

パキスタン・イスラム共和国

パキスタン気象局

パキスタン・イスラム共和国  
中期気象予報センター設立及び  
気象予報システム強化計画  
準備調査報告書  
(簡易製本版)

平成 26 年 1 月  
(2014 年)

独立行政法人国際協力機構  
(JICA)

株式会社 国際気象コンサルタント  
一般財団法人 日本気象協会  
株式会社 建設技研インターナショナル

環境
JR(先)
14-001

## 序 文

独立行政法人国際協力機構は、パキスタン・イスラム共和国の中期気象予報センター設立及び気象予報システム強化計画にかかる協力準備調査を実施することを決定し、同調査を株式会社国際気象コンサルタント、一般財団法人日本気象協会及び株式会社建設技研インターナショナルから構成される共同企業体に委託しました。

調査団は、平成24年9月から平成25年11月までパキスタンの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踏査を実施し、帰国後の国内作業を経て、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26年1月

独立行政法人国際協力機構  
地球環境部  
部長 不破 雅実

# 要 約

## 要 約

パキスタン国（以下「パ」国）は南アジア地域に位置し、南北に1,500kmと長く標高差も大きいことから、地域により地形及び気象現象が多様であり、地震、洪水、土砂災害、サイクロン、干ばつ等様々な自然災害に見舞われる災害多発国である。「パ」国における自然災害は、特にモンスーン期に多く発生する。これは熱帯収束帯の積乱雲群や熱帯性低気圧が、集中的な豪雨、降雹、強風等の現象を引き起こしているためである。毎年のように起こる災害は、洪水や田畑の冠水、家屋の倒壊、送電線の切断、土砂崩れ、道路の斜面崩壊等の被害ばかりでなく、尊い人命を多数奪っており、国家経済にも影響を及ぼしている。

近年最大の災害としては、2010年のインダス川大洪水（被災者数2千万人、死者2,000人超）が挙げられる。この洪水では死者の半数以上が河川の上・中流域で発生する土石流や、豪雨による家屋の崩壊、山間部での土砂災害により命を失った。また農地の荒廃、家屋の流失、道路や橋梁の破壊など広い範囲に被害をもたらし、「パ」国経済に計り知れない負のインパクトを与え、「パ」国の歴史上、最悪の洪水となった。こうした気象災害の危険を事前に予測し、適切な対策を講じるためには、的確な情報を迅速に伝達することが求められており、そのためには気象予報の精度向上と予報作成にかかる時間短縮が必要不可欠である。

自然災害は、人命や財産の損失及び社会経済活動の停滞を生み出すだけでなく、自然災害に対して脆弱な貧困層への影響が極めて大きく、「パ」国政府の開発戦略の一つである貧困削減への弊害ともなっている。また、地球規模の気候変動が中長期的に自然災害の頻度及び規模を増大させる可能性があり、自然災害多発地帯である「パ」国への影響は大きく現れると想定されることから、自然災害に対する早期警戒を含む災害管理体制の整備が急務となっている。

この必要性に応えるため、「パ」国政府はPMD内に特別中期気象予報センター（Specialized Medium Range Weather Forecasting Center : SMRFC）を設置し、現在実施している24時間以内の短期予報の精度を強化するだけでなく、48時間を超える中期予報能力の向上を目指している。同時に、気象情報の伝達・配信の能力強化を計画しているが、設立早々の同センターにはこれらの目的に適う気象予報解析のための機材や情報通信機材が十分に整っていない。更に首都イスラマバードにあるPMD内の気象レーダーシステムは、老朽化による機能不全が続いているため、数年で稼働が停止する可能性もあり、恒久的対策として首都圏の気象観測の中核を担う同レーダーシステムの更新は喫緊の課題である。

また気候変動に伴う異常気象により多大な被害が発生していることを受けて、2012年8月、国家気候変動政策（National Climate Change Policy）案が気候変動省のもとで作成された。この政策には、気候変動への脆弱さと適応方法について、セクター別（水資源、農業、森林、生態系、防災等）に記載されており、防災に関しては、「パ」国政府は関係機関と協力し合って、主に以下の対策を講じる

こととしている。

1. 「国家災害危機管理体制」実施のための財源確保
2. 自然災害発生時における関係省庁の役割及び責任の明確化
3. サイクロンが直撃する沿岸部での早期警報システムの強化や避難計画の策定
4. 早期警報の普及や災害リスク軽減活動への住民参加
5. 洪水や鉄砲水、干ばつ等の監視、予報、早期警報システムの強化
6. 異常気象発生時に迅速な復旧が求められる電気・通信・交通等のインフラ整備

更に、上記の国家気候変動政策に対する具体的な行動計画（Action Plan）を策定し、行動計画は最優先、短期的、中期的、長期的の4つに分類されている。気候変動政策の効果的な実行のため、国家及び地方気候変動政策実行委員会（National and Provincial Climate Change Policy Implementation Committees）を設置し、国家及び地方気候変動政策実行委員会は半年毎に政策実行の状況等を報告する会議を開催し、5年毎に気候変動政策の変更や更新を行うこととしている。

我が国の無償資金協力により、PMD イスラマバード本局敷地内に構築された気象レーダーシステムは、運用開始後、既に20年以上が経過している。そのため、機能の低下速度が日々増しており、2011年にフォローアップが実施されたものの、一度大きな故障等が発生した場合、機能を回復させることが困難な状況に陥る可能性も否めないことから、恒久的な対策として首都圏の気象観測の中核を担う既設イスラマバード気象レーダーシステムを、早急に更新することが強く求められている。このような背景から、既設イスラマバード気象レーダーシステムの更新を主とする気象観測機材、PMD 特別中期気象予報センター設立に必要となる気象予報・データ通信関連機材及び気象情報をユーザーへ迅速に配信するための機材等の整備が必要であるが、資金と技術の不足により「パ」国が独自に実施することが困難である。そのため、「パ」国政府は、2011年に「中期予報センター設立及び早期警報・情報普及ネットワーク強化プロジェクト」実施のための無償資金協力を我が国政府に要請した。今回要請されている内容は、我が国の協力にて実施された「マルチハザード早期予警報計画」にて「プライオリティー1」の計画に位置づけられたものである。

これを受け、日本国政府は、準備調査(1)の実施を決定し、独立行政法人国際協力機構（Japan International Cooperation Agency: JICA）は、2012年9月17日から10月1日まで準備調査団を現地に派遣し、第1次国内解析にて予備的検討を実施するための基礎情報を収集した。また同調査の中で、「パ」国政府及びPMDとの協議を通して、要請機材の整備目的、運用方法が確認され、要請内容（概要）が、第1次国内解析の予備的検討対象項目と予備的検討対象外に整理された。

更にJICAは、2012年11月14日から12月26日まで準備調査(2)の実施のため、準備調査団を現地に派遣し、上記の準備調査(1)において確認され、また第1次国内解析で検討された内容に基づき、PMDを含む「パ」国側政府関係機関と協議を行い、PMDの機材運用・維持管理能力、最適機材配置計

画等の様々な観点から、必要機材内容、規模・数量を検討した。その結果、最終的に以下に添付した表に示したコンポーネントが必要である旨を確認し、各コンポーネントを構成する機器について第2次国内解析を行なうこととなった。また既設気象レーダー塔施設再利用の可否を判断するため、主要構造部の状況確認、施設の構造形態確認、シュミットハンマー試験による圧縮強度試験（鉄筋コンクリート劣化診断）、水平変形角の検討等の構造検討調査を実施した。結果として、本プロジェクトにおいて既設気象レーダー塔施設を改築し利用することは、危険であることが確認された。

準備調査団は第2次国内解析において概略設計案の作成を実施した。これを基に JICA は、2013年6月29日から7月6日まで概略設計概要説明調査団を「パ」国に派遣し、概略設計案の説明及び協議を重ねた結果、本プロジェクトの目的や効果を鑑み最終的に以下の項目が必要である旨が確認された。各項目について国内において更なる解析を行った結果、次の表に示したものが概略設計の対象項目となった。

表1 概略設計の対象となった機材及び施設の概要

内容	イスラマバード		ラホール		カラチ	ムルタン	ギルギット
	PMD イスラマバード本局	新バナジブルット国際空港気象事務所	PMD ラホール地方気象センター	PMD ラホール洪水予報局	PMD カラチサイクロン警報センター	PMD ムルタン気象事務所	PMD ギルギット気象事務所
機材調達・据付							
特別中期気象予報センター気象予報・開発システム（避雷設備、電源バックアップシステム、耐雷トランス、電圧制御設備、電源供給キャパシタ、メンテナンス用機器、スペアパーツ及び機材付帯施設を含む）	1 式	-	-	-	-	-	-
気象データ用基幹通信システム	1 式	-	1 式	1 式	1 式	1 式	1 式
GTS メッセージスイッチシステム	1 式	-	-	-	-	-	-
Sバンド固体化電力増幅式気象ドップラーレーダーシステム（電源バックアップシステム、耐雷トランス、電圧制御設備、電源供給キャパシタ、メンテナンス用機器及びスペアパーツを含む）	1 基	-	-	-	-	-	-
気象レーダーデータ表示システム	2 式	1 式	-	-	-	-	-
ウィンドプロファイラシステム（機材付帯施設を含む）	1 式	-	-	-	-	1 式	-
施設建設							
気象レーダー塔施設の建設（避雷設備、電源バックアップシステム、耐雷トランス、電圧制御設備及びメンテナンス用機器を含む）	1 棟	-	-	-	-	-	-

なお、本プロジェクトの工期は、約 38 ヶ月（実施設計：約 7 ヶ月、施設建設：約 17 ヶ月、機材調達及び据付工事：約 18 ヶ月）、概略事業費は「パ」国側 0.65 億円と見込まれる。

地球規模の気候変動が、中長期的に自然災害の頻度及び規模を増大させる可能性があり、特に自然

災害多発国である「パ」国への影響が顕著に現れると想定されることから、気象災害に対する早期警戒を含む災害管理体制の整備が喫緊の課題となっている。本プロジェクトにおいて、気象レーダーシステムの更新、高層気象観測システム、気象予報・開発システム、気象データ用基幹通信システム及び GTS メッセージスイッチシステムの整備を行い、特別中期気象予報センター（SMRFC）を PMD イスマバード本局に構築する。これらの我が国の支援により、PMD の 1) 気象観測能力の強化、2) 既存の 24～48 時間以内の短期予報の更なる精度向上、3) 48 時間を超える中期予報（3-10 日後まで）を作成することができる能力の付帯、4) 予警戒の迅速な発信能力の強化、を行い自然災害による被害の軽減に寄与することを本プロジェクトの目標とする。

本プロジェクトは、PMD の気象観測及び大雨予警戒作成能力を向上させ、災害を軽減することが目的である。「パ」国において最も甚大な被害をもたらす洪水による被災者及び被害総額は計り知れず、「パ」国全体の経済発展の大きな障害ともなっている。従って、本計画の直接・間接裨益人口は、「パ」国全人口の 1.72 億人であると考ええる。「パ」国の人口増加率は、年平均 2%であり、2050 年にはインド、中国、米国に次ぐ世界第 4 位の人口を抱える国になると予想され、被災する者が増大することが懸念される。

以上の内容により、本プロジェクトの妥当性は高く、また有効性が見込まれると判断される。また PMD の運用維持管理費が軽減できるよう、本プロジェクトの機材・施設設計に当たり交換部品や消耗品を最小限とし、最も大きなウェイトを占める電気代を極力抑える設計を採用するなどの技術的な対応を行った。本プロジェクトの効果や先方の組織能力等を総合的に検討した結果、本プロジェクトを実施する意義は極めて高い。

# 目 次

序文

要約

目次

位置図

完成予想図

図のリスト

表のリスト

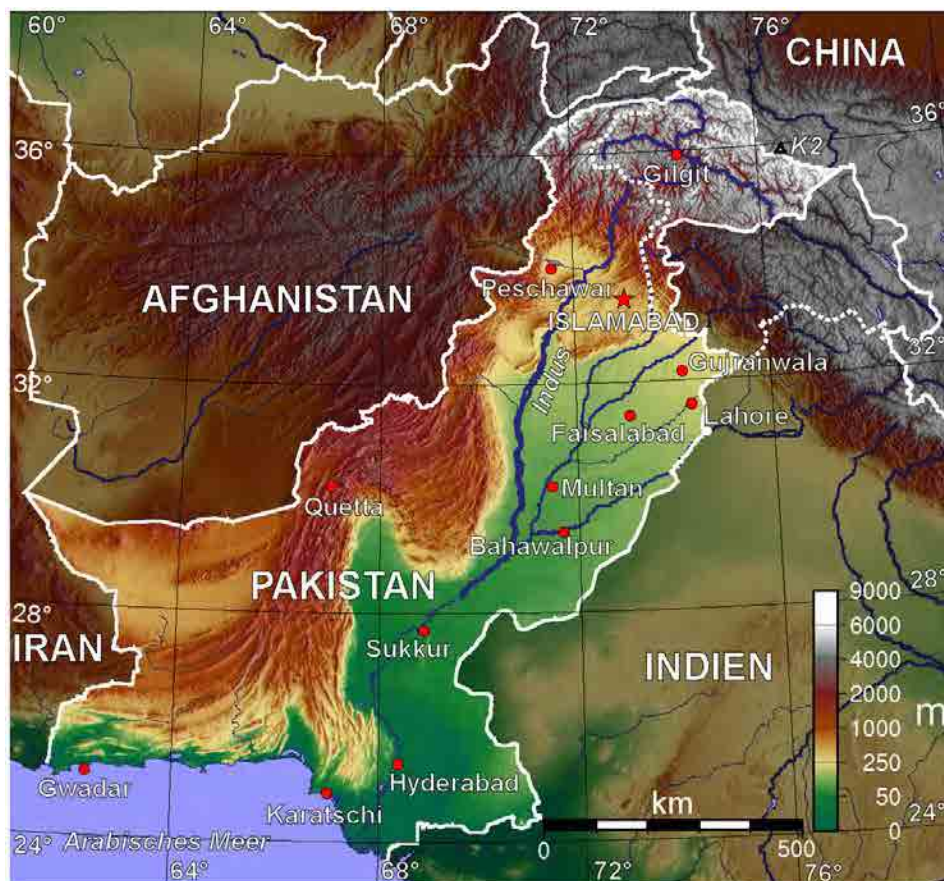
略語集

第1章 プロジェクトの背景・経緯.....	1 - 1
1-1 当該セクターの現状と課題.....	1 - 1
1-1-1 現状と課題.....	1 - 1
1-1-2 気象分野に対する我が国の協力.....	1 - 4
1-1-3 開発計画.....	1 - 5
1-1-4 社会経済状況.....	1 - 5
1-2 無償資金協力の背景・経緯及び概要.....	1 - 6
1-3 我が国の援助動向.....	1 - 9
1-4 他ドナーの援助動向.....	1 - 9
第2章 プロジェクトを取り巻く状況.....	2 - 1
2-1 プロジェクトの実施体制.....	2 - 1
2-1-1 組織・人員.....	2 - 1
2-1-2 財政・予算.....	2 - 4
2-1-3 技術水準.....	2 - 4
2-1-4 既存施設及び機材.....	2 - 6
2-2 プロジェクトサイト及び周辺の状況.....	2 - 10
2-2-1 関連インフラの整備状況.....	2 - 10
2-2-2 自然条件.....	2 - 12
2-2-3 環境社会配慮.....	2 - 19
2-3 その他.....	2 - 19
第3章 プロジェクトの内容.....	3 - 1
3-1 プロジェクトの概要.....	3 - 1



3-2	協力対象事業の概略設計	3 - 2
3-2-1	設計方針	3 - 2
3-2-2	基本計画	3 - 6
3-2-3	概略設計図	3 - 51
3-2-4	施工計画／調達計画	3 - 79
3-2-4-1	施工方針／調達方針	3 - 79
3-2-4-2	施工上／調達上の留意事項	3 - 79
3-2-4-3	施工区分／調達・据付区分	3 - 80
3-2-4-4	施工監理計画／調達監理計画	3 - 82
3-2-4-5	品質管理計画	3 - 83
3-2-4-6	資機材等調達計画	3 - 83
3-2-4-7	初期操作指導・運用指導等計画	3 - 87
3-2-4-8	ソフトコンポーネント計画	3 - 89
3-2-4-9	実施工程	3 - 93
3-3	相手国側分担事業の概要	3 - 94
3-4	プロジェクトの運営・維持管理計画	3 - 95
3-5	プロジェクトの概略事業費	3 - 98
3-5-1	協力対象事業の概略事業費	3 - 98
3-5-2	運営・維持管理費	3 - 99
第4章	プロジェクトの評価	4 - 1
4-1	事業実施のための前提条件	4 - 1
4-2	プロジェクト全体計画達成のために必要なPMDによる投入（負担）事項	4 - 2
4-3	外部条件	4 - 3
4-4	プロジェクトの評価	4 - 3
4-4-1	妥当性	4 - 3
4-4-2	有効性	4 - 6
〔資料〕		
1.	調査団員・氏名	資1 - 1
2.	調査行程	資2 - 1
3.	関係者（面会者）リスト	資3 - 1
4.	討議議事録（M/D）	資4 - 1
5.	ソフトコンポーネント計画書	資5 - 1
5.	参考資料	資6 - 1

## ■ パキスタン・イスラム共和国



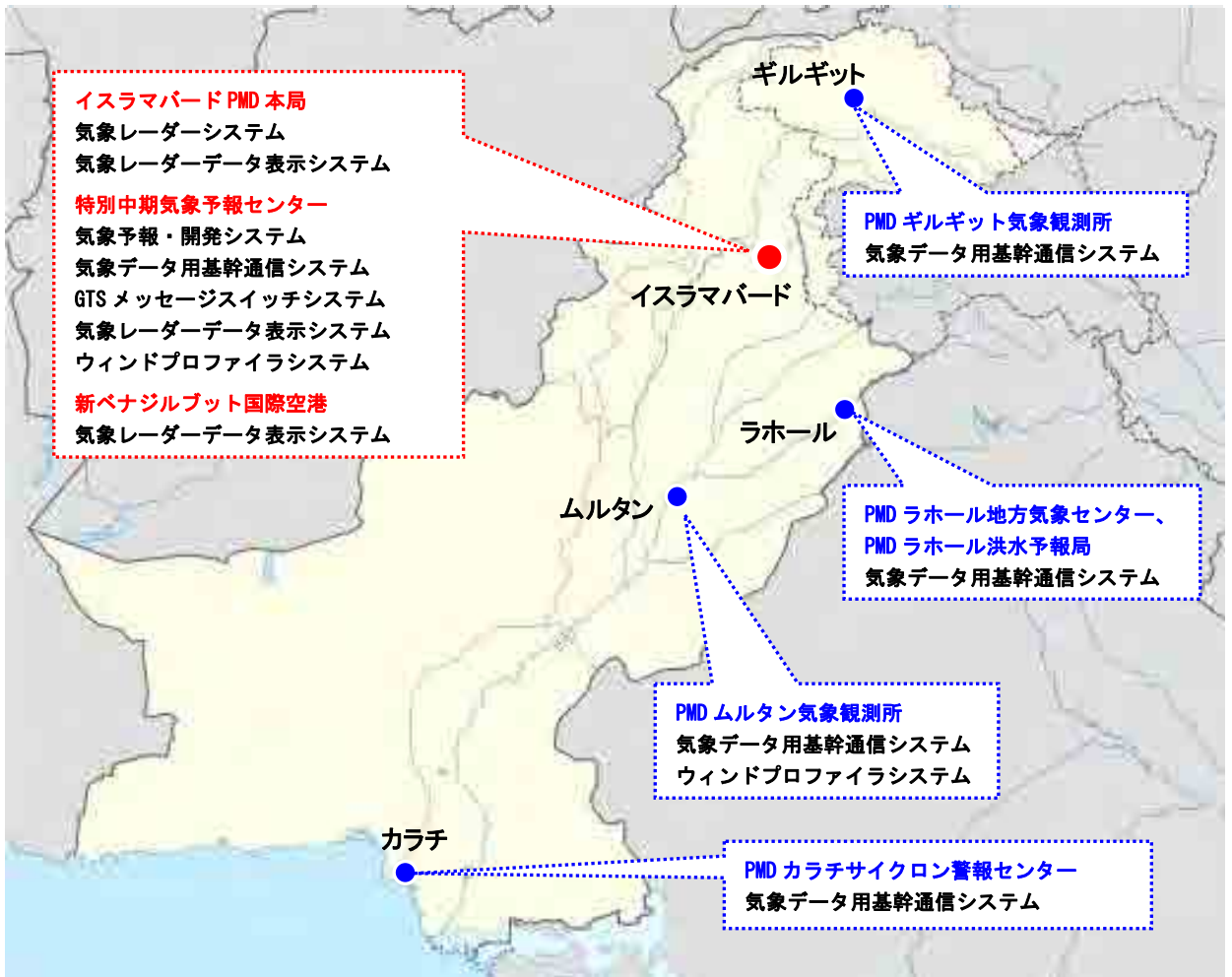


図 プロジェクトサイト位置図



イスラマバード気象レーダー塔施設

# 図のリスト

## 第1章 プロジェクトの背景・経緯

図-1	「パ」国の年間降水量分布	1 - 2
図-2	「パ」国付近上空の偏西風と気圧の谷	1 - 3
図-3	モンスーン低気圧と上空の気圧の谷による気象現象の推移	1 - 3
図-4	「パ」国のGDP成長率年間推移と自然災害	1 - 6

## 第2章 プロジェクトを取り巻く状況

図-5	内閣府 航空部組織構成	2 - 1
図-6	PMD組織図	2 - 1
図-7	「パ」国の気象レーダー観測網	2 - 2
図-8	「パ」国における各災害の割合	2 - 12
図-9	PC-1フォームの承認	2 - 19

## 第3章 プロジェクトの内容

図-10	イスラマバード気象レーダー最大探知範囲及び観測データ処理範囲	3 - 16
図-11	LAN間を接続するインターネットVPN概念図	3 - 17
図-12	ウィンドプロファイラシステム概念図	3 - 18
図-13	PMD特別中期気象予報センター(SMRFC)及び気象観測・データ通信ネットワーク概要図	3 - 20
図-14	計画されているイスラマバード気象レーダーシステムの必要となるレーダーアンテナセンター高さ	3 - 30
図-15	「パ」国地震ゾーン分け地図	3 - 34
図-16	国内輸送ルート	3 - 87
図-17	各サイトまでの輸送期間	3 - 87
図-18	計画されている特別中期気象予報センター組織図	3 - 96
図-19	計画されているPMDイスラマバードの気象レーダー観測所組織図	3 - 96

## 第4章 プロジェクトの評価

図-20	「パ」国内において購入する資機材の一般売上税免税のための手続き	4 - 2
------	---------------------------------	-------

## 表のリスト

### 要約

表-1	概略設計の対象となった機材及び施設の概要	要約-3
-----	----------------------	------

### 第1章 プロジェクトの背景・経緯

表-2	「パ」国で発生した自然災害（2001年～2010年）＜洪水・鉄砲水・土砂崩れ＞	1 - 2
表-3	「パ」国で発生した自然災害（2001年～2010年）＜暴風雨・サイクロン＞	1 - 3
表-4	「パ」国で発生した自然災害（2001年～2010年）＜熱波・寒波・雪崩＞	1 - 3
表-5	第1次国内解析の予備的検討対象項目	1 - 7
表-6	第1次国内解析の予備的検討対象外項目（「パ」国側による調達を要請）	1 - 8
表-7	概略設計の対象となった機材及び施設の概要	1 - 8
表-8	他ドナーの援助動向	1 - 10

### 第2章 プロジェクトを取り巻く状況

表-9	PMD イスラマバード本局国家気象予報センター（NWFC）のシフト体制	2 - 2
表-10	PMD が発表する天気予報	2 - 3
表-11	PMD が提供している特別気象サービス	2 - 3
表-12	PMD が発表する警報／注意報	2 - 3
表-13	気象レーダー観測所の観測体制	2 - 4
表-14	PMD の年間予算	2 - 4
表-15	PMD の年間予算内訳	2 - 4
表-16	気象レーダーシステム点検簿の項目	2 - 5
表-17	機材付帯設備機器の定期点検・清掃項目	2 - 5
表-18	イスラマバード既設気象レーダー塔施設のコンクリート圧縮強度シュミットハンマー試験結果	2 - 7
表-19	イスラマバード既設気象レーダー塔施設の現状と構造検討結果	2 - 8
表-20	既設コンピュータークラスターを構成するメインユニット	2 - 8
表-21	既設コンピュータークラスターにインストールされているソフトウェア及びモデル	2 - 9
表-22	サイト位置情報	2 - 10
表-23	PMD が利用しているインターネット回線	2 - 11
表-24	商用電源安定度（電源品質アナライザーによる）	2 - 11
表-25	「パ」国の代表的な降水現象カレンダー	2 - 13
表-26	「パ」国北部域の降雨による災害カレンダー	2 - 16
表-27	陸上地形測量	2 - 17
表-28	地質調査	2 - 18

表-29	イスラマバード気象レーダー観測所ボーリング調査結果一覧	2 - 18
表-30	PC フォームの種類と目的	2 - 20

### 第3章 プロジェクトの内容

表-31	イスラマバード気象レーダー塔施設の基礎形状	3 - 4
表-32	計画された機材及び施設の概要	3 - 6
表-33	特別中期気象予報センター (SMRFC) による予報作成方法	3 - 7
表-34	ガイダンス予測値算出に使用する全球数値予報格子点値	3 - 8
表-35	中期予報作成のためのガイダンス計算時間 (最高気温)	3 - 8
表-36	日本気象庁のアジア第2地区 (RA-II) 領域向け全球数値予報の 格子点値	3 - 9
表-37	PMD 予報業務の現状及び将来計画	3 - 10
表-38	気象予報・開発システムの運用に必要なハードディスクの容量	3 - 12
表-39	既設気象レーダーシステムと新設気象レーダーシステムの主要諸元及び 探知距離の比較	3 - 13
表-40	雨量強度毎の受信電力 (dBm) を用いた既設レーダーと更新後の気象レーダーとの 探知距離の比較	3 - 13
表-41	基本機能として備える必要のある表示・出力情報機能	3 - 14
表-42	計画するウィンドプロファイラシステムの主要諸元	3 - 19
表-43	ウィンドプロファイラ観測データの品質管理	3 - 19
表-44	主要機材リスト	3 - 21
表-45	イスラマバード気象レーダー塔施設建設予定敷地状況	3 - 28
表-46	気象レーダー塔施設各室の概要、収容機器及び室面積算定根拠	3 - 29
表-47	外部仕上、内部仕上の材料、工法	3 - 32
表-48	外部仕上、内部仕上の材料の採用理由	3 - 32
表-49	既設気象レーダー観測所の地盤状況と気象レーダー塔施設の杭と基礎	3 - 33
表-50	気象レーダー塔の特殊固定荷重	3 - 33
表-51	電力引込設備	3 - 35
表-52	自家発電機設備	3 - 35
表-53	幹線・動力設備	3 - 35
表-54	各室の照度基準	3 - 35
表-55	消火器	3 - 37
表-56	空調設備を設置する室	3 - 38
表-57	機材付帯施設建設予定敷地状況	3 - 48
表-58	機材付帯施設の概要、収容機器及び室面積算定根拠	3 - 48
表-59	外部仕上、内部仕上の材料、工法	3 - 49
表-60	日本国無償資金協力と「パ」国側の施工区分	3 - 80
表-61	品質管理計画	3 - 83

表-62	主要建設資材調達計画表 建築工事	3 - 85
表-63	主要建設資材調達計画表 空調・衛生・電気設備工事	3 - 86
表-64	「パ」国 カラチ港への配船予定	3 - 86
表-65	免税及び通関必要手続き	3 - 87
表-66	初期操作指導・運用指導等実施場所	3 - 88
表-67	ソフトコンポーネントの成果	3 - 90
表-68	ソフトコンポーネントの成果達成度と測定方法	3 - 90
表-69	ソフトコンポーネントの活動（投入計画）	3 - 91
表-70	ターゲットグループ	3 - 92
表-71	ソフトコンポーネントの成果品（アウトプット）	3 - 92
表-72	実施工程	3 - 93
表-73	本プロジェクト実施に必要な負担業務	3 - 94
表-74	計画されているイスラマバード気象レーダー運用時間（年間）概算	3 - 95
表-75	施設定期点検の概要	3 - 97
表-76	設備機器の耐用年数	3 - 97
表-77	日本国側負担経費	3 - 98
表-78	パキスタン政府/PMD が既に負担した初度経費の概算	3 - 98
表-79	パキスタン政府/PMD が負担する初度経費の概算	3 - 99
表-80	運用維持管理コスト：PMD イスラマバード本局	3 -100
表-81	運用維持管理コスト：PMD ムルタン気象事務所	3 -100
表-82	運用維持管理コスト：PMD カラチサイクロン警報センター	3 -101
表-83	運用維持管理コスト：新ベナジルブット国際空港気象事務所、PMD ラホール 地方気象センター、PMD ラホール洪水予報局、PMD ギルギット気象事務所	3 -101
表-84	パキスタン政府/PMD が負担するプロジェクト全体の年間運用維持管理 コストの概算	3 -101
表-85	PMD の年間予算推移	3 -102

#### 第4章 プロジェクトの評価

表-86	施設建設及び機材据付け実施のための各種必要手続き	4 - 1
表-87	「パ」国の行政区分と人口	4 - 3
表-88	成果指標	4 - 6



## 略 語 集

ASEAN : Association of Southeast Asian Nations	東南アジア諸国連合
AVR : Automatic Voltage Regulator	定電圧電源装置
BCP : Building Code of Pakistan	パキスタン国建築基準法
CAPPI : Constant Altitude Plan Position Indicator	定高度平面位置表示機
CDA : Capital Development Authority	首都開発庁
CDWP : Central Development Working Party	中央開発部会
CRED : Centre for Research on the Epidemiology of Disasters	災害疫学研究センター
DCPC : Data Collection and Processing Centre	データ収集・作成センター
EAD : Economic Affairs Division	経済課
ECNEC : Executive Committee of the National Economic Council	国家経済評議会執行委員会
EIA : Environment Impact Assessment	環境影響評価
EPA : Environmental Protect Authority	環境保護庁
FAB : Frequency Allocation Board	周波数割当委員会
FFD : Flood Forecasting Division	ラホール洪水予報局
GISC : Global Information System Centre	全球情報システムセンター
GTS : Global Telecommunication System	世界気象通信網
JICA : Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
IESCO : Islamabad Electric Supply Company	イスラマバード電力供給会社
MOCC : Ministry of Climate Change	気候変動省
MTBF : Mean Time Between Failure	平均故障間隔
MTTR : Mean Time To Repair	部品交換時間
NC : National Centre	国家センター
NMCC : National Meteorological Communication Center	カラチ気象通信センター
NWFC : National Weather Forecasting Center	国家気象予報センター
OJT On-the-Job Training	現地研修
PMD : Pakistan Meteorological Department	パキスタン気象局
PTA : Pakistan Telecommunication Authority	パキスタン電気通信庁
SMRFC : Specialized Medium Range Weather Forecasting Center	特別中期気象予報センター
VPN Virtual Private Network	仮想専用回線
WIS : WMO Information System	WMO 情報システム
WMO : World Meteorological Organization	世界気象機関

# 第1章 プロジェクトの背景・経緯

# 第1章 プロジェクトの背景・経緯

## 1-1 当該セクターの現状と課題

### 1-1-1 現状と課題

パキスタン国（以下「パ」国）は南アジア地域に位置し、南北に1,500kmと長く標高差も大きいことから、地域により地形及び気象現象が多様であり、地震、洪水、土砂災害、サイクロン、干ばつ等様々な自然災害に見舞われている。「パ」国における自然災害は、特にモンスーン期に多く発生する。これは熱帯収束帯の積乱雲群や熱帯性低気圧が、集中的な豪雨、降雹、強風等の現象を引き起こしているためである。毎年のように起こる災害は、洪水や田畑の冠水、家屋の倒壊、送電線の切断、土砂崩れ、道路の斜面崩壊等の被害ばかりでなく、尊い人命を多数奪っており、国家経済にも影響を及ぼしている。

近年最大の災害としては、2010年のインダス川大洪水（被災者数2,000万人、死者2,000人超）が挙げられる。この洪水では死者の半数以上が河川の上・中流域で発生する土石流や、豪雨による家屋の崩壊、山間部での土砂災害により命を失った。また農地の荒廃、家屋の流失、道路や橋梁の破壊など広い範囲に被害をもたらし、「パ」国経済に計り知れない負のインパクトを与え、「パ」国の歴史上、最悪の洪水となった。こうした自然災害の危険を事前に予測し、適切な対策を講じるためには、的確な情報を迅速に伝達することが求められており、そのためには気象予報の精度向上と予報作成にかかる時間短縮が必要不可欠である。

自然災害は、人命や財産の損失及び社会経済活動の停滞を生み出すだけでなく、自然災害に極めて脆弱である貧困層に対し大きな打撃を与えるため、「パ」国政府の開発戦略の一つである貧困削減への弊害ともなっている。また、地球規模の気候変動が中長期的に自然災害の頻度及び規模を増大させる可能性があり、自然災害多発地帯である「パ」国への影響は顕著に現れると想定されることから、自然災害に対する早期警戒を含む災害管理体制の整備が急務となっている。

この必要性に応えるため、「パ」国政府はパキスタン気象局 (Pakistan Meteorological Department、以下 PMD) 内に特別中期気象予報センター (Specialized Medium Range Weather Forecasting Center、以下 SMRFC) を設置し、現在実施している24時間以内の短期予報の精度を強化するだけでなく、48時間を超える中期予報能力の向上を目指している。同



時に、気象情報の伝達・配信の能力強化を計画しているが、設立早々の同センターにはこれらの目的に適う気象予報解析のための機材や情報通信機材が十分に整っていない。更に首都イスラマバードにあるPMD内の気象レーダーシステムは、老朽化による機能不全が続いているため、数年で稼働が停止

する可能性もあり、恒久的な対策として首都圏の気象観測の中核を担う同レーダーシステムの更新は喫緊の課題である。

「パ」国で最も多い自然災害は洪水であり、北部から南部にかけての広範囲で発生している。一方、鉄砲水及び土砂崩れは、特に北部上流域で多発している。右図は「パ」国の年間降水量を表しているが、イスラマバード首都圏を中心とした北部が圧倒的に多い。つまり、北部で降った大雨により上流域で鉄砲水や土砂崩れが発生し、その雨水が中・下流域に流れ、洪水が発生している。「パ」国北部における気象観測能力の強化は、「パ」国での自然災害を効率よく低減する上で重要であると考えられる。



図1 「パ」国の年間降水量分布

次に添付した表は、2001年～2010年までの間に「パ」国において発生した自然災害による死者・行方不明者数と被災者数を、各災害種別に取り纏めたものである。やはり、洪水は広い範囲で発生しており、多発地域は北部のカイバル・パクトゥンクワ州、中部のパンジャーブ州、南部のバローチスタン州、シンド州である。また、鉄砲水及び土砂崩れはカイバル・パクトゥンクワ州を中心とした北部地域で多く発生していることが分かる。一方、サイクロン被害はバローチスタン州及びシンド州の沿岸部に集中しており、内陸への影響はほとんどない。



表2 「パ」国で発生した自然災害(2001年～2010年)  
＜洪水・鉄砲水・土砂崩れ＞

年	災害種類	死者・行方不明者数	被災者数	州名							
				8	2	7	5	6	3	1	4
				ギルギット・バルチスタン州	カイバル・パクトゥンクワ州	アザド・カシミール	イスラマバード首都圏	連邦直轄部族地域	パンジャーブ州	バローチスタン州	シンド州
2001	鉄砲水	210	400,179								
2002	洪水	23	4,010								
	鉄砲水	14									
2003	洪水	230	1,266,223								
	鉄砲水	36	20								
2004	洪水	5									
2005	洪水	616	7,523,543								
2006	洪水	380	8,125								
	鉄砲水	20									
	土砂崩れ	29	5								
2007	洪水	460	2,186								
	鉄砲水	66	520								
	土砂崩れ	100	2								
2008	洪水	83	290,764								
2009	洪水	52	70								
	鉄砲水	50	75,010								
2010	洪水	2,031	20,359,518								
	鉄砲水	60	4,000								
	土砂崩れ	19	26,700								

参照:WHO Collaborating Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED) Emergency Events Database (EM-DAT)及び当JV所有データ



表3 「パ」国で発生した自然災害(2001年～2010年)  
 <暴風雨・サイクロン>

年	災害種類	死者・行方不明者数	被災者数	州名									
				8	2	7	5	6	3	1	4		
				ギルギット・バルチスタン州	カイバル・パクトウンクワ州	アザド・カシミール	イスラマバード首都圏	連邦直轄部族地域	パンジャーブ州	バローチスタン州	シンド州		
2001	暴風雨	4	500										
2002	暴風雨	14	12										
2003	暴風雨	51	2,557										
2005	暴風雨	58											
2007	サイクロン	242	1,650,000										
2010	サイクロン	23	4,000										

参照:WHO Collaborating Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (GRED) Emergency Events Database (EM-DAT)及び当JV 所有データ



表4 「パ」国で発生した自然災害(2001年～2010年)  
 <熱波・寒波・雪崩>

年	災害種類	死者・行方不明者数	被災者数	州名								
				8	2	7	5	6	3	1	4	
				ギルギット・バルチスタン州	カイバル・パクトウンクワ州	アザド・カシミール	イスラマバード首都圏	連邦直轄部族地域	パンジャーブ州	バローチスタン州	シンド州	
2002	熱波・寒波	113	24									
2003	熱波・寒波	200										
2005	雪崩	24										
	熱波・寒波	106	200									
2007	雪崩	43	3									
2010	雪崩	31	3,705									

参照:WHO Collaborating Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (GRED) Emergency Events Database (EM-DAT)及び当JV 所有データ

「パ」国北部で降水量が多い原因は、頻繁に通過する上空の気圧の谷と地上のモンスーン低気圧である。右図が示すように、上空の気圧の谷は偏西風と深く関係している。偏西風は上空5,500～5,800メートル付近に吹く西風であるが、地形や南北の温度差、低気圧や高気圧の条件等が複雑に絡んで、南北に蛇行している。「パ」国付近の偏西風は、「パ」国北部にそびえる8,000メートル級の高い山や東側に広がるチベット高原に進路を阻害され蛇行することから、「パ」国北部～北西部では偏西風が南へ蛇行し気圧の谷となる傾向がある。下図は、この上空の気圧の谷が地上のモンスーン低気圧に接近した時に発生する気象現象のメカニズムである。



図2 「パ」国付近上空の偏西風と気圧の谷

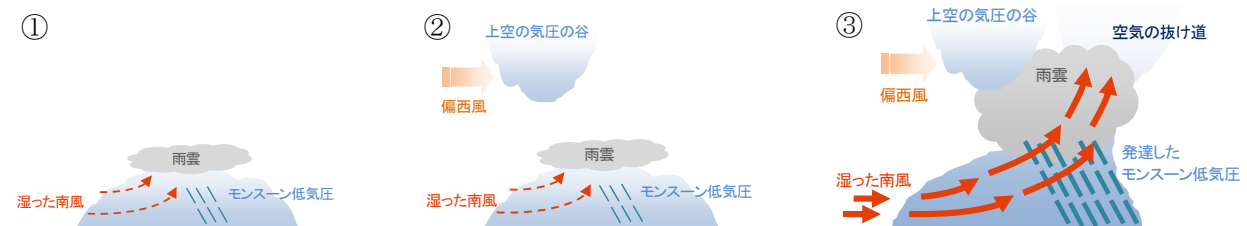


図3 モンスーン低気圧と上空の気圧の谷による気象現象の推移

- ① 地上のモンスーン低気圧に向かって湿った南風が吹き込む。
- ② 上空の気圧の谷が偏西風によってモンスーン低気圧に近づく。
- ③ モンスーン低気圧は急速に発達して背が高くなり、それによってモンスーン低気圧に集まった空気の抜け道が鉛直方向にできる。空気の抜け道があるため、南からより多くの暖かく湿った空気がモンスーン低気圧に向かって流れ込み、雨雲が発達しやすい状態が長時間に渡って続く。その結果、雨が長引き、大雨となる。

このような気象現象をいち早く捉え、予報精度を向上させるためには、気象レーダーシステムによる雨雲監視のほか、高層気象観測を実施して上空の風速・風向を把握する必要がある。高層気象観測には、1日数回の定時観測に用いるパイロットバルーンやラジオゾンデによる観測のほか、上空へ電波を発射し上空約4km～12km（降水時）までの風向・風速の鉛直分布及び乱気流等の気象現象を24時間連続して観測できるウィンドプロファイラシステムがある。ウィンドプロファイラシステムは、ほとんど人手を掛けずに自動観測が可能で、駆動部分がないことから故障頻度も低いことで知られており、途上国の気象組織が高層気象観測に用いる装置としては最適なものと考えられる。そのため気象レーダーシステム及びウィンドプロファイラシステムによる気象観測に加え、気象予報・開発システム等の計算機によるデータ処理・解析は、PMDの予報精度を向上させる上で極めて有効であり、「パ」国の気象災害の軽減に貢献すると期待されることから、本プロジェクトの実施が強く望まれる。

### 1-1-2 気象分野に対する我が国の協力

自然災害の被害を軽減し、自然災害から国民の生命と財産を守ることを目的として、「パ」国政府は日本国政府に気象観測のための施設建設及び気象レーダーシステム機材整備に関する無償資金協力を要請した。これを受けて、1990年度より「気象レーダー網整備計画（フェーズⅠ事業）」（1991年3月完成）が実施され、「パ」国北部の首都イスラマバード及び南部のカラチに気象レーダーシステムが整備された。その後、降雨及び洪水の更なる予測制度の向上のため、1998年度より「第2次気象観測網整備計画（フェーズⅡ事業）」（1999年3月完成）が実施され、気象レーダー観測範囲拡大のために、「パ」国中部のデラ・イスマイル・カーン及びラヒムヤル・カーンに気象レーダーシステムが整備された。レーダー画像合成処理装置及びレーダー画像伝送・表示装置の整備とともに、4基の気象レーダーシステムがネットワーク化され、「パ」国全土の約80%をカバーし、且つ全人口の約90%以上が居住している地域の雨量監視が可能となり、



防災に貢献する気象レーダー観測網が構築された。2次に渡る我が国の支援により、「パ」国全土のうち、北部高山部とバローチスターン州の一部を除く全国の気象観測が可能となり、「パ」国の気象予報の精度は以前と比べて飛躍的に向上した。また洪水多発地帯であるインダス川の全流域を気象レーダーシステムで常に監視する事ができ、量的な気象データを得ることが可能となった。これら4基の気象レーダーシステムは現在も稼動を辛うじて続け、「『パ』国の気象情報提供」の中核施設としての役割を現在も果たしている。しかしながら、イスラマバード及びカラチの気象レーダーシステムは設置から既に22年、デラ・イスマイル・カーン及びラヒムヤル・カーンの気象レーダーシステムは設置から既に14年の歳月が経過している。老朽化に伴い頻発する不具合等が気象レーダー観測業務に支障をきたすことから、PMDは現地で入手可能なスペアパーツの交換等を行うことで不具合に対応してきたが、気象レーダーメーカー側によるスペアパーツ供給が年々困難となっている。不具合等に対する対策がなされない状況が続けば、気象レーダーシステムの観測機能が停止する事態も想定されたことから、「パ」国側は、我が国に対し専門技術者の派遣による既設機材の状況、不具合箇所・スペアパーツ必要箇所の詳細確認及び修理方法の検討、維持管理体制にかかる指導助言を行うフォローアップ調査を要請した。調査結果にもとづく機材供与／修理についても要請を行ったことから、フォローアップ調査団が2010年2月より現地へ派遣され、気象観測機能が完全に停止する事態を避けるために、緊急措置として2011年にフォローアップが実施された。

### 1-1-3 開発計画

「パ」国では、国家防災計画及び早期予警報システム整備計画が作成され、首相が議長を務める国家災害管理委員会にて、2013年2月に承認された。今回、我が国に要請されているプロジェクトは、早期予警報システム整備計画において最優先事業として位置づけられている。

### 1-1-4 社会経済状況

次の図は「パ」国におけるGDP成長率である。GDP成長率が下がった年は、前年に大規模な災害が起きている。GDP成長率が1.6%と2%を下回った2008年は、前年の2007年にサイクロン「Yemyin」が「パ」国に襲来し、総額およそ16億ドルに上る被害をもたらした。2010年には、「パ」国の災害史上最悪と言われる大洪水及び土砂災害が発生し、翌年2011年のGDP成長率は2.9%まで下降した。これらのことから、自然災害がもたらす被害は、「パ」国全体の経済発展に大きな負の影響を及ぼすことが伺える。

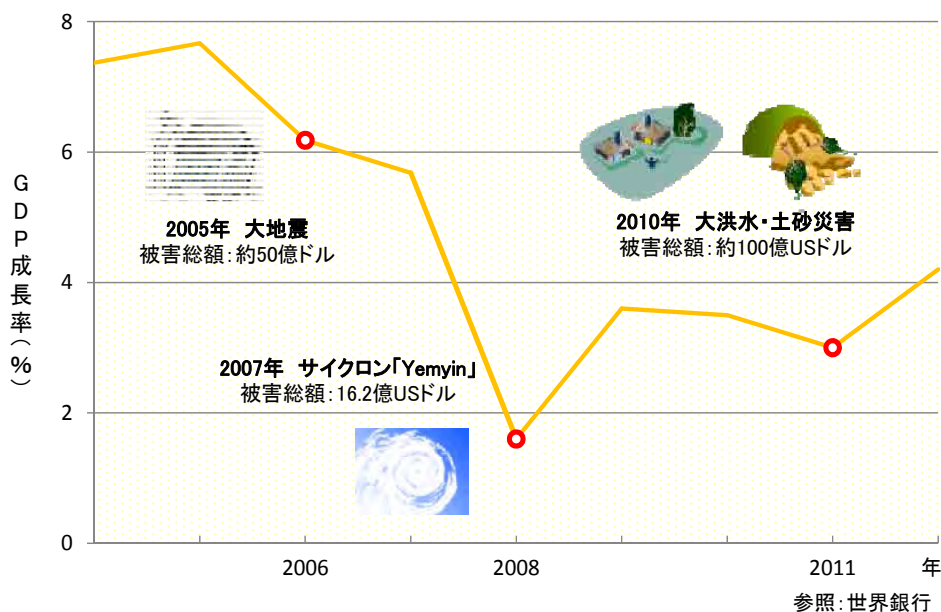


図 4 「パ」国の GDP 成長率年間推移と自然災害

## 1-2 無償資金協力の背景・経緯及び概要

我が国の無償資金協力により、PMD イスラマバード本局敷地内に構築された気象レーダーシステムは、運用開始後、既に 20 年以上が経過している。機能の低下速度は日々増しており、2011 年にフォローアップが実施されたものの、一度大きな故障等が発生した場合、機能を回復させることが困難な状況に陥る可能性が否めない。このため、恒久的な対策として首都圏の気象観測の中核を担う、既設イスラマバード気象レーダーシステムを、早急に更新することが強く求められている。このような背景から、既設イスラマバード気象レーダーシステムの更新を主とする気象観測機材、PMD 特別中期気象予報センター設立に必要となる気象予報・データ通信関連機材及び気象情報をユーザーへ迅速に配信するための機材等の整備が必要であるが、資金と技術の不足により「パ」国が独自に実施することは困難である。そのため、「パ」国政府は、2011 年に「中期予報センター設立及び早期警報・情報普及ネットワーク強化プロジェクト」実施のための無償資金協力を我が国政府に要請した。今回要請されている内容は、我が国の協力にて実施された「マルチハザード早期予警報計画」の中で「プライオリティー1」の計画に位置づけられたものである。

これを受け、日本国政府は準備調査(1)の実施を決定し、独立行政法人国際協力機構 (Japan International Cooperation Agency: JICA) は、2012 年 9 月 17 日から 10 月 1 日まで準備調査団を現地に派遣し、第 1 次国内解析にて予備的検討を実施するための基礎情報を収集した。また同調査の中で、「パ」国政府及び PMD との協議を通して、要請機材の整備目的、運用方法が確認され、次表の通り要請内容 (概要) が、第 1 次国内解析の予備的検討対象項目と予備的検討対象外に整理された。



表5 第1次国内解析の予備的検討対象項目

No.	要請項目	数量	要請内容と目的
1	SMRFC (特別中期気象予報センター)		
1-1	高速コンピューター導入による気象データの処理・解析・予測システム、農業気象データの処理・解析装置を含む	1	<p>水平格子間隔 5km の領域数値予報モデルを運用するため、既存の PC クラスタシステムの処理速度を 2 テラフロップスから 20 テラフロップスに増強する。モデルは、3 時間ごとの出力が得られるように 24 時間常時運用する。</p> <p>1 既設コンピューターシステムの性能向上により、短期 (3 日間) 気象予報の精度を上げることができる。中期 (4~10 日) 気象予報は、Outlook (1. 短期予報用天気ガイダンス予測値と領域モデル予測値の誤差傾向の把握、2. 他国の全球モデルの格子点値により中期予報用天気ガイダンス予測値を算出、3. 中期予報用天気ガイダンス予測値を誤差傾向により補正) により作成する。</p> <p>1 数値気象予報モデルの計算結果を使用した意思決定支援システム：農作物の灌漑の必要量や、害虫駆除・播種・収穫の適期など農業経営のための注意報を発表する。</p> <p>5 日~7 日先の農業気象情報を、パキスタン全ての農業気候地帯に、既存のマスメディアや SMS を使って定期的に提供する。</p>
1-2	気象情報配信システム、気象情報報道番組制作システム	1	簡易的なラジオ送信所を地域測候所 30 地点に設営し、ラジオ番組制作システム (ラジオブース、レコーダー、データ送信機) を整備する。
1-3	NOAA の HRPT データ受信システム	1	濃霧、海面温度、土壌湿度、外向き長波放射量、積雪、NDVI (植生指数)、土地利用分析、全球降水観測などの極軌道衛星 (NOAA) データを直接受信するシステム。
1-4	GTS メッセージスイッチシステム	1	カラチの既存 GTS メッセージスイッチシステムに代わる、新規の GTS メッセージスイッチシステムをイスラマバードの PMD に整備する。
1-5	VPN を利用した気象データ基幹通信システム (ネットワーク管理システムを含む)	8	PMD の各局間のデータ交換及び PMD の気象データ、予警報の情報を他の防災関連機関へ公開・発信するための通信ネットワーク。VPN を利用した気象データ基幹通信システムのネットワークを管理するためのシステム。
1-6	SMRFC の落雷保護・電源供給システム <ul style="list-style-type: none"> <li>■ バックアップ電源 (UPS)</li> <li>■ 機材用絶縁トランス</li> <li>■ 施設関連設備用絶縁トランス</li> <li>■ 自動電圧調節器</li> <li>■ エンジン発電機</li> </ul>	1	本プロジェクトにより整備される SMRFC の機材を、落雷や電源を介して進入するサージから保護し、安定した電源を供給する。
1-7	SMRFC に必要な予備品及び測定機器	1	SMRFC に整備される機材のための予備品及び測定機器。
2	気象レーダーシステム		
2-1	気象レーダーシステム <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 気象レーダーシステム機材</li> <li>◆ 気象レーダーデータ表示システム</li> <li>◆ 気象レーダーに必要な予備品及び測定機器</li> <li>◆ レーダー塔施設建設に下記の電源供給システムを含む               <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 電源バックアップシステム (UPS)</li> <li>■ 機材用絶縁トランス</li> <li>■ 施設関連設備用絶縁トランス</li> <li>■ 自動電圧調節器</li> <li>■ エンジン発電機</li> </ul> </li> </ul>	1	継続的な気象レーダー観測を行い、予警報の精度向上を目的とする。
2-2	気象レーダーデータの画像合成システム (既存の気象レーダーデータの 8 ビット変換システムを含む)	1	新規に建設するイスラマバードのレーダーデータと他の既存のレーダーデータの合成画像を作成・表示する機材 (既存のレーダーデータを 8 ビットデータに変換する機材を含む)。
3	高層気象観測システム		
3-1	高層気象観測システム、衛星通信システム (VSAT) による気象データ通信	5	資金不足により、ラジオゾンデを使った定期的な高層観測を行うことができない。高層大気の気象要素を記録する機材。
4	可搬式マイクロ気象レーダーシステム		
4-1	可搬式マイクロ気象レーダーシステム、電源	1	可搬式気象レーダーシステム (Xバンド) により、パキスタンの

供給装置付属	災害の起こりやすい地域で発生する荒天現象（局地的な小さいスケールの現象）を観測する。
--------	--

表6 第1次国内解析の予備的検討対象外項目（「パ」国側による調達を要請）

No.	要請項目	数量	要請内容と目的
1-1	作図装置による予報支援システム	1	数種類の天気図（フリーソフトによって描画）を、一枚の大型用紙（1.3m×1m程度）に印刷（作図）するための機材。
1-2	気象情報ディスプレイシステム	3	大型ディスプレイ（52インチ）3台 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ PMD 予報室に設置し、現業の予報業務に役立てる。</li> <li>■ PMD 玄関ロビーに設置し、訪問者に気象情報を紹介する。</li> <li>■ 空港ロビーに設置し、一般の空港利用者向けの気象情報を表示する。</li> </ul>
1-3	車両	1	「パ」国政府が、本プロジェクトのため既に購入済み。
1-4	環境モニタリングシステム 拡散スペクトルデータ送信システム、電源供給装置付属	2	イタリア政府支援によりムルタンに設置された環境モニタリングシステムと同様のシステム。

更に、JICAは2012年11月14日から12月26日まで準備調査(2)の実施のため、準備調査団を現地に派遣し、上記の準備調査(1)において確認され、また第1次国内解析で検討された内容に基づき、PMDを含む「パ」国側政府関係機関と協議を行い、PMDの機材運用・維持管理能力、最適機材配置計画等の様々な観点から、必要機材内容、規模・数量を検討した。その結果、最終的に下表に示した内容（コンポーネント）が必要である旨を確認し、各コンポーネントを構成する機器について第2次国内解析を行うこととなった。また既設気象レーダー塔施設再利用の可否を判断するため、主要構造部の状況確認、施設の構造形態確認、シュミットハンマー試験による圧縮強度試験（鉄筋コンクリート劣化診断）、水平変形角の検討等の構造検討調査を実施した。結果として、本プロジェクトにおいて既設気象レーダー塔施設を改築し利用することは、危険であることが確認された。

準備調査団は第2次国内解析において概略設計案の作成を実施した。これを基にJICAは、2013年6月29日から7月6日まで概略設計概要説明調査団を「パ」国に派遣し、概略設計案の説明及び協議を重ねた結果、本プロジェクトの目的や効果を鑑み以下の項目が必要である旨を確認した。各項目について国内で更なる解析を行った結果、次の表に示したものが概略設計の対象項目となった。

表7 概略設計の対象となった機材及び施設の概要

内容	イスラマバード		ラホール		カラチ	ムルタン	ギルギット
	PMDイスラマバード本局	新バナジブルット国際空港気象事務所	PMDラホール地方気象センター	PMDラホール洪水予報局	PMDカラチサイクロン警報センター	PMDムルタン気象事務所	PMDギルギット気象事務所
機材調達・据付							
特別中期気象予報センター気象予報・開発システム（避雷設備、電源バックアップシステム、耐雷トランス、電圧制御設備、電源供給キャパシタ、メンテナンス用機器、スペアパーツ及び機材付帯施設を含む）	1式	-	-	-	-	-	-
気象データ用基幹通信システム	1式	-	1式	1式	1式	1式	1式
GTSメッセージスイッチシステム	1式	-	-	-	-	-	-

Sバンド固体化電力増幅式気象ドップラーレーダーシステム(電源バックアップシステム、耐雷トランス、電圧制御設備、電源供給キャパシタ、メンテナンス用機器及びスペアパーツを含む)	1基	-	-	-	-	-	-
気象レーダーデータ表示システム	2式	1式	-	-	-	-	-
ウィンドプロファイラシステム(機材付帯施設を含む)	1式	-	-	-	-	1式	-
施設建設							
気象レーダー塔施設の建設(避雷設備、電源バックアップシステム、耐雷トランス、電圧制御設備及びメンテナンス用機器を含む)	1棟	-	-	-	-	-	-

