

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

カラチ気象レーダー整備計画

準備調査報告書

(簡易製本版)

平成 27 年 2 月

(2015 年)

独立行政法人国際協力機構

(JICA)

一般財団法人 日本気象協会

株式会社 国際気象コンサルタント

環境
JR
15-008

## 序 文

独立行政法人国際協力機構は、パキスタン・イスラム共和国のカラチ気象レーダー整備計画にかかる協力準備調査を実施することを決定し、同調査を一般財団法人日本気象協会及び株式会社国際気象コンサルタント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26年1月から平成26年6月までパキスタン国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27年2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

世界有数の自然災害多発国であるパキスタン国（以下「パ」国）は、北部に8,000メートル級の高い山々がそびえ、インダス川が国土の中央を縦断していることから、一度大雨が降ると、洪水や鉄砲水、地滑り等の災害が発生しやすい。また、アラビア海に面している南部沿岸部は、数年に一度の割合でサイクロンが襲来し、暴風や高潮等による被害を受ける。これらの気象災害は、「パ」国民の尊い命や財産を多数奪っており、社会経済発展の停滞を招いている。最近では、2010年にインダス川大洪水（死者・行方不明者1,985人、被災者2,000万人超）、2011年に南部シンド州を中心とした洪水（死者・行方不明者500人超、被災者約500万人）が発生し、いずれも近年稀にみる甚大な規模であった。南部ではインダス川大洪水の被害から復興するさなかの2011年に新たな洪水が発生したため、被害が広がり、農業や畜産業等は壊滅的な打撃を受けた。

「パ」国政府は、自然災害に対する防災体制強化に向けて、国家防災管理令の公布、防災行政の中心となる国家防災管理庁（National Disaster Management Authority）の設置や、我が国の支援による「国家防災管理計画」の策定等、国を挙げた取り組みを行っている。「国家防災管理計画」では、適正な予警報システムの構築・維持を目的とした「マルチハザード早期予警報計画」が策定されている。その計画実施のためには、防災行政を行う人材の育成及び住民への防災知識の普及啓発、洪水制御施設の整備等に加え、災害管理体制の中核に位置し、洪水・サイクロン等の観測及び予警報を担っているPMDの観測・予報能力の向上がキーポイントとなる。

現在、「パ」国には、我が国の無償資金協力により整備された4基の気象レーダーシステム（イスラマバード、カラチ、デラ・イスマイル・カーン及びラヒムヤル・カーン）がある。ネットワーク化されたこれらの気象レーダーシステムは、「パ」国全土の約80%、且つ全人口の90%以上が居住する地域の雨量観測を可能とし、PMDの観測・予報能力の向上に寄与している。このうち、今回「パ」国政府により更新の要請があったカラチ気象レーダーシステムは、1991年に整備され、「パ」国南部における降水現象や、アラビア海及びベンガル湾で発生するサイクロンの早期観測に貢献してきた。しかしながら、運用開始から既に20年以上が経過し老朽化が進んでおり、PMDのレーダー技術者によって適切な維持管理が行われてきたものの、数年で稼働が停止する可能性が高くなっている。また多くの部品がアナログからデジタルに代わり、レーダーメーカー側による消耗品やスペアパーツの供給が困難であるため、一度故障が発生すると、復旧は極めて難しい状況である。そのため、恒久的な対策として、カラチ気象レーダーシステムの更新は喫緊の課題であるものの、施設建設及び機材調達・据付け等に必要となる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ことから、「パ」国政府は、2012年に「カラチ気象レーダー整備計画」実施のための無償資金協力を我が国政府に要請した。

これを受け、日本国政府は準備調査の実施を決定し、独立行政法人国際協力機構（Japan

International Cooperation Agency: JICA) は 2014 年 1 月 18 日から 2 月 14 日に「カラチ気象レーダー整備計画準備調査」を実施し、プロジェクトの現地調査、関連資料等をもとに、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、最適な機材内容、規模・数量を検討した。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。

これを基に JICA は、2014 年 5 月 24 日から 6 月 12 日まで準備調査報告書（案）説明調査団を「パ」国に派遣し、準備調査報告書（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	PMD 本局イスラマバード国家気象予報センター	PMD カラチ	カラチ国際空港気象事務所	新バナジル・ブット国際空港気象事務所	PMD ラホール洪水予報部
機材調達・据付					
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（バックアップシステム、耐雷設備、メンテナンス用機器及びスペアパーツ等を含む）	-	1 基	-	-	
気象レーダーデータ表示システム	1 式	2 式 (PMD カラチ気象レーダー塔施設及び熱帯サイクロン警報センター)	1 式 (イスラマバード及びカラチレーダープロダクト表示用)	1 式 (カラチレーダープロダクト表示用)	1 式
施設建設					
気象レーダー塔施設建設	-	1 棟	-	-	-
技術研修	業者契約に含まれる初期操作指導				
ソフトコンポーネント					

なお、本プロジェクトの工期は、約 37 ヶ月（実施設計：約 7 ヶ月、建設工事：約 17 ヶ月、機材調達及び据付工事：約 18 ヶ月）と見込まれる。

近年「パ」国では、地球温暖化に伴う気候変動の影響が顕著となってきており、洪水等の気象災害が多発している。これは、アラビア海の海水温の上昇が、モンスーンの活発化やサイクロンの発生頻度・強度の増加を引き起こしていることが一因であると考えられる。今後も気候変動により、「パ」国では異常気象が発生し、気象災害が増加することが予測されている。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」国への影響は大きく現れると想定される。そのため恒久的な対策として既設カラチ C バンド気象レーダーシステムを固体化電力増幅式 S バンド気象ドップラーレーダーシステムに更新することにより、PMD の気象観測・気象予報・予警報発信能力を一層向上させ、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。

サイクロンや降水等の自然災害により人的、社会経済的に甚大な被害を被ってきた「パ」国の歴史と、今後発生するであろう気象災害に対して、本プロジェクトは災害被害の軽減を通じて、広く人々の生活向上及び社会経済全体に寄与するものである。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。以上の内容により、本プロジェクトの効果や先方の組織能力等も総合的に検討した結果、本プロジェクトは妥当性が高く、有効性も見込まれるため、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

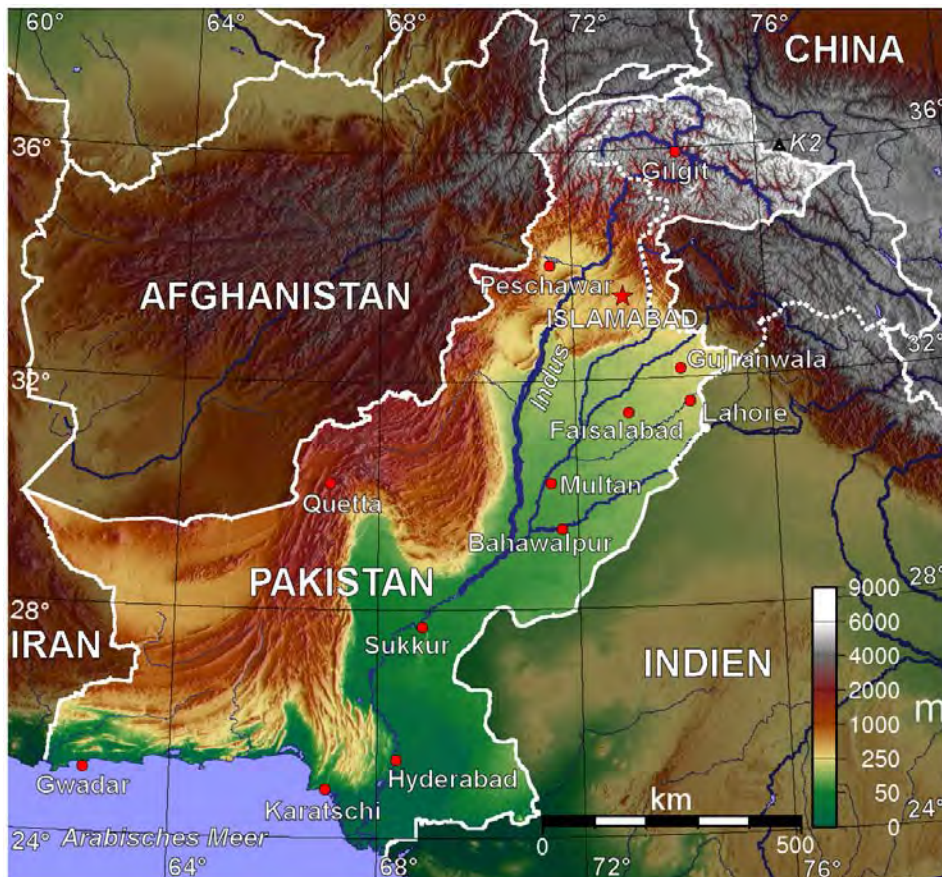
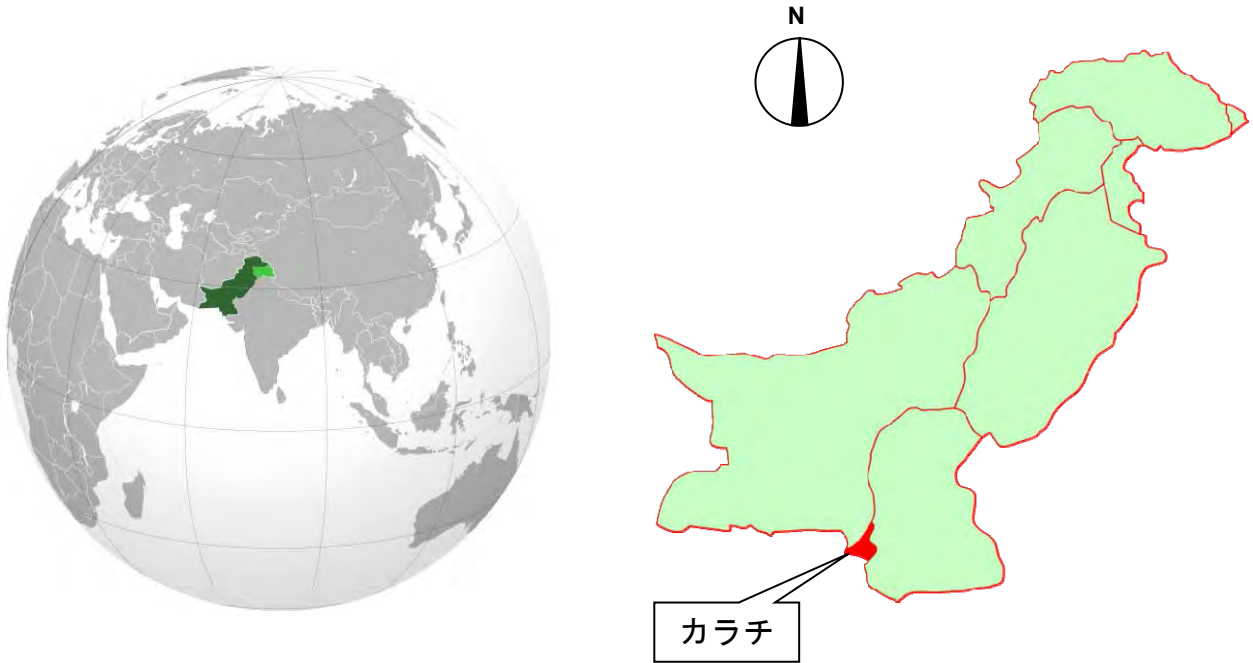
略語集

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 - 5
1-1-3 開発計画.....	1 - 6
1-1-4 社会経済状況.....	1 - 6
1-2 無償資金協力の背景・経緯及び概要.....	1 - 7
1-3 我が国の援助動向.....	1 - 8
1-4 他ドナーの援助動向.....	1 - 8
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 - 6
2-1-3 技術水準.....	2 - 6
2-1-4 既存施設及び機材.....	2 - 8
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 - 11
2-2-3 環境社会配慮.....	2 - 15
2-3 その他.....	2 - 15
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 - 38
3-2-4	施工計画／調達計画	3 - 60
3-2-4-1	施工方針／調達方針	3 - 60
3-2-4-2	施工上／調達上の留意事項	3 - 60
3-2-4-3	施工区分／調達・据付区分	3 - 61
3-2-4-4	施工監理計画／調達監理計画	3 - 63
3-2-4-5	品質管理計画	3 - 63
3-2-4-6	資機材等調達計画	3 - 64
3-2-4-7	初期操作指導・運用指導等計画	3 - 68
3-2-4-8	ソフトコンポーネント計画	3 - 69
3-2-4-9	実施工程	3 - 73
3-3	相手国側分担事業の概要	3 - 74
3-4	プロジェクトの運営・維持管理計画	3 - 75
3-5	プロジェクトの概略事業費	3 - 77
3-5-1	協力対象事業の概略事業費	3 - 77
3-5-2	運営・維持管理費	3 - 78
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 - 2
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 - 5
	〔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
6.	参考資料	資6 - 1



■ パキスタン・イスラム共和国





カラチ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	熱帯収束帯 (ITCZ) の位置図	1 - 1
図-2	州ごとの洪水による死者数 (2010~2012 年)	1 - 2
図-3	2011 年のモンスーン低気圧の経路	1 - 2
図-4	2012 年のモンスーン低気圧の経路	1 - 2
図-5	サイクロンの発生地域及び進路	1 - 3
図-6	シンド州における 50mm/日以上、100mm/日以上、150mm/日以上 の経年変化 (1965 年以降の 5 年毎の統計、但し 2010~11 年は 2 年間)	1 - 4
図-7	アラビア海のサイクロンの階級別発生数 (1981~2010 年)	1 - 4
図-8	「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-9	内閣府 航空部組織構成	2 - 1
図-10	PMD 組織図	2 - 1
図-11	PMD カラチ組織図	2 - 2
図-12	「パ」国の気象レーダー観測網	2 - 2
図-13	PMD カラチ TCWC の担当海域である Met Area IX	2 - 5
図-14	カラチ及びパスニにおける月別平均降水量 (1981~2010 年)	2 - 11
図-15	PC-1 フォームの承認	2 - 15

## 第3章 プロジェクトの内容

図-16	カラチ気象レーダーシステムの最大探知範囲及び観測データ処理範囲と PMD カラチ熱帯 サイクロン警報センター既設自動気象観測システム (AWS) 網	3 - 10
図-17	気象レーダー観測データと PMD 気象情報発信のフローチャート	3 - 11
図-18	PMD カラチ気象観測・データ通信ネットワーク概要図	3 - 12
図-19	計画されているカラチ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 - 19
図-20	気象レーダー観測の障害となる既設建築物の位置図 (PMD カラチ周辺)	3 - 20
図-21	「パ」国地震ゾーン分け地図	3 - 24
図-22	輸送ルート	3 - 68
図-23	各サイトまでの輸送期間	3 - 68
図-24	計画されている PMD カラチ気象レーダー観測所組織図	3 - 75

## 第4章 プロジェクトの評価

図-25	「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 - 1
------	---------------------------------	-------

## 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-2
-----	----------------------	------

### 第1章 プロジェクトの背景・経緯

表-2	「パ」国に接近・上陸したサイクロンと被害状況	1 - 3
表-3	概略設計の対象となった機材及び施設の概要	1 - 7
表-4	我が国の無償資金協力の実績（気象分野）	1 - 8
表-5	我が国の技術協力・有償資金協力の実績（気象分野）	1 - 8
表-6	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

表-7	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 - 3
表-8	PMD カラチ熱帯サイクロン警報センター（TCWC）のシフト体制	2 - 3
表-9	PMD カラチ熱帯サイクロン警報センター（TCWC）のシフトスケジュール	2 - 3
表-10	緊急時のPMD カラチ熱帯サイクロン警報センター（TCWC）職員の移行	2 - 3
表-11	PMD が発表する天気予報	2 - 4
表-12	PMD が提供している特別気象サービス	2 - 4
表-13	PMD が発表する警報／注意報	2 - 4
表-14	PMD カラチ熱帯サイクロン警報センター（TCWC）が発表する天気予報	2 - 4
表-15	PMD カラチ熱帯サイクロン警報センター（TCWC）から発表される サイクロン情報	2 - 5
表-16	カラチ気象レーダー観測所の勤務体制	2 - 5
表-17	PMD の年間予算	2 - 6
表-18	PMD の年間予算内訳	2 - 6
表-19	気象レーダーシステム点検簿の項目	2 - 7
表-20	機材付帯設備機器の定期点検・清掃項目	2 - 7
表-21	カラチ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 - 9
表-22	カラチ既設気象レーダー塔施設の現状と構造検討結果	2 - 9
表-23	サイト位置情報	2 - 10
表-24	PMD が利用しているインターネット回線	2 - 10
表-25	商用電源安定度（電源品質アナライザーによる）	2 - 11
表-26	「パ」国南部の代表的な降水現象カレンダー	2 - 12
表-27	陸上地形測量	2 - 14
表-28	地質調査	2 - 14

