を行う。

表3-3-1 主要機材リスト

3. 気象衛星画像受信システム (気象局本局)

機材名	仕様	数量	使用目的
GMS用高解像度受信装置	<p>1. 設計風速：70m/sに安全率を加算すること。2. S-VISSR、GMS-5に対応。3. 可視画像表示・カラー表示・赤外画像表示・海面温度分布表示・ズームアップ機能・強調画像・地図重ね表示・緯度・経度線重ね表示 (1° 間隔表示が可能なこと)</p> <p>・ループ表示機能 (最新48時間分) 4. 寒冷域面積率・ドボラックインデックス・LOG10・サイクロン追跡機能・座標変換</p> <p>5. イーサネットLAN。画像印刷機能。画像フォーマット変換機能。受信スケジュール管理機能。自動保存。</p> <p>以上に必要なソフトウェア。</p>	1式	GMS (気象衛星「ひまわり」) からのS-VISSRデータを自動的に受信し、高解像度の各種画像の表示・解析・保存・出力を行い予報作業支援資料を作成する。
NOAA用高解像度受信装置	<p>1. 設計風速：70m/sに安全率を加算すること。2. HRPTに対応。3. 可視画像表示・カラー表示・赤外画像表示・海面温度分布表示・ズームアップ機能・強調画像・地図重ね表示・緯度・経度線重ね表示 (1° 間隔表示が可能なこと)</p> <p>4. 寒冷域面積率・ドボラックインデックス・LOG10・サイクロン追跡機能・座標変換、TOVSデータ処理。5. イーサネットLAN。画像印刷機能。画像フォーマット変換機能。受信スケジュール管理機能。自動保存。以上に必要なソフトウェア</p>	1式	気象衛星NOAAからHRPTデータを自動的に受信し、大気補正/幾何補正、高解像度の各種画像の表示・解析・保存・出力を行い、予報作業支援資料を作成する。

表3-3-1 主要機材リスト

4. 気象データ衛星送受信システム (気象局本局)

機材名	仕様	数量	使用目的
WAFS-SADISデータ送受信システム	<p>パラボラアンテナ、VSAT送受信装置 (ICAO規格準拠)、データ処理表示装置から構成する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・配信される数値予報格子点値 (GRIB)、各種予報図類、航空気象情報 (OPMET) を、全て受信表示できること。</li> <li>・パラボラアンテナ：直径2m以上。設計風速70m/sに安全率を加算すること。</li> <li>・VSAT送受信装置：ICAO規格に準拠すること。</li> <li>・データ処理装置：通信プロトコルX.25をサポートすること。</li> </ul> <p>CPU性能：Pentium150MHz以上</p> <p>ハードディスク：2GB以上            メモリ：48MB以上            CRT：高解像度カラー17インチ以上            FDドライブ：1.44MB            画像カラー印刷機能。            イーサネットLAN。            上記に必要なソフトウェア。</p>	1式	世界空域予報システム (WAFS) の気象情報を通信衛星経由で送信、受信し、表示するための双方向システム。



表3-3-1 主要機材リスト

5. 気象情報システム (バングラデシュテレビ局)

機材名	仕様	数量	使用目的
スキャンコンバータ	RGB→PAL・β 6P25/50, CCVS(IPP)変換 入力信号：RGB(VGA) 出力信号：PAL方式 入力端子：1系統以上 出力端子：5系統以上 ビデオ/F：PAL方式 関連ソフトウェア。	1式	気象局から送られる、レーダ、気象衛星、天気図等の画像を、PC出力のRGB信号からPAL方式ビデオ信号に変換し、TV放送向けに出力する。
波形モニタ	入力ビデオ：PAL方式	1台	スキャンコンバータ出力のビデオ信号の波形をモニタする。
画像モニタ	入力ビデオ：PAL方式 CRT：対角14インチ以上	2台	TV放送向け画面の表示を行う。

表3-3-1 主要機材リスト

6. 自動気象観測システム (ダッカ国際空港)

機材名	仕様	数量	使用目的
自動気象観測装置	観測要素：風向・風速、気温・湿度、降水量、気圧、滑走路視距離(RVR)、雲底高度(Ceilmeter) ・観測方法についてはWMOおよびICAOの基準に適合すること。	1式	空港の滑走路着地点付近に設置し、左記の気象要素を自動的に観測する。
データ一次処理装置	サーバポート等を備えるPC。	1式	観測装置の近くの建屋に設置し、気象観測データの伝送処理を行う。
データ二次処理装置	サーバポート等を備えるPC。 CPU性能：Pentium150MHz以上 ハードディスク：2GB以上 メモリ：128MB以上 自記記録計を含むものとする。	1式	航空気象台の室内に設置し、観測装置の状況を監視するとともに、送られた観測データの処理・保存・配信を行う。

表3-3-1 主要機材リスト

7. 無線通信システム

機材名	仕様	数量	使用目的
1) マイクロ波多重無線通信装置			
多重無線通信装置	周波数 : 2GHz帯 回線容量 : 2Mbps 送信出力 : 1W 変調方式 : 4PSK チャンネル数 : 8ch以上(1局あたり)	10式 (5対向)	各種データをマイクロウェーブを用いて各地点に伝送する。 区間 : ①ラングプール・レーダサイト~BTTBラングプール局、②気象局本局~ダッカ・レーダサイト、③同~バングラデシュテレビ局、④同~ダッカ国際空港航空気象台、⑤同~首相府
デジタル端局装置	1次群 (64kb/s換算で30CH相当) 伝送路を4本以上の入出力が可能なこと デジタルインターフェース(64 kb/s) デジタルインターフェース (V.24) 4W アナログインターフェース	7式	データ信号、音声信号等をPCM符号に変換し、2.048 Mb/sに多重化する装置である。
直流電源装置	AC入力 : 220V(单相)±10% 周波数 : 50Hz 力率 : 80%以上 効率 : 80%以上 定格出力 : 設置機器の負荷に見合う容量とする。	6式	商用電源停電時バックアップするための無停電電源装置。 平常時は整流器にて直流電源を負荷に供給しながら、バッテリーにも充電を行っており、停電時、貯めていたバッテリーから負荷に電力を供給するもの。  通信機器への誘導雷サージの移行を防止し、通信機器の障害事故を防ぐ。
蓄電池	リップル雑音 : 100mVpp以下 10時間の停電に見合う容量とする。		
耐雷変圧器	電圧 : 220V, 50Hz 耐電圧 : AC10kV, 1分間 容量 : 負荷電力に見合う容量とする		
2) UHFデータ伝送装置	周波数 : 400MHz帯 回線容量 : 1200bps以上	4式	ダッカ国際空港自動気象観測所~管制塔ビル間の、観測データ等の伝送。