

### 3-3 基本設計

#### 3-3-1 設計方針

##### 1. 設計方針

###### 1) 機器の設計方針

本計画で新設する気象レーダシステム、気象レーダ画像合成処理装置、無線通信装置の基本設計の方針は以下の通りである。

- ・パキスタン気象局の運用・保守体制、その技術力を考慮する。
- ・パキスタン気象局のカラチとイスラマバードにある既設の気象レーダとの整合性を図る。
- ・パキスタン国の通信事情を考慮し、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使用する。
- ・パキスタン気象局のリカレントコストを極力少なくする。

###### 2) 施設の設計方針

###### a. 施設計画

パキスタン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提供、またシステム・機材・職員の適切かつ効率的な稼働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8つの機能を有する施設として設計を行う事を基本方針とする。

- 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多様な気象業務を遂行可能な施設であること。
- ③ 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とする。
- ④ 24時間の交代制勤務を持つ観測及び現業部門を抱えるため、その勤務カリキュラムに対応できる施設・設備とする。
- ⑤ 1年を通して24時間体制で稼働する気象業務に適応した施設設備（無停電設備及び電圧安定装置等）を整える。
- ⑥ 大雨・洪水等の来襲時でもレーダ観測・予報・警報を出し続ける使命を帯びているため、自然災害に対する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及び機器に対応可能な施設・設備計画とする。
- ⑧ 本計画の気象業務とそれに付随する職員数に対応できる施設・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、予・警報を出し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、パキスタン気象局の運営・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、かつ経済的でパキスタン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) 工期に対する設計方針

本計画は日本国の無償資金協力により実施されるため、施主であるパキスタン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。また前プロジェクトは単年度方式で行われたため、交換公文は1回だけであったが、本計画はA型国債方式にて実施される予定であるため、交換公文がコンサルタントによる詳細設計分及び工事実施分の2回となることなど、パキスタン国側の受入体制等も重要なポイントである。本計画工事実施分の交換公文の期限は1999年3月までとなるが、工事行程では工事契約締結後、工期は約17.5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両国の協力は不可欠であり、施主であるパキスタン気象局とコンサルタントは連携して事前なる必要手続き及び準備等を行う必要がある。

## 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2基の気象レーダと新設する2基の気象レーダを接続できることとする。

ii)本観測網は将来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回線とパキスタン電信電話会社の既設の光ファイバーケーブルおよびアナログ・マイクロ回線を含めた通信網を利用する。

#### 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構築する無線通信装置と既設の公衆回線を利用した通信回線で接続する。

- ・デラ・イスマイル・カーン気象レーダシステム
- ・ラヒムヤル・カーン気象レーダシステム
- ・既設カラチ気象レーダシステム
- ・既設イスラマバード気象レーダシステム
- ・カラチ国際空港画像表示システム
- ・イスラマバード国際空港画像表示システム
- ・ラホール洪水予報センター画像表示システム
- ・ラホール国際空港画像表示システム

### 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カラチとイスラマバードにある既設の気象レーダと十分に整合性を図る。

ii)気象レーダの探知能力はレーダの設置高度、空中線から発射せれる電波の角度（ビーム角度）、地球の曲率、降水をもたらす気象現象の高さ等により決まってくる。本計画で観測対象となる積乱雲の高さは6～12 Kmとなるので、積乱雲等の気象現象を監視するため気象レーダの探知距離は400 Kmとする。

iii)気象レーダの観測種目は降水粒子の反射強度から得られるエコー強度および降水強度の定量性を高めるための1時間積算降水強度とする。

iv)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必要であり、このため既設のカラチとイスラマバードの周波数帯と同じCバンドを使用する。

v) 画像合成処理では、4基の気象レーダが同一時刻で観測したレーダ画像を合成することになる。このため各サイトごとの時間を同じにする必要があり、世界標準時刻を基準とする時刻との同期を行う信号処理ができるようにする。

#### b. 気象レーダ画像合成・処理システム

①本システムは既設の2基の気象レーダと新設する2基の気象レーダが観測した画像データを伝送する事ができることとする。

②本システムは伝送されたレーダ画像をディスプレイ装置に表示することができることとする。

③レーダ画像の表示範囲は気象レーダの探知能力を考慮し、600 Km X 600 Kmとする。

- ④レーダ画像で表示するエコー強度のメッシュは、降水現象の状況（降水範囲、強度、移動、消長等）が把握できる2.5 Km X 2.5 Kmとする。
- ④本システムは2局または4局のレーダ画像を合成し、その合成画像をディスプレイ装置に表示することができることとする。
- ⑤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. 無線通信装置

新設するデジタル無線装置は、ITU（国際電気通信連合）の勧告等、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（条項634-3）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：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帯とし、ITU（条項283-5）に準拠する。

③アンテナ

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

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                   | 2GHz               |
| 伝送容量                    | 2Mbps              |
| 変調方式                    | 4PSK               |
| 送信出力                    | +29dBm             |
| 最小受信入力 ( $10^{-3}$ BER) | -93.5dBm           |
| アンテナ                    | 直径 1.2mまたは1.8m     |
|                         | 利得 25.3dBまたは28.5dB |

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。最小受信入力は、平均的な値を示す。

直流電源装置は、新設するデジタル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。

## 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）

気象レーダ塔の計画は、気象現象の監視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働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、気象レーダ施設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、パキスタン気象局の現状（既設システム、機器及び作業スペース等）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、機器及び作業スペースとを鑑みて本局に要求される室数と建物床面積を検討する。

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、設備機器（空調設備等）等の電源容量が必要となる。

また空調設備の規模の算定には、要員、新設システムと機器、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・種類及び容量を決定する。

電源設備においては、1年を通して24時間体制で稼働し、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設備及び発電装置、システムと機器等を適切に稼働させるための電源設備の導入も検討する。

本計画において建設予定の気象レーダ塔の予定地は、デラ・イスマイル・カーンはパキスタン気象局のデラ・イスマイル・カーン地方観測所敷地内であることから特に問題はないが、ラヒムヤル・カーンは、民間航空公団所有のラヒムヤル・カーン空港の敷地内であり本計画施設と建設中及び既存施設との取り合い、特に空港施設、管制塔、空港内の通信・無線施設、埋設線等及び航空機の進入・出路との関係には慎重かつ綿密なる検討を行う。

### 3-3-2 基本計画

#### 1. 機器の基本計画

パキスタン国の気象災害は、熱帯収束帯の積乱雲等中規模気象現象による集中豪雨、強風等に引き起こされることが多く、その規模が数kmから数10kmの気象現象となり、その盛衰時間は数10分から2時間程度である。全国的に発生しているこれらの現象を的確に観測、監視するため本計画では北西辺境州デラ・イスマイル・カーンおよびパンジャブ州ラヒムヤル・カーンにレーダを設置し、カラチとイスラマバードにある既設の2基のレーダを組み込んだ気象レーダ観測網の整備を行うことになった。デラ・イスマイル・カーンはパキスタン北西部に位置し、インダス川本流の上流域及び近隣の穀倉地帯を監視することができ、ラヒムヤル・カーンではサトラジ川、チャナーブ川等がインダス川と合流するインダス川中流域と流域平野部の穀倉地帯を監視することができる。今回新設する2基の気象レーダとカラチとイスラマバードにある既設の2基の気象レーダを組み込んだ観測網を構築することにより洪水の多発地帯であるインダス川の全流域の降雨観測ができるようになる。レーダサイトと電話局間にマイクロ回線を構築する気象通信システムと気象レーダを組み込んだ気象レーダ観測網が完成すれば、新設の2基のレーダはそのネットワークの中の1つとして有機的に組み込まれてパキスタン国の大雨等の気象現象を監視する上で重要な役割を果たすことになる。そして、カラチとイスラマバードでは2カ所および4カ所のレーダ画像の合成処理を行い、これらのレーダ画像をカラチ、イスラマバード、ラホールの国際空港にある気象台およびラホールの洪水予報センターに伝送する。また、気象災害の軽減をより効果的に行うため、気象レーダ観測網で得られた情報は、パキスタン国内の防災機関、航空・船舶、報道機関、農業・漁業関係等にいち早く伝達し、各方面で有効に利用されることになる。図3-5に気象レーダネットワーク計画図を示す。

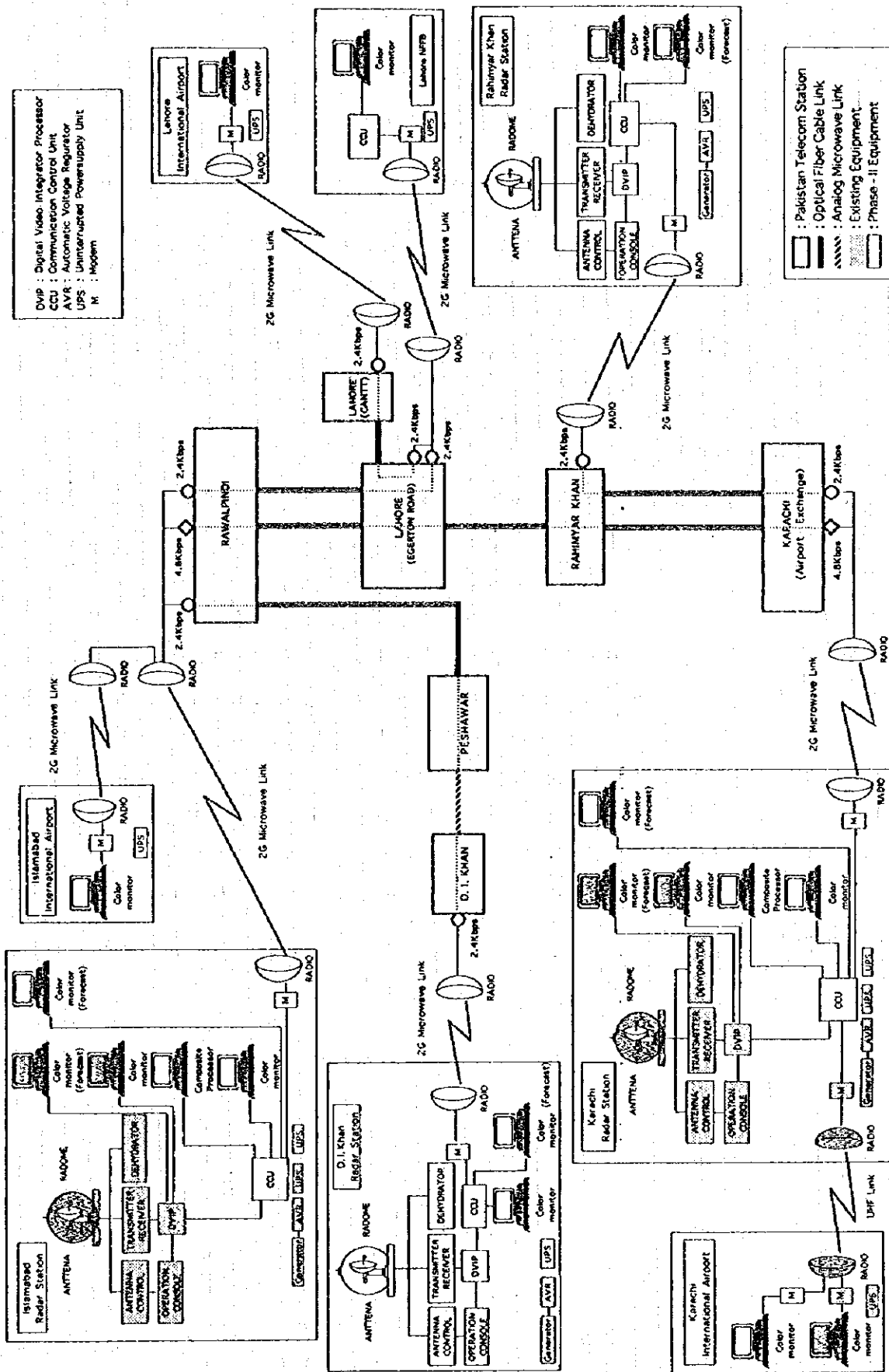


図 3-5 気象レーダーネットワーク計画図

## 1) 気象レーダシステム

気象レーダシステムをアラ・イスマイル・カーンとラヒムヤル・カーンに設置する。

本計画で設置する気象レーダの観測目的は積乱雲等中規模気象現象による降水現象の定量的観測である。気象レーダの基本的性能を決定する要素の1つである送信周波数は、雨滴からの反射が良く得られ、降水現象の観測に適する5、300MHz帯（Cバンド）を使用する。

画像合成処理をするためには各気象レーダが観測するデータに均一性を持たせることが必要である。このためには既設のカラチとイスラマバードの周波数帯と同じ帯域を使用する必要がある。

## 2) 気象レーダ画像合成・処理システム

4基の気象レーダが観測したデータを効率よく収集・配信するため、レーダ画像の合成処理をカラチとイスラマバードの2カ所で行う。2カ所で画像合成処理をする場合の利点は次の通りである。

- ・分散処理を行うことによりシステムの信頼性を高めることができる。
- ・専用線の使用料を安くすることによりリカレントコストの軽減ができる。
- ・管轄する地域の降水現象を監視することができるレーダ画像をリアルタイムで入手することにより、大雨等の気象現象のリアルタイム監視が可能となり降水短時間予報の精度向上に寄与することができる。

画像処理を効率よく行うためアラ・イスマイル・カーンで観測したレーダ画像はイスラマバードに伝送し、ラヒミヤル・カーンで観測したレーダ画像はカラチに伝送する。カラチとイスラマバードでは自局の気象レーダで観測したレーダ画像と伝送されてきたレーダ画像の2基合成処理を行い、その後それらの2基合成画像を相互に伝送する。カラチではイスラマバードから伝送された合成画像を、イスラマバードではカラチから伝送された合成画像を受信した後、それぞれ4基合成処理を行う。

合成したレーダ画像はカラチ、イスラマバード、ラホールにある国際空港気象台のブリーフィング室とラホール洪水予報センターの監視用ディスプレイ装置へ伝送する。表3-7にサイトごとのレーダ画像表示内容を示す。



表 3-7

## レーダ画像表示内容と表示場所

| 地名              | サイト名               | 表示画面                                 | 備考                                  |
|-----------------|--------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|
| 1. カラチ          | カラチレーダサイト          | ラヒムヤル・カーン<br>南方合成<br>北方合成<br>全国合成    | カラチレーダ画像は<br>既設のディスプレイ<br>装置に表示     |
|                 | パキスタン気象局本局予報室      | ラヒムヤル・カーン<br>南方合成<br>北方合成<br>全国合成    | カラチレーダ画像は<br>既設のディスプレイ<br>装置に表示     |
|                 | カラチ国際空港気象台         | ラヒムヤル・カーン<br>南方合成<br>北方合成<br>全国合成    | カラチレーダ画像は<br>既設のディスプレイ<br>装置に表示     |
| 2. イスラマバード      | イスラマバードレーダサイト      | デラ・イスマイル・カーン<br>南方合成<br>北方合成<br>全国合成 | イスラマバードレーダ<br>画像は既設のディス<br>プレイ装置に表示 |
|                 | イスラマバード<br>気象台予報室  | デラ・イスマイル・カーン<br>南方合成<br>北方合成<br>全国合成 | イスラマバードレーダ<br>画像は既設のディス<br>プレイ装置に表示 |
|                 | イスラマバード国際空港気象台     | イスラマバード<br>南方合成<br>北方合成<br>全国合成      |                                     |
| 3. デラ・イスマイル・カーン | デラ・イスマイル・カーンレーダサイト | デラ・イスマイル・カーン                         |                                     |
|                 | 予報室                | デラ・イスマイル・カーン                         |                                     |
| 4. ラヒムヤル・カーン    | ラヒムヤル・カーンレーダサイト    | ラヒムヤル・カーン                            |                                     |
|                 | 予報室                | ラヒムヤル・カーン                            |                                     |
| 5. ラホール         | 洪水予報センター           | イスラマバード<br>北方合成<br>全国合成              |                                     |
|                 | ラホール国際空港気象台        | 南方合成<br>北方合成<br>全国合成                 |                                     |

### 3) 気象通信システム

本計画の通信回線は、レーダ画像の伝送を目的としている。このため、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使用する。なお、新たに設置するデジタル無線回線の規格は、ITU（無線部門）の勧告等、国際標準に準拠するものとする。

#### a. 公衆回線による画像信号の長距離伝送

パキスタン電信電話会社の既設光ファイバケーブルによる通信網を使用して、レーダ画像を伝送する。なお、デラ・イスマイル・カーンには光ファイバケーブル方式が未導入のため、当面アナログ方式によるマイクロ回線でベシャワール間の伝送を行う。

##### ① 光ファイバケーブルを使用する区間

- i) ラワルピンディ電話局～カラチ電話局（エアポート局）
- ii) ラワルピンディ電話局～ラホール電話局（エゲルトンロード局）
- iii) ラホール電話局（エゲルトンロード局）～ラホール電話局（カントンメント局）
- iv) カラチ電話局（エアポート局）～ラヒムヤル・カーン電話局
- v) ラワルピンディ電話局～ベシャワール電話局

##### ② アナログ・マイクロ回線を使用する区間

- i) デラ・イスマイル・カーン電話局～ベシャワール電話局

#### b. 新設するデジタル無線回線

次の5地域、7区間にデジタル・マイクロ方式による無線通信装置を新設し、レーダ画像を伝送する。

- ① デラ・イスマイル・カーンレーダサイト～デラ・イスマイル・カーン電話局
- ② ラヒムヤル・カーンレーダサイト～ラヒムヤル・カーン電話局
- ③ カラチレーダサイト～カラチ電話局（エアポート局）
- ④ イスラマバードレーダサイト～ラワルピンディ電話局
- ⑤ ラワルピンディ電話局～イスラマバード国際空港気象台
- ⑥ ラホール洪水予報センター～ラホール電話局（エゲルトンロード局）
- ⑦ ラホール電話局（カントンメント局）～ラホール国際空港気象台

次に各システムの主要機材を示す。

表3-8 (1/3) 主要機材リスト

| 機材名                                  | 仕様  | 数量 | 使用目的  |
|--------------------------------------|---|----|---|
| (1) 気象レーダ装置 (デラ・イスマイル・カーン、ラヒムヤル・カーン) |   |    |   |
| レドーム                                 | 直径約7m、球形<br>耐風速：最大70m/s<br>ベースリング、避雷針付属   | 1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。   |
| 空中線装置                                | 直径約4mパラボラアンテナ<br>ビーム幅：1.2°<br>利得：42dB以上   | 1台 | パラボラアンテナを方位角で360°仰角で0~45°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                              | 水平/垂直2軸独立走査<br>水平回転：360°、4rpm<br>垂直旋回：0~40°、約15秒<br>角度精度：±0.3°以下                                  | 1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                                | 送信周波数：5250~5350MHz<br>送信出力：250kW<br>繰り返し周波数：260Hz<br>最小受信感度：-110dBm以下<br>ゲインミッドレンジ：70dB以上         | 1台 | 送信部において発生したマイクロ波電力を送信電波として空中線装置に送り、受信された電波の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。  |
| 導波管加圧装置                              | 常用管内圧力：195hPa<br>管内圧力上限：295hPa<br>管内圧力下限：70hPa  | 1台 | 空中線装置と送受信装置とを接続する導波管内に乾燥圧縮空気を充填し、電波伝搬損失の低減および安定化をはかる。   |
| 信号処理装置                               | デジタルビデオ入力：12ビット<br>地形除去：40dB以上<br>距離補正：4~175km<br>平均化：距離/方位方向<br>極座標/直交座標変換<br>出力データ：8ビット、400km範囲 | 1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。  |
| レーダ制御指示装置                            | カラーCRT、20インチ以上<br>PPI表示：最大600×600km/その他<br>RHI表示：最大200×20km/その他<br>マップ、マーカ合成表示レーダ<br>自動/手動観測制御    | 1台 | 空中線の角度データに基づき、ビデオデータを極座標から直交座標に座標変換後、任意のレンジで表示する。エコーの位置を認識しやすくするためマップおよび、マーカにエコーデータを重ねて表示する。各レーダで観測されたデータを合成するための定時観測を自動的に実施する他オペレータによる手動観測を行う。 |

表3-8 (2/3) 主要機材リスト

| 機材名      | 仕 様   | 数量 | 使 用 目 的  |
|----------|---|----|--|
| 分電盤      | 電源入力：AC230V単相、50Hz<br>電源出力：AC200V単相、50Hz<br>：AC100V単相、50Hz<br>ノーヒューズブレーカ使用    | 1台 | 商用電源を自動電圧調整装置および無停電電源装置に出力し、これらの装置からの安定化された電源をレーダ装置各機器に分配供給する。 |
| 自動電圧調整装置 | 容量：約7.5kVA<br>入力：AC230V±20%単相、50Hz<br>出力：AC200V±3%単相、50Hz                     | 1台 | レーダ装置が安定して動作できるよう電源電圧を安定化させる。                                  |
| 無停電電源    | 容量：約3kVA<br>入力：AC100V±10%単相、50Hz<br>出力：AC100V±2%単相、50Hz<br>バックアップ時間：全負荷時10分以上 | 1台 | 商用電源の瞬断によるレーダ装置の誤動作あるいは障害が起きないように短時間の電源バックアップを行う。              |

表3-8 (3/3) 主要機材リスト

| 機材名                      | 仕 様   | 数量 | 使 用 目 的   |
|--------------------------|---|----|---|
| (2) 通信接続装置 (カラチ、イスラマバード) |   |    |   |
| データ変換装置                  | デジタルサンプリング：12ビット<br>デジタルサンプリング距離間隔：<br>250m相当<br>等エコー処理範囲：4～256km<br>極座標/直交座標変換<br>出力データ：8ビット、400km範囲                 | 1台 | 接続制御装置からのデジタルビデオ信号を合成処理用に等エコー処理し、8ビットの雨量強度レベル値を得る。データ伝送用に直交座標に変換後、定時観測シーケンスにしたがって、データ伝送系装置へデータ出力する。   |
| データモニタ表示装置               | カラーCRT、20インチ以上<br>PPI表示：最大600×600km/その他<br>マップ、マーカ合成表示<br>自動観測操作を行えること<br>既設レーダ装置との制御権切替操作が可能なこと<br>内蔵時計：GPS受信ユニットによる | 1台 | 既設空中線の角度値に基づき、8ビットビデオデータを極座標から直交座標に座標変換後、任意のレンジで表示を行う。各レーダ局で観測されたデータを合成するために、定時観測を自動的に実施する。<br>既設レーダ装置の機能を実感できるように、定時観測モードの他に、既設レーダの運用モードとの切替機能を持つ。 |
| 接続制御装置                   | デジタルサンプリング：12ビット<br>デジタルサンプリング距離間隔：<br>250m相当<br>入出力：既設レーダ装置制御監視信号<br>：通信接続装置制御監視信号<br>機能：制御権切替                       | 1台 | 既設送受信器からのビデオ信号をデジタル値に変換後、データ変換装置へ出力する。<br>既設レーダ装置の機能を損なうことなく自動定時観測を行えるよう、制御観測信号の切替及び信号入力をを行う。   |
| 付加装置用分電盤                 | 電源入力：AC230V単相、50Hz<br>電源出力：AC100V単相、50Hz<br>ノイズブレイク使用   | 1台 | 商用電源を無停電電源装置に出力し、これらの装置からの安定化された電源をレーダ装置各機器に分配供給する。   |
| 付加装置用<br>無停電電源装置         | 容量：約2kVA<br>入力：AC100V±10%単相、50Hz<br>出力：AC100V±2%単相、50Hz<br>バックアップ時間：全負荷時10分以上   | 1台 | 商用電源の瞬断による通信接続装置の誤動作あるいは障害が起きないように短時間の電源バックアップを行う。  |

表3-9 (1/6) 主要機材リスト

| 機材                                 | 仕様  | 数量 | 使用目的  |
|------------------------------------|---|----|---|
| (1) レーダ画像伝送・合成処理システム (カラチ、イスラマバード) |   |    |   |
| 通信制御装置                             | シリアルポート,Ethernet等をポート<br>(ラックマウントタイプ)<br>CPU性能:<br>Pentium160MHz以上<br>ハードディスク1Gbyte以上<br>メモリ 32Mbyte以上<br>シリアルポート6ポート以上<br>同期式通信ポート内蔵<br>バスポート PCI×2 ISA×6                          | 1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。<br>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。       |
| 合成処理装置                             | シリアルポート,Ethernet等をポート<br>(デスクトップタイプ)<br>CPU性能:<br>Pentium133MHz以上か同等<br>ハードディスク 340Mbyte以上<br>メモリ 16Mbyte以上<br>シリアルポート2ポート以上<br>パラレルポート1ポート以上<br>SCSI-IF内蔵<br>SCSI制御ドライバー           | 1台 | 通信制御装置から中継される複数のレーダ画像を受信し画像合成処理を行う。<br>また、合成画像を通信制御装置経由で各画像表示装置に配信する。                 |
| 画像表示装置                             | シリアルポート,Ethernet等をポート<br>(デスクトップタイプ)<br>CPU性能:<br>Pentium100MHz以上<br>ハードディスク 340Mbyte以上<br>メモリ 16Mbyte以上<br>シリアルポート2ポート以上<br>CRT解像度 1024 x 768ドット以上<br>CPTサイズ17インチ以上<br>マウス、キーボード付属 | 2台 | 各レーダで観測された画像データ、または合成処理された画像を受信し地図データ、マーカーデータとともに重ね合わせ表示をする。また、受信された画像の蓄積、再生、印字出力を行う。 |