表-29	カラチ気象レーダー塔施設建設候補地のボーリング調査結果一覧	2 - 14
表-30	PC フォームの種類と目的	2 - 15

### 第3章 プロジェクトの内容

表-31	カラチ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	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 - 7
表-34	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 - 8
表-35	基本機能として備える必要のある表示・出力情報機能	3 - 9
表-36	主要機材リスト	3 - 13
表-37	カラチ気象レーダー塔施設建設予定敷地状況	3 - 18
表-38	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 - 17
表-39	気象レーダー観測の障害となる既設建築物／工作物 (2014年1月現在)	3 - 19
表-40	外部仕上、内部仕上の材料、工法	3 - 22
表-41	外部仕上、内部仕上の材料の採用理由	3 - 22
表-42	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 - 23
表-43	気象レーダー塔の特殊固定荷重	3 - 23
表-44	電力引込設備	3 - 25
表-45	自家発電機設備	3 - 25
表-46	幹線・動力設備	3 - 25
表-47	各室の照度基準	3 - 25
表-48	消火器	3 - 27
表-49	空調設備を設置する室	3 - 28
表-50	日本国無償資金協力と「パ」国側の施工区分	3 - 61
表-51	品質管理計画	3 - 64
表-52	主要建設資材調達計画表 建築工事	3 - 66
表-53	主要建設資材調達計画表 空調・衛生・電気設備工事	3 - 67
表-54	日本から「パ」国のカラチ港への配船予定	3 - 67
表-55	免税及び通関必要手続き	3 - 68
表-56	初期操作指導・運用指導等実施場所	3 - 68
表-57	ソフトコンポーネントの成果	3 - 70
表-58	ソフトコンポーネントの成果達成度と確認方法	3 - 70
表-59	ソフトコンポーネントの活動 (投入計画)	3 - 71
表-60	ソフトコンポーネントのターゲットグループ	3 - 72
表-61	ソフトコンポーネントの成果品 (アウトプット)	3 - 72
表-62	実施工程	3 - 73
表-63	本プロジェクト実施に必要な負担業務	3 - 74

表-64	計画されているカラチ気象レーダー運用時間（年間）概算 .....	3 - 75
表-65	施設定期点検の概要 .....	3 - 76
表-66	設備機器の耐用年数 .....	3 - 77
表-67	日本国側負担経費 .....	3 - 77
表-68	「パ」国政府/PMD が負担する初度経費の概算 .....	3 - 77
表-69	運用維持管理コスト：PMD イスラマバード本局 .....	3 - 79
表-70	運用維持管理コスト：PMD カラチ熱帯サイクロン警報センター .....	3 - 79
表-71	「パ」国政府/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 - 80
表-72	PMD の年間予算推移 .....	3 - 80

#### 第4章 プロジェクトの評価

表-73	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-74	成果指標 .....	4 - 5

## 略 語 集

AWS :Automatic Weather Observation System	自動気象観測システム
EAD :Economic Affairs Division	経済・統計省経済課
FAB :Frequency Allocation Board	周波数割当委員会
GMDSS :Global Maritime Distress and Safety System	世界海洋遭難安全システム
INMARSAT :International Maritime Satellite	インマルサット
ITCZ :Inter Tropical Convergence Zone	熱帯収束帯
JICA :Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
NDMA :National Disaster Management Authority	国家防災管理庁
NWFC :National Weather Forecasting Center	国家気象予報センター
PMD :Pakistan Meteorological Department	パキスタン気象局
TCWC :Tropical Cyclone Warning Center	熱帯サイクロン警報センター
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、洪水、土砂災害、サイクロン、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。特に洪水は、インダス川が国土を縦断して流れていることもあり、自然災害の中で最も発生頻度が高く、その被害が「パ」国全土に及ぶことも少なくない。最近では、2010年、2011年、2012年と連続して大規模な洪水が発生し、「パ」国史上最悪の洪水となった2010年のインダス川大洪水では、死者・行方不明者1,985人、被災者2,000万人超、総額95億ドルの被害が発生した。またアラビア海に面している「パ」国南部には、サイクロンが2～3年に1個の割合で接近／上陸し、暴風雨や高潮等の被害をもたらしている。これらの自然災害は、「パ」国民の尊い命や財産を多数奪っており、社会経済発展の停滞を招いている。

「パ」国の降雨のほとんどは、モンスーン期（6月～10月）にもたらされるが、赤道をまたいで北上及び南下する熱帯収束帯（Inter Tropical Convergence Zone：ITCZ）と呼ばれる大規模な現象が関係している。ITCZは平均的にみると、図に示すように1月には南インド洋まで南下するが（青）、5月から北インド洋へと北上を始め、7月には最も北に位置してパキスタン上空にかかる（赤）。このため「パ」国では、7～8月がモンスーン期の最盛期となり、ITCZの積乱雲群が集中的な豪雨をもたらす。

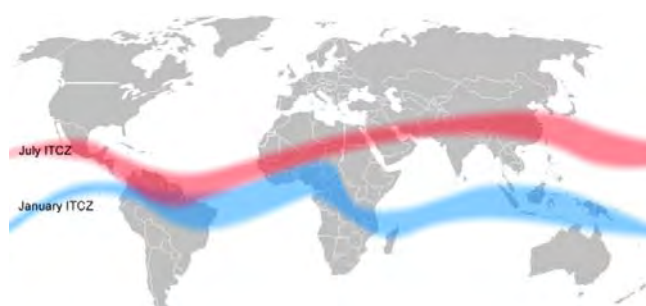


図1 熱帯収束帯(ITCZ)の位置図

サイクロンは、ITCZが海上の低緯度にある季節にITCZ上に発生し、「パ」国へ襲来するため、「パ」国のサイクロンシーズンは5、6月と10、11月となる。自然災害軽減のためには、これらの気象現象を気象レーダーシステムでいち早く捉え、PMDの予報精度を向上させることが必要不可欠である。カラチ気象レーダーシステムは、サイクロンをはじめとする「パ」国南部で発生する気象災害の軽減に重要な役割を担っているが、老朽化による機能不全が続いている。数年で稼働が完全停止する可能性があり、恒久的対策として同レーダーシステムの更新は喫緊の課題である。

### <「パ」国南部の気象災害>

「パ」国南部の気象災害は、主にモンスーン期の洪水及びサイクロンによる被害がある。モンスーン期の洪水は、北部で降った大雨がインダス川に流入して発生するパターンと、南部自体に降った大雨が原因となるパターンがある。次の図は、洪水による死者数を州ごとに示したものである。2010

年の洪水は前者のパターンで発生したため、被害は南部のみならず全国に及んだ。一方、2011年と2012年の洪水はいずれも後者が原因で、被害は南部のシンド州及びバローチスタン州に集中した。2011年と2012年に洪水をもたらした大雨は、以下の図に示したように、ベンガル湾からインドを横切って西進してくるモンスーン低気圧が大きく起因している。モンスーン低気圧は、一般的にインド横断中に衰弱するが、アラビア海からの湿った南風を受け勢力を回復して「パ」国まで西進を続ける。

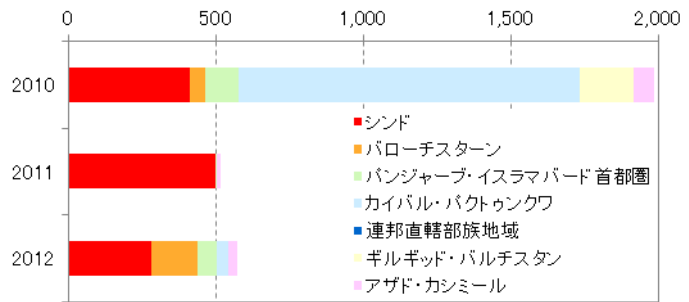


図2 州ごとの洪水による死者数(2010~2012年)

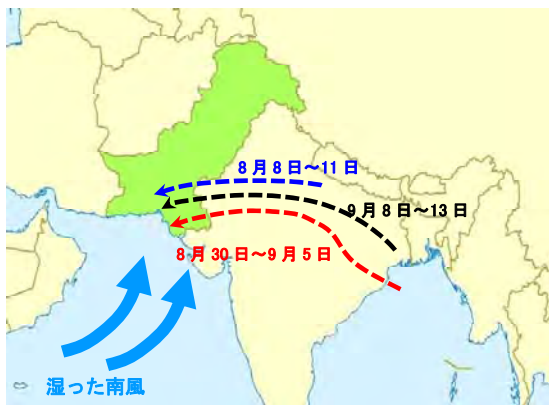


図3 2011年のモンスーン低気圧の経路

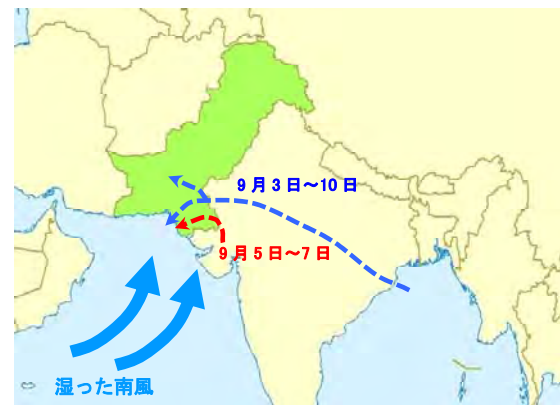


図4 2012年のモンスーン低気圧の経路

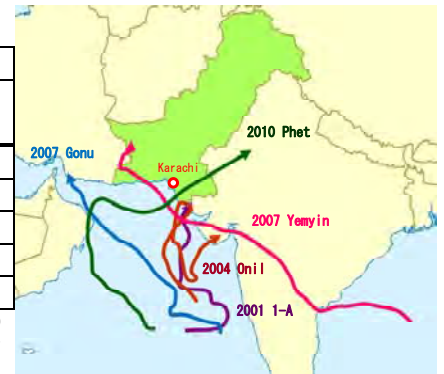
洪水の被害を軽減するためには、気象レーダーシステムにより広範囲の降水状況を連続的に把握することが非常に重要である。我が国の無償資金援助で整備された4基の気象レーダーシステムのうち、北部の降水に関しては、イスラマバード気象レーダーシステムとデラ・イスマイル・カーン気象レーダーシステムが、南部の降水に関しては、ラヒムヤル・カーン気象レーダーシステムとカラチ気象レーダーシステムが、その役割を果たしている。

サイクロンは、次の表に示すように、「パ」国への接近／上陸は2000年以降では2~3年に1個となっており、南部のシンド州及びバローチスタン州に甚大な被害をもたらす場合が多い。2007年にはサイクロン「Yemyin」により死者・行方不明者242人、被災者数1,650,000人、被害総額16億ドル以上の被害が発生した。同年のサイクロン「Gonu」(アラビア海で観測史上最も勢力が強い。最低気圧:920hPa)では、「パ」国における人的被害はなかったものの、高潮により沿岸に停泊していた200隻以上の船舶が激しい損傷を被った。

表2 「パ」国に接近・上陸したサイクロンと被害状況

年月	サイクロン名称	死者・行方不明者数	被災者数	被害総額 (US\$百万)	被害の発生	
					シンド州	パローチスタン州
2010年6月	Phet	23	4,000	80	○	○
2007年6月	Yemyin	242	1,650,000	1,620	○	○
2007年6月	Gonu	-	-	-	○	○
2004年10月	Onil	9	-	-	○	
2001年5月	1-A	-	-	-	○	

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



「パ」国に被害をもたらすサイクロンの多くはアラビア海で発生する。下図に示すように、多くのサイクロンは最も海水温の高い南東側のインド付近で発生し、進路は北西～北寄りに進み「パ」国に上陸するパターン (A) と、偏東風の影響で西進するパターン (B) がある。サイクロンは比較的ゆっくりとした速度で進むため、発生から「パ」国上陸 (サイクロンの中心が陸地にかかる) までは約5日 (1990年以降の平均) かかる。「パ」国側から要請されているSバンド気象レーダーシステムの探知範囲は半径約450kmであることから、「パ」国に直接的なサイクロンの影響が始める約60時間前 (2.5日) よりサイクロン追尾が可能となる。Sバンドは、既存のCバンドに比べ、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、サイクロンの監視に適している。

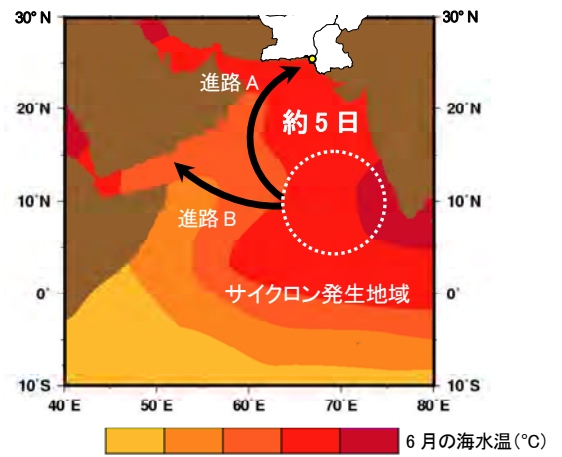


図5 サイクロンの発生地域及び進路

また数は多くはないが、2007年のサイクロン「Yemyin」のように、ベンガル湾で発生し、インドを横断して「パ」国に影響をもたらすサイクロンもある。「パ」国南岸のほぼ真ん中に位置するカラチ気象レーダーシステムは、東、西、南から接近してくるいずれのサイクロンに対しても有効である。

<地球温暖化に伴う気候変動の「パ」国への影響>

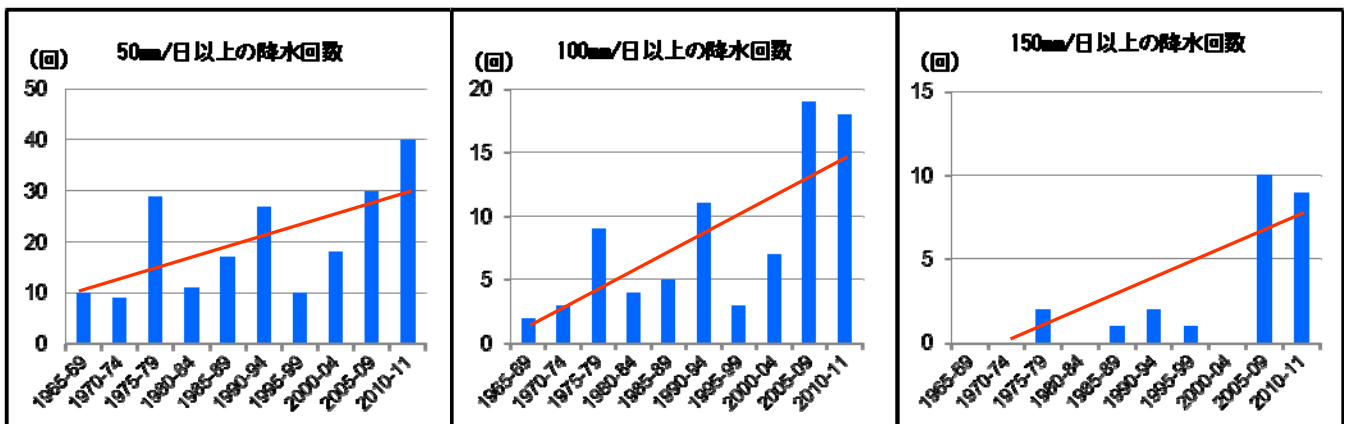
「パ」国では地球温暖化に伴う気候変動の影響が顕著となっており、洪水等の気象災害が多発している。その背景には大雨頻度の増加とアラビア海におけるサイクロンの強大化があり、いずれもアラビア海の海面水温の上昇が一つの要因となっていると考えられる。

1) 大雨頻度の増加

アラビア海の海面水温が通常より高くなると、モンスーン対流活動が活発となるため、発達した積乱雲が形成されやすく、「パ」国に大雨をもたらすことがある。インダス川大洪水が発生した2010年

は、ラニーニャ現象が加わり、アラビア海の海水温が一段と高くなった。結果、活発化したモンスーンが「パ」国に記録的な大雨を降らせた。

下図は、シンド州の12ヶ所の気象観測所で、1日50mm以上、100mm以上、150mm以上の雨が降った回数を、1965年から5年毎に統計したものである（但し、2010～2011年は2年）。いずれの降水回数も増加傾向であるが、特に1回の雨で洪水を引き起こしかねない150mm/日以上での降水回数は、2005年以降、大幅な増加を見せている。また2010～2011年は、わずか2年で2005～2009年の5年に匹敵する数に迫っており、大雨の降る頻度が一段と顕著になってきていることが伺える。