### 1-3 我が国の援助動向

我が国の「パ」国に対する援助の基本方針（大目標）は、「経済成長を通じての安定した持続的な社会の構築」としている。「パ」国は、2050年にはインド、中国、米国に次ぐ世界第4位の人口を抱える国になると予想されている。その潜在力を十分に発揮するためには、安定的な経済状況を確保しつつ、民間主導型の経済成長を実現することを通じて、安定した持続的な社会を構築することが不可欠である。基本方針（大目標）の達成に向けて、我が国は、経済基盤の改善をはじめとした下記の3つを重点分野（中目標）としている。

1. 経済基盤の改善
2. 人間の安全保障の確保と社会基盤の改善
3. 国境地域などの安定・バランスの取れた発展

重点分野の「2. 人間の安全保障の確保と社会基盤の改善」の中で、「頻発する自然災害に対する防災能力の強化につながる支援を実施する」旨が目標とされており、本プロジェクトは我が国の「パ」国に対する援助の基本方針に沿っていることが確認できる。

### 1-4 他ドナーの援助動向

他ドナーによる「パ」国気象分野（PMD）に対する援助活動は、以下の通りである。本プロジェクトと重複した援助計画はない。

表 8 他ドナーの援助動向

援助機関	年	プロジェクト	プロジェクト費用	援助内容
中国	2011-2013	パキスタン-中国地震観測網整備計画	約 161,391,000 ルピー	地震観測網整備のための地震観測機材供与
ノルウェー	2011-2013	パキスタン地震危険調査	約 30,270,000 ルピー	パキスタンの地震危険調査の実施
フィンランド	2012	自動気象観測装置	約 135,998 ユーロ	10 台の自動気象観測装置供与
イタリア	2012	シェア-03AWS	イタリア政府より直接機材を受領	気候調査のための自動気象観測装置 (3 台) による高地観測データ収集
国連ユネスコ	2011	スタジオ設立計画	約 9,200,000 ルピー	気象情報番組作成のためのスタジオ機材供与
米国国際開発庁 (WMO を通じて)	2012-2013	地域フラッシュフラッドガイダンスシステム	2,810,000 米ドル	南アジア地域協力連合 (SAARC) 加盟国に対するフラッシュフラッド予報の配布
国連ユネスコ	2013	ギルギット・バルチスタン州小地域洪水警報システムの構築	50,000 米ドル	ギルギット・バルチスタン州における洪水予警報システムの構築

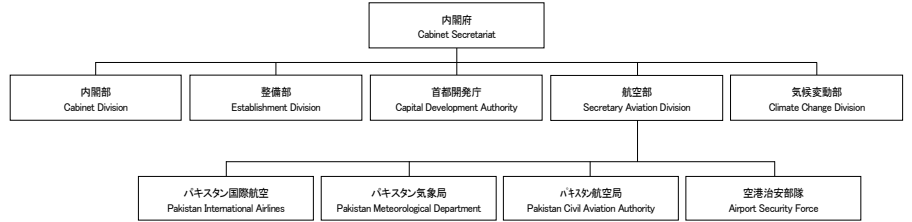
## 第2章 プロジェクトを取り巻く状況

## 第2章 プロジェクトを取り巻く状況

### 2-1 プロジェクトの実施体制

#### 2-1-1 組織・人員

「パ」国の気象業務を行う唯一の政府機関である PMD は、国防省を上部官庁として配置されていたが、2013 年 6 月より内閣府の航空部の下に配置転換された。下図は PMD の組織構成を表した図である。長官の下に、



パキスタン気象局 : Pakistan Meteorological Department (PMD)  
 パキスタン国際航空 : Pakistan International Airlines (PIA)  
 首都開発庁 : Capital Development Authority (CDA)  
 パキスタン航空局 : Pakistan Civil Aviation Authority (CAA)  
 空港治安部隊 : Airport Security Force (ASF)

図 5 内閣府 航空部組織構成

特別中期気象予報センター（設置予定）、中央水資源監視&早期警報センター、中央地震監視／津波警報センター、管理事務所、洪水予報局、研究開発局が配置されており、更に地方別や予報対象項目別に細分されている。気象予報業務を行う国家気象予報センター（National Weather Forecasting Center: NWFC、イスラマバード）やサイクロン監視センター（Tropical Cyclone Warning Center: TCWC、カラチ）は、管理事務所の技術管理者の下に置かれている。現在の PMD 全体の職員数は約 2,520 名（2013 年現在）で、PMD 本局はイスラマバードにある。

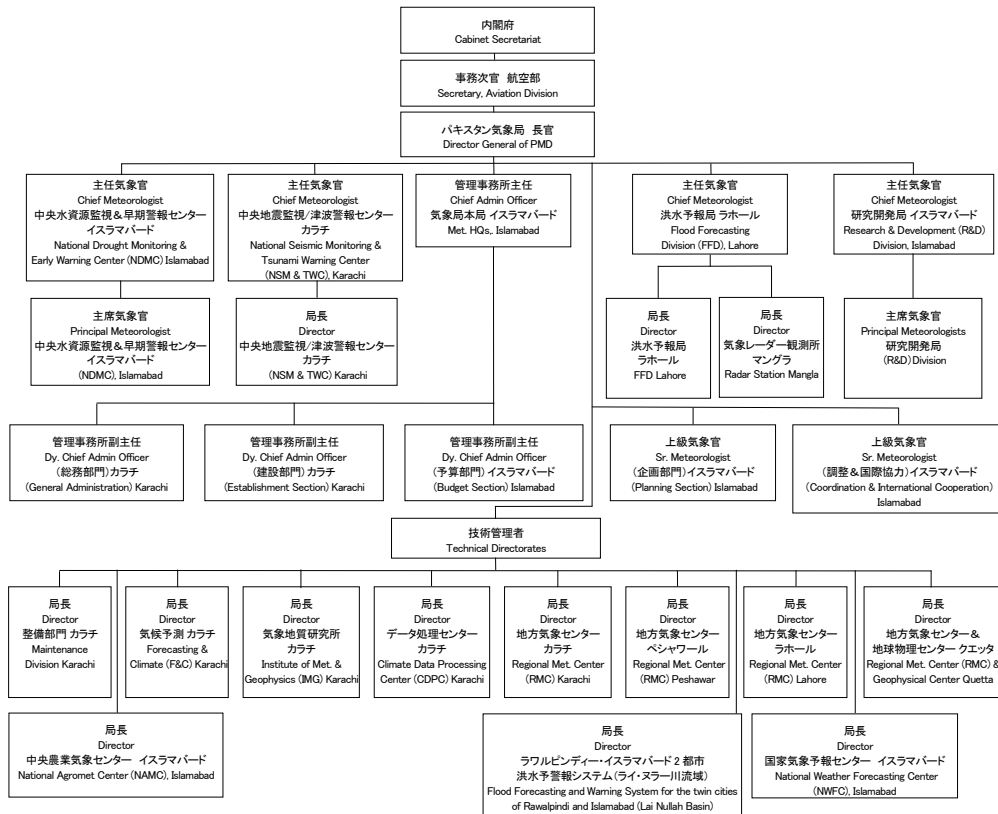


図 6 PMD 組織図

PMD は、NWFC を中枢として、全国をカラチ、ラホール、クエッタ、ペシャワールの4つの気象管区に分けて気象業務を行っているほか、ラホール洪水予報局（Flood Forecasting Division:FFD）、カラチ地震監視センター（Seismic Monitoring Center）、カラチ津波警報センター（Tsunami Warning Center）、カラチ気象通信センター（National Meteorological Communication Center:NMCC）及び右図に示した7箇所の気象レーダー観測所（イスラマバード、カラチ、デラ・イスマイル・カーン、ラヒムヤル・カーン、ラホール、シアルコット、マンガラ）を有している。

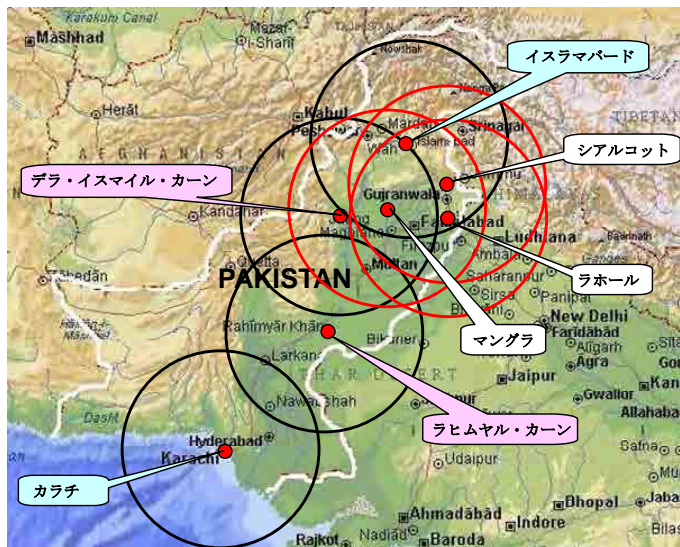


図7 「パ」国の気象レーダー観測網

<我が国の無償資金協力>  
 気象レーダー網整備計画（1991年3月完成）：イスラマバード及びカラチ  
 第2次気象観測網整備計画（1999年3月完成）：デラ・イスマイル・カーン及びラヒムヤル・カーン  
 <世界銀行>  
 「パ」国政府が世界銀行の資金支援により設置：ラホール、シアルコット及びマンガラ

<PMDの気象予報業務>

■ PMDの予報業務体制

気象に関する予報を公表しているのは、イスラマバードにあるNWFCである。下表はNWFCにおける気象予報官及び気象技術者の勤務体制である。24時間体制で予報業務を行っており、昼夜問わず、「パ」国内の様々な気象現象を監視している。

表9 PMD イスラマバード本局国家気象予報センター(NWFC)のシフト体制

シフト名	時間	勤務時間	スタッフ数			
			予報官	予報補佐官	観測員	データ入力官
日勤シフト	08:00-16:00	8	1	2	2	2
午前シフト	08:00-14:00	6	1	1		
午後シフト	14:00-20:00	6	2	-	1	1
夜勤シフト	20:00-08:00	12	1		1	-
緊急時	気象現象の激しさによる					

出典:PMD

■ PMDの気象情報

PMDが発表する天気予報、特別気象サービス及び警報/注意報の概要を以下の各表にまとめた。

表 10 PMD が発表する天気予報

予報の種類	予報対象期間	内容	予報対象地域	発表時間 (現地時間)
一般天気予報	24 時間及び 48 時間	24 時間及び 48 時間先までの全国 天気予報、24 時間先までの都市 別天気予報、警報（発表時）	全国及び 42 都市	10:00、19:00
天気概況	24 時間	現在天気概況及び天気予報	6 州	13:00
都市別予報	4 日間	天気マークのみ	66 都市	19:00
週間天気予報	7 日間	気圧配置及び週間天気予報	6 州	月曜日（午前）
霧予報	6 時間	6 時間先までの霧予報	8 幹線道路／高 速道路内の 15 区間	08:00
夏季のモンスーン予報	3 ヶ月間 (7 月～9 月)	モンスーン活動、予想総降水量 (平年差：％で表示)	全国	モンスーン開 始前（6 月末）
冬季予報	3 ヶ月間 (12 月～2 月)	予想総降水量（平年差：％で表示）	全国	12 月初旬

出典:PMD  
現地時間(PST)=UTC+5

表 11 PMD が提供している特別気象サービス

サービスの種類	内容	主な提供先
航空気象予報及び 注警報サービス	航空天気図、気象衛星画像、METAR、TAFs、都市別週 間天気予報、航空業務用天気概況	民間航空会社、軍
農業気象情報及び 注警報サービス	モンスーン注意報、週間予報、10 日間予報、1 ヶ月 予報、干ばつの見通し	農業関係者
公共事業及び 注警報サービス	要請に応じて	計画及び開発セクター、道 路・空港・発電所建設会社
軍事活動サービス	空軍基地及び指定地域の気象監視・予報・警報	軍
海上気象予報及び 警報サービス	潮汐、波高、風速、沿岸予報、海水面温度	漁業関係者

出典:PMD

表 12 PMD が発表する警報／注意報

警報／注意報の種類	発表基準	発表回数（2011 年）
厳重警戒情報 ↑ 警報 ↑ 注意報 ↑ 報道発表	翌日から 7 日間までに（場合により 2 週間まで）、 以下に記された気象現象が「パ」国に影響を及 ぼすと予想される場合、PMD は影響の度合いに応 じ、報道発表、注意報、警報、厳重警戒情報を 発表する。  （大雨／大雪、雷雨、砂風、熱波／寒波、異常 乾燥、濃霧、サイクロン／発達した熱帯低気圧 ／熱帯低気圧）	厳重警戒情報：2 警報：10 注意報：4 報道発表：41

出典:PMD

■ 気象レーダー観測所の観測体制

PMD 職員によるイスラマバード気象レーダー観測所の観測体制は以下の通りである。



表 13 気象レーダー観測所の観測体制

		勤務シフト 1	勤務シフト 2	勤務シフト 3	1日の稼働 職員数	観測所 職員数
イスラマバード気象レーダー観測所						
年間	勤務時間	08:00-14:00	14:00-20:00	20:00-08:00	9名	10名
	勤務職員数	5名	2名	2名		
モンスーン期 (6～10月)	勤務時間	08:00-14:00	14:00-20:00	20:00-08:00	9名	10名
	勤務職員数	5名	2名	2名		

### 2-1-2 財政・予算

「パ」国の会計年度は、7月1日から翌年6月30日である。下表は、「パ」国会計年度2008年度から2012年度までのPMDの年間予算及びその内訳を示している。

年間予算は年々増加傾向にあり、主な内訳は、人件費、交通費、研修費、公共料金、通信費等である。プロジェクトが実施される場合には、プロジェクト実施・開発費として特別予算が、PC-1の承認により割り当てられる仕組みになっている。

表 14 PMDの年間予算

会計年	予算 (1,000ルピー)
2008	394,991
2009	417,880
2010	451,327
2011	578,825
2012	680,347

※プロジェクト実施・開発費は、PC-1の承認により配分されるプロジェクト実施及び開発に必要な特別予算であるため含んでいない

表 15 PMDの年間予算内訳

(1,000ルピー)

番号	項目	会計年度				
		2008	2009	2010	2011	2012
1	人件費 (職員給与)	296,219	323,928	356,513	478,126	574,143
2	交通費、研修費、公共料金、通信費等	70,157	70,157	71,019	74,728	88,940
3	職員退職手当	1,500	1,500	1,500	1,500	1,100
4	政府補助金、助成金	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
5	転勤費用	50	500	500	100	80
6	機材購入費等	15,720	11,000	11,000	13,264	11,449
7	工事関連費	2,550	2,000	2,000	1,998	250
8	機材・施設修理及び維持管理費	6,795	6,795	6,795	7,109	2,385
	計	394,991	417,880	451,327	578,825	680,347
	プロジェクト実施及び開発に必要な特別予算 (PC-1の承認による)					
	プロジェクト実施・開発費	641,127	363,165	165,136	110,654	62,616

### 2-1-3 技術水準

PMD イスラマバード技術職員の気象レーダー維持管理経験をみると、専門学校又は大学卒業より数年～十数年程度の電気及び機械関連の作業経験を有している技術職員もおり、故障探求やその後の不良部品の抽出、交換及び測定器を使用した調整などの幅広い技能を持っている。空中線装置関連の作業に関しても、回転機構の注油、グリスアップ、サーボモータの交換又は応急的な機械部品の修理等は実施可能であり、その習熟度は高い。また、ほとんどの技術者がコンピュータのハード及

びソフトウェアの知識と取扱いについて熟知している。このため、信号処理、画像処理及びレーダー制御等をコンピュータに依存している昨今の気象レーダーへの技術的対応には問題がないと思われる。

イスラマバード気象レーダー観測所の技術者による気象レーダーの運用保守作業は毎日行われており、気象レーダー導入時に日本のレーダーメーカーの技術者による現地研修（OJT）で得た要領に従って、レーダーの基本性能については観測時毎に、他の装置の稼動状態については毎月点検し、点検簿に記録している。また殆どの故障の修理は、各レーダー観測所の技術者により行われている。

表 16 気象レーダーシステム点検簿の項目

	毎日	毎週	毎月	半年毎	毎年
定期点検	<電源設備> PDB、AVR、UPS の入出力電源電圧電流  <空中線装置> アラーム有無 運用仰角値確認  <送受信装置> アラームの有無 ビデオレベル確認 直流電源電圧確認  <レーダー制御装置> GPS 時計の日時データ	<空中線装置> 運用仰角値 回転音、動作状況  <送受信装置> 変調電圧 変調電流 マグネトロン電流 送信時間  <導波管加圧装置> 圧力値 加圧装置動作回数	<空中線装置> スリップリング表面及びブラシの確認  <送受信装置> 測定器による動作特性の確認 ・送信電力 ・送信周波数 ・受信機特性	<レドーム> 外表面の確認  <空中線装置> 水平及び垂直停止精度	<空中線装置> 仰角ギヤーボックスのオイル交換  <システム点検> 総合動作確認
清掃	<各装置> 装置パネル及びキャビネット表面の清掃	<各装置> 装置内部の清掃	<空中線装置> スリップリング表面及びブラシの清掃  <送受信装置> 高電圧部分の清掃	<空中線装置> オイル漏れ確認及び清掃 駆動ギアのグリス清掃及びグリス追加	<各装置> エアフィルタ清掃

イスラマバード気象レーダー塔施設に関しては、外壁塗装等の経年劣化が見られるものの、適宜建具・内装等の修繕が行われている。また次表のように PMD 職員により機材付帯設備機器の定期点検及び日常的な清掃が実施されている。

表 17 機材付帯設備機器の定期点検・清掃項目

	毎日	毎週	毎月	毎年
定期点検	<電気設備> 発電機出力電源の電圧電流値確認、分電盤の入出力電源の電圧電流値確認  <空調・換気設備> 空調機・換気扇の動作確認  <給排水設備>	<電気設備> 発電機のバッテリー液・燃料・エンジンオイルレベルの確認  <給排水設備> 給水タンクの水漏れ有無の確認	<換気設備> シロココファン V ベルトの損傷有無の確認  <電気設備> 発電機ファンベルトの損傷有無の確認  <電気設備>	<電気設備（発電機）> エンジンオイル及びエアフィルタの交換  <空調設備> 冷媒ガスの圧力確認

	給水ポンプの動作確認		アラーム制御盤・火災報知機の動作確認	
清掃	<施設> 室内及びトイレの清掃	<電気設備> 照明機器・分電盤等の清掃	<空調設備> エアフィルタの清掃	<給排水設備> 給水タンク内清掃 浄化槽の汚物汲取り

上述のことから、我が国の無償資金協力で整備された機材及び施設は適切に管理されており、PMDの技術力の高さと自助努力が見受けられる。

#### 2-1-4 既存施設及び機材

##### <イスラマバード既設気象レーダー塔施設>

既設気象レーダー塔施設は、定期的に塗装等のメンテナンスが行われていることから、外観からは建物の傷みが判りにくいですが、22年を経過しているため徐々に全体的な劣化が進んでいる。

以下にイスラマバード既設気象レーダー塔施設の現状の写真を添付した。

#### 写真 イスラマバード既設気象レーダー塔施設の現状

	
イスラマバード既設気象レーダー塔施設全景	観測室 配管廻りからの漏水跡
	
屋上前室 コンクリートの微細なクラック	レドーム室 ベースリング付近からの漏水跡



イスラマバード既設気象レーダー塔施設のコンクリート圧縮強度シュミットハンマー試験結果及び構造検討結果を以下に添付した。

表 18 イスラマバード既設気象レーダー塔施設のコンクリート圧縮強度シュミットハンマー試験結果

測定箇所	シュミットハンマーテスト			棄却域及び採択域	採択域の平均(R)	イスラマバード既設気象レーダー塔施設のコンクリート圧縮強度	
	番号	反発度	平均				
床	1	52	43.9	棄却域: 平均値の+20%以上 $=43.9 \times 1.2 = 52.7$  採択域  棄却域: 平均値の-20%以下 $=43.9 \times 0.8 = 35.1$	43.6	傾斜角による補正值 $+90^\circ \rightarrow 43.6 - 3.4 = 40.2$  $F = \alpha \times (13R - 184) / 9.8$  $\alpha =$ コンクリート材令補正值、1,000日以上: $\alpha = 0.6$	20.7 N/mm <sup>2</sup>
	2	43					
	3	44					
	4	47					
	5	46					
	6	36					
	7	44					
	8	38					
	9	56					
	10	37					
	11	42					
	12	46					
	13	48					
	14	35					

通常の設計コンクリート強度: 21N/mm<sup>2</sup>

建築工事標準仕様書 コンクリート打設時の品質管理強度: 24N/mm<sup>2</sup>




表 19 イスラマバード既設気象レーダー塔施設の現状と構造検討結果

目視確認調査		
柱	クラックは発生していない	
梁	クラックは発生していない	
床	クラックは発生していない	
壁	クラックは発生していない	
屋上屋根床	クラックは発生していない。漏水跡も見られない。	
鉄筋	鉄筋の露出はみられない	
構造検討方法		
既設気象レーダー塔施設を3次元モデル化し、既設機材撤去後の許容積載荷重を算出した		
構造検討条件	レーダー運用・維持管理時の積載荷重：3.0kN/m <sup>2</sup> (300kg/m <sup>2</sup> )	
	風速：36m/s (強風時)	
	地震係数：C0=0.1 重要度係数 1.25 を考慮し C0'=0.125 とした	
	コンクリート強度：Fc=21N/mm <sup>2</sup> 鉄筋：SD295	
主要構造部	構造検討結果	判定
柱：500mmx500mm	地震時に許容応力度を超える	危険
梁：400mmx800mm	地震時に許容応力度を超える	危険
地中梁：400mmx1840mm	地震に耐えうる	使用可
床：厚さ 130mm	許容応力度を超える (荷重超過)	危険
基礎スラブ	許容応力度を超える	危険
シュミットハンマーコンクリート強度試験結果		
床部分	現状のコンクリート強度：20N/mm <sup>2</sup> (通常的设计コンクリート強度：21N/mm <sup>2</sup> )	
総合判定	既設施設上に追加の荷重 11 トン (大凡、新規に導入予定の電源バックアップシステムを含む気象レーダーシステム及び気象レーダーデータ表示システムの合計に相当する荷重) を載せた時点で危険な状態になることから、上部に増築することは極めて危険である。そのため既設気象レーダー塔施設は、本プロジェクトにおいて使用することはできない。気象レーダーシステム及び気象レーダーデータ表示システムを据付けるには、新たな気象レーダー塔施設が必要である。	

<PMDイスラマバードで使用している既設コンピュータークラスター概要>

PMD は、ドイツ数値領域予報モデル (メソスケールモデル) を主として、研究・開発目的で、以下に示した概要の既設コンピュータークラスターで運用している。

表 20 既設コンピュータークラスターを構成するメインユニット

番号	メインユニット	メーカー	モデル名	数量	写真
1	サーバラック エンクロージャ	DELL	PowerEdge 4220	2	
2	ブレードエンクロ ージャ	DELL	PowerEdge M1000e	3	
3	ブレードサーバ	DELL	PowerEdge M600 Quad-core Intel Xeon X5470 (3.33GHz) × 2 (2Flops × 4core × 3.33GHz × 2CPU/node=53.75Flops/n ode) メモリ：8BG、HDD：128GB × 2 (Raid)	32	

4	モニター・キーボード	DELL	UH945 ラックマウント用キーボードタッチパッド	2	
5	ネットワークストレージ	DELL	EMC2 CX4-120 (12TB SATA+5TB Fiber Chanel)	1	
6	ファイバーチャネル・ブレードスイッチ	DELL	Brocade M5424	4	
7	ファイバーチャネル・ブレードスイッチ	DELL	M シリーズブレード用 GbE パススルーモジュール	4	
8	サーバースイッチ	Cisco	SFS 7000D	4	
9	ファイバーチャネルスイッチ	DELL	Brocade 300	2	
10	ポートスイッチ	Cisco	Catalyst 2950	2	
11	モジュールアクセスルーター	Cisco	2621	2	

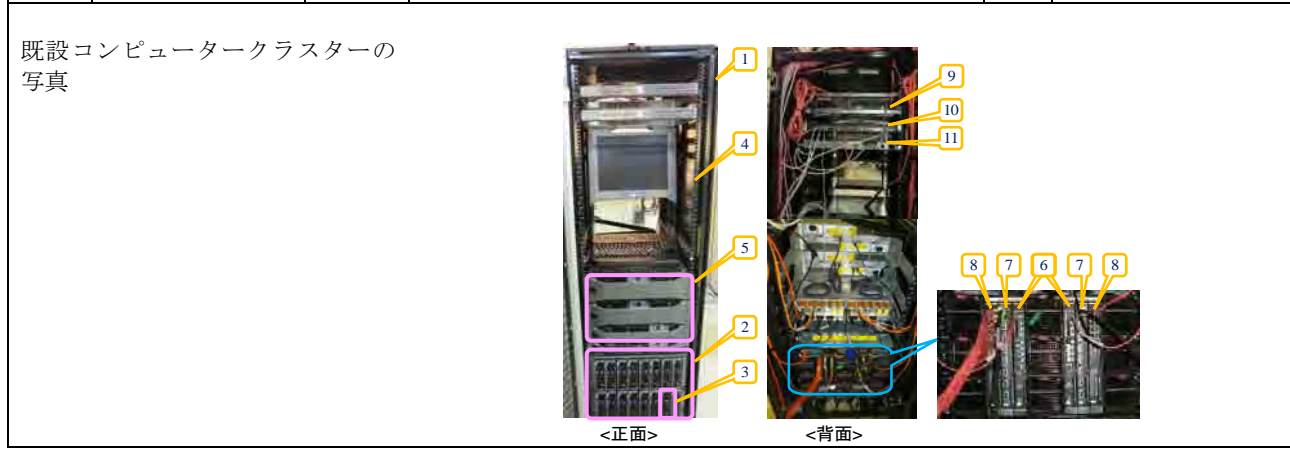


表 21 既設コンピュータークラスターにインストールされているソフトウェア及びモデル

ソフトウェア及びモデルの種類	ソフトウェア及びモデルの種類
オペレーティングシステム	Red Hat Enterprise Linux 5.3
並列コンピューティング用ソフトウェア	Open MPI 1.4.2
タスクスケジューラ	IBM Platform LSF HPC 7 update 5
ファイルマネージャー	Midnight Commander (MC)
コンパイラ (Fortran, C & C++)	Intel Compilers 13.0
	GCC 4.1.2
	gfortran 4.1.2
	NetCDF 4.1.3
プログラミング言語	NetCDF Operator (NCO) 4.2.3
	PERL 5.8.8
構文解析器作成プログラム リファレンスライブラリ	NCL (NCAR Command Language) v6
	Another Tool for Language Recognition (Antlr) 1.2.2
可視化ソフトウェア	Libpng
	Grid Analysis and Display System (GrADS) 2.0.48
	ImageMagick
データ操作ソフトウェア	JasPer
	HDF
データ圧縮・伸張ライブラリ	Climate Data Operators (CDO)
	SZIP
ソフトウェア開発キット	ZLIB
	Flex 2.5.37

GRIB(Gridded Binary) 操作ソフトウェア	wgrib vl.8.0.9ml wgrib2
科学技術計算ライブラリ	Gsl(GNU Scientific Library)-config 1.15
統計処理ソフトウェア	R
FTP クライアント	gFTP 2.0.9
システム管理ツール	Chassis Management Controller 3.21
数値予報モデル	ドイツ数値領域予報メソスケールモデル (High Resolution Regional Model (HRM) developed by the German Weather Service (Deutscher Wetherdienst : DWD))、静力学モデル 水平格子間隔:11km 鉛直座標系: 気圧座標系 鉛直層数: 地上~0.1hPa (高度 65 k m) までの 40 層
地域気候モデル	Providing Regional Climates for Impacts Studies (PRECIS) : イギリス気象庁が地域気候の影響調査用に開発 Regional Climate Models (RegCM) : 国際理論物理学センターが開発した地域気候モデル Rossby Center regional atmospheric model (RCA4) : スウェーデン気象・水文研究所が開発したロスビーセンター地域大気モデル

## 2-2 プロジェクトサイト及び周辺の状況

### 2-2-1 関連インフラの整備状況

#### <サイトの位置情報>

気象レーダーシステムを設置する予定である PMD イスラマバード本局及びウィンドプロファイラシステムを設置する予定であるムルタン気象事務所を含め、各プロジェクトサイトの位置情報及びインフラ整備状況は以下の通りである。

表 22 サイト位置情報

サイト名	PMD イスラマバード本局		PMD ムルタン気象事務所
	気象レーダー、ウィンドプロファイラ	特別中期気象予報センター	
緯度	N 33° 40' 57.2"	N 33° 41' 01.6"	N 30° 11' 52.8"
経度	E 73° 03' 50.8"	E 73° 03' 50.7"	E 71° 25' 22.1"
標高	523m	525m	122m

サイト名	PMD カラチサイクロン警報センター	PMD ラホール洪水予報局
緯度	N 24° 55' 58.1"	N 31° 32' 33.1"
経度	E 67° 08' 33.2"	E 74° 19' 29.5"
標高	121m	163m

サイト名	PMD ラホール地方気象センター	PMD ギルギット気象事務所
緯度	N 31° 32' 32.4"	N 35° 55' 10.1"
経度	E 74° 19' 32.9"	E 74° 19' 56.4"
標高	169m	1,463m

<PMD が利用しているインターネット回線>

PMD が各プロジェクトサイトにおいて利用しているインターネット回線の状況は、以下の通りである。

表 23 PMD が利用しているインターネット回線

サイト名	PMD イスラマバード本局				PMD ムルタン気 象事務所	PMD カラチサイ クロン警報セン ター	
サービスプロバイダー	NAYATEL	World Call			PTCL	PTCL	
接続形態	光通信 共用回線	光通信、専用回線			DSL 通信 共用回線	無線通信 専用回線	
固定 IP アドレス	○	○			×	○	
契約速度 (bps)	1 M	3 M (R&D)	3 M (Forecasting & Seismic)	3M (Others)	最大 2 M	2 M	
速度テスト結果* (bps)	Download	0.98 M	2.97 M	3.67 M	0.28 M	1.90 M	2.09 M
	Upload	5.46 M	17.71 M	5.31 M	0.18 M	0.39 M	1.77 M

サイト名	PMD ラホール洪水予報局		PMD ラホール地方気象センター		PMD ギルギット気 象事務所	
サービスプロバイダー	PTCL	NTC	PTCL	NTC	SCO	
接続形態	DSL 通信 共用回線	DSL 通信 専用回線	DSL 通信 共用回線	DSL 通信 共用回線	DSL 通信 共用回線	
固定 IP アドレス	×	○	×	○	×	
契約速度 (bps)	最大 2 M	1 M	最大 4 M	1 M	4 M	
速度テスト結果* (bps)	Download	0.90 M	0.94 M	0.80 M	1.97 M	4 M (共用)
	Upload	0.40 M	0.43 M	0.40 M	0.60 M	4 M (共用)

\*速度テスト: インターネット接続速度テストのサイト”www.speedtest.com.pk”にて実施  
新ペナジル・ブット国際空港 (NBIA) 気象事務所は、空港が建設中であるため情報なし

<商用電源の安定度>

PMD イスラマバード本局及びムルタン気象事務所において、電源品質アナライザーにより連続データを記録し、商用電源の安定度調査を実施した。結果として、24 時間運用を行うには発電機、電圧制御装置等の電源バックアップシステムの導入は不可欠であるといえる。

表 24 商用電源安定度 (電源品質アナライザーによる)

サイト名	PMD イスラマバード本局		PMD ムルタン気象事務所	
商用電源(電圧: 定格)	400V、50Hz、3 相 4 線		400V、50Hz、3 相 4 線	
電圧 (定格 230V) *	最大値	250.4	243.8	
	最小値	215.0	228.0	
周波数 (Hz)	最大値	50.43	50.16	
	最小値	48.60	48.95	
停電頻度	冬季	3 回/日 (1 回の停電時間約 1 時間)	4 回/日 (1 回の停電時間約 1 時間)	
	夏季	7 回/日 (1 回の停電時間約 1 時間)	4 回/日 (1 回の停電時間約 1 時間)	

サイト名	PMD カラチサイクロン警報センター		PMD ラホール洪水予報局及び地方気象センター	
商用電源(電圧: 定格)	400V、50Hz、3 相 4 線		400V、50Hz、3 相 4 線	
電圧	最大値	254.2	254.4	



(定格 230V) *	最小値	202.6	232.4
周波数 (Hz)	最大値	50.42	50.14
	最小値	48.98	48.78
停電頻度	冬季	4 回/日 (1 回の停電時間約 1 時間)	4 回/日 (1 回の停電時間約 1 時間)
	夏季	7 回/日 (1 回の停電時間約 1 時間)	6 回/日 (1 回の停電時間約 1 時間)

サイト名		PMD ギルギット気象事務所	
商用電源(電圧:定格)		400V、50Hz、3相4線	
電圧 (定格 230V) *	最大値	240	
	最小値	180	
周波数 (Hz)	最大値	50.3	
	最小値	48	
停電頻度	冬季	4 回/日 (1 回の停電時間約 1 時間)	
	夏季	1 回/日 (1 回の停電時間約 1 時間)	

\*3 相電源を単相 220V x 3 系統に分割して計測  
 新ベナジル・ブット国際空港(NBBIA)気象事務所は、空港が建設中であるため情報なし

## 2-2-2 自然条件

### 1) 気象現象調査

以下に、「パ」国における各災害の割合を示した図を添付した。

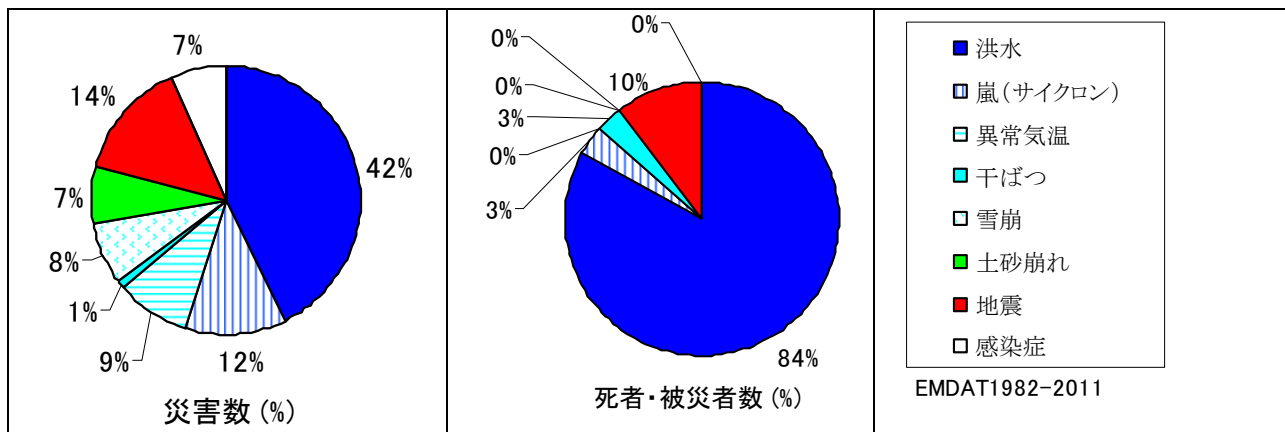
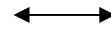




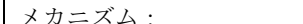
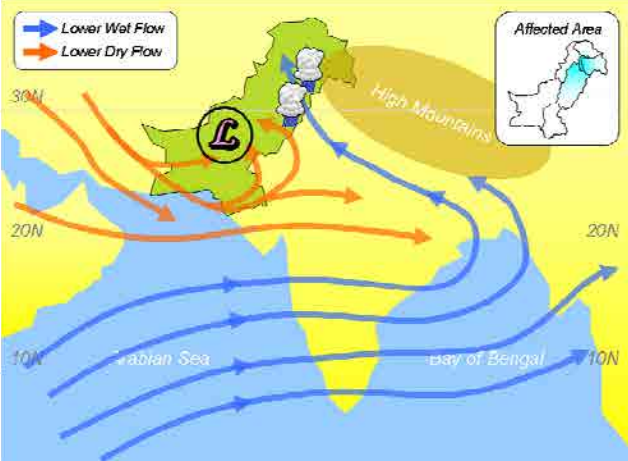
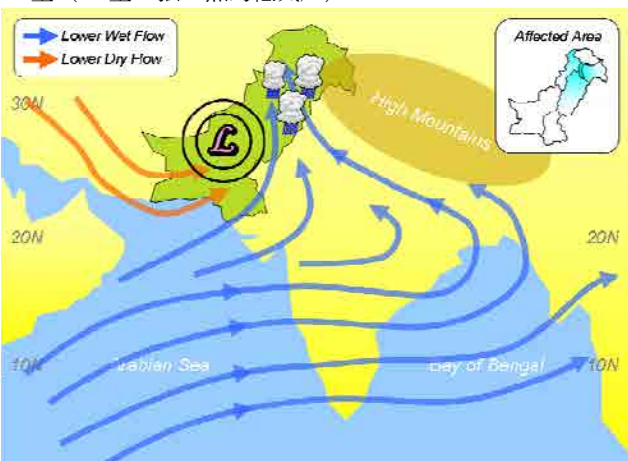
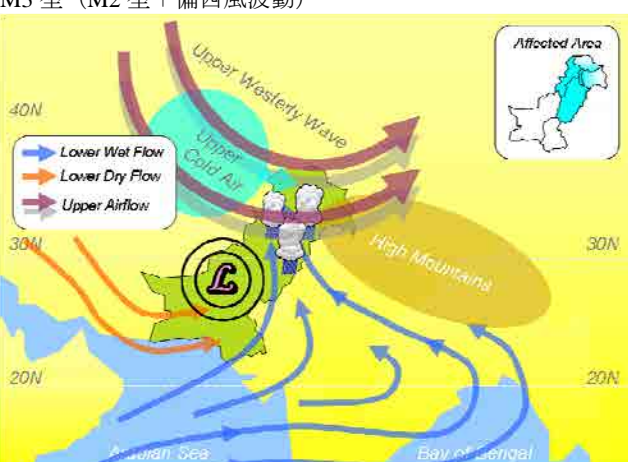
図 8 「パ」国における各災害の割合

以下に添付した表は、「パ」国における代表的な降水現象について、その発生時期と詳細（メカニズムや「パ」国に及ぼす影響等）を記したものである。

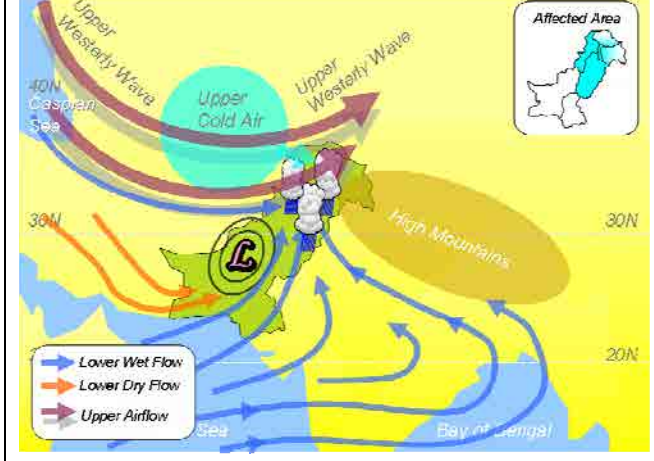
表 25 「パ」国の代表的な降水現象カレンダー

 各降水現象発生時期  
 各降水現象発生ピーク時期

夏季モンスーン

1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
											
											
<p>M1 型 (標準パターン)</p> 						<p>メカニズム： 夏のモンスーン期に「パ」国に運ばれる主要な水蒸気源はベンガル湾とアラビア海であるが、ベンガル湾からの水蒸気が「パ」国の降水に大きく寄与している。ベンガル湾からヒマラヤ山麓沿いを渡ってきた湿潤空気は、「パ」国北東部に侵入し降水をもたらす。</p> <p>予想される降水量 (イスラマバード)： 15 mm/24 時間、または 40 mm/現象 (山間部は地形効果によって、より多くの降水がもたらされる)</p>					
<p>M2 型 (M1 型+強い熱的低気圧)</p> 						<p>メカニズム： M1 型に加え、パローチスターン州北東部に季節的に発生する低気圧 (熱的低気圧) の勢力が強まった場合、アラビア海からの湿潤空気が加速されて「パ」国北部まで輸送される。ベンガル湾とアラビア海それぞれからの湿潤空気が合流することによって、「パ」国北部ではより強い、広範囲の降水がもたらされる。</p> <p>予想される降水量 (イスラマバード)： 30-40 mm/24 時間、または 70 mm/現象 (山間部は地形効果によって、より多くの降水がもたらされる)</p> <p>最近の記録: 96 mm/24 時間 (Kashmir 州 Muzaffarabad、2006 年 7 月 27 日)</p>					
<p>M3 型 (M2 型+偏西風波動)</p> 						<p>メカニズム： M2 型に加え、500hPa 付近の偏西風波動が上層の寒気を伴いながら通常より低緯度に南下した場合、降水雲はより発達する。</p> <p>予想される降水量 (イスラマバード)： 50 mm/24 時間、または 100 mm/現象 (山間部は地形効果によって、より多くの降水がもたらされる)</p>					

M4 型 (M3 型+カスピ海を通る偏西風波動+北東方向に伸長した熱的低気圧)



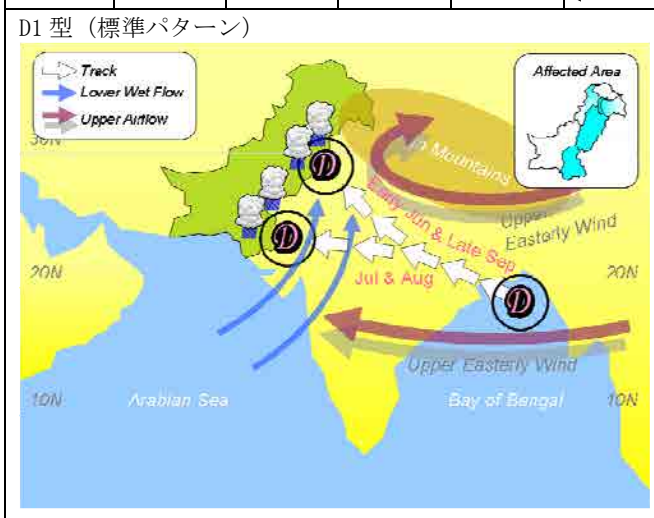
メカニズム：  
M3 型に加え、上空 500hPa 付近の偏西風波動がカスピ海からの下層の水蒸気を伴いながら近づき、かつ熱的低気圧の等圧線が北東方向に伸びている場合、夏季モンスーンにおいて最も激しい降水がもたらされる。

予想される降水量 (イスラマバード)：  
50 mm 以上/24 時間、または 100 mm 以上/現象  
(この気象パターンの場合、非常に局所的な降水がもたらされる)

最近の記録：592 mm/24 時間 (イスラマバード、2001 年 7 月 23 日)

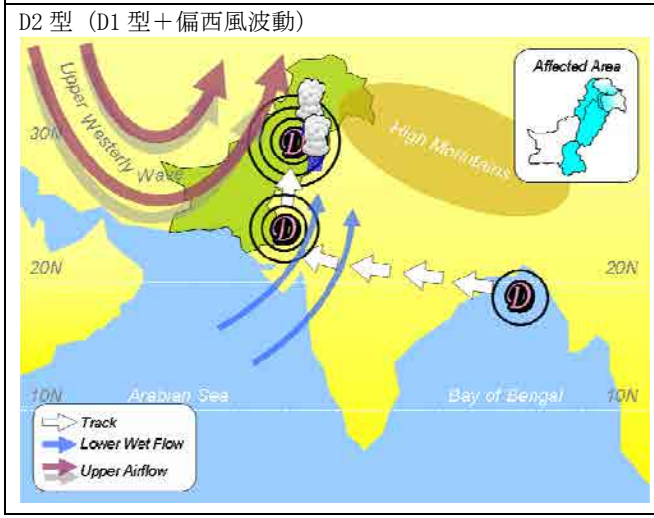
モンスーン低気圧

1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
						←————→					



メカニズム：  
夏のモンスーン期において、モンスーン低気圧 (熱帯低気圧) は通常ベンガル湾の北緯 18 度以北で発生し、季節的に発生する上層のチベット高気圧から吹き出す東風に流されて西北西に移動し、インド中央部や北部を横断する。モンスーン低気圧は一般的にはインド横断中に水蒸気の補給を絶たれ衰弱するが、アラビア海からの水蒸気が新たに補給された場合は、勢力を維持し「パ」国まで西進を続ける。

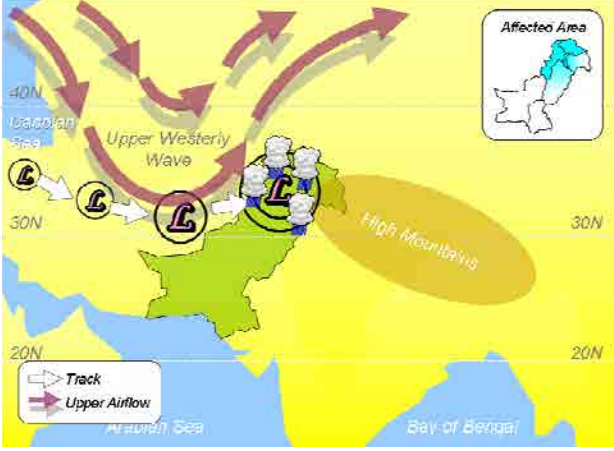
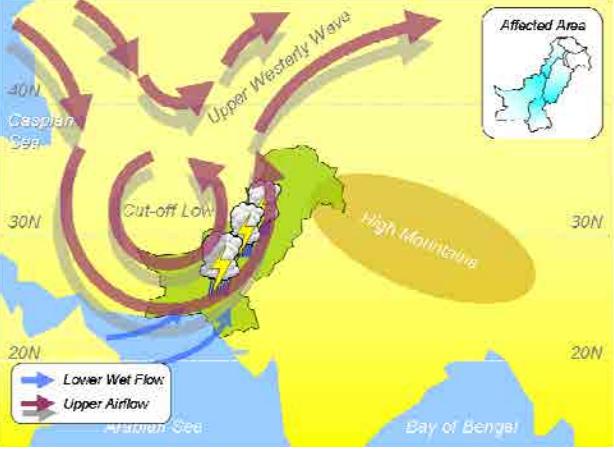
予想される降水量 (イスラマバード)：  
70-80 mm/24 時間、または 120 mm/現象  
(山間部は地形効果によって、より多くの降水がもたらされる)



メカニズム：  
D1 型に加え、上空 500hPa 付近の偏西風波動が通常よりも低緯度に南下した場合、「パ」国に接近したモンスーン低気圧は再発達し、進路を急激に変えて北上する。このような気象パターンは、Satluj、Ravi、Chenab、Jhelum の各河川において最も深刻な洪水をもたらす。(例：1992 年、1997 年の洪水)

予想される降水量 (イスラマバード)：  
100-120 mm/24 時間、または 150 mm/現象  
(山間部は地形効果によって、より多くの降水がもたらされる)

**中緯度擾乱**

1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
←—————→						←—————→					
<p>W1 型 (標準パターン)</p> 						<p>メカニズム： 冬季における「パ」国の降水のほとんどは、「Western Disturbance」と呼ばれる中緯度擾乱によってもたらされる。この擾乱は、偏西風波動によって地中海方面から「パ」国に向かって移動し、降水をもたらす。一方、「パ」国が暑く乾燥する時期の3月～5月に偏西風波動が近づいた場合は、暴風雨や砂嵐、さらには竜巻などの激しい気象現象がもたらされる。(特にパンジャブ州北部・中部)</p> <p>予想される降水量 (イスラマバード)： 30 mm/24時間、または 50 mm/現象 (特に気圧傾度が大きくなる冬季は、強風が吹きやすく地形性効果が強化され、より多くの降水がもたらされる。)</p>					
<p>W2 型 (W1 型+切離低気圧+アラビア海からの湿潤空気)</p> 						<p>メカニズム： W1 型に加え、上層の偏西風波動から低気圧が切離され、下層には十分な量の湿潤空気がアラビア海から供給された場合は、より強い、広範囲で持続性のある降水がもたらされる。切離低気圧の位置により、降水の影響を受ける地域が変わる。切離低気圧は順調に東に動かない性質があるため、一旦この気象パターンが発生すると、同じような状態が2～3日続く。</p> <p>予想される降水量 (イスラマバード)： 40 mm/24時間、または 60 mm/現象 (山間部は地形効果によって、より多くの降水がもたらされる)</p> <p>最近の記録：401 mm/2日間 (KP 州 Risalpur、2010年7月29日～30日)</p>					

**サイクロン**

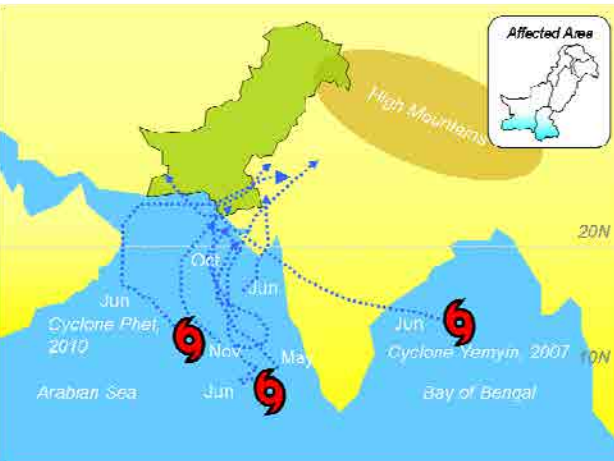
1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
←—————→						←—————→					
<p>C 型</p> 						<p>メカニズム： プレモンスーン期とポストモンスーン期は、南アジアの海洋域におけるサイクロンの季節である。「パ」国では、歴史的に被害のあったサイクロンは、主に6月に記録されている。ベンガル湾で発生したサイクロンのうち、インドを横断した後にアラビア海で再発達し、「パ」国に上陸するものもある。(例：2007年サイクロン Yemyin)</p> <p>近年被害をもたらしたサイクロン： サイクロン Phet (2010年6月) サイクロン Yemyin (2007年6月) サイクロン Gonu (2007年6月)</p>					

表 26 「パ」国北部域の降雨による災害カレンダー

河川の洪水

1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
					←			→			
					<p><b>メカニズム:</b> モンスーントラフ及びモンスーン低気圧による豪雨によって発生する。</p> <p><b>予想される現象:</b> 長期間にわたる浸水により、徐々に人々の生活に影響する。</p> <p><b>影響範囲:</b> 主要な河川である Indus 川、Kabul 川、Jhelum 川、Chenab 川、Ravi 川、Sutlej 川及びそれらの主要な支川</p> <p><b>発生頻度:</b> (全域) 0.77 件/年 222 死者数/件 1,712,590 被災者数/件 (GB, KP, AJK, Punjab, FATA) 0.63 件/年 215 死者数/件 1,680,997 被災者数/件</p> <p><b>既往洪水:</b> 2010/07, 1992/09</p>						

フラッシュフラッド

1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
					←			→			←
					<p><b>メカニズム:</b> モンスーントラフ、モンスーン低気圧、低気圧及び/または寒冷前線による短時間で局所的な豪雨によって発生する。</p> <p><b>予想される現象:</b> 流速が大きく、高水位の流れにより短時間で人命が失われる。 河川や排水路からの溢水により生じる都市洪水もフラッシュフラッドの一種として含んでいる。</p> <p><b>影響範囲:</b> 中小規模流域の支流がある丘陵地の急流な場所</p> <p><b>発生頻度:</b> (全域) 1.27 件/年 171 死者数/件 992,284 被災者数/件 (GB, KP, AJK, Punjab, FATA) 0.87 件/年 110 死者数/件 916,764 被災者数/件</p> <p><b>既往洪水:</b> 2010/07, 2006/08</p>						

土砂崩れ

1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
←						→					
						<p><b>メカニズム:</b> 急峻な丘陵/山地、地質学的に弱い場所、不安定な斜面において、豪雨が長期化し、地盤が緩くなった場合、豪雨中または後に発生する。</p> <p><b>予想される現象:</b> 地下水や重力の影響により、斜面における全部の土壌または一部の土壌がゆっくりと下方に動いている現象である。通常、大量の土塊が動くため、深刻な被害が発生する。土砂崩れが始まると、それを止めることは難しい。</p> <p><b>影響範囲:</b> 特に、GB、AJK、KP などの北部地域において被害を受けやすい。</p> <p><b>発生頻度:</b> (全域) 0.30 件/年 23 死者数/件 3,302 被災者数/件</p> <p>(GB, KP, AJK, Punjab, FATA) 0.27 件/年 24 死者数/件 3,713 被災者数/件</p> <p><b>既往洪水:</b> 2007/03, 2006/07</p>					

2) 自然条件調査

自然条件調査として、気象レーダー塔施設を建設予定である PMD イスラマバード本局において、下表に列記した陸上地形測量及び地質調査を「パ」国の現地業者へ再委託して実施した。

<陸上地形測量>

表 27 陸上地形測量

調査内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>既設施設、前面道路歩道、排水溝等を含む</li> <li>磁北測量</li> <li>敷地面積算出</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>地形平面測量 (0.5m コンタ) : 前面道路、歩道、既設建物及び塀、敷地内 4m 以上の樹木、道路外灯、マンホール、排水溝等の位置も測量する</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>縦横断測量 : 10m コンタ、前面道路と歩道のレベルも測量する、水準点を新設する</li> </ul>
成果品	<ul style="list-style-type: none"> <li>地形平面図</li> <li>縦横断面図</li> <li>AutoCAD データにて受領</li> </ul>

<地質調査>

表 28 地質調査

ボーリング調査 (オールコア)	本数：3本 深さ：40m、支持層を確認後3mまで（指定の深さまでで支持層を確認できない場合でも確認できるまで継続）
サンプル採取	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 3サンプル（ホール毎に）</li> <li>● 攪乱サンプル及び不攪乱サンプルの採取</li> <li>● BS または JGS に準拠</li> </ul>
標準貫入試験	1m 毎
土質ラボ試験	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 物理試験（粒度分布、比重、含水比、液性限界、塑性限界）</li> <li>● 一軸圧縮試験及び圧密試験</li> </ul>
成果品	報告書：圧密係数及び地耐力の算定

<地質調査結果>

表 29 イスラマバード気象レーダー観測所ボーリング調査結果一覧

ボーリング No.		BH-1		BH-2		BH-3	
深度 (m)	土質	N 値	含水率 (%)	N 値	含水率 (%)	N 値	含水率 (%)
0.0-1.0	シルト質 粘土	9	-	11	-	16	-
1.0-2.0		11	-	13	-	10	-
2.0-3.0		9	-	25	-	13	-
3.0-4.0		9	-	15	-	17	-
4.0-5.0		10	-	16	-	14	-
5.0-6.0		33	-	33	11.6	28	-
6.0-7.0		27	-	33	-	27	-
7.0-8.0		29	-	37	-	31	-
8.0-9.0		>50	-	27	-	45	-
9.0-10.0		>50	-	36	-	41	11.2
10.0-11.0		43	-	41	-	43	-
11.0-12.0		39	-	39	-	35	-
12.0-13.0		38	-	37	-	32	-
13.0-14.0		39	-	28	-	25	9.6
14.0-15.0		26	-	31	10.5	27	-
15.0-16.0		27	-	28	-	31	-
16.0-17.0		26	12.2	25	-	29	-
17.0-18.0		33	-	27	-	28	10.3
18.0-19.0		40	-	38	12.0	35	-
19.0-20.0		27	-	37	-	36	12.0
20.0-21.0		27	-	27	-	36	12.5
21.0-22.0		30	-	29	-	34	-
22.0-23.0		28	-	28	-	45	-
23.0-24.0		30	-	38	-	37	-
24.0-25.0		25	-	42	13.2	>50	-
25.0-26.0		29	14.5	38	-	>50	-
26.0-27.0		36	-	43	14.6	48	-
27.0-28.0		42	-	>50	-	>50	-
28.0-29.0		>50	-	>50	-	>50	-
29.0-30.0		>50	-	>50	-	>50	14.5
30.0-31.0		>50	-	>50	-	>50	-
31.0-32.0		>50	-	48	-	>50	-
32.0-33.0		>50	-	>50	-	>50	12.7
33.0-34.0		>50	-	>50	-	>50	-
34.0-35.0	>50	-	>50	16.3	>50	-	