表3-9 (2/6) 主要機材リスト

| 機材名                | 仕様   | 数量 | 使用目的                                      |
|--------------------|--|----|---|
| カラープリンター           | 1行136カラム以上、1分間に50行以上プリントできること<br>印刷色：7色以上  | 3台 | 画像表示装置で表示される画像データをカラーで印字出力する。             |
| 変復調装置<br>(2400bps) | インターフェース：RS232C<br>通信方式：全二重/半二重<br>伝送速度：2400bps<br>適用回線：専用回線                     | 1式 | 画像データを多重無線等を経由して画像表示装置に伝送する。              |
| 変復調装置<br>(4800bps) | インターフェース：RS232C<br>通信方式：全二重/半二重<br>伝送速度：4800bps<br>適用回線：専用回線                     | 1式 | カラチーイスラマバード間での画像データ交換を行う                  |
| 無停電電源装置            | 容量：1kVA<br>入力：<br>AC100V±10%単相,50Hz<br>出力：<br>AC100V±2%単相,50Hz<br>バックアップ時間：全負荷5分 | 4台 | 商用電源の停電あるいは、瞬断からハードディスクを備えるコンピュータ機器を保護する。 |

表3-9 (3/6) 主要機材リスト

| 機材名                                    | 仕様  | 数量 | 使用目的  |
|--|---|----|---|
| (2) レーダ画像伝送・表示システム (デラ・イスマイル・カン、レディカン) |   |    |   |
| 通信制御装置                                 | シリアルポート,Ethernet等をポート<br>(デスクトップタイプ)<br>CPU性能:<br>Pentium160MHz以上<br>ハードディスク 500Mbyte以上<br>メモリ 32Mbyte以上<br>シリアルポート3ポート以上<br>同期式通信ポート内蔵<br>バスポート PCI×1 ISA×3                                | 1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。<br>また、カラチまたはイスラマバードレーダに自局の画像データを伝送する。           |
| 画像表示装置                                 | シリアルポート,Ethernet等をポート<br>CPU性能:<br>Pentium100MHz以上<br>ハードディスク 340Mbyte以上<br>メモリ 16Mbyte以上<br>シリアルポート 2ポート以上<br>パラレルポート 1ポート以上<br>CRT解像度 1024 x 768ドット以上か同等<br>CRTサイズ 17インチ以上<br>マウス、キーボード付属 | 2台 | 各レーダで観測された画像データ、または合成処理された画像を受信し地図データ、マーカーデータとともに重ね合わせ表示をする。また、受信された画像の蓄積、再生、印字出力を行う。 |
| カラープリンター                               | 1行136カラム以上、1分間に50行以上プリントできること<br>印刷色:7色以上   | 2台 | 画像表示装置で表示される画像データをカラーで印字出力する。   |
| 変復調装置<br>(2400bps)                     | インターフェース:RS232C<br>通信方式:全二重/半二重<br>伝送速度:2400bps<br>適用回線:専用回線  | 1式 | 画像データを多重無線等を経由して画像表示装置に伝送する。  |
| 無停電電源装置                                | 容量:1kVA<br>入力:<br>AC100V±10%単相,50Hz<br>出力:<br>AC100V±2%単相,50Hz<br>バックアップ時間:全負荷5分  | 3台 | 商用電源の停電あるいは、瞬断からハードディスクを備えるコンピュータ機器を保護する。   |



表3-9 (4/6) 主要機材リスト

| 機材名                               | 仕様  | 数量 | 使用目的  |
|-----------------------------------|---|----|---|
| (3) レーダ画像伝送・表示システム (ラホール洪水予報センター) |   |    |   |
| 通信制御装置                            | シリアルポート,Ethernet等をポート<br>(デスクトップタイプ)<br>CPU性能:<br>Pentium160MHz以上<br>ハードディスク 500Mbyte以上<br>メモリ 32Mbyte以上<br>シリアルポート 3ポート以上<br>同期式通信ポート内蔵<br>バスポート PCI×1 ISA×3                                   | 1台 | レーダ画像データを受信し、<br>各画像表示装置に画像データを<br>配信する。  |
| 画像表示装置                            | シリアルポート,Ethernet等をポート<br>CPU性能:<br>Pentium100MHz以上<br>ハードディスク 340Mbyte以上<br>メモリ 16Mbyte以上<br>シリアルポート 2ポート以上<br>パラレルポート 1ポート以上<br>CRT解像度 1024 x 768ドット<br>以上か同等<br>CRTサイズ 17インチ以上<br>マウス、キーボード付属 | 1台 | 各レーダで観測された画像<br>データ、または合成処理され<br>た画像を受信し地図データ、<br>マーカーデータとともに重ね合<br>わせ表示をする。また、<br>受信された画像の蓄積、再生、<br>印字出力を行う。 |
| カラープリンター                          | 1行136カラム以上、1分間<br>に50行以上プリントできる<br>こと<br>印刷色: 7色以上  | 1台 | 画像表示装置で表示される<br>画像データをカラーで印字<br>出力する。   |
| 変復調装置<br>(2400bps)                | インターフェース: RS232C<br>通信方式: 全二重/半二重<br>伝送速度: 2400bps<br>適用回線: 専用回線  | 1式 | 画像データを多重無線等を<br>経由して画像表示装置に伝<br>送する。  |
| 無停電電源装置                           | 容量: 1kVA<br>入力:<br>AC100V±10%単相,50Hz<br>出力:<br>AC100V±2%単相,50Hz<br>バックアップ時間: 全負荷5分  | 2台 | 商用電源の停電あるいは、<br>瞬断からハードディスクを備える<br>コンピュータ機器を保護する。   |

表3-9 (5/6) 主要機材リスト

| 機材名                                       | 仕様   | 数量 | 使用目的  |
|---|--|----|---|
| (4) レーダ画像表示システム (イタガード国際空港、カフ国際空港、ホル国際空港) |  |    |   |
| 画像表示装置                                    | シリアルポート,Ethernet等をポート<br>CPU性能:<br>Pentium100MHz以上<br>ハードディスク340Mbyte以上<br>メモリー16Mbyte以上<br>シリアルポート2ポート以上<br>CRT解像度1024x768ドット以上 | 1台 | 各レーダで観測された画像データ、または合成処理された画像を受信し地図データ、マーカーデータとともに重ね合わせ表示をする。<br>また、受信された画像の蓄積、再生、印字出力を行う。 |
| カラープリンター                                  | 1行136カラム以上、1分間に50行以上プリントできること<br>印刷色:7色以上  | 2台 | 画像表示装置で表示される画像データをカラーで印字出力する。   |
| 変復調装置<br>(2400bps)                        | インターフェース:RS232C<br>通信方式:全二重/半二重<br>伝送速度:2400bps<br>適用回線:専用回線   | 1式 | 画像データを多重無線等を経由して画像表示装置に伝送する。  |
| 無停電電源装置                                   | 容量:1kVA<br>入力:<br>AC100V±10%単相,50Hz<br>出力:<br>AC100V±2%単相,50Hz<br>バックアップ時間:全負荷5分   | 1台 | 商用電源の停電あるいは、瞬断からハードディスクを備えるコンピュータ機器を保護する。   |

表3-9 (6/6) 主要機材リスト

| 機材名                         | 仕様   | 数量 | 使用目的  |
|-----------------------------|--|----|---|
| (5) レーダ画像伝送・合成処理システム ソフトウェア |  |    |   |
| 通信制御用<br>ソフトウェア             | <p>レーダ画像伝送制御に関する次の機能を実現すること</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. レーダからのデータ受信</li> <li>2. 表示装置向けのデータ配信</li> <li>3. 合成処理装置との連結</li> <li>4. ブロック伝送制御</li> <li>5. 画像圧縮機能</li> <li>6. エラーチェックコード付加処理</li> <li>7. 同期式通信の実現</li> </ol> | 1式 | レーダ画像の送受信、中継処理を行う。  |
| 合成処理用<br>ソフトウェア             | <p>レーダ画像伝送制御に関する次の機能を実現すること</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. レーダデータ入出力</li> <li>2. レーダデータ識別</li> <li>3. 座標系変換処理</li> <li>4. 画像合成処理</li> <li>5. 合成テーブル登録</li> <li>6. データマッピング処理</li> </ol>                                   | 1式 | <p>通信制御装置から各局のレーダ画像を受信し、合成処理を行う。</p> <p>合成処理をされたデータは再び通信制御装置経由で予報室航空気象台等に設置される画像表示装置に配信される。</p> |

表3-10 (1/1) 主要機材リスト

| 機材名                  | 仕様  | 数量                     | 使用目的  |
|----------------------|---|------------------------|---|
| (1) 気象通信システム         |   |                        |   |
| 1) マイクロ波<br>多重無線通信装置 |   |                        |   |
| 多重無線装置               | 周波数範囲：2GHz帯<br>回線容量：2Mbps<br>送信出力：1W  | 14台                    | 各気象レーダと近接のパキスタン電話局とを結び気象レーダのデータ、電話、ファクス信号を伝送する。   |
| 空中線                  | グリッドパラボラアンテナ<br>周波数帯：2GHz帯<br>定在波比：1.2 以下   | 14面                    | 多重無線通信装置からの変復調信号を対向局に向けて空間と整合させつつ送受信する。<br>空中線の直径は1.2-1.8mのものを想定。                               |
| 給電線                  | 挿入損失：100mあたり8.5dB以下<br>(2.4GHzにて)<br>定在波比：1.2 以下  | 14条                    | 屋内に設置された多重無線通信装置と空中線の間を結ぶ高周波信号伝送線。外導体の直径は22.2mm(7/8インチ)を想定。                                     |
| 同軸避雷器                | 挿入損失：0.1dB以下<br>定在波比：1.2 以下   | 14個                    | 屋外に設置された空中線及び給電線に誘起し、屋内ケーブルまで到来した雷サージを低減させる。  |
| 2) 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<br><br>デジタルインターフェース(64kb/s)<br><br>デジタルインターフェース(V.24)<br><br>4W アナログインターフェース | 13式<br><br><br><br>26台 | データ信号、音声信号等をPCM符号に変換し、2.048Mb/sに多重化する装置である。   |
| 3) 電話機               | プッシュボタン及びダイヤルパルス方式切り替え可能  | 26台                    | 業務上の連絡に使用する。  |
| 4) 模写電送装置            | G-III   | 13台                    | 気象資料の伝送に使用する。   |
| 5) 直流電源装置            |   |                        |   |
|                      | 30A   | 13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。 |
| 蓄電池                  | 130AH (Rawal Pindi局のみ170AH)   |                        |   |
| 耐雷変圧器                | 5kV   |                        |   |

## 2. 施設の基本計画

### 1) 敷地・配置計画

気象レーダ塔は、基本的にレーダ観測官と予報官がレーダ画像表示装置及びレーダ操作コンソールで作業を行う場合、北に向かって作業を行うことが作業能率上及び観測官と予報官の方向感覚上最適であるとされている。これはレーダ画像表示装置・レーダ操作コンソール等に表示されるレーダ画像の画面上部が北であり、観測官と予報官が向いている方角と一致するため、各業務が効率良く行えるメリットがある。そのため各レーダ塔の配置は、レーダ画像表示装置・レーダ操作コンソール等の背が北側となるよう、施設計画を行う。

#### デラ・イスマイル・カーン

デラ・イスマイル・カーンサイトは、パキスタン気象局のデラ・イスマイル・カーン地方観測所敷地内にある。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。また敷地の北側が緩やかに傾斜して低くなっているため、サイトは観測所敷地内の南側に確保されている。周りには特に高い既存施設はないが、敷地内の樹木が14～15m程度の高さがあり、レーダ塔がこれらの樹木よりも高くする必要がある。インフラストラクチャーの整備については電気及び電話設備は敷地内にあるが、水道は無く現在も井戸水を使用している。そのため建設工専用井戸を、デラ・イスマイル・カーンレーダ塔においては、工事完了後に給水設備として使用することとする。

#### ラヒムヤル・カーン

ラヒムヤル・カーンサイトは、民間航空公団所有のラヒムヤル・カーン空港の敷地内であり本計画施設と建設中及び既存施設との取り合い、特に空港施設、管制塔、空港内の通信・無線施設、埋設線等及び航空機の進入・出路との関係には慎重かつ綿密なる検討が必要である。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。現在もターミナルビル及び管制塔は建設中で、1997年中には完成予定である。サイトに近接して、給水塔及び受電設備施設が建設予定であり、本計画とラヒムヤル・カーン空港整備が終了した後、気象レーダ塔はこの地域と空港の安全を確保する重大な任務を担うこととなる。また空港整備が完成後は、空港施設より電気・電話・給水等は受給可能である。サイトが、空港構内であるためパイロットに対する気象情報のブリーフィング等も可能であり、本計画の裨益効果を発揮させる上でも適地である。

## 2) 建築計画

### a. 平面計画

平面計画では、シンメトリーに近い平面形とし、偏心をさけることにより安定した建物の構造設計が可能となるよう配慮した。塔中心部の平面計画は、構造体を外部に出すことにより部屋の使い勝手をよくし、また避難路でもある階段室内部に柱及び梁型を出さないように平面計画を行った。

施設のグレードについては、現地にて一般的に採用されている工法・資材を採用するため、標準的グレードの施設となる。

レーダ塔の各床面積、収容人員、面積算定根拠及び既存施設との比較等を下記の表に表す。

レーダ塔各室の概要と収容機器

| 部 屋                   | 床面積<br>m <sup>2</sup> | 収容人員<br>人  | 設置レーダ機器、部屋の機能  |
|-----------------------|-----------------------|------------|--|
| (屋上)                  | (84.60)               | —          | 空中線装置、レーダアンテナ、レドームを設置                                    |
| レーダ機械室                | 31.50                 | 昼 4<br>夜 3 | AC (15000Kcal) x2台、レーダ送受信機、<br>電圧安定装置、無停電電源装置、信号処理装置設置   |
| レーダ観測室                | 31.50                 |            | AC (15000Kcal) x2台、レーダ運用操作装置、<br>画像表示装置、気象通信装置、無停電電源装置設置 |
| 解析室                   | 20.25                 | 3          | オンラインでレーダ情報の届かない地域のため<br>にレーダエコースケッチを解析し、電報文を<br>作成      |
| 資料室                   | 11.25                 | —          | 解析後のレーダエコースケッチやフロッピー等<br>を保存                             |
| 維持管理室                 | 20.25                 | —          | 予備部品、測定器及び特殊工具の収納、修理作<br>業スペース                           |
| 倉庫                    | 11.25                 | —          | オイル、グリース等消耗品及び清掃用具の収納<br>施設スベアパーツ保管                      |
| 電気室                   | 9.740                 | —          | 施設用受電盤及び分電盤、ケーブルラック                                      |
| 予備電源室                 | 31.82                 | —          | 予備発電機、周辺機器及びサービスタンク等の<br>設置                              |
| 気象予報室<br>(デラ・イヌイト・カン) | 31.82                 | 昼 3<br>夜 2 | レーダ画像表示装置、天気図作成器具、<br>執務スペース、パイロットに対する<br>ブリーフィングスペース等   |
| ブリーフィング室<br>(ラムキル・カン) |                       |            |  |
| ポンプ室                  | 14.16                 | —          | 受水槽タンク (FRPm <sup>2</sup> )、揚水ポンプ、点検ス<br>ペース             |
| ダイキタン                 | 7.50                  | 1~2        | 湯沸レンジ、キッチンセット、食器棚  |
| その他                   | 96.33                 | —          |  |
| 合計                    | 314.37                |            |  |

部屋面積算定根拠及び既在施設との比較

| 部 屋               | 床面積<br>m <sup>2</sup> | 部屋面積算定根拠  | 既在施設   |          |
|-------------------|-----------------------|---|--------|----------|
|                   |                       |   | 上 ｶﾌﾞﾈ | 下 ｲｽﾀｰﾄﾞ |
|                   |                       |   |        |          |
| (屋上)              | 84.6                  | レーダアンテナ及びレドーム等の設置スペース、全周点検スペースとして、84m <sup>2</sup> 程度必要となる。   | 83.0   | 〃        |
| レーダ観測室            | 31.5                  | 必要機器・機材の設置スペース、及び執務スペースとして7~8m <sup>2</sup> /1人必要となり、最大4人として30m <sup>2</sup> 程度とする。                                     | 32.0   | 〃        |
| レーダ機械室            | 31.5                  | 必要機器・機材の設置スペース、及び執務スペースとして7~8m <sup>2</sup> /一人必要となり最大4人として30.0m <sup>2</sup> 程度とする。                                    | 32.0   | 〃        |
| 解析室               | 20.25                 | 職員3名を収容し、一人当たりの占有面積を6~7m <sup>2</sup> とし、計20m <sup>2</sup> 前後とする。   | 20.7   | 〃        |
| 資料室               | 11.25                 | 解析室に隣接し、気象観測記録として適切な10年分のデータを収容するのに十分な広さとする。  | 11.3   | 〃        |
| 維持管理室             | 20.25                 | 予備部品、特殊工具等の収容スペースとして10.0m <sup>2</sup> と想定される。機械の修理作業も同室にて行いそのスペースとして10m <sup>2</sup> を見込み、2名分で20m <sup>2</sup> が必要である。 | 32.0   | 34.1     |
| 倉庫                | 11.25                 | オイル・グリース等の消耗品、清掃用具及び建物維持管理のためのスペアパーツの保管場所として、11.0m <sup>2</sup> 程度とする。  | 15.0   | 〃        |
| 電気室               | 9.74                  | 主配電盤、電源用各種パネル、ケーブルラック、圧力ポンプ等の機器収容スペースとして、10m <sup>2</sup> 程度必要である。  | 12.4   | 〃        |
| 予備電源室             | 31.82                 | 60KVAの発電機、デイトンク(420ℓ)、自動切換盤を収容することから30m <sup>2</sup> 強のスペースが必要である。  | 34.1   | 〃        |
| 気象予報室<br>ブリーフィング室 | 31.82                 | 必要機器・機材の配置スペース、及び執務スペースとして、30.0m <sup>2</sup> 程度必要である。(職員3名(昼)が作業し、一人当たりの占有面積を6~7m <sup>2</sup> として算出)                  | —      | —        |
| ポンプ室              | 14.16                 | 受水槽FRP(0.5m <sup>2</sup> )、揚水ポンプ設置スペース、及び6面点検スペースとして、14.0m <sup>2</sup> 程度必要。   | 14.4   | 〃        |
| キッチン              | 7.5                   | 湯沸スペース及び食器棚等の設置スペースを確保すると、7.0m <sup>2</sup> 程度必要である。  | —      | —        |

## b) 断面計画

### ① 塔の高さ及び階高

#### ・デラ・イスマイル・カーン

デラ・イスマイル・カーンサイトは、隣接して高さ13.5mの高架水槽塔及びサイト内には、高さ約10mの既設観測所と高さ14～15m程度の樹木があり、レーダ塔がこれらの樹木よりも高くする必要がある。

#### ・ラヒムヤル・カーン

ラヒムヤル・カーンサイトは、現在も建設中であるターミナルビル及び管制塔、またサイトに近接して給水塔及び受電設備施設が建設予定である。管制塔及び給水塔は高さ約13mとなる予定で、管制塔上部には更にアンテナ等が設置されるため、気象レーダ施設は最低でも15m程度の高さの確保が要求される。

以上のようにレーダーの必要とする設置高さは、最低でも15m程度の高さが必要であり、また通信回線構築上及び通信回線の必要品質確保の面からも、更に1m程度のクリアランスが必要とされるため、地盤面から最上階スラブまでの必要高は約16mとする。

標準階高については、推定される機器の高さ、寸法、天井裏配線スペース等を考慮したレーダー機械室及びレーダー観測室の適正階高寸法は3.5mであり、高層部はこれを標準階高とする。

1階各室について、予報室は通常の執務空間を確保し、予備電源室は発熱を考慮に入れ、天井高を高くする目的から階高を4.0mと設定する。また地盤面より1階スラブまでの高さは、大雨及び洪水等を考慮して60cmの高さとした。

その他の諸室については、中2階との関係を考慮し1階における建具高さを2.0m、中2階の建具高さを1.8mを確保しつつ十分な天井高さが得られる階高として、1階を2.6m、中2階を2.4mと設定し、全体として1階の階高を5.0mとした。

以上により塔は、中2階を含めて地上4階建て、屋上スラブまでの高は地盤面より16.1mとなる。

### ② 階数

必要諸室を確保するため、1階階高を5.0mとして中2階を設け、そこに維持管理室、倉庫を配した。

また、中2階に当たる1階部分には、2重天井不要室を配することで、1階の階高を4.0m+1.0m=5.0mとすることが、可能となった。

平面的な増床による建設コストの上昇を極力避け、経済的な建設コストが実現できる。

以上より、当該施設は地上4階（中2階付）にて計画する。

### ③ 天井

レーダー機械室及びレーダー観測室は、ケーブルラックの上にとまる埃から機器を守り、部屋の気密性を高めること、また機器から発生する騒音を減ずることを主目的として、吸音声の高いボード貼りの天井を設



ける。この2室には空調設備を設けるので、冷暖房効果を高める上でも天井貼りは有効である。高さは推定される機器の寸法より2.7m前後とする。

#### ④ レドームとレーダー機械室

レドーム及び空中線装置の基礎は屋上床スラブと一体とし、レドーム・空中線装置の荷重は屋上スラブ中央部に設ける小梁に負荷させる。レドームの基礎は外部防水層の立ち上がり部を兼用させ、レドーム内部床は簡易な防水処理を施す。レドーム内部及び外部屋上へのアクセスはそれぞれ下階からのタラップ、ルーフハッチにより行う。

#### ⑤ 機器の搬入方法

レーダー機械室及びレーダー観測室へ外部から機器を直接搬入する方法は、当該室に大きな開口部を設けねばならず、気密性・防塵性の観点から好ましくない。従って、機器の搬入は隣接する階段室を通して行うこととし、最上階のレーダー機械室から半階分降りた階段室踊場の外に搬入用バルコニーを設けて屋上スラブ下、バルコニー上部に搬入用フック（2トン用）を突出して設ける。

#### c. 立面計画

柱・梁を外壁側へ出し、構造形態をアピールする立面計画とした。これにより、室内側及び階段室には柱型がでないため機器や家具等のレイアウトと室内の使い勝手及び階段での上り下りを容易とした。

#### d. 材料計画

外部仕上げ、内部仕上げの材料はメンテナンスを考慮して、全て現地調達が可能なものから選定した。

|      |    | 仕上げ・工法  |
|------|----|---|
| 外部仕上 | 屋上 | 防水モルタル厚サ30下水<br>アスファルト防水<br>断熱材厚サ30押さえコンクリート打<br>セメントタイル敷           |
|      | 外壁 | 素焼きレンガ積み<br>モルタル金ゴテ厚サ20下敷き<br>色付セメント吹付                              |
| 内部仕上 | 床  | マーブルタイル貼<br>モルタル金ゴテ、エボシキ防塵ペイント<br>ビニールタイル貼                          |
|      | 壁  | モルタル金ゴテ 床面より1.8mまでビニールペイント塗<br>その他エマルジョンペイント塗<br>100角タイル 床面より1.5mまで |
|      | 天井 | 石膏塗 エマルジョンペイント塗<br>無機質吸音板 (システム天井下地)                                |
| 建具   | 外部 | アルミ製窓<br>アルミ製レジスターガラリ<br>アルミ製ドア                                     |
|      | 内部 | 木製建具  |

|      |    | 採用理由  | 現地工法         |
|------|----|---|--------------|
| 外部仕上 | 屋上 | 外気温が高温50度に達するため、断熱材は不可欠である。従って断熱層厚サ30mmを確保し、防水材として最も信頼のおけるアスファルト防水を施し、保護のためモルタル及びセメントタイルにて施工する。 | 全て現地調達可能である。 |
|      | 外壁 | 1階を化粧積レンガ、2階以後を構造用レンガ積みとする。施工性及び精度の点からいずれも現地に一般的に用いる材料であるため信頼性が高い。                              | 全て現地調達可能である。 |
| 内部仕上 | 床  | 耐久性、維持管理に優れた材料を適材適所に使用する。エントランス廻りはマーブルタイル貼、執行室にはビニールタイル、また塵等を嫌う部屋には防塵ペイント仕上げとする。                | 全て現地調達可能である。 |
|      | 壁  | 耐久性を重視しモルタル金ゴテとし、汚れが目立つ部分にはビニール系の塗装(床面より1.8m)、それ以上をエマルジョン系塗装とする。また化粧室には100角タイル(床面より1.5m)を使用する。  | 全て現地調達可能である。 |
|      | 天井 | 居室に共される部屋には空間の環境を高めるために、無機質吸音板を使用する。その他の部屋は、直天井とし石膏塗及びエマルジョンペイント塗りとする。                          | 全て現地調達可能である。 |
| 建具   | 外部 | 耐久性、扱い易さ、精度の点から全てアルミ製とる。  | 全て現地調達可能である。 |
|      | 内部 | 施工性、維持管理の点から木製・オイルペイント塗りとする。  | 全て現地調達可能である。 |

### 3) 構造計画

#### a. 構造設計基準

パキスタン国の建築基準法は、英国基準（BS）に準拠して定められたものであるが、構造に関してはパキスタン国独自の設計基準は確立されていない。またパキスタン国は欧亚地震帯に属する地震国であるが、英国基準そのものが地震国を対象としていないため、地震力の計算については特にアメリカ合衆国の設計基準であるUBC規格(United Building Code, 1982)をベースに計算を行うことを勧めている。従って、本施設の構造設計は地震力に関してはUBC規格を採用し、風圧力及び地震力については実測値に基づきその外力の設定を行い、パキスタン国の実状にあった設計を行うこととする。また必要に応じて、日本の建築基準法、日本建築学会設計基準(AI)を参考にする。