出典: Climate Change in Pakistan, Focused on Sindh Province by the PMD

図6 シンド州における50mm/日以上、100mm/日以上、150mm/日以上での降水回数の経年変化 (1965年以降の5年毎の統計、但し2010～11年は2年間)

## 2) アラビア海におけるサイクロンの強大化

アラビア海の南～南東部で発生するサイクロンは、通常は北上するにつれて勢力が衰えるが、海面水温が高いと発達を続け、強大化することがある。

右図は、1981年以降のアラビア海で発生したサイクロン数を階級別にまとめたものである。1991～2000年は1981～1990年と比べ、「Severe Cyclonic Storm」と「Very Severe Cyclonic Storm」の数が3個から8個に増えている。2001～2010年は、アラビア海で初めての「Super Cyclonic Storm」(サイクロン「Gonu」: 2007年)が発生した。

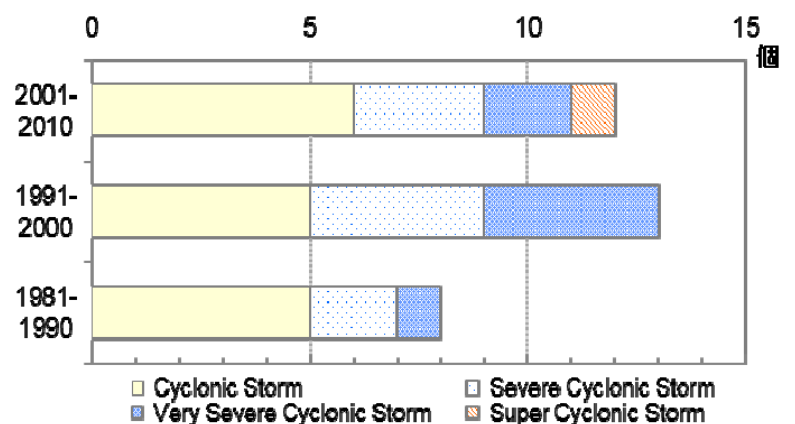


図7 アラビア海でのサイクロンの階級別発生数(1981～2010年)

近年、「パ」国に接近/上陸するサイクロンの数が増えており、今後地球温暖化が進めば、「Super Cyclonic Storm」級のサイクロンが「パ」国に襲来する可能性も否めない。カラチ気象レーダーシス

テムによるサイクロン監視は、気候変動対策の観点からも必要不可欠である。

### 1-1-2 気象分野に対する我が国の協力

20年以上に渡り我が国は、「パ」国の気象災害による被害の軽減を目的として、1988年より「パ」国の気象分野に対して様々な協力を行っている。1990年からは「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精度向上のため、1998年より「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。4基の気象レーダーシステムがネットワーク化された結果、「パ」国全土の約80%をカバーし、且つ全人口の約90%以上が居住す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、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ことができ、量的な気象データを得ることも可能となった。これら4基の気象レーダーシステムは現在も辛うじて稼働を続け、「『パ』国の気象情報提供」の中核施設として依然大きな役割を果たしている。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20年以上、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10年以上の歳月が経過している。施設の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は年々困難になっている。不具合等への対策が不十分な状況が続けば、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ることから、「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。これを受け、フォローアップ調査団が2010年2月より現地へ派遣された。調査の結果により、気象観測機能が完全に停止するという最悪の事態を避けるための緊急措置として、フォローアップ協力完了後の概ね5年間は良好に稼働させる（イスラマバード及びカラチの両気象レーダーシステムは、老朽化のため、あくまで期待値である）ことを目標に、2011年にフォローアップが実施された。

### 1-1-3 開発計画

「パ」国政府は、2005年に発生した北部大震災を契機とし、従来の事後対応中心の災害対策を根本的に見直し、災害の予防・被害の軽減対応に軸を置いた防災体制強化に向けて、国家防災管理令の公布、防災行政の中心となる国家防災管理庁（National Disaster Management Authority：NDMA）の設置、我が国の支援による「国家防災管理計画」の策定（2013年2月に国家承認）等、国を挙げて防災への取り組みを行っている。「国家防災管理計画」では、各種自然災害に対して適切な予警報システムを構築し維持することを目的とした「マルチハザード早期予警報計画」が策定されており、その実施が大きな政策課題となっている。今回要請されている計画は、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」にて早急に実施すべき計画として位置づけられたものである。

### 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 成長率が下がる年は、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」国の経済発展を阻害する可能性があることが伺える。また、2 番目に人口が多く、農業生産が盛んなシンド州の GDP は、「パ」国の全 GDP の約 30%を占めるため、南部における洪水やサイクロン等の被害は「パ」国全体の経済発展に大きな負の影響を及ぼすと考えられる。

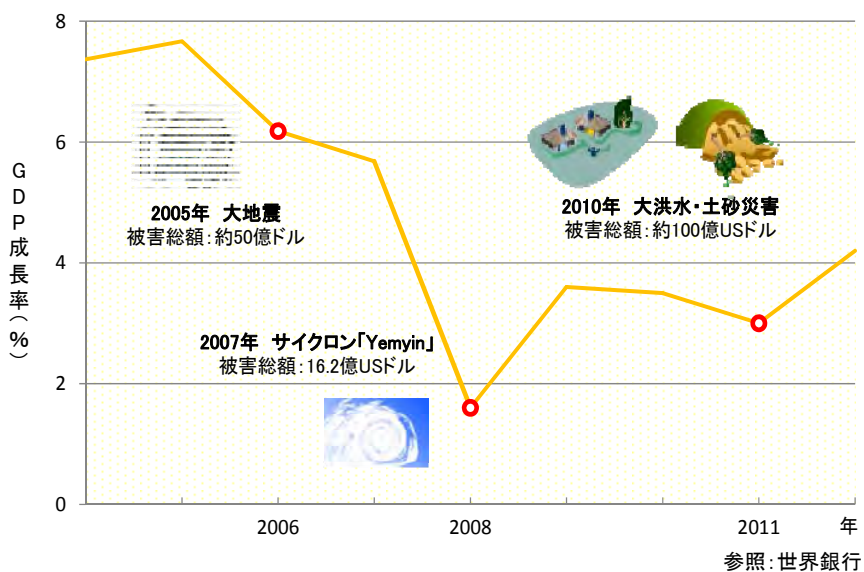


図8 「パ」国の GDP 成長率年間推移と自然災害

## 1-2 無償資金協力の背景・経緯及び概要

サイクロン等の監視等に重要な役目を果たしているカラチ気象レーダーシステムは、運用開始後 20 年以上が経過し、フォローアップが実施されたものの、一度大きな故障が発生した場合、完全に停止する可能性がある。恒久的対策として同レーダーシステムの更新は喫緊の課題ではあるものの、施設建設及び機材調達・据付け等に必要となる資金や技術の不足により、「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、2012 年に「カラチ気象レーダー整備計画」実施のための無償資金協力を我が国政府に要請した。これを受け、日本国政府は準備調査の実施を決定し、独立行政法人国際協力機構（Japan International Cooperation Agency：JICA）は 2014 年 1 月 18 日から 2 月 14 日に「カラチ気象レーダー整備計画準備調査」を実施し、プロジェクトの現地調査、関連資料等をもとに、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、最適な機材内容、規模・数量を検討した。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。その結果、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。

これを基に JICA は、2014 年 5 月 24 日から 6 月 12 日まで準備調査報告書（案）説明調査団を「パ」国に派遣し、準備調査報告書（案）の説明及び協議を重ねた。その結果、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て解析を行い、次の表に示したものが概略設計の対象項目となった。

表 3 概略設計の対象となった機材及び施設の概要

内容	PMD 本局イスラマバード国家気象予報センター	PMD カラチ	カラチ国際空港気象事務所	新ベナジル・ブット国際空港気象事務所	PMD ラホール洪水予報部
機材調達・据付					
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（バックアップシステム、耐雷設備、メンテナンス用機器及びスペアパーツ等を含む）	-	1 基	-	-	
気象レーダーデータ表示システム	1 式	2 式 (PMD カラチ気象レーダー塔施設及び熱帯サイクロン警報センター)	1 式 (イスラマバード及びカラチレーダープロダクト表示用)	1 式 (カラチレーダープロダクト表示用)	1 式
施設建設					
気象レーダー塔施設建設	-	1 棟	-	-	-
技術研修	業者契約に含まれる初期操作指導				
ソフトコンポーネント					

1-3 我が国の援助動向

表4 我が国の無償資金協力の実績(気象分野)

(単位:億円)

実施年度	案件名	供与限度額	概要
1990～1991	気象レーダー網整備計画	8.05	気象観測能力を向上させ、気象災害の軽減や航空交通の安全確保のために、イスラマバード及びカラチに気象レーダー塔の建設及び気象レーダーの機材を調達した。
1998～1999	第2次気象観測網整備計画	13.67	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塔の建設及び気象レーダー、イスラマバード及びカラチには、画像合成処理装置、国際空港・洪水予報センター等には、画像表示装置、レーダー画像及び合成画像等を伝送・配信するための無線通信装置等の機材を調達した。
2005～2006	ライヌラー河洪水予警報システム整備計画	6.61	ライヌラー川流域において、雨量観測局・水位観測局・洪水警報局の整備に必要な施設建設及び関連機材を調達した。

表5 我が国の技術協力・有償資金協力の実績(気象分野)

協力内容	実施年度	案件名	概要
開発調査	2002～2003	ライヌラー川流域総合治水計画調査	イスラマバードおよびラワル・ピンディー市街地およびその周辺地域における治水安全度の向上と、沿川地域の生活環境改善を図るためのライヌラー川流域総合治水計画マスタープランを策定し、最も経済的かつ効果的な手法により、同河川および流域管理のための具体的方策を提案することによって、地域住民の福祉の向上に寄与するもの。
技術協力プロジェクト	2007～2009	ライヌラー川洪水危機管理強化プロジェクト	ライヌラー川流域において、洪水時に住民が適切に避難できるような体制を構築することを目的とし、気象局及びレスキューの洪水警報発出にかかる能力強化、地方防災関係機関の啓発能力強化、防災関連機関の応急対応能力の強化を図るもの。
開発計画調査型技術協力プロジェクト	2009～2012	国家防災管理計画策定プロジェクト	国家レベルの防災対策の基本となる計画の策定を行うとともに、実行支援のプロセスを通じて、「パ」国内の防災行政機関の能力強化を図り、自然災害による住民被害の軽減に資するもの。

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 6 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	ギルギッド・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	ギルギッド・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パキスタン気象局（Pakistan Meteorological Department：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

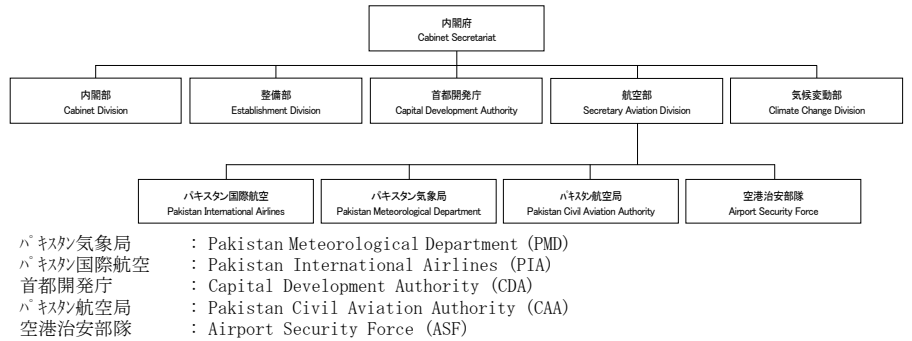


図9 内閣府 航空部組織構成

配置転換された。図10はPMDの組織構成を表した図である。長官の下に、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、洪水予報部、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）は管理事務所の技術管理者の下に、熱帯サイクロン警報センターは中央地震監視センターの下に置かれている（図11）。PMD全体の職員数は2,564名（2014年1月現在）で、PMD本局はイスラマバードにある。

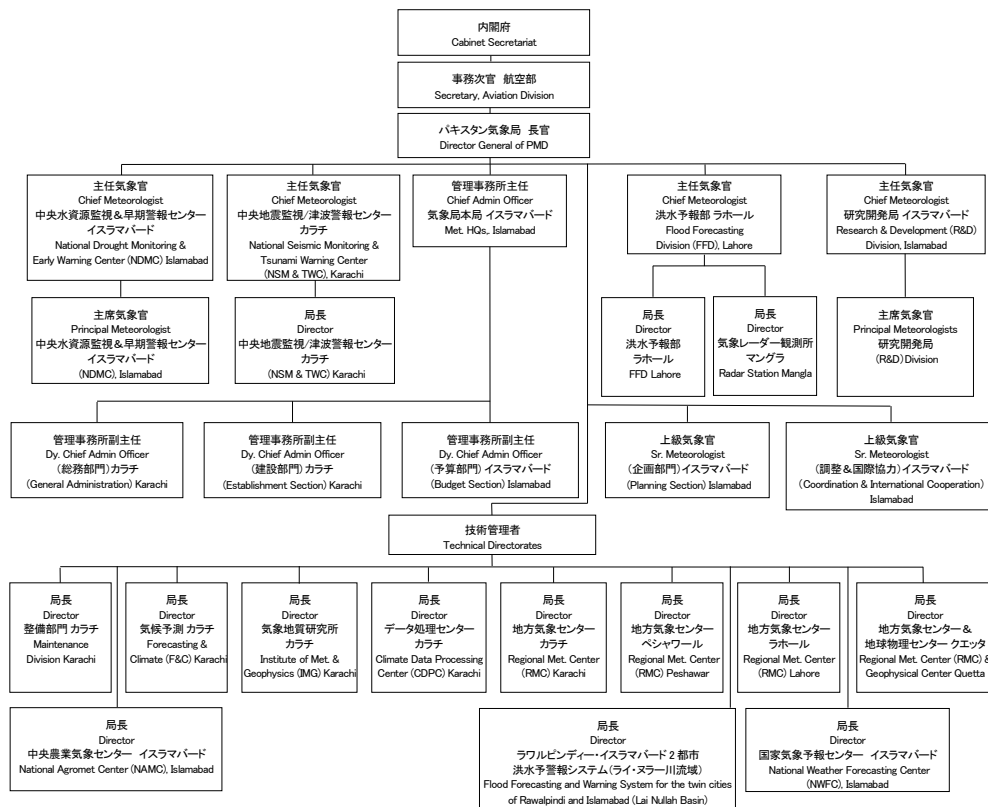


図10 PMD組織図



図 11 PMD カラチ組織図

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、ラホール洪水予報部 (Flood Forecasting Division : FFD)、カラチ中央地震監視センター (National Seismic Monitoring Centre)、カラチ津波警報センター (Tsunami Warning Center)、国家気象通信センター (National Meteorological Communication Centre : NMCC)、カラチ熱帯サイクロン警報センター (Tropical Cyclone Warning Centre : TCWC) 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 12 「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 及びカラチにある TCWC である。下表は両センターの気象予報官及び気象技術者の勤務体制である。24 時間体制で昼夜を問わず、予報業務を行っており、「パ」国内の様々な気象現象を監視している。

表 7 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 <sup>(*)</sup>	気象現象の勢力による					

(\*)危険な気象現象が発生した場合  
出典:PMD

表 8 PMD カラチ熱帯サイクロン警報センター(TCWC)のシフト体制

シフト名	時間	勤務時間	職員数		
			管理予報官	予報担当官	観測官
日勤シフト	08:00～20:00	12	-	1	3
夜勤シフト	20:00～08:00	12	-	1	3
日勤1	08:00～13:00	5	1	-	-
日勤2	08:00～16:00	8	1	-	-
緊急時 <sup>(*)</sup>	気象現象の勢力による				

(\*)危険な気象現象やサイクロンが発生した場合  
出典:PMD

表 9 PMD カラチ熱帯サイクロン警報センター(TCWC)のシフトスケジュール

シフト	夜勤	日勤	夜勤	休み	休み
	00:00～08:00	08:00～20:00	20:00～24:00		
1	D	A	E	C	B
2	E	B	A	D	C
3	A	C	B	E	D
4	B	D	C	A	E
5	C	E	D	B	A

グループ A、B、C、D 及び E(1 グループ=予報担当官:1+観測官:3)

表 10 緊急時の PMD カラチ熱帯サイクロン警報センター(TCWC)職員の移行

	通常	緊急時 <sup>(*)</sup>
熱帯サイクロン警報センター	20	64
気象中央解析センター	44	

(\*)危険な気象現象やサイクロンが発生した場合

■ PMD 国家予報センターの気象情報

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、サイクロン情報の概要を以下の各表にまとめた。

表 11 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 12 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 13 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