35.0-36.0	>50	16.5	>50	-	>50	-
36.0-37.0	>50	-	>50	-	>50	13.5
37.0-38.0	>50	-	>50	-	>50	-
38.0-39.0	>50	-	>50	-	>50	-
39.0-40.0	>50	-	>50	-	>50	13.8

### 2-2-3 環境社会配慮

#### <環境影響評価(EIA)>

本プロジェクト実施にあたり、環境影響評価 (Environmental Impact Assessment: EIA) は不要である旨、PMD が気候変動省、環境保護庁 (Environmental Protect Authority (EPA), Ministry of Climate Change (MOCC)) より確認を取っている。

### 2-3 その他

PC-1 フォームは計画の根源であり、また要請の全てが集約されることから、PC-1 の承認は、プロジェクトの実施には不可欠なものである。本プロジェクトの場合、承認された PC-1 フォーム内に記載されている予算額と本プロジェクトの援助額、計画機材項目と本プロジェクトの対象となった機材項目が異なることから、PC-1 フォームの再承認が必要となる。また本プロジェクトの全体コストが 10 億パキスタンルピーを超えていることから、国家経済評議会執行委員会 (ECNEC) の承認が必要となる。

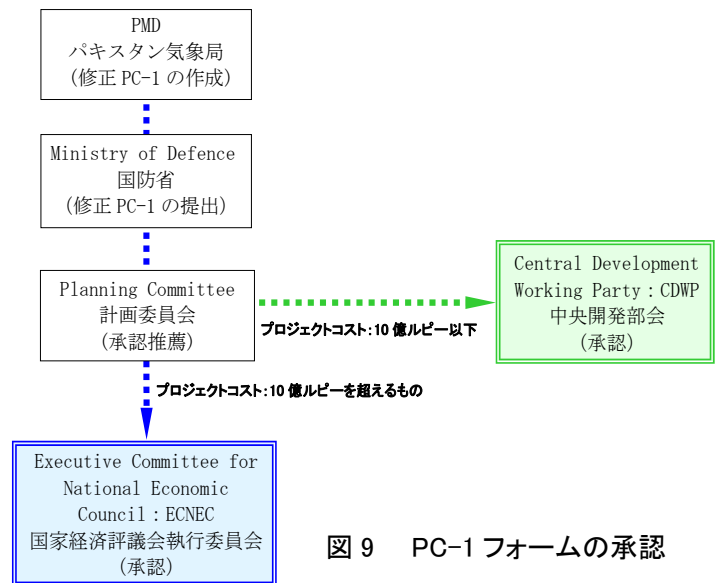


図 9 PC-1 フォームの承認

PC フォームには、次の表に示した 5 つのフォームがあり、PMD は、PC-2 を除く全てのフォームを作成して、計画委員会 (Planning Committee) へ提出する必要がある。本プロジェクトの持続性を確保するため、プロジェクト完了後に必要となる運用維持管理費、人員の雇用・配置等が「パ」国政府により担保されるには、PC-4 フォームの承認が不可欠となる。そのため、プロジェクト完了直前に PMD に対して PC-4 フォーム作成支援を実施する必要がある。



表 30 PC フォームの種類と目的

PC フォームの種類		PC フォームの目的
PC-1	プロジェクト詳細の承認	プロジェクト実施のための各詳細内容（プロジェクトコンポーネント、初度経費、運用維持管理費、人員確保、プロジェクトコスト、プロジェクト実施体制等）の承認を得るためのフォーム
PC-2	プロジェクトの実施可能性調査の承認	プロジェクトの実施可能性調査内容の承認を得るためのフォーム
PC-3	プロジェクトの実施月毎進捗報告書	プロジェクト実施の月毎の進捗報告を行うためのフォーム
PC-4	プロジェクト完了後に関する承認	プロジェクトの完了後に必要となる運用維持管理費、人員の雇用・配置等に関する承認を得るためのフォーム
PC-5	プロジェクト完了後 5 年目の報告書	プロジェクト完了後 5 年目の状況報告を行うためのフォーム

## 第3章 プロジェクトの内容

## 第3章 プロジェクトの内容

### 3-1 プロジェクトの概要

「パ」国は、2005年10月の北部大地震を契機に、総合的な防災行政機能の強化に向けた取り組みを始め、これまでに国家災害管理令（National Disaster Management Ordinance:NDMO）が制定されるとともに、国家災害管理委員会（National Disaster Management Commission:NDMC）及び国家災害管理庁（National Disaster Management Authority:NDMA）が設置された。また防災危機管理フレームワーク（National Disaster Risk Management Framework:NDRMF）が策定されており、NDMAは地方レベルの災害管理局の設置や地方レベルの防災計画立案等、NDRMFに基づいた活動を始めたところである。これらの災害管理体制の中核となるのが、洪水・サイクロン等の自然災害の予警報を担っているPMDである。

「パ」国は、南北に1,500kmと長く標高差も大きいことから、気象現象が多様であり、豪雨、洪水、サイクロン、土砂災害、干ばつ、地震等の様々な自然災害に見舞われる災害多発国である。これらの自然災害は、人命や財産の損失及び社会経済活動の停滞を生み出すだけでなく、自然災害に対して脆弱な貧困層への被害が極めて大きく、「パ」国政府の開発戦略の一つである貧困削減への弊害ともなっている。「パ」国の歴史上、最も大きな被害をもたらした、2010年のインダス川大洪水（被災者数2,000万人、死者2,000人超）では、死者の半数以上が河川の上・中流域で発生する土石流や、豪雨による家屋の崩壊、山間部での土砂災害により生命を落としている。そのため「パ」国では、このような甚大な被害を引き起こす自然災害をより軽減するため、PMDの観測能力及び予警報精度を向上させ、自然災害の危険を事前に予測し、適切な対策を執るために、これまで以上に予警報を迅速に、適時・適所へ配信することが、強く求められている。

また地球規模の気候変動が、中長期的に自然災害の頻度及び規模を増大させる可能性があり、特に自然災害多発国である「パ」国への影響は大きく現れると想定されることから、自然災害に対する早期警戒を含む災害管理体制の整備が喫緊の課題となっている。

上述の状況より、本プロジェクトの上位目標を「PMDの気象観測・予警報発信体制を拡充させ、自然災害に対する「パ」国の事前対応及び防災体制が強化される」とし、本プロジェクトにおいて、PMDの気象観測・データ処理解析システムの更新・新規整備を行い、加えて、作成された気象情報の伝達システムも整備することにより、PMDの気象観測・気象予報・予警報発信能力を向上させ、自然災害による被害の軽減に寄与することを本プロジェクトの目標とする。

## 3-2 協力対象事業の概略設計

### 3-2-1 設計方針

#### (1) 基本方針

- a) 「パ」国の自然災害軽減に寄与することが可能となるシステム設計を行う。
- b) PMD が、気象情報を正確且つ迅速に国民に伝達することで、国民の生命と財産を災害から保護することに寄与し、社会経済活動の安定に貢献できるよう設計する。
- c) 災害を引き起こす気象現象を 24 時間体制でリアルタイムに監視することができるよう設計する。
- d) 迅速な気象予警報及び気象情報の提供が可能となるよう設計する。
- e) 災害を引き起こす気象現象の監視能力を向上させることで、自然災害による人的・経済的損失の軽減を図ることが可能となるよう設計する。
- f) PMD の技術レベル、運用維持管理能力に適した事業内容、規模となるように設計する。

#### <機材の設計方針>

本プロジェクトで新設するシステムの設計方針は以下の通りである。

- a) WMO の定める技術仕様に適合した設計を行う。
- b) PMD の観測・予報業務と整合する計画とする。
- c) 気象予報の精度をより向上させるため、降雨監視機能と、風の速度検出ができる機能をイスラマバード気象レーダーシステムに付帯させる計画とする。
- d) 観測範囲をより広域なものとして各高度の雨量分布を把握するため、複数仰角での気象レーダー観測を自動で連続的に行い、エコー強度データを 3 次元的に得ることができるよう計画を行う。
- e) イスラマバード気象レーダーのデータを 15 分毎に PMD イスラマバード本局国家気象予報センター (National Weather Forecasting Center: NWFC) において受信することが可能となる気象データ通信システムの計画を行う。
- f) PMD の運用・保守体制能力を考慮して設計する。
- g) 予備部品・消耗品は容易に調達できるものとする。
- h) 「パ」国の自然条件を考慮し、高い耐久性や信頼性を確保する。
- i) PMD の維持管理費を極力軽減する設計とする。
- j) 実雨量データを用いたレーダーデータ精度の較正が可能なシステム計画を行う。

- k) 停電及び落雷による影響が最小限となるようシステム計画を行う。
- l) 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機材用電源設備(ディーゼル発電機、無停電設備及び電圧安定装置等)を整える。
- m) 商用電源(230V、単相2線/400V、3相4線 50Hz)の電圧変動+/-20%においても稼働するようシステム計画を行う。

#### <施設(気象レーダー塔)の設計方針>

PMDの将来計画を踏まえ、気象レーダー観測業務の拠点となる気象レーダー施設としての機能を備え、またシステム・機材・職員の適切かつ効率的な稼働及び収容が可能な施設計画を行う。以下の機能を有する施設として設計を行う事を方針とする。

- a) より広域な気象レーダー観測を可能とするため、観測の遮蔽となる既存施設及び山等の影響を極力受けないように気象レーダー塔施設の高さを計画する。
- b) 観測精度を維持するため、建物水平変形角の傾きが0.075度以下となるように基礎構造を決定する。
- c) 「パ」国の建築基準(Building Code of Pakistan-Seismic Provisions-2007)に従い算出した、イスラマバードの設計用速度圧:  $6.4\text{kN/m}^2$  及び地震地域係数:  $Z = 0.20$  を用いて設計する。
- d) 気象業務の流れに沿った動線計画とし、24時間の交代制勤務及び業務職員数に対応できる施設とする。
- e) 災害を引き起こす気象現象発生時にレーダー観測を遂行する使命を帯びているため、自然災害発生時においても気象業務が可能な施設とする。
- f) 現地入手可能な材料を最大限に活用し、PMDの維持管理が容易となる計画とする。
- g) 停電及び落雷による影響が最小限となるよう計画する。

#### (2) 自然環境条件に対する方針

##### a. 気温・湿度

一定に室温及び湿度を保ち、適切な環境下において調達される機材を良好に稼働させるため、気象レーダー送受信機が設置されるレーダー機械室、気象レーダー操作関連装置等が設置される観測室、画像表示システム等が設置される各室、スペアパーツ及び計測機器が収納されるメンテナンス室、電源バックアップシステムが設置される電気室等には、冷房設備を計画する。

b. 降雨

大雨時においても、気象観測データを良好に送受信することが可能となるシステム計画を行う。降雨時においても、レーダー機器の定期点検を容易とするため、職員が濡れずに各室まで行けるよう、1F からレーダー機械室及びレドーム内部までの階段は、気象レーダー塔施設の中心に配置し、上部屋上スラブ下となるよう計画する。

c. 雷

雷が各システム等に甚大な被害をもたらすことも予想され、被害を極力最小限に食止める為にも最良な避雷設備を計画する。

d. 風速

「パ」国の建築基準 (Building Code of Pakistan-Seismic Provisions-2007) に従い算出した、イスラマバードの設計用速度圧 :  $6.4\text{kN/m}^2$  を用いて設計する。

e. 地震

「パ」国の建築基準 (Building Code of Pakistan-Seismic Provisions-2007) に従い、イスラマバードの地震地域係数 :  $Z=0.20$  及び重要度係数  $I : 1.25$  (最重要施設) を適用し地震荷重を用いて設計する。

f. 地盤

自然条件調査として、「パ」国の現地業者へ再委託した地質調査の結果に従い、構造計算を実施する。イスラマバード気象レーダー塔施設の基礎形状は、以下の通りとする。

表31 イスラマバード気象レーダー塔施設の基礎形状

	イスラマバード気象レーダー塔施設
基礎形態	杭基礎(場所打ちコンクリート杭)

(3) 建設事情に対する方針

1) 環境規制

気象レーダー塔施設の汚水に関しては、既施設同様に、一次処理をした後に敷地内において浸透処理することとする。

2) 現地調達可能資材の活用

建設資材の殆どが現地において調達が可能であるため、丈夫で維持管理が容易であり、アスベ

ストを使用していない材料を選定して使用する。

### 3) 現地工法・労務者の活用

「パ」国では、大工、左官、鉄筋工等の職種が確立されており、慢性的に労働力供給が過多となっていることから、建設業の一般作業員、熟練労働者の調達に問題はない。現地労働者の活用をより図るため、現地労働者が慣れている一般的な工法である鉄筋コンクリート造を採用する。

### (4) 現地業者の活用に係る方針

#### 1) 施設建設工事

一般的に現地建設業者は技術レベルも比較的高く、特殊工事を除き十分に経験を有している。本プロジェクトの気象レーダー塔建設のサブコンとして有効に活用する。

#### 2) 機材据付工事

日本人機材据付技術者の監督の下、現地電設工事業者等をサブコンとして有効に活用する。

### (5) 運営・維持管理能力に対する対応方針

#### 1) 操作が容易なシステム

各システムは、PMD が国の気象機関として自然災害軽減のための気象業務をタイムリーに行うことをサポートするものである。そのため、システムの複雑な操作が少なく、迅速に各種データの処理、解析、表示、送受信等を行うことが可能となる計画を行う。

#### 2) 点検修理等が容易で維持管理費が安価なシステム

機材の交換部品や消耗品が最小限となるよう計画し、定期点検が容易で且つ部品の交換が短時間でできるよう機材計画を行う。また機材計画及び施設計画において、運用維持管理費の中で最も大きなウェイトを占める電気代を極力抑える技術的対応を行う。

#### 3) 運営維持管理費の低減

PMD による運営維持管理費の長期に渡る確保を容易とするため、以下の対策を機材及び施設計画に盛り込む。

- 施設の利用エリアのみの運転が可能な電気・空調システムを計画し、省エネルギー化を図る。
- 自然光を極力活用することで、照明等の使用時間を削減し、省エネルギー化を図る。

- LED 照明を極力使用する。
- レーダーシステムの各部品を可能な限り劣化しない構造（固体化）のものとし、交換頻度を低減することにより、省資源化を図る。

(6) 施設、機材等のグレードの設定に係る方針

PMD は観測・予報等の気象業務を行う義務を有していることから、豪雨、暴風雨及び落雷等に対して強靱で、且つ1年を通して24時間体制で稼動することが可能な施設、機材のグレードを目指す方針とする。

(7) 工法／調達方法、工期に係る方針

施設建設に関しては、可能な限り現地調達可能な資材と、現地で一般的な工法を採用する。気象レーダー塔に設置される機材バックアップ用特殊電源装置及び気象関連機材は、現地での調達は出来ない。また、計画されている固体化電力増幅式気象ドップラーレーダーシステムに関しては、既に実用化され技術も確立されていて、観測精度、信頼性、耐久性が気象観測業務に耐えうるものとして確認されているシステムは、日本製以外にはない。

3-2-2 基本計画

本プロジェクトで導入予定の機材及び施設は、以下の通りである。

表 32 計画された機材及び施設の概要

内容	イスラマバード		ラホール		カラチ	ムルタン	ギルギット
	PMD イスラマバード本局	新ベナジルブット国際空港気象事務所	PMD ラホール地方気象センター	PMD ラホール洪水予報局	PMD カラチサイクロン警報センター	PMD ムルタン気象事務所	PMD ギルギット気象事務所
機材調達・据付							
特別中期気象予報センター気象予報・開発システム（避雷設備、電源バックアップシステム、耐雷トランス、電圧制御設備、電源供給キャパシタ、メンテナンス用機器、スペアパーツ及び機材付帯施設を含む）	1 式	-	-	-	-	-	-
気象データ用基幹通信システム	1 式	-	1 式	1 式	1 式	1 式	1 式
GTS メッセージスイッチシステム	1 式	-	-	-	-	-	-
S バンド固体化電力増幅式気象ドップラーレーダーシステム（電源	1 基	-	-	-	-	-	-



バックアップシステム、耐雷トランス、電圧制御設備、電源供給キャパシタ、メンテナンス用機器及びスペアパーツを含む)							
気象レーダーデータ表示システム	2式	1式	-	-	-	-	-
ウィンドプロファイラシステム(機材付帯施設を含む)	1式	-	-	-	-	1式	-
施設建設							
気象レーダー塔施設の建設(避雷設備、電源バックアップシステム、耐雷トランス、電圧制御設備及びメンテナンス用機器を含む)	1棟	-	-	-	-	-	-

(1) 機材の基本計画

1) 特別中期気象予報センター気象予報・開発システム

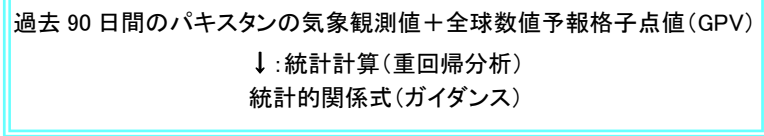
PMDは独自に、特別中期気象予報センター(Specialized Medium Range Weather Forecasting Center: SMRFC)をイスラマバード本局に構築し、「パ」国民に対して精度の高い中期気象予報を提供するため、数値予報システム(数値予報モデルを含む)の導入を計画している。そのため、先進国で作成されている全球数値予報モデルのプロダクトを活用し、気象予報ガイダンス(降水量、気温、湿度、風速)を実施して、「パ」国民に対して精度の高い中期気象予報を提供するために必要となる計算機及び周辺機器の整備を計画する。また将来的には、非静力学領域数値予報モデル(領域気象モデル: Weather Research and Forecasting (WRF) Model等)の導入を計画していることから、本プロジェクトにおいて導入される気象予報・開発システムは、気象予報ガイダンスの開発・運用と並行して、同モデルの開発・運用を行うために必要な計算能力・データ保存容量を持った計算機装置(コンピュータークラスター)とする。

SMRFCにおいて、気象予報ガイダンスにより作成される予報の作成方法は、下表のように計画している。

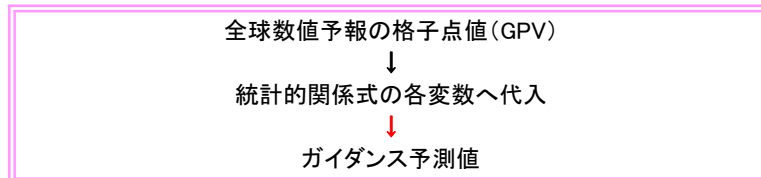
表33 特別中期気象予報センター(SMRFC)による予報作成方法

短期・中期予報	特別中期気象予報センターによる予報作成方法
1～3日(24～72時間)の短期予報	数値予報モデルの計算結果、観測値及び短期予報用ガイダンス予測値を比較し、短期予報を作成する
3日(72時間)を超えて10日までの中期予報	1. 短期予報用ガイダンス予測値とモデル予測値の誤差傾向の把握、 2. 先進国全球モデル格子点値により中期予報用ガイダンス予測値を算出、 3. 中期予報用ガイダンス予測値を実測値と比較して誤差傾向を把握し、短期予報用ガイダンス予測値やモデル予測値の誤差傾向をも考慮して補正することにより、中期予報を作成する

気象予報ガイダンスでは、下図のように統計的関係式を作成することが必要となる。



また統計的関係式 (ガイダンス) の各変数に、最新の全球数値予報格子点値 (GPV) を代入して、ガイダンス予測値を算出する。



短期予報作成のためのガイダンス予測値算出に使用する全球数値予報格子点値は、下表に示す通りである。

表 34 ガイダンス予測値算出に使用する全球数値予報格子点値

		時間									
ガイダンス予測値計算時刻 (UTC)	パキスタン現地時間	00Z	-	06Z	-	12Z	-	18Z	-	24Z	
		今日					明日				
領域数値予報モデルの予測時刻 (UTC)	パキスタン現地時間	24Z	27Z	30Z	33Z	36Z	39Z	42Z	45Z	48Z	72Z
		明日							明後日		3日後
	パキスタン現地時間	05:00	08:00	11:00	14:00	17:00	20:00	23:00	02:00	05:00	05:00
気象要素別ガイダンス予測値計算に使用する全球数値予報格子点値の時刻											
最高気温 (UTC)		33Z	-	27Z	-	21Z	-	15Z	-	57Z	81Z
最低気温 (UTC)		24Z	-	18Z	-	12Z	-	06Z	-	48Z	72Z
日降水量 (UTC)		24Z	-	24Z	-	24Z	-	24Z	-	48Z	72Z

UTC: 世界標準時

中期予報作成のための 4 日～10 日先までのガイダンス予測値の算出には、下表に示す時刻の全球数値予報格子点値を使用する。

表35 中期予報作成のためのガイダンス計算時間(最高気温)

算出するガイダンス予測値	初期条件設定時刻 (UTC)	ガイダンス予測値計算に使用する全球数値予報格子点値 (時間)	世界標準時 (UTC)	パキスタン現地時間
4 日先 (96 時間予測)	12Z (当日)	93 時間 (90 時間及び 96 時間の平均)	09Z	14:00
5 日先 (120 時間予測)		120 時間	12Z	17:00
6 日先 (144 時間予測)		144 時間	12Z	17:00
7 日先 (168 時間予測)		168 時間	12Z	17:00
8 日先 (192 時間予測)		192 時間	12Z	17:00
9 日先 (216 時間予測)		216 時間	12Z	17:00
10 日先 (240 時間予測)		216 時間	12Z	17:00

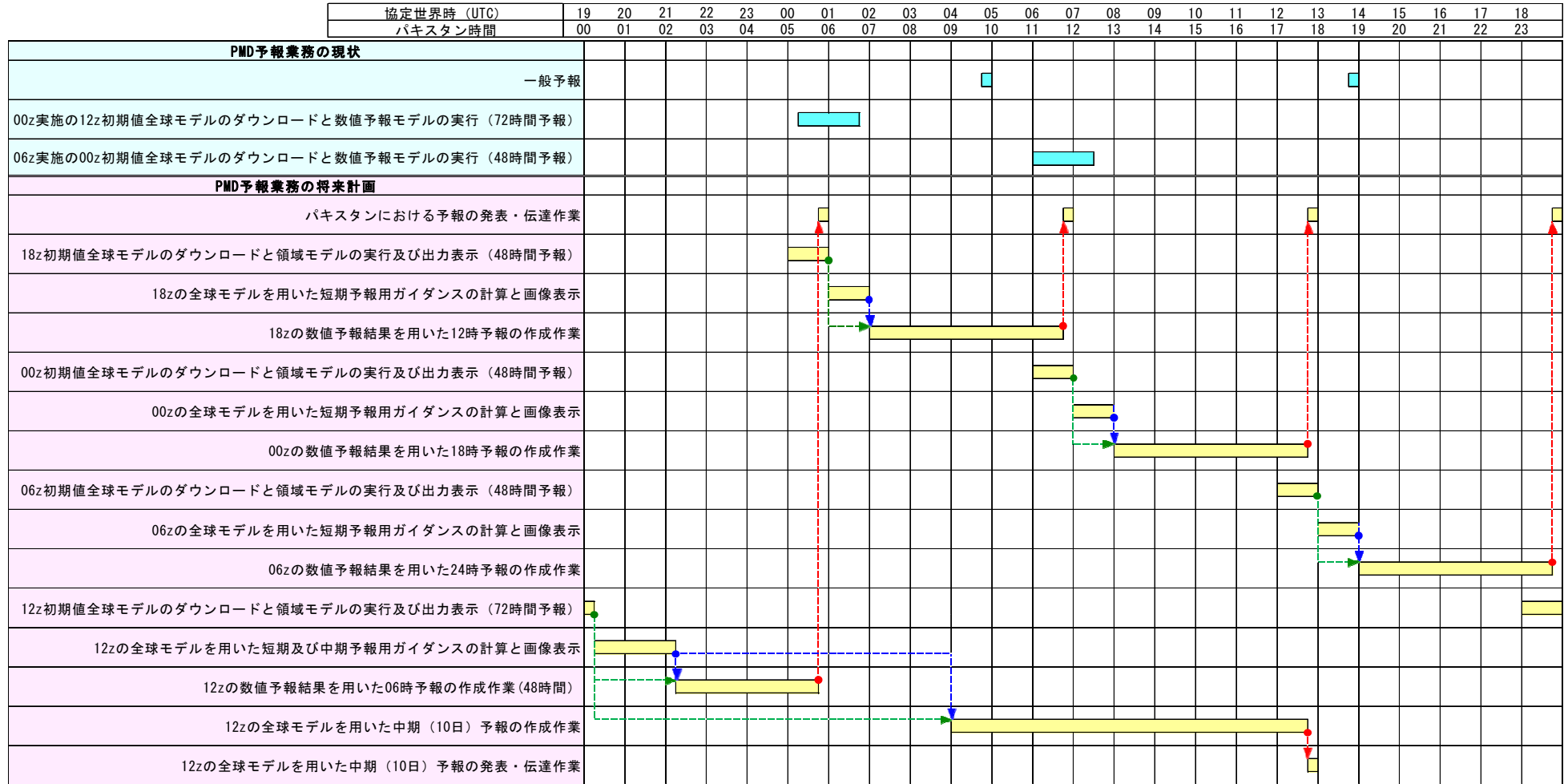
日本気象庁の全球数値予報の格子点値は、9日先までの詳細な予想値が用意されており、気象機関は無料にて利用できるため、PMD 特別中期気象予報センターにおいて10日先までの中期気象予報に利用することが可能である。

**表 36 日本気象庁のアジア第2地区(RA-II)領域向け全球数値予報の格子点値**

データ領域	南緯5度～北緯90度、東経30度～195度
地上予想値格子間隔	0.25度×0.25度
高層予想値格子間隔	0.5度×0.5度
地上の予想値(11要素)	東西風、南北風、気温、相対湿度、気圧、海面気圧、積算降水量、全雲量、上層雲量、中層雲量、下層雲量
高層の気圧層	1000、975、950、925、900、850、800、700、600、500、400、300、250、200、150、100、70、50、30、20、10hPa
1000～600hPaの予想値	高度、東西風、南北風、気温、相対湿度、上昇流(6要素)
500hPaの予想値	高度、東西風、南北風、気温、相対湿度、上昇流、渦度(7要素)
300～0hPaまでの予想値	高度、東西風、南北風、気温、上昇流(5要素)
0-84時間(3.5日)	3時間毎の予想値、初期値=00UTC、06UTC、12UTC、18UTCの6時間毎
84-96時間(4日)	6時間毎の予想値、初期値=12UTCの24時間毎
96-192時間(8日)	12時間毎の予想値、初期値=12UTCの24時間毎
192-216時間(9日)迄	24時間毎の予想値、初期値=12UTCの24時間毎

次ページに、PMD 予報業務の現状及び将来計画を示した表を添付した。

表 37 PMD 予報業務の現状及び将来計画



- - - 気象予報作業  
- - - 気象ガイダンス作業  
- - - 数値予報作業

「表 37 PMD 予報業務の現状及び将来計画」に従い、本プロジェクトで導入される特別中期気象予報センター気象予報・開発システムに必要となる、計算リソースを検討した結果を以下に示した。

#### <気象予報ガイダンスに必要となる演算能力>

気象予報・開発システムの月毎の主な作業は、

- ▶ 過去 90 日分の地上気象観測日原簿の確認・整理と 3 時間及び 24 時間降水量、日最低・最高気温、日最大風速、日最小湿度の Excel シートへの入力及び他国の全球モデルファイルのダウンロード、
- ▶ 仮予測因子抽出のための層別・予想時刻別ファイルの選択及び選択されたファイルからの各観測所の緯度・経度に対応した格子点における気象要素の予測値(格子点値)の抽出と仮予測因子の計算、
- ▶ 90 日間の観測データと仮予測因子を用いた変数減増法による予測因子の選択と予測式の作成、
- ▶ ガイダンス予測値、観測値、誤差の検証のための時系列グラフ表示、

また日々の主な作業としては、

- ▶ 他国の全球モデルの格子点値のダウンロード (0~216 時間)、
- ▶ 予測因子のために必要な層別、予想時刻別ファイルの選択、
- ▶ 層別、予想時刻別ファイルから各観測所の緯度・経度に対応した要素を抽出して、予測因子と格子点値の計算、
- ▶ 作成された予測式を用いた各観測所に対する要素別の予測値の導出、
- ▶ 観測値による各予測式の修正 (カルマンフィルター)、
- ▶ 各地の格子点値、ガイダンス予測値、観測値、誤差の面的表示及び時系列グラフ表示、

である。上述の気象予報ガイダンスに必要となる月毎及び日々の主な作業を気象予報・開発システムにより実施させるために必要な演算能力は、理論計算速度に対する有効計算速度 (4%) 及び今後 10 年間で増加が予想される観測データ量 (観測所の増加による) を考慮すると、大凡、「1TFLOPS」と考えられる。

#### <非静力学領域数値予報モデル運用に必要となる演算能力>

更に、PMD は独自に導入予定の気象予報・開発システムに非静力学領域数値予報モデル (Non-Hydrostatic Numerical Weather Prediction Model) の採用を計画していることから、以下の条件に沿って必要な演算能力を検討した。

- ▶ 水平格子間隔 : 5km~10km
- ▶ 予報回数 : 1 日 4 回 (48 時間予報 : 3 回、72 時間予報 : 1 回)

- 48 時間予報計算時間：30 分
- 72 時間予報計算時間：45 分
- 計算領域：4,000km×3,600km
- 計算時間間隔：24 秒間隔～40 秒間隔

検討の結果、気象予報・開発システムにより円滑に非静力学領域数値予報モデル (Non-Hydrostatic Numerical Prediction Model) を開発・運用するためには、大凡、「15TFLOPS」が必要と考えられる。

そのため、導入予定の気象予報・開発システムに必要な演算能力は、「16TFLOPS」として計画を実施する。

更に、下の表のように数値予報に必要なデータボリュームの日々の増加が見込まれることから、気象予報・開発システムのハードディスクは十分な容量が必要であり、下表に示した通り 40TBytes が必要となる。

表 38 気象予報・開発システムの運用に必要なハードディスクの容量

データ容量検討項目	予測や検証の計算に必要なデータ容量
RA-II 領域データ (2 年分)	3 時間毎の 00z、06z 及び 18z (84 時間まで) 気象予報のダウンロード容量：368MB 12z (84 時間以降は 24 時間毎) 気象予報のダウンロード容量：368MB+368MB×(216 時間-84 時間)÷87÷8=437.8MB 1 日当たりの 00z、06z、12z 及び 18z のダウンロード容量：368MB×3+437.8MB=1,541.8MB=1.5418GB 730 日分 (2 年分)：1.5418GB×730 日=1.1255TB≒1.13TB
領域モデル出力データ (2 年分)	24 時間予報のデータ容量：3.7GB 48 時間予報 (501×451) のデータ容量：3.7GB×2=7.4GB 1 日分のデータ容量：7.4GB×3+7.4GB×1.5=22.2GB+11.1GB=33.3GB 2 年分のデータ容量：33.3GB×730 日=24.3TB≒25TB
計算に必要な空きディスク容量	10TB
合計	1.13TB+25TB+10TB=36.13TB≒40TB

## 2) 気象レーダーシステム

S バンド気象レーダーは、気象レーダーの基本的な特長である“ロングレンジ”、“リアルタイム”を最大限に活かしたバンド帯である。他のバンド帯に比べ、容易に高出力な電波を送受信でき、大気や降雨の減衰を受けることが少なく、広域にわたり定量的な雨量情報を得られるため、サイクロン等の大規模な自然災害の監視に適している。そのため本プロジェクトにおいて整備が予定されている気象レーダーシステムは、気象の急激な変化（擾乱、突風、トルネード等）を正確且つリアルタイムに把握するため、降雨監視と擾乱監視の 2 つの機能を切り替えて観測が可能となる固体化電力増幅式気象ドップラーレーダーシステムとする。

周波数は、PMD が周波数割当委員会 (Frequency Allocation Board: FAB) より使用許可を取得し

たものを使用する。既設気象レーダーシステムと新設気象レーダーシステムの主要諸元及び探知距離の比較を次に示した。

表 39 既設気象レーダーシステムと新設気象レーダーシステムの主要諸元及び探知距離の比較

主要諸元	既設気象レーダーシステム	計画の気象レーダーシステム
周波数	5.3GHz (Cバンド)	2.7~2.9GHz (Sバンド)
波長	約 5.7 cm	約 10cm
雨量強度 1mm/h 以上の降雨の最大探知距離	半径 350 km	半径 450km
風速の最大探知距離	—	半径 200km
データグリッド (メッシュ)	5.0 km	0.625km
観測可能な最大風速	—	±70m/秒以上
送信パワー	250kW	10kW (ピーク値)
強風、暴風、嵐等の監視 (ドップラー) 機能	無	有
雨量積算機能	無	有
降雨データ	6 階調の雨量定性データ	0~250mm/h の降雨強度定量データ

次表のように、既設のレーダーシステムでは、雨量強度 1mm/h の雨の観測探知範囲は 350km であるが、最新のレーダーシステムを導入することで探知距離が 450km まで拡大する。

表 40 雨量強度毎の受信電力(dBm)を用いた既設レーダーと更新後の気象レーダーとの探知距離の比較

既設気象レーダー (Cバンド) の探知距離 (空中線パラボラ反射鏡直径: 4m 受信感度: -107dBm)							
距離 (km)	雨量強度 (mm/h)						
	0.50	1.00	5.00	10.00	20.00	40.00	100.00
10	-73.8	-69.0	-57.8	-53.0	-48.2	-43.4	-37.0
50	-88.6	-83.8	-72.6	-67.8	-63.0	-58.2	-51.8
100	-95.6	-90.8	-79.6	-74.8	-70.0	-65.2	-58.8
150	-100.1	-95.3	-84.1	-79.3	-74.5	-69.7	-63.3
200	-103.6	-98.8	-87.6	-82.8	-78.0	-73.2	-66.8
250	-106.6	-101.8	-90.6	-85.8	-80.9	-76.1	-69.8
300	-109.2	-104.3	-93.2	-88.3	-83.5	-78.7	-72.3
350	-111.5	-106.7	-95.5	-90.7	-85.9	-81.1	-74.7
400	-113.7	-108.8	-97.7	-92.8	-88.0	-83.2	-76.8
450	-115.7	-110.9	-99.7	-94.9	-90.1	-85.2	-78.9
更新後の気象レーダー (Sバンド) の探知距離 (空中線パラボラ反射鏡直径: 5m 受信感度: -110dBm)							
距離 (km)	雨量強度 (mm/h)						
	0.50	1.00	5.00	10.00	20.00	40.00	100.00
10	-77.3	-70.5	-59.4	-54.5	-49.6	-44.7	-38.5
50	-89.7	-84.9	-73.7	-68.9	-64.1	-59.3	-52.9
100	-96.3	-91.4	-80.3	-75.4	-70.6	-65.8	-59.4
150	-100.3	-95.5	-84.3	-79.5	-74.6	-69.8	-63.5
200	-103.3	-98.5	-87.3	-82.5	-77.6	-72.8	-66.5
250	-105.7	-100.9	-89.7	-84.9	-80.1	-75.3	-68.9
300	-107.8	-103.0	-91.8	-87.0	-82.2	-77.4	-71.0
350	-109.6	-104.8	-93.6	-88.8	-84.0	-79.2	-72.8
400	-111.3	-106.5	-95.3	-90.5	-85.7	-80.9	-74.5
450	-112.8	-108.0	-96.8	-92.0	-87.2	-82.4	-76.0

探知不能範囲      探知可能となる範囲      : 探知距離

## <気象ドップラーレーダーの付帯機能>

本プロジェクトの成果目標を達成するために、対象とする気象現象を把握する必要があることから、下記の機能を付帯させるものとする。

### ① ドップラーモード機能

擾乱、突風、トルネード等を監視するために、ドップラーモードを使用する。地上気象等の他の観測との組合せにより、半径 200km 程度の範囲内の風に起因する現象を実況監視する際に効果を発揮する。本プロジェクトにおいて導入される気象レーダーは、従来の機能である降雨の監視機能と、風の速度検出ができる機能を有する気象ドップラーレーダーとする。

### ② CAPPI(Constant Altitude PPI (Plan Position Indicator))機能

気象レーダーは通常、反射エコーの強度をもとに雨量データに換算しているが、観測されたエコーの高度によってエコー強度の特性が異なることから雨量データに誤差が生じる。CAPPI 観測では複数の仰角での観測を自動で連続的に行い、エコー強度データを3次的に得ることができる。このデータをもとに一定の高度面のデータを取り出し雨量データに換算することで、上述の誤差を取り除くことができる。大雨の量の推定や、他レーダーのデータとの画像合成には、上述の観測誤差のないデータ、特に高度 2km 又は 3km の CAPPI プロダクトを用いる必要がある。このため本プロジェクトでは、複数仰角観測から CAPPI プロダクト作成までを自動で行う CAPPI 機能を付帯させることとする。

### ③ 基本機能として備える必要のある表示・出力情報機能

気象ドップラーレーダーにより、効率的且つ効果的に裨益効果発現を促進するには、下記の基本機能を気象レーダーシステムに付帯させることが、極めて重要なファクターである。

表 41 基本機能として備える必要のある表示・出力情報機能

気象レーダー表示・出力情報機能		観測／使用目的
1	PPI 表示 (強度、ドップラー速度、速度幅の基本要素)	雨量観測
2	RHI 表示 (強度)	
3	手動マッピング及び軌跡表示	
4	指定降雨レベル表示	
5	指定時間積算雨量表示 (1、2、3、6、12、24 時間積算)	
6	Z-R 関係のパラメータ設定	
7	積算降水量の配信	
8	特定地域雨量表示	
9	表層雨量表示	
10	距離時間表示	
11	合成画像表示	
12	風向・風速表示	
13	上層風時間変化表示	
14	ウィンドシャワー情報表示	
15	複数プロダクトのオーバーレイ表示	
16	特定地域強風表示	



17	CAPPI 表示	3次元観測
18	エコー高さ表示	
19	鉛直積算雨量表示	
20	鉛直最大雨量表示	
21	3次元画像表示	
22	任意断面表示	レーダー制御、監視
23	レーダーローカル制御及びモニタリング	
24	観測スケジュールの設定、制御	データ記録、再生
25	外部記録媒体へのデータ記録表示	
26	外部記録媒体へのデータ保存及び出力	
27	各外部記録媒体からの再生データリストの表示	
28	各外部記録媒体からの各種気象プロダクトの再生	表示、入出力機能
29	データ受信	
30	JPG 画像出力	
31	Multi-Window 表示	
32	地図とプロダクトの合成表示	
33	指定された地点の情報表示 (位置情報、データ数値の表示、地点間距離)	
34	拡大表示 (2倍/4倍選択が可能)	
35	連続履歴再生 (アニメーション)	Web 機能
36	地図編集	
37	GIF アニメーション (24フレーム以上)	
38	既存インターネットサーバーにレーダー画像を Http 形式で出力	
39	インターネットブラウザよりログインシタダウンロード	

「イスラマバード気象レーダー最大探知範囲及び観測データ処理範囲」を次ページに示す。

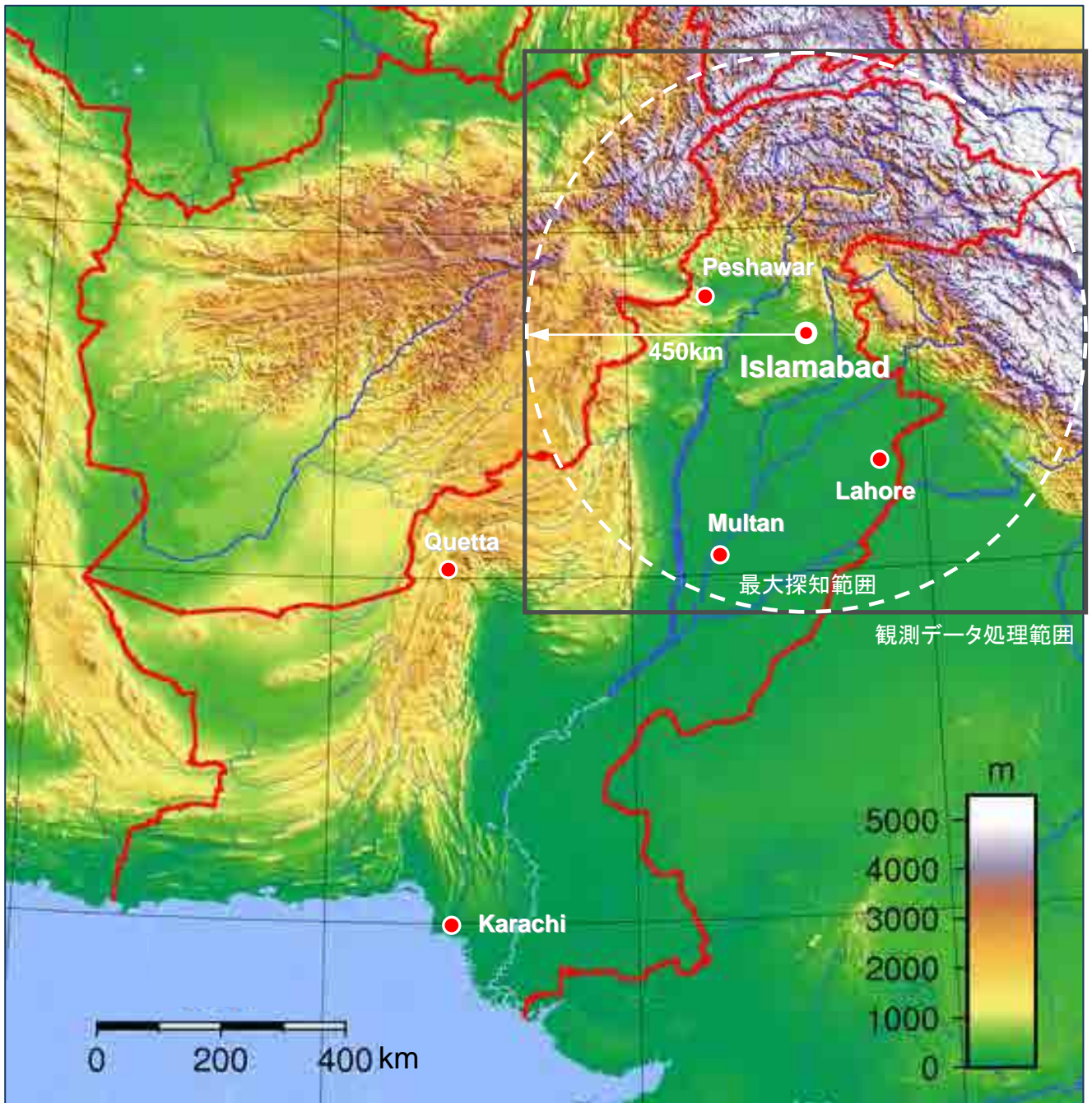


図 10 イスラマバード気象レーダー最大探知範囲及び観測データ処理範囲

### 3) 気象レーダーデータ表示システム

PMD の観測官や予報官が多忙な業務の中でデータを利用することを考えると、作業スペースから離れることなく気象情報を入手する必要がある。このことから、気象レーダーデータ表示システムを設置する場所は、建設予定のイスラマバード気象レーダー塔施設内観測室、PMD イスラマバード本局の国家気象予報センター及び新たに建設中の新ベナジルブット国際空港気象事務所（イス

ラマバード)とした。また気象業務で利用するためには、気象レーダーデータはリアルタイムで迅速に提供されなければならないため、本システムはリアルタイムでデータを受信、表示する機能を有するものとする。ディスプレイは、設置スペースを大きく取らず、消費電力が少なく、冷房効率を考慮して発熱が小さなものとし、且つ各室係官の円滑な業務の実施と長時間の使用も可能となるよう、画面の反射が極力少ないものとする。また新設されるイスラマバード気象レーダー観測範囲内全ての雨量強度のデータファイルは、レーダー観測範囲内の 2.5km 間隔の 1 時間雨量をバイナリー形式で格納可能となるよう計画する。イスラマバード気象レーダー塔施設と国家気象予報センターとは、高速データ通信が可能で落雷によるサージが侵入しないよう、光ファイバー線にて接続する。

#### 4) 気象データ用基幹通信システム

仮想専用回線 (Virtual Private Network : VPN) を利用した PMD の各局間のデータ交換及び PMD の気象データ、情報及び予警報を他の防災関連機関へ公開・発信するためのネットワーク管理システムである。下図に示したように、複数のネットワークに設置された通信ターミナルユニット同士が、世界的な共有ネットワークであるインターネットに、暗号化された仮想トンネル経由で安全に接続される。そのため、VPN

により接続された遠隔地にあるネットワーク内の PC と、あたかも専用線をつないだかのように安全に直接データ交換

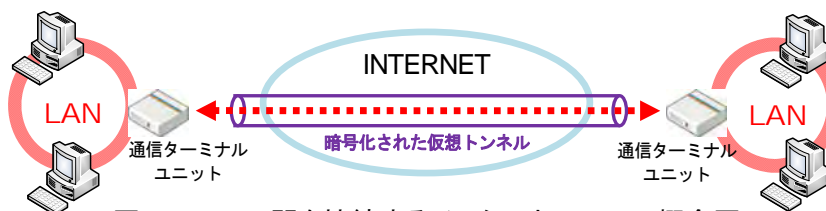


図 11 LAN 間を接続するインターネット VPN 概念図

を行うことができる。VPN を利用することにより、サイバー攻撃からの脅威を低減させることも可能である。また、豪雨や洪水など PMD ホームページへのアクセスが集中するような状況でも、安定的にデータの交換、情報及び予警報の発表や配信を行うことも可能となる。更に、従来の専用回線と比較し、VPN は維持管理が安価で且つ、暗号化技術の進歩によりセキュリティーレベルも強化されている。

#### 5) GTS メッセージスイッチシステム

「パ」国が、世界気象機関 (WMO) 加盟国として世界気象通信網 (Global Telecommunication System: GTS) を通して、観測データを配信し続ける責任を果たすことは極めて重要な業務である。カラチにある既存の GTS メッセージスイッチシステムに代わる新規の GTS メッセージスイッチシステムを PMD イスラマバード本局に整備する。PMD イスラマバード本局に GTS 通信網を構築するこ

とは、「パ」国の気象業務中枢において、インターネット以外の情報源を確保できるばかりではなく、観測データをタイムリーに世界へ配信することが可能となる。近年世界の気象予報は、全球モデルを使って世界の気象情報を処理・解析して作成されているため、気象通信網の整備が遅れがちな開発途上の国々からの気象情報の配信が、世界の気象予報の向上には大変重要な鍵になってきている。

現在、WMOを中心に、効果的なデータの国際交換を行うための情報通信基盤として、WMO情報システム（WMO Information System：WIS）の構築を推し進めている。WISは、データプロダクトの増大及びインターネットの急速な使用普及により、新たな要求や必要性に対応するために考案されたものであり、全球情報システムセンター（Global Information System Centre：GISC）、データ収集・作成センター（Data Collection and Processing Centre：DCPC）及び国家センター（National Centre：NC）から構成されている。本プロジェクトで導入予定のGTSメッセージスイッチシステムは、以下の項目を満足するものとする。

- インターネットの仮想専用回線（Virtual Private Network：VPN）を構築してGTSメッセージスイッチシステムを接続する
- 全球情報システムセンター（GISC）と接続する
- 稼働が停止することは許されないことから、二重化システムとする

## 6) ウィンドプロファイラシステム

ウィンドプロファイラシステムは、地上から上空へ電波を発射し、上空約4km～12km（降水時）までの風向・風速の鉛直分布及び乱気流等の気象現象を監視する装置である。ウィンドプロファイラシステムは時間的に連続した観測が可能であり、ほとんど人手を掛けずに自動観測が可能で、また駆動部分がないことから故障の頻度が低いことが知られている。ウィンドプロファイラシステムにより、通常の高層気象観測では得られない時間的・空間的に細かな気象状況を知ることができる。このため、「パ」国周辺の上空の風を連続して観測することができ、気象監視、気候変動予測や気候変動対策のための観測データ

の蓄積に貢献することが可能となるほか、「パ」国周辺のより正確で迅速な予報を作成するための重要な資料が得られるだけでなく、「鉛直風向変化」及び「風向変化による上昇気流」の気象現象を捉える事が可能となる。ウィンドプロファイラシステムは、PMD イスラマバード本局及びPMD ム

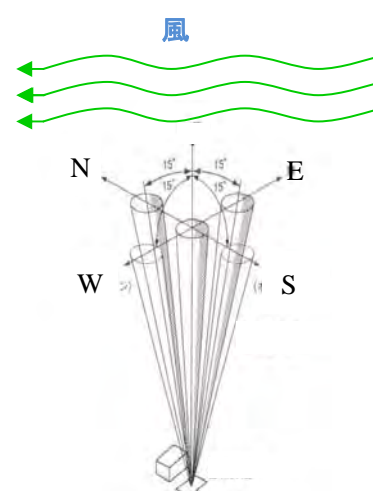


図 12 ウィンドプロファイラシステム概念図

ルタン気象事務所構内に設置することを計画した。計画されているウィンドプロファイラの主要諸元を次表に示す。

表 42 計画するウィンドプロファイラシステムの主要諸元

諸元項目	諸元内容
周波数	1.3GHz 帯
観測要素	水平風の東西成分・南北成分及び鉛直風（降水粒子の落下速度を含む）
観測値の最小位数	風速（水平、鉛直）：0.1m/s、風向：1°
測定精度	風速：1m/s（水平風）、0.2m/s（鉛直風）
	風向：15°（風速≤5m/s）、10°（風速>5m/s）
測定範囲	風速：0-90m/s（水平風）、0-30m/s（鉛直風）
送信パワー	6kW（ピーク値）以下
受信感度	信号対雑音比：+3dB 以上（@高度 5.5km） 条件： ↳ レーダー方程式（参考）： $\frac{S}{N} = \frac{P_t G^2 \theta^2 \lambda^2 \Delta R \eta I}{256 \pi^2 R^2 k T B}$ $I = N_p N_c N_{pm} N_{cFFT}$ $\eta = 0.38 \lambda^{-1/3} C_n^2$ $C_n^2 = 10^{-0.000276 R - 13.862}$ ↳ 大気乱流パラメータ（ $C_n^2$ ）： $10^{-0.000276 \times R(m) - 13.862}$ ↳ 高度分解能（ $\Delta R$ ）：300m ↳ 周辺温度：290K ↳ 地表雑音温度：36K

ウィンドプロファイラシステムの観測データが、GTS メッセージスイッチシステムを介して世界中に配信・利用される上で、下表に示した観測データの品質管理が重要となることから、下表のデータ品質管理機能をウィンドプロファイラシステムに含める事とする。

表 43 ウィンドプロファイラ観測データの品質管理

品質管理機能項目	品質管理内容
渡り鳥エコー除去	渡り鳥によるエコーの除去
地形エコー除去	地形エコーの除去
スペクトル幅チェック	各種のノイズによる誤観測の防止
風の場の均質性のチェック	ビームで囲まれる領域の風の分布又は降水分布が不均一であるときに生じる誤計算の防止
コンセンサスアベレージ	実質的な平均値に近い観測値の取得
二次曲面近似値チェック	時間方向・高度方向に連続性が低い観測値の除去
鉛直シアチェック	非現実的な鉛直シアを生じさせる誤観測値の除去
マニュアル品質管理	自動品質管理システムの誤動作の防止

本プロジェクトの全体システム構成は、次ページに添付した「PMD特別中期気象予報センター（SMRFC）及び気象観測・データ通信ネットワーク概要図」の通りである。

# PMD特別中期気象予報センター(SMRFC)及び気象観測・データ通信ネットワーク概要図

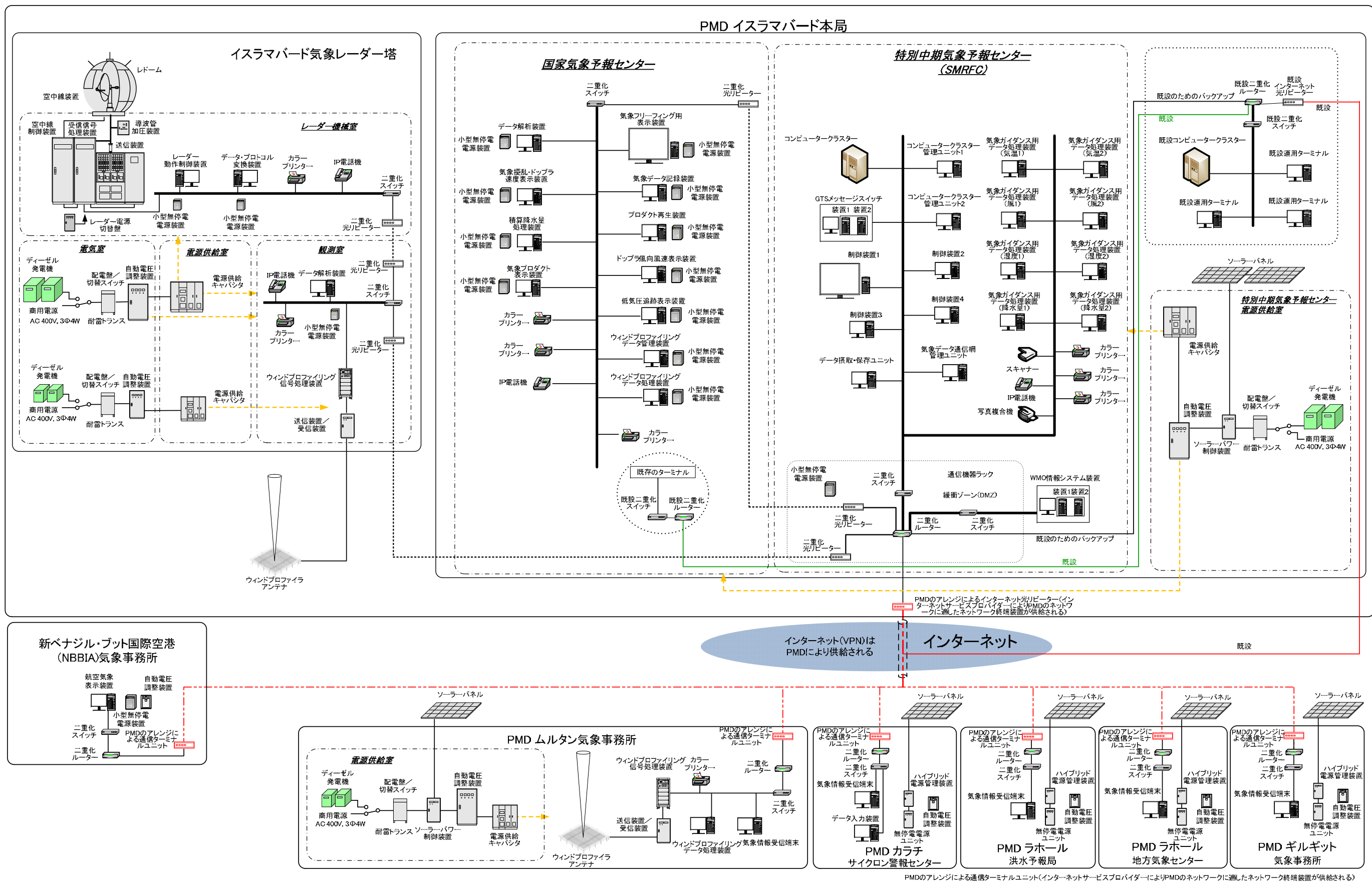


図 13 PMD 特別中期気象予報センター(SMRFC)及び気象観測・データ通信ネットワーク概要図

(2) 主要機材リスト

主要機材は以下の通りである。

表 44 主要機材リスト

機材名	イスラマバード		ラホール		カラチ	ムルタン	ギルギット
	PMD イスラマバード本局	新ベンジャブット国際空港気象事務所	PMD ラホール地方気象センター	PMD ラホール洪水予報局	PMD カラチサイクロン警報センター	PMD ムルタン気象事務所	PMD ギルギット気象事務所
特別中期気象予報センター気象予報・開発システム（避雷設備、電源バックアップシステム、耐雷トランス、電圧制御設備、電源供給キャパシタ、メンテナンス用機器、スペアパーツ及び機材付帯施設を含む）	1 式	-	-	-	-	-	-
気象データ用基幹通信システム	1 式	-	1 式	1 式	1 式	1 式	1 式
GTS メッセージスイッチシステム	1 式	-	-	-	-	-	-
Sバンド固体化電力増幅式気象ドップラーレーダーシステム（電源バックアップシステム、耐雷トランス、電圧制御設備、電源供給キャパシタ、メンテナンス用機器及びスペアパーツを含む）	1 基	-	-	-	-	-	-
気象レーダーデータ表示システム	2 式	1 式	-	-	-	-	-
ウィンドプロファイラシステム	1 式	-	-	-	-	1 式	-