#### b. 架構形式

架構はパキスタン国の一般的構法である鉄筋コンクリート・ラーメン構造とする。

床版は鉄筋コンクリート造とし、外壁及び間仕切壁は素焼きブリック構造（厚さ226mm）とする。

#### c. 基礎

敷地内の地質調査の結果、地盤面より3mを支持層とした直接基礎（べた基礎）とする。

#### d. 構造設計基準

##### ・応力計算

弾性解析とする。

##### ・断面設計

鉄筋コンクリート造は弾性設計法を適用し、日本建築学会「鉄筋コンクリート構造計算基準」に基づき設計する。

#### e. 設計用荷重・外力等

##### ・固定荷重

建築構造材・仕上げ材の自重を全て計算する。また特殊固定荷重として屋上に架設されるレドーム及び空中線制御装置の推定総重量約3トンを見込む。

##### ・積載荷重

レーダ塔内のほとんどの部屋は、機器を収容するかあるいは倉庫としての貯蔵機能を持つものであるため、積載荷重は屋上を除き一率とする。日本国における通信機械室の積載荷重と同程度とみなし、以下を採用する。

|          |                        |
|----------|------------------------|
| 床スラブ・小梁用 | : 500kg/m <sup>2</sup> |
| ラーメン用    | : 400kg/m <sup>2</sup> |
| 地震用      | : 300kg/m <sup>2</sup> |

また、屋上はレドームのメンテナンス要員が歩行するものとして、日本国建築基準法に基づき、それぞれ180、130、60kg/m<sup>2</sup>とする。

#### ・風荷重

デラ・イスマイル・カーン測候所で過去27年間に記録された最大風速は約20m/sであり、ラヒムヤル・カーンから最も近くにあるカンプール測候所では過去27年間に記録された最大風速は約14m/sである。従ってデラ・イスマイル・カーンにおける最大風速値20m/sを風荷重計算用の設計基準風速として採用し、また安全率を考慮する。

#### ・地震力

アメリカ合衆国の設計基準であるU B C規格に基づき算出する。パキスタン国における地震加速度図は図3-6に示すとおりであるが、デラ・イスマイル・カーンは地震加速度 $g/15 \sim g/20$  (マイナー地域) に属し、またラヒムヤル・カーンは地震加速度 $g/20$  または  $g=1,000\text{cm/sec}^2$  (ネグリジブル地域) に属していることが分かる。従って両地域とも同じ地域係数を採用することとし、地震力計算基準の地域係数(Zonal Factor)を $Z=1$ として、標準剪断力係数 $C_0=0.05$ を採用する。

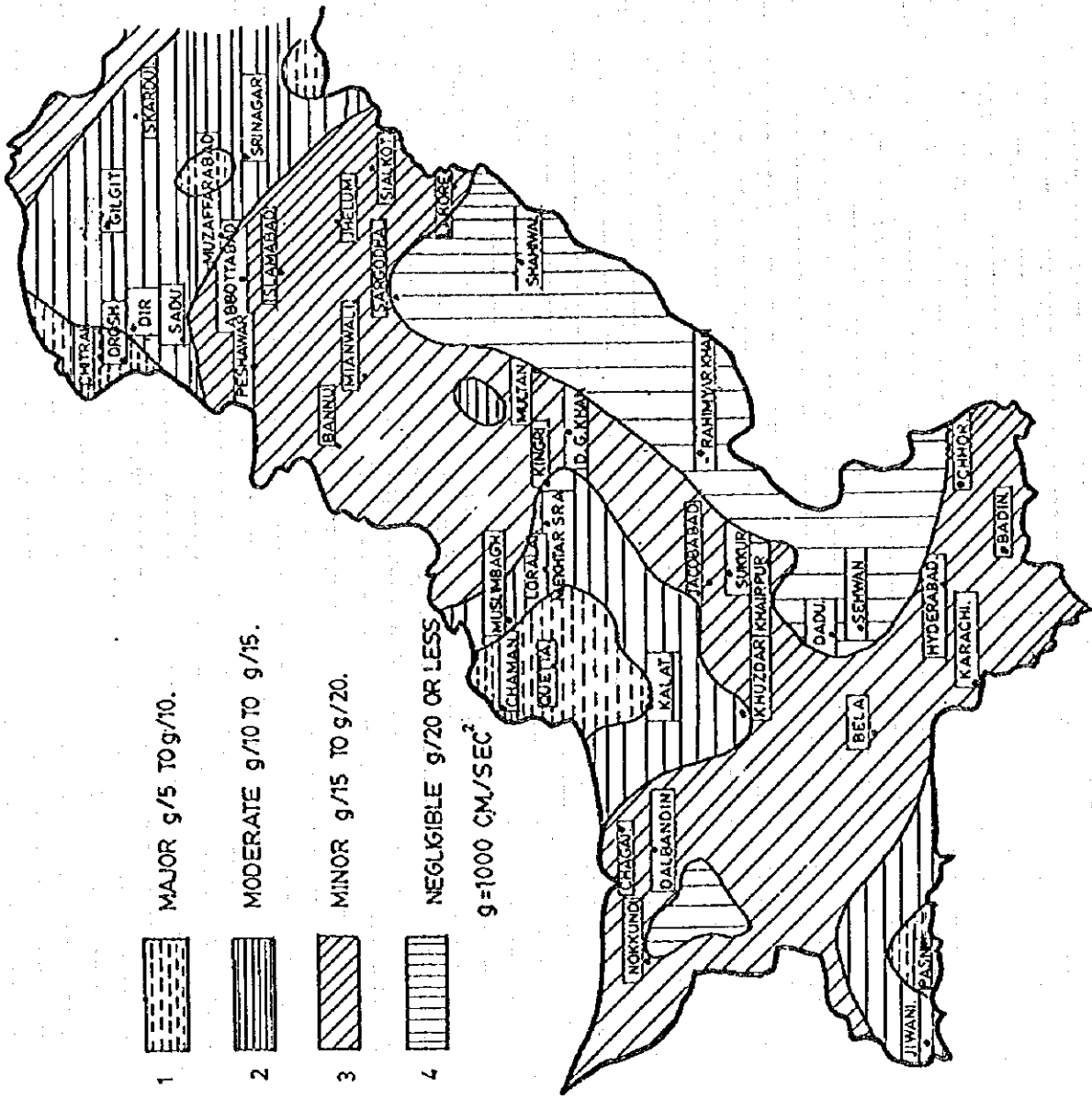


図3-6 パキスタンの地震加速度図

#### ・地耐力

各敷地の地盤状況は、施設建設には特に問題となる懸案はなく、建設予定地の地質はデラ・イスマイル・カーン及びラヒムヤル・カーンにおいては粘土質シルト層であり、砂は少ない。計画地周辺でのボーリングデータによれば、独立基礎では安全な地耐力が得られない。しかし基礎タイプをスプレッドフーチングにした場合、デラ・イスマイル・カーン及びラヒムヤル・カーン共に地耐力を20トン/m<sup>2</sup>程度期待できる結果となっているため、この値を基本設計用の地耐力として採用し安全率を考慮して設計を行った。また基礎根入れ深さは両計画地共に調査結果に従い3mで設定した。しかしながら、ラヒムヤル・カーンサイトは深さ3m～5mの間に軟弱な地盤があるため、基礎施工前に深さ5mまで掘削し、厚さ2mにわたり換土の必要がある。

#### f. 使用構造材料と材料強度

##### ・コンクリート

普通コンクリートを使用する。

設計基準強度  $F_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  (28日圧縮強度)

##### ・鉄筋

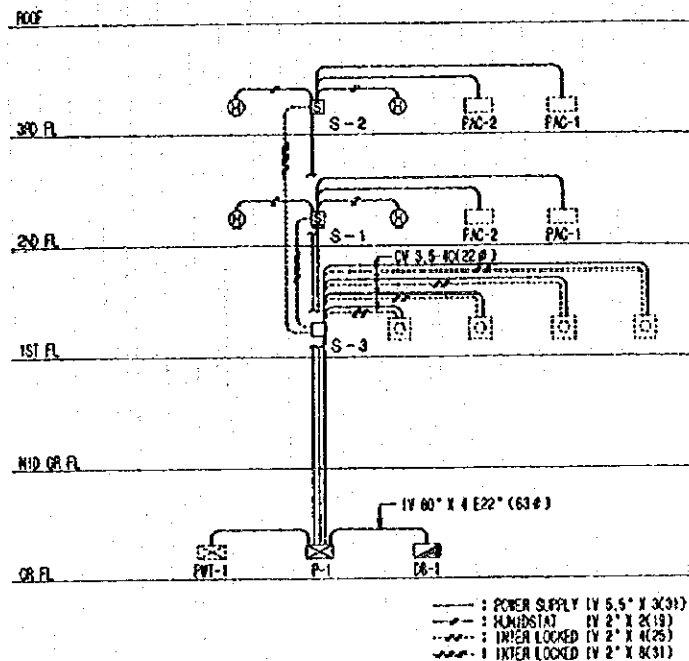
| 鉄筋   | 規格       | 降伏強度 (MPa) |
|------|----------|------------|
| 異形鉄筋 | グレード 235 | 235MPa     |
|      | グレード 275 | 275MPa     |

#### 4) 電気設備計画

##### a. 電力引込設備

電力引込設備は、低圧配電盤までの引込工事、配線、入線工事をパキスタン国負担工事とする。400V、50Hzの低圧電力設備は、計画敷地内にハンドホールを設け、ハンドホールからグランドフロアに設置される低圧配電盤との間は地中配管150mm<sup>φ</sup>を埋設する。

電気定格は3相4線、50ヘルツ2回線とする、また電気設備計画は下記の系統図の通りである。



##### b. 自家発電機設備

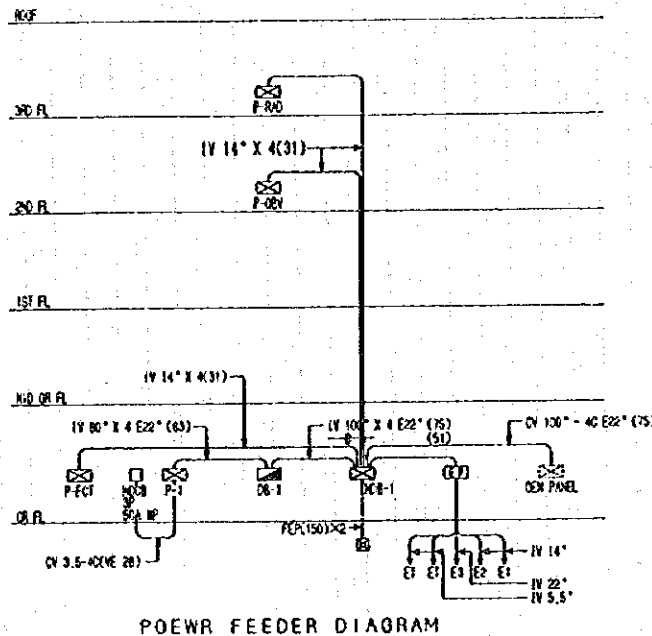
レーダ機器、最低限必要な一般照明及び空調設備等を運用するための商用電源停電時のバックアップ設備として、自家発電機設備を各サイトに設置する。燃料タンク容量は、約8時間連続運転が可能となる容量とし、400リットルのサービスタンを設置することとする。

容量：60KVA

電圧：3PH4W, 400V, 50Hz

c. 幹線・動力設備

外部配管及び地中配管は対塩腐性を考えポリエチレン系パイプを使用する。建物内部は鉄製配管方式とする。空調機等は個別発停方式とし、天井扇、換気扇の発停は手動操作で行う。幹線・動力設備計画は下記の系統図の通りである。



d. 電灯・コンセント設備

配線はパキスタン国の電気設備技術基準及びBS配線規定を適用する。使用電圧は単相230Vとし、すべての器具類には接地極を設ける。配管はパキスタン国にて通常使用されてる鉄製鋼管とする。照明器具はエネルギー消費の少ない蛍光灯を主体とし、建物の使用目的によっては一部白熱灯を使用する。また気象レーダ塔屋上には、航空障害灯を設置する。

各室の照度基準は下記の程度とする。

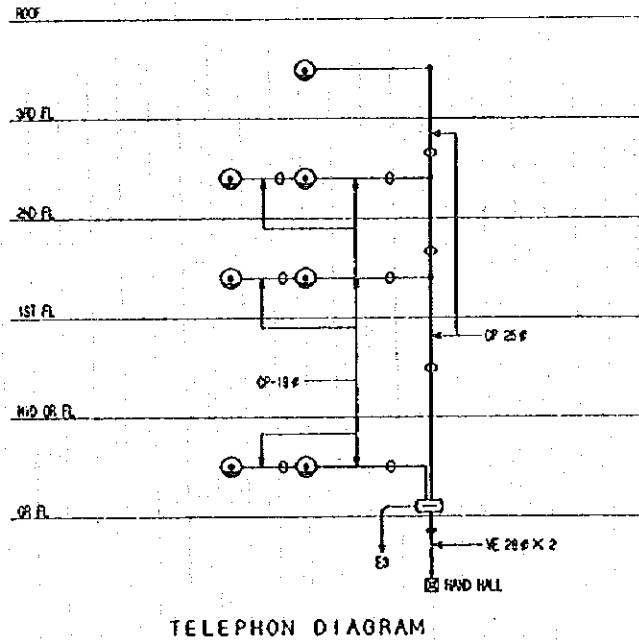
|        |       |         |       |
|--------|-------|---------|-------|
| レーダ機器室 | 400Lx | 発電機室    | 250Lx |
| 観測室    | 400Lx | ポンプ室    | 300Lx |
| データ室   | 350Lx | 電気室     | 250Lx |
| 解析室    | 350Lx | メンテナンス室 | 350Lx |
| 予報室    | 400Lx | その他     | 200Lx |

一般電源のコンセントはスイッチ付のものとし、8mから10m間に2口用1個を設置する。また壁掛換気扇用は1口用を設置する。



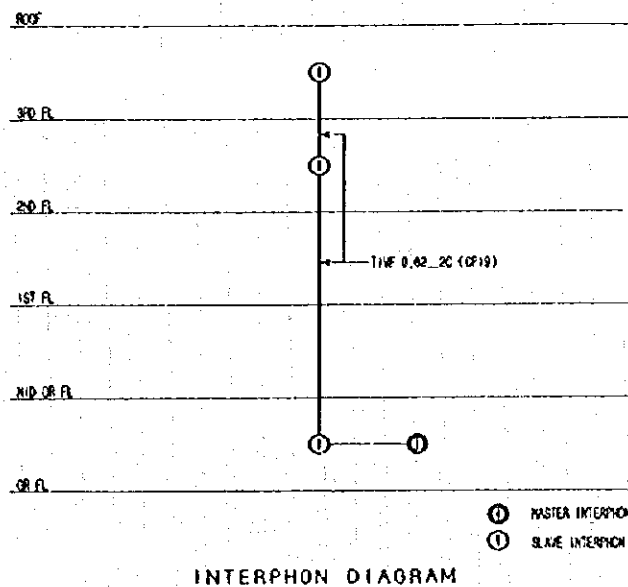
e. 電話空配管設備

敷地内にハンドホールを設置し、ハンドホールから建物内に設ける端子盤迄はビニル系空配管28mm<sup>φ</sup>以上のものを設ける。端子盤から各電話アウトレット間は鉄製空配管とし呼び線を入線する。配線・入線工事はパキスタン電信電話会社が行い、パキスタン国側の負担工事とする。電話空配管設備計画は下記の系統図の通りである。



f. インターホン設備

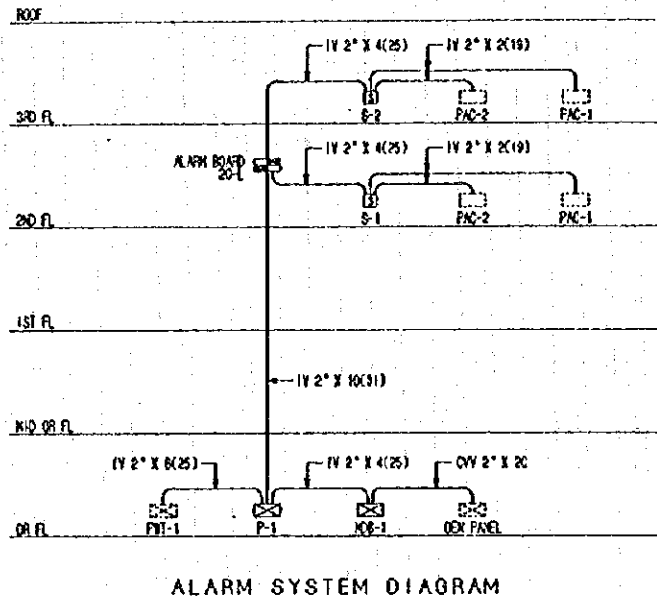
現業部門（レーダ機器室、観測室、予報室）の夜勤職員と夜間の来訪者の防犯管理のため、1階の玄関口及び各現業室内にインターホン設備を設置する。インターホン設備計画は下記の系統図の通りである。



g. 警報設備

警報盤20窓を設ける、下記設備の警報を出し表示する。警報設備計画は下記の系統図の通りである。

- No. 1：エアコン（ユニット）の故障及びオーバーヒートの警報及び表示
- No. 2：発電機の故障及びオーバーヒート警報及び表示
- No. 3：低圧配電盤の故障及びオーバーヒートの警報及び表示
- No. 4：高架水槽の水位満水、減水、空水槽の警報及び表示



h. 接地設備

3階と4階に機器用接地端子を設け、接地線5.5sq以上を、グランドフロアーに設ける設置用端子盤に接続し接地する。

電気室内機器の接地工事は接地端子盤を経て接地し、電話設備用設置工事は屋外敷地内に接地極を設け端子盤（T-1）迄配線する。

i. 避雷針設備

屋上に接地ボックスを設ける。建物内は銅線2.6mm<sup>φ</sup>×17、ビニル管28mm<sup>φ</sup>で配線し、試験用端子盤を経て接地する。レドームに付帯している避雷針から、屋上接地ボックスまでの接続は機器工事ポジションとする。

5) 給排水衛生設備計画

a. 給水設備

上水引込は水道量計測メーター経由で構内に導かれる。敷地内3/4インチゲートバルブまでの引き込み工事はパキスタン国負担とする。3/4インチ水道管より受水槽（強化プラスチックタンク）に流入される。圧送方式により給水を行う。

b. 排水設備

排水は汚水、雑排水の2系統に分ける。また雨水排水工事は建築工事に含むものとする。  
汚水は浄化槽で処理し、浸透井に流入する。雑排水は、直接浸透井に流入する。

c. 衛生器具設備

大便器、洗面器等必要箇所に使用する。

d. 消火器は、必要箇所に設置する。

6) 空調・換気設備計画

レーダ機器室・レーダ観測室には、大型の冷房設備を設置する。また予報室にも、レーダ画像表示システムが設置されるため冷房設備を設置する。

a. 環境条件

・外気条件

夏期 50℃ (最大外気温)

・内部条件

夏期 気温：25℃ 湿度：50%

b. 空調機

空調機器は、パッケージシステムとする。省エネ及び目的用途の面から個別方式とする。空調設備の屋外機は、施設屋上へ設置する。

c. 換気設備

湯沸室及び便所などの臭気の生ずる部屋には、天井扇を設置し強制換気を行う。その他の部屋は、適切な室内環境を保持する必要があると思われる部屋に換気設備を設ける。

7) 施設の基本設計図面

a. デラ・イスマイル・カーン

|          |      |           |      |
|----------|------|-----------|------|
| ・配置図     | A-01 | ・平面図      | A-02 |
| ・立面図・断面図 | A-03 | ・レーダ機器配置図 | A-04 |

b. ラヒムヤル・カーン

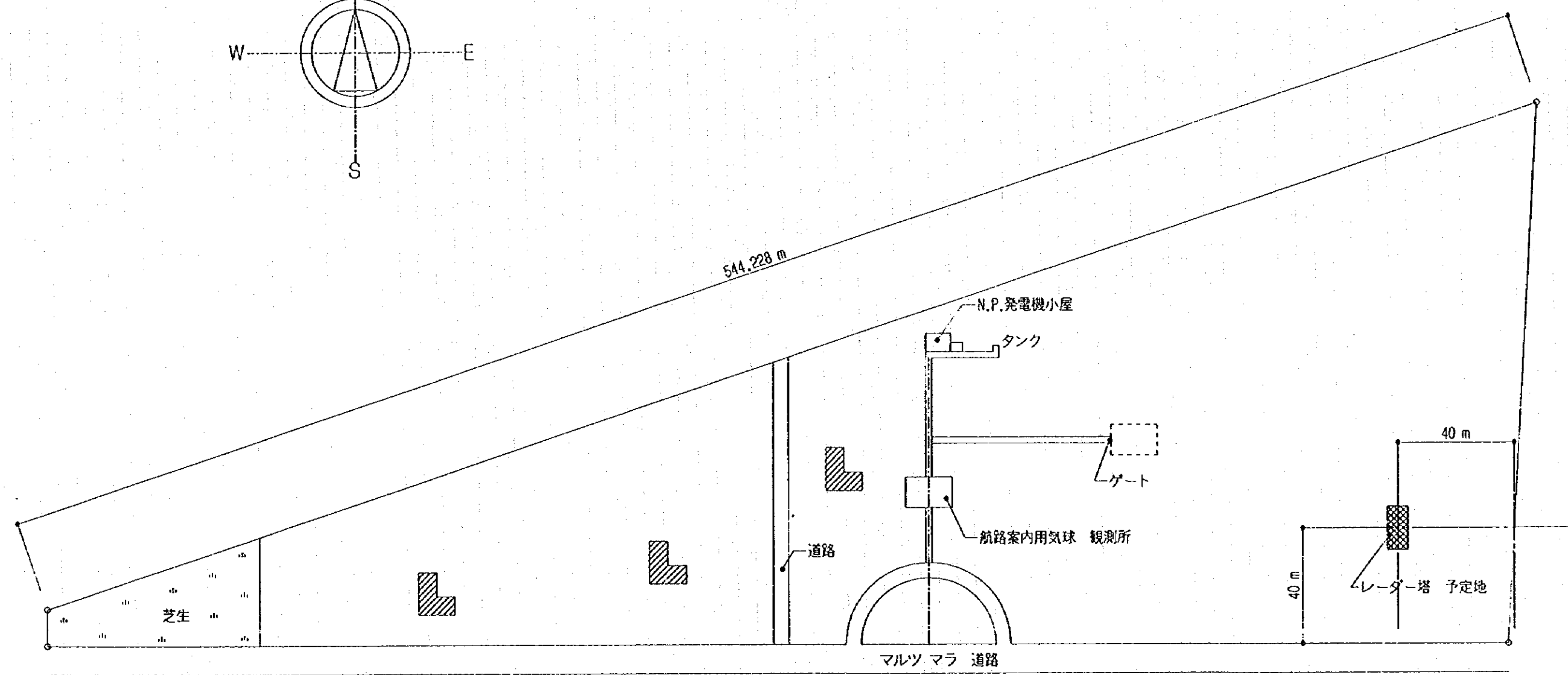
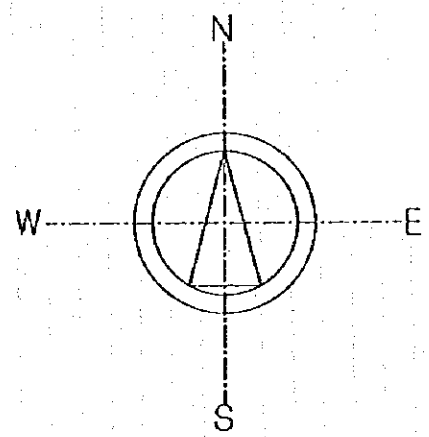
|          |      |           |      |
|----------|------|-----------|------|
| ・配置図     | A-05 | ・平面図      | A-06 |
| ・立面図・断面図 | A-07 | ・レーダ機器配置図 | A-08 |

c. カラチ (施設は既設)

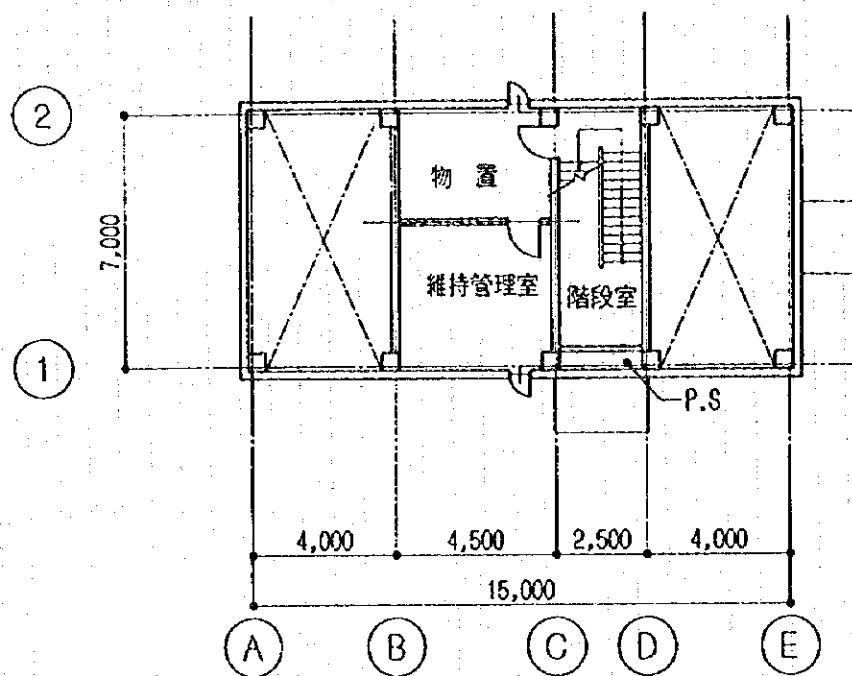
・レーダ機器配置図 A-09

d. イスラマバード (施設は既設)