■ PMD カラチ熱帯サイクロン警報センター (TCWC) の気象情報

表 14 PMD カラチ熱帯サイクロン警報センター(TCWC)が発表する天気予報

予報の種類	予報期間	予報項目	予報地域	発表時間 (現地時間)
海上気象情報	24 時間	風向風速／天気／視程／海面の状態	PMD 担当海域： Met Area IX	12:00
予測	24 時間	天気／降水		13:00
日間気象概況	24 時間	<ul style="list-style-type: none"> <li>気象現象概況</li> <li>気温 (冬：最低気温、夏：最高気温)</li> <li>24 時間先までの天気予報 (過去 24 時間の 降水量と地域を含む)</li> </ul>	全国	17:00

週間天気予報	7日間	<ul style="list-style-type: none"> <li>総観気象の主な特徴</li> <li>週間天気の要点(先週の天気概況を含む)</li> <li>アラビア海北部の週間天気予報</li> </ul>	毎週月曜日 13:00
--------	-----	--	----------------

表 15 PMD カラチ熱帯サイクロン警報センター(TCWC)から発表されるサイクロン情報

情報の種類	発表のタイミング
サイクロン監視情報	サイクロンがアラビア海(北緯10°以北)に発生もしくは進入した時
サイクロン注意報	サイクロンが「パ」国沿岸部に影響を及ぼす可能性がある時
サイクロン警報	サイクロンが「パ」国沿岸部に影響を及ぼす可能性が非常に高い時 3時間/6時間/必要に応じて発表される

■ PMD カラチの海洋気象情報

国際航海に従事する旅客船及び総トン数300トン以上の貨物船に、安定した遭難・非常通信を確保するとともに、航行警報・気象警報などの海上安全情報を自動で伝達する情報通信システムである、世界海洋遭難安全システム(Global Maritime Distress and Safety System: GMDSS)の世界的な枠組みにおいて、TCWCは、右図に示した「Met Area IX」の海域の海洋気象情報を提供する責務を有している。そのため、世界標準時07:00に海洋気象情報をオーストラリアのパースにあ



図 13 PMD カラチ TCWC の担当海域である Met Area IX

る衛星地球局に向けて配信し、国際海事衛星機構のインマルサット(International Maritime Satellite: INMARSAT)通信衛星経由で世界の船舶に対して情報が配信されている。

■ 気象レーダー観測所の観測体制

PMD 職員によるカラチ気象レーダー観測所の観測体制は以下の通りである。

表 16 カラチ気象レーダー観測所の勤務体制

		午前シフト	午後シフト	夜勤	1日の稼働職員数	観測所職員数
通常	勤務時間	08:30~14:30	14:30~20:00	20:30~08:30	14	14
	勤務職員数	8	3	3		
モンスーン期 (7~9月)	勤務時間	08:30~14:30	14:30~20:00	20:30~08:30	14	14
	勤務職員数	8	3	3		
緊急時(*)		気象現象の勢力による				

(\*)危険な気象現象やサイクロンが発生した場合

## 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」国の会計年度2008年度から2014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PC-1の承認により、特別予算が割り当てられる仕組みになっている。

表17 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
2013	754,197
2014	797,220

※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

表18 PMDの年間予算内訳

(1,000ルピー)

項目	会計年						
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
人件費 (職員給与)	296,219	323,928	356,513	478,126	574,143	647,993	676,298
交通費、研修費、公共料金、通信費等	70,157	70,157	71,019	74,728	88,940	88,940	95,279
職員退職手当	1,500	1,500	1,500	1,500	1,100	1,100	7,470
政府補助金、助成金、貸付金	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	4,000
転勤費用	50	500	500	100	80	80	80
機材購入費等	15,720	11,000	11,000	13,264	11,449	11,449	10,508
工事関連費	2,550	2,000	2,000	1,998	250	250	250
機材・施設修理及び維持管理費	6,795	6,795	6,795	7,109	2,385	2,385	3,335
計	394,991	417,880	451,327	578,825	680,347	754,197	797,220
プロジェクト実施及び開発に必要となる特別予算 (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	53,500	54,054

## 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、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ウェア及びソフトウェアについての知識があり、取扱いについても熟知している。そのため、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。

カラチ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、日本のレーダーメーカーの技術者による現地研修 (OJT) で得た要領に従い、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。なお殆どの故障修理は、各レーダー観測所の技術者により行われている。

表 19 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> アラームの有無 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

カラチ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 20 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> 給水ポンプの動作確認	<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> シロッコファンの 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> アラーム制御盤・火災報知機の動作確認	<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
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

### <カラチ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、20年以上が経過しているため、徐々に全体的な劣化が進んでいる。

以下にカラチ既設気象レーダー塔施設の現状の写真を添付した。

#### 写真 カラチ既設気象レーダー塔施設の現状

	
カラチ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
	
観測室 コンクリートブロック壁のクラック	屋上ベースリングの隙間
	
レドーム室 ベースリング付近からの漏水跡	屋上 パラペット部分のコンクリートクラック

カラチ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 21 カラチ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)	カラチ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					
大梁	1	36	31.7	棄却域: 平均値の+20%以上 =31.7×1.2=38.04	36	32.8	傾斜角による補正值 -90° →32.8+3.1=35.9  F=α×(13R-184)/9.8  α=コンクリート材令補正值、1,000日以上: α=0.6	17.3 N/mm <sup>2</sup>
	2	26			26			
	3	30			30			
	4	37			37			
	5	36			36			
	6	21			21			
	7	23			23			
	8	37			37			
	9	34			34			
	10	28			28			
	11	36		36	採択域			
	12	28		28				
	13	38		38				
	14	35		35				
	15	36		36				
	16	36		36				
	17	30		30				
	18	28		28				
	19	33		33				
	20	26		26				

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 22 カラチ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	コンクリートブロック壁にクラックが発生している	
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) を載せたものとして算出した		
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：17.3N/mm <sup>2</sup> （通常の設計コンクリート強度：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。

## 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>

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 23 サイト位置情報

サイト名	PMD イスラマバード本局	PMD カラチ熱帯サイクロン警報センター	カラチ国際空港気象事務所	PMD ラホール洪水予報部
緯度	N 33° 41' 02.1"	N 24° 55' 58.9"	N 24° 54' 1.7"	N 31° 32' 33.1"
経度	E 73° 03' 50.3"	E 67° 08' 32.8"	E 67° 10' 5.6"	E 74° 19' 29.5"
標高	525m	39m	37m	163m

#### <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 24 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			
サービスプロバイダー		NAYATEL		World Call	
接続形態		光通信（共用回線）		光通信（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)	3 M (Others)
速度テスト結果* (bps)	Download	0.98 M	2.97 M	3.67 M	0.28 M
	Upload	5.46 M	17.71 M	5.31 M	0.18 M

サイト名		PMD カラチ熱帯サイクロン警報センター	カラチ国際空港気象事務所	PMD ラホール洪水予報部	
サービスプロバイダー		PTCL	NTC	PTCL	NTC
接続形態		無線通信（専用回線）	DSL（共有回線）	DSL（共用回線）	DSL（専用回線）
固定 IP アドレス		○	○	×	○
契約速度 (bps)		2 M	512 K	最大 2 M	1 M
速度テスト結果* (bps)	Download	1.64 M	0.31 M	0.90 M	0.94 M
	Upload	1.62 M	0.20 M	0.40 M	0.43 M

\*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 (NBBIA) 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TCWC 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 25 商用電源安定度（電源品質アナライザーによる）

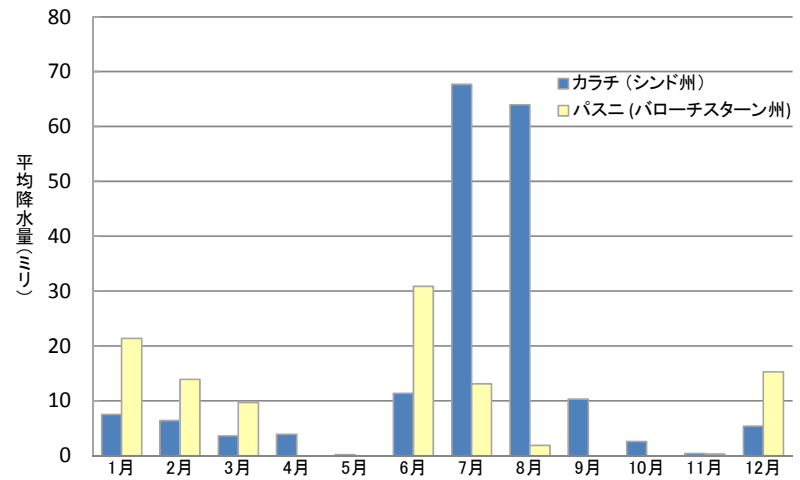
サイト名	PMD イスラマバード本局		PMD カラチ熱帯サイクロン警報センター	
商用電源(電圧：定格)	400V、50Hz、3相4線		400V、50Hz、3相4線	
電圧 (定格 230V)*	最大値	250.4	254.0	
	最小値	215.0	185.1	
周波数 (Hz)	最大値	50.43	51.34	
	最小値	48.60	48.60	
停電頻度	冬季	3回/日 (1回の停電時間約1時間)	3回/日 (1回の停電時間約2時間)	
	夏季	7回/日 (1回の停電時間約1時間)	7回/日 (1回の停電時間約1~2時間)	

\*3相電源を単相 220V x 3系統に分割して計測

## 2-2-2 自然条件

### 1) 気象条件調査

「パ」国南部における主な降水現象は、夏季にアラビア海からのモンスーンやインド方面から進んでくるモンスーン低気圧、サイクロンによってもたらされる。右図は、カラチ（シンド州）及びパスニ（バローチスターン州）の月別平均降水量である。カラチの降水量は、7月と8月が圧倒的に多い。また、12月～3月頃（冬季）は、西から接近する上層の気圧の谷の影響を受けて、バローチスターン州を中心に降雨現象が発生する。





出典：日本気象庁 HP

図 14 カラチ及びパスニにおける月別平均降水量(1981～2010年)

以下に添付した表は、「パ」国南部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」国南部に及ぼす影響等）を記したものである。

表 26 「パ」国南部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

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
											
標準パターン						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。					
						現象により観測された降水量： 291mm/24 時間 (Mithi (シンド州)、2011 年 8 月 11 日) 538mm/4 日間 (Mithi (シンド州)、2011 年 9 月 7～10 日) 124mm/24 時間 (カラチ、2007 年 8 月 10 日)					
標準パターン+偏西風波動						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)。					
						現象により観測された降水量： 80mm/48 時間 (Ormara (バローチスタン州)、2010 年 7 月 28～29 日) 66mm/48 時間 (カラチ、2010 年 7 月 27～28 日)					
MTC: Mid-Tropospheric Cyclone (対流圏中層の熱帯低気圧)						メカニズム： モンスーン低気圧の多くはベンガル湾で発生するが、Mid-Tropospheric Cyclone (以下 MTC) と呼ばれるモンスーン低気圧はインド北西部 (Saurashtra-Kutch 周辺) 及びアラビア海北東部で発生する。発生当初は低気圧循環が対流圏中層で見られ、地上付近には見られないが、時間の経過と共に地上付近にも低気圧の循環が見られるようになり、アラビア海から水蒸気が補給される。MTC は数日間、ほぼ停滞して「パ」国南部 (特にシンド州) に影響を与える。					
						現象により観測された降水量： 143mm/24 時間 (カラチ、2009 年 7 月 19 日) 86mm/24 時間 (Hyderabad (シンド州)、2009 年 7 月 18 日)					

## 切離低気圧

1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
					←				→		
切離低気圧+アラビア海からの湿潤空気						メカニズム： 冬季における「パ」国南部の降水のほとんどは、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><u>現象により観測された降水量：</u>            225mm/48時間 (Ormara (バローチスタン州)、2006年12月3〜4日)            53mm/24時間 (Kalat (バローチスタン州)、2011年2月13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
					←				→		
サイクロン						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><u>近年被害をもたらしたサイクロン：</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● サイクロン Phet (2010年6月) 194mm/48時間 (Jiwani (バローチスタン州)、2010年6月5〜6日) 97mm/48時間 (カラチ、2010年6月6〜7日)</li> <li>● サイクロン Yemyin (2007年6月) 276mm/48時間 (Ormara (バローチスタン州)、2007年6月26〜27日)</li> </ul>					

### 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 カラチ熱帯サイクロン警報センター（カラチ気象レーダー観測所）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) : 電線、水道設備、電話線、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> <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)	<p>本数 : 3 本 深さ : 40m、支持層を確認後 5m 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)</p>
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>● ASTM 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 カラチ気象レーダー塔施設建設候補地のボーリング調査結果一覧

ボーリング No.	深度 (m)	土質	N 値	R. Q. D 値 (%)
BH-1	0.00-0.75	シルト質砂	-	-
	0.75-4.50	礫岩	>50	-
	4.50-7.50	シルト質粘土	>50	38
	7.50-21.00	石灰岩	>50	86
	21.00-22.50	砂質泥板岩	>50	62
	22.50-24.00	石灰岩	>50	40
	24.00-33.00	砂質泥板岩	>50	48
	33.00-40.00	シルト岩	>50	-
BH-2	0.00-0.75	シルト質砂	-	-
	0.75-6.00	礫岩	>50	-
	6.00-9.00	シルト質粘土	>50	35
	9.00-13.50	石灰岩	>50	41
	13.50-14.50	砂質泥板岩	>50	8
	14.50-18.00	石灰岩	>50	29
	18.00-19.50	砂質泥板岩	>50	16
	19.50-25.50	石灰岩	>50	40
	25.50-35.00	砂質泥板岩	>50	26
35.00-40.00	シルト岩	>50	-	
BH-3	0.00-0.75	シルト質砂	-	-
	0.75-4.50	礫岩	>50	-
	4.50-8.25	シルト質粘土	>50	30
	8.25-13.50	石灰岩	>50	21
	13.50-16.50	シルト質粘土	>50	18
	16.50-24.00	石灰岩	>50	53
	24.00-35.00	砂質泥板岩	>50	27
	35.00-40.00	シルト岩	>50	-



### 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 がシンド州環境保護庁（Environmental Protection Agency (EPA)、Sindh Province）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。

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。

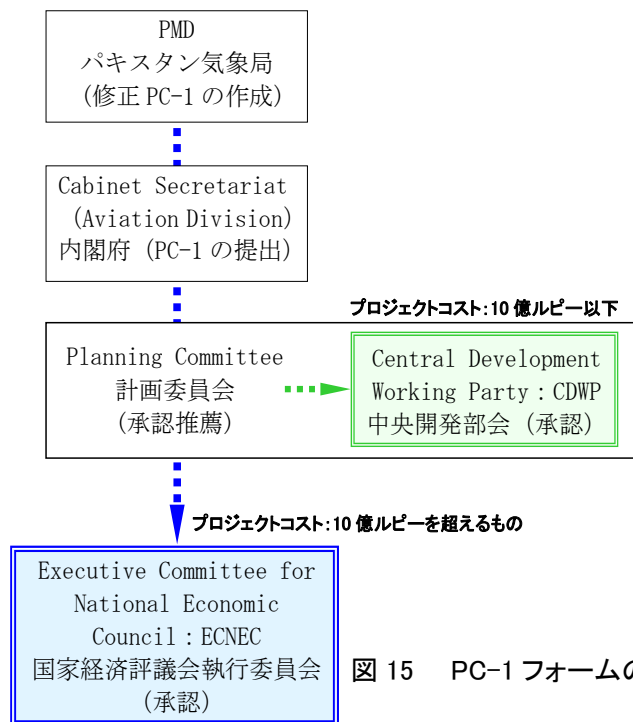


図 15 PC-1 フォームの承認

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

世界有数の自然災害多発国である「パ」国は、北部に8,000メートル級の高い山々がそびえ、インダス川が国土の中央を縦断していることから、一度大雨が降ると、洪水や鉄砲水、地滑り等の災害が発生しやすい。また、アラビア海に面している南部沿岸部は、数年に一度の割合でサイクロンが襲来し、暴風や高潮等による被害を受ける。これらの気象災害は、「パ」国民の尊い命や財産を多数奪っており、社会経済発展の停滞を招いている。最近では、2010年にインダス川大洪水（死者・行方不明者1,985人、被災者2,000万人超）、2011年に南部シンド州を中心とした洪水（死者・行方不明者500人超、被災者約500万人）が発生し、いずれも近年稀にみる甚大な規模であった。南部ではインダス川大洪水の被害から復興するさなかの2011年に新たな洪水が発生したため、被害が広がり、農業や畜産業等は壊滅的な打撃を受けた。