主要機材リスト

特別中期気象予報センター気象予報・開発システム

サイト名：PMD イスラマバード本局（特別中期気象予報センター（SMRFC））		
名称	数量	目的
コンピュータクラスター	1 式	気象予報が イタンスを作成する。
コンピュータクラスター管理ユニット	2 式	コンピュータクラスターの制御・管理する。
制御装置（大型モニター付き）	1 式	気象予報が イタンス用のデータを集集・表示する。
制御装置	3 式	気象予報が イタンス用のデータを集集する。
気象ガイダンス用データ処理装置（気温）	2 式	気象予報が イタンス用のデータ进行处理する（気温データ用）。
気象ガイダンス用データ処理装置（風）	2 式	気象予報が イタンス用のデータ进行处理する（風データ用）。
気象ガイダンス用データ処理装置（湿度）	2 式	気象予報が イタンス用のデータ进行处理する（湿度データ用）。
気象ガイダンス用データ処理装置（降水量）	2 式	気象予報が イタンス用のデータ进行处理する（降水量データ用）。
気象プロダクト表示装置	1 式	作成した気象プロダクトを表示する。
小型無停電電源装置	2 式	コンピュータ機器に安定した電源を供給する。電源異常発生の場合にも安定した電源を供給し続け、シャットダウン信号をコンピュータに送出する。
カラープリンター	3 式	気象予報が イタンスのデータを印刷する。
IP 電話機	1 式	LAN 上のパケット信号を音声のアナログ信号に変換し、電話による音声通話を行う。
スキャナー	1 式	紙の気象データを電子ファイル化する。
写真複合機	1 式	気象予報が イタンスのデータを印刷する。
二重化スイッチ-1	1 式	ネットワーク上において指定させたポートへ LAN 接続を行う。
二重化スイッチ-2	1 式	ネットワーク上において指定させたポートへ LAN 接続を行う。
二重化光リピーター	2 式	サージ保護のため、ネットワーク上の電気信号を光信号に変換し伝送する。
通信機器ラック	1 式	ネットワーク通信機器を収容する。
ディーゼル発電機	2 式	商用電源異常発生の場合に、ディーゼルエンジン発電機により発電し各システムに電力を供給する。

耐雷トランス	1 式	電源から侵入する雷サージ電圧から負荷機器を保護する。
ソーラーパワー制御装置	1 式	ソーラーパネルにより発電された電力を制御する。
ソーラーパネル	1 式	太陽光により発電し、システムに電力を供給する。
自動電圧調整装置	1 式	システムの機器に安定した電力を供給する。
電源供給キャパシタ	1 式	電気二重層キャパシタの蓄電エネルギーにより電力を発生させ、停電時にシステムに電力供給する。
交換部品 LAN アダプタ	16 式	メンテナンスに使用する。
サービスマニュアル	2 式	メンテナンスに使用する。

### 気象データ用基幹通信システム

サイト名： PMD イスラマバード本局（特別中期気象予報センター（SMRFC））		
名称	数量	目的
気象データ通信網管理ユニット	1 式	気象データ通信網のネットワーク状態を管理する。
データ撮取・保存ユニット	1 式	気象データを撮取・保存する。
二重化ルーター	1 式	ネットワークとネットワークを結びつけ、伝送するデータを制御する。
交換部品 LAN アダプタ	2 式	メンテナンスに使用する。
サービスマニュアル	2 式	メンテナンスに使用する。

### 気象データ用基幹通信システム

サイト名： PMD ムルタン気象事務所		
名称	数量	目的
気象情報受信端末	1 式	イスラマバード本局からの気象データを受信する。
二重化スイッチ	1 式	ネットワーク上において指定させたポートへ LAN 接続を行う。
二重化ルーター	1 式	ネットワークとネットワークを結びつけ、伝送するデータを制御する。
交換部品 LAN アダプタ	1 式	メンテナンスに使用する。
サービスマニュアル	2 式	メンテナンスに使用する。

### 気象データ用基幹通信システム

サイト名： PMD カラチサイクロン警報センター		
名称	数量	目的
データ入力装置	1 式	イスラマバード本局に蓄積する気象データを入力する。
気象情報受信端末	1 式	イスラマバード本局からの気象データを受信する。
二重化スイッチ	1 式	ネットワーク上において指定させたポートへ LAN 接続を行う。
二重化ルーター	1 式	ネットワークとネットワークを結びつけ、伝送するデータを制御する。
自動電圧調整装置	2 式	システムの個々の機器に安定した電力を供給する。
ハイブリッド電源管理装置	2 式	ソーラーパネルにより発電された直流電力をシステムで利用可能な交流電力に変換し、商用電力を補助するための制御を行う。無停電電源ユニットの充電、管理を行う。
無停電電源ユニット	2 式	電源異常発生の場合にも安定した電源を供給し続ける。
ソーラーパネル	2 式	太陽光により発電し、システムに電力を供給する。
交換部品 LAN アダプタ	3 式	メンテナンスに使用する。
サービスマニュアル	2 式	メンテナンスに使用する。

### 気象データ用基幹通信システム

サイト名： PMD ラホール洪水予報局、PMD ラホール地方気象センター及びPMD ギルギット気象事務所		
名称	数量	目的
気象情報受信端末	1 式	イスラマバード本局からの気象データを受信する。
二重化スイッチ	1 式	ネットワーク上において指定させたポートへ LAN 接続を行う。
二重化ルーター	1 式	ネットワークとネットワークを結びつけ、伝送するデータを制御する。
自動電圧調整装置	1 式	レガシーシステムの個々の機器に安定した電力を供給する。
ハイブリッド電源管理装置	1 式	ソーラーパネルにより発電された直流電力をシステムで利用可能な交流電力に変換し、商用電力を補助するための制御を行う。無停電電源ユニットの充電、管理を行う。



無停電電源ユニット	1 式	電源異常発生の場合にも安定した電源を供給し続ける。
ソーラーパネル	1 式	太陽光により発電し、システムに電力を供給する。
交換部品 LAN アダプタ	2 式	ルータに使用する。
サービスマニュアル	2 式	ルータに使用する。

### GTS メッセージスイッチシステム

サイト名： PMD イスラマバード本局（特別中期気象予報センター（SMRFC））		
名称	数量	目的
GTS メッセージスイッチ	1 式	GTS 通信網へ観測データを送信し、各国からの観測データ及び気象プロダクトを受信する。
WMO 情報システム（WIS）装置	1 式	WMO 情報システム（WIS）への気象情報の提供と収集を行う。
交換部品 LAN アダプタ	4 式	ルータに使用する。
サービスマニュアル	2 式	ルータに使用する。

### S バンド固体化電力増幅式気象ドップラーレーダーシステム

サイト名： PMD イスラマバード本局（イスラマバード気象レーダー塔）		
名称	数量	目的
レドーム	1 式	レーダー空中線装置、作業員等を過酷な気象条件から保護する。頂部に避雷針を設け、全体を落雷から保護する。
空中線装置	1 式	パラボラアンテナを方位角 360°、仰角 0~60° の任意の方位に指向、あるいは回転させ、送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する。降水粒子により散乱された電波を受け、受信装置に送り込む。
空中線制御装置	1 式	レーダー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、空中線を指示された方位に指向あるいは回転させる。
送信装置	1 式	リットステート増幅部でパルス状のマイクロ波を所定の電力まで増幅発生させ、これを送信電波として空中線装置に送る。
受信信号処理装置	1 式	空中線装置からの受信電波を受信部で増幅、中間周波数に変換しデジタル値に変換したのち、地形エコーの除去、受信信号の平均化、距離に応じた受信信号強度の補正等の処理を行う。位相検波の結果からドップラー速度を算出しレーダー動作制御装置へ出力する。
導波管加圧装置	1 式	空中線と送信装置とを結ぶ導波管内部に乾燥空気を加圧し、電波の伝播損失を軽減する。
導波管	1 式	空中線装置と送信装置とを結び、低損失で送受信電波を伝達させる。
レーダー動作制御装置	1 式	レーダー観測制御を行い、データの生成及び配信を行う。
データ・プロトコル変換装置	1 式	回線容量に応じた RAW データを生成し伝送する。
レーダー電源切替盤	1 式	電源装置から供給される電力をレーダーシステム等に分配、供給する。
小型無停電電源装置	2 式	コンピュータ機器に安定した電源を供給する。電源異常発生の場合にも安定した電源を供給し続け、シャットダウン信号をコンピュータに送出する。
二重化スイッチ	1 式	ネットワーク上において指定されたポートへ LAN 接続を行う。
カラープリンター	1 式	レーダー画像の表示を印刷する。
二重化光リピーター	1 式	サージ保護のため、ネットワーク上の電気信号を光信号に変換し伝送する。
IP 電話機	1 式	LAN 上のパケット信号を音声のアナログ信号に変換し、電話による音声通話を行う。
耐雷トランス	1 式	電源から侵入する雷サージ電圧から負荷機器を保護する。
自動電圧調整装置	1 式	レーダーシステムの個々の機器に安定した電力を供給する。
電源供給キャパシタ	1 式	電気二重層キャパシタの蓄電エネルギーにより電力を発生させ、停電時にレーダーシステムに電力供給する。
スペクトラムアナライザ	1 式	ルータに使用する。
試験信号発生器	1 式	
電力計	1 式	
パワーセンサー	1 式	

周波数計		1 式	
検波器		1 式	
減衰器セット		1 式	
検波器用終端器		1 式	
オシロスコープ		1 式	
デジタルマルチメータ		1 式	
同軸／導波管変換器		1 式	
ネットワークカメラ		1 式	
工具セット		1 式	
延長コード		1 式	
水準器		1 式	
保守用梯子		1 式	
クランプ電流計		1 式	
掃除機		1 式	
レーダー空中線保守用デッキ		1 式	
交換部品	空中線用タイミングベルト（水平駆動用）	1 式	メンテナンスに使用する。
	空中線用タイミングベルト（垂直駆動用）	1 式	
	空中線用エンコーダ（方位角用）	1 式	
	空中線用エンコーダ（仰角用）	1 式	
	空中線用モータ（水平駆動用）	1 式	
	空中線用モータ（垂直駆動用）	1 式	
	空中線制御装置用サーボユニット（水平駆動用）	1 式	
	空中線制御装置用サーボユニット（垂直駆動用）	1 式	
	空中線制御装置用電源ユニット	1 式	
	送信装置制御部用電源ユニット	1 式	
	受信信号処理装置用電源ユニット	1 式	
	各装置用ファンユニット	2 式	
	LAN アレスタ	2 式	
	航空障害灯	2 式	
	消耗品	空中線用潤滑油	
空中線スリップリング電源用カーボンブラシ		1 式	
空中線スリップリング信号用カーボンブラシ		1 式	
サービスマニュアル		2 式	メンテナンスに使用する。

### 気象レーダーデータ表示システム

サイト名：PMD イスラマバード本局（イスラマバード気象レーダー塔）			
名称	数量	目的	
データ解析装置	1 式	レーダーで観測されたデータから気象現象の解析を行う。	
小型無停電電源装置	1 式	コンピュータ機器に安定した電源を供給する。電源異常発生の場合にも安定した電源を供給し続け、シャットダウン信号をコンピュータに送出する。	
カラープリンター	1 式	レーダー画像の表示を印刷する。	
IP 電話機	1 式	LAN 上のパケット信号を音声のアナログ信号に変換し、電話による音声通話を行う。	
二重化スイッチ	1 式	ネットワーク上において指定させたポートへ LAN 接続を行う。	
二重化光リピーター	2 式	サージ保護のため、ネットワーク上の電気信号を光信号に変換し伝送する。	
交換部品	LAN アレスタ	1 式	メンテナンスに使用する。
サービスマニュアル		2 式	メンテナンスに使用する。

### 気象レーダーデータ表示システム

サイト名：PMD イスラマバード本局（国家気象予報センター）		
名称	数量	目的
データ解析装置	1 式	レーダーで観測されたデータから気象現象の解析を行う。
気象擾乱・ドップラー速度表示装置	1 式	気象現象の監視、表示、警告を行う。
積算降水量処理装置	1 式	各レーダーの積算降水量を生成する。
気象ブリーフィング用表示装置	1 式	レーダーで観測されたデータを気象ブリーフィングで利用するために表示する。
気象データ記録装置	1 式	観測されたレーダーデータ及び気象プロダクトを指定された媒体に記録する。
プロダクト再生装置	1 式	各種記録媒体から記録されたレーダーデータ及び気象プロダクトの再生表示を行う。
ドップラー風向風速表示装置	1 式	観測されたドップラーレーダーデータにより、メッシュ毎の風向風速分布図を作成する。
低気圧追跡表示装置	1 式	低気圧の軌跡を作成し表示する。また進路予測も行う。
小型無停電電源装置	8 式	コンピュータ機器に安定した電源を供給する。電源異常発生の場合にも安定した電源を供給し続け、シャットダウン信号をコンピュータに送出する。
カラープリンター	2 式	レーダー画像の表示を印刷する。
IP 電話機	1 式	LAN 上のパケット信号を音声のアナログ信号に変換し、電話による音声通話を行う。
二重化スイッチ	1 式	ネットワーク上において指定させたポートへ LAN 接続を行う。
二重化光リピーター	1 式	サージ保護のため、ネットワーク上の電気信号を光信号に変換し伝送する。
交換部品 LAN アダプタ	8 式	メンテナンスに使用する。
サービスマニュアル	2 式	メンテナンスに使用する。

### 気象レーダーデータ表示システム

サイト名：新ベナジル・ブット国際空港（NBBIA）気象事務所		
名称	数量	目的
航空気象表示装置	1 式	航空気象現象の監視、表示を行う。
小型無停電電源装置	1 式	コンピュータ機器に安定した電源を供給する。電源異常発生の場合にも安定した電源を供給し続け、シャットダウン信号をコンピュータに送出する。
自動電圧調整装置	1 式	レーダーシステムの個々の機器に安定した電力を供給する。
二重化スイッチ	1 式	ネットワーク上において指定させたポートへ LAN 接続を行う。
二重化ルーター	1 式	サージ保護のため、ネットワーク上の電気信号を光信号に変換し伝送する。
交換部品 LAN アダプタ	1 式	メンテナンスに使用する。
サービスマニュアル	2 式	メンテナンスに使用する。

### ウィンドプロファイラシステム

サイト名：PMD イスラマバード本局		
名称	数量	目的
ウィンドプロファイラアンテナ	1 式	アンテナ方位を東西南北の計 4 方向以上に高速電子切り替えで走査し、ペンシルビーム状の電波を放射して、大気より散乱された電波を受信する。
送信装置/受信装置	1 式	増幅器により信号を増幅し、空中線装置に送るほか空中線装置から送られた受信信号を低雑音増幅器で増幅して信号処理装置に送信する。
ウィンドプロファイリング信号処理装置	1 式	受信された信号をデジタル値に変換したのち、パルス圧縮の復号、積分、FFT、平均化等の処理を行い、スペクトルデータを生成する。生成されたデータは HDD に保存するとともにデータ処理装置へ送信する。
ウィンドプロファイリングデータ処理装置	1 式	信号処理装置から受信したスペクトルデータに、地形エコーの除去、フィッティング、品質管理等の処理を行い、風速演算の基礎となるモーメントデータや 10 分平均値データ等を生成し保存する。
ウィンドプロファイリングデータ管理装置	1 式	データ処理装置にて作成されたデータの保存、管理を行う
小型無停電電源装置	2 式	コンピュータ機器に安定した電源を供給する。電源異常発生の場合にも安定した電源を供給し続け、シャットダウン信号をコンピュータに送出する。

カラープリンター	1 式	レーダー画像の表示を印刷する。	
フェンス	1 式	側方に漏れる電波を遮蔽し地形エコー（クラッター）を抑制する。	
ディーゼル発電機	2 式	商用電源異常発生の場合に、ディーゼルエンジン発電機により発電し各システムに電力を供給する。	
耐雷トランス	1 式	電源から侵入する雷サージ電圧から負荷機器を保護する。	
自動電圧調整装置	1 式	レーダーシステムの個々の機器に安定した電力を供給する。	
電源供給キャパシタ	1 式	電気二重層キャパシタの蓄電エネルギーにより電力を発生させ、停電時にレーダーシステムに電力供給する。	
スペクトラムアナライザ	1 式	メンテナンスに使用する。	
オシロスコープ	1 式		
工具セット	1 式		
延長コード	1 式		
水準器	1 式		
保守用梯子	2 式		
交換部品	[送信装置・受信装置用]		メンテナンスに使用する。
	- 送信ハブアンプ		
	- リモートコントロール装置	1 式	
	- 電源ユニット(送信装置・受信装置用各タイプ)	1 式	
	[ウインドプロファイリング信号処理装置用]		
	- ハブ	1 式	
	- プロセッサ(1)	1 式	
	- CPU カード	1 式	
	- タイミングカード	1 式	
	- 分岐カード	1 式	
	- インターフェースカード	1 式	
	- 変調カード	1 式	
	- 送信周波数生成シャシ	1 式	
	- LAN 用インターフェース出力カード	1 式	
	- パルス圧縮・積分カード	1 式	
	- A/D 変換カード	1 式	
	- プロセッサ(2)	1 式	
	- 周波数変換シャシ	1 式	
	- プロセッサ(3)	1 式	
	- GPS カード	1 式	
	- 電源ユニット(ウインドプロファイリング信号処理装置用各タイプ)	1 式	
	LAN アドレス	2 式	
サービスマニュアル	2 式	メンテナンスに使用する。	

### ウインドプロファイラシステム

サイト名：PMD ムルタン気象事務所		
名称	数量	目的
ウインドプロファイラアンテナ	1 式	アンテナ方位を東西南北の計 4 方向以上に高速電子切り替えで走査し、ペンシルビーム状の電波を放射し大気より散乱された電波を受信する。
送信装置／受信装置	1 式	増幅器により信号を増幅し、空中線装置に送るほか空中線装置から送られた受信信号を低雑音増幅器で増幅して信号処理装置へ送信する。
ウインドプロファイリング信号処理装置	1 式	受信された信号をデジタル値に変換したのち、パルス圧縮の復号、積分、FFT、平均化等の処理を行い、スペクトルデータを生成する。生成されたデータは HDD に保存するとともにデータ処理装置へ送信する。
ウインドプロファイリングデータ処理装置	1 式	信号処理装置から受信したスペクトルデータに、地形エコーの除去、フィッティング、品質管理等の処理を行い、風速演算の基礎となるモーメントデータや 10 分平均値データ等を生成し保存する。
カラープリンター	1 式	レーダー画像の表示を印刷する。
フェンス	1 式	側方に漏れる電波を遮蔽し地形エコー（クラッター）を抑制する。



ディーゼル発電機	2 式	商用電源異常発生の場合に、ディーゼルエンジン発電機により発電し各システムに電力を供給する。	
耐雷トランス	1 式	電源から侵入する雷サージ電圧から負荷機器を保護する。	
ソーラーパワー制御装置	1 式	ソーラーパネルにより発電された電力を制御する。	
ソーラーパネル	1 式	太陽光により発電し、システムに電力を供給する。	
自動電圧調整装置	1 式	レーダーシステムの個々の機器に安定した電力を供給する。	
電源供給キャパシタ	1 式	電気二重層キャパシタの蓄電エネルギーにより電力を発生させ、停電時にレーダーシステムに電力供給する。	
スペクトラムアナライザ	1 式	メンテナンスに使用する。	
オシロスコープ	1 式		
工具セット	1 式		
延長コード	1 式		
水準器	1 式		
保守用梯子	2 式		
交換部品	[送信装置・受信装置用]		メンテナンスに使用する。
	- 送信パワーアンプ		
	- リモートコントロール装置	1 式	
	- 電源ユニット(送信装置・受信装置用各タイプ)	1 式	
	[ウインドプロファイリング信号処理装置用]		
	- ハブ	1 式	
	- プロセッサ(1)	1 式	
	- CPU カード	1 式	
	- タイミングカード	1 式	
	- 分岐カード	1 式	
	- インターフェースカード	1 式	
	- 変調カード	1 式	
	- 送信周波数生成シャーシ	1 式	
	- LAN 用インターフェース出力カード	1 式	
	- パルス圧縮・積分カード	1 式	
	- A/D 変換カード	1 式	
	- プロセッサ(2)	1 式	
	- 周波数変換シャーシ	1 式	
	- プロセッサ(3)	1 式	
	- GPS カード	1 式	
	- 電源ユニット(ウインドプロファイリング信号処理装置用各タイプ)	1 式	
	LAN アレスタ	2 式	
サービスマニュアル	2 式	メンテナンスに使用する。	

### (3) イスラマバード気象レーダー塔施設の基本計画

#### 1) 施設建設予定敷地の現状

イスラマバード気象レーダー塔施設建設予定敷地は、PMD イスラマバード本局内敷地内にあり、気象業務を実施するには良好な環境下にある。

表 45 イスラマバード気象レーダー塔施設建設予定敷地状況

調査項目	イスラマバード気象レーダー観測所	
候補地の写真		
敷地	PMD イスラマバード本局敷地内	
位置		
緯度	北緯 33° 40' 57.2"	
経度	東経 73° 03' 50.8"	
高度	523m	
PMD イスラマバード本局敷地面積	22,124m <sup>2</sup>	
気象レーダー塔施設建設に必要な敷地の有無	十分な広さがあり問題ない。	
アクセス道路	有	
敷地状況	イスラマバード市内に位置し、周囲には公共施設などがある。	
インフラ		
商用電力	有	
上水道設備	公共水道有	
下水道設備	無	
電話設備	有	
インターネット接続	有	
携帯電話サービス	有	
従業員宿舎	有	
従業員の通勤	問題なし	

## 2) 建築計画

### 1. 平面計画

イスラマバード気象レーダー塔施設の平面計画は、シンメトリーに近い平面形とし、偏心を避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良くし、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。

気象レーダー塔の各室面積、収容人員、面積算定根拠を次に示す。

表 46 気象レーダー塔施設各室の概要、收容機器及び室面積算定根拠

部 屋	イスラマバード 気象レーダー塔施設 床面積 (m <sup>2</sup> )	設置機器、室概要	室面積算定根拠
レドーム室	30.18	レーダー空中線設備等を設置	レーダー空中線設備等の保守作業用スペース。床面積は、レドームベースリングサイズ直径 6.2m による。
レーダー機械室 (スペアパーツ倉庫を含む)	89.75	レーダー送受信機、空中線制御装置、受信信号処理装置、レーダー動作制御装置、導波管加圧装置、導波管、分電盤、光リピーター、保守管理品戸棚、空調機等を設置。	左記装置の運用維持管理作業スペース。全ての装置を設置することを考えると、スペアパーツ倉庫を含め最低でも 90m <sup>2</sup> 程度必要。
観測室	154.05	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 気象レーダー観測用ターミナル、</li> <li>■ データ解析用ターミナル</li> <li>■ VoIP 交換機、</li> <li>■ 光リピーター、</li> <li>■ 二重化スイッチ、</li> <li>■ プリンター、</li> <li>■ IP 電話、</li> <li>■ 各 PC 用 UPS、</li> <li>■ ターミナル用デスク、</li> <li>■ 書類棚、</li> <li>■ ホワイトボード、</li> <li>■ データ保存のための戸棚、</li> <li>■ 気象観測記録及び気象レーダーデータ解析用データ保存戸棚、</li> <li>■ 工具・測定器・マニュアル収納棚等、</li> </ul> を設置。 機器保守・修理作業スペース。	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 気象レーダー観測スペース</li> <li>■ 機材設置スペース、</li> <li>■ データ解析用ターミナル及びデスク、データ保存戸棚設置スペース</li> <li>■ 職員が業務を実施するために必要なスペース、</li> <li>■ 各データを收容するための必要なスペース、</li> <li>■ 各種機材の保守・修理作業スペース、工具等の収納スペース、</li> <li>■ 気象レーダーシステム消耗品及びスペアパーツ保管スペース、</li> </ul> を確保。
電気・電源供給室	44.20	施設用耐雷トランス、受電盤、分電盤、ケーブルラック及び接地端子盤、機器用耐雷トランス及び AVR の設置とケーブル配線スペース。 気象レーダーシステムのための無停電電源装置 (キャパシタ) 及びコントロールラックの設置スペース。	左記機器の收容スペース、点検スペース及びケーブル配線スペースを確保。 無停電電源装置及びコントロールラックの設置の場所、全面点検スペースを確保。
便所	22.12	大便器：男 1+女 1、小便器：男 1、手洗器：男 1+女 1、掃除流し：1	—
湯沸室	9.26	キッチン：1	—
脱衣室	1.72	脱衣スペース	—
シャワー室	2.42	シャワースペース	—
倉庫	2.38	建物維持管理のためのスペアパーツ、その他雑物保管場所	資材、材料等の保管場所を確保。
発電機室	78.96	75kVA 予備発電機 2 機、15kVA の予備発電機 2 機、周辺機器及びサービスタンク：2、自動切換盤等の設置	左記機器の收容スペース、点検スペース及びケーブル配線スペースを確保。
ポンプ室	15.12	受水槽：1 揚水ポンプ：2	受水槽及び点検スペースとして約 15 m <sup>2</sup> 必要。

## 2. 断面計画

### I. 気象レーダー塔の高さ

計画されているイスラマバード気象レーダーシステムに必要なレーダーアンテナ中心高さ

は、次の図に示した通り 68m は必要となる。写真には写っていないが、パキスタン記念塔の後ろにはパキスタン記念塔トップより数メートル高い林があり、大凡ではあるが、レーダービームがそれを超えるには、アンテナ仰角を約+0.5度以上として観測する必要がある。

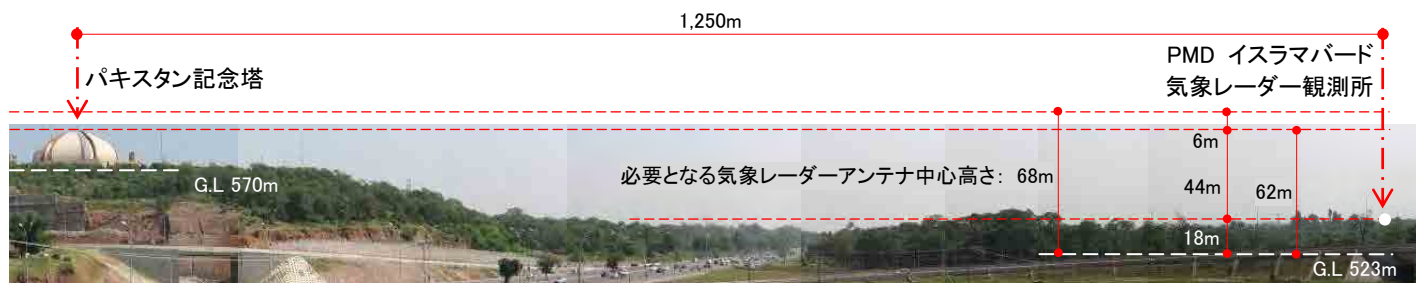


図 14 計画されている Islamabad 気象レーダーシステムの必要となるレーダーアンテナセンター高さ

## II. 地盤面レベル

敷地内には、自然条件調査において設定したベンチマークがあるため、これを本気象レーダー塔の基準レベルとする。

## III. レーダー機器の搬入方法

レーダー機械室へ外部から機器を直接搬入する方法は、レーダー機械室に接する階段室踊場の外に搬入用バルコニーを設けて、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。

## 3. 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出ないため、機器や家具等のレイアウト、室内の使い勝手及び階段での上り下りを容易とした。

## 4. 内外装計画

### I. 主要諸室（レーダー機械室及び観測室）の仕上げ

#### a) 床

気象レーダー塔の主室であるレーダー機械室及び観測室の床は、パワーケーブル及びシグナルケーブルの配線を容易にし、且つ将来的なシステムの増設をも可能とし、また維持管理も容易になることから、高さ 150mm のアクセスフロアを採用する。レーダー機械室は、高出力で重さ 1 トン程度の送受信機が設置されるため、耐重・帯電防止アクセスフロアとする。



b) 壁

エアコン設備が設置される電気室、観測室、レーダー機械室の外壁は、部屋の気密性を高め、外部からの湿気及び外気温の影響を極力減ずるため二重壁とし、それらの間には不燃材料のグラスウールを充填する。冷房効率が向上することで消費電力を抑え、PMD の運用維持管理費を極力軽減する。

c) 天井

レーダー機械室及び観測室の天井は、ケーブルラックの上にたまる埃から機器を守り、部屋の気密性を高めること、機器から発生する騒音を減ずることを主目的として、吸音性の高いボード貼りの天井を設ける。また、この 2 室には空調設備を設けるので、冷房効果を高める上でも天井貼りは有効である。

d) 開口部

地盤からの高さ約 50m に位置するレーダー機械室の開口部のガラスに対する設計用速度圧が  $2,500\text{N/m}^2$  であるため、強化フィルムの合わせガラスとする。またサッシを 2 重に設け、外側サッシのガラスが破損しても内側サッシで風雨をしのげるよう計画した。

II. 各部の仕上げ

外部仕上げ、内部仕上げの材料はメンテナンスの容易さを考慮し、一部を除き全て現地調達が可能なものを選定した。外部仕上、内部仕上の材料、工法、採用理由等を次の表に表す。

表 47 外部仕上、内部仕上の材料、工法

		仕上げ・工法
外部仕上	観測デッキ	モルタル下地アスファルト防水 断熱材 押さえコンクリート
	屋上	モルタル下地アスファルト防水 断熱材 押さえコンクリート
	外壁	ブロック積みモルタル金ゴテ コンクリート打放しモルタル補修 吹付タイル塗装（合成樹脂エマルジョン系複層塗材） 一部磁器質タイル貼
内部仕上	床	カーペットタイル ビニールタイル貼 磁器質タイル貼 モルタル金ゴテエポキシ防塵ペイント
	巾木	木製巾木 SOP 塗、モルタル巾木 VP 塗、モルタル金ゴテエポキシ防塵ペイント、磁器質タイル
	壁	モルタル金ゴテ VP 塗 陶器質タイル貼り グラスウール板張り
	天井	無機質吸音板（システム天井下地） セメント板（システム天井下地） モルタル補修 EP 塗 グラスウール板張り
建具	外部	アルミ製窓 アルミ製ガラリ アルミ製ドア、スチール製ドア
	内部	アルミ製、スチール製及び木製建具

表 48 外部仕上、内部仕上の材料の採用理由

		採用理由	調達方法
外部仕上	屋上	外気温が 35 度程度に達するため、断熱材は不可欠である。従って断熱層厚さ 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す。	現地調達可能
	外壁	現地で一般的に使用されているブロック積みとする。施工性及び精度の点から、現地にて一般的に用いる材料であるため信頼性が高い。	
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。業務を行う室、一般室、廊下・階段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。 コンピューターを設置する室は床下配線のためアクセスフローとする。	
	壁	耐久性を重視しモルタル金ゴテとし、汚れを防ぐためビニール系の塗装とする。また便所と掃除用具入には陶器質タイルを使用する。	
	天井	居室の部屋には空間の環境と空調性能を高めるために、無機質吸音板を使用する。無機質吸音はアスベストが含まれないものとする。	
建具	外部	耐久性、扱い易さ、精度の点からスチール製及びアルミ製とする。特に雨が多い地域であることから、開閉不良等の不具合が発生しないように、機構の簡単な引違い戸、片肩引き戸、両引き戸とする。	
	内部	変形、腐食等の事象が生じ、がたつき等による機能低下をきたさないよう、施工性、維持管理の点からスチール製及び木製建具でオイルペイント塗りとする。	

5. 構造計画

I. 構造設計基準

構造計算は「パ」国の基準 BCP (Building Code of Pakistan) を基本として、必要に応じて日本建築基準法、日本建築学会設計基準 (AIJ)、米国の Uniform Building Code (UBC) を参考にする。

## II. 地盤状況と基礎計画

気象レーダー塔施設は、ごくわずかな不同沈下でも精度の高い気象レーダー観測には致命傷となることから、建物を沈下させない基礎構造が要求される。加えて、気象レーダーの観測精度を保つためには、気象レーダー塔の剛性が重要であり、建物の水平変形角の傾きを 0.075 度以下とする。各既設気象レーダー観測所の地盤状況と建設予定の気象レーダー塔施設の基礎計画を次の表に示す。

表 49 既設気象レーダー観測所の地盤状況と気象レーダー塔施設の杭と基礎

イスラマバード気象レーダー塔施設	
支持層の深さ	31.0m
支持層のN値	50以上
杭の必要性	有り
必要杭長さ	28.8m
必要杭本数	24本
杭径（直径）	1.2m
基礎形態	杭基礎（場所打ちコンクリート杭）

## III. 架構形式

架構は「パ」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ブロックとする。

## IV. 設計荷重

### a) 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以下のものを見込む。

表 50 気象レーダー塔の特殊固定荷重

機材設置場所（室名）	気象レーダーシステム機材名	重量
屋上	レドーム、アンテナ及びペDESTAL	4.5 トン
レーダー機械室	送受信機、信号増幅装置等	3.0 トン
	信号処理装置、アンテナ制御装置等	2.0 トン
電気・電源供給室	耐雷トランス、自動電圧制御装置（機材側、建築側双方）、キャパシタ	6.0 トン

### b) 積載荷重

気象レーダー塔内の殆どの部屋は、機器を収容するものであるため、日本国における通信機械室の積載荷重と同程度の荷重を採用する。

c) 風荷重

「パ」国の建築基準“BCP-SP-2007 (Building Code of Pakistan- Seismic Provisions-2007)”  
に記載されている以下の設計用速度圧の算出方法を用いて、風荷重を算出する。

$$\text{設計用速度圧 } P = C_e \times C_q \times I_w \times Q_s \quad (\text{kN/m}^2)$$

$C_e$  : 地表面粗度区分と施設高さによるガスト影響係数

$C_q$  : 風力係数

$I_w$  : 重要度係数

$Q_s$  : 基準風速圧 ( $\text{kN/m}^2$ )

$$\blacksquare P = 1.97 \times 3.6 \times 1.15 \times 0.78 = 6.36 \text{kN/m}^2 \approx 6.4 \text{kN/m}^2$$

$$C_e=1.97 \quad C_q=3.60 \quad I_w=1.15 \quad Q_s=0.78$$

d) 地震力

イスラマバードは、「パ」国の建築基準である「Building Code of Pakistan-Seismic Provisions-2007」の地震ゾーン分け地図の Zone 2B に位置している。そのため、Zone 2B の地震地域係数である  $Z = 0.20$  を適用して地震荷重を算出する。また気象レーダー塔施設の重要度を考慮して、重要度係数  $I$  は最も重要な施設に使用する 1.25 を採用する。

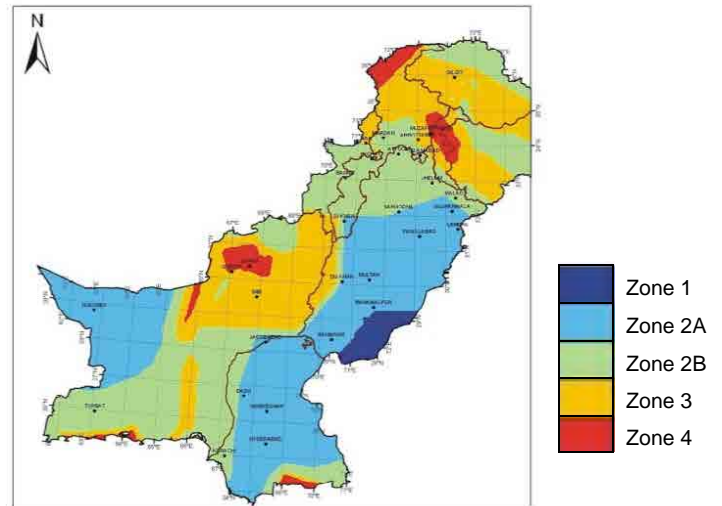


図 15 「パ」国地震ゾーン分け地図

V. 使用構造材料

使用材料は全て現地調達とする。

- ・ コンクリート：普通コンクリート 設計基準強度  $F_c=24\text{N/mm}^2$  (基礎～8 階床)、 $F_c=21\text{N/mm}^2$  (8 階柱以上)
- ・ セメント (ASTM (American Society for Testing and Materials) 又は同等品)
- ・ 鉄筋：異形鉄筋 (ASTM A615 Grade 60 又は同等品)

6. 電気設備計画

I. 電力引込設備

表 51 電力引込設備

イスラマバード気象レーダー塔施設	
施設内引込電力(既設電力計出力定格)	400V、3相4線、50Hz

II. 自家発電機設備

表 52 自家発電機設備

イスラマバード気象レーダー塔施設		
自家発電機台数	2台	2台
発電容量	75kVA	15kVA
発電機出力	400V、3相4線、50Hz	
燃料タンク容量	1,000リットル×2	

III. 幹線・動力設備

電力幹線は、電気室内の配電盤から建物内の電灯分電盤、動力制御盤までケーブルラック及び金属管内配線にて配電を行う。電気室内の配電盤から施設内の各分電盤及び制御盤へ配電し、施設内部は鉄製配管方式とする。各機器の異常警報は、24時間体制で運用される観測室の警報盤に表示させる計画とする。

表 53 幹線・動力設備

イスラマバード気象レーダー塔施設	
電灯・動力幹線	230V/400V、3相4線
動力分岐	400V、3相4線
電灯分岐	230V、単相2線
機材側分岐	400V、3相4線

IV. 電灯・コンセント設備

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、配管は鉄製鋼管とする。照明器具は、エネルギー消費が少なく現地市場で流通しているLEDを主体として使用する。各室の照度基準は下記の通りとする。

表 54 各室の照度基準

イスラマバード気象レーダー塔施設	
レドーム室	200 Lx
レーダー機械室	300 Lx
観測室	300 Lx
発電機室	200 Lx
電気・電源供給室	200 Lx
ポンプ室	200 Lx
エントランスホール	200 Lx
その他の部屋	200 Lx

コンセントはスイッチ付のものとし、一般用コンセントの他に、レーダー機械室、観測室に OA 機器専用のコンセントを設け、各機材の配置や容量に合わせて計画する。

#### V. 電話配管設備

建物内に引込み端子盤と中継端子盤を設け、必要各室の電話アウトレットまで配管配線を行う。

#### VI. インターホン設備

レーダー機械室及び観測室の夜勤職員と夜間の来訪者の防犯管理のため、玄関口及び各現業室内にインターホン設備を設置する。

#### VII. 警報設備

観測室に警報盤を設け、下記設備の警報を出し表示する。

- ・ レーダー機械室エアコン（ユニット）の故障
- ・ レーダーバックアップユニットの故障
- ・ 発電機の故障及びオーバーヒート
- ・ 施設配電盤、施設用分電盤、機材用分電盤のブレーカトリップ

#### VIII. 接地設備

接地設備をレーダー機械室及び 1 階に設ける接地用端子盤に接続し接地する。電気室内の機器の接地工事は接地端子盤を経て接地し、電話設備用接地は敷地内に接地極を設け端子盤まで配線する。

#### IX. 避雷設備

レドーム上部に避雷針（機器工事ポーション）及び屋上手摺にむね上導体を設置する。レドーム内に接続ボックスを設け、建物内は銅バー及びビニール管で配線し、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レドーム内接続ボックスまでの接続は、機器工事ポーションとする。

#### X. 航空障害灯設備

機材ポーションであるレドーム上部の航空障害灯用接続ボックス 1ヶ所をレドーム内に設ける。またレドームルーフに設置される航空障害灯は建築ポーションとし、全ての航空障害灯用の配電盤を電気室及び自動点滅スイッチを観測室の外壁に設けることとし、全ての航空障害灯には避雷器（サージアレスタ）も付帯させる。レドームに付帯している航空障害灯からレドーム内に設ける接続ボックスまでの接続は、機器工事ポーションとする。

## XI. 火災報知設備

火災報知設備を、レーダー機械室、電気室、発電機室に設置する。警報盤は、観測室へ設置する。

## 7. 給排水衛生設備計画

### I. 給水設備

PMD イスラマバード本局には公共の水道設備が既に整備されているため、施設外部に給水管接続用ゲートバルブを設け、水道からの給水管と接続する。給水方式は受水槽、揚水ポンプ、高置水槽を設置した重力給水方式とする。

### II. 排水設備

排水は雨水排水とは分流とし、汚水、雑排水の 2 系統に分ける。汚水は浄化槽で処理し、浸透弁に流入させる。雑排水は、直接浸透弁に流入させる。浄化槽及び浸透弁の容量は気象レーダー塔施設内で業務を行う職員数と外来者等を考慮して、12 人用とする。

### III. 衛生器具設備

- 大便器 : タンク式洋風便器とする
- 小便器 : ストール型とする
- 洗面器 : 壁掛そで付型とする
- 掃除流し : 壁掛型とする

### IV. 消火器

表 55 消火器

イスラマバード気象レーダー塔施設	
レドーム室	C02 タイプ
レーダー機械室	C02 タイプ
観測室	C02 タイプ
発電機室	ABC タイプ
電気・電源供給室	C02 タイプ
ポンプ室	C02 タイプ
湯沸室	ABC タイプ

## 8. 空調・換気設備計画

レーダー機械室及び観測室に設置されるレーダー関連機材等は、空調設備なくして運用が困難なため、複数台設置して、絶えず機材のために良好な環境が保たれるよう計画する。空調機器は、万一の故障が起きてもレーダーシステム運用に対する弊害を最小限に抑えるため、パッケージシステムとする。次表の各室に空調（冷房）及び換気設備を設置する。

表 56 空調設備を設置する室

イスラマバード気象レーダー塔施設	
レドーム室	強制換気
レーダー機械室	エアコン設備 全熱交換機
観測室	エアコン設備 強制換気
発電機室	強制換気
電気・電源供給室	エアコン設備 強制換気
ポンプ室	強制換気
シャワー室	強制換気
便所	強制換気
湯沸室	強制換気

湯沸室及び便所などの臭気を生ずる部屋には、天井扇を設置し強制換気を行う。発電機室、電気・電源供給室、ポンプ室等は、発熱する機器が多く設置されるため同様に換気を行う。また室内環境を下記の環境条件にする必要がある部屋には換気設備を設ける。

<環境条件>

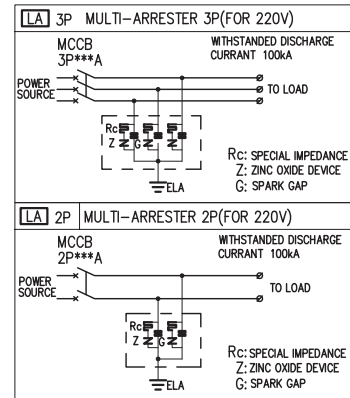
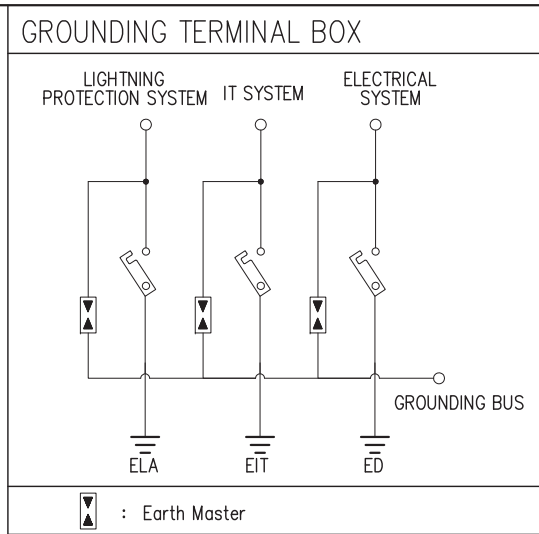
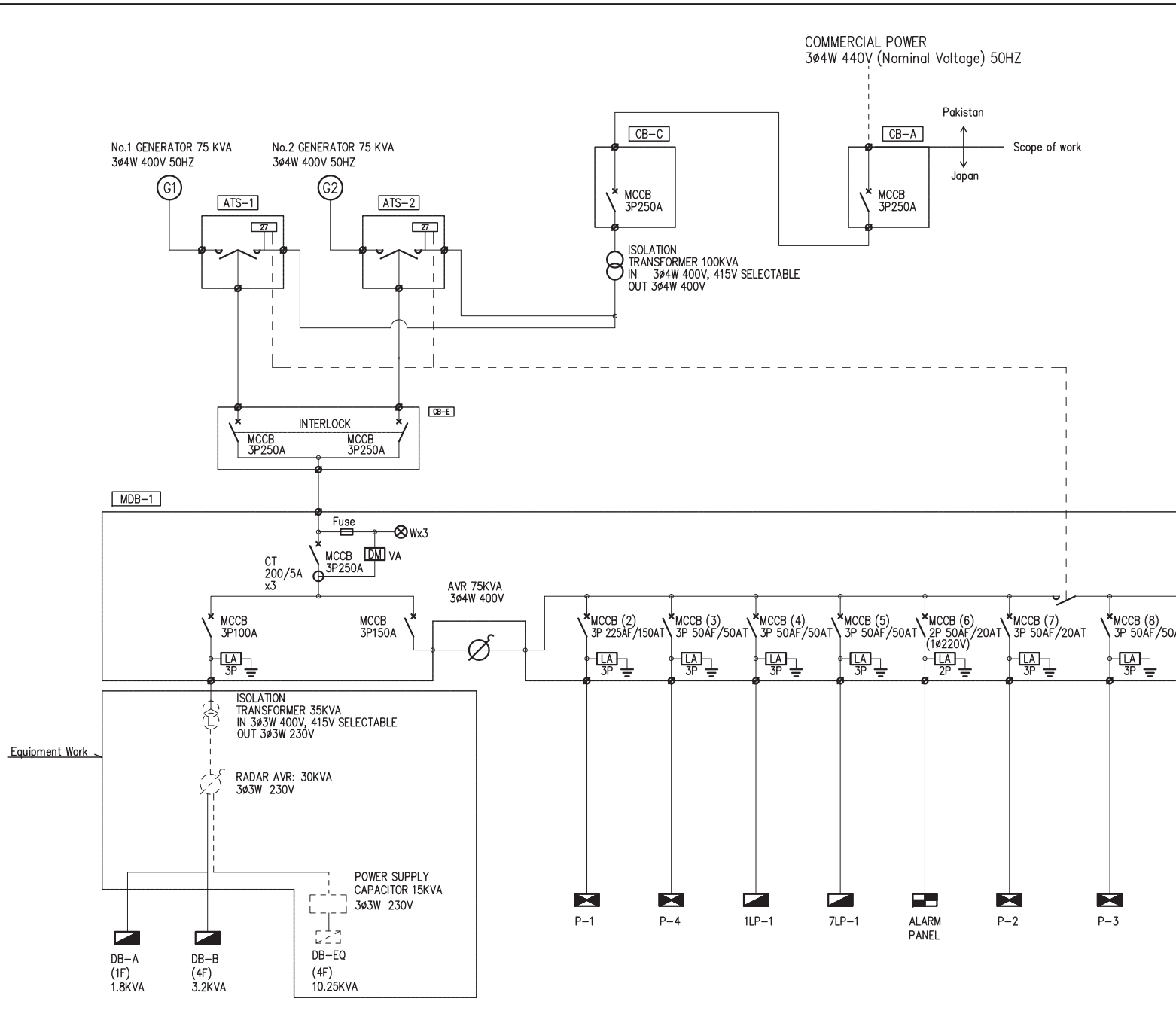
- ・ 外気条件：気温 32℃ （最大外気温 31.6℃）
  - ・ 内部条件：温度 26℃ 湿度 40～60%
- レーダー機械室及び電気・電源供給室温度 25℃ 湿度 40～60%

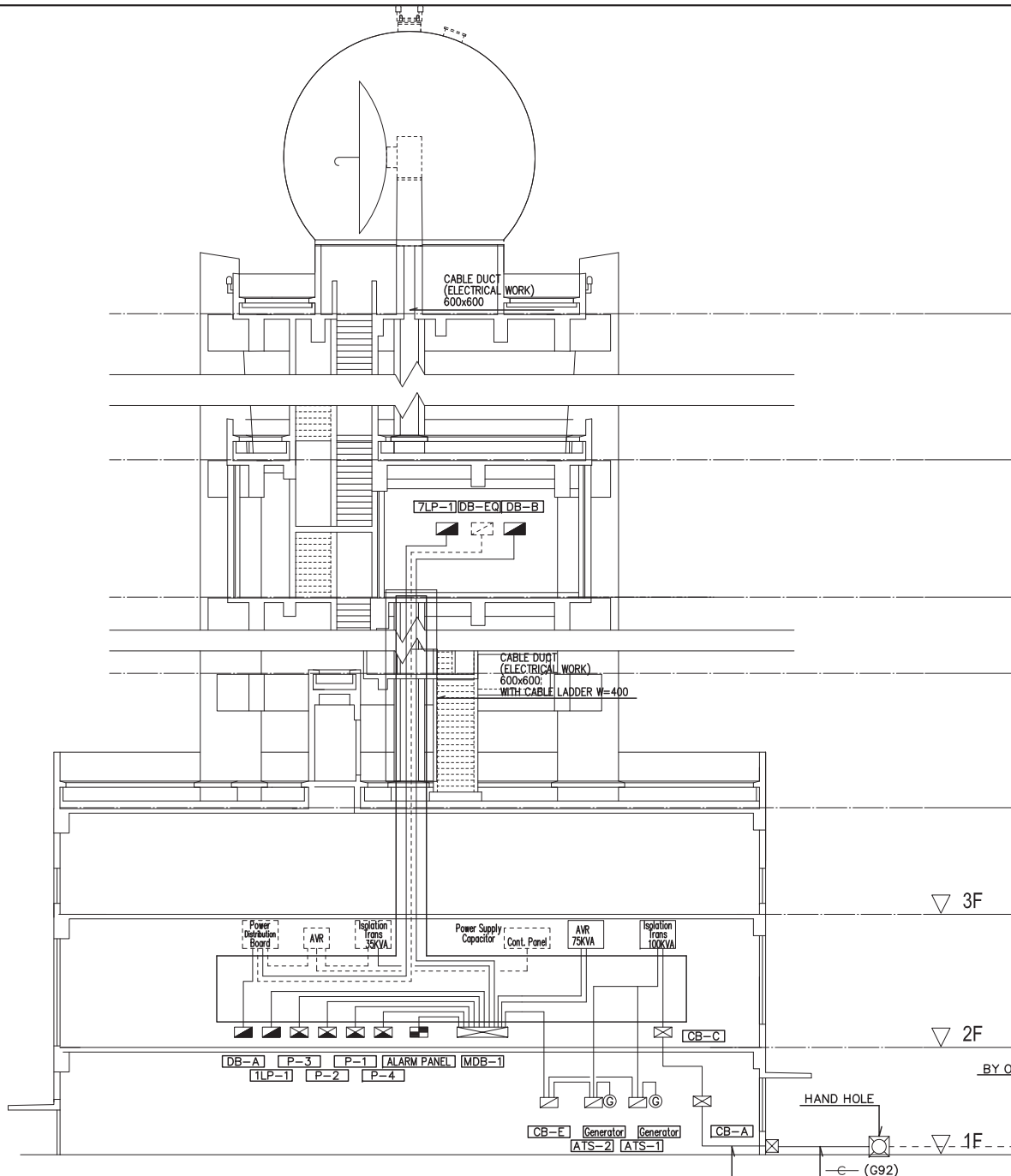
気象レーダー塔施設設備計画関連系統図を次ページより添付する。

イスラマバード気象レーダー塔施設

- ・ 電気引込系統図 : SD-01
- ・ 幹線・動力設備系統図 : SD-02
- ・ 電話・インターホン設備系統図 : SD-03
- ・ 火災報知設備系統図 : SD-04
- ・ 警報設備系統図 : SD-05
- ・ 避雷・接地設備系統図 : SD-06
- ・ 航空障害灯設備系統図 : SD-07
- ・ 空調・換気設備系統図 : SD-08
- ・ 給水・排水設備系統図 : SD-09







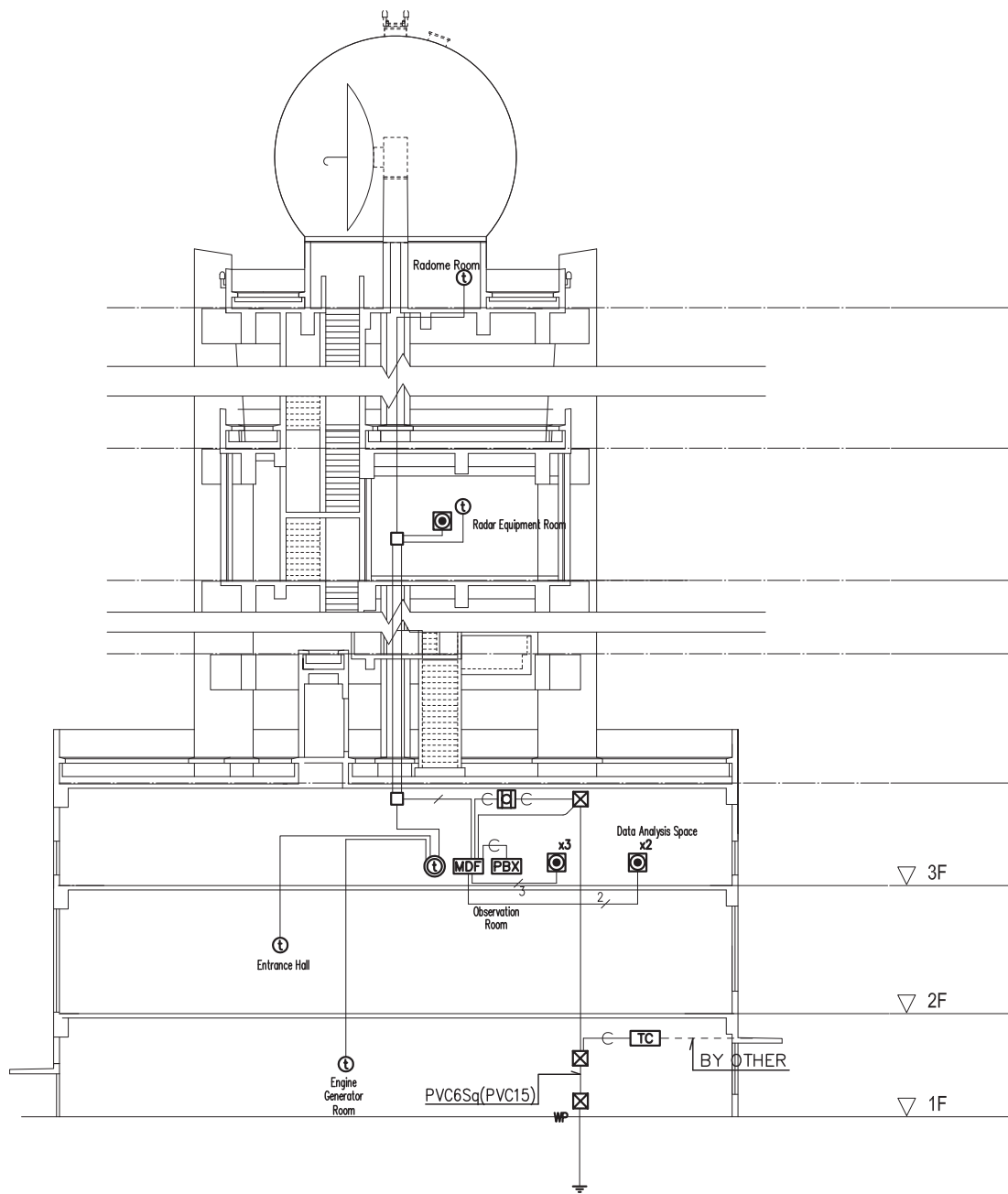
POWER CABLE LIST

FROM	TO	CABLE SIZE	CONDUIT
CB-A	CB-C	XLPE/PVC 1C-4x120sq +E70sq	(G80) / CABLE LADDER
CB-C	ISOLATION TRANS 100KVA	XLPE/PVC 1C-4x120sq +E70sq	(G80) / CABLE LADDER
ISOLATION TRANS	ATS-1	XLPE/PVC 1C-4x120sq +E70sq	(G80) / CABLE LADDER
ISOLATION TRANS	ATS-2	XLPE/PVC 1C-4x120sq +E70sq	(G80) / CABLE LADDER
GENERATOR	ATS-1	XLPE/PVC 1C-4x120sq +E70sq	(G80) / CABLE LADDER
GENERATOR	ATS-2	XLPE/PVC 1C-4x120sq +E70sq	(G80) / CABLE LADDER
ATS-1	CB-E	XLPE/PVC 1C-4x120sq +E70sq	(G80) / CABLE LADDER
ATS-2	CB-E	XLPE/PVC 1C-4x120sq +E70sq	(G80) / CABLE LADDER
CB-E	MDB-1	XLPE/PVC 1C-4x120sq +E70sq	(G80) / CABLE LADDER
MDB-1	ISOLATION TRANS 35KVA(EQUIP WORK)	XLPE/PVC 4C-30sq +E22sq	(G50) / CABLE LADDER
MDB-1	P-1	XLPE/PVC 1C-4x70sq +E50sq	(G70) / CABLE LADDER
MDB-1	P-2	XLPE/PVC 4C-16sq +E16sq	(G40) / CABLE LADDER
MDB-1	P-3	XLPE/PVC 4C-16sq +E16sq	(G40) / CABLE LADDER
MDB-1	P-4	XLPE/PVC 4C-16sq +E16sq	(G40) / CABLE LADDER
MDB-1	1LP-1	XLPE/PVC 4C-16sq +E16sq	(G40) / CABLE LADDER
MDB-1	7LP-1	XLPE/PVC 4C-16sq +E16sq	(G40) / CABLE LADDER
MDB-1	ALARM PANEL	XLPE/PVC 2C- 6sq +E 6sq	(G32) / CABLE LADDER
PowerDistributionBoard	DB-A	XLPE/PVC 2C-10sq +E10sq	(G40) / CABLE LADDER
PowerDistributionBoard	DB-B	XLPE/PVC 2C-10sq +E10sq	(G40) / CABLE LADDER
MDB-1	AVR 75KVA	XLPE/PVC 1C-4x95sq +E50sq	(G70) / CABLE LADDER
AVR 75KVA	MDB-1	XLPE/PVC 1C-4x95sq +E50sq	(G70) / CABLE LADDER