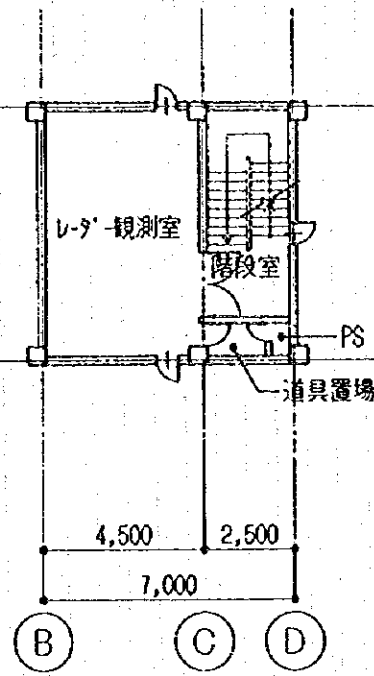
・レーダ機器配置図 A-10



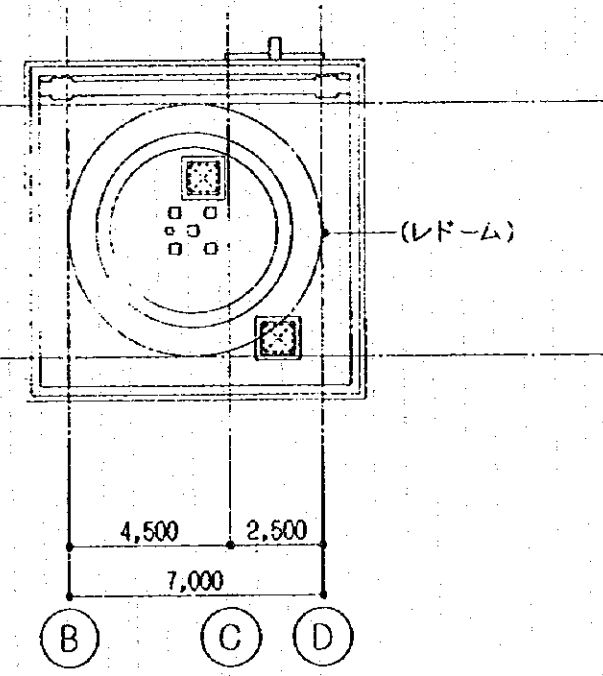
配置図



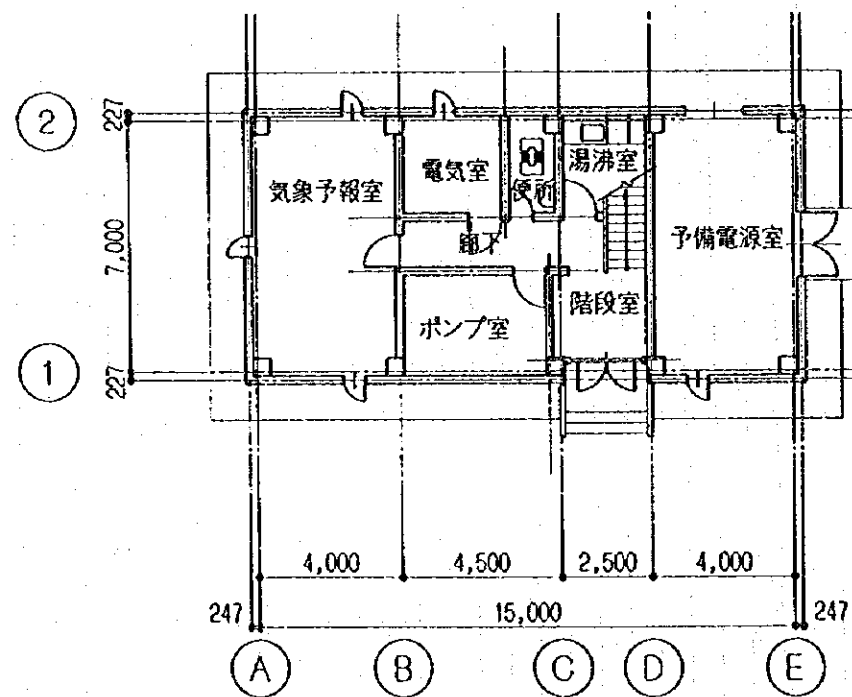
中2階 平面図



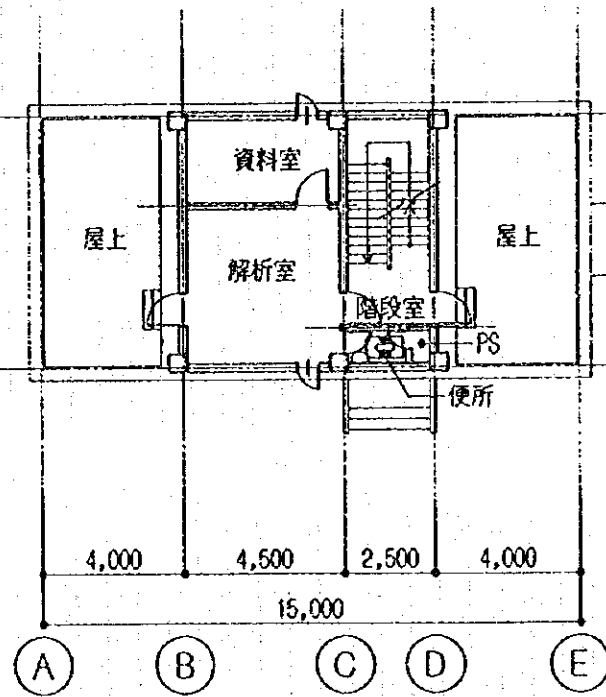
3階 平面図



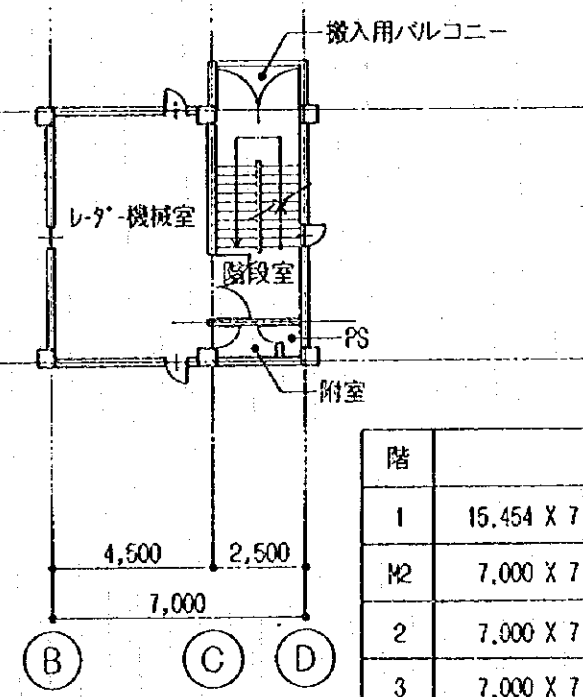
屋根伏図



1階 平面図



2階 平面図



4階 平面図

| 階  | 面積             | 床面積     |
|----|----------------|---------|
| 1  | 15.454 X 7.454 | 115.194 |
| M2 | 7.000 X 7.454  | 52.178  |
| 2  | 7.000 X 7.000  | 49.000  |
| 3  | 7.000 X 7.000  | 49.000  |
| 4  | 7.000 X 7.000  | 49.000  |
| 合計 |                | 314.372 |



**Japan Weather Association**  
 International Affairs Dept. : Sunshine 60 Bldg., 55F, 3-1-1, Higashi Ikebukuro,  
 Toshima-ku, Tokyo, 170 Japan  
 Tel. +81-3-5958-8161 Fax. +81-3-5958-8162 E-mail kokusai@jwa.go.jp

PROJECT:

D. I. カーン レーダー塔

DRAWING TITLE:

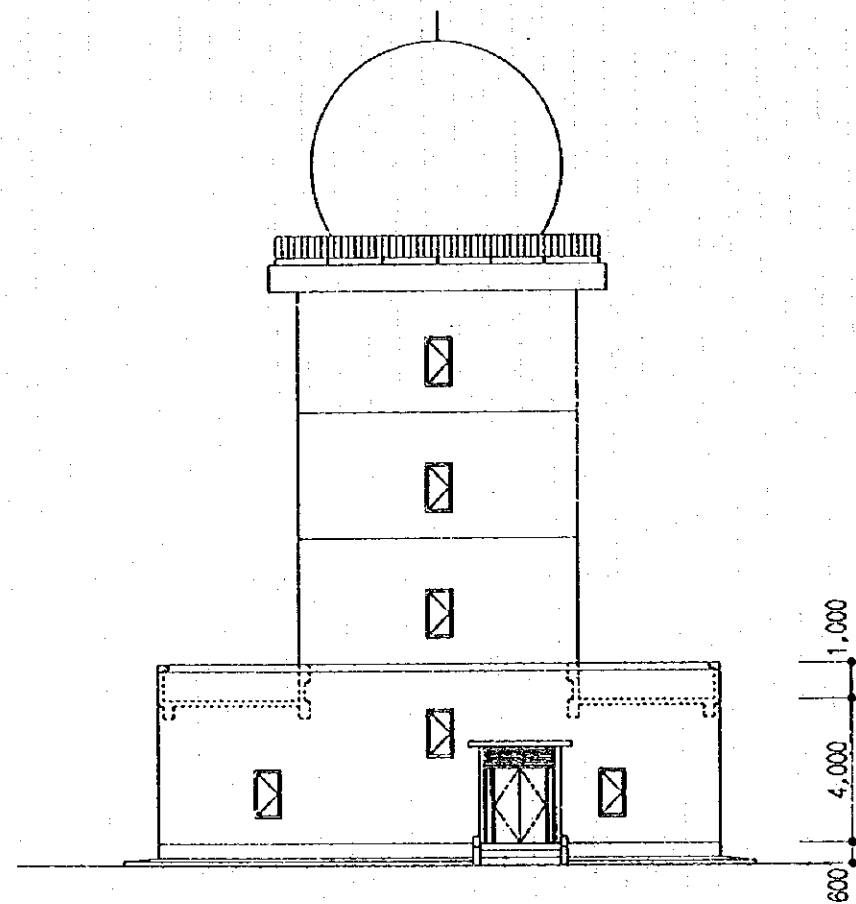
平面図

SCALE:

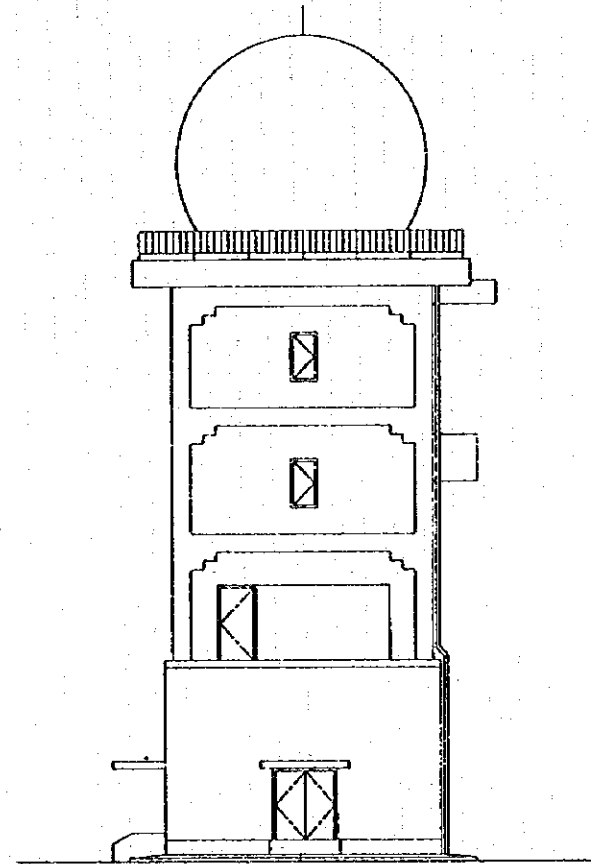
1:200

DRAWING No.

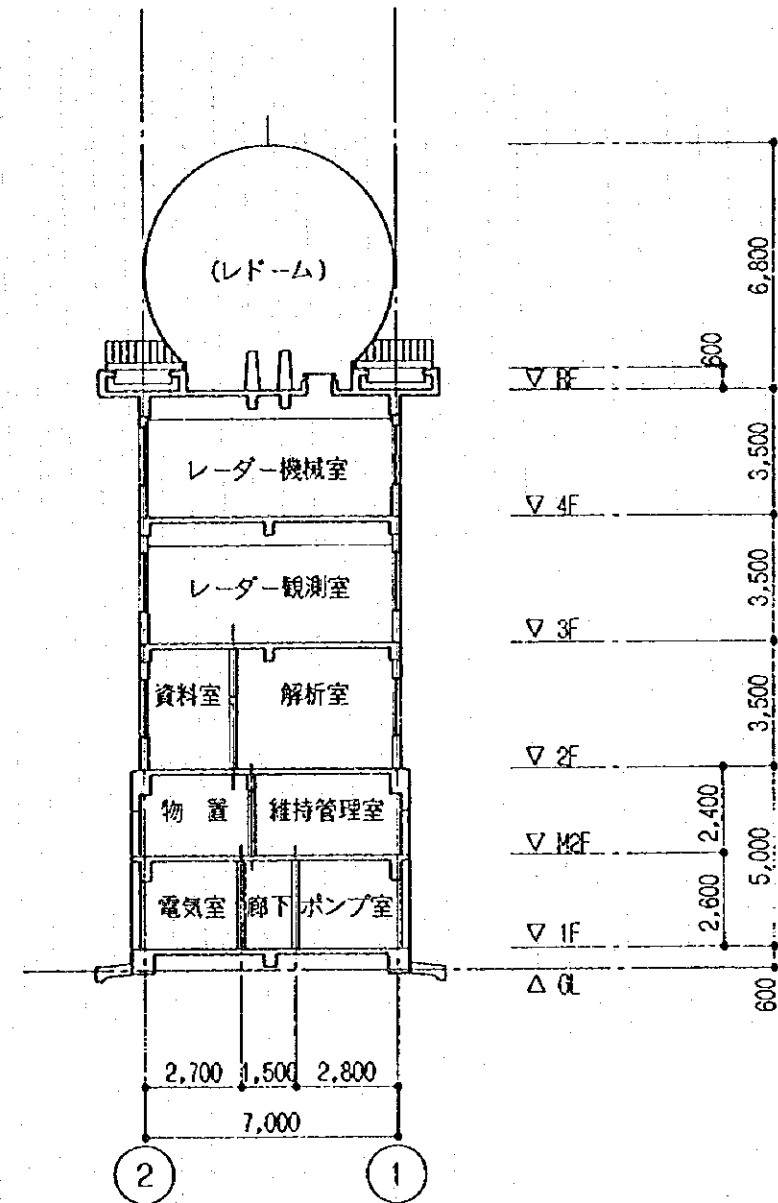
A-02



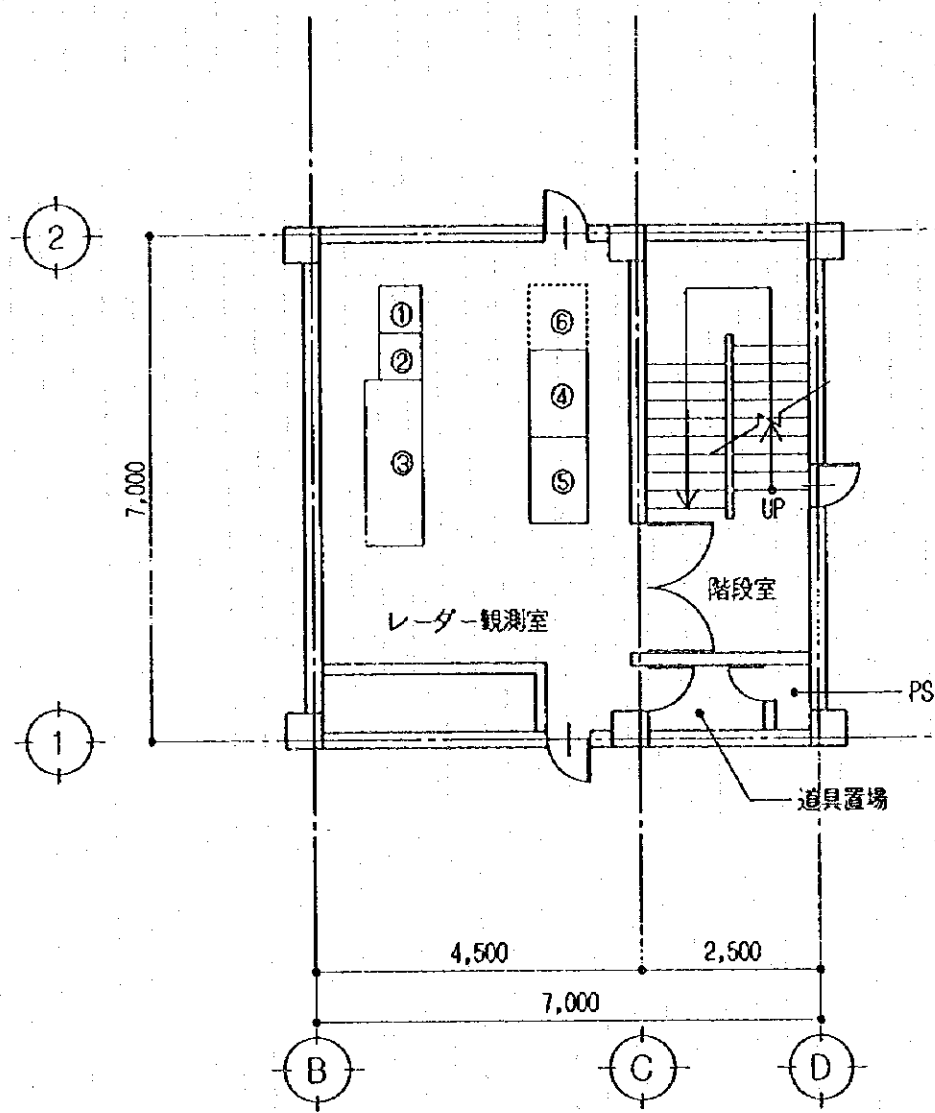
西立面図



南立面図

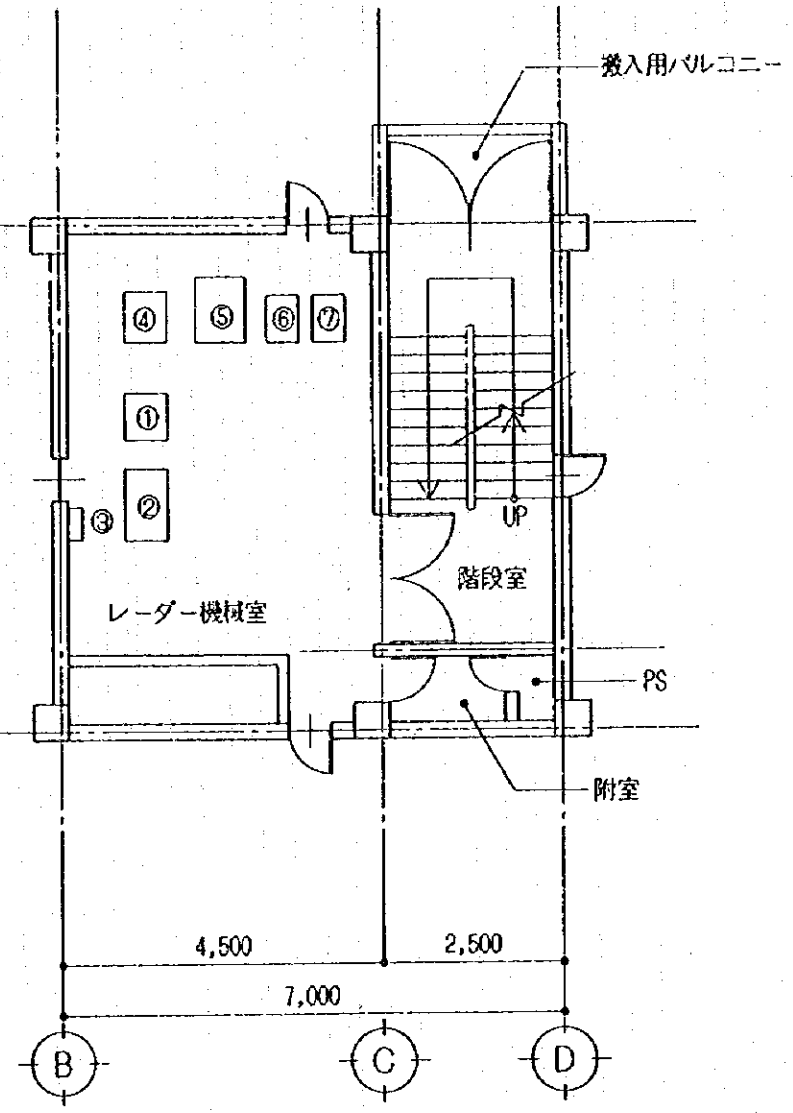


断面図



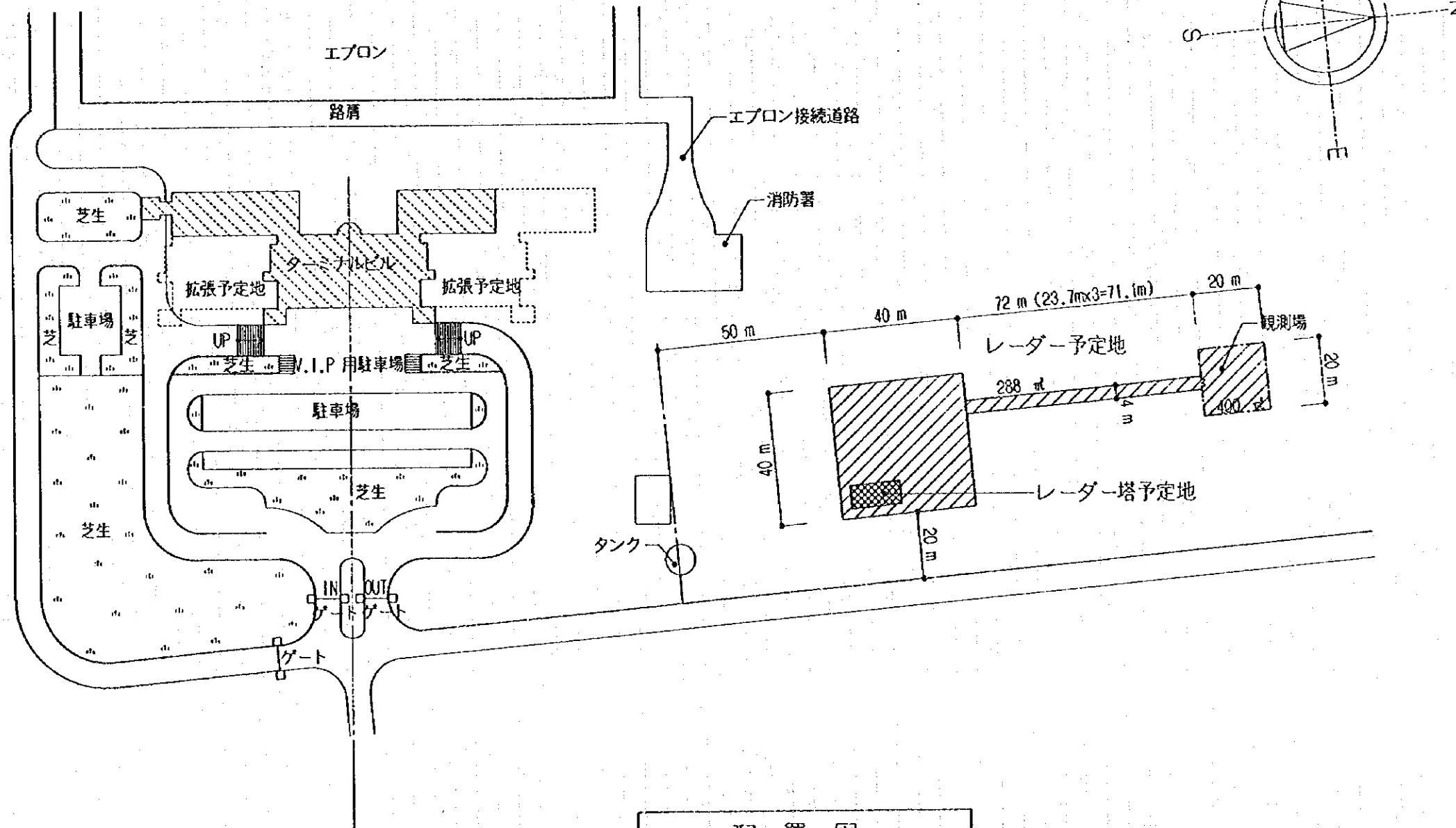
3階 平面図

- ① レーダー制御指示装置
- ② 信号処理装置
- ③ レーダー制御指示装置
- ④ 通信制御装置
- ⑤ 画像表示装置
- ⑥ 多重無線装置



4階 平面図

- ① 空中制御装置
- ② 送受信装置
- ③ 導波管加圧装置
- ④ 分電盤
- ⑤ 自動電圧調整装置
- ⑥ 無停電電源装置 (1)
- ⑦ 無停電電源装置 (2)



配置図



**Japan Weather Association**

International Affairs Dept. : Sunshine 60 Bldg., 55F, 3-1-1, Higashi Ikebukuro, Toshima-ku, Tokyo, 170 Japan  
 Tel. +81-3-5958-8161 Fax. +81-3-5958-8162 E-mail kokusai@jwa.go.jp

PROJECT:

ラヒムヤル・カーン レーダー塔

DRAWING TITLE:

配置図

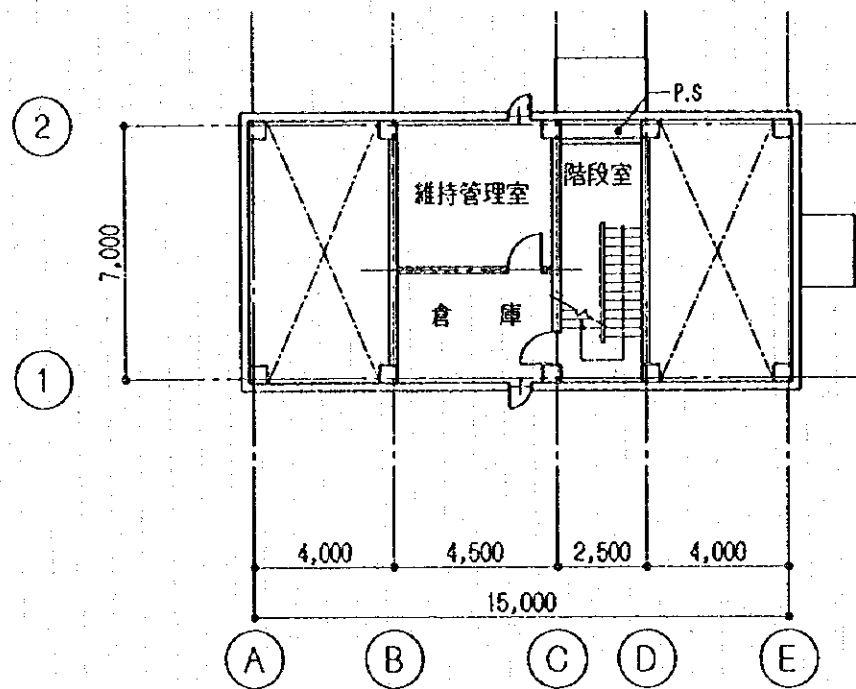
SCALE:

1:1500

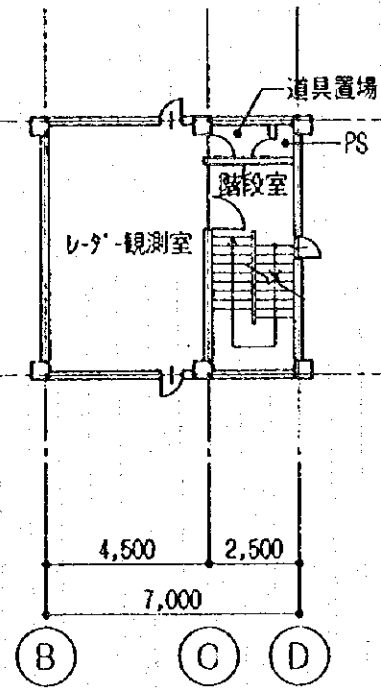
DRAWING No.