「パ」国政府は、自然災害に対する防災体制強化に向けて、国家防災管理令の公布、防災行政の中心となる国家防災管理庁（National Disaster Management Authority：NDMA）の設置、我が国の支援による「国家防災管理計画」の策定等、国を挙げた取り組みを行っている。「国家防災管理計画」では、適正な予警報システムの構築・維持を目的とした「マルチハザード早期予警報計画」が策定されている。その計画実施のためには、防災行政を行う人材の育成及び住民への防災知識の普及啓発、洪水制御施設の整備等に加え、災害管理体制の中核に位置し、洪水・サイクロン等の観測及び予警報を担っているPMDの観測・予報能力の向上がキーポイントとなる。

現在、「パ」国には、我が国の無償資金協力により整備された4基の気象レーダーシステム（イスラマバード、カラチ、デラ・イスマイル・カーン及びラヒムヤル・カーン）がある。ネットワーク化されたこれらの気象レーダーシステムは、「パ」国全土の約80%、且つ全人口の90%以上が居住する地域の雨量観測を可能とし、PMDの観測・予報能力の向上に寄与している。このうち、今回「パ」国政府により更新の要請があったカラチ気象レーダーシステムは、1991年に整備され、「パ」国南部における降水現象や、アラビア海及びベンガル湾で発生するサイクロンの早期観測に貢献してきた。しかしながら、運用開始から既に20年以上が経過し老朽化が進んでおり、PMDのレーダー技術者によって適切な維持管理が行われてきたものの、数年で稼働が停止する可能性が高くなっている。また多くの部品がアナログからデジタルに代わり、レーダーメーカー側による消耗品やスペアパーツの供給が困難であるため、一度故障が発生すると、復旧は極めて難しい状況である。そのため、恒久的な対策として、カラチ気象レーダーシステムの更新は喫緊の課題である。

本プロジェクトにおいて、既設カラチCバンド気象レーダーシステムを、気象の急激な変化を把握

できる固体化電力増幅式 S バンド気象ドップラーレーダーシステムに更新することにより、PMD の気象観測・気象予報・予警報発信能力を一層向上させ、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」国南部の気象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伝達することで、「パ」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) サイクロンを含む、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、サイクロンによる人的・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) 「パ」国のサイクロン監視網の重要な役割を担うことが可能となるように計画する。
- b) 世界気象機関 (World Meteorological Organization : WMO) の定める技術仕様に適合した設計を行う。
- c) PMD の観測・予報業務と整合する計画とする。
- d) 気象予報精度のより一層の向上のため、降雨監視機能と、風の速度検出ができる機能をカラチ気象レーダーシステムに付帯させる計画とする。
- e) 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。
- f) カラチ気象レーダーシステムの観測データを 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) 及び PMD カラチ熱帯サイクロン警

報センター (Tropical Cyclone Warning Center : TCWC) において受信することが可能となるよう気象データ通信システムの計画を行う。

- g) PMD の運用・保守体制能力を考慮して設計する。
- h) 予備部品・消耗品は容易に調達できるものとする。
- i) 「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。
- j) PMD の維持管理費を極力軽減する設計とする。
- k) 実雨量データを用いたレーダーデータ精度の校正が可能なシステム (雨量値算出パラメータの最適化) 計画を行う。
- l) 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。
- m) 1年を通して24時間体制で稼動する、気象業務に適応した機材用電源設備 (発電機、無停電設備及び電圧安定装置等) を整える。
- n) 商用電源 (230V 単相2線 / 400V 3相4線 50Hz) の電圧変動 $\pm 20\%$ においても稼動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、システム・機材・職員が適切かつ効率的に稼動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まいよう、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、建物が風などにより傾く角度 (水平変形角) が 0.075 度以下 (製作されるアンテナのビーム角の大凡 5% と規定) 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、カラチの設計用速度圧 :  $7\text{kN/m}^2$  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

室温及び湿度を一定に保ち、適切な環境下に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、上部の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・接地設備（ページ3-34添付の「避雷・接地設備系統図」を参照）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、カラチの設計用速度圧：7kN/m<sup>2</sup>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、カラチの地震地域係数：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。カラチ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 カラチ気象レーダー塔施設の基礎形状

	カラチ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。そのため、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が比較的高く、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よう計画する。

### 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など、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・技術確立もされており、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。

### 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	PMD 本局イスラマバード国家気象予報センター	PMD カラチ	カラチ国際空港気象事務所	新バナジル・ブット国際空港気象事務所	PMD ラホール洪水予報部
機材調達・据付					
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 (バックアップシステム、耐雷設備、メンテナンス用機器及びスペアパーツ等を含む)	-	1 基	-	-	
気象レーダーデータ表示システム	1 式	2 式 (PMD カラチ気象レーダー塔施設及び熱帯サイクロン警報センター)	1 式 (イスラマバード及びカラチレーダープロダクト表示用)	1 式 (カラチレーダープロダクト表示用)	1 式
施設建設					
気象レーダー塔施設建設	-	1 棟	-	-	-

(1) 機材の基本計画

1) 気象レーダーシステム

更新が計画されているイスラマバードの気象レーダーシステムと同様に、カラチの気象レーダーシステムは、PMD の希望でもある S バンド気象レーダーシステムとする。本プロジェクトにおいて整備予定の気象レーダーシステムは、気象の急激な変化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可能な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。PMD カラチは、「パ」国最大の国際空港であるカラチ国際空港から直線距離約 4.5km の位置にある。カラチ気象レーダーシステムにドップラーモード機能を付帯させることで、低気圧やサイクロン、積乱雲等による風速分布の観測が可能となるため、地上気象等の他の観測との組合せにより、半径約 200km 範囲内における風に起因した気象現象の実況監視に効果を発揮する。特に、カラチ国際空港を離発着する航空機に甚大な障害を引き起こす可能性のある急激な気象の変化（ウィンドシアアやダウンバーストといった局地的な風の乱れ、サイクロンによる暴風、嵐、竜巻等）を正確且つリアルタイムで把握し、航空機パイロットや航空管制官へ必要な情報を迅速に提供することが可能となることから、気象ドップラーレーダーシステムへカラチ気象レーダーシステムを更新することは、航空気象業務における気象監視・予報業務の改善を図る上でも極めて重要であると言える。

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。

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 33 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 5.7cm	約 10cm
雨量強度 1mm/h 以上の降雨の最大探知距離	半径 350km	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)	5.0km	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 34 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、竜巻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上で効果を発揮する。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とを有する気象ドップラーレーダーとする。

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

気象レーダーシステムによる降雨観測においては、地上により近い一定高度面での雨粒の状況

を把握することが望ましい。CAPPI 観測は複数の仰角での観測を自動で連続的に行う観測で、エコー強度データを3次元的に得ることができる。CAPPI 観測のデータをもとに地上により近い一定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、地上の降雨状況に近い観測データが得られ、観測精度を向上させることが可能となる。

本計画では、平野から山岳部まで一定した品質の雨量データを得る必要があり、そこで高度を2km及び3kmのCAPPI観測が可能なものを計画する。

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 35 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	サイクロン中心位置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	風向・風速観測
13	上層風時間変化表示	
14	ウィンドシアー情報表示	
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	
23	レーダーローカル制御及びモニタリング	レーダー制御、監視
24	観測スケジュールの設定、制御	データ記録、再生
25	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	表示、入出力機能
28	各外部記録媒体からの各種気象プロダクトの再生	
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)	
36	地図編集	
37	GIFアニメーション (24フレーム以上)	Web 機能

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ダウンロード	

「カラチ気象レーダーシステムの最大探知範囲及び観測データ処理範囲及びPMD カラチ熱帯サイクロン警報センター既設自動気象観測システム（AWS）網」を以下に示す。効果的に熱帯サイクロンを監視するには、カラチ気象レーダーシステムと既設自動気象観測システム（Automatic Weather Observation System：AWS）網が連動して運用されることが極めて重要となる。

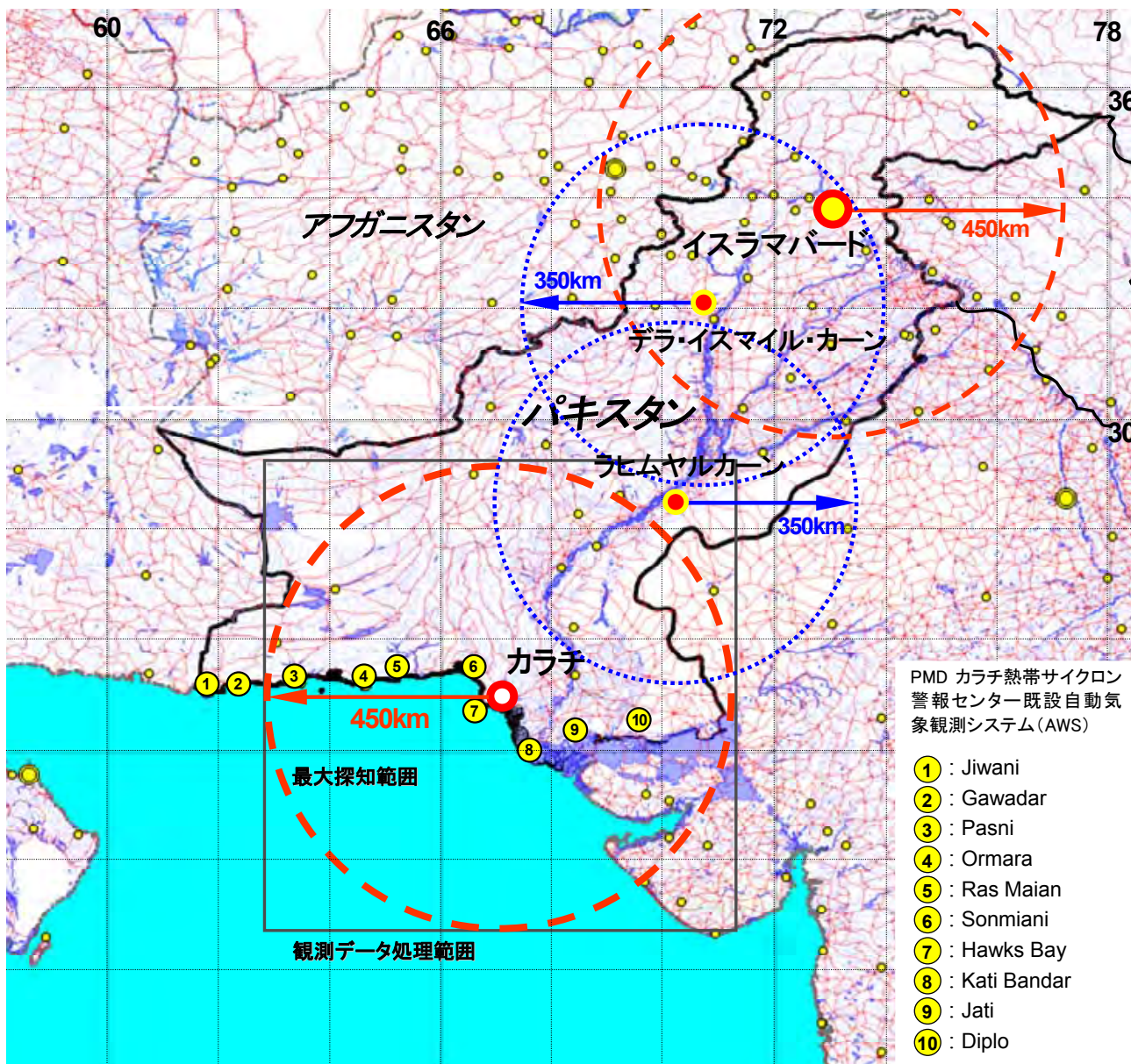


図 16 カラチ気象レーダーシステムの最大探知範囲及び観測データ処理範囲と PMD カラチ熱帯サイクロン警報センター既設自動気象観測システム（AWS）網

- ✦ イスラマバード気象レーダーシステム：我が国の無償資金協力（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）により整備される予定
- ✦ 既設デラ・イスマイルカーン及びラヒムヤルカーン気象レーダーシステム：我が国の無償資金協力（第 2 次気象観測網整備計画）により整備

### 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できるようにする必要がある。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、建設予定のカラチ気象レーダー塔施設内観測室、PMD イスラマバード本局 NWFC、PMD カラチ TCWC 及びカラチ国際空港気象事務所、新ベナジル・ブット国際空港気象事務所及び PMD ラホール洪水予報部とした。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。また新設されるカラチ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。カラチ気象レーダー塔施設と PMD カラチ TCWC 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。

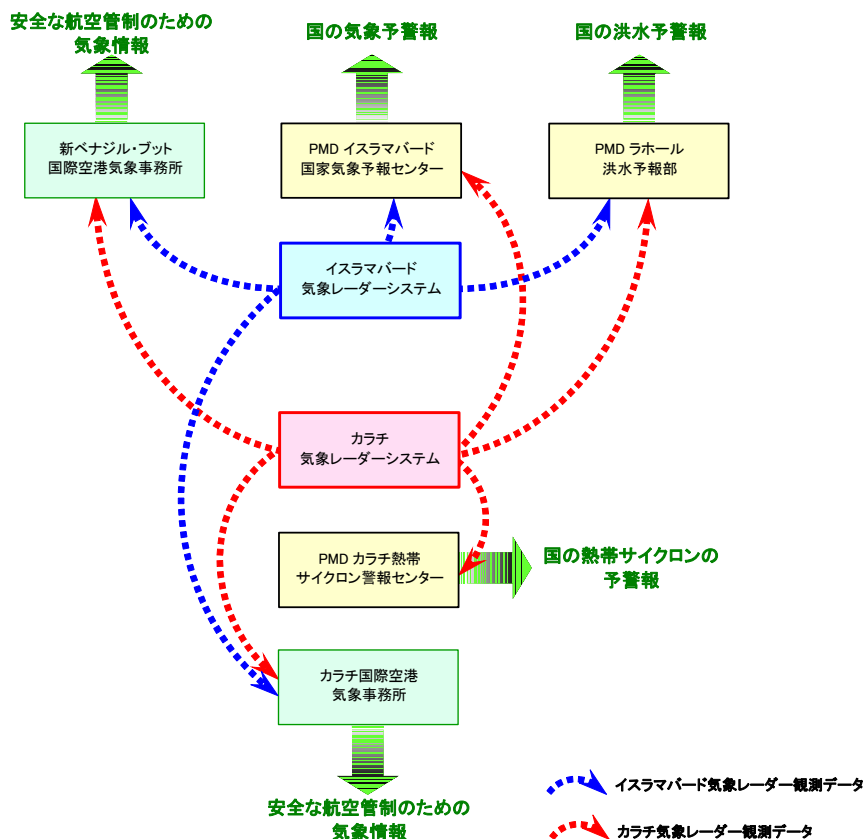


図 17 気象レーダー観測データと PMD 気象情報発信のフローチャート

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カラチ気象観測・データ通信ネットワーク概要図」の通りである。