SPARE PARTS FOR LIGHTNING DAMAGE LIST

FROM	DESCRIPTION	UNIT
CB-A	MCCB 3P250A	1
CB-C	MCCB 3P250A	1
ATS-1	UNDER VOLTAGE RELAY	1
	CHANGE OVER SWITCH	1
	RELAY	4
MDB-1	MCCB 3P250A	1
	FUSE	6
	INDICATING LAMP	3
	VOLTAGE AMPERE INDICATOR	1
	ARRESTER 2P	2
	ARRESTER 3P	7
CB-E	MCCB 3P250A	1
	RELAY	4
	FUSE	4
GENERATOR	CONTROL CIRCUIT BOARD	1
	RELAY	4
	FUSE	4
	VOLT METER	1

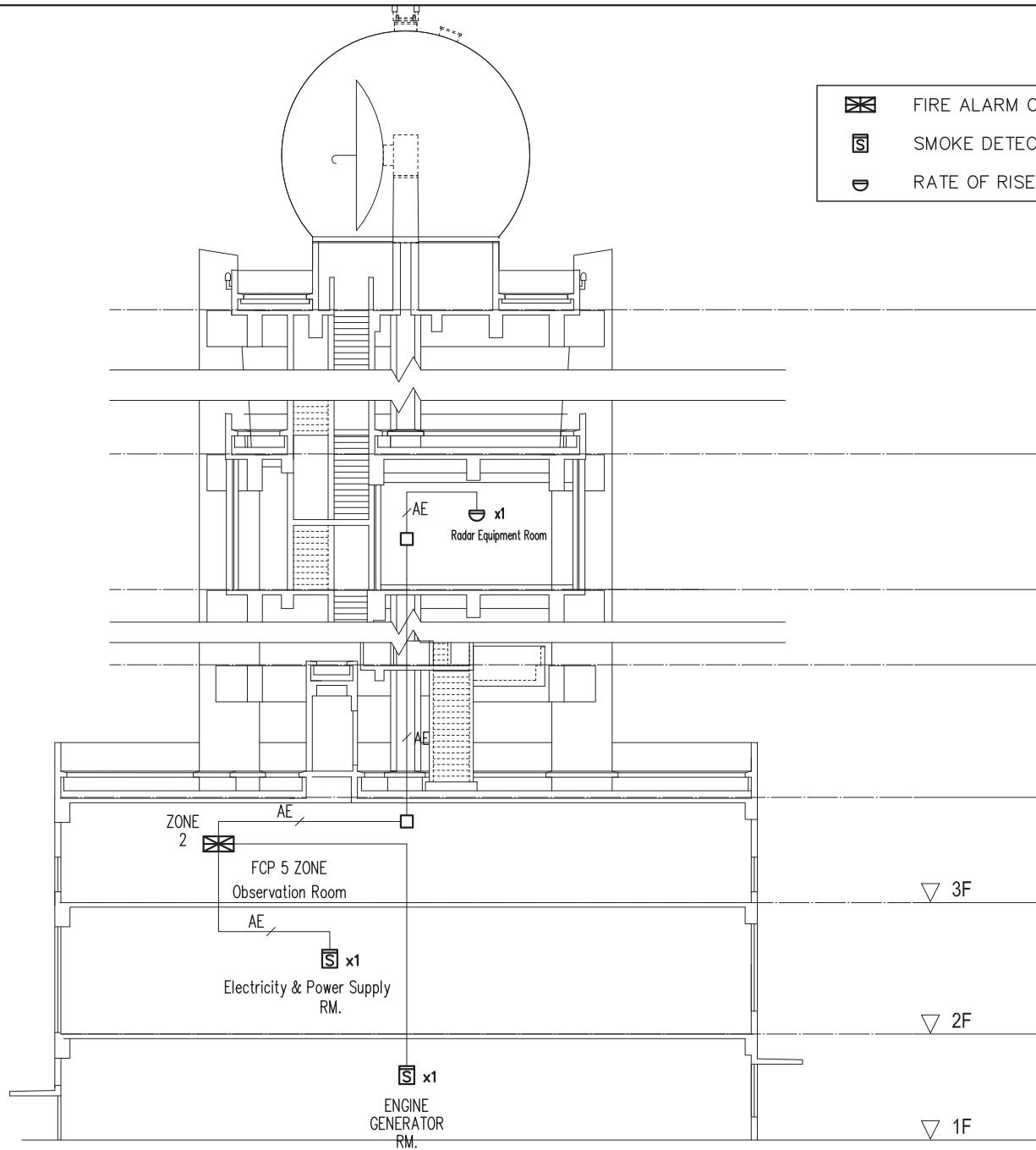
--- EQUIPMENT WORK



REMARK

- ⊖ : ⊖ (G36)
- ⚡ : TIEV 0.65-4C (G20)
- ⚡<sub>2</sub> : TIEV 0.65-4Cx2 (G20)
- ⚡<sub>3</sub> : TIEV 0.65-4Cx3 (G25)
- ⚡ : TIEV 0.65-4C (UNDER THE ACCESS FLOOR)
- ⚡<sub>2</sub> : TIEV 0.65-4Cx2 (UNDER THE ACCESS FLOOR)
- ⚡<sub>3</sub> : TIEV 0.65-4Cx3 (UNDER THE ACCESS FLOOR)
- : AE 0.9-2C (G20)
- : AE 0.9-2C (UNDER THE ACCESS FLOOR)
- PBX** : PBX COT. 5L , EXT. 15L
- MDF** : MAIN DISTRIBUTION FRAME 30P
- ⊙ : TELEPHONE OUTLET (MODULAR JACK)
- ⊙<sub>slab</sub> : TELEPHONE OUTLET SLAB MOUNT
- ⊠ : ARRESTER
- Ⓜ : INTERCOM (POWER SUPPLY FOR INTERCOM)
- Ⓜ : INTERCOM
- ⊠ : PULL BOX 200x200x200 (WATER PROOF TYPE)
- TC** : INCOMING TERMINAL FRAME

<p>CONSORTIUM OF INTERNATIONAL METEOROLOGICAL CONSULTANT INC. (IMC), JAPAN WEATHER ASSOCIATION (JWA) AND CTI ENGINEERING INTERNATIONAL CO., LTD. (CTII)</p>	<p>パキスタン国 中期気象予報センター設立及び 気象予報システム強化計画</p>	<p>DRAWING TITLE イスラマバード気象レーダー塔施設 電話・インターホン設備系統図</p>	<p>SCALE NONE</p>	<p>DRAWING No. SD - 03</p>
---	---	--	-----------------------	--------------------------------



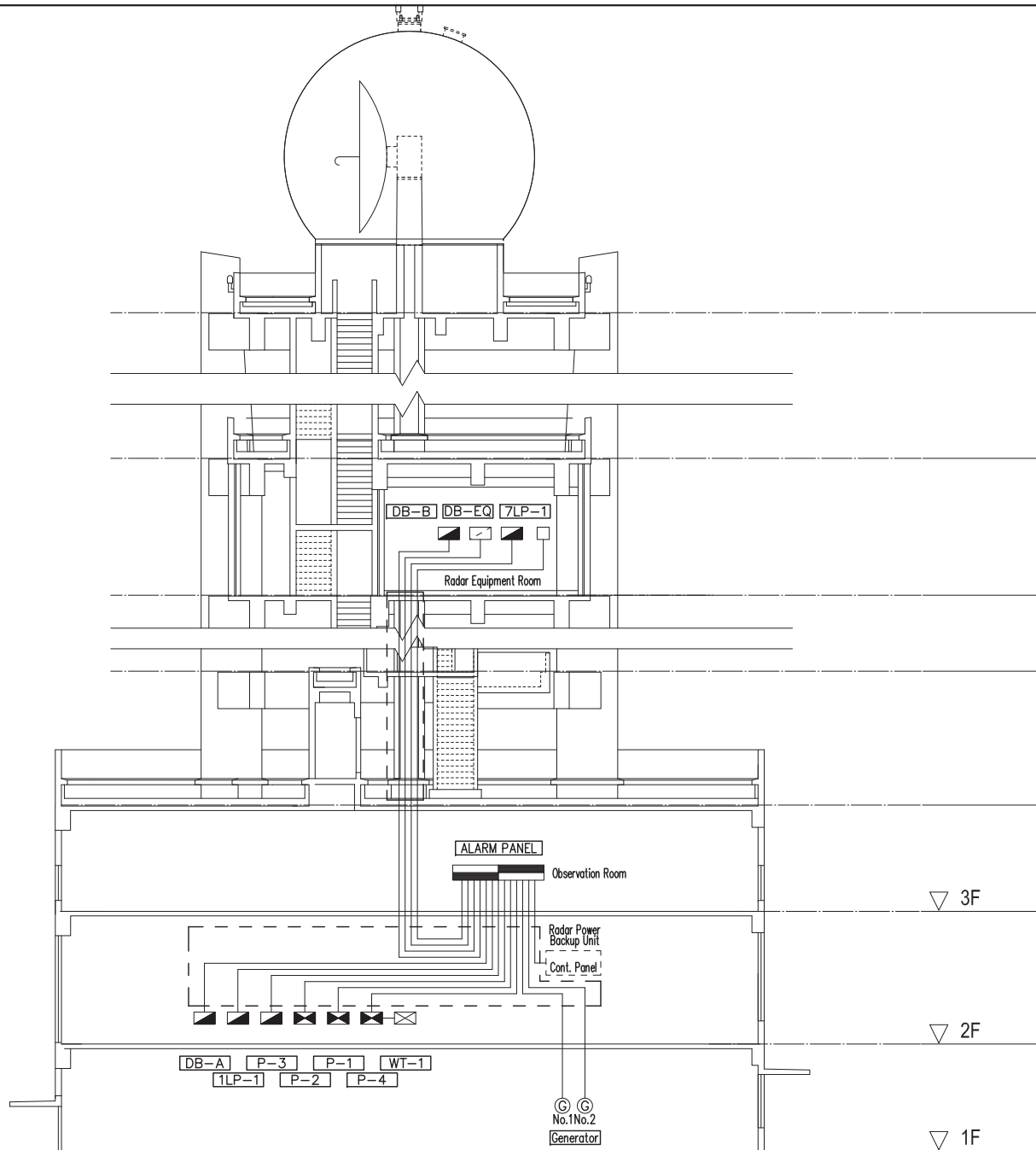
CONSORTIUM OF  
INTERNATIONAL METEOROLOGICAL CONSULTANT INC. (IMC),  
JAPAN WEATHER ASSOCIATION (JWA) AND  
CTI ENGINEERING INTERNATIONAL CO., LTD. (CTII)

パキスタン国  
中期気象予報センター設立及び  
気象予報システム強化計画

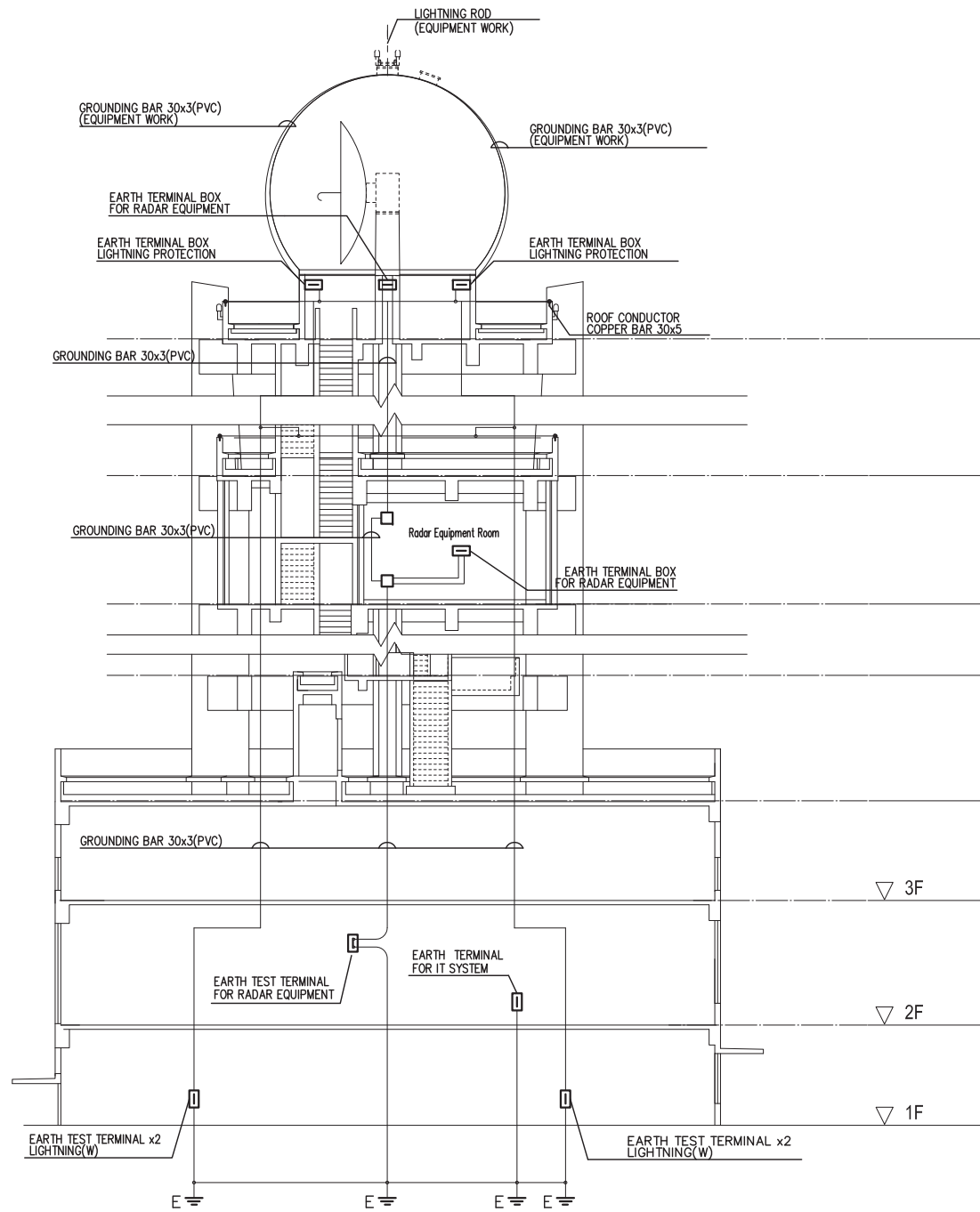
DRAWING TITLE  
イスラマバード気象レーダー塔施設  
火災報知設備系統図

SCALE  
NONE

DRAWING No.  
SD - 04



□ TEMPERATURE SWITCH FOR ROOM TEMPERATURE ALARM



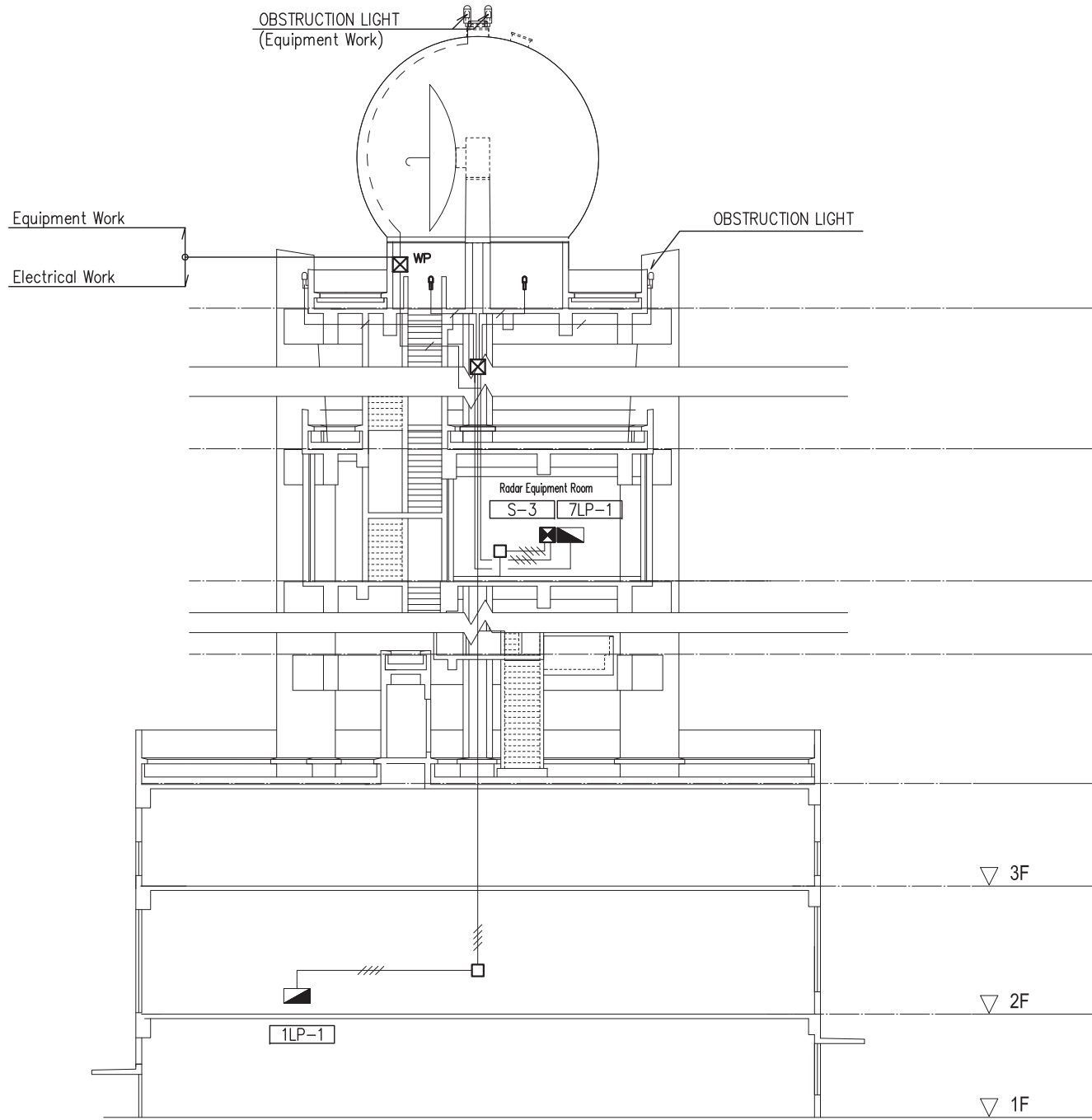
CONSORTIUM OF  
INTERNATIONAL METEOROLOGICAL CONSULTANT INC. (IMC),  
JAPAN WEATHER ASSOCIATION (JWA) AND  
CTI ENGINEERING INTERNATIONAL CO., LTD. (CTII)

パキスタン国  
中期気象予報センター設立及び  
気象予報システム強化計画

DRAWING TITLE  
イスラマバード気象レーダー塔施設  
避雷・接地設備系統図

SCALE  
NONE

DRAWING No.  
SD - 06



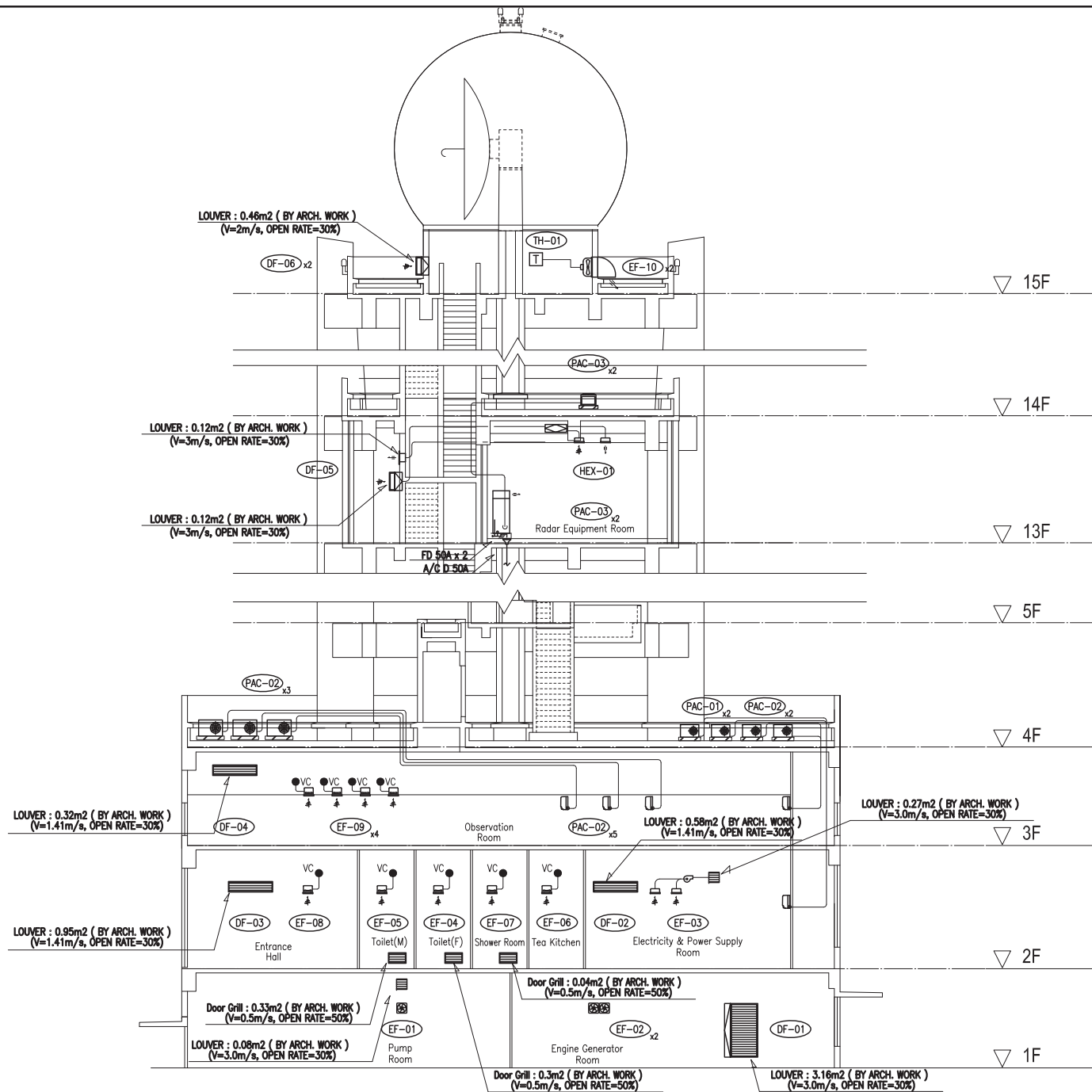
CONSORTIUM OF  
INTERNATIONAL METEOROLOGICAL CONSULTANT INC. (IMC),  
JAPAN WEATHER ASSOCIATION (JWA) AND  
CTI ENGINEERING INTERNATIONAL CO., LTD. (CTI)

パキスタン国  
中期気象予報センター設立及び  
気象予報システム強化計画

DRAWING TITLE  
イスラマバード気象レーダー塔施設  
航空障害灯設備系統図

SCALE  
NONE

DRAWING No.  
SD - 07



CONSORTIUM OF  
INTERNATIONAL METEOROLOGICAL CONSULTANT INC. (IMC),  
JAPAN WEATHER ASSOCIATION (JWA) AND  
CTI ENGINEERING INTERNATIONAL CO., LTD. (CTII)

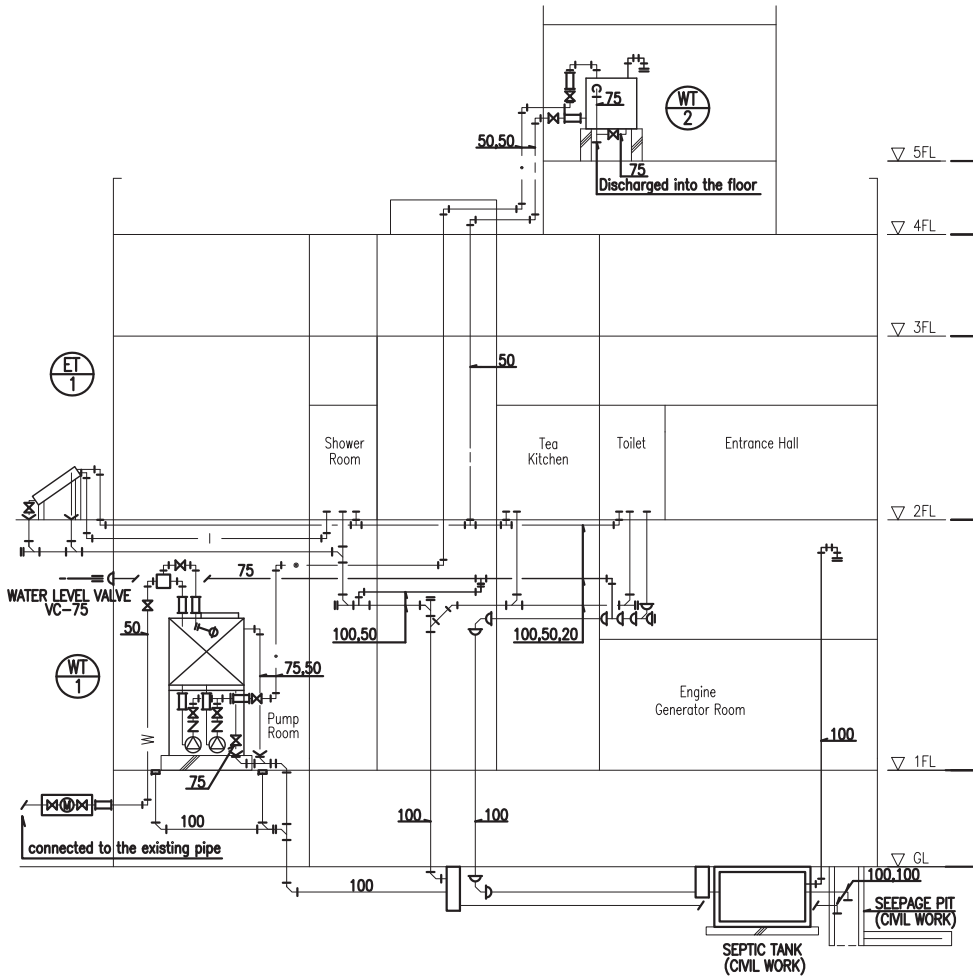
パキスタン国  
中期気象予報センター設立及び  
気象予報システム強化計画

DRAWING TITLE  
イスラマバード気象レーダー棟施設  
空調・換気設備系統図

SCALE  
NONE

DRAWING No.  
SD - 08






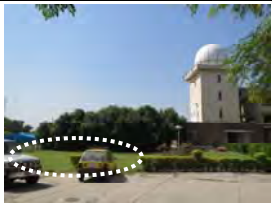


ITEM	1F		2F				TOTAL	REMARK
	PUMP ROOM	TOILET(M)	TOILET(F)	SHOWER ROOM	TEA KITCHEN	SERVICE		
WATER CLOSET		1	1				2	
LAVATORY		1	1				2	
PAPER HOLDER		1	1				2	
FAUCET	1	1	1		1	1	5	
MIRROR		1	1				2	
SHOWER HEAD				1			1	
KITCHEN SINK					1		1	
URINAL		1					1	
SERVICE SINK						1	1	

NO.	NAME	SPECIFICATION	Q'TY	POWER SUPPLY					LOCATION	REMARKS
				PHASE	VOLT (V)	FREQUENCY (Hz)	MOTOR (KW)	EMERGENCY POWER SUPPLY		
WT-1	POTABLE WATER TANK / PUMP	FRP Tank Rated capacity 2.5 m <sup>3</sup> Dimension 1,000 x 1,500 x 2,000H Accessories Manhole 600φ Breather Ball tap 25A , overflow and drain pipe 40A Electrode 4P Constant pressure type pump 40 φ x 100 l/min x 270 kpa x 2 pcs (1 spare) Accessories Flexible connector for suction 40A	1					○	Pump Room	RC FOUNDATION (CIVIL WORK) 1.8x1.8x0.3mH
WT-2	POTABLE WATER GRAVITY TANK	FRP tank Rated capacity 1.5 m <sup>3</sup> Dimension 1,000 x 1,500 x 1,500H Earth quake proof 2.OG(Wind -Proof type) Accessories Flat frame 150H,manhole 600 φ Electrode 4P	1						5FL Roof	RC FOUNDATION (CIVIL WORK) 0.4x1.4x0.5mH
ET-1	Solar heat water heater	Model : Natural circulation method type Dimension: Collector 1002x2002x60 ( Two pieces) Water storage tank 465x2008x505 Heat to collect Area : 4.02m <sup>2</sup> Water storage volume : 200 LIT	1						2F Out door	
ABC	FIRE EXTINGUISHER	ABC Dry chemical, wall hang 10 Lbs Discharge time 14 sec	2						Each room	
CO2	FIRE EXTINGUISHER	Carbon dioxide, wall hang 10 Lbs Discharge time 14 sec	9						Each room	
	SEPTIC TANK (CIVIL WORK)	Septic tank & Seepage pit (RC type, Civil work) Blower pump (Civil work)	1						Out door	

(4) 機材付帯施設の基本計画

1) 機材付帯施設建設予定敷地の現状

表 57 機材付帯施設建設予定敷地状況

比較項目	イスラマバード パワーバックアップ棟	イスラマバード ウィンドプロファイラ アンテナ基礎及びコンクリートシェルター	ムルタン パワーバックアップ棟	ムルタン ウィンドプロファイラ アンテナ基礎及びコンクリートシェルター
候補地の写真				
敷地	PMD イスラマバード本局敷地内	PMD イスラマバード本局敷地内	ムルタン気象事務所敷地内	ムルタン気象事務所敷地内
位置	緯度	N 33° 41' 01.6"	N 33° 40' 57.2"	N 30° 11' 52.8"
	経度	E 73° 03' 50.7"	E 73° 03' 50.8"	E 71° 25' 22.1"
	高度	525m	523m	122m
施設建設に必要な敷地の有無	十分な広さがあり問題ない。	十分な広さがあり問題ない。	十分な広さがあり問題ない。	十分な広さがあり問題ない。
アクセス道路	有	有	有	有
商用電力	有	有	有	有
インターネット接続	有	有	有	有
携帯電話サービス	有	有	有	有

2) 建築計画

1. 平面計画

機材付帯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、「パ」国の一般的なグレードの施設となる。機材付帯施設の各室面積、面積算定根拠を次に示す。

表 58 機材付帯施設の概要、收容機器及び室面積算定根拠

機材付帯施設名	床面積(m <sup>2</sup> )	設置機器、室概要	室面積算定根拠
イスラマバード パワーバックアップ棟	33.6	自家発電機設備 2 機、1000 リットルサービスタンク	自家発電機設備 2 基の保守作業用スペース
ムルタン パワーバックアップ棟	27.5	自家発電機設備 2 機、1000 リットルサービスタンク	自家発電機設備 2 基の保守作業用スペース
イスラマバード ウィンドプロファイラ アンテナ基礎及びコンクリートシェルター	46.0	ウィンドプロファイラ送信装置、受信装置、電源供給キャパシタ	—
ムルタン ウィンドプロファイラ アンテナ基礎及びコンクリートシェルター	46.0	ウィンドプロファイラ送信装置、受信装置、電源供給キャパシタ	—

## 2. 各部の仕上げ

外部仕上げ、内部仕上げの材料はメンテナンスの容易さを考慮し、全て現地調達可能なものを選定した。外部仕上、内部仕上の材料、工法等を次の表に表す。

表 59 外部仕上、内部仕上の材料、工法

パワーバックアップ棟・アンテナ基礎及びコンクリートシェルターの仕上げ・工法		
外部 仕上	屋 根	コンクリート打放しモルタル補修
	外 壁	ブロック積みモルタル金ゴテ コンクリート打放しモルタル補修 吹付タイル塗装（合成樹脂エマルジョン系複層塗材）
内部 仕上	床	モルタル金ゴテエポキシ防塵ペイント
	巾 木	モルタル金ゴテエポキシ防塵ペイント
	壁	モルタル金ゴテ VP 塗
	天 井	コンクリート打放しモルタル補修 EP 塗
建 具	外 部	ガラスブロック、アルミ製窓、アルミ製ガラリ、ステンレススチール製ドア

## 3. 構造計画

### I. 構造設計基準

構造計算は「パ」国の基準 BCP (Building Code of Pakistan) を基本として、必要に応じて日本建築基準法、日本建築学会設計基準 (AIJ)、米国の Uniform Building Code (UBC) を参考にする。

### II. 架構形式

架構は「パ」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ブロックとする。

## 4. 電気設備計画

### I. 電力引込設備

パワーバックアップ棟内引込電力:230V、3相4線

### II. 電灯・コンセント設備

照明器具は、エネルギー消費が少なく現地市場で流通している LED を使用する。照度基準は下記の通りとする。

<照度基準>

パワーバックアップ棟：200 Lx

### III. 接地設備

パワーバックアップ棟に接地設備を設け接地用端子盤に接続し接地する。

### IV. 消火器

パワーバックアップ棟：ABC タイプ×2

### 3-2-3 概略設計図

概略設計図を次ページより添付する。

#### PMD イスラマバード本局（イスラマバード気象レーダー塔施設）

- 配置図 : A -01
- 1 階、メンテナンスピット階平面図 : A -02
- 2 階、3 階平面図 : A -03
- 4 階、5 階平面図 : A -04
- 6 階、7 階、8 階平面図 : A -05
- 9 階、10 階、11 階平面図 : A -06
- 12 階、13 階平面図 : A -07
- 14 階、15 階平面図 : A -08
- 立面図 1 : A -09
- 立面図 2 : A -10
- 断面図 : A -11
  
- 機材レイアウト図 1 : EQ-01
- 機材レイアウト図 2 : EQ-02
- 機材レイアウト図 3 : EQ-03

#### PMD イスラマバード本局（特別中期気象予報センター）

- 機材レイアウト図 4 : EQ-04

#### PMD イスラマバード本局（国家気象予報センター）

- 機材レイアウト図 5 : EQ-05

#### PMD イスラマバード本局 機材付帯施設

- パワーバックアップ棟 : EQ-06
- ウィンドプロファイラアンテナ基礎及びコンクリートシェルター : EQ-07

#### PMD ラホール地方気象センター

- 機材レイアウト図 6 : EQ-08

#### PMD ラホール洪水予報局

- 機材レイアウト図 7 : EQ-09

#### PMD カラチサイクロン監視センター

- 機材レイアウト図 8 : EQ-10

#### PMD ムルタン気象事務所

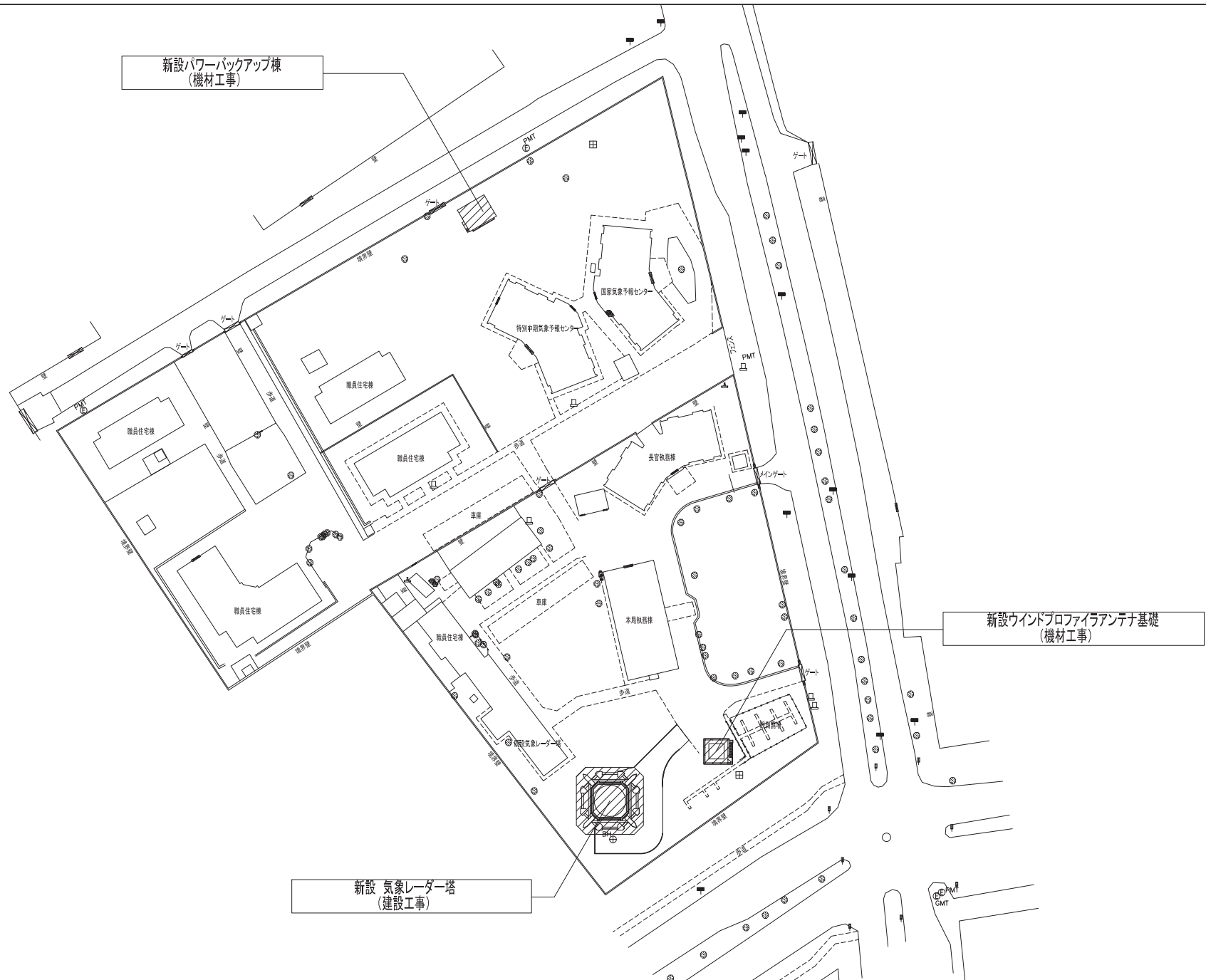
- 配置図 : EQ-11
- 機材レイアウト図 9 : EQ-12

#### PMD ムルタン気象事務所 機材付帯施設

- パワーバックアップ棟 : EQ-13
- ウィンドプロファイラアンテナ基礎及びコンクリートシェルター : EQ-14

#### PMD ギルギット気象事務所

- 機材レイアウト図 10 : EQ-15



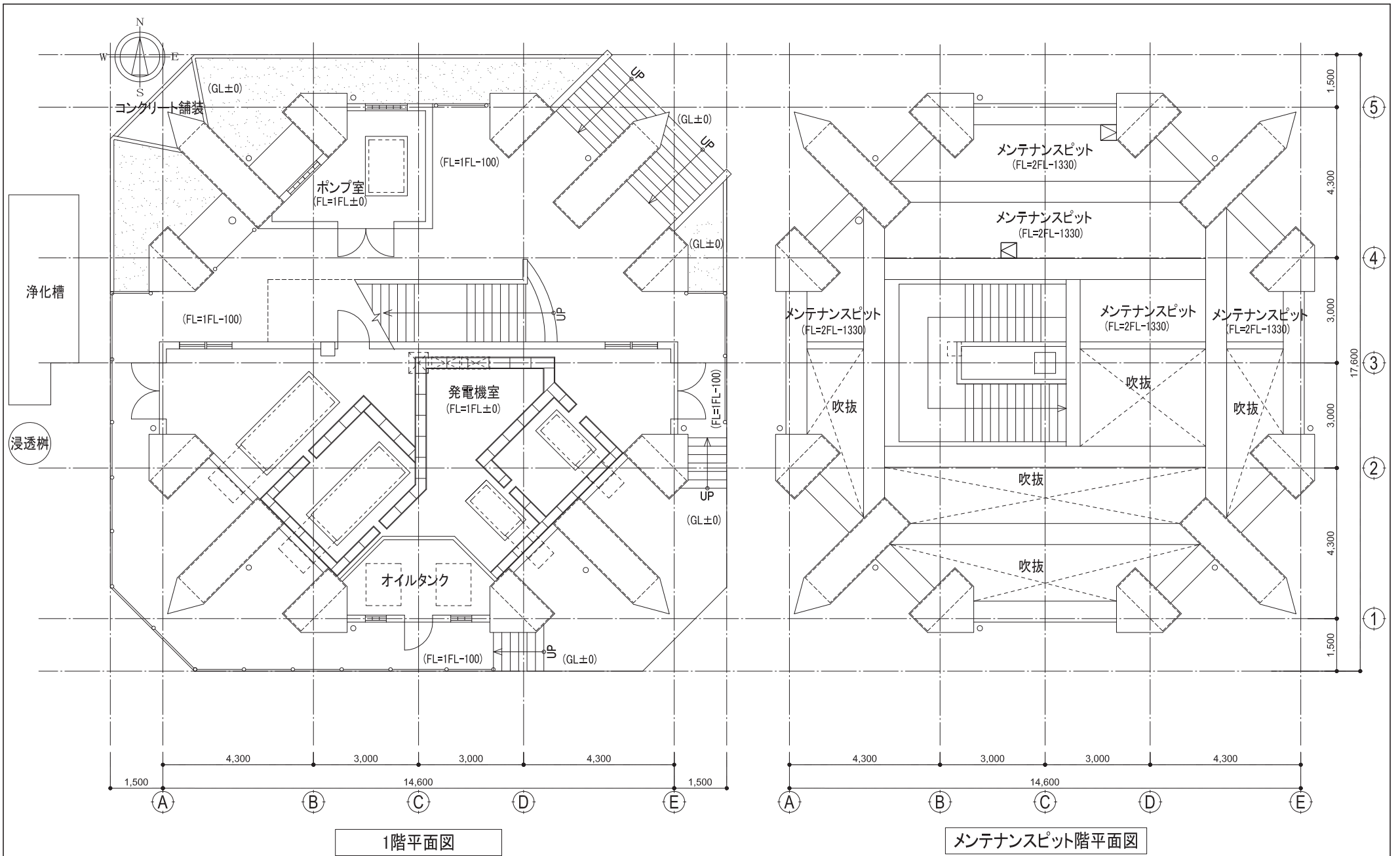
CONSORTIUM OF  
 INTERNATIONAL METEOROLOGICAL CONSULTANT INC. (IMC),  
 JAPAN WEATHER ASSOCIATION (JWA) AND  
 CTI ENGINEERING INTERNATIONAL CO., LTD. (CTII)

パキスタン国  
 中期気象予報センター設立及び  
 気象予報システム強化計画

DRAWING TITLE  
 イスラマバード気象レーダー塔施設  
 配置図

SCALE  
 1:1000

DRAWING No.  
 A-01



1階平面図

メンテナンスピット階平面図

CONSORTIUM OF  
INTERNATIONAL METEOROLOGICAL CONSULTANT INC. (IMC),  
JAPAN WEATHER ASSOCIATION (JWA) AND  
CTI ENGINEERING INTERNATIONAL CO., LTD. (CTII)

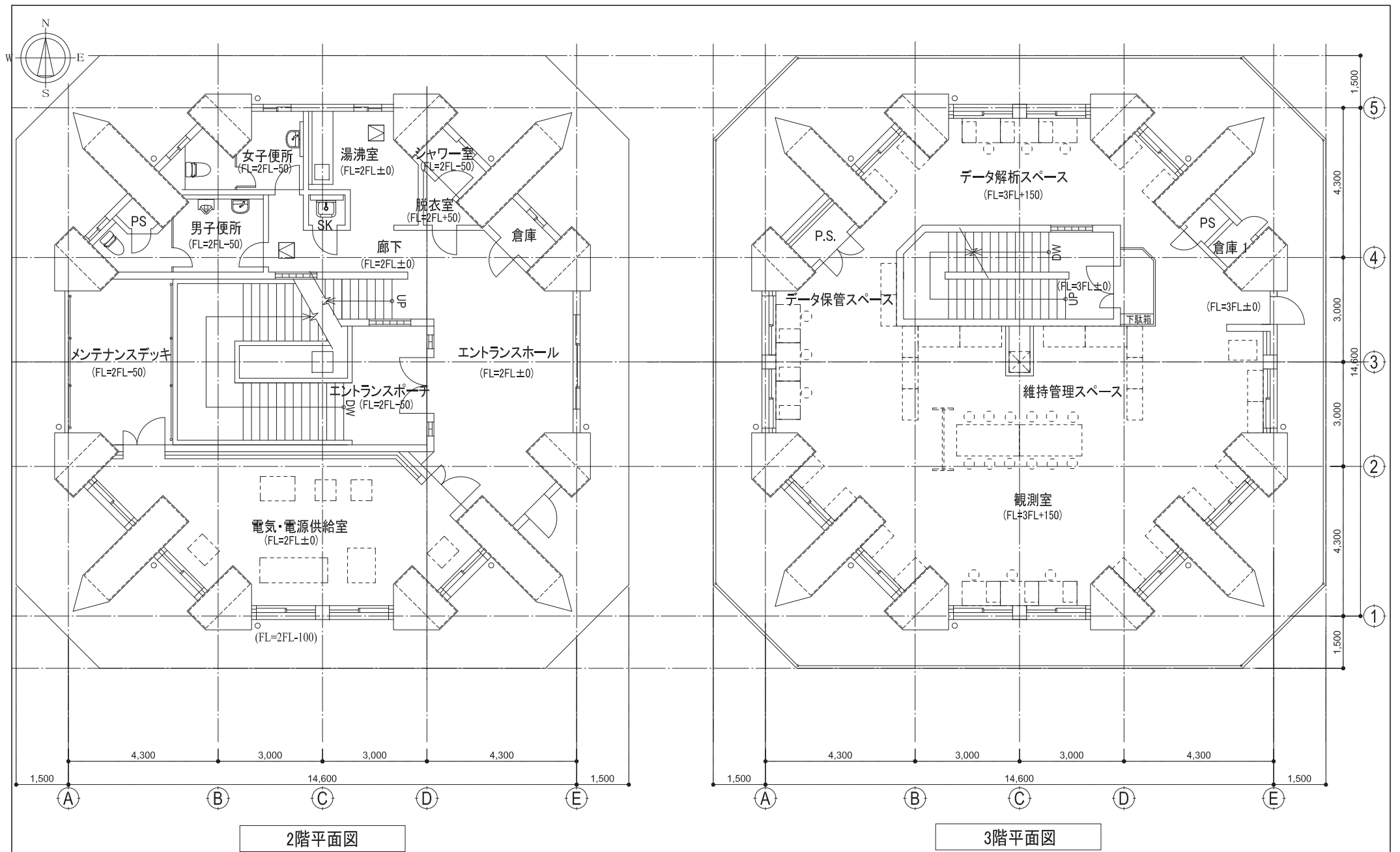
パキスタン国  
中期気象予報センター設立及び  
気象予報システム強化計画

DRAWING TITLE  
イスラマバード気象レーダー塔施設  
1階、メンテナンスピット階平面図

SCALE  
1:100

DRAWING No.  
A - 02





2階平面図

3階平面図

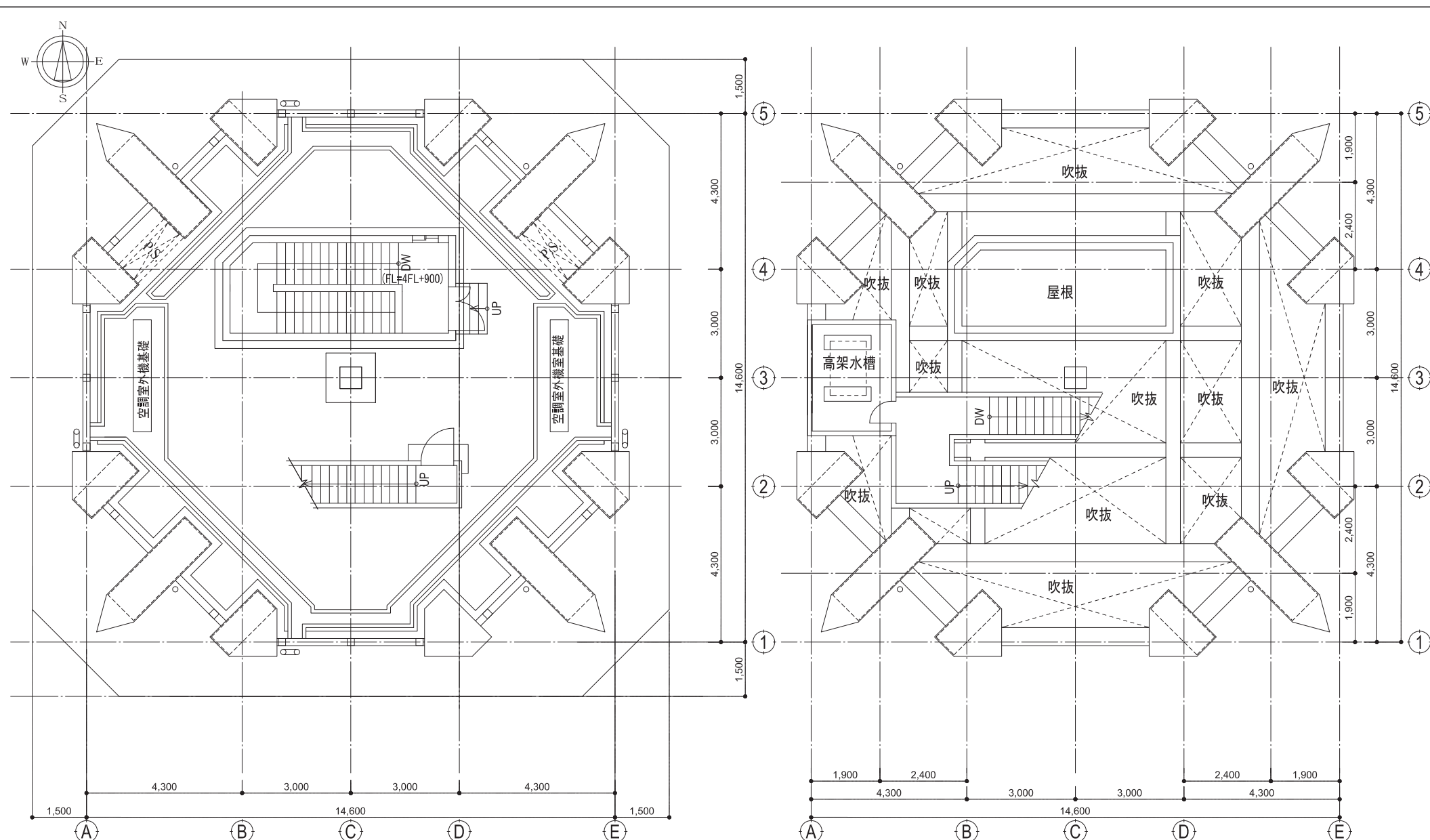
CONSORTIUM OF  
INTERNATIONAL METEOROLOGICAL CONSULTANT INC. (IMC),  
JAPAN WEATHER ASSOCIATION (JWA) AND  
CTI ENGINEERING INTERNATIONAL CO., LTD. (CTII)

パキスタン国  
中期気象予報センター設立及び  
気象予報システム強化計画

DRAWING TITLE  
イスラマバード気象レーダー塔施設  
2階、3階平面図

SCALE  
1:100

DRAWING No.  
A - 03



4階平面図

5階平面図

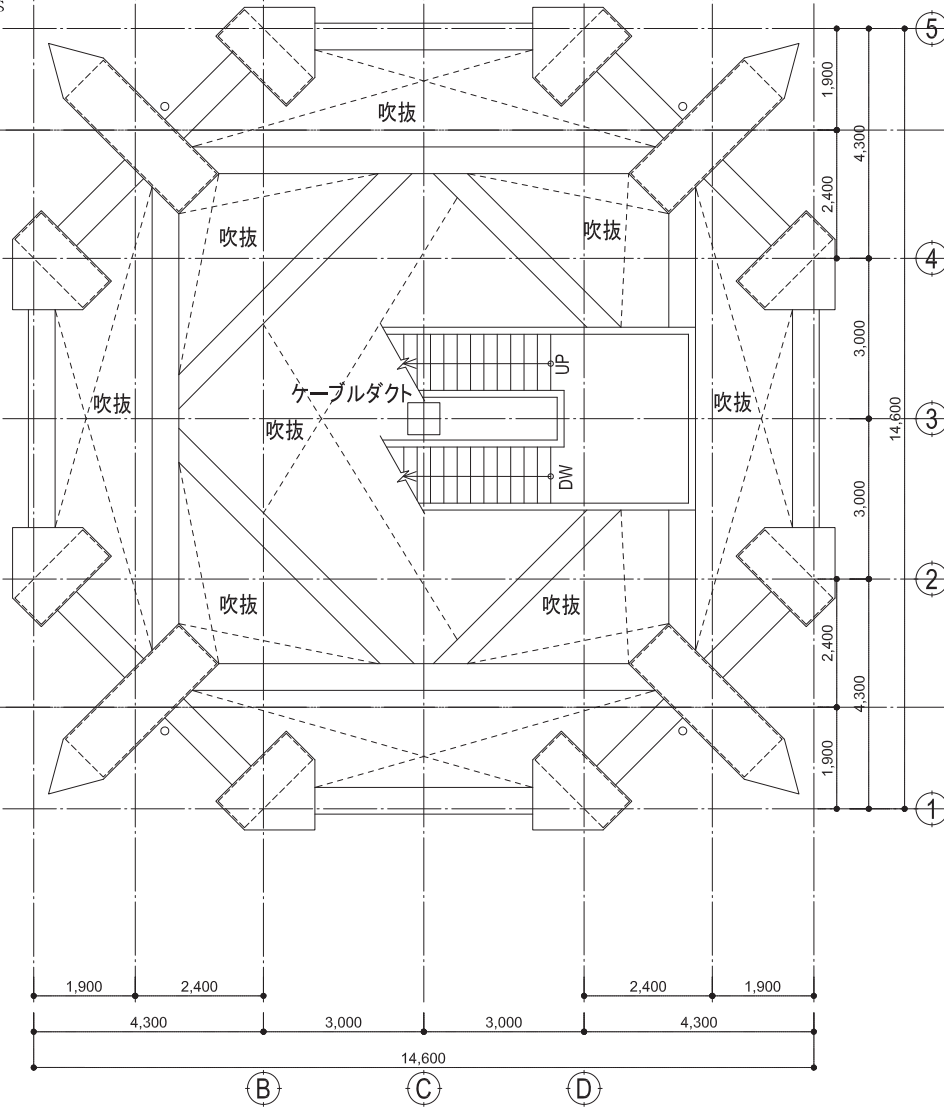
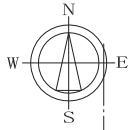
CONSORTIUM OF  
INTERNATIONAL METEOROLOGICAL CONSULTANT INC. (IMC),  
JAPAN WEATHER ASSOCIATION (JWA) AND  
CTI ENGINEERING INTERNATIONAL CO., LTD. (CTII)