A-05

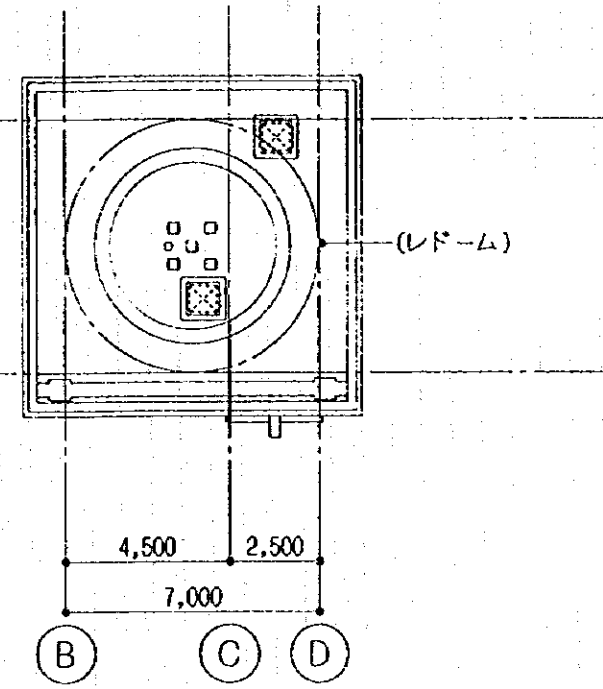




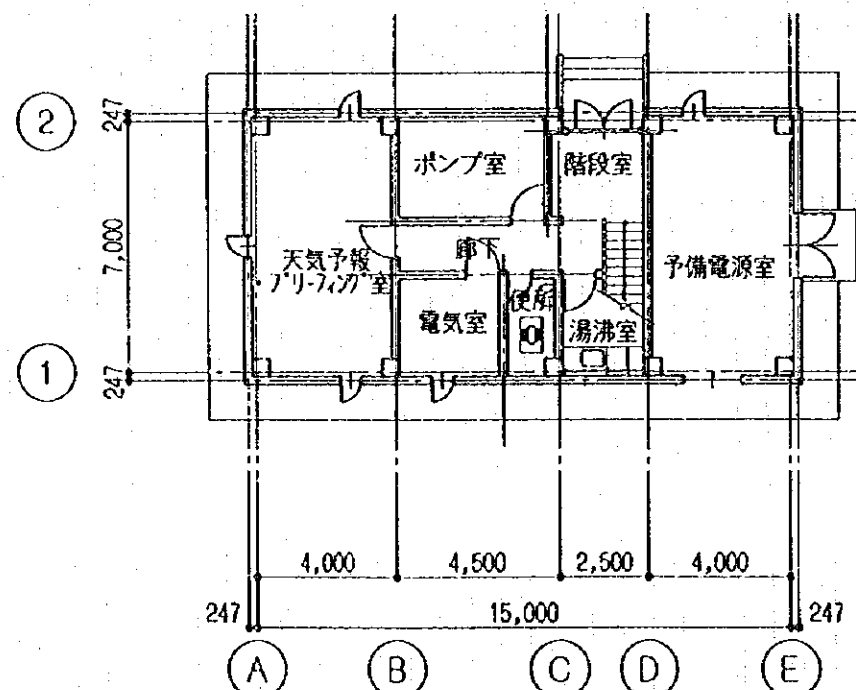
中2階 平面図



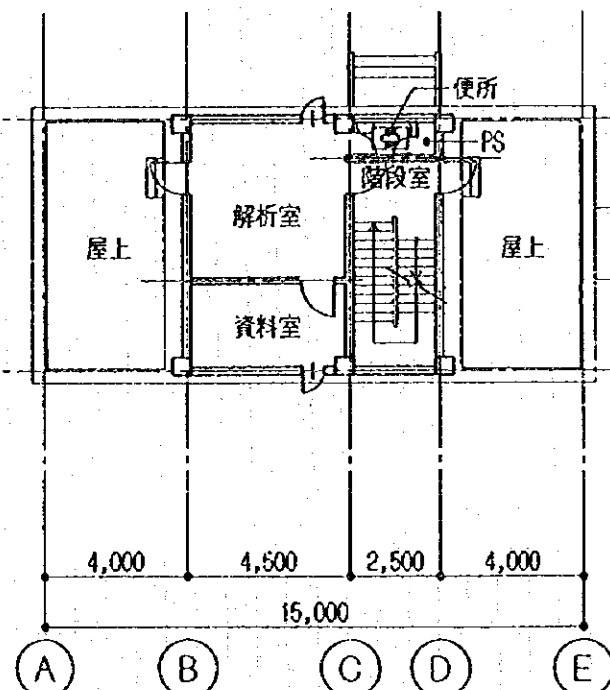
3階 平面図



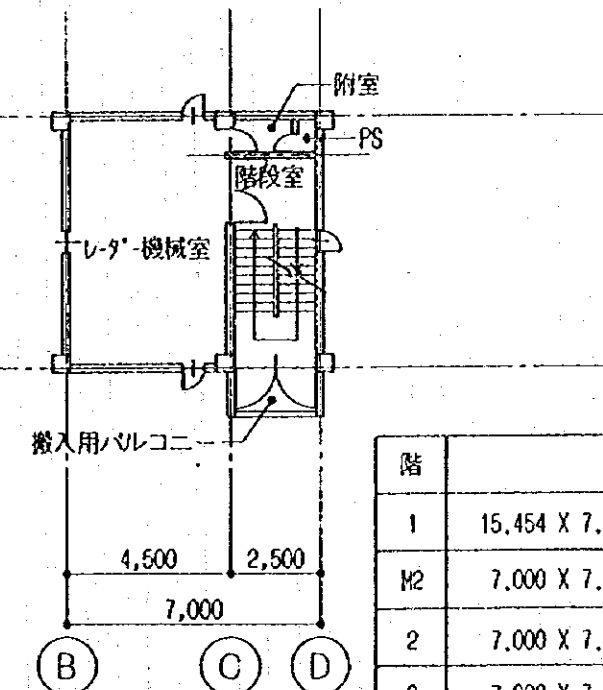
屋根伏図



1階 平面図

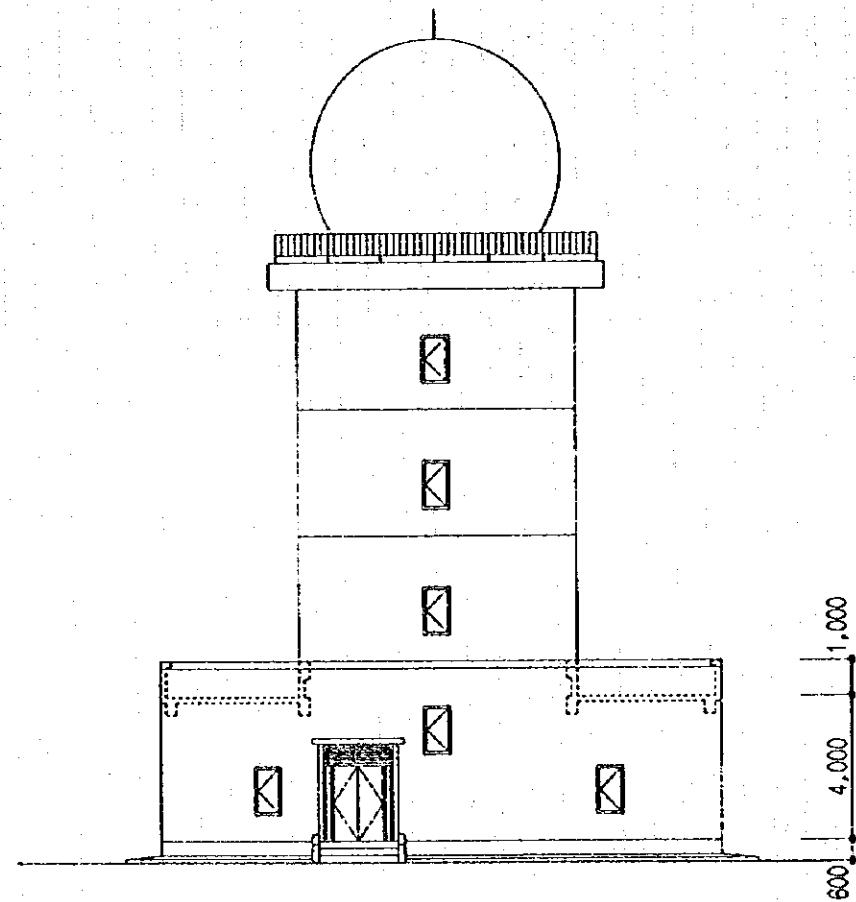


2階 平面図

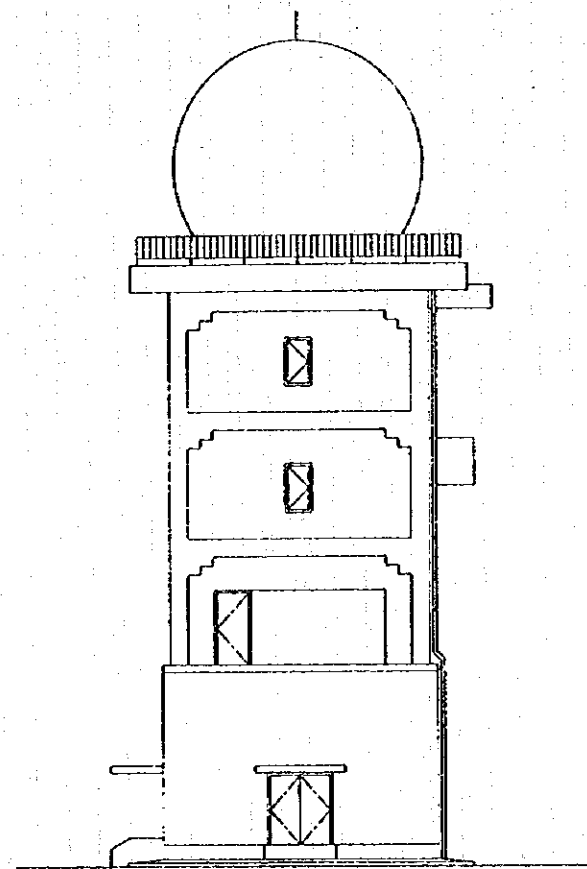


4階 平面図

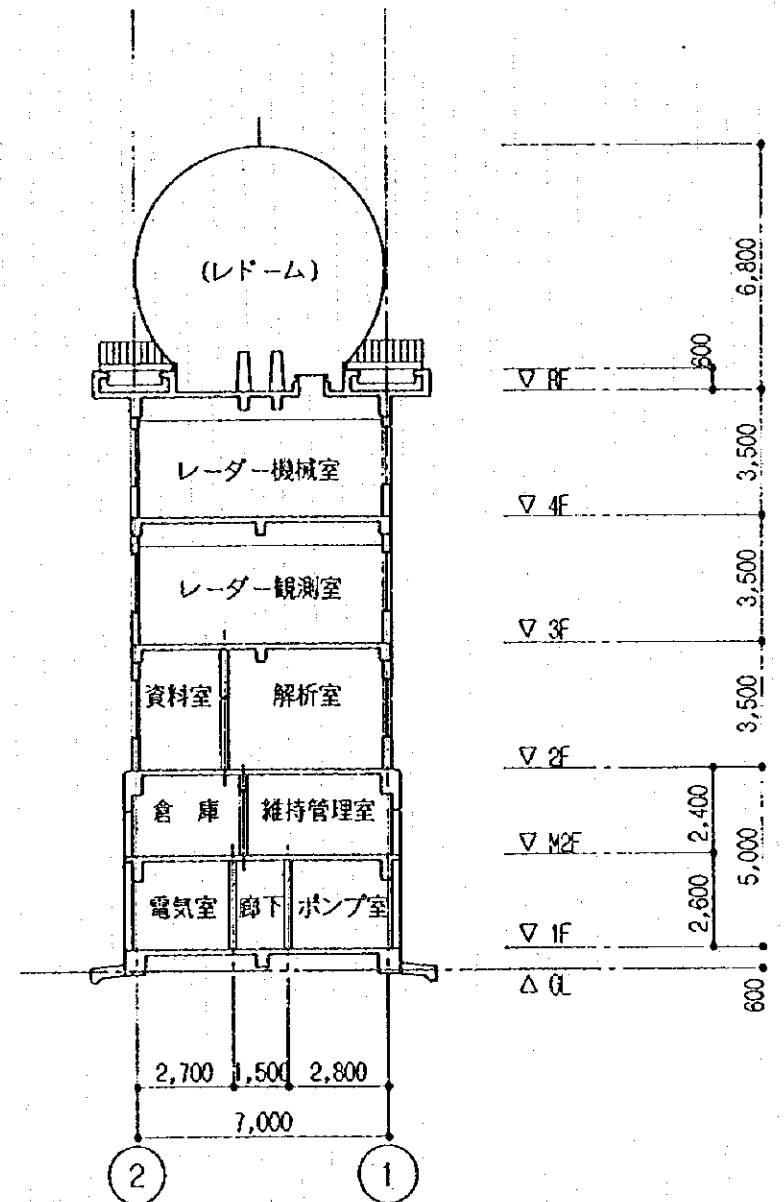
| 階  |                |         |
|----|----------------|---------|
| 1  | 15,454 X 7,454 | 115,194 |
| M2 | 7,000 X 7,454  | 52,178  |
| 2  | 7,000 X 7,000  | 49,000  |
| 3  | 7,000 X 7,000  | 49,000  |
| 4  | 7,000 X 7,000  | 49,000  |
|    | 合計             | 314,372 |



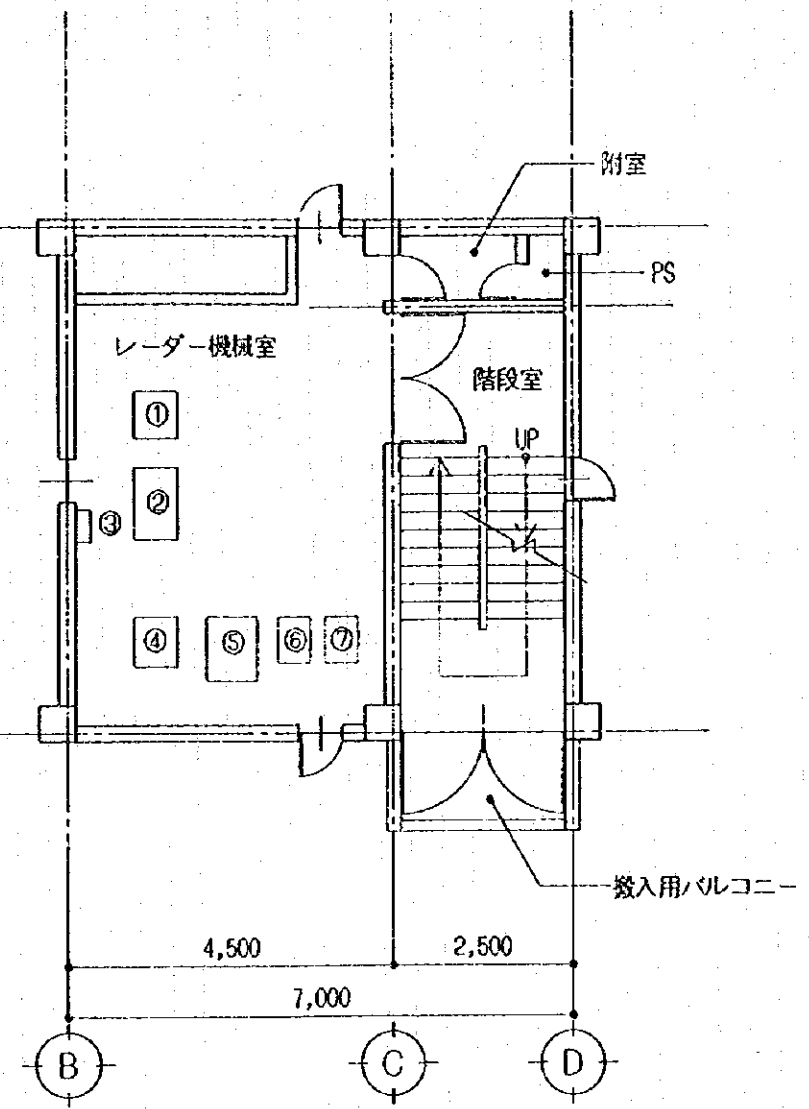
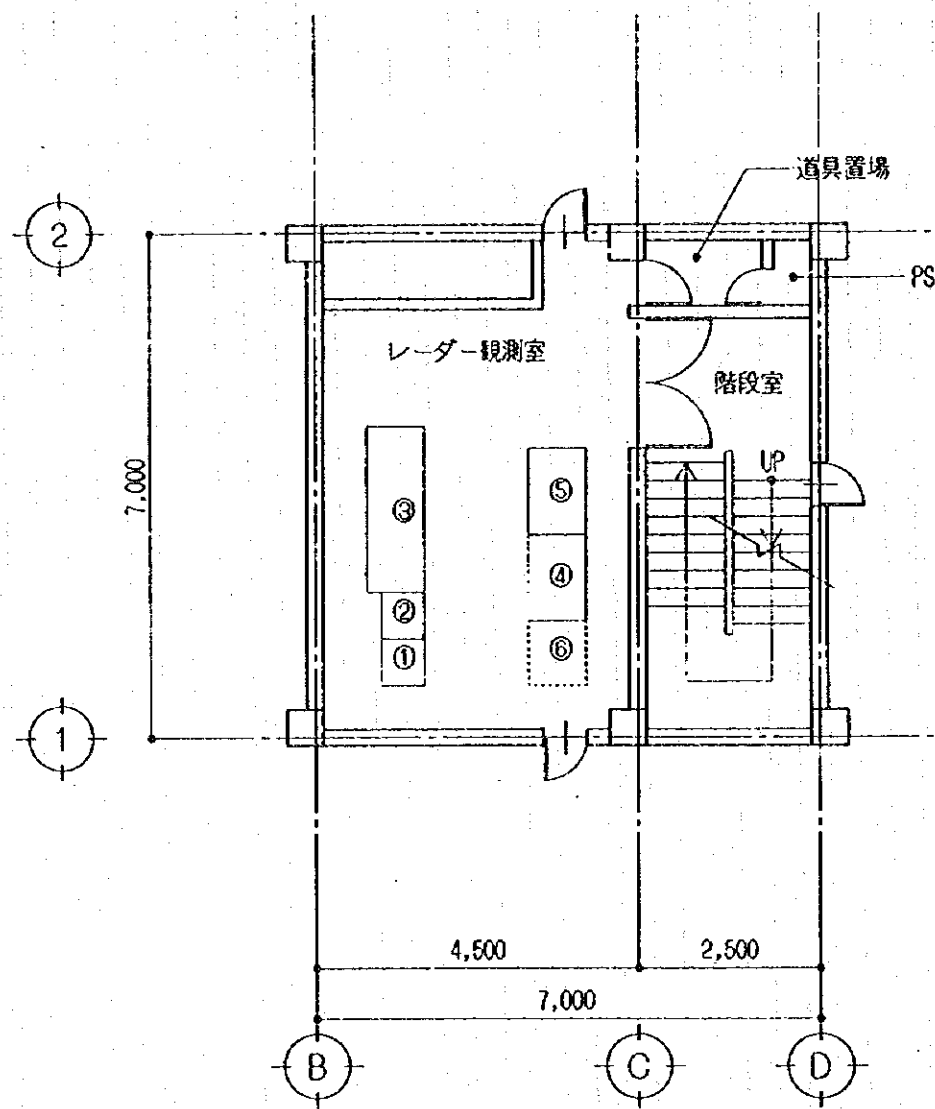
東立面図



南立面図

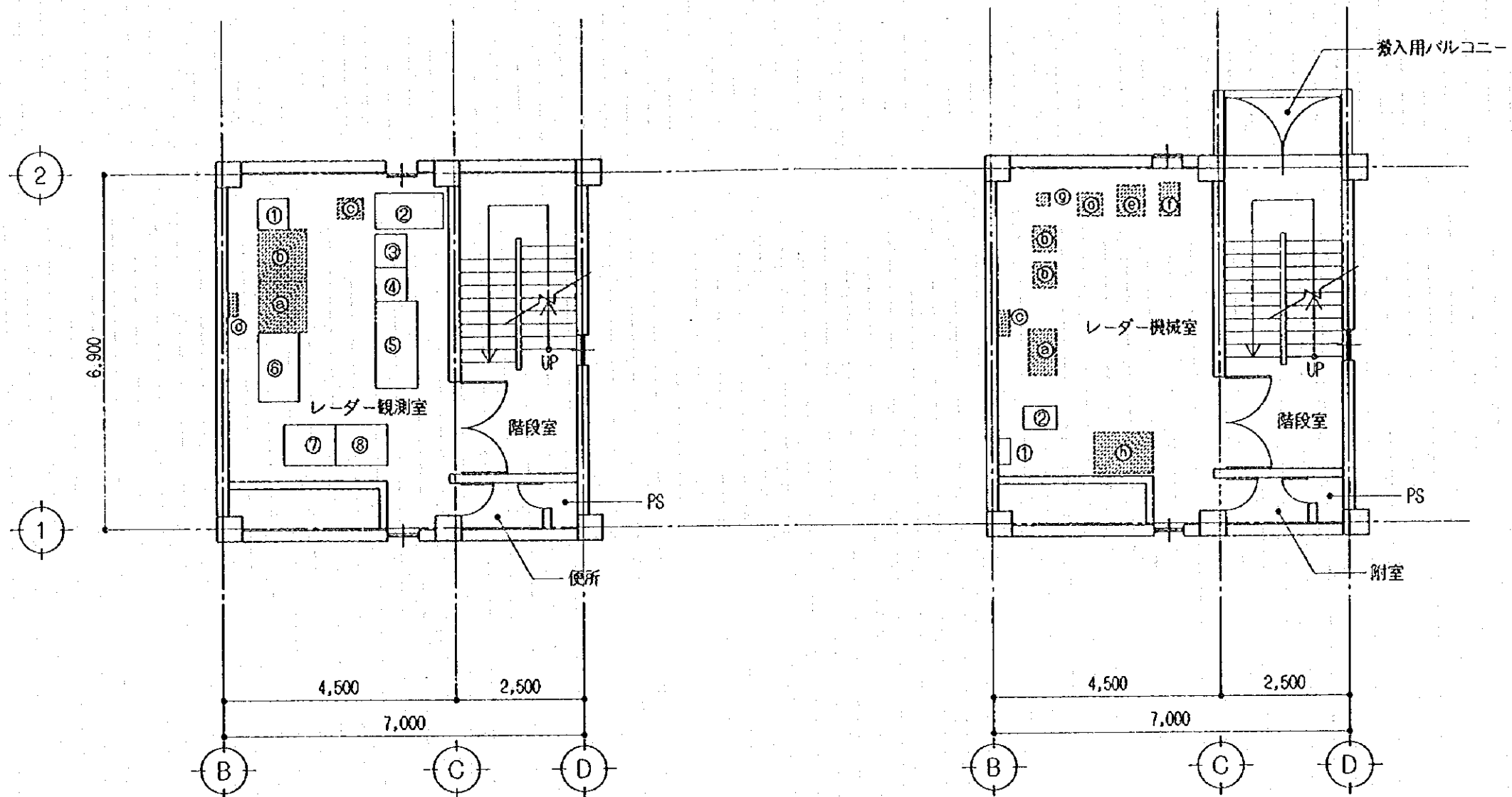


断面図



- ① レーダー制御指示装置
- ② 信号処理装置
- ③ レーダー制御指示装置
- ④ 通信制御装置
- ⑤ 画像表示装置
- ⑥ 多重無線装置

- ① 空中制御装置
- ② 送受信装置
- ③ 導波管加圧装置
- ④ 分電盤
- ⑤ 自動電圧調整装置
- ⑥ 無停電電源装置 (1)
- ⑦ 無停電電源装置 (2)