# PMDカラチ気象観測・データ通信ネットワーク概要図

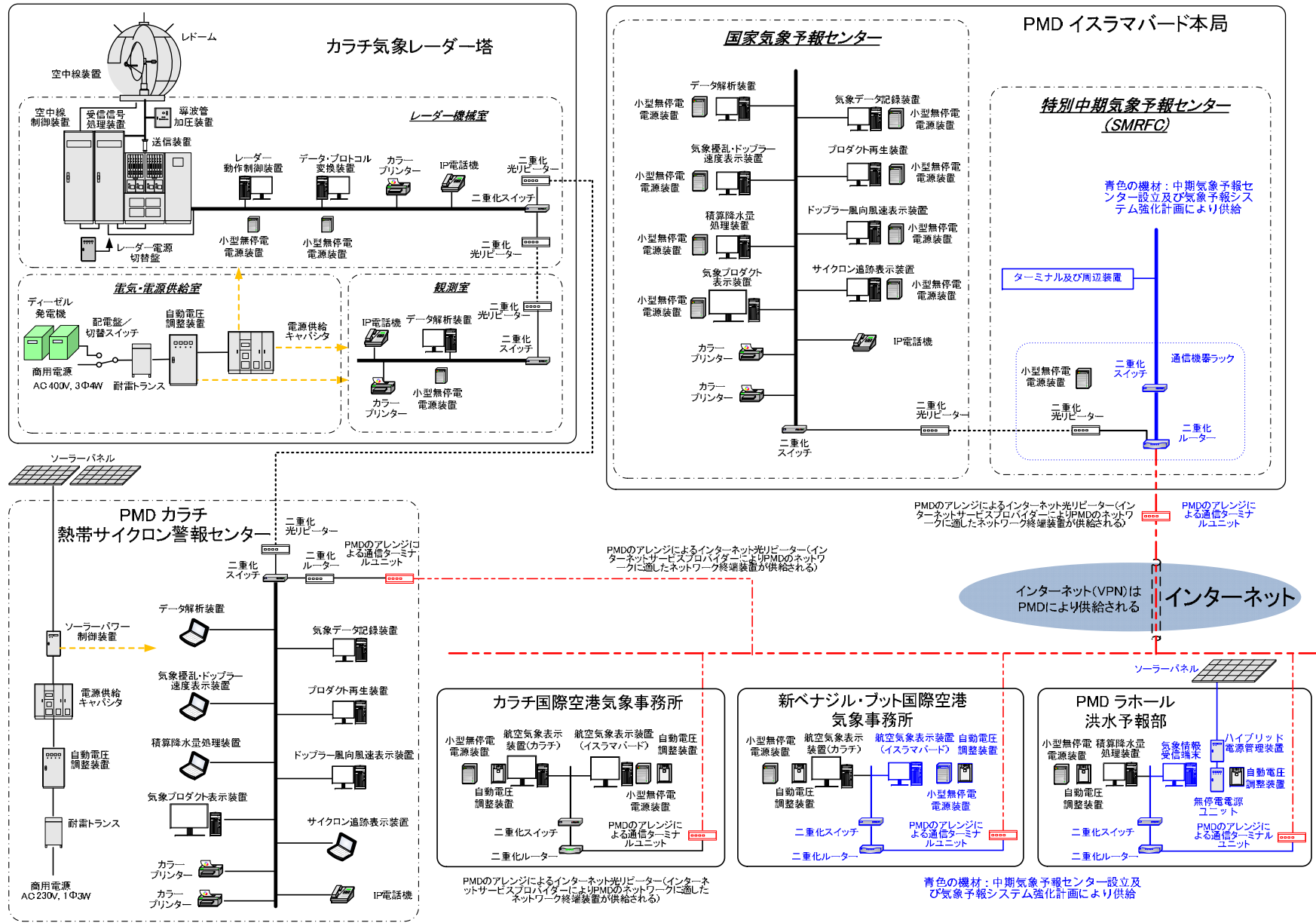


図 18 PMD カラチ気象観測・データ通信ネットワーク概要図

(2) 主要機材リスト

主要機材は以下の通りである。

表 36 主要機材リスト

内容	PMD 本局イスラマ パード国家気象 予報センター	PMD カラチ	カラチ国際空港 気象事務所	新ベナジル・ブ ット国際空港 気象事務所	PMD ラホール洪水 予報部
機材調達・据付					
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 (バック アップシステム、耐雷設備、メンテ ナンス用機器及びスペアパーツ等 を含む)	-	1 基	-	-	
気象レーダーデータ表示システム	1 式	2 式 (PMD カラチ気象 レーダー塔施設及 び熱帯サイクロ ン警報センター)	1 式 (イスラマパード 及びカラチレー ダースプロダク ト表示用)	1 式 (カラチレー ダースプロダク ト表示用)	1 式

主要機材リスト

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：カラチ気象レーダー塔		
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	ソリッド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スystem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せたポートへ LAN 接続を行う。
カラープリンター	1 式	レーダー画像のデータを印刷する。
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。
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より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。	
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	1 式	メンテナンスに使用する。
	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：カラチ気象レーダー塔			
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。	
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 カラチ熱帯サイクロン警報センター			
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。	
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より、メッシュ毎の風向風速分布図を作成する。	
サイクロン追尾表示装置	1式	サイクロンの軌跡を作成し、表示する。また進路予測も行う。	
カラープリンター	2式	レーダー画像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。	
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。	
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。	
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。	
液晶プロジェクター	1式	気象プロダクトのプレゼンテーションに使用する。	
可搬型スクリーン	1式	気象プロダクトのプレゼンテーションに使用する。	
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、停電時にシステムに電力供給する。	
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。	
LED 天井照明	6式	停電時に必要な照度を確保する。	
交換部品	LAN アダプター	8式	メンテナンスに使用する。
	ラップトップまたはポータブルタイプコンピュータ用バッテリー	4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		
名称	数量	目的
<国家気象予報センター>		
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。
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。
サイクロン追尾表示装置	1式	サイクロンの軌跡を作成し、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。
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。
< 特別中期気象予報センター (SMRFC) >		
小型無停電電源装置	1 式	コンピューター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ーに送出する。
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。
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：カラチ国際空港気象事務所		
名称	数量	目的
航空気象表示装置 (カラチ)	1 式	航空気象現象の監視、表示を行う。
航空気象表示装置 (イスラマバード)	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	2 式	コンピューター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ーに送出する。
自動電圧調整装置	2 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	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。

### 気象レーダーデータ表示システム

サイト名：新バナジル・ブット国際空港気象事務所		
名称	数量	目的
航空気象表示装置 (カラチ)	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	コンピューター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ーに送出する。
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。
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。

### 気象レーダーデータ表示システム

サイト名：PMD ラホール洪水予報部		
名称	数量	目的
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。
小型無停電電源装置	1 式	コンピューター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ーに送出する。
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。
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。

## (3) カラチ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

カラチ気象レーダー塔施設建設予定敷地は、PMD カラチ敷地内にあり、気象業務を実施するには良好な環境下にある。

表 37 カラチ気象レーダー塔施設建設予定敷地状況

調査項目	カラチ気象レーダー観測所
候補地の写真	
敷地	PMD カラチ敷地内
位置	
緯度	北緯 24° 55' 59"
経度	東経 67° 08' 34"
高度	34m
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	カラチ市内に位置し、周囲には空港や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
従業員宿舍	有
従業員の通勤	問題なし

## 2) 建築計画

### 1. 平面計画

カラチ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、現地で一般的な工法・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 38 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	カラチ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、オプティカルリピーター、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 77m <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>■ オプティカルリピーター</li> <li>■ デュアルスイッチ</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を設置。</li> </ul> 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	59.25	75kVA 予備発電機 2 機、オイルタンク及びオイルタンク：1、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	14.40	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 8 m <sup>2</sup> 必要。

## 2. 断面計画

### I. 気象レーダー塔の高さ

計画されているカラチ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 が必要となる。大凡ではあるが、レーダーアンテナ中心高さを 68m、レーダーア

アンテナ仰角を0°とした場合、レーダービームの下よりPMDカラチに近接する高層集合住宅施設屋上まで、約6m程度のクリアランスを確保することができる。

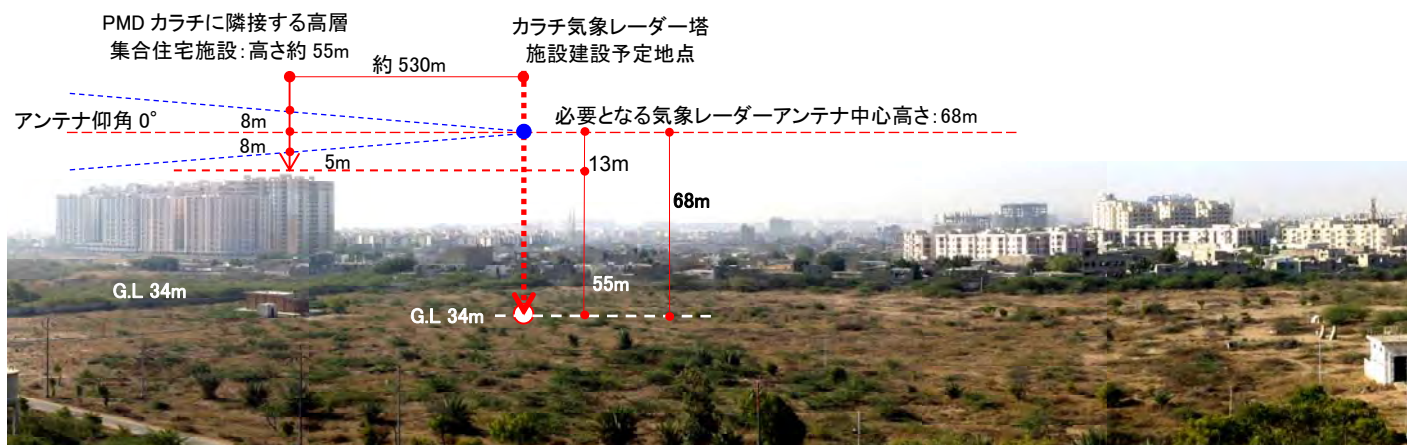


図 19 計画されているカラチ気象レーダーシステムの必要となるレーダーアンテナセンター高さ

<既設建築物／工作物による観測障害エリアの算出>

カラチの開発は一層加速するものと考えられ、既に建設されている建築物に関しては、やむを得ないものの、今後計画されるものに関しては、気象レーダー観測に対する支障を更に増やさないためにも建設される建築物の高さを減じるための「パ」国側の配慮が不可欠である。

本プロジェクトは、我が国の無償資金協力により実施される計画であり、また「パ」国にとっては国家プロジェクトであることから、将来的に気象レーダー観測に重大な障害を与えないよう、カラチ気象レーダー観測所の周辺域（半径 5km 程度）において、「パ」国による積極的な高層建築物の建設を制限する枠組みが必要である旨を調査団は提案し、「パ」国側は理解を示した。

気象レーダー観測の障害となる既設及び建設が計画されている建築物／工作物を下表及び下図にまとめた。

表 39 気象レーダー観測の障害となる既設建築物／工作物（2014年1月現在）

位置図番号	1	2	3
建築物名称	宇宙及び高層大気研究委員会 (Space and Upper Atmosphere Research Commission: SUPARCO)	集合住宅	集合住宅（建設中）
写真			
階数	-	13 階	17 階
建築物高さ	68m	45m	52m
緯度（北緯）	N24° 56' 47.64"	N21° 58' 50.9"	N21° 57' 45.5"
経度（東経）	E67° 08' 10.29"	E96° 04' 38.7"	E96° 04' 33.8"
標高	48m	51m	50m

PMD カラチからの距離	約 2.3km	約 2.8km	約 3.3km
PMD カラチからの方角	340°	4°	9°
概算の高低差 (建築物高さ-6 レーダーアンテナ中心高さ:68m+地盤高さの差)	68m-68m+15m=14m PMD カラチより地盤が 15m 高い	45m-68m+17m=-6m PMD カラチより地盤が 17m 高い	52m-68m+16=0m PMD カラチより地盤が 16m 高い
特定されている建築物による観測の障害を避けるために必要なレーダーアンテナ仰角	+1.2°	+0.7°	+0.8°

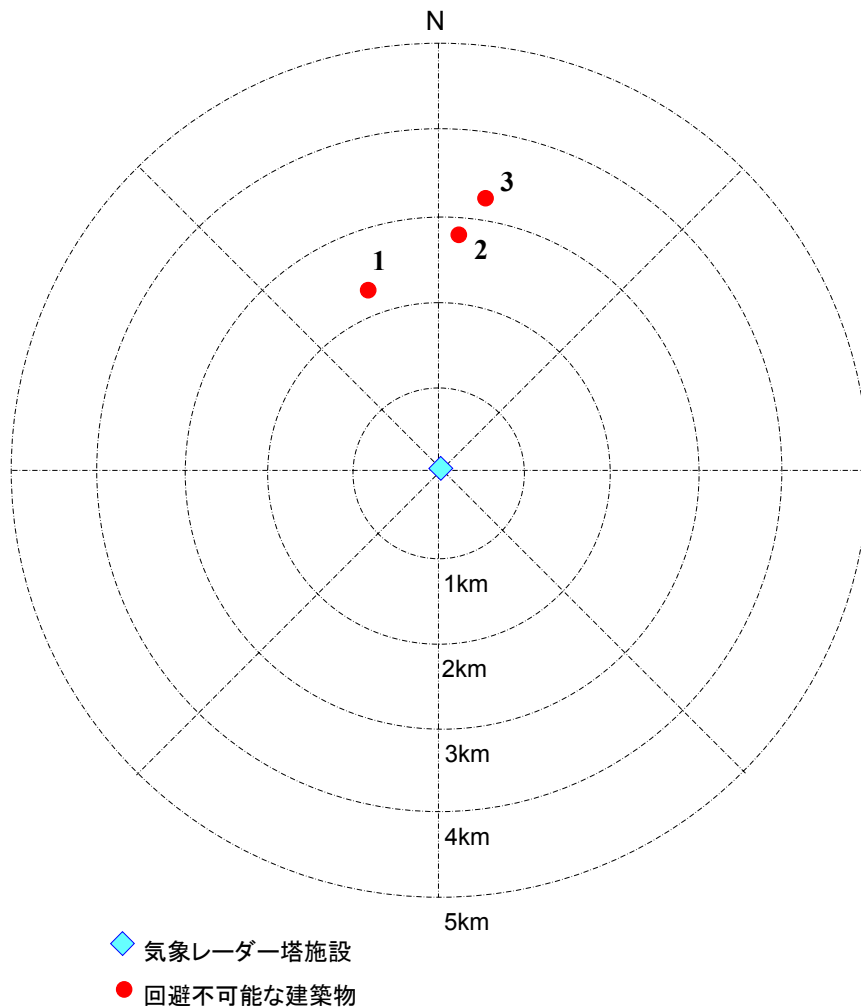
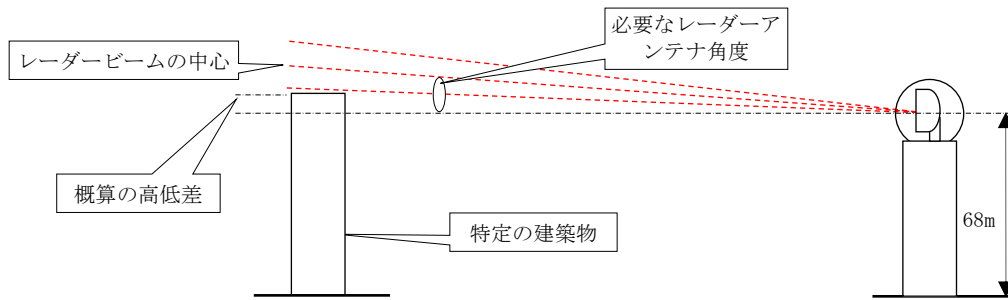


図 20 気象レーダー観測の障害となる既設建築物の位置図(PMD カラチ周辺)

なお、表に示した気象レーダー探知範囲内の観測の障害となる既設建築物／工作物によるシャドーエ

リア（観測障害範囲）は、現状であればCAPPI 観測のデータで補足・補完することが可能である。

## 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。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 3,000 N/m<sup>2</sup> 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 40 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）
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、アルミ製ドア及びスチール製ドア
	内部	アルミ製、スチール製及び木製建具

表 41 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・階段はビニールタイル、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。	
	内 部	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、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42 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

	カラチ気象レーダー塔施設
支持層の深さ	33.63m
支持層のN値	50以上
杭の必要性	有り
必要杭長さ	30.0m
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 43 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、カラチの風荷重を算出する。

設計用速度圧  $P = C_e \times C_q \times I_w \times Q_s$  (kN/m<sup>2</sup>)

$C_e$  : 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 (kN/m<sup>2</sup>)

■  $P = 2.16 \times 3.6 \times 1.15 \times 0.78 = 6.98 \text{ kN/m}^2 \approx 7 \text{ kN/m}^2$

$C_e = 2.16$        $C_q = 3.60$        $I_w = 1.15$        $Q_s = 0.78$

d) 地震力

カラチは、「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。

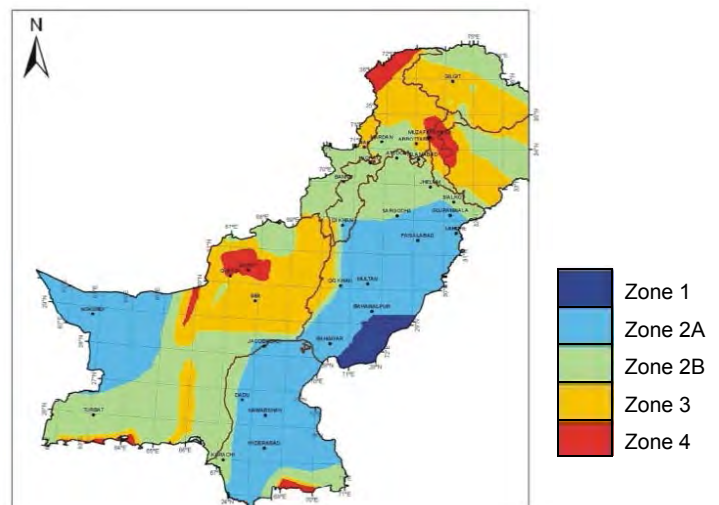


図 21 「パ」国地震ゾーン分け地図

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 44 電力引込設備

	カラチ気象レーダー塔施設
施設内引込電力(既設電力計定格出力)	400V、3相4線、50Hz

II. 非常用発電機設備

表 45 自家発電機設備

	カラチ気象レーダー塔施設
自家発電機台数	2台
発電容量	75kVA
発電機出力	400V、3相4線、50Hz
燃料タンク容量	1,000リットル

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 46 幹線・動力設備

	カラチ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い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 47 各室の照度基準