パキスタン国  
中期気象予報センター設立及び  
気象予報システム強化計画

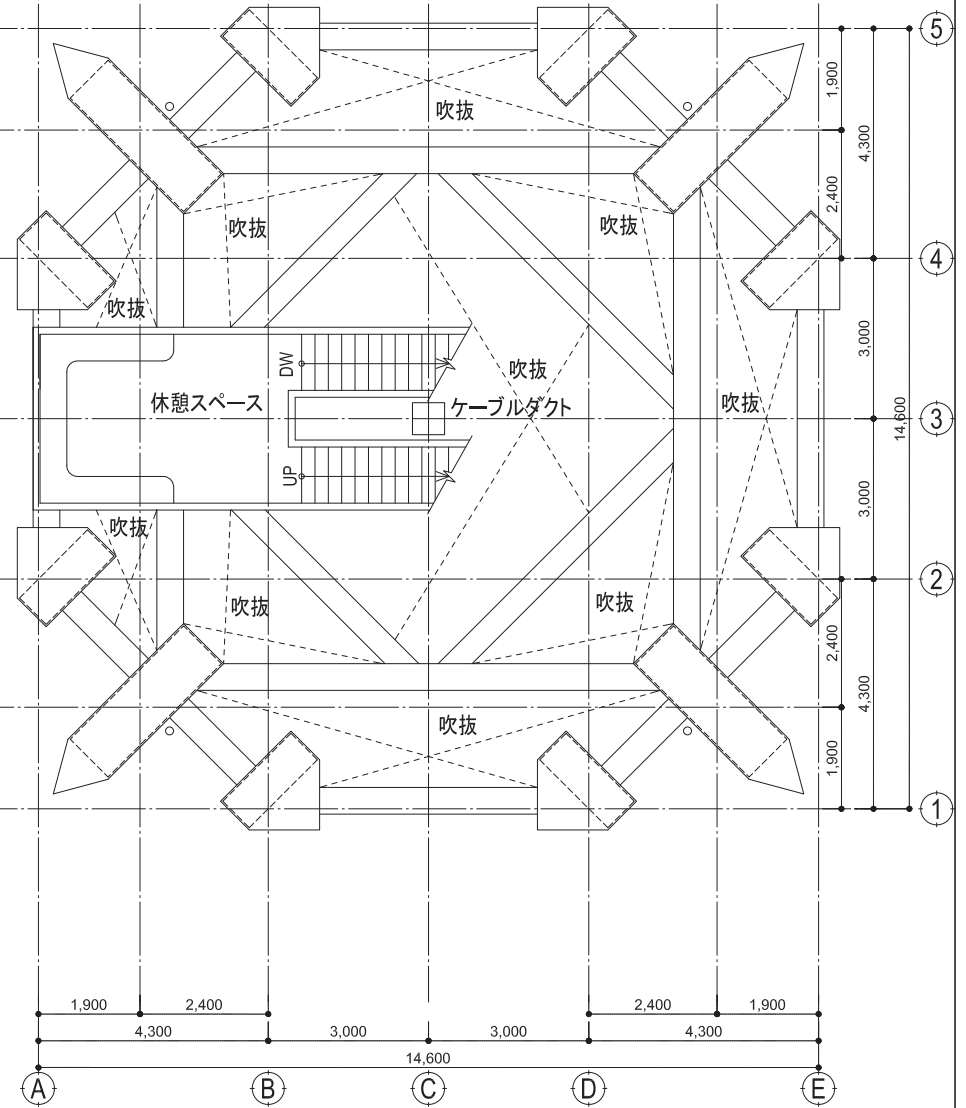
DRAWING TITLE  
イスラマバード気象レーダー塔施設  
4階、5階平面図

SCALE  
1:100

DRAWING No.  
A - 04



6, 8階平面図



7階平面図

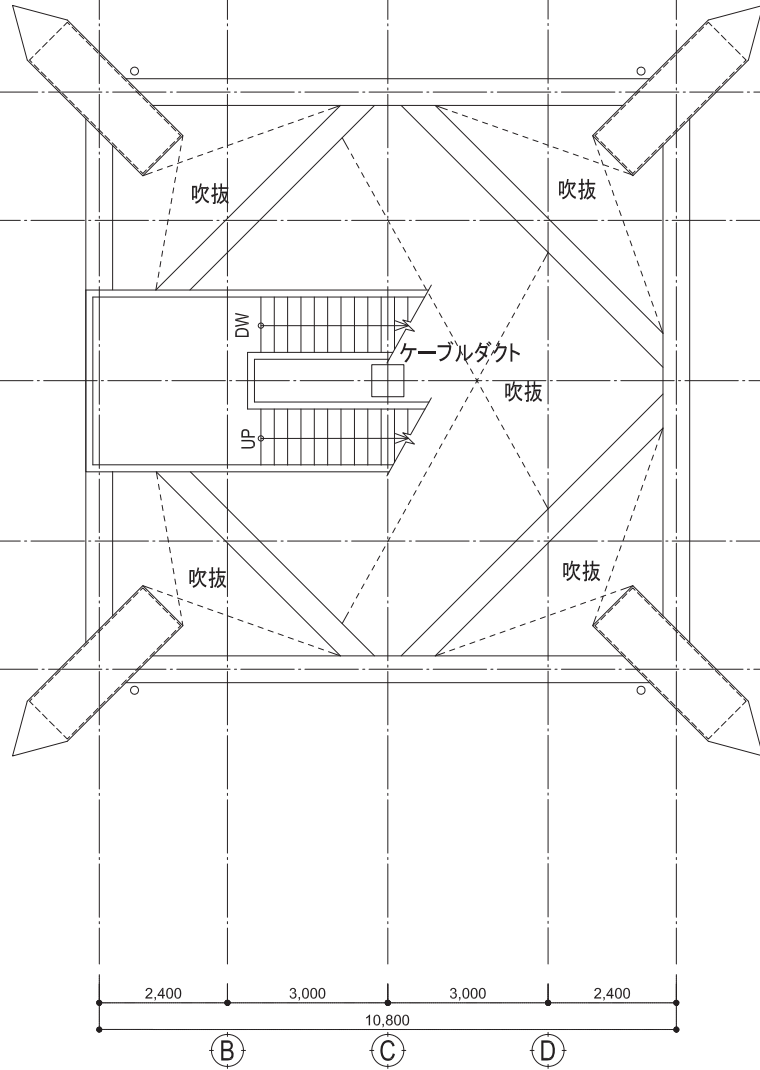
CONSORTIUM OF  
INTERNATIONAL METEOROLOGICAL CONSULTANT INC. (IMC),  
JAPAN WEATHER ASSOCIATION (JWA) AND  
CTI ENGINEERING INTERNATIONAL CO., LTD. (CTII)

パキスタン国  
中期気象予報センター設立及び  
気象予報システム強化計画

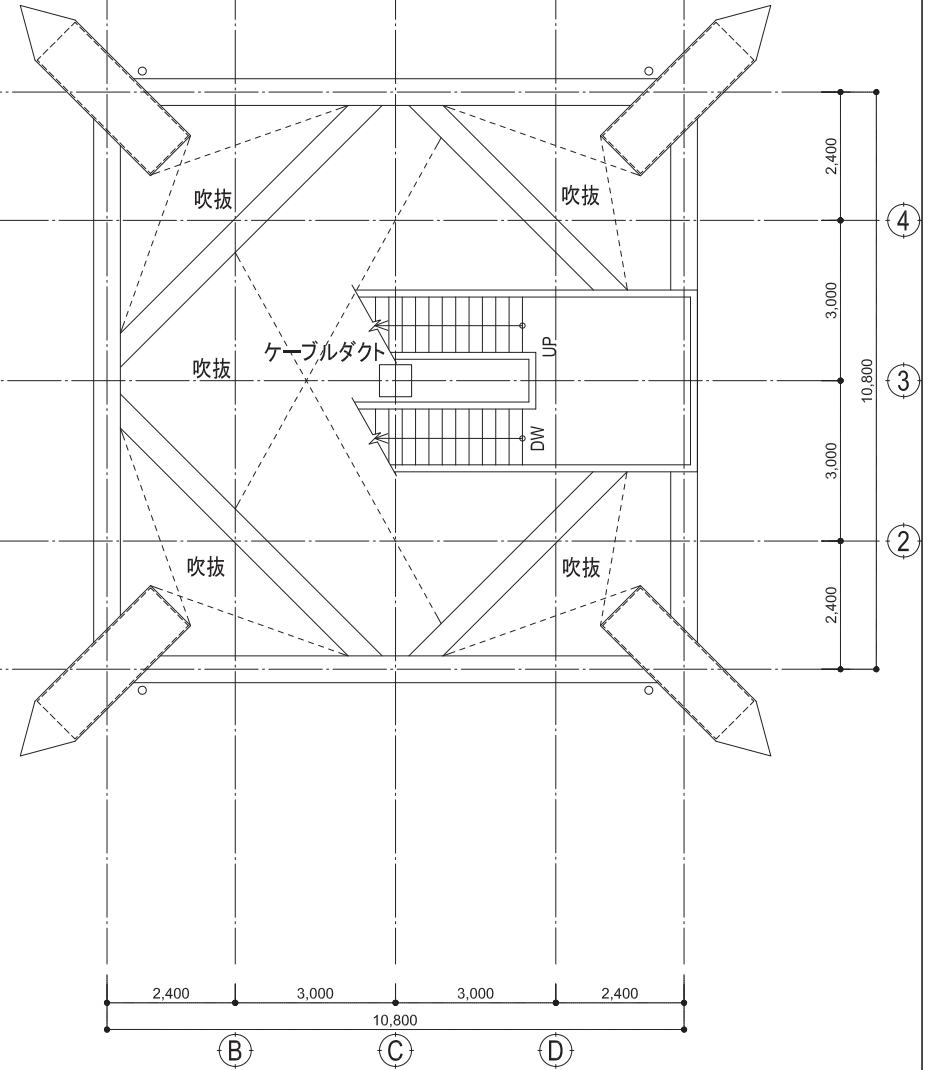
DRAWING TITLE  
イスラマバード気象レーダー塔施設  
6階、7階、8階平面図

SCALE  
1:100

DRAWING No.  
A - 05



9, 11階平面図



10階平面図

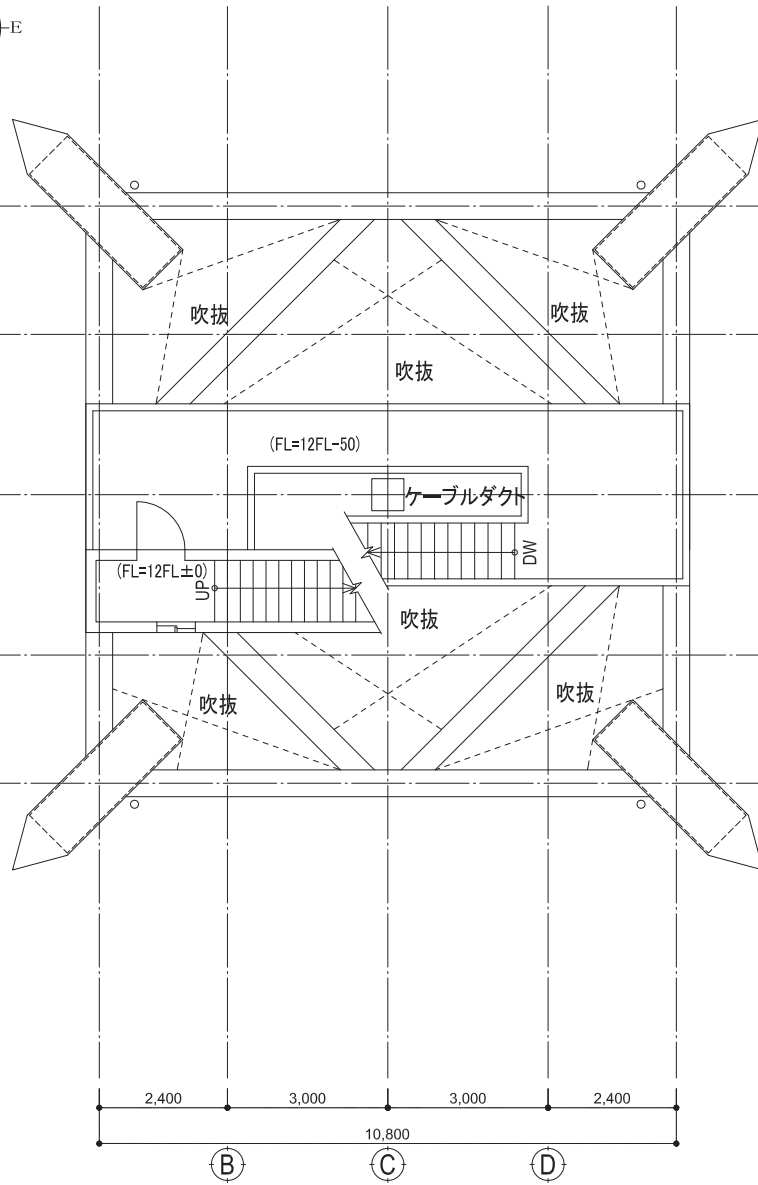
CONSORTIUM OF  
INTERNATIONAL METEOROLOGICAL CONSULTANT INC. (IMC),  
JAPAN WEATHER ASSOCIATION (JWA) AND  
CTI ENGINEERING INTERNATIONAL CO., LTD. (CTII)

パキスタン国  
中期気象予報センター設立及び  
気象予報システム強化計画

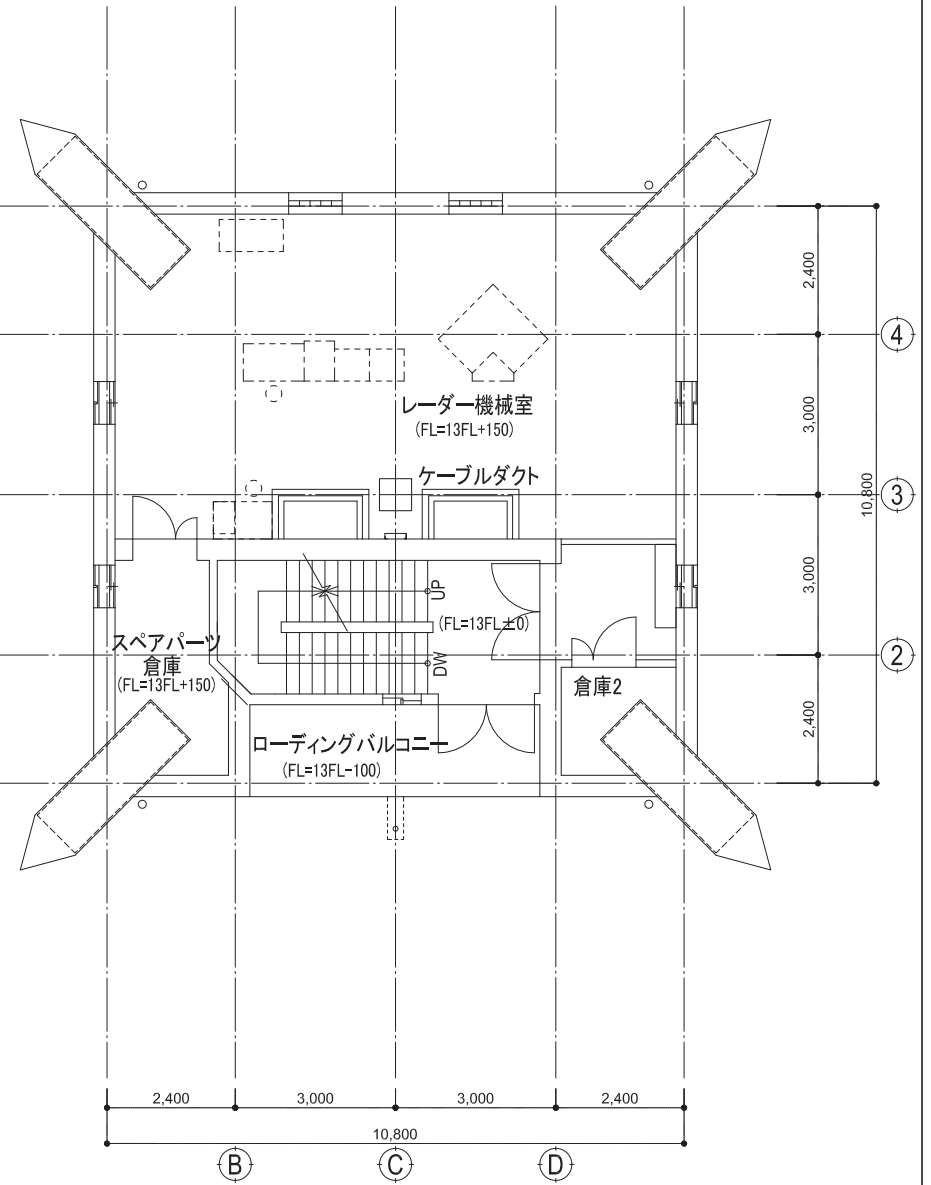
DRAWING TITLE  
イスラマバード気象レーダー塔施設  
9階、10階、11階平面図

SCALE  
1:100

DRAWING No.  
A - 06



12階平面図



13階平面図

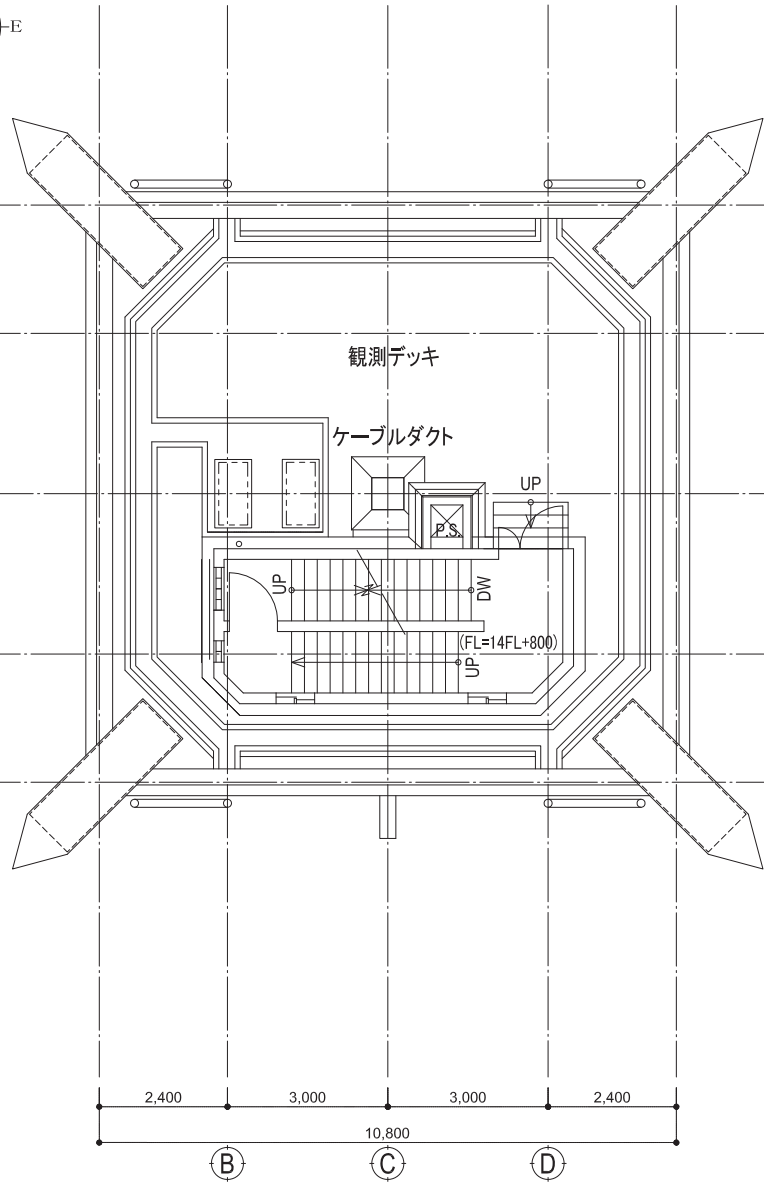
CONSORTIUM OF  
INTERNATIONAL METEOROLOGICAL CONSULTANT INC. (IMC),  
JAPAN WEATHER ASSOCIATION (JWA) AND  
CTI ENGINEERING INTERNATIONAL CO., LTD. (CTII)

パキスタン国  
中期気象予報センター設立及び  
気象予報システム強化計画

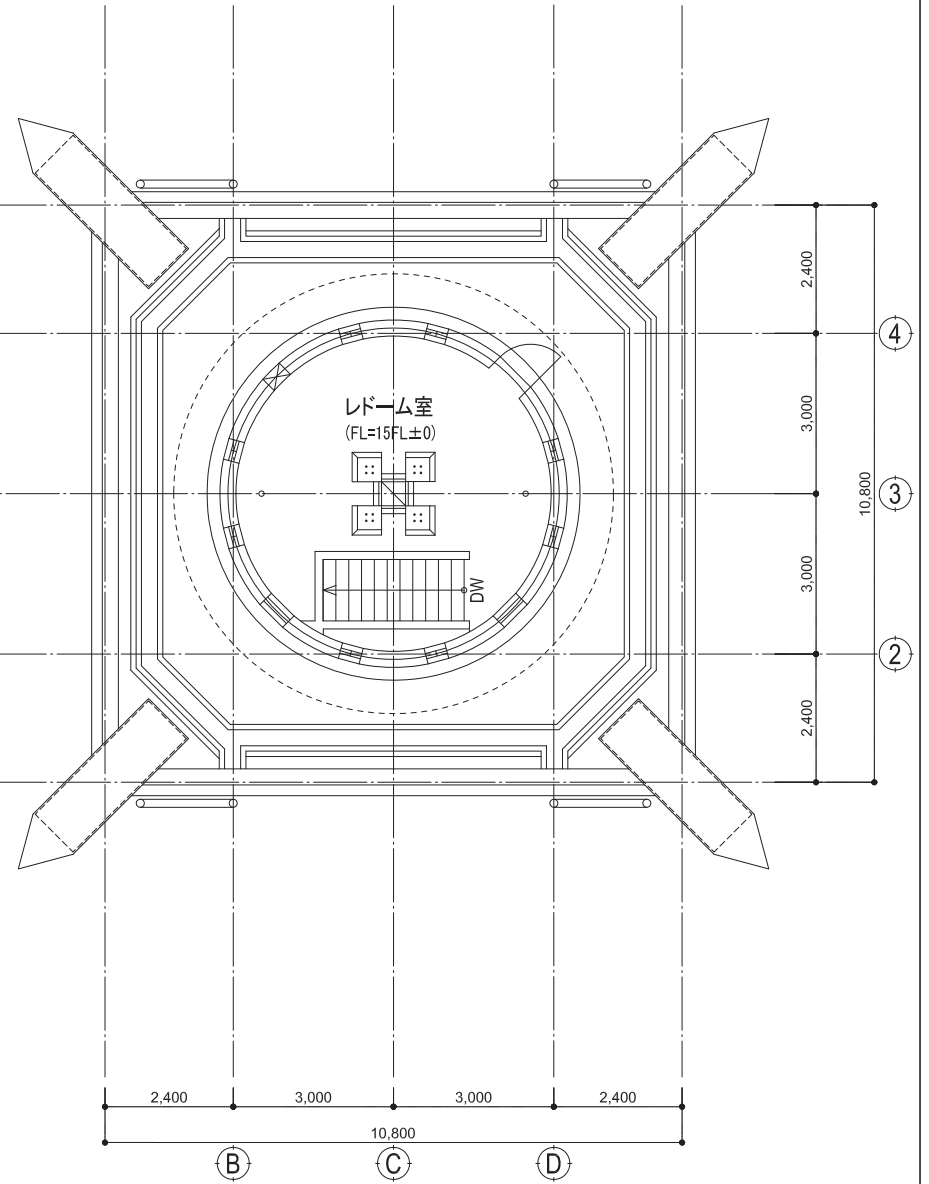
DRAWING TITLE  
イスラマバード気象レーダー塔施設  
12階、13階平面図

SCALE  
1:100

DRAWING No.  
A-07



14階平面図



15階平面図

CONSORTIUM OF  
INTERNATIONAL METEOROLOGICAL CONSULTANT INC. (IMC),  
JAPAN WEATHER ASSOCIATION (JWA) AND  
CTI ENGINEERING INTERNATIONAL CO., LTD. (CTII)

パキスタン国  
中期気象予報センター設立及び  
気象予報システム強化計画

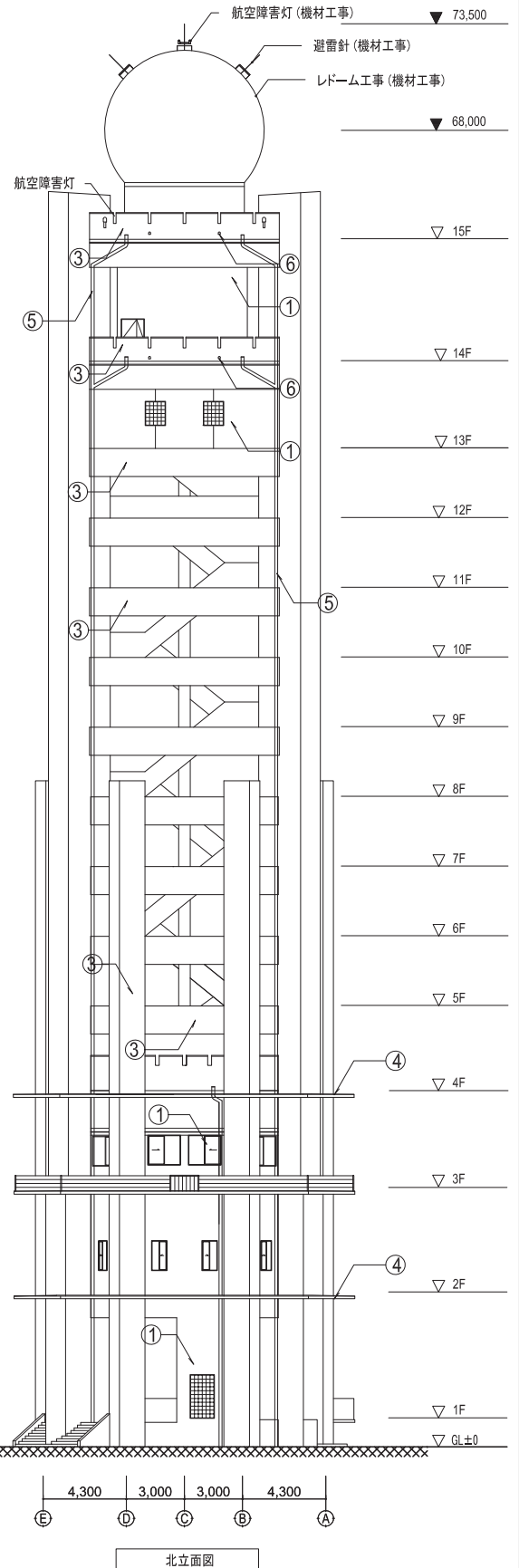
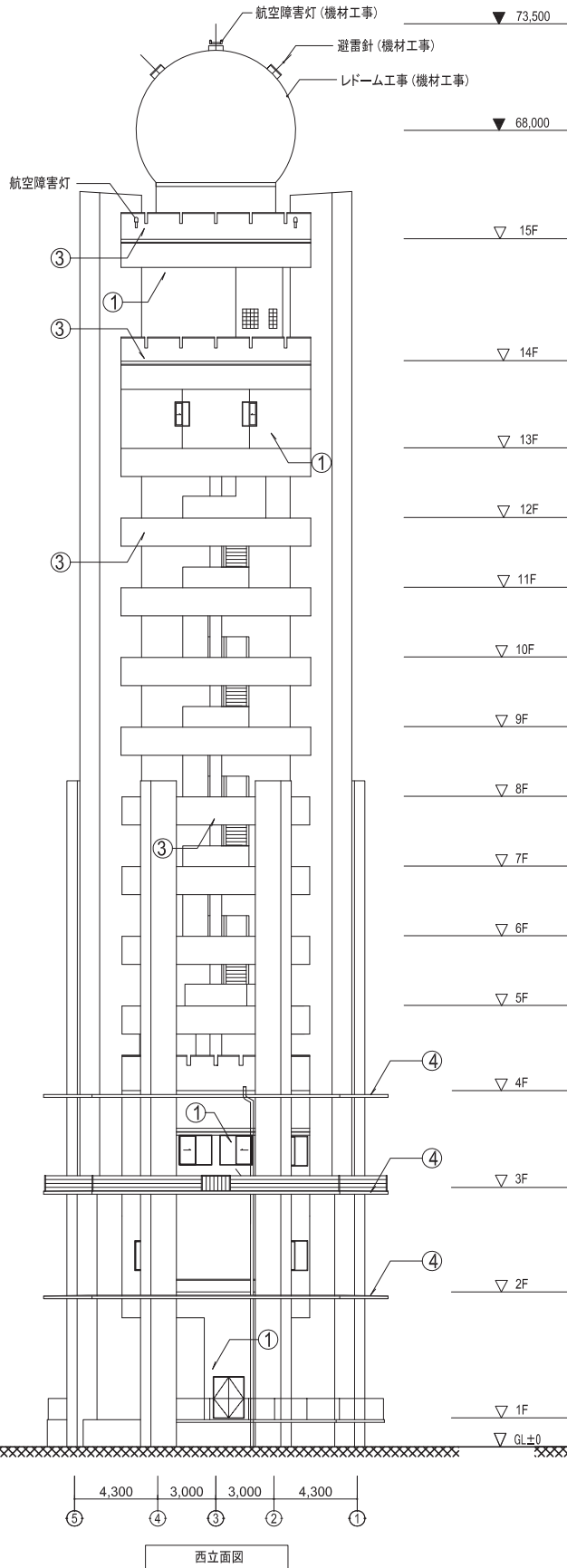
DRAWING TITLE  
イスラマバード気象レーダー塔施設  
14階、15階平面図

SCALE  
1:100

DRAWING No.  
A-08

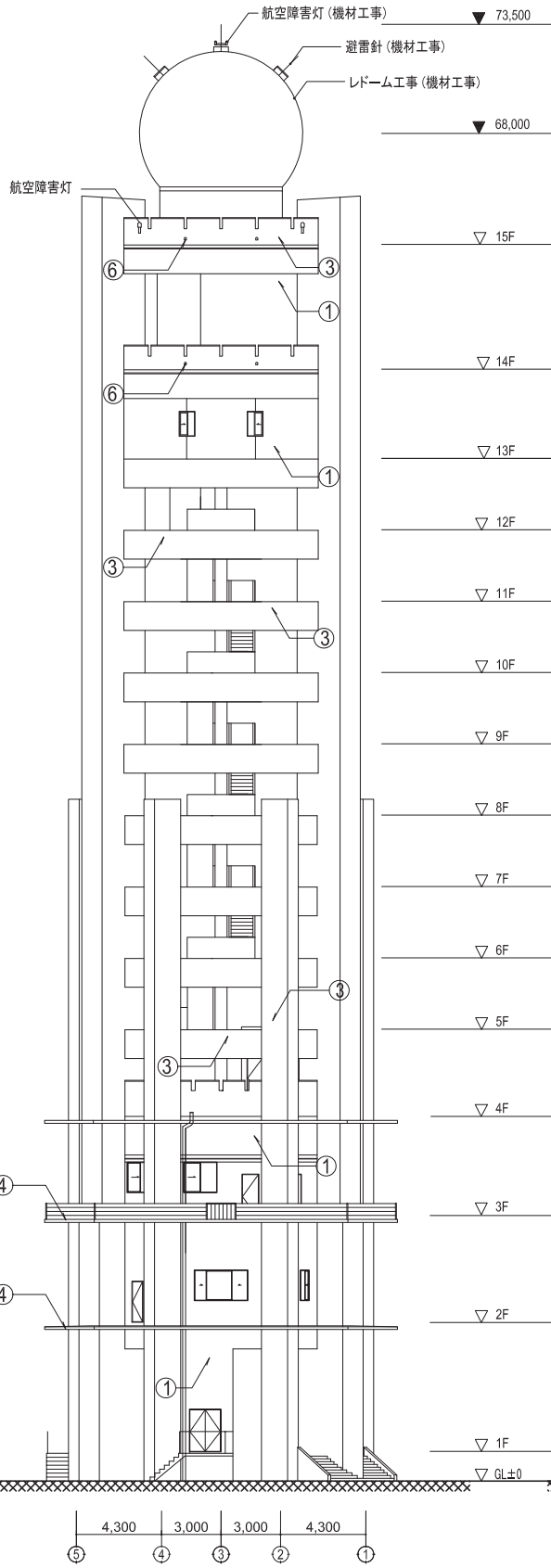
凡例

①	セメントモルタル t=25、吹付タイル
②	セメントモルタル t=25
③	コンクリート打ち放し、モルタル補修、吹付タイル
④	防水モルタル t=30、エポキシ防塵塗装
⑤	雨水管: 垂鉛鉄管150A、吹付タイル
⑥	オーバーフロー管: 垂鉛鉄管100A、吹付タイル

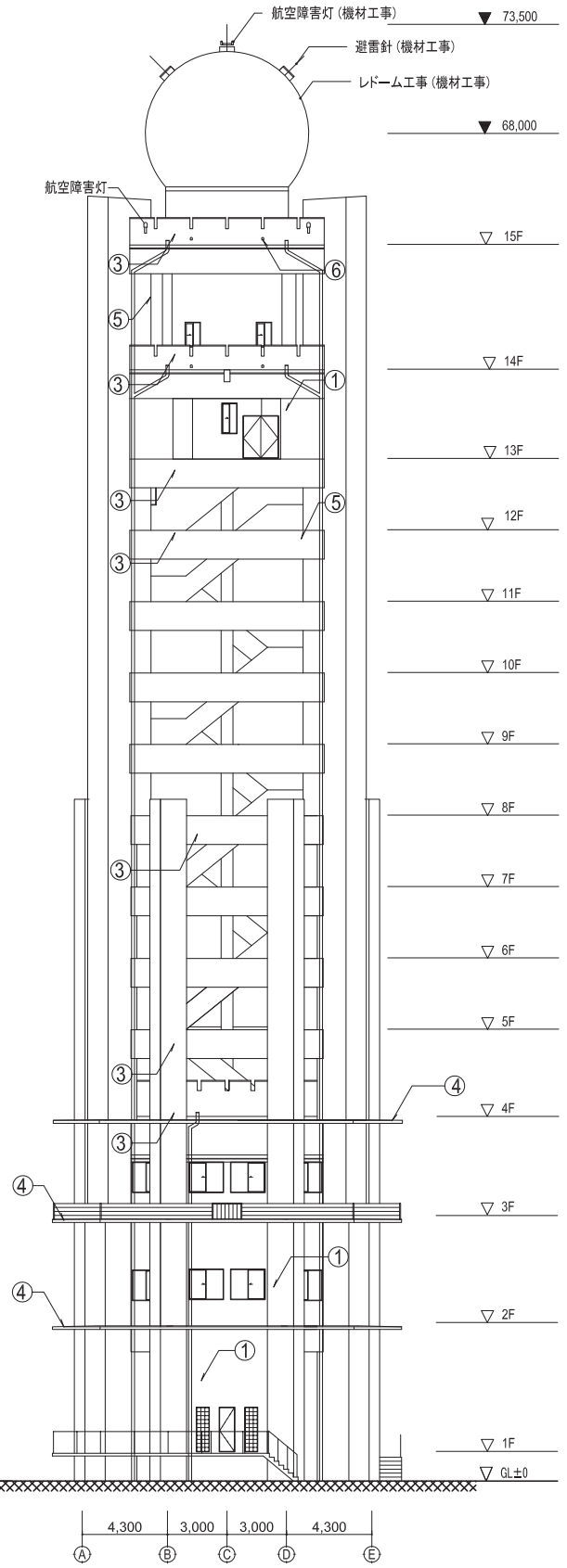


凡例

①	セメントモルタル t=25、吹付タイル
②	セメントモルタル t=25
③	コンクリート打ち放し、モルタル補修、吹付タイル
④	防水モルタル t=30、エポキシ防塵塗装
⑤	雨水管: 垂鉛鉄管150A、吹付タイル
⑥	オーバーフロー管: 垂鉛鉄管100A、吹付タイル



東立面図



南立面図

CONSORTIUM OF  
 INTERNATIONAL METEOROLOGICAL CONSULTANT INC. (IMCI),  
 JAPAN WEATHER ASSOCIATION (JWA) AND  
 CTT ENGINEERING INTERNATIONAL CO., LTD. (CTTI)

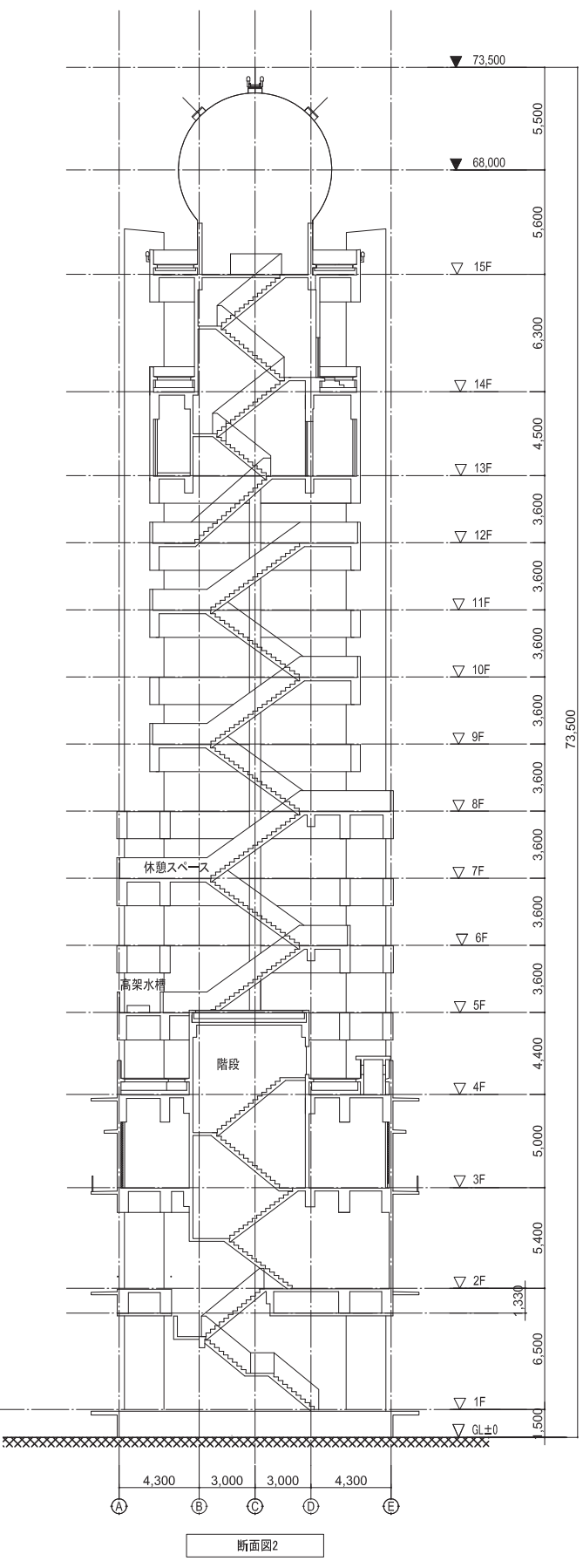
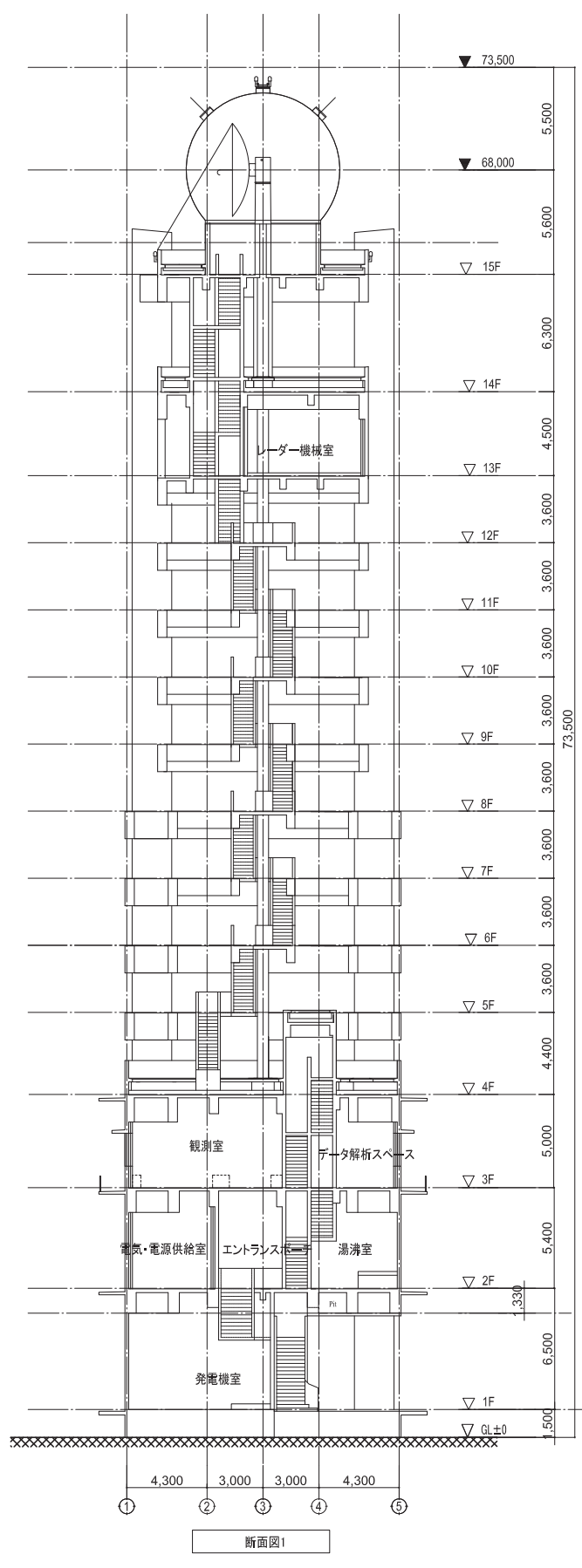
パキスタン国  
 中期気象予報センター設立及び  
 気象予報システム強化計画

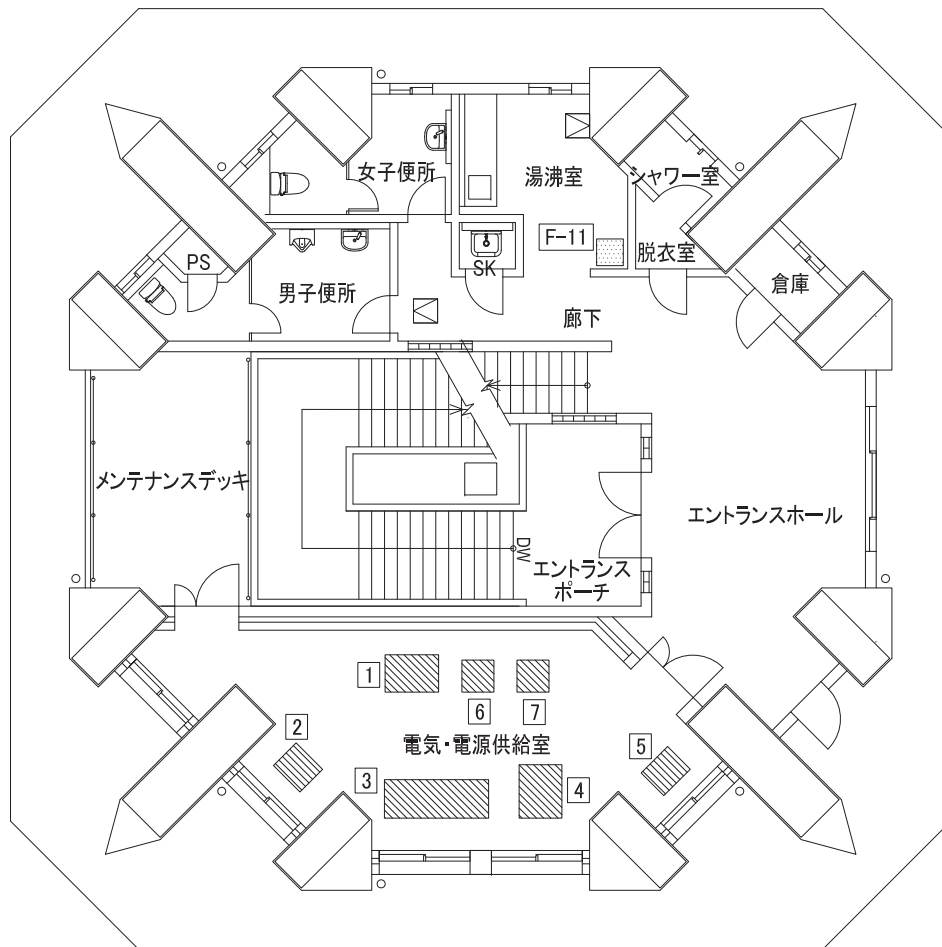
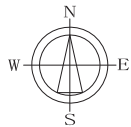
DRAWING TITLE  
 イスラハート気象レーダー塔施設  
 立面図2

SCALE  
 1:250

DRAWING No.  
 A - 10







2階平面図

機器 (機材工事)

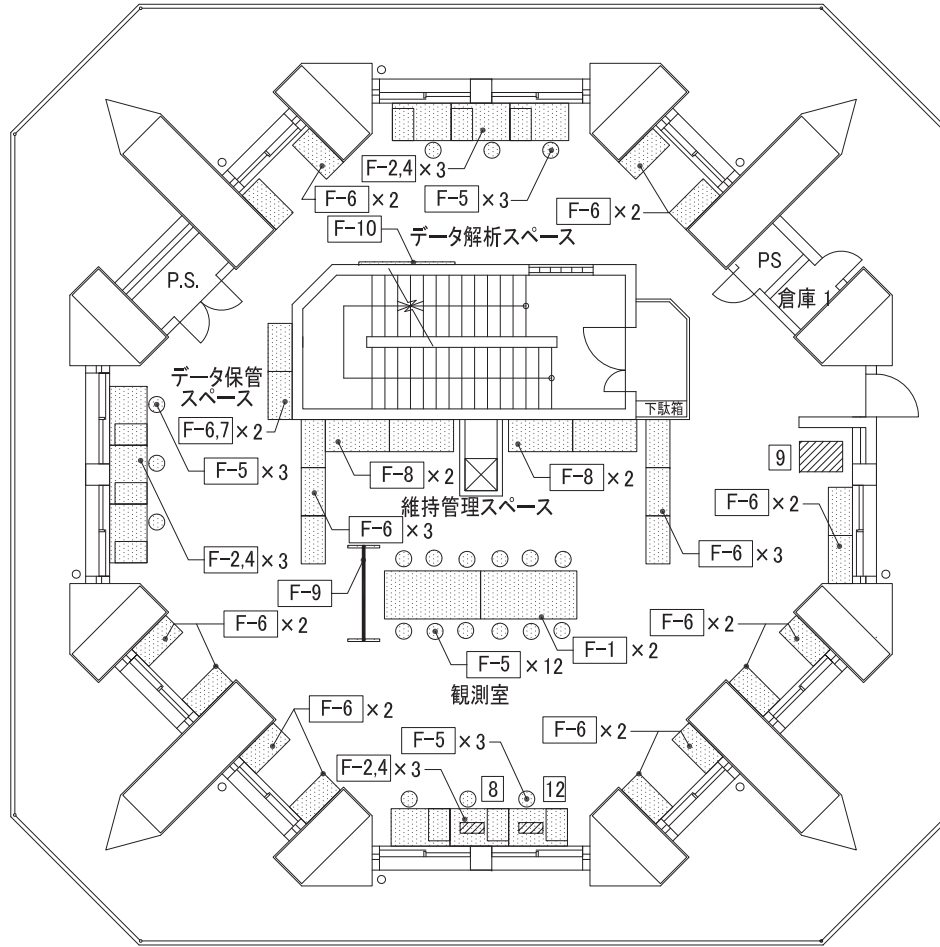
- 1 自動電圧調整装置
- 2 耐雷トランス
- 3 電源供給キャパシタ

機器 (建築工事)

- 4 自動電圧調整装置
- 5 耐雷トランス
- 6 自動電圧調整装置(ウインドプロファイラシステム用)
- 7 耐雷トランス(ウインドプロファイラシステム用)

家具 (建築工事)

- F-11 給水器



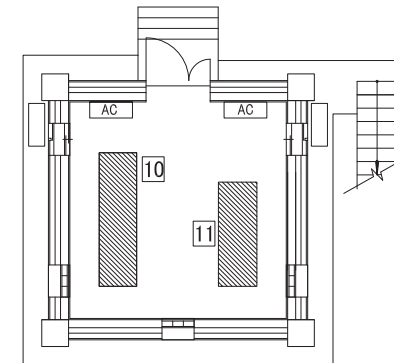
3階平面図

機器 (機材工事)

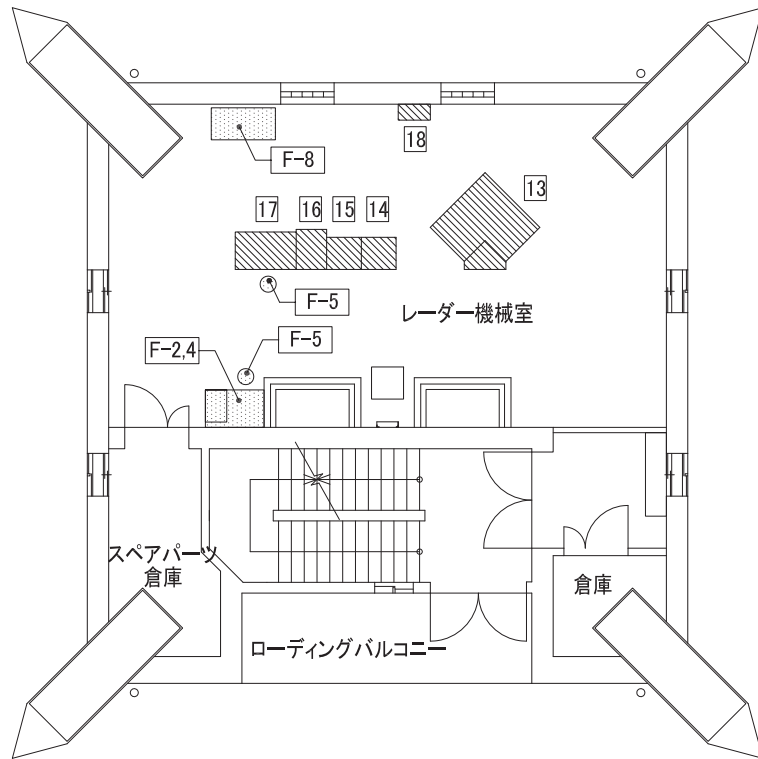
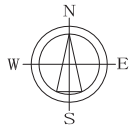
- 8 データ分析装置
- 9 ウィンドプロファイリング信号処理装置
- 10 送信装置 / 受信装置
- 11 電源供給キャパシタ
- 12 カラープリンター

家具 (建築工事)

- F-1 会議テーブル (W900 × L1,800)
- F-2 作業机 (W1,100 × D700)
- F-4 ワゴンキャビネット
- F-5 作業用椅子
- F-6 引き出しタイプキャビネット (H1,100)
- F-7 扉付キャビネット (H1,000)
- F-8 扉付キャビネット (H1,800)
- F-9 可動式ホワイトボード (W1,800 × H900)
- F-10 掲示板



ウィンドプロファイラコンクリートシェルター



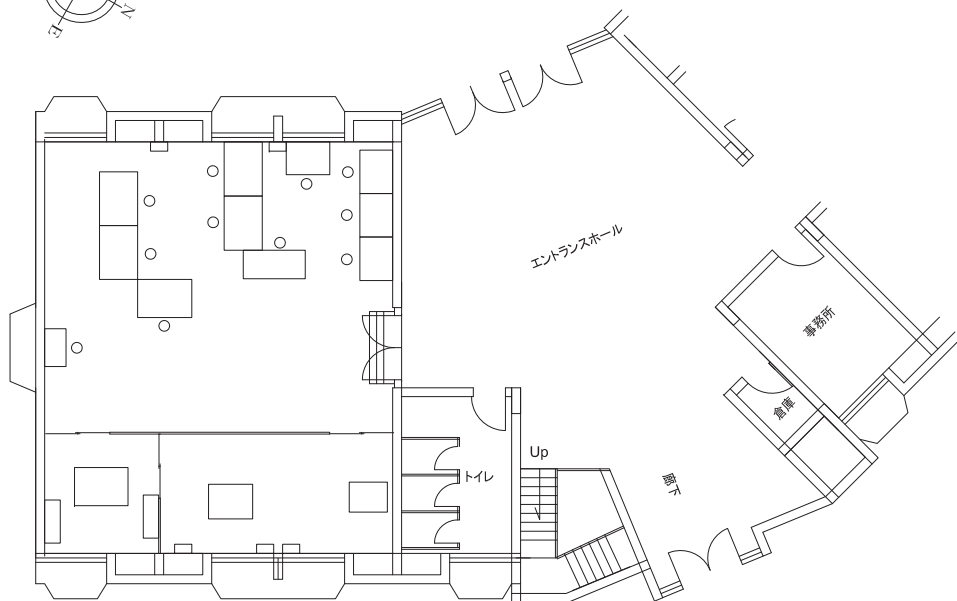
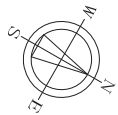
13階平面図

機器 (機材工事)

- 13 送信装置
- 14 空中線制御装置及び導波管加圧装置
- 15 受信信号処理装置
- 16 データ・プロトコル変換装置
- 17 レーダー動作制御装置
- 18 レーダー電源切替盤

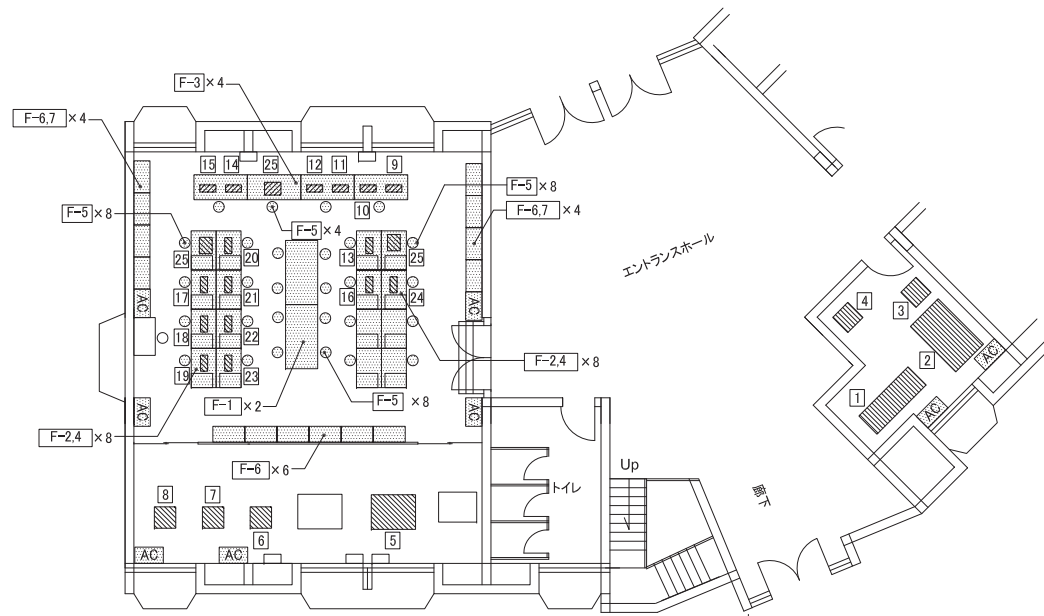
家具 (建築工事)