4階 平面図

5階 平面図

既設装置

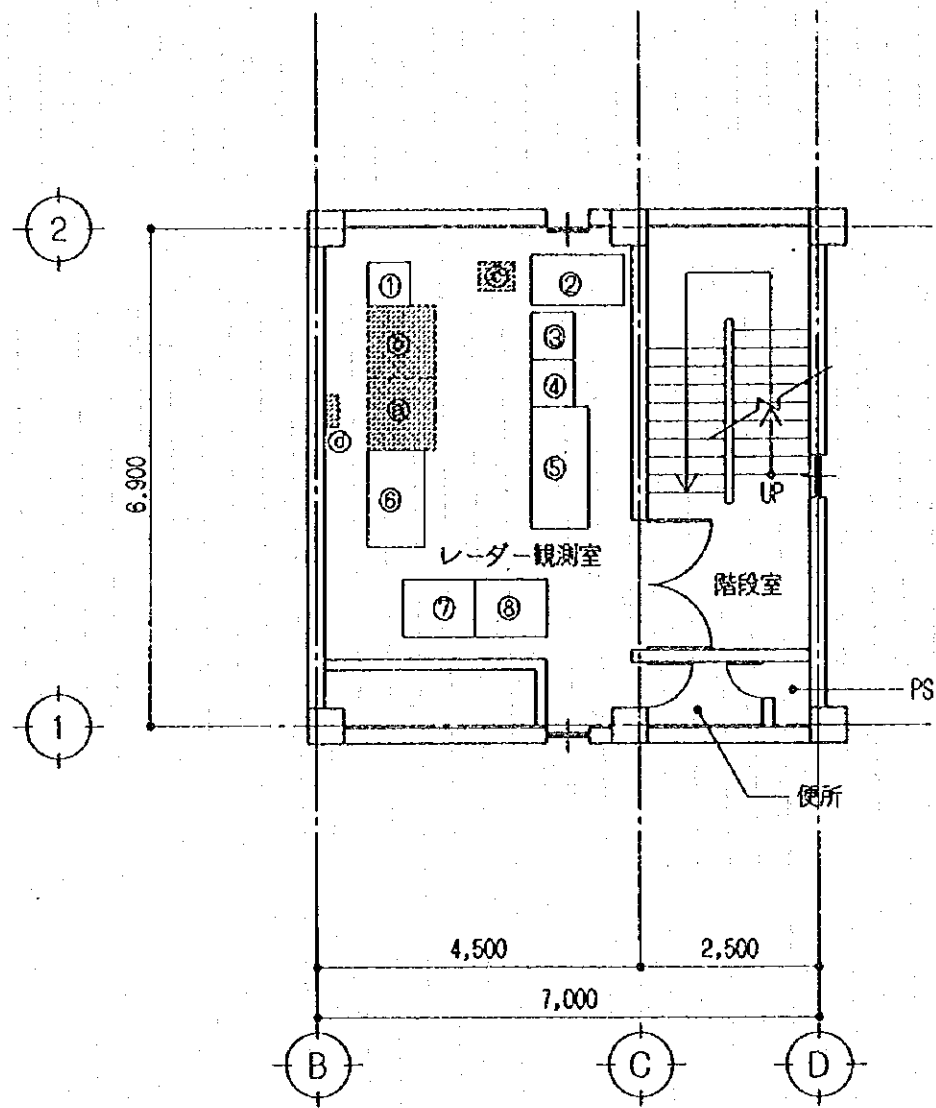
- ㊸ 画像表示装置
- ㊹ レーダー制御指示装置
- ㊺ 信号処理装置
- ㊻ 時刻表示板

- ① 制御指示装置
- ② 多重無線装置
- ③ データモニター表示装置
- ④ データ変換装置
- ⑤ データモニター表示装置
- ⑥ 通信制御装置
- ⑦ 画像表示装置
- ⑧ 合成表示装置

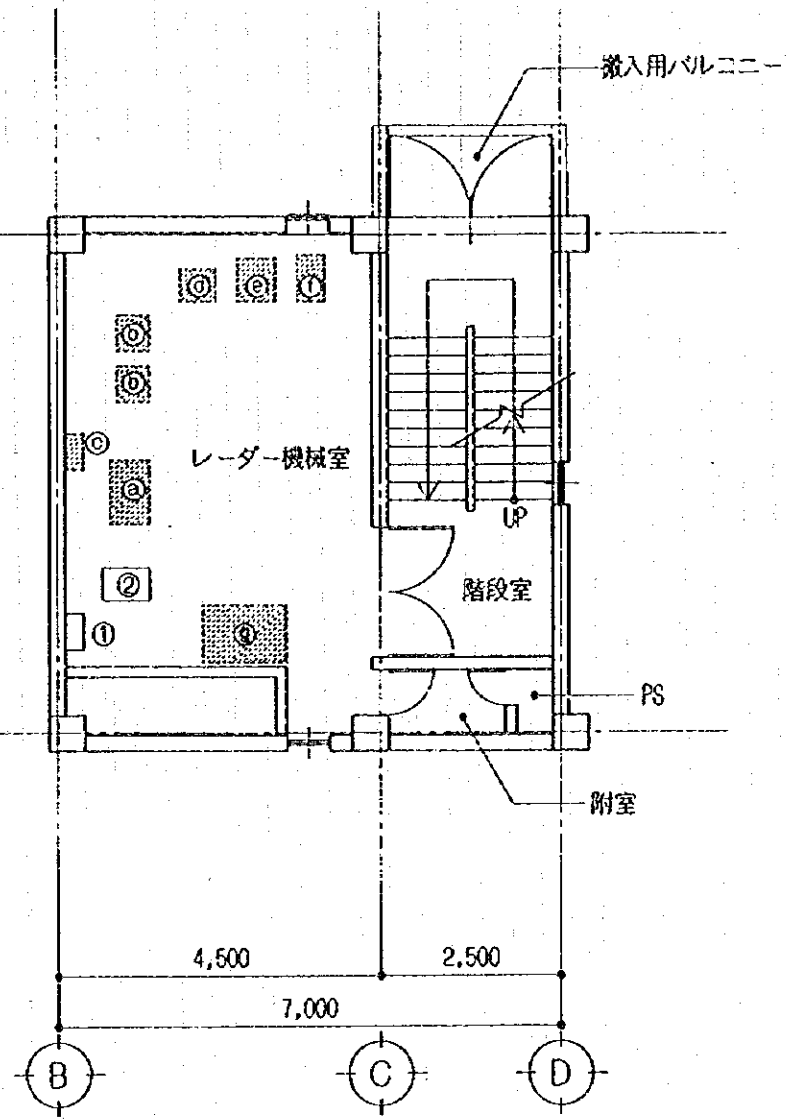
既設装置

- ㊼ 送受信装置
- ㊽ 空中線制御装置
- ㊾ 導波管加圧装置
- ㊿ 自動電圧調整装置
- ㊽ 分電盤
- ① 無停電電源装置
- ② UHF 多重無線装置
- ③ データ処理装置

- ① 分電盤
- ② 無停電電源装置



3階 平面図



4階 平面図

既設装置

- ㊸ 画像表示装置
- ㊹ レーダー制御指示装置
- ㊺ 信号処理装置
- ㊻ 時刻表示板

- ① 制御指示装置
- ② 多重無線装置
- ③ アータモニター表示装置
- ④ アータ変換装置
- ⑤ アータモニター表示装置
- ⑥ 通信制御装置
- ⑦ 画像表示装置
- ⑧ 合成表示装置

既設装置

- ㊸ 送受信装置
- ㊹ 空中線制御装置
- ㊺ 導波管加圧装置
- ㊻ 自動電圧調整装置
- ㊼ 分電盤
- ㊽ 無停電電源装置
- ㊾ データ処理装置

- ① 分電盤
- ② 無停電電源装置



Japan Weather Association

International Affairs Dept. : Sunshine 60 Bldg., 55F, 3-1-1, Higashi Ikebukuro, Toshima-ku, Tokyo, 170 Japan  
Tel. +81-3-5958-8161 Fax. +81-3-5958-8162 E-mail kokusai@jwa.go.jp

PROJECT:

イスラマバード レーダー塔

DRAWING TITLE:

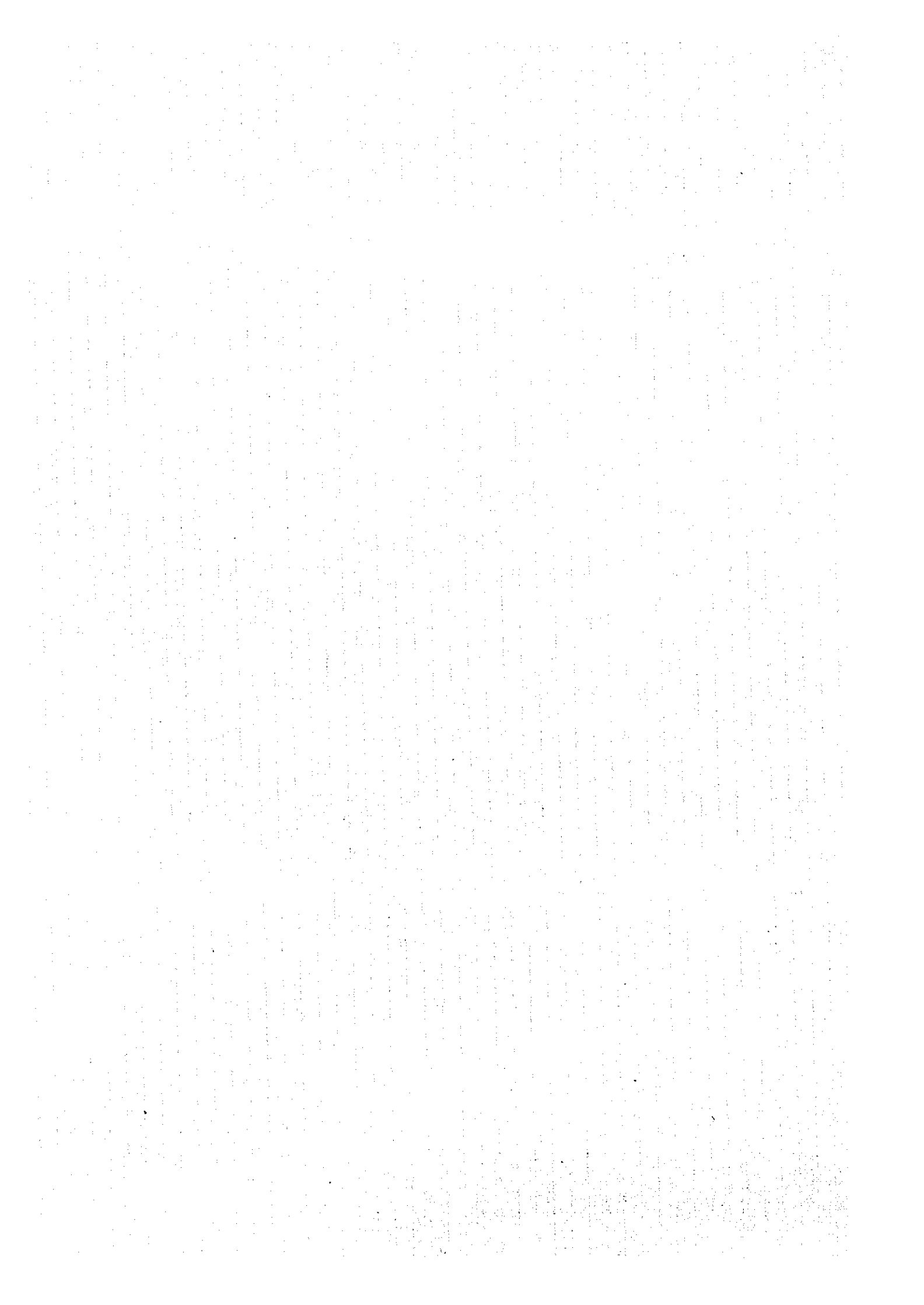
レーダー機器配置図

SCALE:

1:100

DRAWING No.

A-10



### 3-4 プロジェクトの実施体制

#### 3-4-1 組織

##### 1. 組織・管理体制

パキスタン気象局は、パキスタン国において気象事業を推進する政府機関である。パキスタン気象局は一般の天気予報の他に、洪水や地震等による自然災害の防止・軽減、航空機や船舶等の安全運行、農業生産性の向上などを目的として、さまざまな気象観測を実施し、観測データを収集・解析し、その結果を気象情報として国民に提供している。

##### a. 本局

パキスタン気象局本局はカラチにあり、総務部の他に予報・気候部と測器部がある。

予報・気候部は企画室と調整室から成る。企画室は気象事業の企画・立案や物品の購入等を担当している。調整室はパキスタン気象局内部の業務調整を行うとともに、世界気象機関、民間航空局等の外部機関や一般国民の窓口となっている。

測器部は気象通信センターと気象測器工場から成る。気象通信センターは国内外の気象データの収集・伝送と通信設備の保守・管理を担当している。気象測器工場は国内のさまざまな気象測器の製造・修理及び検定を行っている。図3-6にパキスタン気象局の組織図を示す。

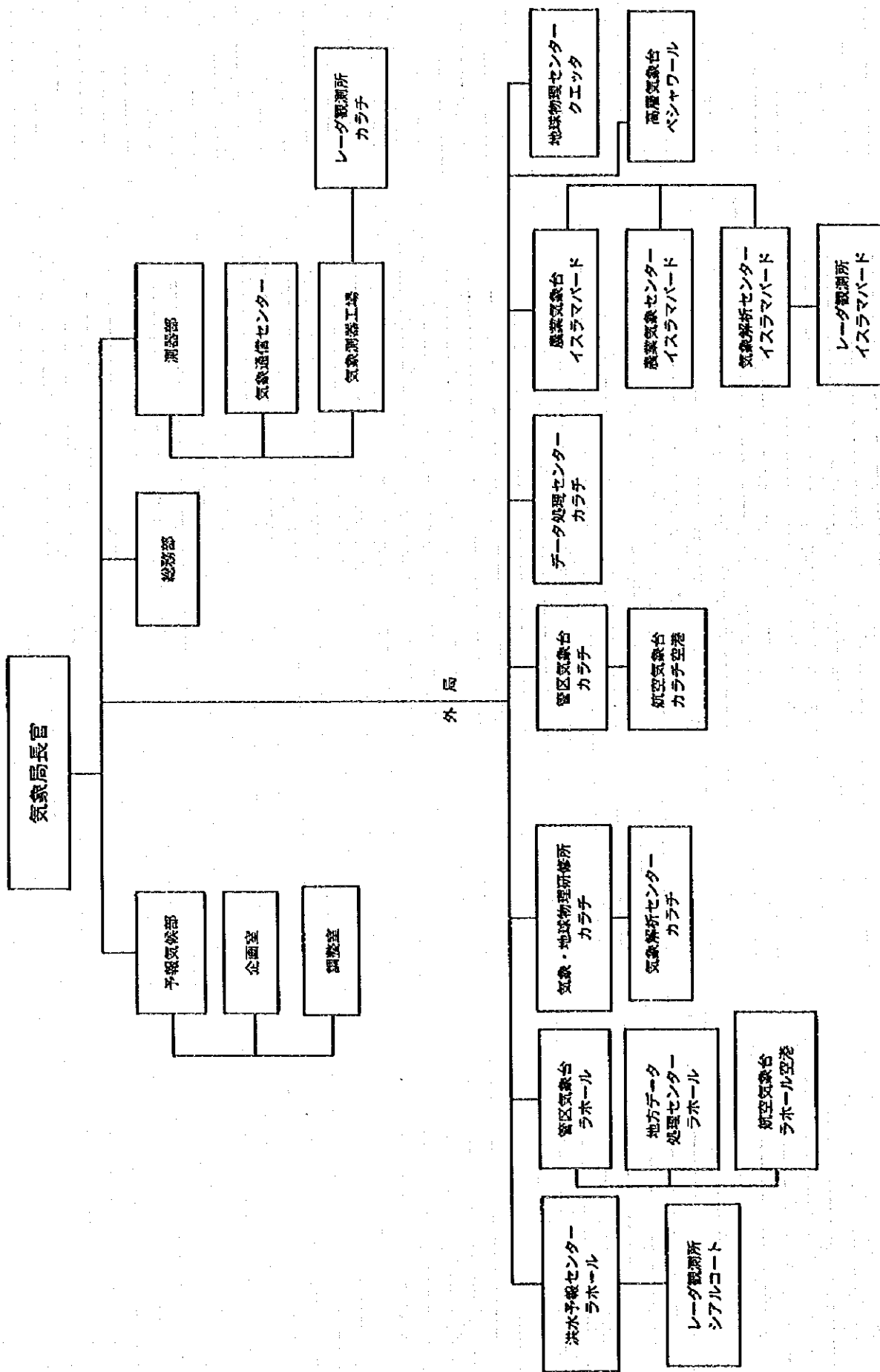


図3-7 パキスタン気象局組織図



## b. カラチの外局

カラチには、外局として気象・地球物理研修所、データ処理センター及びカラチ管区気象台がある。

気象・地球物理研修所は気象局職員の観測・保守技術や解析・予報技術の研修の他に気象現象、地球物理現象に関する研究や気象測器の開発等を担当している。また、気象解析センターがこの研修所に属しており、一般の天気予報を行っている。

データ処理センターは10数台のパソコンを所有し、全国の観測データをデータベース化しており、毎月月報を発行するとともに、各種ユーザーの多様な要望にも迅速に対応している。

カラチ管区気象台は南部（シンド州とバルチスタン州）の地上気象観測所、カラチ航空気象台及び各飛行場の測候所を統轄している。

## c. 地方の外局

地方には、クエッタに地球物理センター、ベシャワールに高層気象台、イスラマバードに農業気象台、ラホールに洪水予報センターとラホール管区気象台がある。

クエッタの地球物理センターは、オゾン観測、地磁気観測、地震観測等を実施し、また、各地の地震観測所を統轄している。

ベシャワールの高層気象台は、各地の高層観測所を統轄している。

イスラマバードの農業気象台には、農業気象センターと気象解析センターがある。気象解析センターは一般の天気予報をおこなうとともに、気象レーダ観測を実施している。

ラホールの洪水予報センターは、インダス川流域を対象にした洪水予報を担当している。

ラホール管区気象台は、北部（パンジャブ州と北西辺境州）の地上気象観測所、ラホール航空気象台及び各飛行場の測候所を統轄し、それらの観測データを地方データ処理センターで処理し、カラチのデータ処理センターに伝送している。

## 2. 業務

パキスタン気象局の業務は、主として、観測業務、データ通信・伝送業務、データ処理・解析業務、予報業務、情報伝達業務から構成されている。

### 1) 観測業務

パキスタン気象局では、通常の地上気象観測、高層気象観測の他、地震、日射量、大気中オゾン、地磁気等の観測が実施されている。また、衛星自動観測局、気象レーダ、衛星画像の地上受信局等のリモートセンシングによる観測及び観測データ収集も行われている。

### 2) データ通信・伝送業務

国内の観測データは主に短波無線電話、電話等により、ラホールとカラチの2ヶ所に集められる。ラホールでは北部（パンジャブ州と北西辺境州）の観測データを、カラチでは南部（シンド州とバルチスタン州）の観測データを収集し、テレプリンターにより北部の観測データはカラチに、南部の観測デー

タはラホールに伝送されている。

国外の観測データは、GTS（世界気象通信網）により構築されたニューデリー、テヘラン、タシケントからの回線を通してカラチに伝送され、カラチでは受信したデータをテレプリンターを用いて国内の予報中枢に伝送している。また、カラチ本局や各国際空港ではGTSとは別にAFTN（国際航空固定通信網）により国外の観測データを受信している。

### 3) データ処理・解析業務

カラチのデータ処理センターとラホールの地方データ処理センターで地上、高層観測データをデータベース化し、統計処理等を実施している。これは、日原簿からの手入力による処理であり、観測データをリアルタイムに自動処理して解析・予報に利用することはしていない。

解析には、テレプリンター等で受信した国内外の観測データを技術員がプロットした天気図、レーダ画像、気象衛星画像等を主に用いている。数値予報のプロダクトは利用していない。

天気図による解析は、地上気圧解析が3時間毎、上層の流線解析が6時間毎、上層の気温、高度解析が00GMT、12GMTの日2回実施されている。

### 4) 予報業務

パキスタン気象局の予報業務は、気象解析センター、航空気象台及び洪水予報センター等で行われている。

気象解析センターは、カラチとイスラマバードにあり、両センターとも全国の天気予報を担当している。予報は天気概況と地上の最高気温、最低気温などであり、24時間予報、週間予報、1ヶ月予報がある。また、必要に応じて警報を発表している。

航空気象台はカラチ国際空港とラホール国際空港にあり、パイロット向けのブリーフィングを行っている。

ラホールの洪水予報センターは、インダス川流域の天気予報と洪水予報を行っている。洪水予報には、天気図解析の他、パソコンによる流出モデル結果を利用している。流出モデルの入力値は、パキスタン気象局の雨量計データ、気象レーダから算出した流域雨量及びの他の政府機関の水位計データである。

### 5) 気象情報伝達業務

気象解析センターと航空気象台で発表される一般の天気予報はラジオ、テレビ、新聞等を通じて一般国民に伝達されている。

データ処理センターで作成される気象データは、さまざまなユーザに、文書、磁気テープ、フロッピーディスクなどの媒体で提供されている。

ラホールの洪水予報センターは灌漑庁、水利電力庁、各自治体の救命委員会、警察庁、報道機関等にインダス川流域の洪水予報を提供している。

航空機の安全航行のためには、各飛行場に気象台を置き、各フライト毎のブリーフィングを行っている。とくに、国内最大の国際空港内にあるカラチ航空気象台は、約100名の職員を擁し、国際線と

国内線のパイロットに対してフライト毎にブリーフィングを行っている。

農業（作物や家畜）関係者に対しては、イスラマバードの農業気象センターが毎月、月報の形で農業気象情報を提供している。さらに、干ばつ時、収穫時等には、毎日、数日先の天気予報と農家に対するアドバイスの情報を提供している。

図3-7に気象情報の流れを示す。

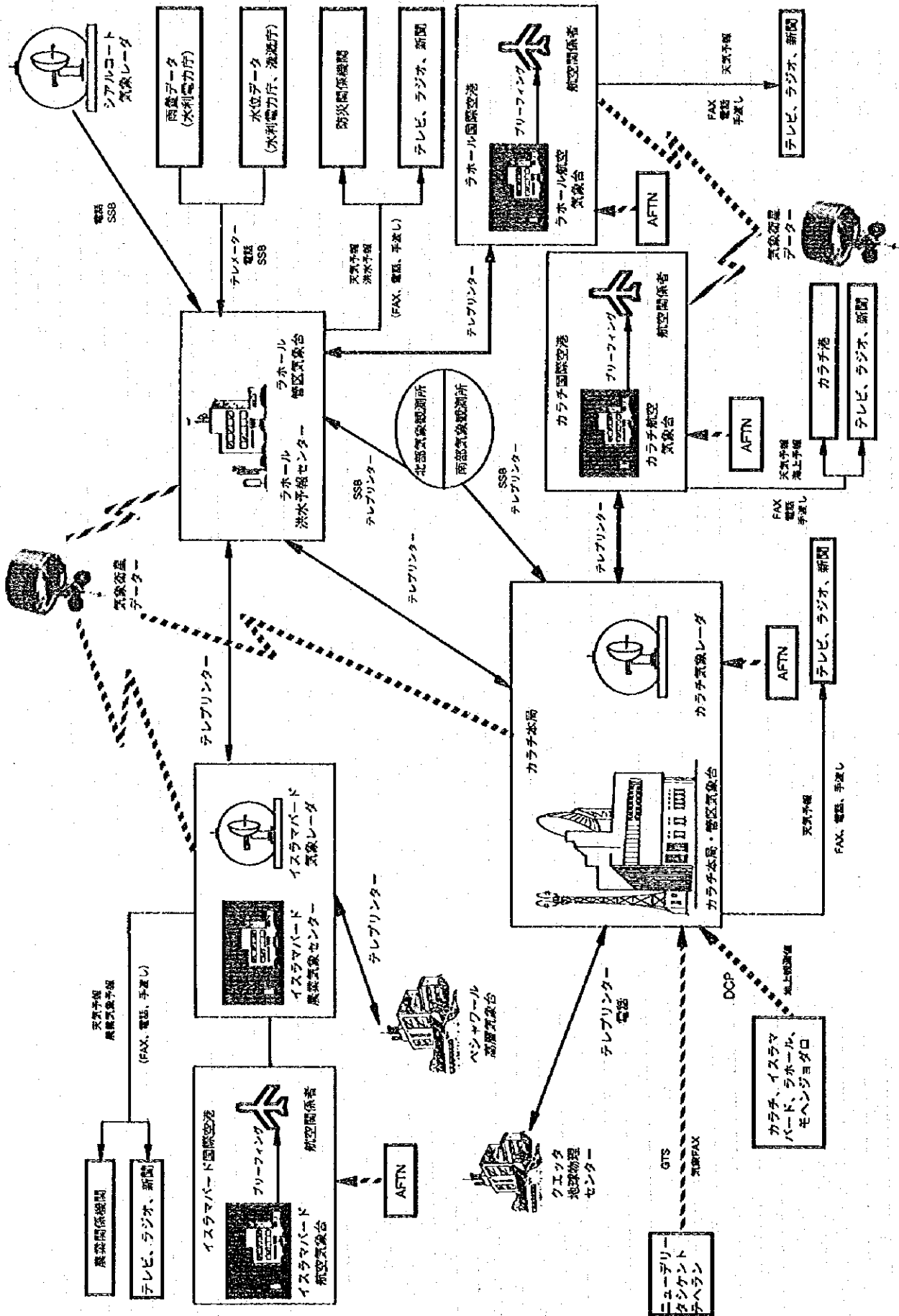


図3-8 気象情報の流れ

### 3—4—2 予算

パキスタン国の財政年度は7月から翌年6月である。パキスタン気象局では、11月から12月にかけて翌年度の予算要求を作成する。

パキスタン気象局の予算は経常費と開発費に分けられ、過去3年間の予算の推移は下記の通りである。

経常費はわずかではあるが年々延びている。内訳をみると、約7割が人件費等（総務費）に使われていて、機器購入費はわずかであり、とくに1995年度と1996年度は予算に計上されていない。また、保守管理費は毎年1割程度使われており、前プロジェクトで設置した気象レーダ2基の消耗品や国内調達可能な部品の購入はこの予算でまかなわれている。1997年度の予算には、本計画を実施することにより予想される初期投資及び維持管理費に関する予算が計上される予定である。