	カラチ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. 電話設備

建物内に引込み端子盤、中継端子盤及び電話機を設け、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 2 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（サージアレスター）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・電源供給室、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 カラチ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 48 消火器

カラチ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、観測室及び電気・電源供給室に設置されるレーダー関連機材等は、空調設備なくしては運用が困難なため、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 49 空調設備を設置する室

カラチ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の生ずる部屋には、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。

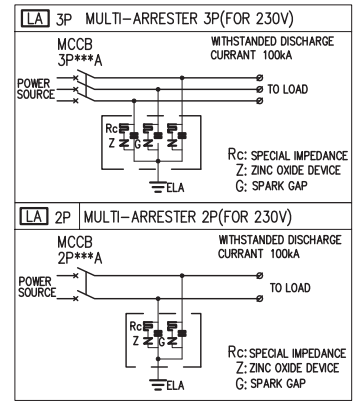
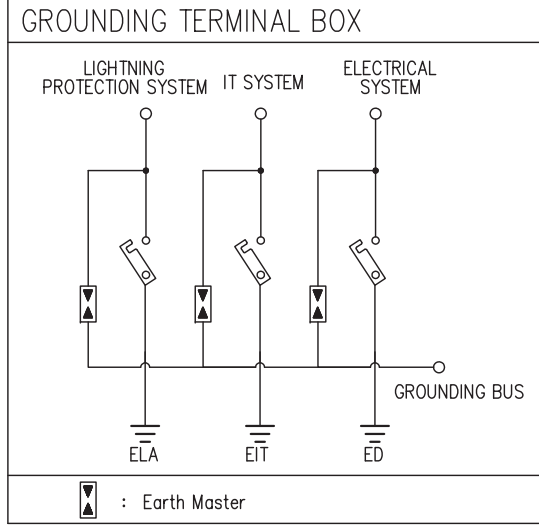
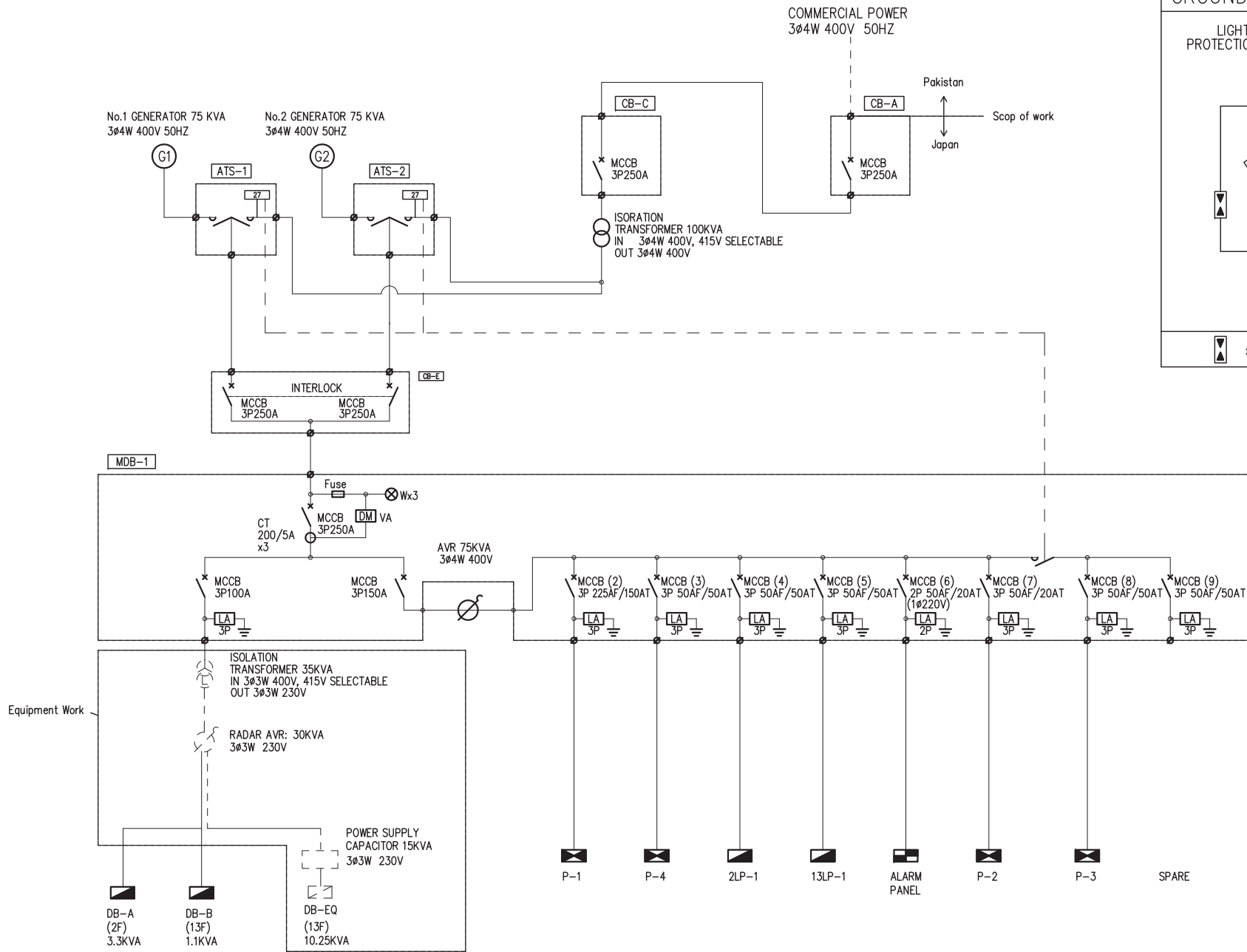
### <環境条件>

- ・ 外気条件：気温 33℃ （最大外気温 44℃）
  - ・ 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%

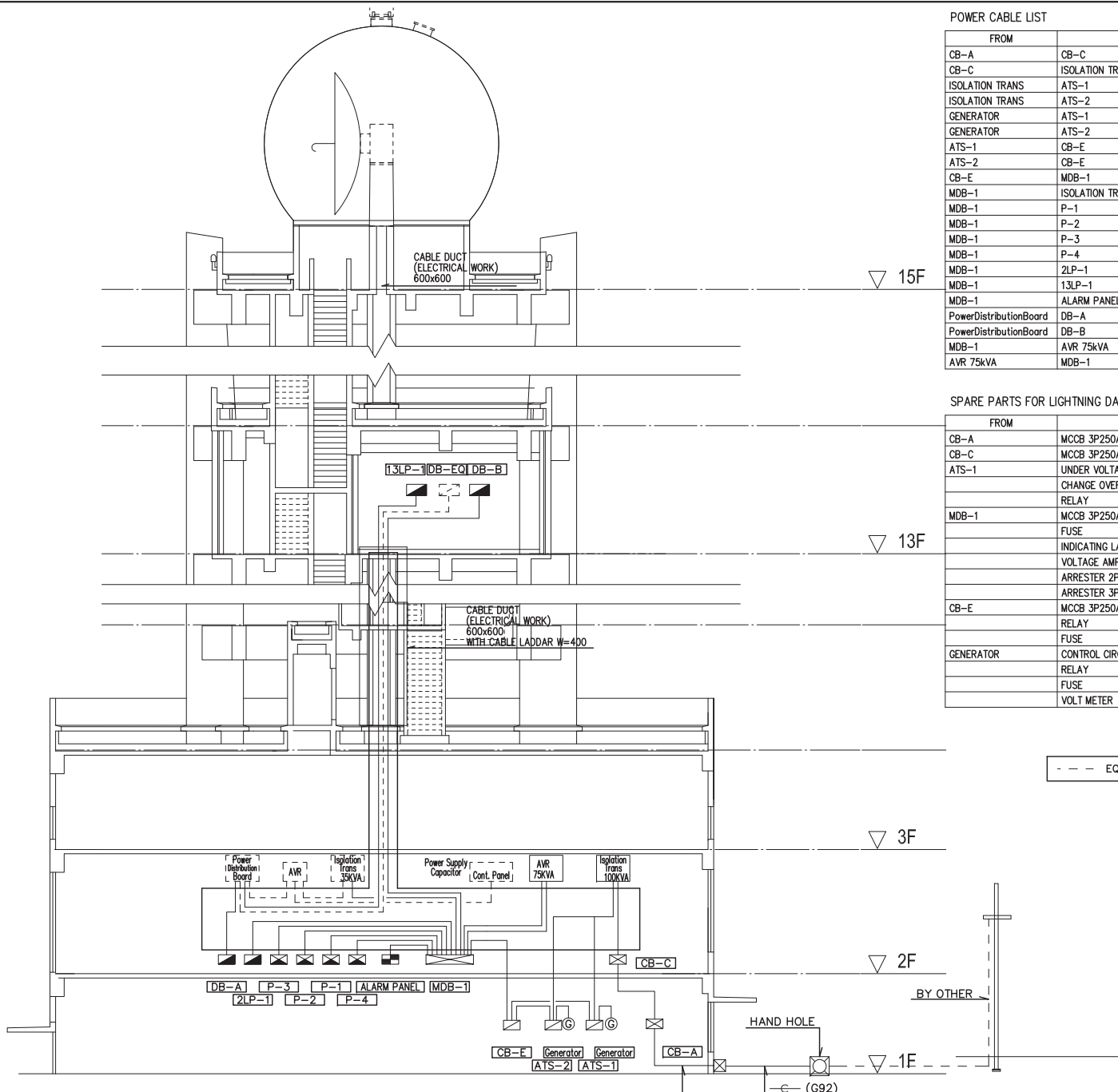
気象レーダー塔施設設備計画関連系統図を次ページより添付する。

### カラチ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
- ・ 給水・排水設備系統図 : SD-08
- ・ 空調・換気設備系統図 : SD-09







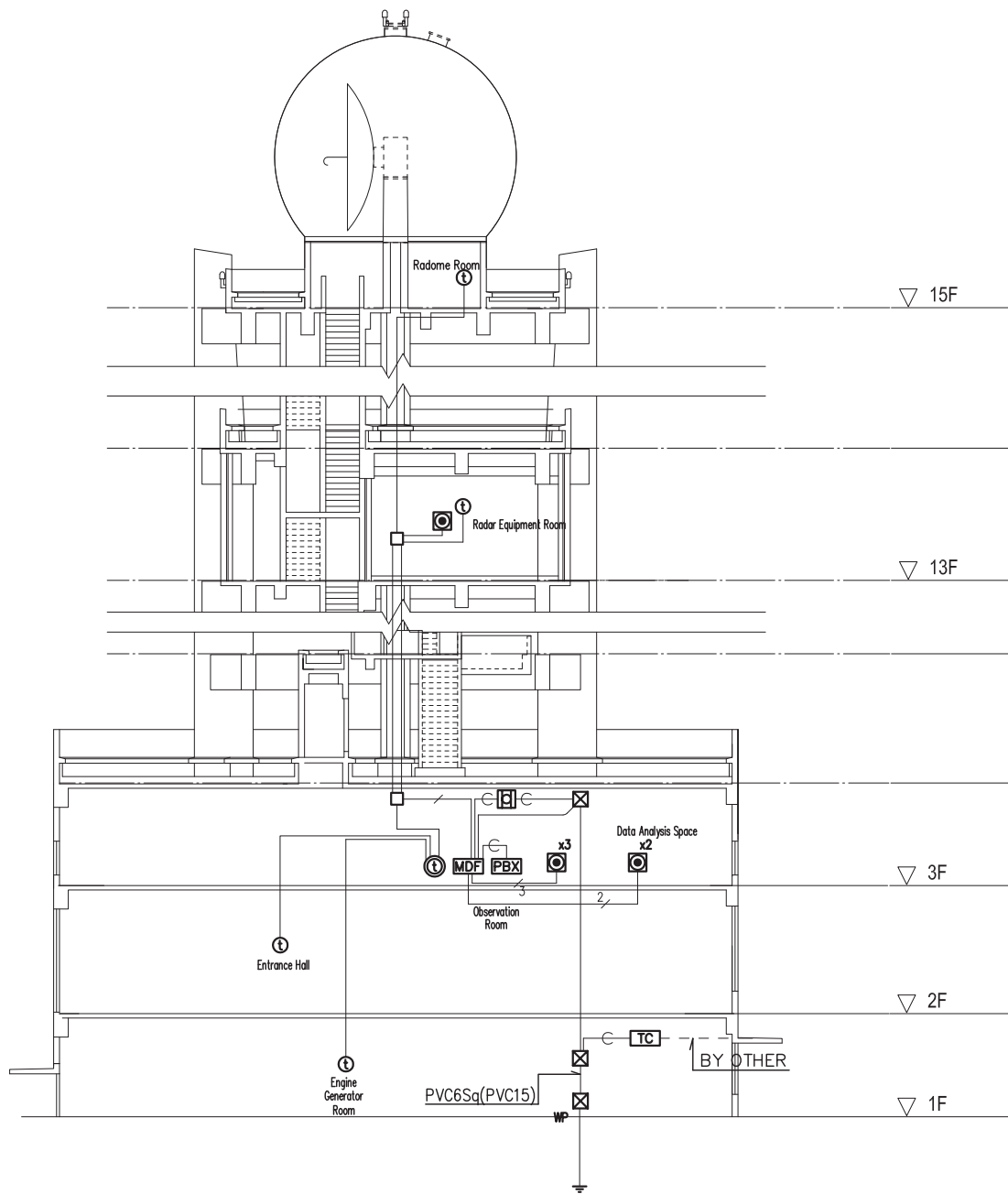
POWER CABLE LIST

FROM	TO	CABLE SIZE	CONDUIT
CB-A	CB-C	XLPE/PVC 1C-4x120sq +E70sq	(G80) / CABLE LADDAR
CB-C	ISOLATION TRANS 100KVA	XLPE/PVC 1C-4x120sq +E70sq	(G80) / CABLE LADDAR
ISOLATION TRANS	ATS-1	XLPE/PVC 1C-4x120sq +E70sq	(G80) / CABLE LADDAR
ISOLATION TRANS	ATS-2	XLPE/PVC 1C-4x120sq +E70sq	(G80) / CABLE LADDAR
GENERATOR	ATS-1	XLPE/PVC 1C-4x120sq +E70sq	(G80) / CABLE LADDAR
GENERATOR	ATS-2	XLPE/PVC 1C-4x120sq +E70sq	(G80) / CABLE LADDAR
ATS-1	CB-E	XLPE/PVC 1C-4x120sq +E70sq	(G80) / CABLE LADDAR
ATS-2	CB-E	XLPE/PVC 1C-4x120sq +E70sq	(G80) / CABLE LADDAR
CB-E	MDB-1	XLPE/PVC 1C-4x120sq +E70sq	(G80) / CABLE LADDAR
MDB-1	ISOLATION TRANS 35KVA(EQUIP WORK)	XLPE/PVC 4C-30sq +E22sq	(G50) / CABLE LADDAR
MDB-1	P-1	XLPE/PVC 1C-4x70sq +E50sq	(G70) / CABLE LADDAR
MDB-1	P-2	XLPE/PVC 4C-16sq +E16sq	(G40) / CABLE LADDAR
MDB-1	P-3	XLPE/PVC 4C-16sq +E16sq	(G40) / CABLE LADDAR
MDB-1	P-4	XLPE/PVC 4C-16sq +E16sq	(G40) / CABLE LADDAR
MDB-1	2LP-1	XLPE/PVC 4C-16sq +E16sq	(G40) / CABLE LADDAR
MDB-1	13LP-1	XLPE/PVC 4C-16sq +E16sq	(G40) / CABLE LADDAR
MDB-1	ALARM PANEL	XLPE/PVC 2C-6sq +E 6sq	(G32) / CABLE LADDAR
PowerDistributionBoard	DB-A	XLPE/PVC 2C-10sq +E10sq	(G40) / CABLE LADDAR
PowerDistributionBoard	DB-B	XLPE/PVC 2C-10sq +E10sq	(G40) / CABLE LADDAR
MDB-1	AVR 75kVA	XLPE/PVC 1C-4x95sq +E50sq	(G70) / CABLE LADDAR
AVR 75kVA	MDB-1	XLPE/PVC 1C-4x95sq +E50sq	(G70) / CABLE LADDAR