- F-2 作業机 (W1,100 × D700)
- F-4 ワゴンキャビネット
- F-5 作業用椅子
- F-8 扉付キャビネット (H1,800)



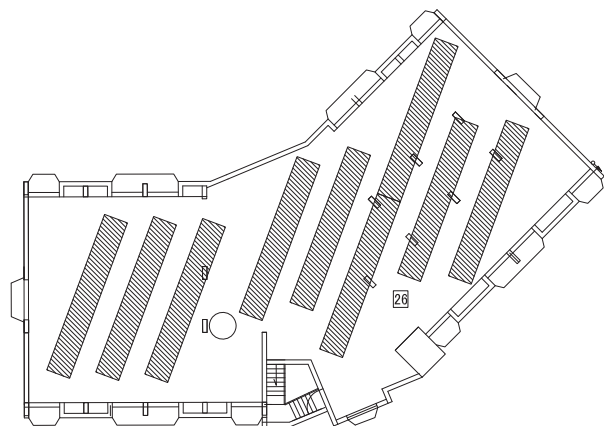
既設機器・家具配置図

1階平面図



新設機器・家具配置図

1階平面図



新設機器配置図

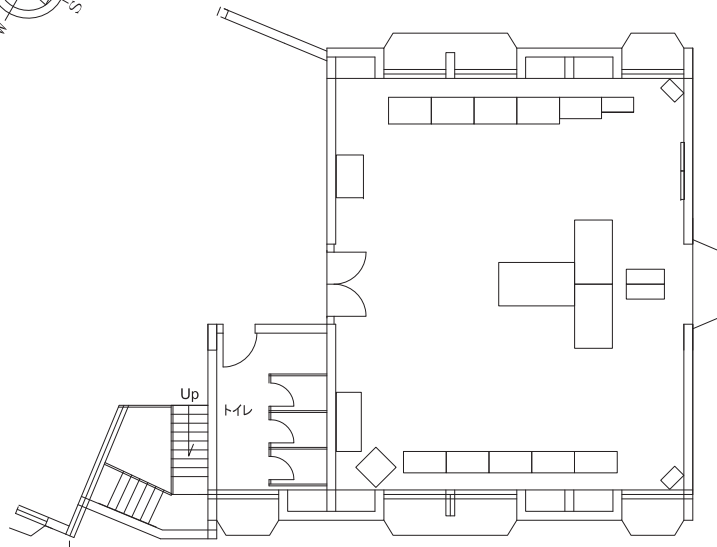
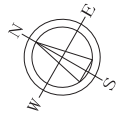
屋上階平面図

家具(建設工事)

- F-1 会議テーブル(W900×L1,800)
- F-2 作業机(W1,100×D700)
- F-3 作業机(W1,500×D700)
- F-4 ワゴンキャビネット
- F-5 作業用椅子
- F-6 引き出しタイプキャビネット (H1,100)
- F-7 扉付キャビネット(H1,000)

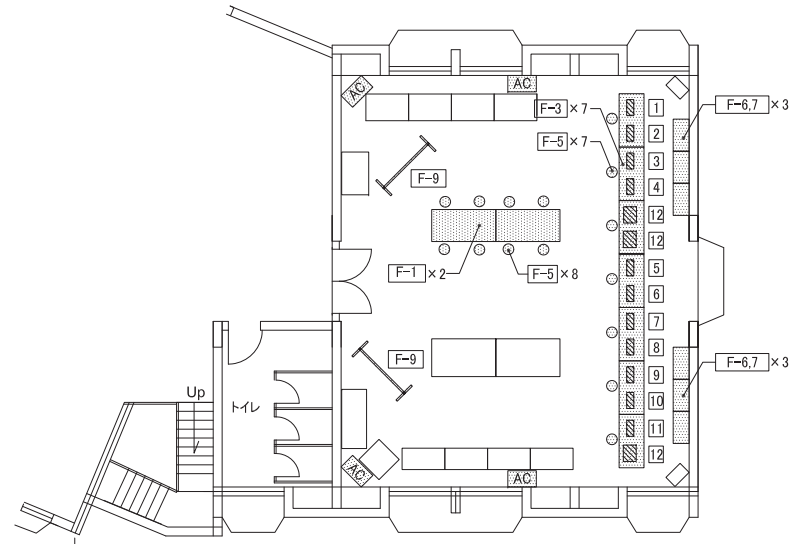
機器(機材工事)

- 1 電源供給キャパシタ
- 2 ソーラーパワー制御装置
- 3 耐雷トランス
- 4 自動電圧調整装置
- 5 コンピュータークラスター
- 6 WMO情報システム装置
- 7 通信機器ラック
- 8 GTSメッセージスイッチ
- 9 制御装置 1
- 10 制御装置 2
- 11 制御装置 3
- 12 制御装置 4
- 13 データ撮取・保存ユニット
- 14 コンピュータークラスター管理ユニット 1
- 15 コンピュータークラスター管理ユニット 2
- 16 気象データ通信網管理ユニット
- 17 気象ガイダンス用データ処理装置(気温1)
- 18 気象ガイダンス用データ処理装置(気温2)
- 19 気象ガイダンス用データ処理装置(風1)
- 20 気象ガイダンス用データ処理装置(風2)
- 21 気象ガイダンス用データ処理装置(湿度1)
- 22 気象ガイダンス用データ処理装置(湿度2)
- 23 気象ガイダンス用データ処理装置(降水量1)
- 24 気象ガイダンス用データ処理装置(降水量2)
- 25 カラープリンター
- 26 ソーラーパネル
- AC: エアコン室内機



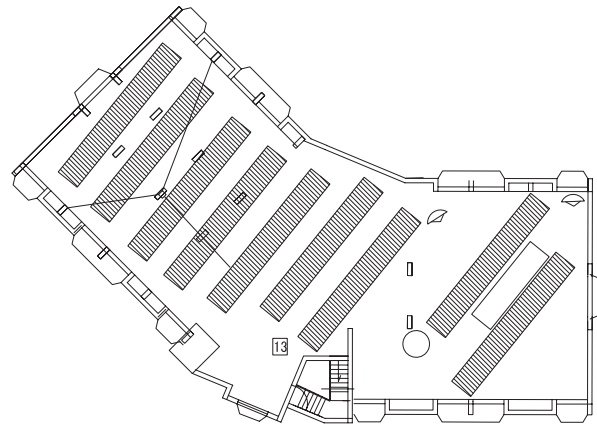
既設機器・家具配置図

1階平面図



新設機器・家具配置図

1階平面図



新設機器配置図

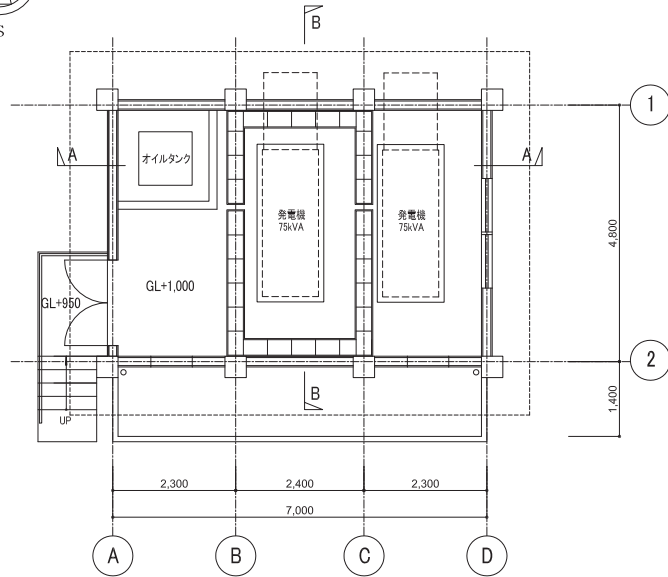
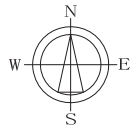
屋上階平面図

家具(建設工事)

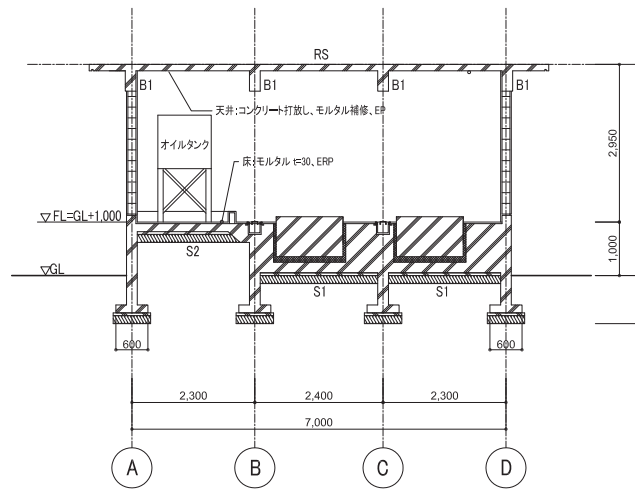
- F-1 会議テーブル(W900×L1,800)
- F-3 作業机(W1,500×D700)
- F-5 作業用椅子
- F-6 引き出しタイプキャビネット (H1,100)
- F-7 扉付キャビネット(H1,000)
- F-9 可動式ホワイトボード (W1,800×H900)

機器(機材工事)

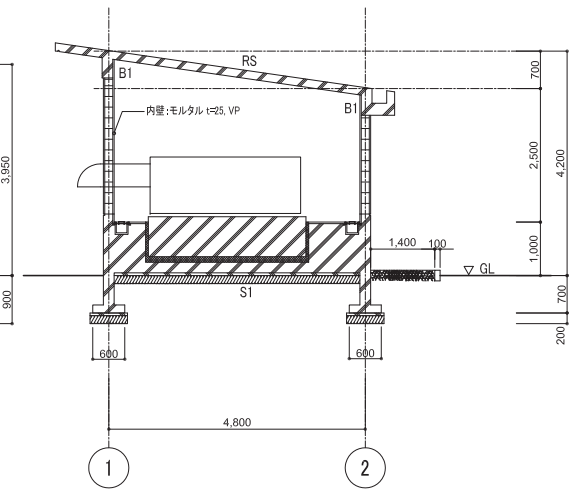
- 1 データ解析装置
- 2 気象攪乱・ドップラ速度表示装置
- 3 積算降水量処理装置
- 4 気象プロダクト表示装置
- 5 画像合成装置
- 6 気象データ記録装置
- 7 プロダクト再生装置
- 8 ドップラー風向風速表示装置
- 9 低気圧追跡表示装置
- 10 ウインドプロファイリングデータ管理装置
- 11 ウインドプロファイリングデータ処理装置
- 12 カラープリンター
- 13 ソーラーパネル
- AC エアコン室内機



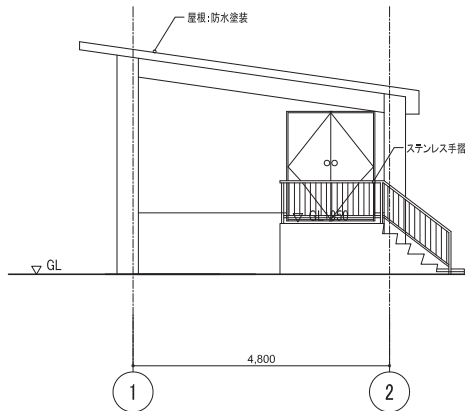
平面図 縮尺 1:100



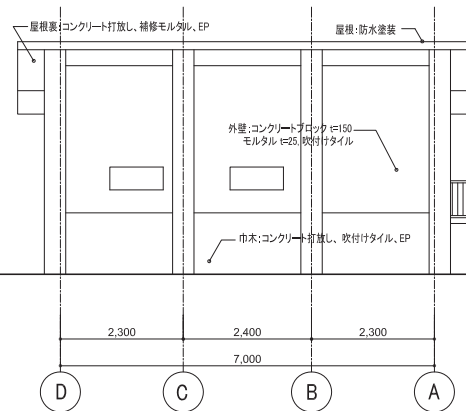
断面図 A-A 縮尺 1:100



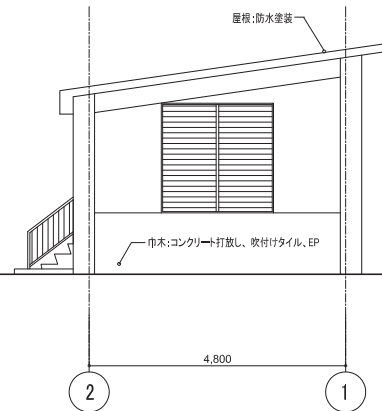
断面図 B-B 縮尺 1:100



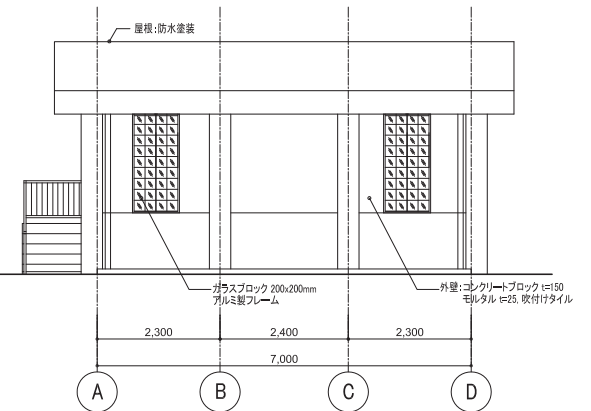
西立面図 縮尺 1:100



北立面図 縮尺 1:100



東立面図 縮尺 1:100



南立面図 縮尺 1:100

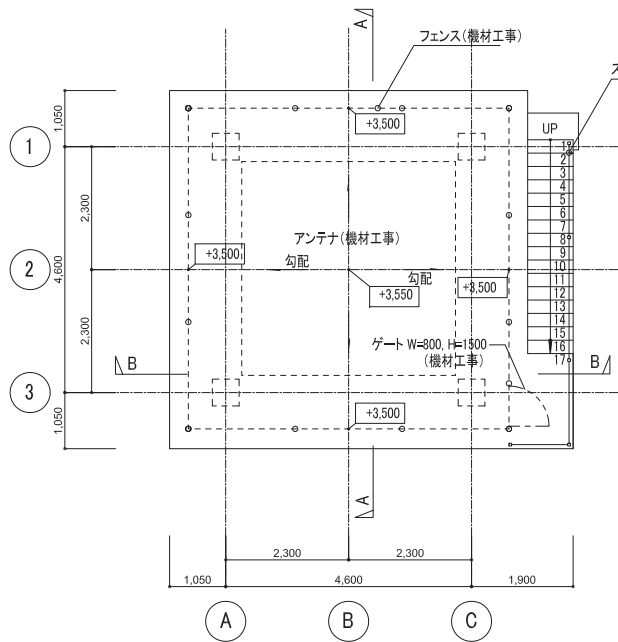
CONSORTIUM OF  
INTERNATIONAL METEOROLOGICAL CONSULTANT INC. (IMC),  
JAPAN WEATHER ASSOCIATION (JWA) AND  
CTI ENGINEERING INTERNATIONAL CO., LTD. (CTII)

パキスタン国  
中期気象予報センター設立及び  
気象予報システム強化計画

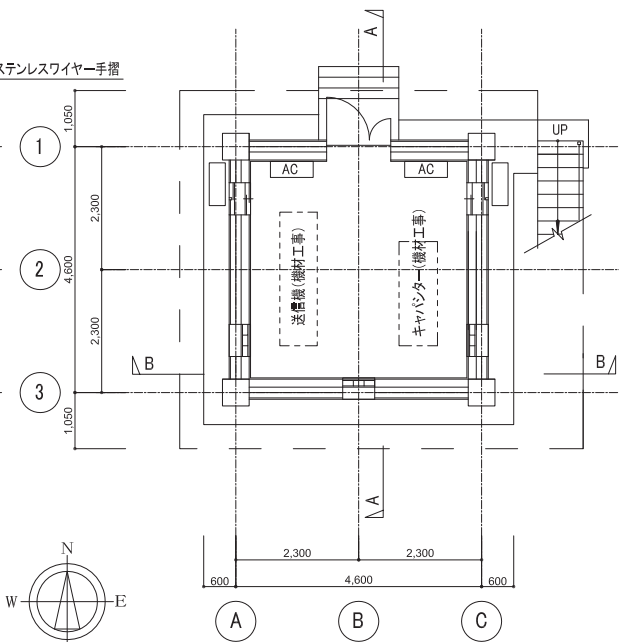
DRAWING TITLE  
PMDイスラマバード本局 機材付帯施設  
パワーバックアップ棟

SCALE  
1:100

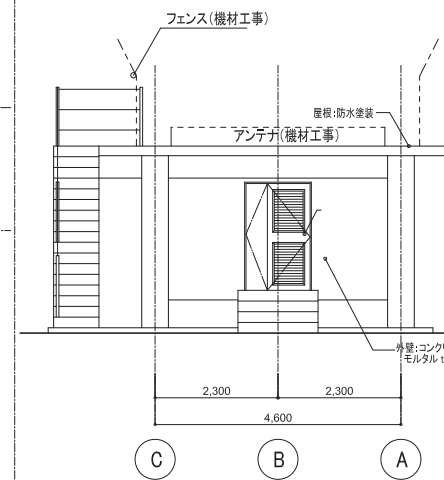
DRAWING No.  
EQ - 06



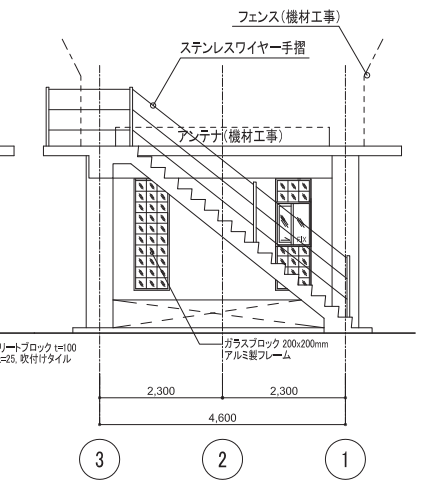
屋根伏図 縮尺 1:100



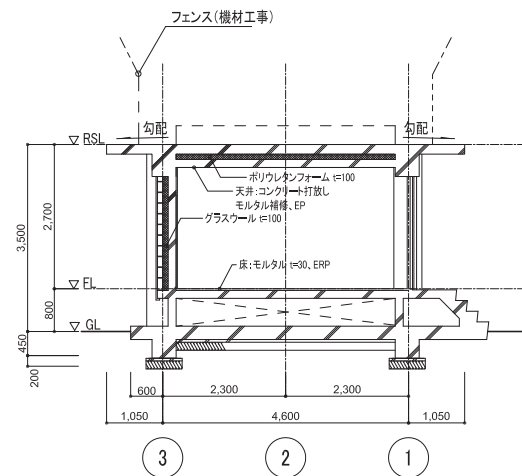
平面図 縮尺 1:100



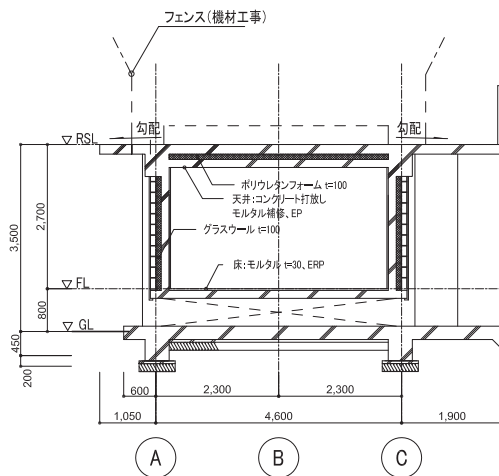
北立面図 縮尺 1:100



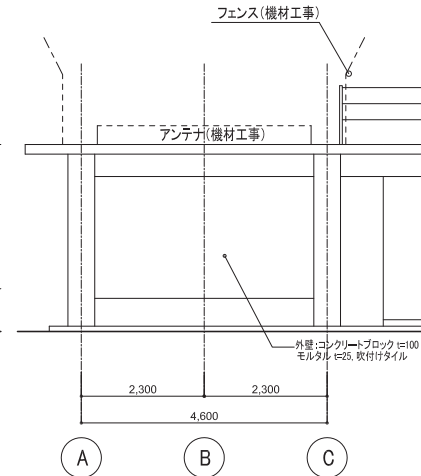
東立面図 縮尺 1:100



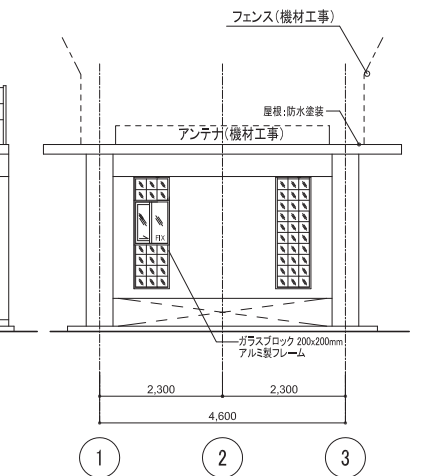
断面図 A-A 縮尺 1:100



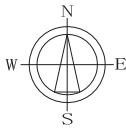
断面図 B-B 縮尺 1:100



南立面図 縮尺 1:100



西立面図 縮尺 1:100



CONSORTIUM OF  
INTERNATIONAL METEOROLOGICAL CONSULTANT INC. (IMC),  
JAPAN WEATHER ASSOCIATION (JWA) AND  
CTI ENGINEERING INTERNATIONAL CO., LTD. (CTII)

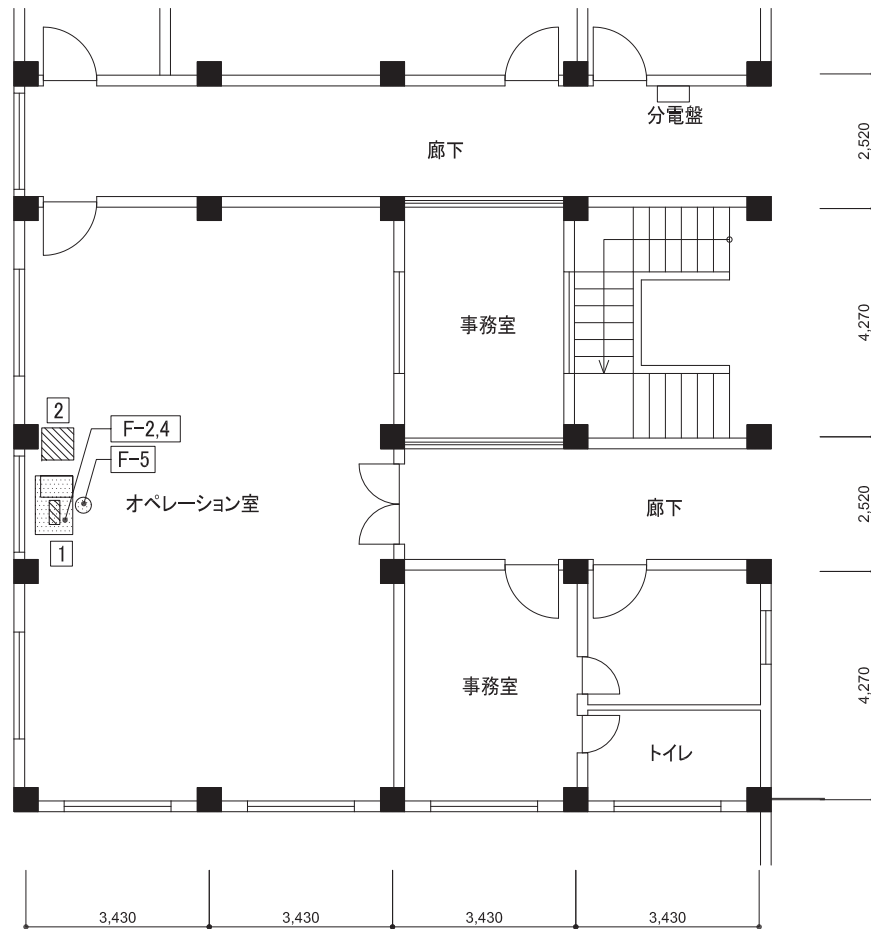
パキスタン国  
中期気象予報センター設立及び  
気象予報システム強化計画

DRAWING TITLE  
PMDイスラマバード本局 機材付帯施設  
ウィンドプロファイラアンテナ基礎及び  
コンクリートシェルター

SCALE  
1:100

DRAWING No.  
EQ - 07



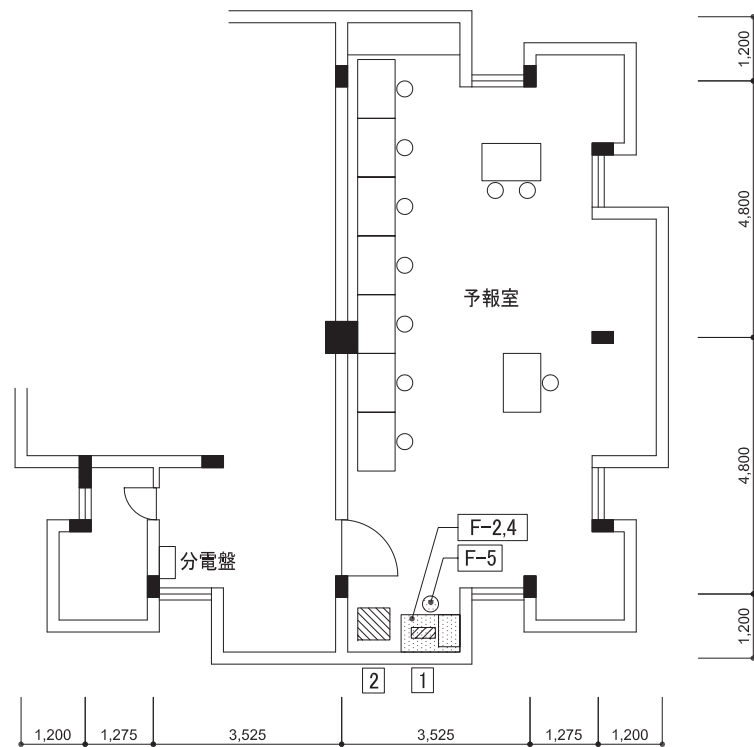


機器 (機材工事)

- 1 気象情報受信端末
- 2 ハイブリッド電源管理装置・無停電電源ユニット

家具 (建設工事)

- F-2 作業机 (W1,100×D700)
- F-4 ワゴンキャビネット
- F-5 作業用椅子

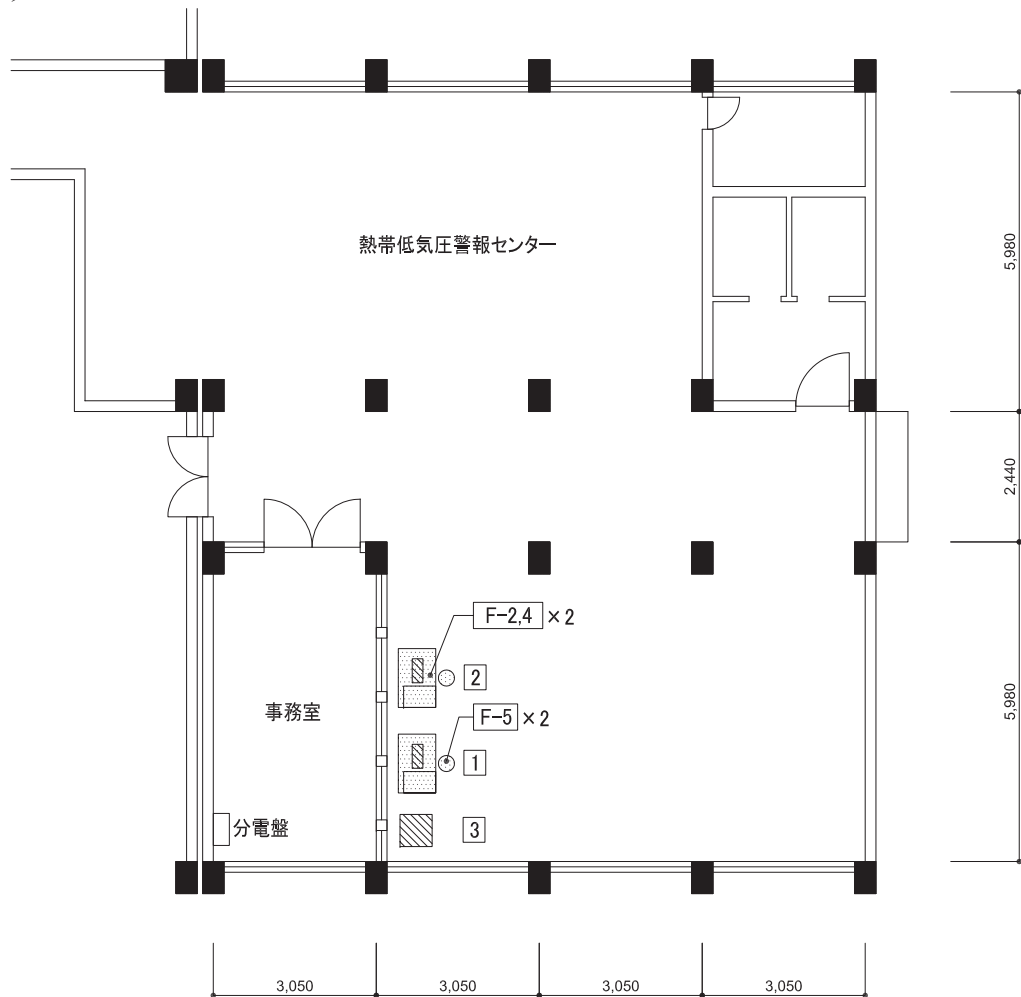
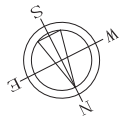


機器(機材工事)

- 1 気象情報受信端末
- 2 ハイブリッド電源管理装置・無停電電源ユニット

家具(建設工事)

- F-2 作業机(W1,100×D700)
- F-4 ワゴンキャビネット
- F-5 作業用椅子

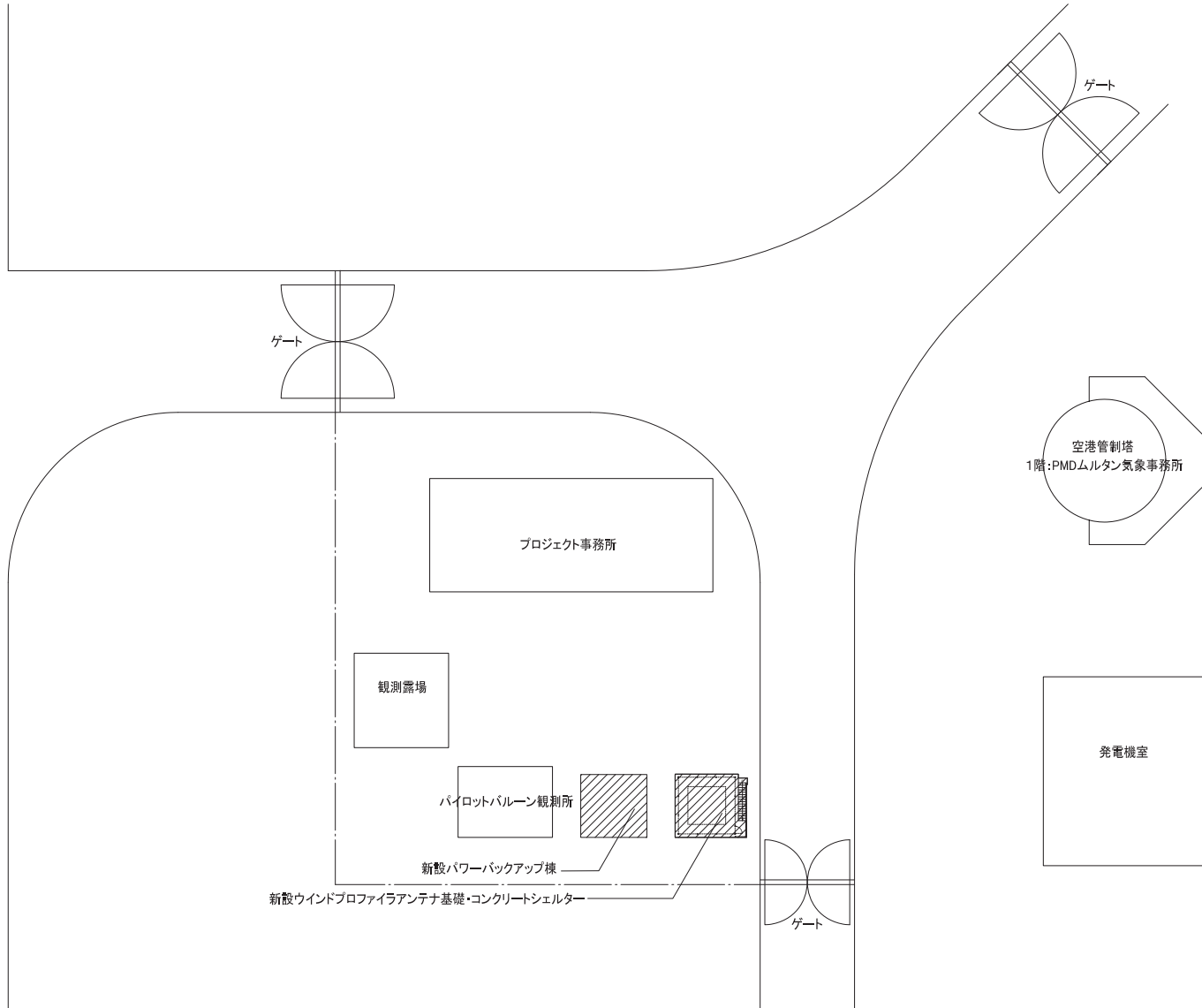


機器(機材工事)

- 1 気象情報受信端末
- 2 データ入力装置
- 3 ハイブリッド電源管理装置・無停電電源ユニット

家具(建設工事)

- F-2 作業机(W1,100×D700)
- F-4 ワゴンキャビネット
- F-5 作業用椅子



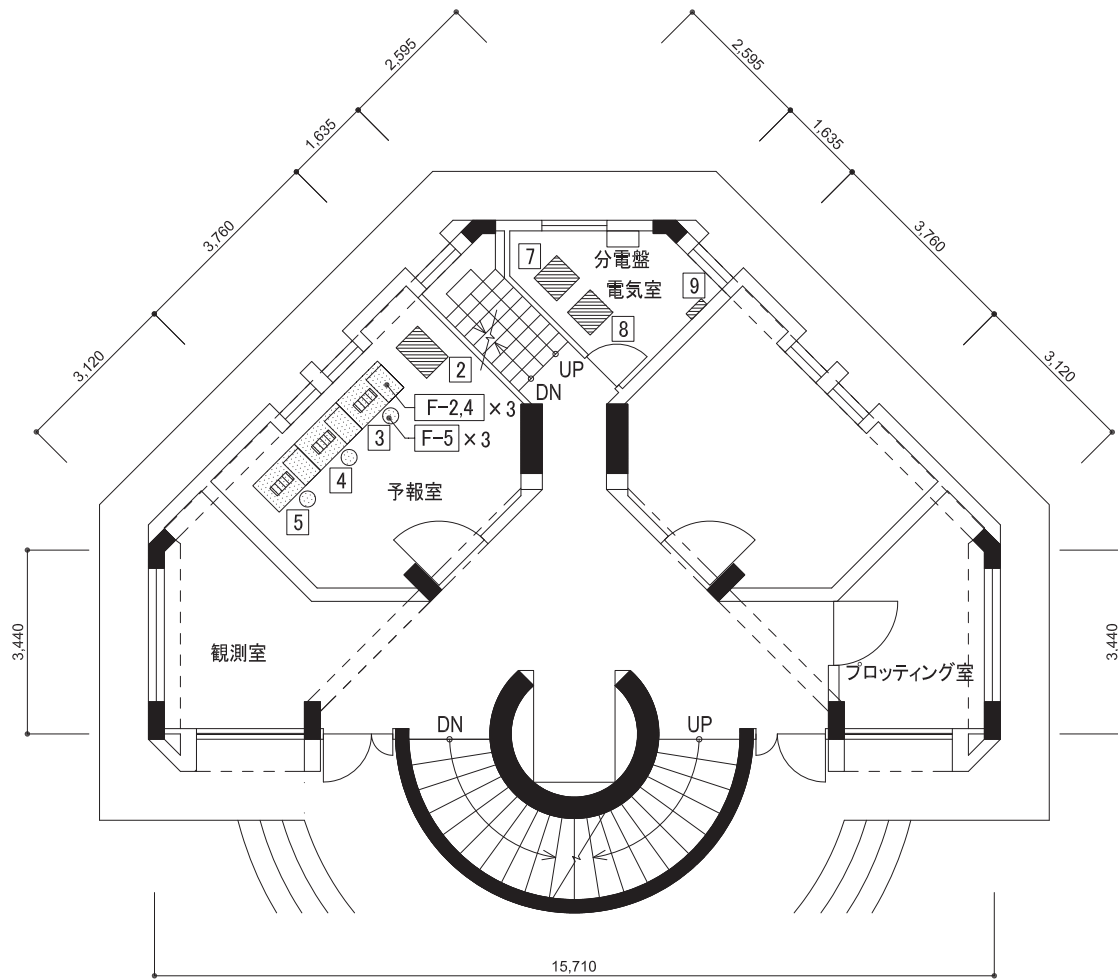
CONSORTIUM OF  
INTERNATIONAL METEOROLOGICAL CONSULTANT INC. (IMC),  
JAPAN WEATHER ASSOCIATION (JWA) AND  
CTI ENGINEERING INTERNATIONAL CO., LTD. (CTI)

パキスタン国  
中期気象予報センター設立及び  
気象予報システム強化計画

DRAWING TITLE  
PMDマルチタナ気象事務所  
配置図

SCALE  
1:500

DRAWING No.  
EQ - 11

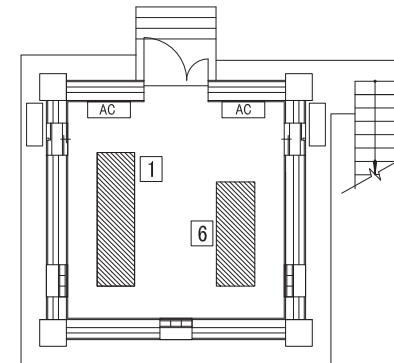


機器(機材工事)

- 1 送信装置・受信装置
- 2 ウインドプロファイリング信号処理装置
- 3 ウインドプロファイリングデータ処理装置
- 4 気象情報受信端末
- 5 カラープリンター
- 6 電源供給キャパシタ
- 7 耐雷トランス
- 8 自動電圧調整装置
- 9 ソーラーパワー制御装置

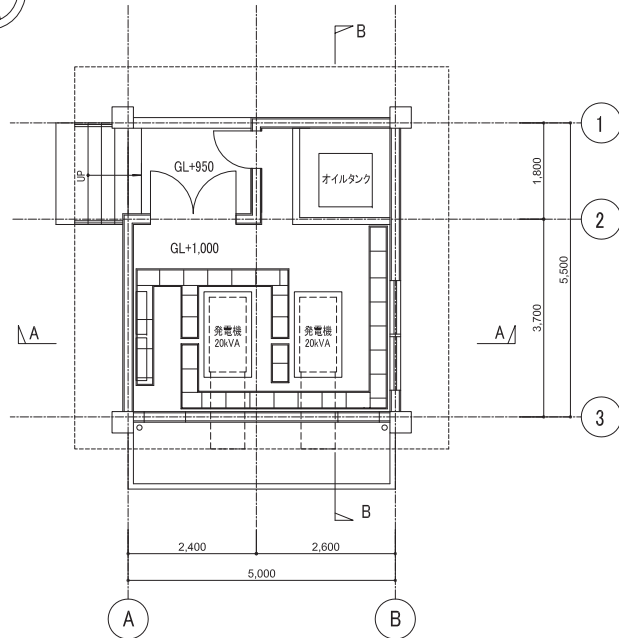
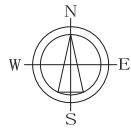
家具(建設工事)

- F-2 作業机 (W1,100×D700)
- F-4 ワゴンキャビネット
- F-5 作業用椅子

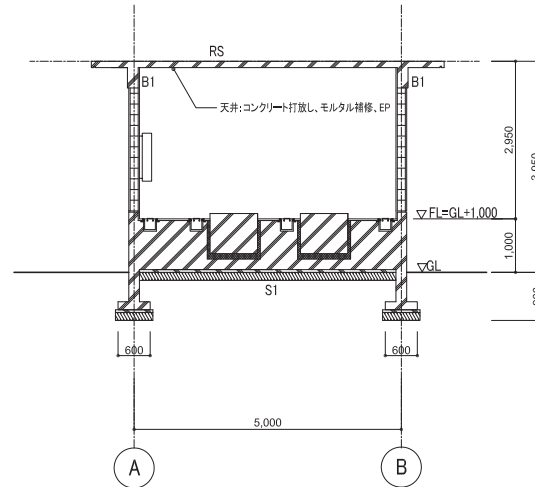


ウインドプロファイラコンクリートシェルター

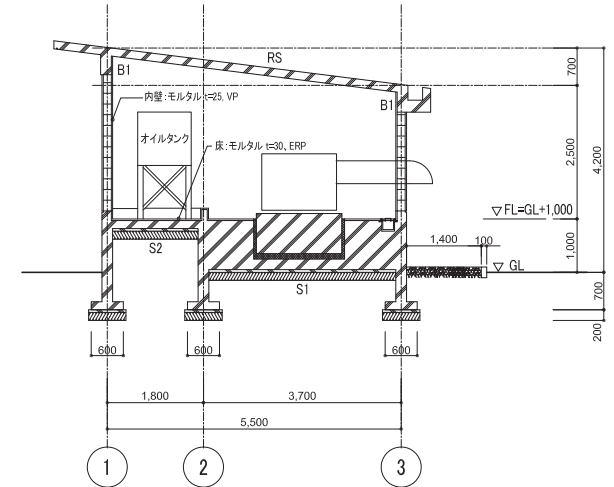
空港コントロールタワー



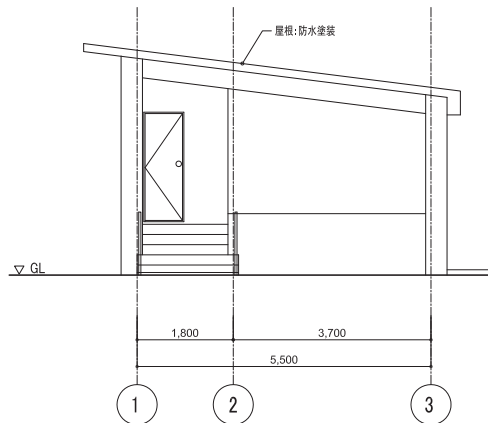
平面図 縮尺 1:100



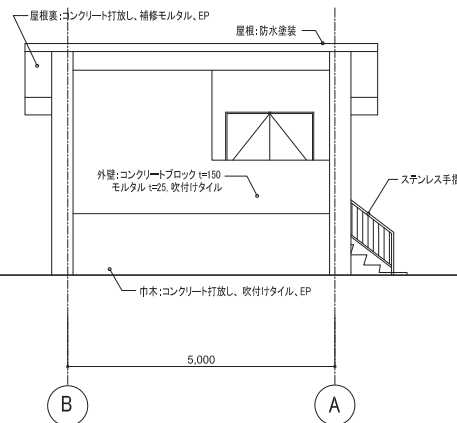
断面図 A-A 縮尺 1:100



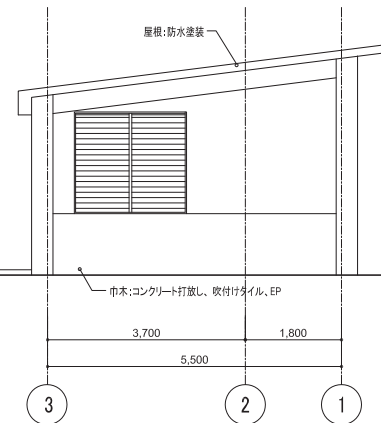
断面図 B-B 縮尺 1:100



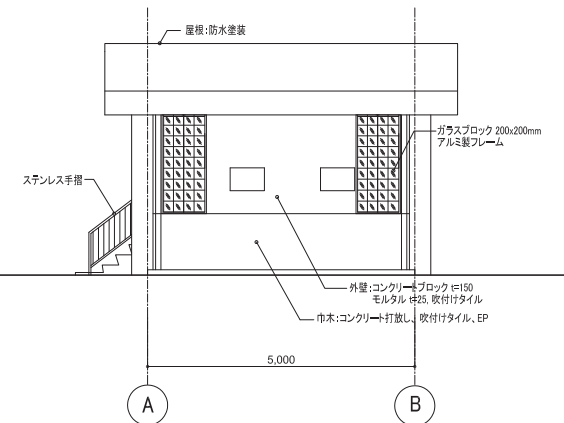
西立面図 縮尺 1:100



北立面図 縮尺 1:100



東立面図 縮尺 1:100



南立面図 縮尺 1:100

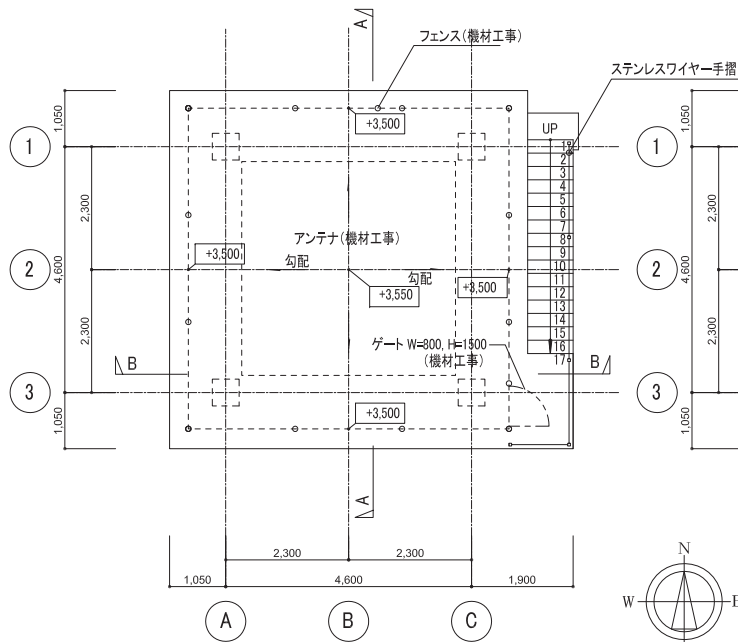
CONSORTIUM OF  
INTERNATIONAL METEOROLOGICAL CONSULTANT INC. (IMC),  
JAPAN WEATHER ASSOCIATION (JWA) AND  
CTI ENGINEERING INTERNATIONAL CO., LTD. (CTII)

パキスタン国  
中期気象予報センター設立及び  
気象予報システム強化計画

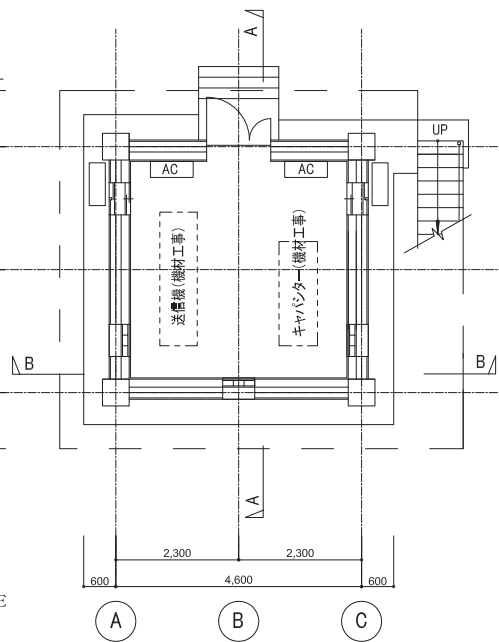
DRAWING TITLE  
PMDムルタン気象事務所 機材付帯施設  
パワーバックアップ棟

SCALE  
1:100

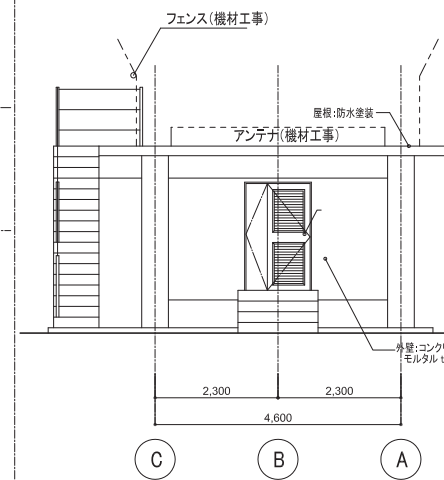
DRAWING No.  
EQ - 13



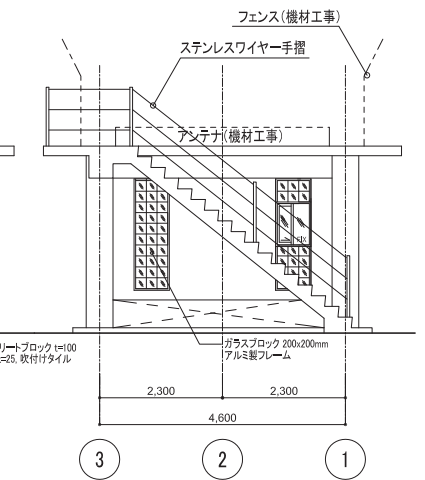
屋根伏図 縮尺 1:100



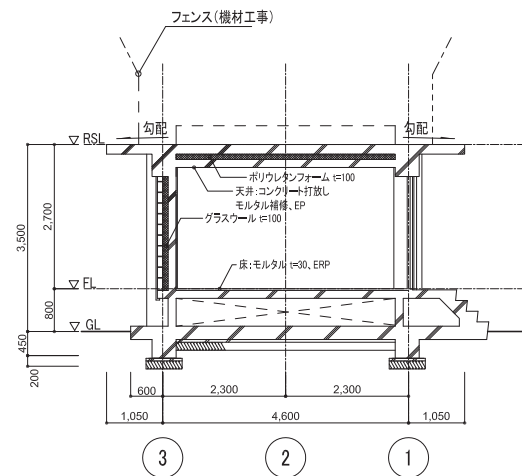
平面図 縮尺 1:100



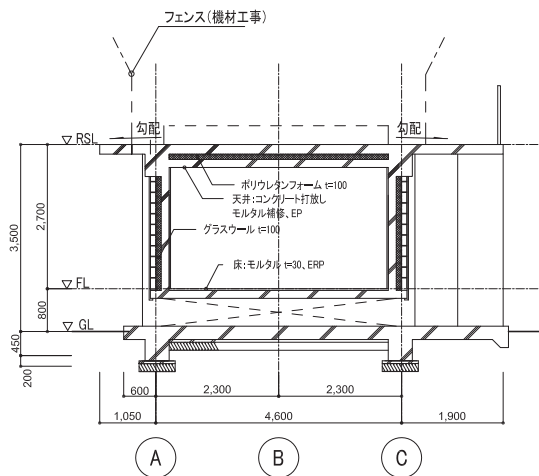
北立面図 縮尺 1:100



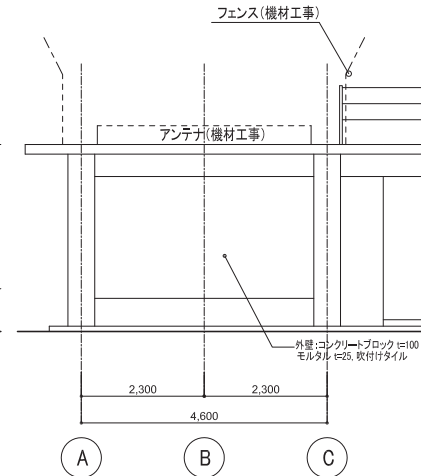
東立面図 縮尺 1:100



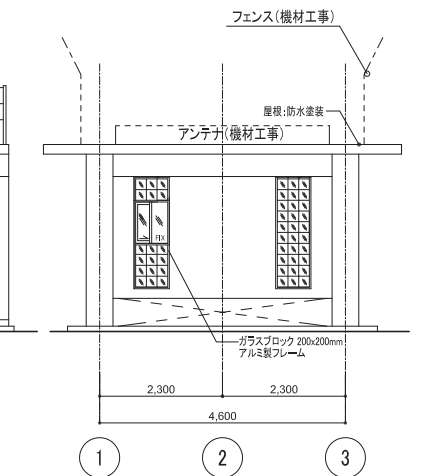
断面図 A-A 縮尺 1:100



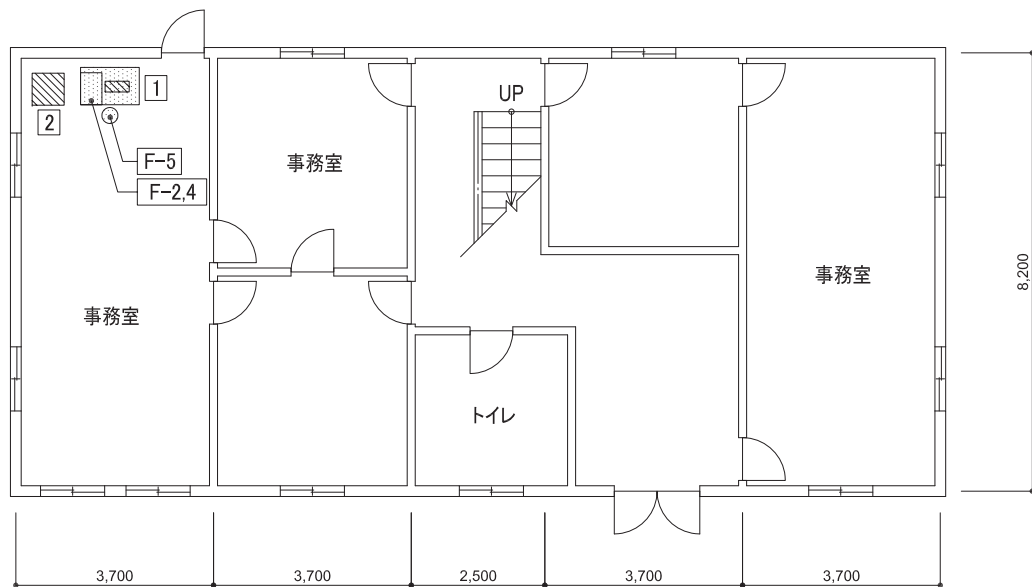
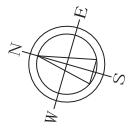
断面図 B-B 縮尺 1:100



南立面図 縮尺 1:100



西立面図 縮尺 1:100



機器(機材工事)

- 1 気象情報受信端末
- 2 ハイブリッド電源管理装置・無停電電源ユニット

家具(建設工事)

- F-2 作業机(W1,100×D700)
- F-4 ワゴンキャビネット
- F-5 作業用椅子



### 3-2-4 施工計画／調達計画

#### 3-2-4-1 施工方針／調達方針

本プロジェクトは、気象観測機材、通信機材の調達・据付および建築工事からなり、それらの整合性を図ることが重要である。

##### 1) 事業実施主体

本プロジェクトの事業実施主体は、内閣府航空部傘下の PMD であり、コンサルタント契約及びコントラクター契約の契約当事者である。PMD は「パ」国の気象業務を行う唯一の政府機関であり、気象観測、気象データ通信、データ処理・解析、気象予報、気象情報伝達と、気象に係わる全ての業務を行っている。

##### 2) コンサルタント

「パ」国政府及び日本国政府間での交換公文 (E/N) 及び「パ」国側と JICA の間での贈与契約 (G/A) 署名後、本プロジェクトのコンサルティング・サービス契約が早急に締結されることが肝要である。コンサルティング・サービス契約は、PMD と日本国の法律に従って設立され、日本国内に主たる事務所を有し、且つ JICA の推薦を受けたコンサルタントの間で締結される。

コンサルティング・サービスの契約締結後、コンサルタントは本プロジェクトのコンサルタントとなる。コンサルタントは「パ」国及び日本国内で詳細設計を行い、技術的仕様書、図面、図表等を含む入札書類を作成するものとする。これに加えてコンサルタントは PMD が行う入札会の補助を行い、本プロジェクトを成功裏に完了するために施工・調達監理を引き続き行う。