開発費は年々の変動があり、海外援助費を除くと額もわずかであり、パキスタン気象局独自の予算による大きな開発の計画は難しい状況にある。気象レーダの設置や農業気象ネットワーク等の大型プロジェクトは、海外からの資金援助に頼らざるを得ない。

| (1000Rs単位) | 1994年度  | 1995年度  | 1996年度  |
|------------|---------|---------|---------|
| 経常費        | 112,993 | 127,487 | 130,460 |
| 1. 総務費     | 80,736  | 96,861  | 96,527  |
| 2. 機器購入費   | 4,255   | —       | —       |
| 3. 建設費     | 525     | 684     | 983     |
| 4. 保守管理費   | 787     | 787     | 1,075   |
| 5. 運営費     | 25,200  | 27,655  | 29,478  |
| 6. その他     | 1,490   | 1,490   | 2,397   |
| 開発費        | 6,407   | 9,880   | 1,200   |
| 1. 総務費     | —       | 200     | 200     |
| 2. 機器購入費   | 160     | 100     | —       |
| 3. 建設費     | 1,991   | 1,000   | —       |
| 4. 海外援助費   | 4,256   | 8,580   | 1,000   |

### 3—4—3 要員・技術レベル

#### 1. 要員

パキスタン気象局職員は下記に示す通り1996年9月現在2241名である。  
職種別の職員構成は次の通りである。

|          |       |
|----------|-------|
| 局長       | 1名    |
| 部長       | 10名   |
| 予報官      | 156名  |
| 気象技術職    | 795名  |
| 電気・機械技術職 | 470名  |
| 事務職      | 809名  |
| 計        | 2241名 |

本計画実施後、その運用・保守管理およびデータの有効利用を図るためパキスタン気象局は大幅な組織改革、職員の増員および技術者の要請を計画している。デラ・イスマイル・カーンとラヒムヤル・カーンのレーダサイトにはそれぞれ17名の職員を新たに配置する。気象レーダ観測網および洪水予報センター等を統括するリモートセンシングセンターをラホールに設置し、このセンターには局次長クラスのセンター長以下12名の職員を配置することになっている。

## 2. 要員の技術レベル

気象技術者を資料5で示すWMOの基準で分類すると、クラスIが12名、クラスIIが256名、クラスIIIが647名、クラスIVが661名である。

エンジニアは、電気技師が17名、測器技師が1名、その他の技師が82名、技術員が340名である。

気象の解析・予報は、上層風の流線解析や地上場の総観解析を基にした初期場の外挿と予報官の経験則等によって行われており、運動学的予報の域を出ていない。今後は、大気の熱力学的鉛直構造の解析や数値予報プロダクトの利用等による力学的予報への転換が望まれるところである。

また、気象レーダの利用については、現在はレーダ画像による実況の把握のみにとどまっており、今後は雨量計や気象衛星など他のデータを取り込み、より精度の高い降水予報、洪水予報へと発展させていくことが望まれる。

レーダエンジニアに関しては、長年の経験と海外援助等による研修等により高いレベルの技術者が数名おり、今後彼らが各レーダサイトの職員の研修を行うことにより、パキスタン気象局内での技術者の質的、量的向上が期待できる。

## 3. 職員の研修

職員の研修は主にカラチの気象・地球物理研修所で実施されている。この研修所は、1958年に設立され、気象局職員を対象に1996年までに233の研修コースが開講され、延べ2813名の職員が受講している。

研修所での研修コースは、通常コースと特別コースに分かれている。

通常コースは毎年定期的実施されており、レベルにより次の4コースに分かれている。

- 1) 初等気象学コース (14週)、対象：WMOカテゴリーⅣ
- 2) 予備気象学コース (18週)、対象：WMOカテゴリーⅢ
- 3) 基礎予報コース (29週)、対象：WMOカテゴリーⅡ
- 4) 上級気象学コース (52週)、対象：WMOカテゴリーⅠ

なお、1996年度は次のコースが予定されている。

| コース名     | 期間 (週) |     | 講義開始日   | 講義終了日  | 受講者数  |
|----------|--------|-----|---------|--------|-------|
|          | 理論     | OJT |         |        |       |
| 初等気象学コース | 14     | 04  | 09月30日～ | 01月05日 | 20—25 |
| 予備気象学コース | 29     | 23  | 06月09日～ | 12月28日 | 20—25 |
| 基礎予報コース  | 18     | 08  | 03月03日～ | 07月06日 | 20—25 |
|          | 18     | 08  | 08月18日～ | 12月21日 | 20—25 |
| 上級気象学コース | 52     | —   | 12月16日～ | 12月14日 | 10—15 |

特別コースは、非定期的実施されており、次のようなテーマで行われている。

- 1) 地震学と地磁気
- 2) 海洋気象学
- 3) 農業気象学
- 4) 水文気象学
- 5) レーダ気象学
- 6) 気象衛星
- 7) ラジオゾンデ
- 8) FAX操作
- 9) 測器の保守・点検
- 10) テレプリンター操作

## 第 4 章 事業計画



## 第4章 事業計画

### 4-1 施工計画

#### 4-1-1 施工方針

本計画は気象、通信、建築、土木等多くの技術分野が有機的に関連するプロジェクトであるため、各工事の調整が必要となる。ここでいう設置工事は、機器の日本国内における製作、現地への発送、現地での設置及び調整工事までをいう。

工事の実施にあたっては、担当機関及びJICA現地事務所ならびに関係諸官公庁等と密接な連絡をとって、遅滞や行き違いのないようにすることとする。

#### 1. 事業実施主体

本計画の実施にあたっては、実施機関及び運営機関はパキスタン気象局であり、コンサルタント契約、及び工事契約のパキスタン国側主体となる。

#### 2. 施工計画

施工計画については、詳細設計の実施期間中に、パキスタン気象局とコンサルタントの間で特に下記の点について十分な打ち合わせと確認が必要である。

- 1) パキスタン国側負担工事範囲である建設予定地の整備、仮設電力・電話と工事用水の確保と公共事業局及び民間航空局に対する申請手続等の公的手続きは、建設工事着工前に完了している必要がある。
- 2) 建設工事期間は、約9ヶ月の予定であり、雨期及び洪水の時期にかかる恐れがあるため建設スケジュールを綿密に計画する必要がある。
- 3) 建設予定敷地のラヒムヤル・カーンは国内線空港構内であるため空港業務に支障を来さぬよう、特に建設予定敷地は空港ターミナル施設は現在も建設中であり、またコントロールタワーに近接しているため建設工事中は充分なる配慮が必要となる。
- 4) 資・機材の調達に関しては、本計画は我が国の無償資金協力により実施されるが、輸入禁止項目については関係省庁と打合せ及び調整を十分に行う。輸入許可書は中央歳入庁が発行するため、実施機関と協力して輸入手続・関税免除手続を速やかに完了させる。
- 5) 無線通信装置の設置工事に関しては、既設のパキスタン電信電話会社の施設、気象レーダシステム関連の機器は、既設の各空港施設及びパキスタン気象局施設に設置するため、各施設の既設機器に対する安全対策には万全の配慮を行う。
- 6) 本計画の調達品は可能な限り、パキスタン国内で調達できるものとなるが、日本もしくは第三国からの調達については、パキスタン国側で通関手続き等の費用確保が必要となる。
- 7) パキスタン国側負担工事範囲となる家具・備品、寝具等の購入、また外構工事、既設機器及び家具・備品の移設・設置についても確実な予算確保と実施設計時期に確認が必要とな

る。

## 4-1-2 施工上の留意事項

### 1. 建設事情

#### 1) 現地建設会社

現地コントラクターの中には、規模も大きく単に施工だけでなく開発プロジェクト及びプラント工事等も手がけている会社もある。一般的に他の発展途上国に比べ、現地大手建設会社は技術レベルは比較的高い。また、本計画にて建設予定の気象レーダ塔建設に関しても、特に問題はない。

機器の設置工事に関しては、日本人技術者とともに設置工事を行う民間現地技術者の技術レベルに関しても問題はない。

#### 2) 労務管理

専門職として、大工、左官、鉄筋工等の職種が確立されており、組合に加盟している。一般的に労務者は専門化されておらず、その都度雇われるケースが多い。全体的には熟練者と呼べる技術者は少なく、技術レベルのばらつきが大きい。

#### 3) 品質・工程管理

コンクリート用骨材・セメント・木材等の一次産品及び他の建設資材、設備・機器等は、パキスタン国内において、生産もしくはロックダウン方式にて組立がされているため、建設資材のほとんどをパキスタン国内にて調達が可能である。また特殊資機材については、シンガポール及びタイ等からの輸入品が調達可能であり、品質はある程度期待できる。

### 2. 施工上の留意点

建設工事に関しては、本プロジェクトが地上4階建て（中二階をのぞいて）で、特殊な工法を使っておらず、また、資材についてもほとんどを現地で購入予定であることから、現地の施工会社で十分対応可能である。日本もしくは第3国から調達する資材についても現地の施工レベルに適合していれば問題はない。

本計画の施設には、気象レーダシステム、レーダ画像合成・処理システム、無線通信装置及び他の精密機器等が設置される予定である。そのため本施設の電気設備は気象レーダ塔の心臓と行っても過言ではない。そのため工事行程に合わせ、電源関係と無停電装置及び電圧装置等の電源設備設置・調整時及び配線工事時等に電気設備技術者を、また空調装置設置及び冷媒管配管工事等の設置時に気象レーダシステム関連の機器の空調性能等の調整・確認業務のため空調・衛生設備技術者を、それぞれ派遣する必要がある。また建設期間中、工事工程に沿った資材調達と熟練工の確保に重点を置く。

機材調達据付工事に関しては、据え付け作業の特殊性、精密性、及び取扱説明、現地での取り扱い・維持管理の研修のために、代理店、またはメーカーから技術者を派遣し、指導する必要がある。据付後のメンテナンスについても十分な打ち合わせが必要である。

以下が各工事期間中に必要となる技術者派遣である。

#### <施設建設>

- ・電気設備技術者：1名
- ・空調・衛生設備技術者：1名

#### <機材>

- ・気象レーダシステム技術者：2名
- ・レーダ画像解析処理・表示システム技術者：1名
- ・空中線設備技術者：3名
- ・無線設備技術者：2名
- ・伝送設備技術者：2名

### 4-1-3 施工区分

#### 気象レーダ塔建設工事

##### ・日本国側の施工区分

- 1) 気象レーダ塔建設工事
- 2) 気象レーダ塔建設に係わる電気設備工事
- 3) 気象レーダ塔建設に係わる空調設備工事
- 4) 気象レーダ塔建設に係わる衛生設備工事

##### ・パキスタン国側の施工区分

- 1) 建設工事敷地確保
- 2) 外構・植栽工事
- 3) フェンス工事
- 4) アクセス道路工事
- 5) 電気引き込み工事（電気メータを含む受電）
- 6) 水道引き込み工事
- 7) 電話引き込み工事
- 8) 家具購入
- 9) 既設物の移送・移設

## 気象レーダシステム、レーダ画像合成・処理システム及び無線通信装置設置工事

### ・日本国側の施工区分

- 1) 気象レーダシステム、レーダ画像合成・処理システム及び無線通信装置の調達
- 2) 各サイトまでの機器の輸送
- 3) 気象レーダシステム設置工事
- 4) レーダ画像合成・処理システム設置工事
- 5) 無線通信装置設置工事

### ・パキスタン国側の施工区分

- 1) 既設物の移送・移設

## 4-1-4 施工監理計画

コンサルタントは、日本国政府の無償資金協力の方針に基づき、基本設計に主旨を踏まえ、詳細設計・工事監理業務についてプロジェクトチームを編成して円滑な業務実施を図る。

コンサルタントは施設建設のための現地常駐監理者1名を派遣し、施工関係者に対する指導や、パキスタン気象局、民間航空公団、現地日本大使館、JICAパキスタン事務所等との間および日本側との密接な連絡を行う。また、工事進捗に合わせて必要な時期に構造、設備等の担当者を現地に派遣し、検査、立ち会い施工指導等を行う。

機器設置・調整工事に対しては、工事工程にあわせて、適時コンサルタント監理者（各システム・装置に関する技術者）を現地に派遣し検査、立ち会い施工指導等を行う。特に気象レーダシステム及びレーダ画像合成・処理システムの監理業務に関しては、国内においての性能検査や現地においてのインストール後のパフォーマンス等の確認、既設回線によるデータ受送信状況等、多くの調整・確認・検査項目等に業務が必要となるため、各技術者は現地監理業務期間が長期となる事が予想される。

また各システムの気象業務に対する対応とパフォーマンスの確認を行う。

### 1. 監理計画の主要方針

- 1) 両国関係機関や担当者との密接な連絡、報告を行い、遅延なく工程に基づく完成を目指す。
- 2) 設計図書に合致した施設建設・機器設置工事を実施するため、施工関係者に対して迅速かつ適切な指導と助言を行う。
- 3) 可能な限り現地資材による現地工法を採用する。
- 4) 施工方法・施工技術等に関しては、技術移転を行う姿勢で臨み、本計画の効果をより発揮させる。
- 5) パキスタン気象局に対しては、竣工後コントラクターより保守管理手引き等を提出させ、適切な助言を行い円滑な運営を促す。

## 2. 工事監理業務内容

### 1) 工事監理業務

工事契約法式の決定、工事契約初案の作成、工事施工者の選定とパキスタン政府への推薦、工事内訳明細書のチェック、工事契約の立ち会い等をコンサルタントがパキスタン政府を代行して実施する。

### 2) 施工図、資機材等の検査・確認

コンサルタントは、施工者から提出される施工図、製作図、システム図や材料、仕上見本、設備資材等の建設資材及び機器の性能等の検査・確認を行う。

### 3) 工事指導

コンサルタントは工事計画、工事工程等を検討の上、工事施工者を指導し、パキスタン気象局、民間航空公団、現地大使館、JICAパキスタン事務所等と日本国側へ工事進捗状況を報告する。

### 4) 支払い承認手続き

コンサルタントは工事期間中及び工事完了後に支払われる工事費に関して承認届け、請求等の内容を検討し、支払い承認手続きの協力を行う。

### 5) 検査立会

コンサルタントは工事期間中必要に応じて、各出来高に対する検査を行い、工事が完了し契約条件が遂行されたことを確認の上、最終的に、施設・機材の引き渡しに立会い、施主の承認を得て業務を完了する。なお、本計画工事中の進捗状況、支払い手続き、完成引き渡しに関する必要諸事項等を日本国政府関係者に報告する。

## 3. 常駐監理者の派遣

工事完了時まで、本計画の総括として気象計画技術者を配置し全工事における管理業務を実施する。

### <施設建設>

建築施工時には気象建築物という特別な性格上、正確な品質管理と工程監理が要求される。

品質管理には、パキスタン国で調達できる材料か、日本や第三国より輸送しなければならない材料かによって、同じ材料でも品質も施工法も違うものがあり、時間的な問題ですぐ結論の必要な事項も多く、常駐者不在の場合はその決定に思わぬ時間がかかったりする。工程管理の上では、工事開始が雨期と洪水時期になるため、根伐り工事、基礎工事の遅延が予想され、工程上はかなり厳しい。本計画においては、デラ・イスマイル・カーン及びラヒムヤル・カーンの各サイトに気象レーダ塔を建設するため、監理形態も複雑となることが予想される。以上よりスポット管理であると品質管理、工程管理上支障をきたすことが予想される為、本計画においては常駐監理が適切であると判断する。

そのため建築技術者1名を施設建設工事期間である9ヶ月間、現地に派遣する。

工事期間中は、各専門技術者が日本国内で施工図のチェックや施工方法のチェック及び製品検査等のバックアップを行う。また必要に応じて各設置・調整工事時に各専門の技術者を現地に派遣する。

- a) 建築技術者A
- b) 建築技術者B
- c) 構造設計技術者
- d) 電気設備技術者
- e) 設備・衛生技術者
- f) 積算

#### <機材>

各機器は、内容・性能が異なり、それらが有機的に結合されて1つの気象業務システムを構築していくことになるため、仕様書に従ってシステムの品質・機能を保持するためには、本工事においてはシステムをトータルにインテグレートすることが不可欠である。コンサルタントの、常駐監理者には無線通信装置の監理者として気象通信無線・伝送技術者、気象レーダシステムの監理者として気象レーダ技術者を配置し、総括には前述の気象計画技術者を配置し、完成したシステムを使用する立場（パキスタン気象局側）に立って監理を行う。気象レーダ観測網として必要な気象通信・情報処理能力、また気象業務に要求されるレーダ観測仕様に基づいて、レーダ画像解析技術者、データ伝送処理技術者と連動して監理業務を実施する。

機器の設置工事の管理については、設置工事期間は、各専門の技術者をそれらの期間中に現地へ派遣し、管理業務を怠りなく実施するものとする。また工事期間中は、各専門技術者が日本国内で製作図のチェックや設置方法のチェック及び製品検査等の業務を行うほか、必要に応じて各設置・調整工事時に各専門の技術者を現地に派遣する。

- a) 気象計画技術者
- b) 気象通信システム技術者
- c) 気象通信無線・伝送技術者A
- d) 気象通信無線・伝送技術者B
- e) 気象レーダ技術者
- f) レーダ画像解析技術者
- g) 気象データ伝送処理技術者

#### 4-1-5 資機材調達計画

資材・機器の調達計画は、気象レーダ及び無線通信機器、建築及び建築設備の保守・維持管理体制に重点を置き、パキスタン気象局が本計画完了後に支出可能なカレントコストを試算し、妥当な計画を策定する。また機器の耐用年数の設定と施設の定期改修時期、スベアパーツの保有、入手方法等についても、パキスタン気象局の現状を踏まえ、資材・機器の調達計画を策定する。

また運用、保守・維持管理のマニュアルの作成と指導、現地技術者のトレーニング等についても考慮する。

##### ・輸入禁止品目

パキスタン国では建設用資材のほとんどが輸入品を含め自国内で調達可能なため、資機材の調達計画は慎重に行なわねばならない。資機材は可能な限り現地製を使用することを指針とし、資機材に関する調査は輸入禁止品目及び現地調達可能資材とその品質の判定に重点を置くこととする。

輸入禁止品目には建築資材では鉄筋、鉄骨（サイズによる）ベニヤ、アルミ建具、タイル、木製品、骨材、ブロック類、ガラス、塗料等があり、設備資材については衛生機器類をはじめ照明器具類、パネル類、エアコン、ポンプ類等、建設設備工事のほぼ全てが該当する。

パキスタン気象局が資機材輸入に関する諸手続きを理解し、推測される問題の対処方法を予め検討しておくことは、計画進行に極めて重要なことである。輸入禁止品目の調達に関しては、パキスタン気象局の協力が必要であり、必要とされる輸入品目を早い時点でパキスタン気象局に明示する。

使用材料と機器の輸入税の免除と輸入禁止品目の解除は、事実上は行われないと考えられる。故に、工事を円滑に進めるため、使用材料の選択はこれらの条件も含め、さらにパキスタン国内市場の供給能力も考慮に入れて行うこととする。

輸入資機材に関する手続きは、パキスタン商業省(Ministry of Commerce : MOC)が窓口となっていて、輸入資材の各品目に対して、膨大な輸入禁止品目リストとの厳しい照合が行なわれ、禁止当該品目がある場合には、書類は産業省(Ministry of Industry : MOI)及び大蔵省(Ministry of Finance : MOF)へ送られ、審査・承認を経て、初めて輸入許可証(Non-Objection Certificate : NOC)が発行される。輸入許可証は中央歳入庁(Central Board of Revenue : CBR)へ送られ、計画実施機関よりCIF価格の約4%の輸入税が納められて、輸入手続・関税免除手続きが完了する。このプロセスは案件が無償援助であっても正式なプロセスとして必ず踏まねばならない。そのため、本計画の遅延無き実施のため、施主であるパキスタン気象局、コンサルタント及びコントラクターにおいて綿密なる検討を行い、協力して必要手続きを踏み、資機材調達を行うこととする。

##### 1. 機材

機材の調達には完成後の維持管理を念頭に置き、機器のトラブル発生時に現地代理店を極力利用できるよう熟慮すべきである。電子部品が多用されている気象レーダ及びレーダ画像合成・処理システム及び装置においては、現地にて調達することが困難なものが多く、また本計画における施設の品質、レベル及び気象レーダ観測網を構築するにあたり、日本または第3国よりの調達が必要不可欠となる。しかしながら

日本調達と第3国調達との価格比較調査の結果、ほぼ同額であり、コンサルタント技術者が第三国へ赴き各検査等（工場検査（中間・完成検査）、仮設置性能検査、船積み検査等）に立ち会う経費等を考慮すると日本調達の方が機器単価は若干安価であり、またコントラクターと密に連絡を取りながら仕様書に従った機器の性能を綿密に確認するには、日本からの調達の方が有利である。機器の調達に関しては、工場検査（中間・完成検査）、船積み検査等の各検査は当然の事ながら必要となるが、仮設置性能検査等も必要となるため、調達は細心の配慮を以て行うこととする。前プロジェクトにおいて、設置されたイスラマバード及びカラチ気象レーダは日本製であり、本計画において導入予定の気象レーダにおいても、機器の統一規格、操作手順、維持管理手法、スペアパーツ等の入手等を考慮すると、日本からの調達の方が施主であるパキスタン気象局にとっても有利である。

しかしながら、無線通信装置及び関連機器に関しては、パキスタン国内においてもノックダウン方式（ドイツのシーメンスの技術協力による）で組立・製造・販売が行われており、本計画完成後の保守管理・スペアパーツの入手・現地技術者の派遣の容易等を考慮すると、無線通信装置を現地調達にするメリットはある。また価格比較検討調査の結果、日本調達よりも現地調達の方が機器単価はわずかではあるが安価であり、パキスタン電信電話会社においても多くの現地製通信機器が使用されていることから、機器の信頼性の面からも問題は無いと判断される。通信機器を製造している会社は、半官半民のパキスタン電信電話会社の子会社であり、機器の工場検査（中間・完成検査）、仮設置性能検査の実施に関しても、製造工場が首都のイスラマバードにあるため容易であり、ドイツ人技術者もテクニカルアドバイザーとしてドイツのシーメンスより派遣されている。

しかしながら無線通信装置及び関連機器の調達については、レーダ関連システムとのインターフェイス等を考慮する必要があるため、各機器の調達計画には慎重を要する。

機材の供与において最も懸念される問題は、機器の保守管理とスペアパーツ等の調達に関するものであり、これは本計画の成否に係わる重要な点である。

本計画において保守管理上最も心配されることは、やはり気象レーダ及びレーダ画像合成・処理システム関連機器である。特にレーダ画像合成・処理システムは、コンピューターであり、パキスタン国には小規模ながらこれらの代理店が数社あり、これらの代理店が扱う機器をより多く取り込むことにより、維持管理が容易となるよう考慮することが可能である。またこれらの代理店は民間活力として、パキスタン政府保有のコンピューターの保守・管理を行っており、彼らの技術・経験共に何ら問題はなく、本計画により導入されるであろうコンピューターの保守・管理についても期待できる。

上述のようなことから、機器の調達計画に関しては可能な限りの機種の一統化とスペアパーツ等の調達の容易さ、パキスタン気象局の扱い慣れた機器の選定、現地の民間活力により維持管理が可能となるような機器の調達計画を行うことが望ましい。

## 2. 建設資材

建設資材のコンクリート用骨材・セメント・木材・建具など、ほとんどがパキスタン国内で調達可能であ



るので現地にて建設資材を調達することを基本方針とする。

現地にて調達することが困難なもの、また本計画施設の品質、レベルを確保するに必要なもののみ、日本または第3国より調達するものとする。

#### 1) セメント

供給は比較的安定している。品質もほぼ良好であるが、日本の製品に比べると劣るので、施工時は品質検査を充分に実施する。

#### 2) コンクリート用骨材

粗骨材は主として砕石が用いられており、現在の需要に対しては、質・量ともに安定して供給されている。

#### 3) コンクリート製品

コンクリート材料は、コンクリートブロックなどコンクリート二次製品も生産されている。レディー・ミックス・コンクリート（生コン）がないため、すべて現場練りとなるため、コンクリートの品質検査及び強度検査を充分に実施する必要があるほか、現場においてコンクリートの試験練りを行い、最適なる調合比を設定する。