##### 3) 請負者 (コントラクター)

本プロジェクトの請負者 (機材調達業者及び建設工事業者) は、一定の資格を有する日本国法人を対象とした一般入札により選定される。選定された請負者は、PMD と結ばれる契約に基づき、施設建設、機材製作・調達・設置等を行う。

#### 3-2-4-2 施工上／調達上の留意事項

##### <機材設置に関する留意事項>

気象レーダーシステム、コンピューターをはじめ、複雑な電気・電子回路を有する機器類が本プロジェクトで建設されるレーダー塔に据付けられる。建設工程に従い、電源装置、バックアップ装置機

器（AVR、レーダーパワーバックアップユニット等）の据付け、機器の調整・配線時には電気技術者の派遣が必要である。またレーダーシステム、コンピューター機器、複雑な気象観測機器の設置、調整、試験稼動時には、全システムに高い精度と機能を発揮させるために、気象レーダーシステム、データ伝送、コンピューターネットワーク、ソフトウェア等の技術者の派遣が必要となる。高い精度と機能は、正確な気象観測に欠かすことができないものである。

更に、PMD による機材の適切で効果的な運用と保守をはかるため、PMD 技術者への技術移転として、派遣された技術者より、据付け工事期間中及び据付け完了後に現地研修（OJT）を実施する。

### 3-2-4-3 施工区分／調達・据付区分

本案件の実施にあたり、日本国無償資金協力と「パ」国側の施工区分を次に示す。

表60 日本国無償資金協力と「パ」国側の施工区分

No.	項目	日本政府無償資金による負担範囲	「パ」国 (PMD) による負担範囲
一般項目			
1	「パ」国で必要な制度上、法律上の手続き全般		●
2	「パ」国で必要な環境影響評価手続き（必要であれば）		●
3	本プロジェクトにおいて輸入される資機材に対する免税手続き及び陸揚げ港での通関手続きに必要な書類の通関業者/輸送業者（請負業者により雇用された）に対する提供		●
4	PMD イスラマバード本局において、本プロジェクトの実施に必要な、コンサルタントと請負業者に必要なインターネット接続可能な作業スペースの提供		●
5	海外（日本）からの材料や機材の海上（航空）輸送	●	
6	「パ」国の陸揚げ港からサイトまでの国内輸送	●	
7	「パ」国以外の日本及び諸外国（従属国を含む）国籍を有する本プロジェクト実施に関与する人員のビザ発給の保証（期間延長を含む）及び必要な手続き等、「パ」国入国及び滞在に必要な事項		●
8	契約に基づいた製品やサービスの供給に関連した、被援助国で課される関税、内国税、その他の課税の免除		●
9	コンサルタント及び請負業者の支払授權書発行及び支払授權書修正（要請に応じて）のための銀行手数料の支払い		●
10	本プロジェクトの実施に必要な日本の無償資金が負担する以外の全ての費用負担		●
11	本プロジェクトの実施前及び実施期間中に、各サイト及び日本を含む諸外国国籍を有する本プロジェクトに任命された人員の安全確保		●
気象レーダー塔施設建設			
12	建設敷地整地		●
13	建設請負業者の事務所、作業場、建築資材倉庫等の仮設設備のため、各サイトにおけるスペースの提供		●
14	気象レーダー塔施設建設のスペース確保及び配置のため、PMD イスラマバード本局敷地内の既設施設の撤去		●
15	気象レーダー塔施設建設に必要な許可取得		●
16	イスラマバード気象レーダー塔施設に必要な、容量 100kVA の商用電源		●

	(400V、3相4線、50Hz)の敷設		
17	イスラマバード気象レーダー塔施設に対する商用電源供給に必要なステップダウントランスの設置		●
18	イスラマバード気象レーダー塔施設に必要な水道設備、電話設備、インターネット設備等の付帯設備		●
19	建設作業のための仮設(電気、水設備等)の提供		●
20	気象レーダー塔施設建設のための a) 建築・土木工事 b) 電気設備工事(避雷設備を含む) c) 空調・換気設備工事 d) 衛生設備工事	●	
21	気象レーダー塔施設用家具の調達・設置	●	
22	ガーデニング、フェンス、門、敷地境界壁、敷地内外の外部照明等の屋外施設		●
23	気象レーダー塔施設及び設備運用・維持管理に関する、請負業者によるPMDに対する初期運用研修	●	
24	研修受講職員の派遣費用負担(日当、交通費、宿泊費等)		●
25	機材設置の完了日から12ヶ月間の請負業者による本プロジェクトで建設された気象レーダー塔施設に対する保証の提供	●	
機材の設置作業			
26	機材の設置に必要なとなる、既設の設備等の撤去、移転(必要に応じて)		●
27	設置作業中に必要となる資材、工具及び機材の仮設保管場所の提供及び配置		●
28	特別中期気象予報センターに必要な、容量100kVAの商用電源(400V、3相4線、50Hz)の敷設		●
29	特別中期気象予報センター及び各プロジェクトサイトにおいて必要となるVPN(Virtual Private Network)構築のための信頼性が高く且つ高速なインターネット環境の提供		●
30	PMD イスラマバード本局及びマルチタスク気象事務所に設置されるウィンドプロファイラシステムに必要な商用電源(400V、3相4線、50Hz)の供給		●
31	気象レーダーシステム及びウィンドプロファイラシステムの周波数の取得		●
32	計画されたIPアドレスの特別中期気象予報センター内の既設コンピューター機器への設定		●
33	保有するデータの新設コンピューター機器への移行(必要に応じて)		●
34	PMDが独自に入手したソフトウェアの新設コンピューター機器へのPMDの責任によるインストール(必要に応じて)		●
35	供給される機材(PC 端末及び周辺機器)を設置するため、特別中期気象予報センター及び各プロジェクトサイト内での必要スペースの確保		●
36	本プロジェクトの実施に必要な機材の調達・設置・調整	●	
37	本プロジェクトで調達される機材の設置用家具の調達・設置・調整	●	
38	全システムの稼働開始	●	
39	既設コンピューター機器の移設・調整(必要に応じて)		●
40	調達機材の運用・維持管理に関する、請負業者によるPMDに対する初期運用研修	●	
41	研修受講職員の派遣費用(日当、交通費、宿泊費等)		●
42	機材設置の完了日から12ヶ月間の請負業者による本プロジェクトで設置された機材に対する保証の提供	●	
本プロジェクト完了後			
43	既設の門、敷地境界壁、敷地内外の外部照明等の修理(要請に応じて)		●
44	機材の円滑な運用・維持管理に必要な職員の配置		●
45	機材の円滑な運用・維持管理に必要な予備部品や消耗品の調達		●

46	本プロジェクトで建設された気象レーダー塔施設が効率的に機能するための適切な運用・維持管理		●
47	本プロジェクトで建設された施設と調達機材の効果的利活用		●
48	適切な気象レーダー観測と予報業務に必要な予算と人員の確保		●
49	全てのオペレーション/アンチウィルス/アプリケーション・ソフトウェアの定期的なアップデート		●

#### 3-2-4-4 施工監理計画／調達監理計画

##### 1) 施工監理主要方針

- ① 我が国の無償資金協力方針及び準備調査設計内容に従い、機材調達、施工監理業務を実施する。
- ② 関係機関や担当者と密接に連絡をとる。
- ③ 公正な立場に立って、施工関係者に対して迅速かつ適切な指導と助言を行う。
- ④ 災害を引き起こすであろう気象現象の発生を的確に把握し、安全を最優先に工事を進める。

##### 2) 工事監理体制

- ① 施設建設工事期間及び機材据付期間中は現地常駐監理者を最低1名「パ」国に派遣する。常駐監理者はPMDの担当者とともに、施工指導、監理等を行う。
- ② 機材の設置・調整及びソフトウェアインストールに際しては、適宜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、指導・検査等を行う。
- ③ 国内に支援要員を配置し、機材の性能検査、調整、検査等に立ち会う。
- ④ サイトでのデータ伝送テスト時には、適宜関連技術者を現地に派遣する。

##### 3) 監理業務内容

###### ① 監理業務

コンサルタントは実施機関の代理として入札関連・調達監理業務を実施する。

###### ② 施工図、資機材等の検査・確認

コンサルタントは、コントラクターから提出される施工図、製作図等の検査・確認を行う。

###### ③ 進捗監理

コンサルタントは、必要に応じて実施機関や在パキスタン日本国大使館、JICA パキスタン事務所を含む日本国側へ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、支払い手続きに関する協力を行う。

### 3-2-4-5 品質管理計画

イスラマバードは、日中は30度を超える時もあることから、コンクリート温度が30度を超す暑中コンクリート対策が必要となる。暑中コンクリートを含むコンクリートの品質管理として、コンクリート打設時の外気温とコンクリート温度を測定し、コンクリートの品質を確保する。主要工種の品質管理計画は、以下の通りである。

表 61 品質管理計画

工事	工種	管理項目	方法	備考
躯体工事	コンクリート工事	フレッシュコンクリート コンクリート強度	スラブ・空気量・温度 圧縮強度試験 塩化物材料試験 アルカリ骨材反応試験	公的試験所にて圧縮強度試験を行う。 塩化物材料試験及びアルカリ骨材反応試験は、「パ」国での実施が不可能なため、日本にて実施する。
	鉄筋工事	鉄筋 配筋	鉄筋引張試験、ミルト確認 配筋検査(寸法、位置) 工場製品の検査成績書確認	鉄筋引張強度試験は、民間の試験所に依頼する。
	杭工事	材料、支持力	支持力の確認	
仕上げ工事	屋根工事	出来映え・漏水	外観目視・散水検査	
	タイル工事	出来映え	外観目視検査	
	左官工事	出来映え	外観目視検査	
	建具工事	製品 取付精度	工場製品の検査成績書確認 外観・寸法検査	
	塗装工事	出来映え	外観目視検査	
	内装工事全般	製品・出来映え	外観目視検査	
電気工事	受変電設備工事	性能・動作・据付状況	工場製品の検査成績書確認 耐圧・メジャー・動作テスト・外観	
	配管工事	屈曲状況・支持間隔	外観・寸法検査	
	電線、ケーブル工事	シースの損傷 接続箇所への緩み	成績書確認、敷設前清掃 ボルト増締後マーキング	
	避雷針工事	抵抗値、導体支持	抵抗測定・外観・寸法検査	
	照明工事	性能・動作・取付状況	成績書確認・照度テスト・外観	
機械設備工事	給水配管工事	支持間隔、水漏れ	外観、漏水、水圧テスト	
	排水配管工事	勾配・支持間隔・漏れ	外観、漏水、通水テスト	
	空調機工事	性能・動作・据付状況	成績書確認、室温テスト	
	衛生陶器取付工事	動作・取付状況・漏れ	外観、通水テスト	

### 3-2-4-6 資機材等調達計画

#### (1) 機材調達

機材・システムを供給するにあたり最も留意すべきことは、保守の方法と、「パ」国内での必要な部品や消耗品の調達状況である。機材の調達は本プロジェクト完成後における保守を考慮しなければならない。固体化電力増幅式気象ドップラーレーダーシステムで既に実用化され且つ技術が確立されており、観測精度、信頼性、耐久性が気象観測業務に耐えうるものとして確認されているシステムは、

日本製以外にはない。固体化電力増幅式気象ドップラーレーダーシステムの心臓部である送信装置は、平均故障間隔 (Mean Time Between Failure: MTBF) : 約 100,000 時間、平均修理時間 (Mean Time To Repair: MTTR) : 0.5 時間 (部品交換時間) として設計されている。また我が国の無償資金協力により途上国に整備された日本製気象レーダーシステムの殆どが、長年に渡り良好に稼働していることから、世界的にも日本製気象レーダーシステムに対する信頼度が高い。WMO も特に運用維持管理の面で問題が多い途上国においては、日本製気象レーダーシステムが最適であることを言及している。

「パ」国には、主なコンピューター機器製造メーカーの支社/現地法人があり、また代理店も多く存在する。そのためコンピューター機器の維持管理の容易さを考慮すると、「パ」国内の市場で販売されている機器を、本プロジェクトのコンピューターシステムや、その他の複雑なシステムに使用することが重要である。また機器の調達計画は可能な限りの機種の一統化、スペアパーツの調達と保守作業の容易さなどの視点で決定することが望ましい。

## (2) 建設資材

### 1) 建設資材調達方針

主要建設資材は現地調達が可能であるため、現地調達を基本とする。また ASEAN 諸国等から輸入された建設資材が現地市場に出回っており、容易に入手が可能であるため現地調達と見なす。施設完成後の維持管理の点でも有利であるため、現地調達可能な資材を積極的に活用する。

### 2) 建設資材調達計画

#### ① 建築躯体工事

普通ポルトランドセメントは「パ」国内で生産されており、一般に 50kg の袋詰めで供給されている。コンクリート用の粗骨材はイスラマバード近郊マルガラ地区の砕石場、細骨材はアトック近郊ローレンスプールから調達できる。鉄筋及び鋼材に関しては、「パ」国内で生産されており、調達可能である。また、コンクリートブロックも、現地製品が使用可能である。

#### ② 建築内外装工事

内外装資材の木材、タイル、塗料、ガラス、アルミ製品等は、現地製品及び輸入製品ともに市場に出回っており調達可能であるため、現地調達を原則とする。

#### ③ 空調衛生工事

外国製空調機器、換気ファン、ポンプ類、各種器具類、衛生陶器類は現地市場では一般的であ

るが、容量の大きな空調機器及び換気ファンも現地で調達可能である。

#### ④ 電気工事

現地製品及び輸入製品の照明器具、スイッチ類、ランプ、電線、ケーブル、配管材等が現地市場に出回っているため、維持管理を重視し現地調達を原則とする。配電盤、分電盤、制御盤等の注文生産品も、ASEAN 諸国等より輸入されたものが調達可能である。

表 62 主要建設資材調達計画表 建築工事

建設資材	現地事情		調達計画		
	状況(注)	輸入先	現地	第三国	日本
ポルトランドセメント	◎		◎		
砂・砂利	◎		◎		
鉄筋	◎		◎		
型枠(ベニヤ)	◎		◎		
コンクリートブロック	◎		◎		
アスファルト防水	△		◎		
木材	◎		◎		
アルミ製建具	△		◎		
鋼製建具	△		◎		
木製建具	◎		◎		
ドアハンドル、ロックセット	◎		◎		
フローレンジ	◎		◎		
普通ガラス	◎		◎		
ガラスブロック	◎		◎		
サイクロンガラス(合わせガラス)	◎		◎		
アクセスフロー(一般用)	◎		◎		
アクセスフロー(耐重用)	△		◎		
塗料	◎		◎		
石膏ボード(Tバー)	◎		◎		
セメントボード	◎		◎		
吸音板(Tバー)	◎		◎		
ガラスウール、グラスクロス	◎		◎		
カーペットタイル	△		◎		
PVC タイル	◎		◎		
磁器質タイル	◎		◎		
陶器質タイル	◎		◎		
床点検口	◎		◎		
流し台セット	◎		◎		
ルーフトレイン	◎		◎		
スチール製堅樋(溶融亜鉛メッキ)	◎		◎		
外構用コンクリート舗装ブロック	◎		◎		
吹付タイル塗装材	◎		◎		
コーキング	◎		◎		

注) ◎ 「バ」国の市場で入手が容易  
 △ 「バ」国の市場で入手可能だが種類・量が限られる  
 × 「バ」国の市場で入手困難

表 63 主要建設資材調達計画表 空調・衛生・電気設備工事

工事種別	建設資材	現地事情		調達計画		
		状況(注)	輸入先	現地	第三国	日本
空調設備	空調機	△		◎		
	全熱交換機	△		◎		
	換気機器	△		◎		
給排水・衛生設備	衛生陶器	◎		◎		
	配管材	◎		◎		
	消火器	◎		◎		
	揚水ポンプ	◎		◎		
	電気温水器	◎		◎		
電気設備	照明器具 (LEDを含む)	◎		◎		
	航空障害灯 (LED)	△	日本			◎
	盤類(操作回路)	△		◎		
	電線・ケーブル類	◎		◎		
	電線管(PVC)	◎		◎		
	電線管(金属管)	◎		◎		
	ケーブルラック	◎		◎		
	電話設備	△		◎		
	耐雷トランス	△	日本			◎
	AVR	△	日本			◎
	火災報知設備	◎		◎		
	ディーゼル発電機	◎		◎		
	避雷設備	◎		◎		

注) ◎ 「パ」国の市場で入手が容易  
 △ 「パ」国の市場で入手可能だが種類・量が限られる  
 × 「パ」国の市場で入手困難

### 3) 輸送計画

国際的な主要地から資機材を輸送する場合、「パ」国の主要港であるカラチ港まで海上輸送し、カラチ港にて陸揚げした後、各サイトまで陸路にて輸送する事となる。国際的な主要港からカラチ港までの、定期船の配船予定及び所要日数を下表に示した。

表 64 「パ」国 カラチ港への配船予定

国	出港地	配船予定数	所要日数
日本	横浜、東京、名古屋、神戸	約 6 船/週	約 30 日間
オーストラリア	シドニー	約 1 船/週	約 40 日間
EU 諸国	アントワープ、ロッテルダム、ハンブルグ等	約 2 船/週	約 40 日間
アメリカ合衆国	東海岸 (ニューヨーク)	約 1 船/週	約 22 日間
	西海岸 (ロングビーチ)	約 2 船/週	約 48 日間

#### <輸入免税手続>

「パ」国で輸入免税手続を行う場合には、下表に示した 2 段階の手続きを行う必要がある。必要書類を「パ」国連邦国税庁へ提出後、輸入品免税証明書の取得には最短で約 1 ヶ月間を要することから、可能な限り早い段階で手続きを開始することが重要である。



表 65 免税及び通関必要手続き

必要手続き	申請先	書類提出時期	必要期間	パキスタン気象局 (PMD) の必要提出書類	申請者
輸入品免税	財務省歳入庁 (FBR)	交換公文署名後 すぐ	1ヶ月	交換公文：1コピー	パキスタン 気象局 (PMD)
通関	税関	入港後すぐ	10日間	船積み書類 ・ 船積み送り状：1オリジナル ・ 船荷証券：1オリジナル ・ パッキングリスト：1オリジナル 財務省歳入庁発行の免税証明書：1コピー	

< 「パ」 国内の輸送 >

カラチ港で陸揚げされた機材は、ムルタン、イスラマバードの各サイトまで、最長で約 1,800km (4~5 日間) をコンテナトレーラーにて輸送する。道路の状態は悪くないものの、カラチからムルタンまでは、輸送途中の盗難等の危険が大きいことから、コンテナの状態のまま施錠し輸送する。また区間によっては、夜間走行を避ける等の対処が必要である。尚、気象データ用基幹通信システムは一旦イスラマバードへ輸送し、現地通信網による接続・動作確認を行った後に、国内宅配輸送会社を利用してギルギット、ラホール、ムルタン、カラチの各サイトへ輸送する。

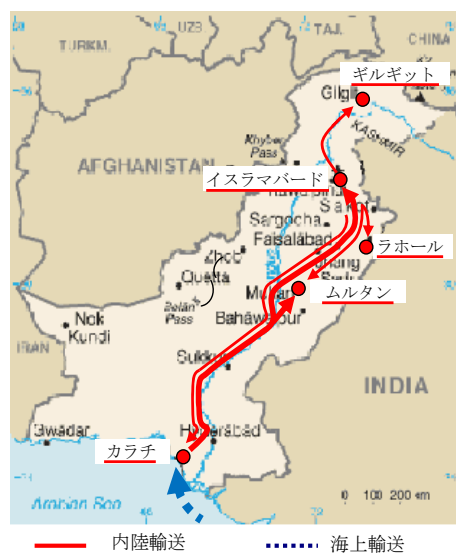


図 16 国内輸送ルート

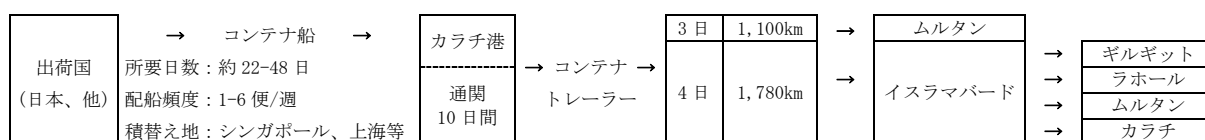


図 17 各サイトまでの輸送期間

3-2-4-7 初期操作指導・運用指導等計画

初期操作指導及び運用指導は、基本的に機材据付工事完了後に実施する。初期操作指導に関しては、実際の各システムの運用のシミュレーションを兼ねて実施する。

また気象レーダーシステムは、機材据付工事完了後では運用指導が出来ない項目もあるため、機材据付工事を通して配線、配管 (導波管)、ユニット交換・調整、送信機の放電方法等を PMD 技術者に対して指導を実施する。

初期操作指導及び運用指導を行うシステムと実施場所は次の通りである。

表 66 初期操作指導・運用指導等実施場所

内容	イスラマバード		ラホール		カラチ	ムルタン	ギルギット
	PMD イスラマバード本局	新ベンジルブット国際空港気象事務所	PMD ラホール地方気象センター	PMD ラホール洪水予報局	PMD カラチサイクロン警報センター	PMD ムルタン気象事務所	PMD ギルギット気象事務所
特別中期気象予報センター気象予報・開発システム ●コンピュータクラスター ●オペレーションコンソール ●コンピュータネットワーク装置 ●パワーバックアップ設備 ●ソフトウェア	○	-	-	-	-	-	-
気象データ用基幹通信システム ●コンピュータネットワーク装置 ●ソフトウェア	○	-	○	○	○	○	○
GTS メッセージスイッチシステム ●コンピュータネットワーク装置 ●ソフトウェア	○	-	-	-	-	-	-
Sバンド固体化電力増幅式気象ドップラーレーダーシステム ●電源設備 ●空中線設備 ●レーダー装置 ●気象データ伝送設備 ●コンピュータネットワーク装置 ●パワーバックアップ設備 ●ソフトウェア	○	-	-	-	-	-	-
気象レーダーデータ表示システム ●電源設備 ●コンピュータネットワーク装置 ●ソフトウェア	○	○	-	-	-	-	-
ウィンドプロファイラシステム ●電源設備 ●空中線設備 ●レーダー装置 ●気象データ伝送設備 ●コンピュータネットワーク装置 ●ソフトウェア	○	-	-	-	-	○	-

初期操作指導・運用指導以外にも、気象レーダーシステム据付工事期間（機材揚重及び各ユニット据付作業後）に、据付・調整作業を PMD 職員、コンサルタント及びコントラクターが共同で行う研修の実施が技術移転には極めて有効である。各ユニットを完全に据付け、配線、ソフトウェアインストール等をコントラクター側が全て実施した後に研修を行った場合、各ユニット内の配線経路やユニットの接続等、分解しないと見えない部位があり、深部の技術移転が困難となる。またソフトウェアインストールに関しても実際に自分達で行うことが習熟に繋がるため、繰り返し行うことが肝要である。故障時等には、PMD 技術者が分解やソフトウェアの再インストールをしなくてはならないケースも発

生ずることから、機材据付け時点でノウハウを伝授する。

### 3-2-4-8 ソフトコンポーネント計画

#### (1) ソフトコンポーネント

既設イスラマバード気象レーダーシステムは、アナログ気象レーダーシステムであるため、PMD イスラマバード技術職員は、コンピューターを含むデジタル機材には習熟しているものの、本プロジェクトで導入予定のデジタル固体化電力増幅式気象ドップラーレーダーシステムの運用維持管理の経験を有していない。また、SMRFC に導入される気象予報・開発システム（気象予報ガイダンス）により全球数値予報モデルのプロダクトを活用した気象予報ガイダンス（雨量、気温、湿度、風速）を実施するための経験と技術も不足している。そのため、導入される気象レーダーシステムの円滑な運用維持管理及び「パ」国国民への気象予報ガイダンスによる精度の高い中期気象予報の提供、そしてプロジェクト成果の持続性を最低限確保するため、本プロジェクト実施中において、ソフトコンポーネントを投入することが必要であると判断した。

#### (2) ソフトコンポーネントの目標

以下の4項目をソフトコンポーネントの目標とする。

- PMD 独自による点検、調整、軽微な故障の探究・処置・復旧（スペアパーツや消耗品の交換等）及び重大な故障発生時の適切な対応（コンサルタント及び製造メーカーへの情報伝達、技術アドバイス受領等）が実施される。
- 気象ドップラーレーダーシステムマニュアル概要及びレーダーシステム保守管理台帳を活用した、迅速且つ適切な気象レーダー運用・管理が実施される。
- 気象現象を的確に把握し、気象レーダー観測データを予報業務に活用するため、雨量強度及びドップラー速度観測のシーケンス・スケジュールに従った気象レーダー観測が実施される。
- 予報要素の気象学的特性を考慮し、要素別ガイダンスの作成が実施される。

#### (3) ソフトコンポーネントの成果

ソフトコンポーネントの成果は次表の通りである。

表 67 ソフトコンポーネントの成果

No.	活動（技術移転）項目	成果
1	気象ドップラーレーダー点検、調整、軽微な故障の探究・処置・復旧（スペアパーツや消耗品の交換等）及び重大な故障発生時の対応	PMD 独自による点検、調整、軽微な故障の探究・処理・復旧（a. 測定器類を用いた定期保守点検、b. 予備品の実機への組入れ（交換）及び動作確認、c. 故障探求・処置（スペアパーツや消耗品の交換等）・復旧確認作業）及び重大な故障発生時の対応（コンサルタント及び製造メーカーへの情報伝達、技術アドバイス受領等）を PMD 技術者が習得する
2	気象ドップラーレーダーシステムマニュアル概要及びレーダーシステム保守管理台帳を活用した迅速且つ適切な気象レーダー運用・管理	気象ドップラーレーダーシステムマニュアル概要及びレーダーシステム保守管理台帳を活用した、迅速且つ適切な運用・管理技術を PMD 技術者が習得する
3	雨量強度及びドップラー速度観測のシークエンス・スケジュールに従った気象レーダー観測	気象現象を的確に把握し、気象レーダー観測データを予報業務に活用するため、雨量強度及びドップラー速度観測のシークエンス・スケジュールに従った気象レーダー観測が開始される
4	観測値と数値予報結果を用いた気象予報ガイドランスの作成	予報要素の気象学的特性を考慮し、要素別ガイドランスの作成技術を PMD 技術者が習得する

(4) 成果達成度の確認方法

ソフトコンポーネントの成果達成度の確認方法は以下の通りである。

表 68 ソフトコンポーネントの成果達成度と測定方法

No.	活動項目	成果指標	確認方法
1	気象ドップラーレーダーの点検、調整、軽微な故障の探究・処置・復旧及び重大な故障発生時の対応	PMD 独自による点検、調整、軽微な故障の探究・処置・復旧及び重大な故障発生時の適切な対応が実施される	1) 測定器類を用いた定期保守点検、2) 予備品の実機への組入れ（交換）及び動作確認、3) 軽微な故障の探求・処置・復旧確認作業、4) 重大な故障発生時の対応に関する習熟度を確認する
2	気象ドップラーレーダーシステムマニュアル概要及びレーダーシステム保守管理台帳を活用した迅速且つ適切な気象レーダー運用・管理	気象ドップラーレーダーシステムマニュアル概要及びレーダーシステム保守管理台帳を活用した、迅速且つ適切な運用・管理が実施される	気象ドップラーレーダーシステムマニュアル概要の利用頻度及びレーダーシステム保守管理台帳の記載内容（各日、週、月）を確認する
3	雨量強度及びドップラー速度観測のシークエンス・スケジュールに従った気象レーダー観測	気象現象を的確に把握し、気象レーダー観測データを予報業務に活用するため、雨量強度及びドップラー速度観測のシークエンス・スケジュールに従った気象レーダー観測が実施される	雨量強度及びドップラー速度観測データより、観測シークエンス・スケジュールに沿った気象レーダー観測の実施を確認する
4	観測値と数値予報結果を用いた気象予報ガイドランスの作成	予報要素の気象学的特性を考慮し、要素別ガイドランスの作成が実施される	ガイドランス式の作成により、数値予報結果の系統的誤差が除去され、予測精度の向上（RMSE の減少等）を確認する。

(5) ソフトコンポーネントの活動（投入計画）

ソフトコンポーネントの活動（投入計画）は以下の通りである。

表 69 ソフトコンポーネントの活動(投入計画)

成果	必要とされる技術・業種	現況の技術と必要とされる技術レベル	ターゲットグループ	実施方法	実施リソース	成果品
成果 1: 気象ドップラーレーダー点検、調整、軽微な故障の探究・処置・復旧及び重大な故障発生時の対応	気象レーダー調整・故障探求を行える技術者を有する技術者	PMDには、デジタル気象レーダーシステムの調整・故障探求を実施した経験を有する技術者がいないことから、独自に調整・故障探求が実施できるレベルの技術が必要。	次表に示した通り	測定器類を用いた定期保守点検研修 納入された予備品の実機への組入れ(交換)及び動作確認研修 故障状態を想定し、故障探求・処置・復旧確認研修 重大な故障発生時の対応研修 実施手順書の作成	気象レーダー調整・故障探求技術担当コンサルタント: 1.17人月(現地技術移転期間: 35日) 直接支援型	測定器類を用いた定期保守点検実施手順書 予備品の実機への組入れ(交換)及び動作確認手順書 故障探求・処置・復旧確認手順書 重大な故障発生時の対応手順書
成果 2: 気象ドップラーレーダーシステムマニュアル概要及びレーダーシステム保守管理台帳作成	気象レーダー運用・管理を行える技術者を有する技術者	PMDには、デジタル気象レーダーシステムの運用・管理を行った経験を有する技術者がいないことから、気象ドップラーレーダーシステムマニュアル概要及びレーダーシステム保守管理台帳に沿った運用・管理が実施できるレベルの技術が必要。	次表に示した通り	PMD 技術者との技術ディスカッション 気象ドップラーレーダーシステムマニュアルから最重要部分の選出 気象ドップラーレーダーシステムマニュアル概要の作成 レーダーシステム保守管理台帳の作成 PMD 技術者による気象ドップラーレーダーシステムマニュアル概要及びレーダーシステム保守管理台帳の使用	気象レーダー運用・管理技術担当コンサルタント: 1.17人月(現地技術移転期間: 35日) 直接支援型	気象ドップラーレーダーシステムマニュアル概要 レーダーシステム保守管理台帳・システム障害/トラブルの発生日時 システム障害/トラブルの原因(異音、部分的な劣化、その他) 実施した復旧手順 交換した部品の名称及び数量 復旧/トラブルシューティングを行ったエンジニアの氏名
成果 3: 雨量強度及びドップラー速度観測のシークエンス・スケジュール作成	気象レーダー観測データよりクラッター及びブラインドエリアの特定が行え且つパキスタンの気象現象に即した観測のシークエンス・スケジュールの作成を行える技術者を有する技術者	PMDには、デジタル気象ドップラーレーダーシステムによりCAPPI観測を実施した経験を有する技術者がいないことから、雨量強度及びドップラー速度観測のシークエンス・スケジュールに関する技術を有していない。そのためレーダー観測シークエンス・スケジュールの重要性を認識し、作成ができる技術が必要。	次表に示した通り	PMD 予報官及び技術者との技術ディスカッション及び座学 気象ドップラーレーダーシステムのクラッター及び各アンテナ仰角時(0.5度間隔、1~3度間)のブラインドエリアの特定 各アンテナ仰角時(0.5度間隔、1~3度間)のブラインドエリア図の作成 雨量強度及びドップラー速度観測のシークエンス・スケジュールの作成 雨量強度及びドップラー速度観測のシークエンス・スケジュールに従った気象レーダー観測の実施	気象レーダー観測技術担当コンサルタント: 1.0人月(現地技術移転期間: 30日) 直接支援型	雨量強度及びドップラー速度観測のシークエンス・スケジュール
成果 4: 気象予報ガイドランスの作成	数値予報および気象予報ガイドランス作成技術を有する技術者	現地気象観測値、数値予報データの統計解析プログラムの作成・実行が出来ること。 Linuxの基本的な操作が出来ること。	次表に示した通り	予測要素について、気象特性理解のための解析およびディスカッション ガイドランスについての座学 ガイドランスプログラムの作成(研修および実習) 試験的運用及び精度検証(実習およびディスカッション) 精度結果の検討とガイドランスのチューニングの必要性についての検討	ガイドランス技術担当コンサルタント: 0.53人月(現地技術移転期間: 16日) 直接支援型	ガイドランスプログラム、精度検証資料

表 70 ターゲットグループ

成果 1 及び 2 のターゲットグループ		成果 3 及び 4 のターゲットグループ	
	人数		人数
主任技師	1	気象予報センター職員	15
電子技師	1	数値予報局	5
電子技師補	1		
機械工	4		
電子及び機械技師補助	8		
専門工補助	2		
プログラム補助	1		

(6) ソフトコンポーネントの成果品

ソフトコンポーネントの成果品は以下の通り。

表 71 ソフトコンポーネントの成果品(アウトプット)

資料名	提出時期	ページ数	
1) 測定器類を用いた定期保守点検、2) 予備品の実機への組入れ(交換)及び動作確認、3) 故障探求・処置・復旧確認作業実施手順書、4) 重大な故障発生時の対応手順書	技術移転実施後	20	
気象ドップラーレーダーシステムマニュアル概要		30	
レーダーシステム保守管理台帳		10	
雨量強度及びドップラー速度観測のシーケンス・スケジュール		10	
ガイダンスプログラム、精度検証資料		10	
資料名	内容	提出時期	ページ数
ソフトコンポーネント実施完了報告書	<ul style="list-style-type: none"> <li>活動計画と実績</li> <li>計画した成果と成果の達成度</li> <li>成果の達成度に影響を与えた要因</li> <li>効果の持続・発展のための今後の課題・提言等</li> <li>成果品一式</li> </ul>	ソフトコンポーネント実施完了時	50

3-2-4-9 実施工程

表 72 実施工程

月	1	2	3	4	5	6	7
実施設計							
詳細設計							
国内作業							
入札業務							

計：7.0ヶ月

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	
イスラマバード気象レーダー塔施設建設工事																																	
工事準備																																	
仮設・杭・土工事																																	
躯体工事																																	
仕上工事																																	
電気・空調・衛生設備工事																																	
外構工事																																	
機材調達																																	
機材製作																																	
機材輸送																																	
機材据付/調整																																	
ソフトコンポーネント																																	
ソフトコンポーネント (活動 No.1)																																	1.17人月
ソフトコンポーネント (活動 No.2)																																	1.17人月
ソフトコンポーネント (活動 No.3)																																	1.00人月
ソフトコンポーネント (活動 No.4)																																	0.53人月

計：17.0ヶ月

計：18.0ヶ月

### 3-3 相手国側分担事業の概要

日本国の無償資金援助による本プロジェクトの実施にあたり、「パ」国政府に要求される負担範囲は次の通りである。

表73 本プロジェクト実施に必要となる負担業務

No.	項目
一般項目	
1	「パ」国で必要な制度上、法律上の手続き全般
2	「パ」国で必要な環境影響評価手続き（必要に応じて）
3	本プロジェクトにおいて輸入される資機材に対する免税手続き及び陸揚げ港での通関手続きに必要な書類の通関業者/輸送業者（請負業者により雇用された）に対する提供
4	PMD イスラマバード本局において、本プロジェクトの実施に必要な、コンサルタントと請負業者に必要なインターネット接続が可能な作業スペースの提供
5	「パ」国以外の日本及び諸外国（従属国を含む）国籍を有する本プロジェクト実施に関与する人員のビザ発給の保証（期間延長を含む）及び必要な手続き等、「パ」国入国及び滞在に必要な事項
6	契約に基づいた製品やサービスの供給に関連した、被援助国で課される関税、内国税、その他の課税の免除
7	コンサルタント及び請負業者の支払授權書発行及び支払授權書修正（要請に応じて）のための銀行手数料の支払い
8	本プロジェクトの実施に必要な日本の無償資金が負担する以外の全ての費用負担
9	本プロジェクトの実施前及び実施期間中に、各サイト及び日本を含む諸外国国籍を有する本プロジェクトに任命された人員の安全確保
気象レーダー塔施設建設	
10	建設敷地整地
11	建設請負業者の事務所、作業場、建築資材倉庫等の仮設設備のため、各サイトにおいてスペースの提供
12	気象レーダー塔施設建設のスペース確保及び配置のため、PMD イスラマバード本局敷地内の既設施設の撤去
13	気象レーダー塔施設建設に必要な許可取得
14	イスラマバード気象レーダー塔施設に必要な、容量 100kVA の商用電源（400V、3 相 4 線、50Hz）の敷設
15	イスラマバード気象レーダー塔施設に対する商用電源供給に必要なステップダウントランスの設置
16	イスラマバード気象レーダー塔施設に必要な水道設備、電話設備、インターネット設備等の付帯設備
17	建設作業のための仮設（電気、水設備等）の提供
18	ガーデニング、フェンス、門、敷地境界壁、敷地内外の外部照明等の屋外施設
19	研修受講職員の派遣費用（日当、交通費、宿泊費等）
機材の設置作業	
20	機材の設置に必要な、既設の設備等の撤去、移転（必要に応じて）
21	設置作業中に必要となる資材、工具及び機材の仮設保管場所の提供及び配置
22	特別中期気象予報センターに必要な、容量 100kVA の商用電源（400V、3 相 4 線、50Hz）の敷設
23	特別中期気象予報センター及び各プロジェクトサイトにおいて必要となる VPN（Virtual Private Network）構築のための信頼性が高く且つ高速なインターネット環境の提供
24	PMD イスラマバード本局及びムルタン気象観測所に設置されるウィンドプロファイラシステムに必要な商用電源（400V、3 相 4 線、50Hz）の供給
25	気象レーダーシステム及びウィンドプロファイラシステムの周波数の取得
26	計画された IP アドレスの特別中期気象予報センター内の既設コンピューター機器への設定
27	保有するデータの新設コンピューター機器への移行（必要に応じて）
28	PMD が独自に入手したソフトウェアを PMD の責任により、新設コンピューター機器へインストール（必要に応じて）
29	供給される機材（PC 端末及び周辺機器）を設置するため、特別中期気象予報センター及び各プロジェクトサイト内での必要スペースの確保



30	既設コンピューター機器の移設・調整（必要に応じて）
31	研修受講職員の派遣費用負担（日当、交通費、宿泊費等）
本プロジェクト完了後	
32	既設の門、敷地境界壁、敷地内外の外部照明等の修理（要請に応じて）
33	機材の円滑な運用・維持管理に必要な職員の配置
34	機材の円滑な運用・維持管理に必要な予備部品や消耗品の調達
35	本プロジェクトで建設された気象レーダー塔施設が効率的に機能するための適切な運用・維持管理
36	本プロジェクトで建設された施設と調達機材の効果的利活用
37	適切な気象レーダー観測と予報業務に必要な予算と人員の確保
38	全てのオペレーション/アンチウイルス/アプリケーション・ソフトウェアの定期的なアップデート

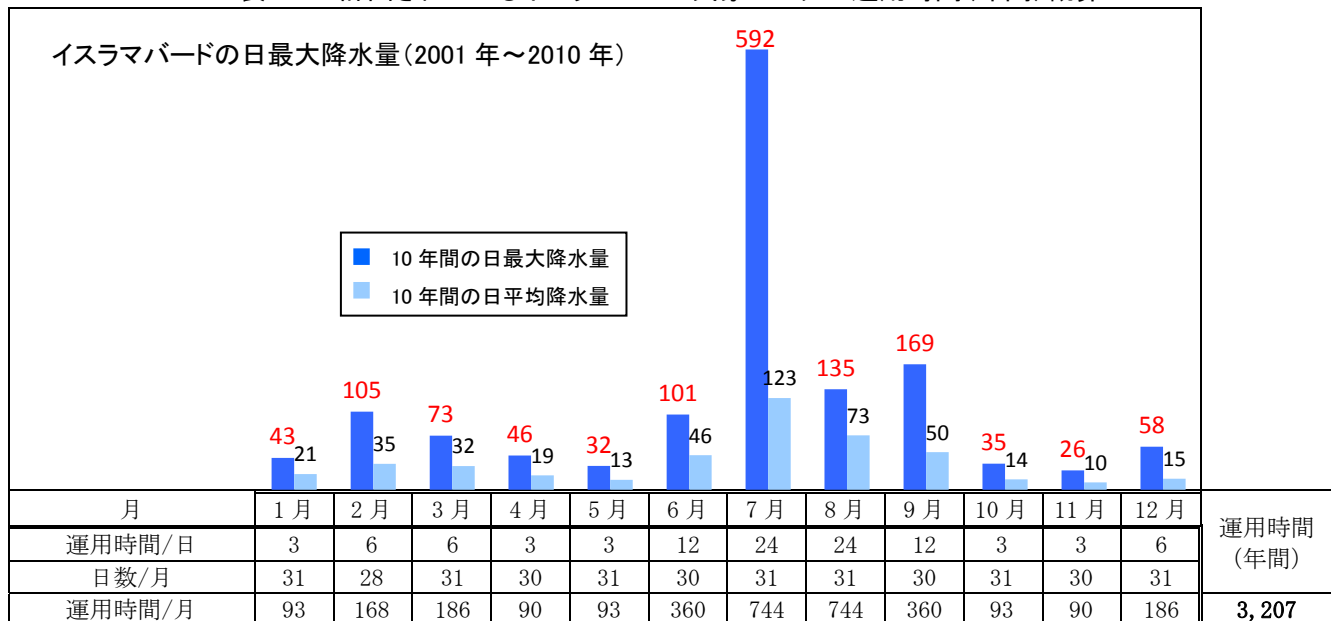
### 3-4 プロジェクトの運営・維持管理計画

#### (1) 機材の運営維持管理計画

##### 1) 気象レーダーの運用計画

本プロジェクト完工後の気象レーダーの運用を「パ」国のイスラマバードの降水現象に従い、以下のような計画とすることでPMDより合意を得た。

表 74 計画されているイスラマバード気象レーダー運用時間(年間)概算



##### 2) PMD 特別中期気象予報センター (SMRFC) 計画

PMDはSMRFCをイスラマバード本局内に設置し、中期予報(3～10日後まで)の実施を目指している。下表は、計画されている特別中期気象予報センターの組織図である。気象予報センターや数値

予報局等の5つのセクションに分かれ、副長官が取り纏めをすることとなっている。気象レーダーシステムの運用維持管理局も SMRFC に含まれる計画であり、PMD は、イスラマバード気象レーダーシステムの運用維持管理を実施する技術者を20人の体制とする計画である。

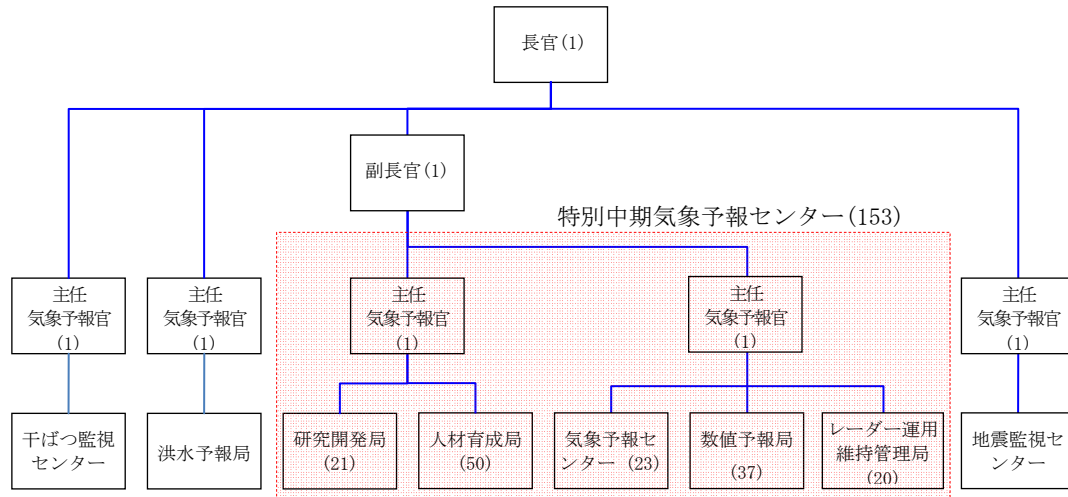


図 18 計画されている特別中期気象予報センター組織図

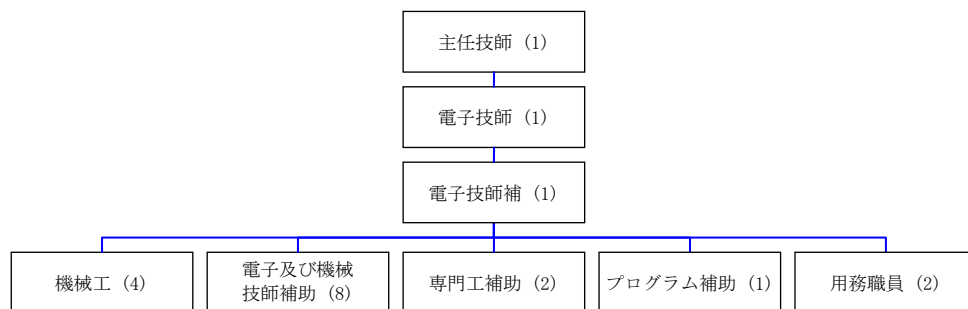


図 19 計画されている PMD イスラマバードの気象レーダー観測所組織図

### 3) 機材運用維持管理計画

機材運用維持管理を適切に実施するために以下の点を重点に行うことが重要である。

- スタッフへの技術訓練
- 問題・故障への対応方法の確立
- 部品及び消耗品の交換修理記録の徹底
- 定期的な部品交換やオーバーホールの実施
- 運用、管理体制の整備
- 技術的・財政的自立発展性の確保

(2) 施設の運営維持管理計画

PMD による気象レーダー塔の運用維持管理においては、①日常の清掃の実施、②磨耗・破損・老朽化に対する修繕、③安全性と防犯を目的とする警備の 3 点が中心となる。日常の清掃の励行は、施設利用者である職員の勤務態度に好影響を与え、施設・機材の取り扱いも丁寧になる。更に、機材の性能をより長く維持するためにも重要である。又、破損・故障の早期発見や初期修繕につながり、設備機器の寿命を延ばす事にもなる。

気象レーダー塔定期点検の概要は、一般的に以下の通りである。

表 75 施設定期点検の概要

	各部の点検内容	点検回数
外部	<ul style="list-style-type: none"> <li>・外壁の補修・コーキング・塗り替え</li> <li>・屋根の点検、補修</li> <li>・樋・ドレイン廻りの定期的清掃</li> <li>・外部建具廻りのシール点検・補修</li> <li>・マンホール等の定期的点検と清掃</li> </ul>	補修 1 回/5 年、塗り替え 1 回/15 年 点検 1 回/年、補修随時 1 回/月 1 回/年 1 回/年
内部	<ul style="list-style-type: none"> <li>・内装の変更</li> <li>・間仕切り壁の補修・塗り替え</li> <li>・建具の締まり具合調整</li> </ul>	随時 随時 1 回/年、その他随時

建築設備については、故障の修理や部品交換などの補修に至る前の、日常の「予防的メンテナンス」が重要である。設備機器の寿命は、運転開始時間の長さに加えて、正常操作と日常的な点検・給油・調整・清掃などにより、確実に伸びるものである。これらの日常点検により故障の発生を未然に予防することができる。定期点検ではメンテナンス・マニュアルに従って、消耗部品の交換やフィルターの洗浄を行う。

更にメンテナンス要員による日常的な保守点検を励行するなどの維持管理体制作りが肝要である。主要機器の一般的耐用年数については次の通りである。

表 76 設備機器の耐用年数

	設備機器の種別	耐用年数
電気関係	<ul style="list-style-type: none"> <li>・配電盤</li> <li>・LED 灯 (ランプ)</li> <li>・蛍光灯 (ランプ)</li> </ul>	20 年～30 年 20,000 時間～60,000 時間 5,000 時間～10,000 時間
給排水設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>・配管・バルブ類</li> <li>・衛生陶器</li> </ul>	15 年 25 年～30 年
空調設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>・配管類</li> <li>・空調機・排気ファン類</li> </ul>	15 年 15 年

### 3-5 プロジェクトの概略事業費

#### 3-5-1 協力対象事業の概略事業費

##### 1) 日本国側負担経費

施工・調達業者契約認証まで非公表

##### 2) 「パ」国側負担経費

概算総「パ」国側負担初度経費：約 65 百万円

PMD による経費負担の実績と合意に従い、本プロジェクト実施に必要な初度経費を次のように算出した。

表 78 パキスタン政府/PMD が既に負担した初度経費の概算

No.	費目	初度経費 (ルピー)
1	2 階建て施設の建設費 (特別中期気象予報センター)	15,938,000
2	特別中期気象予報センターの PC ターミナル及び周辺機器購入費	7,687,000
3	雑費 (電気代、燃料費等)	1,613,000
4	人件費 (職員給料、手当等)	881,000
5	車輛購入費 (1 台)	1,400,000
6	図書購入費	40,000
7	その他経費	90,000
	合計	27,649,000

表 79 パキスタン政府/PMD が負担する初度経費の概算

No.	費目	初度経費 (ルピー)
1.	コンサルタント及び請負業者の支払授權書発行及び支払授權書修正(要請に応じて)のための銀行手数料の支払い	8,700,000
2.	イスラマバード気象レーダー塔施設に必要な、容量 100kVA の商用電源(400V、3相4線、50Hz)の敷設	300,000
3.	イスラマバード気象レーダー塔施設に対する商用電源供給に必要なステップダウントランスの設置	1,800,000
4.	イスラマバード気象レーダー塔施設に必要な水道設備	100,000
5.	特別中期気象予報センターに必要な容量 100kVA の商用電源(400V、3相4線、50Hz)の敷設	300,000
6.	特別中期気象予報センター及び各プロジェクトサイトにおいて必要となる VPN (Virtual Private Network) 構築のための信頼性が高く且つ高速なインターネット環境の提供	1,000,000
7.	PMD イスラマバード本局に設置されるウィンドプロファイラシステムに必要な商用電源(400V、3相4線、50Hz)の供給	300,000
8.	ムルタン気象観測所に設置されるウィンドプロファイラシステムに必要な商用電源(400V、3相4線、50Hz)の供給	300,000
9.	研修受講職員の派遣費用(日当、交通費、宿泊費等)	500,000
10.	図書購入、燃料費、電話代、申請手数料(気象レーダーシステムの周波数及びウィンドプロファイラシステムの周波数の取得、気象レーダー塔施設建設に必要な許可取得)等の雑費	2,500,000
11.	人件費(職員給料、手当等)	16,033,000
	合計	31,833,000

### 3) 積算条件

- ① 積算時点 : 平成 25 年 11 月
- ② 為替交換レート : 1 US\$ = 99.27 円  
: 1 PKR = 1.094 円
- ③ 詳細設計及び工事の期間 : 業務実施工程表に示した通りである。
- ④ その他 : 本プロジェクトは、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。

### 3-5-2 運営・維持管理費

#### (1) 本プロジェクトの実施により発生する「パ」国側の運用維持管理費

本プロジェクトが無償資金協力によって実施される場合の、インフレーション 5%を加味し、プロジェクト完工後 1 年目から 10 年目までに調達されるシステムの運用維持管理コストを算出した。

運用・維持管理コストは、以下の状況下での概算である。



表 82 運用維持管理コスト:PMD カラチサイクロン警報センター

維持管理費概算													
装置名	詳細項目	員数	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	備考
1 小型無停電電源装置	バッテリー	2	0	0	22,100	0	0	25,500	0	0	29,500	0	3年ごとに交換
小計 (ルピー)			0	0	22,100	0	0	25,500	0	0	29,500	0	
その他必要経費													
項目	詳細	員数	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	備考
1 電気代		1	17,844	18,736	19,673	20,657	21,689	22,774	23,913	25,108	26,364	27,682	*1
2 インターネット使用料	インターネット接続	1	96,000	100,800	105,840	111,132	116,689	122,523	128,649	135,082	141,836	148,928	
小計 (ルピー)			113,844	119,536	125,513	131,789	138,378	145,297	152,562	160,190	168,200	176,610	
合計 (ルピー)			113,844	119,536	147,613	131,789	138,378	170,797	152,562	160,190	197,700	176,610	
合計 (円)			¥97,303	¥102,168	¥126,165	¥112,640	¥118,272	¥145,980	¥130,395	¥136,915	¥168,974	¥150,949	
年間の電気代算出													
年間使用電力量 (機材)			(kWh)	2,171 (実消費量の75%、25%は太陽光発電により補填)							電気代 =	8.22	PKR/kWh
*1	商用電気代		(PKR)	17,844							通貨レート	1.17	PKR/JPY

表 83 運用維持管理コスト:新ベナジルブット国際空港気象事務所、PMD ラホール地方気象センター、PMD ラホール洪水予報局、PMD ギルギット気象事務所

維持管理費概算													
装置名	詳細項目	員数	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	備考
1 小型無停電電源装置	バッテリー	1	0	0	11,000	0	0	12,800	0	0	14,800	0	3年ごとに交換
小計 (ルピー)			0	0	11,000	0	0	12,800	0	0	14,800	0	
その他必要経費													
項目	詳細	員数	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	備考
1 電気代		1	9,854	10,347	10,864	11,407	11,978	12,577	13,205	13,866	14,559	15,287	*1
2 インターネット使用料	インターネット接続	1	96,000	100,800	105,840	111,132	116,689	122,523	128,649	135,082	141,836	148,928	
小計 (ルピー)			105,854	111,147	116,704	122,539	128,667	135,100	141,854	148,948	156,395	164,215	
合計 (ルピー)			105,854	111,147	127,704	122,539	128,667	147,900	141,854	148,948	171,195	164,215	
合計 (円)			¥90,474	¥94,997	¥109,149	¥104,734	¥109,972	¥126,410	¥121,243	¥127,306	¥146,321	¥140,355	
年間の電気代算出													
年間使用電力量 (機材)			(kWh)	1,199 (実消費量の75%、25%は太陽光発電により補填)							電気代 =	8.22	PKR/kWh
*1	商用電気代		(PKR)	9,854							通貨レート	1.17	PKR/JPY

本プロジェクトが無償資金協力によって実施される場合の、プロジェクト全体の年間運用維持管理コスト概算を以下のように算出した。

プロジェクト全体の年間運用維持管理コスト概算：約1千7百万円

表 84 パキスタン政府/PMD が負担するプロジェクト全体の年間運用維持管理コストの概算

No.	費目	初度経費 (ルピー)
1	職員給料及び手当	10,700,000
2	電気代	1,950,000
3	水道及びガス代	400,000
4	電話、FAX、専用回線、インターネット使用料等	1,500,000
5	スペアパーツと機材消耗品購入費、特別メンテナンス費等	900,000
6	レドームコーキング補修費、殺虫・殺鼠対策費等	450,000
7	消耗品及び事務用品購入費等	100,000
8	図書及び雑誌購入費	35,000
9	予備費	300,000
10	ディーゼル発電機及び車輛等の燃料費	1,000,000
合計		17,335,000

(2) 予算の推移の傾向と本プロジェクトの運用維持管理費

試算されたプロジェクトの運用維持管理費の確保には、国家経済評議会執行委員会（ECNEC）による PC-1 フォームの承認が不可欠であるとともに、その後、プロジェクト完了直後に PC-4 フォームが承認されれば、運用維持管理に必要となる予算は、問題なく確保できる。本プロジェクトの場合、PC-1 フォーム内に記載されている予算額と本プロジェクトの援助額、計画機材項目と本プロジェクトの対象となった機材項目が異なることから、PC-1 フォーム（改訂版）の再承認が必要となる。「パ」国側は、交換公文締結前に再承認を得る計画をしている。また PMD の監督官庁である内閣府航空局及び援助機関との連絡機関である経済・統計省、経済課（Economic Affairs Division : EAD、Ministry of Economic Affairs and Statistics）も、準備調査団に対して必要な予算を手当てする旨を確約している。以下に PMD の予算推移を示した。

表85 PMDの年間予算推移

会計年	予算 (1,000ルピー)	前年度比 (%)
2008	394,991	-
2009	417,880	105.8
2010	451,327	108.0
2011	578,825	128.3
2012	680,347	117.5

プロジェクト実施・開発費は、PC-1 の承認により配分されるプロジェクト実施及び開発に必要となる特別予算であるため  
含んでいない