#### 4) 鉄筋

鉄筋コンクリート造に必要な鉄筋は現地にて調達可能であり、鉄筋のミルシートなどを入手により信頼できる鉄筋強度を確認することができる。

#### 5) 木材及び合板

合板は内・外装用、コンクリート型枠用等、現地にて調達可能である。

#### 6) アルミニウム製品

パキスタン国で生産されているアルミニウム製建具は機密性に関して、強風時による雨及び砂埃等の吹き込むなどの多少の難点があるものの、調達等に関しては特に問題は無く、パキスタン国内においては注文に応じて輸入した引抜型材による多様なアルミ・サッシュが生産されている。国内において使用されている実績も多く一般的に特に問題となる点はないので、本計画においては現地製のアルミ・サッシュ建具を使用する。

#### 7) 塗装材

内・外装用塗装材は、量・色・種（オイル、エマルジョン、エポキシ等）共豊富である。また全て現地にて調達可能である。

前述以外の主要建築資材は現地にて調達可能であるが輸入品と考えてよい。特に設備（電気・給排水・空気調和・換気）関連資機材は直径150mm以下の塩化ビニールパイプ（薄肉）、ビニール被覆電線の一部を除

気調和・換気) 関連資機材は直径150mm以下の塩化ビニールパイプ(薄肉)、ビニール被覆電線の一部を除いて輸入となる。

上述のように一般的な建築材料はすべて入手可能であり、品質も特に問題はない。しかし、気象レーダ塔の建設には気象レーダシステムの関連機器などの設置のための特殊電源装置等が必要となることから、現地調達が不可能なものは日本または第3国より調達するものとする。

### 3. 資材輸送ルート

パキスタン国内の主要貿易港は、カラチ港である。日本または第三国からパキスタンへ海上輸送される資材は、カラチ港に荷揚げされ、そこよりトラックにて各計画地まで内陸輸送される。プロジェクト・サイトへの道路は、ほぼアスファルト舗装されており、特に大きな問題はない。

#### 1) 航空便

日本とのイスラマバード及びカラチ国際空港の間には、東京より週4回の往復便(パキスタン航空)が運行されている。カラチとイスラマバード間は、パキスタン航空が日に数便、運行している。

#### 2) 船便

日本の港(神戸、名古屋、横浜等)とパキスタン国のカラチ港の間は、ほぼ週3~4船程度の割合で定期貨物船が運給している。途中、香港、シンガポール、その他に寄港する船とダイレクト船があり、ダイレクト船でカラチ港到着には約1カ月間を必要とする。

#### 3) 国内輸送

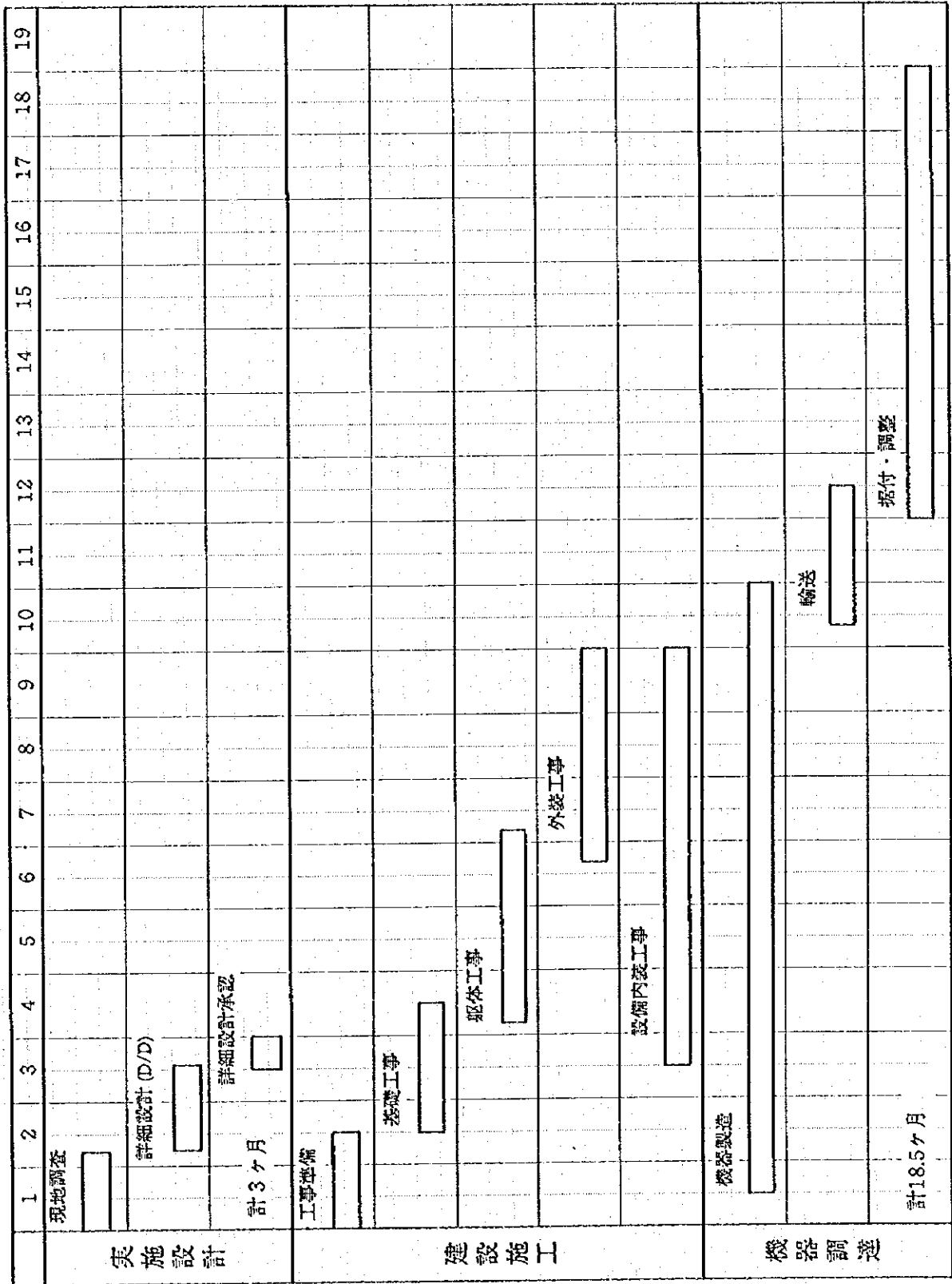
主に陸路又は空路があり、陸上輸送は長距離・大量輸送において航空輸送よりコストが安く有利である。カラチ港は現在も大型船が頻繁に出入りしていて港湾施設も整備されており、コンテナ専用埠頭も用意されている。

### 4. 実施スケジュール

本計画は2ヶ所の気象レーダ塔施設建設工事及び気象レーダシステム、レーダ画像合成・解析システム、無線通信装置等の機器製作及び設置・調整工事を含むため、全体工事期間を検討すると工事契約締結後17.5ヶ月程度を要する。

施設建設工事は、現場準備作業から完成までにおよそ9ヶ月を要し、機器製作には約9ヶ月程度を要する。本計画にて導入予定の機器は、気象という特殊目的にのみ使用されるため、全てが特殊機材であるため、一般機器よりも製作日数を要するのが現状である。

4-1-6 実施工程



## 4-1-7 相手国側負担事項

### パキスタン国側負担範囲

#### (1) 計画全般

- 1) 本計画に必要なパキスタン国内の法的諸手続き
- 2) 銀行手数料（銀行取決めに基づく日本外為銀行の支払授權書通知料ならびに支払手数料）
- 3) 供与資機材の通関及び関税免除手続き
- 4) 本計画業務に従事する日本国籍の法人及び個人への免税及び出入国、滞在のための便宜供与

#### (2) 気象機器関連事項

- 1) 既設機器及び気象測器の移設と調整
- 2) 供与された機器に対する適切かつ効率的な保守・運用

#### (3) 気象レーダ塔建設関連事項

- 1) 敷地整地（障害物除去を含む）
- 2) 施設に必要な電力供給、電話回線供給、給・排水路の敷地所定位置までの引き込み
- 3) 植採、門、塀等の設置
- 4) 必要家具の提供
- 5) 工事用仮設電力・用水の供給
- 6) 本工事に必要なパキスタン国内の法的諸手続き
- 7) 建設工事において必要となる仮設事務所、作業場、資機材置き場等のための敷地の確保
- 8) 建設・供与された施設ならびに機器の適切かつ効率的な保守・運用

## 4-2 概算事業費

### 4-2-1 概算事業費

本計画を我が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14.42億円となり、先に述べた日本国とパキスタン国との負担区分に基づく双方の経費内訳は、下記に示す積算条件によれば、次のとおりと見積られる。

#### 1. 日本国側負担経費

| 事業費区分      | 合計       |
|------------|----------|
| (1) 建設費    | 2.68 億円  |
| ア. 直接工事費   | ( 1.52 ) |
| イ. 現場経費    | ( 0.58 ) |
| ウ. 共通仮設費   | ( 0.36 ) |
| (2) 機材費    | 10.74 億円 |
| (3) 設計・監理費 | 1.00 億円  |
| 合計         | 14.42 億円 |

#### 2. パキスタン国負担経費

| 項目                  | 合計                        |
|---------------------|---------------------------|
| 外構・植栽工事費            | Rs120,000.-<br>(約0.40百万円) |
| 電気引込み工事費            | Rs500,000.-<br>(約1.65百万円) |
| 電話引込み工事費            | Rs16,000.-<br>(約0.05百万円)  |
| 家具購入費               | Rs20,000.-<br>(約0.07百万円)  |
| 敷地使用权費<br>(レンタル・カー) | Rs150,000.-<br>(約0.50百万円) |
| 負担工事費合計             | Rs806,000.-<br>(約2.67百万円) |

### 3. 積算条件

#### 1) 積算時点

パキスタン国の基本設計調査期間中に積算用資料を入手した時期及び日本の各メーカーにより見積書が提出された時点を考慮して、平成8年12月を積算時点とする。

#### 2) 為替交換レート

米ドルとパキスタンルピーの交換レートは、1996年3月15日～1996年9月10日の180日間の平均レート（東京三菱銀行発行の電信送金値）とし、日本円と米ドルの交換レートは次のとおりである。

$$\begin{aligned} 1 \text{ドル (US\$)} &= 109 \text{円 (¥)} \text{ (JICA 指示レート)} \\ 1 \text{ルピー (Rs)} &= 32.193 \text{ルピー} / 1 \text{US\$} \end{aligned}$$

#### 3) 施工期間

工事実施期間は17.5ヶ月とし、各期に要する詳細設計、入札業務、契約、工事（機器調達、設置及び調整を含む）等の期間は、工事行程に示した通りである。

#### 4) その他

本計画は、日本国政府の無償資金協力の制度に従い実施されるものとする。

## 4-2-2 運営維持・管理費

### 1. 計画実施後に必要となる人員

#### 要員

本計画実施後、パキスタン気象局は気象レーダ観測網の運用・維持管理のため、ラホール洪水予報センター、デラ・イスマイル・カーン及びラヒムヤル・カーンの各レーダサイトに以下の職員の増員配置を計画しており、パキスタン国内のプロジェクト実施のための正規プロセスであるPC-1フォームにも、政府の承認のため下記の職員増員が記載されている。特に現在のラホール洪水予報センターを気象レーダ観測網の中核となるリモートセンシングセンターとして位置づけている。またデラ・イスマイル・カーン及びラヒムヤル・カーンの各レーダサイトにも新たに気象予報官を配置する計画になっている。

計画実施後に計画されている人員の増員配置は以下の通りである。

・ラホールリモートセンシングセンター（ラホール洪水予報センター）

|           |     |
|-----------|-----|
| 予報官長      | 1名  |
| 主任予報官     | 2名  |
| 主任電気エンジニア | 1名  |
| 予報官補      | 1名  |
| 速記官       | 1名  |
| 専任補佐官     | 1名  |
| 機械技師      | 1名  |
| 雑務役       | 3名  |
| 清掃人       | 1名  |
| 計         | 12名 |

・デラ・イスマイル・カーンレーダサイト

|          |     |
|----------|-----|
| 主任予報官    | 1名  |
| 予報官      | 1名  |
| 電気エンジニア  | 1名  |
| 電気エンジニア補 | 2名  |
| 専任補佐官    | 2名  |
| 電気技師     | 4名  |
| 運転手      | 1名  |
| ガードマン    | 2名  |
| 雑務役      | 2名  |
| 清掃人      | 1名  |
| 計        | 17名 |

・ラヒムヤル・カーンレーダサイト

|          |     |
|----------|-----|
| 主任予報官    | 1名  |
| 予報官      | 1名  |
| 電気エンジニア  | 1名  |
| 電気エンジニア補 | 2名  |
| 専任補佐官    | 2名  |
| 電気技師     | 4名  |
| 運転手      | 1名  |
| ガードマン    | 2名  |
| 雑務役      | 2名  |
| 清掃人      | 1名  |
| 計        | 17名 |

本計画完成後の組織計画図を図4-1に示す。

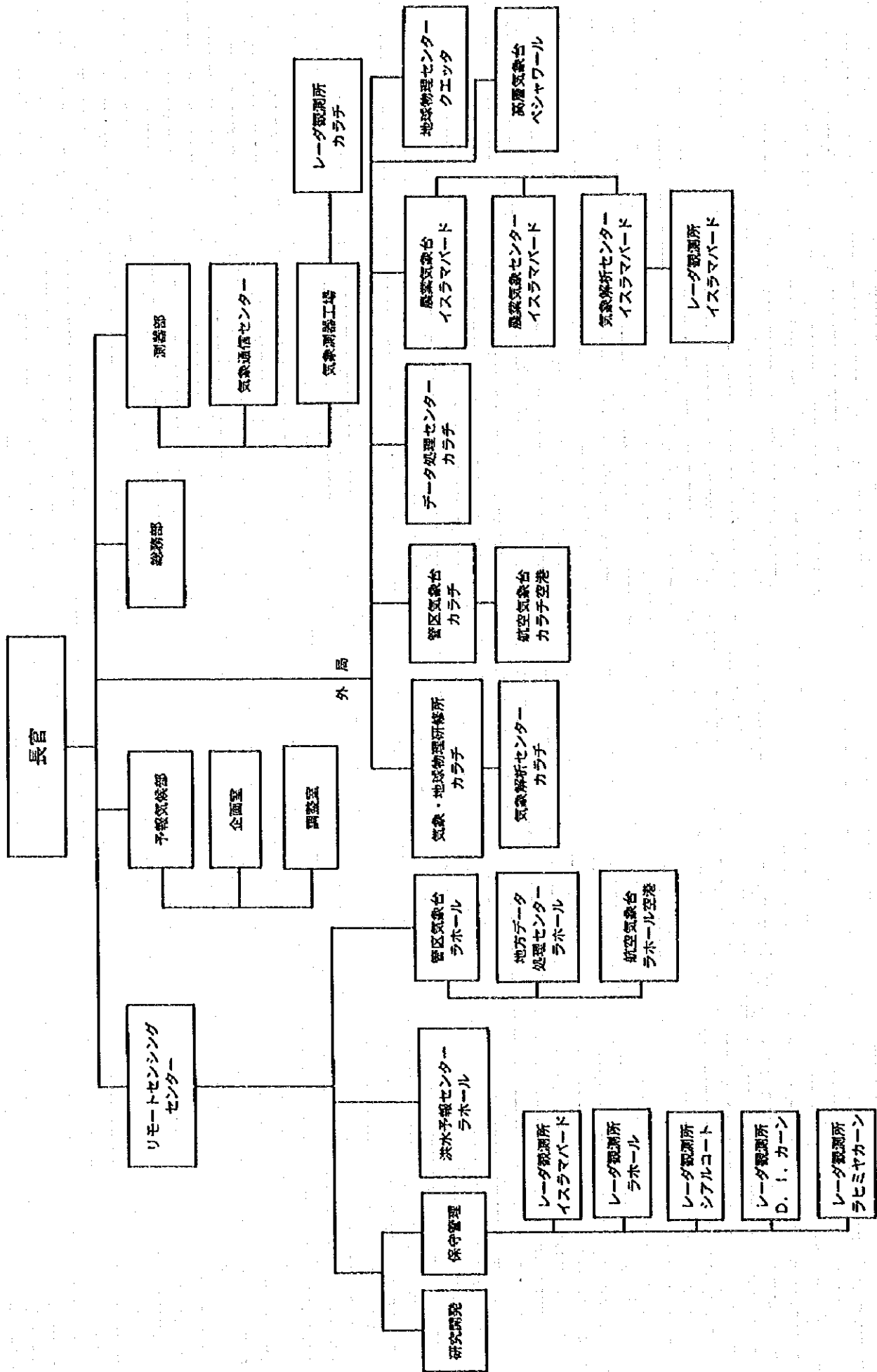


図4-1 パキスタンの気象局組織計画図



## 2. 施設の維持管理方法

気象レーダ塔を始めとする施設の維持管理はパキスタン気象局が中心となり、他の関係機関（電気局、公共事業局、電信電話会社、民間航空公団）と連動して行う事となる。特にラヒムヤル・カーンレーダは、民間航空公団所有のラヒムヤル・カーン空港構内に建設されるため、民間航空公団の協力は機器の維持管理を含め不可欠なものである。前プロジェクトにおいて供与されたイスラマバード及びカラチレーダ塔は、現在のパキスタン気象局の敷地内にあり常に比較的良好に管理されている。

### <施設維持管理費>

新しい施設が建設されることにより、パキスタン気象局が独自に支払うこととなる光熱費・水道代の支出の概算はおよそ以下の通りである。

#### 1) 水道料金：Rs2,600/年

1ヶ月：（使用者5名）×100ℓ/日×1.2×30日=18,000ℓ/月

4.5ℓ=1GAL

18,000ℓ÷4.5ℓ=4,000GAL

1,000GAL当たりRs26.

(4,000GAL÷1,000GAL)×12ヶ月×Rs26=Rs1,248×1.04=Rs1,297.

Rs1,297×2サイト=Rs2,596≒Rs2,600/年

#### 2) 電気料金：Rs250,000/年

カラチ及びイスラマバードレーダサイトの各電気料金は、現地調査の結果約Rs125,000/年であったため、本計画にて設立される各レーダサイトの使用頻度は現状とあまり相違無いことが考えられるため、実績を元に以下のように算定する。

Rs125,000/年×2サイト=Rs250,000/年

#### 3) 電話回線及び電話使用料：Rs24,500/年

1日に15通話使用するものとする。

電話：15通話/日×1.25×30日×12ヶ月=Rs6,750/年

FAX：Rs6,750/年×0.8=Rs5,400/年

Rs6,750+Rs5,400+42（回線使用料）×2回線=Rs12,234≒Rs12,250/年

Rs12,250/年×2サイト=Rs24,500/年

#### 4) 既設通信回線使用料：Rs500,000/年

既設通信回線使用料については、上記のように予想されている。

#### 5) ピックアップトラックの軽油代：Rs26,000/年

軽油1ℓ当たり：Rs7.21.

1日に30km走行するものとして、軽油1ℓ当たり7km走行できるものとする。

$30\text{km} \div 7\text{km}/\ell = 4.28 \ell / \text{日} \approx 5 \ell / \text{日} \times \text{Rs}7.21 \times 30\text{日} \times 12\text{ヶ月} = \text{Rs}12,978/\text{年}$

$\text{Rs}12,978 \times 2\text{台} = \text{Rs}25,956 \approx \text{Rs}26,000/\text{年}$

### 3. 機器の維持管理方法

機器の維持管理について検討する場合、一般的に以下のような問題の発生を考慮する必要がある。

- ・電源等の不安定などによる設置環境上の問題
- ・未熟な操作技術による人的な問題
- ・保守サービス体制の未整備
- ・高トラブル発生率（日本国内と比較して）
- ・定期的な部品交換やオーバーホールの頻度増、部品等の消耗

電子部品が多用されている今日の機器及び装置においては、特に内部的故障の場合、部品交換以外に方法がなく、部品の調達に要する費用は当該国にとっては大きな負担となることが予想される。

トラブルの発生をより低く抑えるためには、以下の方策を講ずるべきである。

- ・気象レーダシステムの機器関連の電源は全て電圧安定装置を通して各機器へ供給する。
- ・機器の設置工事時において操作・保守の両面から現地トレーニングを徹底して行う。
- ・トラブルの発生時に現地の技術者により解決可能となるよう、機種を選定を考慮する。
- ・既設機器（前プロジェクトにて導入した機器）とのスペアパーツ及び消耗品等の統一をとる。
- ・操作・保守方法が既設機器と可能な限り同一のものを選定する。

特に操作・保守の現地トレーニングは、機器の操作・運用を行う者と保守管理を担当する者とで異なる。そのため各担当者に各任務を確実に遂行してもらうため、操作マニュアルと保守管理マニュアルは不可欠であり、実際の現地トレーニングはこれらのマニュアルに沿って行い、可能な限り多くの職員を対象に実施する。

本計画完成後の約1年間の保証期間の後には、全面的にパキスタン気象局が維持管理に関しては対処しなくてはならないため、トラブルの規模によっては特別な費用が必要となる事も考慮しなくてはならない。本計画において保守管理上経費がかかることが予想される機器はやはり気象レーダ及びレーダ画像合成処理システムに関連した部分である。そのため極力機種及びスペアパーツ等の統一化、かつ扱い慣れた機器の選定をすることが維持管理を容易とする得策である。このことが将来におけるスペアパーツ等の調達の容易さ、維持管理費の軽減に直接関係する。

#### <機器の維持管理費>

将来における維持管理費を以下の条件において算出する。

本計画においては、導入されるシステムは空調設備及び電圧安定装置、無停電設備等の機器に対するバックアップシステムが完備された施設に設置されることとなる。そのため日本での使用と同等の良好な環境下に設置されるはずである。このような状況下において機器が正しく使用された場合、年間の維持管理費は日本でのケースを念頭に概算ではあるが想定することが可能である。

本でのケースを念頭に概算ではあるが想定することが可能である。

1) 現実的に予想される維持管理費・

1年目は、保証期間であるため、問題はない。3～4年目まではスペアパーツもあり、また機器もまだ新しいため大きな故障等は考えにくい。そのため維持管理費はかなり小さい。

5年目以降はからが本当の意味での維持管理費の支出があるものと思われ、現在の日本での部品の交換頻度と、現地での修理費能力等を考慮すると以下のように予想される。

主な維持管理費

気象レーダシステムを運用するには、特に以下の消耗部品の調達が必要となる。マグネトロン及び送信/受信リミッターは、気象レーダシステムの心臓部であるため欠かすことはできない。

- ・ マグネトロン (パルスレーダ送信管)  
耐用時間：約8千時間
- ・ 送信/受信リミッター (送信/受信交換装置)  
耐用時間：約1万時間
- ・ 無停電電源装置バッテリー  
耐用年数：約5～6年

日本における使用頻度の高い気象レーダの使用時間は、年3千時間程度である。パキスタンでは日本の約60～70%程度の使用率であり、年2千時間以内の使用時間である。

そのためマグネトロンは約4～5年に1本(8千時間/年÷2千時間/年=4年)、送信/受信リミッターは約5年に1台(1万時間/年÷2千時間/年=5年)が必要となる。

気象レーダシステムには、実使用及び予備として各2セットづつ付帯しているため、マグネトロンについては8年間、送信/受信リミッターについては10年間程度運用可能である。しかしマグネトロンはパルスレーダ送信管であるため、中には耐用年数前に切れてしまうものもあるため、パキスタン気象局は、早めの年維持管理費のための予算確保を行い消耗品等の調達を確実に行うことが必要である。

パキスタン気象局の保守・管理能力については、既に5年以上の年月が経過したイスラマバード及びカラチレーダは、現在においても非常に良好に稼働しており、またパキスタン気象局の数人のレーダ技術者は技術レベルもかなり高く、機械的故障以外は修理可能な能力を兼ね備えているため特に問題はない。

今回の基本設計においては、パキスタン気象局の維持管理費をより少なくするための設計は行ったものの、本計画完成時より必要となる維持管理費をより少なくするためには、パキスタン気象局自身による節約が大きな効果を発揮する事は明白である。本計画実施により施設・機器の維持管理費は調査・検討の結果、以下のような増加が予想される。

\*本計画実施により増加が見込まれる維持管理費  
 調査・検討の結果、以下のような維持管理費の増加が予想される。

|           | 1年目          | 2年目          | 3年目          | 4年目から        |
|-----------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 機器修理費     | Rs0.         | Rs30,000.    | Rs50,000.    | Rs80,000.    |
| 消耗品費      | Rs0.         | Rs0.         | Rs50,000.    | Rs50,000.    |
| 水道料金      | Rs2,600.     | Rs2,600.     | Rs2,600.     | Rs2,600.     |
| 電気料金      | Rs250,000.   | Rs250,000.   | Rs250,000.   | Rs250,000.   |
| 回線&電話使用料  | Rs24,500.    | Rs24,500.    | Rs24,500.    | Rs24,500.    |
| 既設通信回線使用料 | Rs500,000.   | Rs500,000.   | Rs500,000.   | Rs500,000.   |
| 軽油代       | Rs26,000.    | Rs26,000.    | Rs26,000.    | Rs26,000.    |
| 維持管理費総計   | Rs803,100.   | Rs833,100.   | Rs903,100.   | Rs933,100.   |
| 職員増員分人件費  | Rs1,906,000. | Rs1,906,000. | Rs1,906,000. | Rs1,906,000. |