SPARE PARTS FOR LIGHTNING DAMAGE LIST

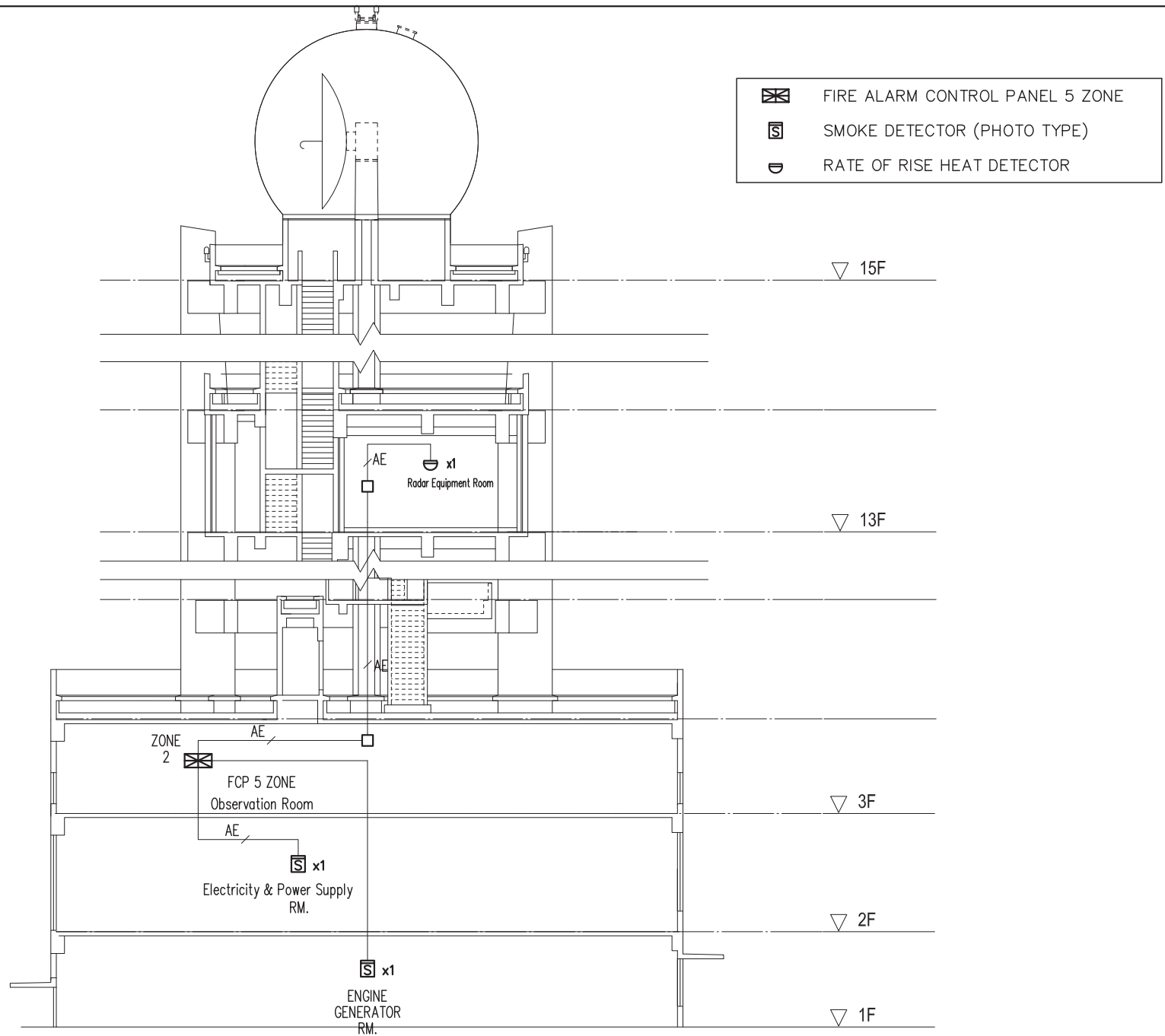
FROM	DESCRIPTION	UNIT
CB-A	MCCB 3P250A	1
CB-C	MCCB 3P250A	1
ATS-1	UNDER VOLTAGE RELAY	1
	CHANGE OVER SWITCH	1
	RELAY	4
MDB-1	MCCB 3P250A	1
	FUSE	6
	INDICATING LAMP	3
	VOLTAGE AMPERE INDICATOR	1
	ARRESTER 2P	2
	ARRESTER 3P	7
CB-E	MCCB 3P250A	1
	RELAY	4
	FUSE	4
GENERATOR	CONTROL CIRCUIT BOARD	1
	RELAY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

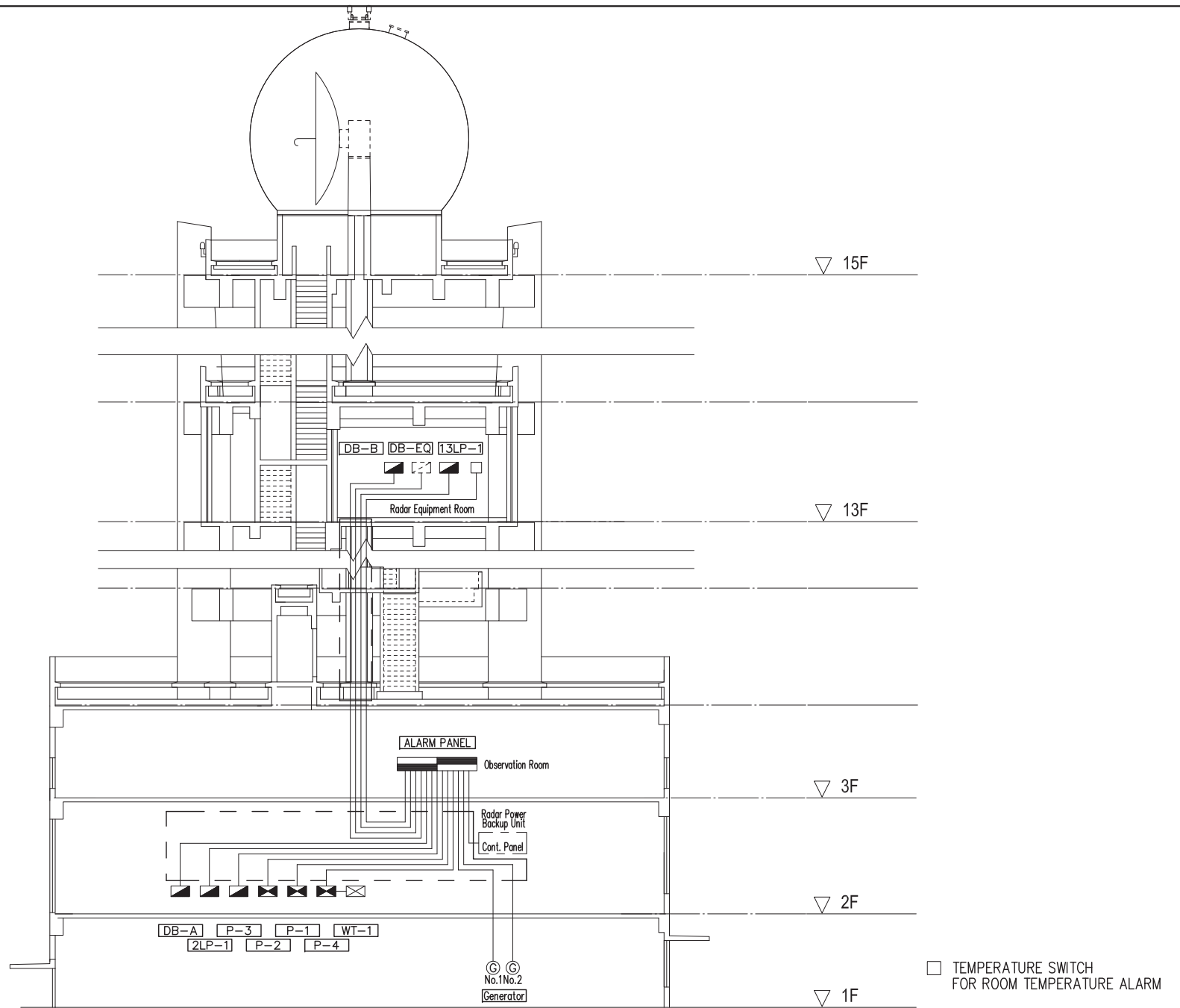
--- EQUIPMENT WORK

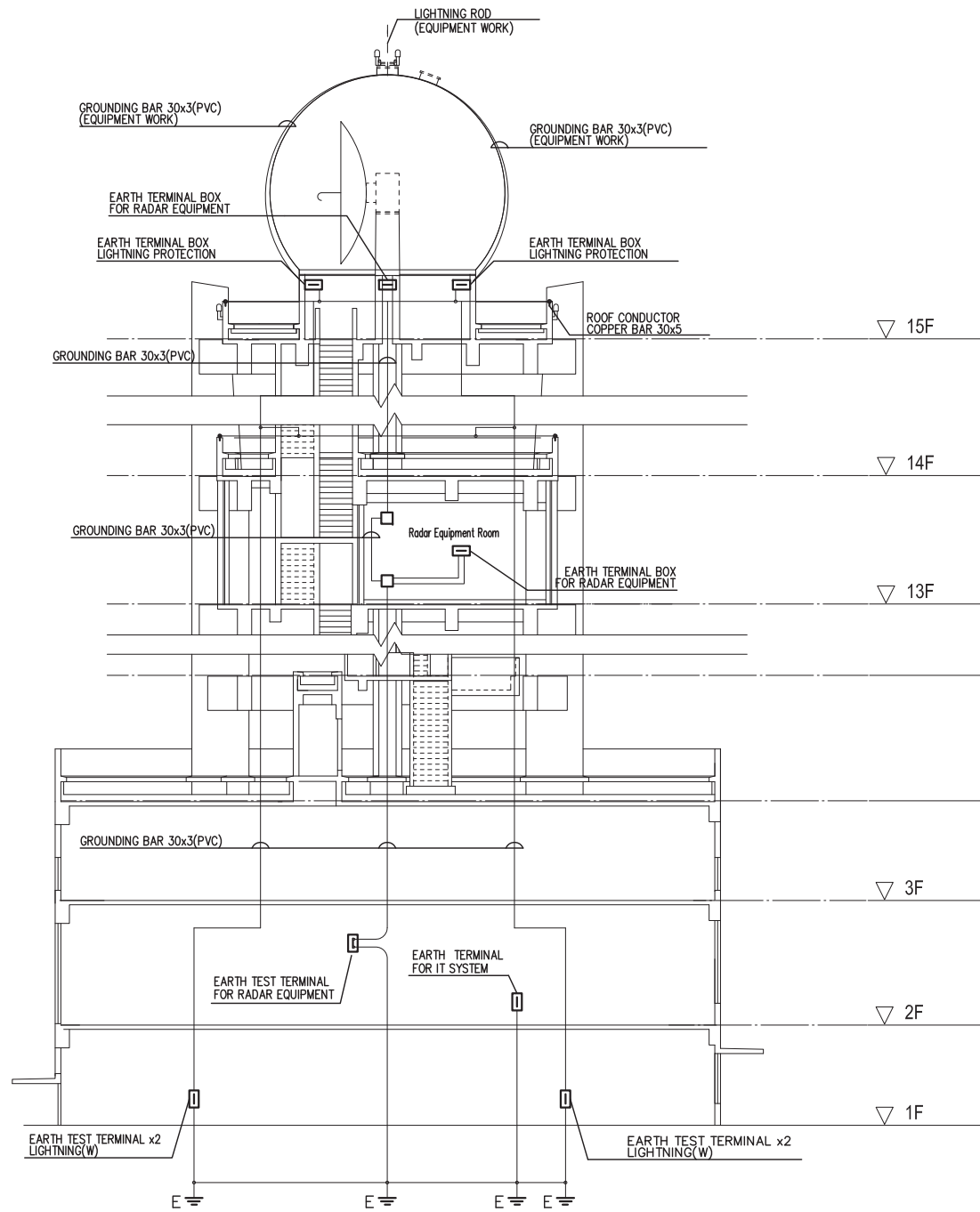


REMARK

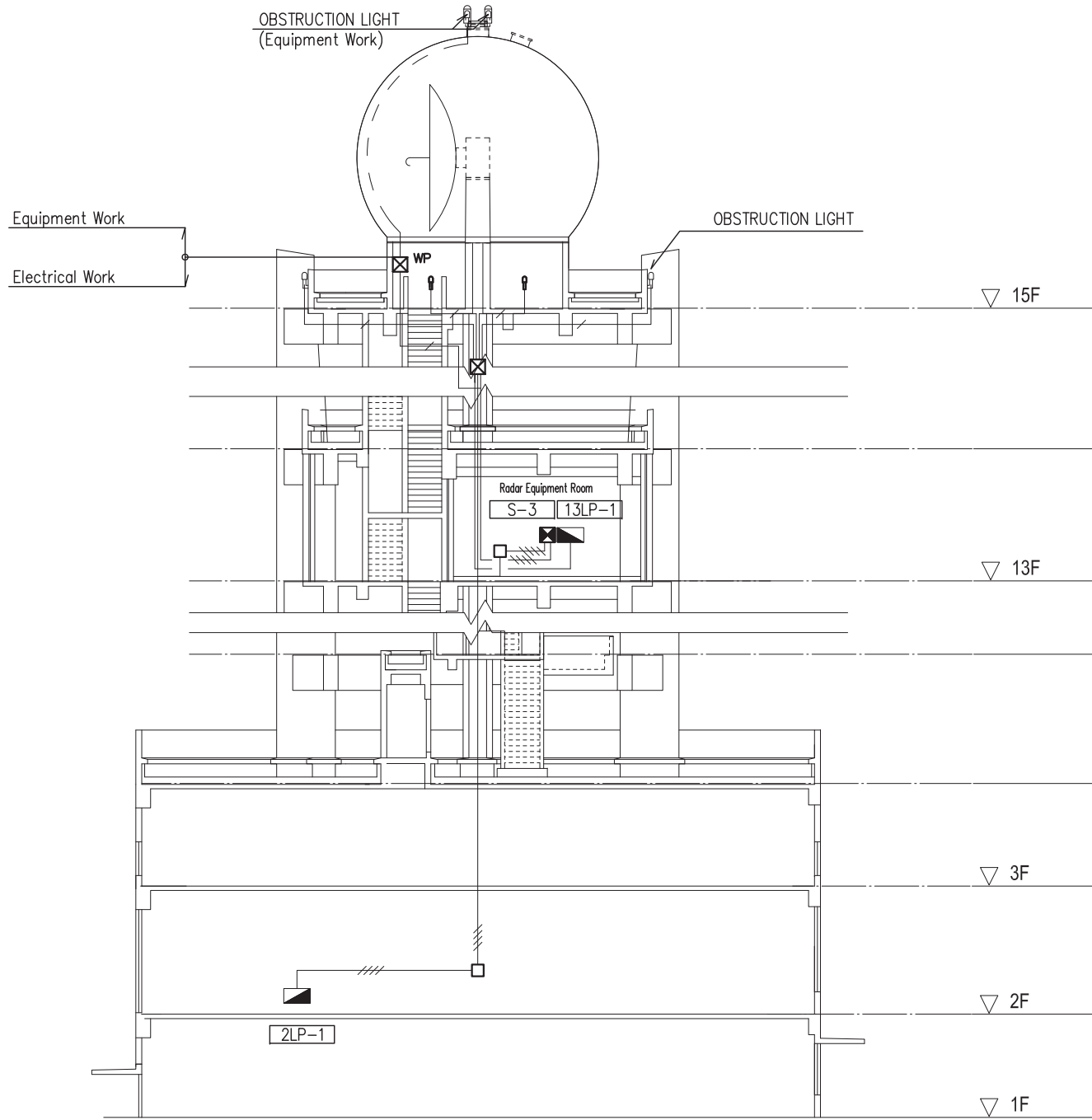
- C— : —C— (G36)
- /— : TIEV 0.65-4C (G20)
- /2— : TIEV 0.65-4Cx2 (G20)
- /3— : TIEV 0.65-4Cx3 (G25)
- /— : TIEV 0.65-4C (UNDER THE ACCESS FLOOR)
- /2— : TIEV 0.65-4Cx2 (UNDER THE ACCESS FLOOR)
- /3— : TIEV 0.65-4Cx3 (UNDER THE ACCESS FLOOR)
- : AE 0.9-2C (G20)
- : AE 0.9-2C (UNDER THE ACCESS FLOOR)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







3-35



Consortium of  
Japan Weather Association and  
International Meteorological Consultant Inc.



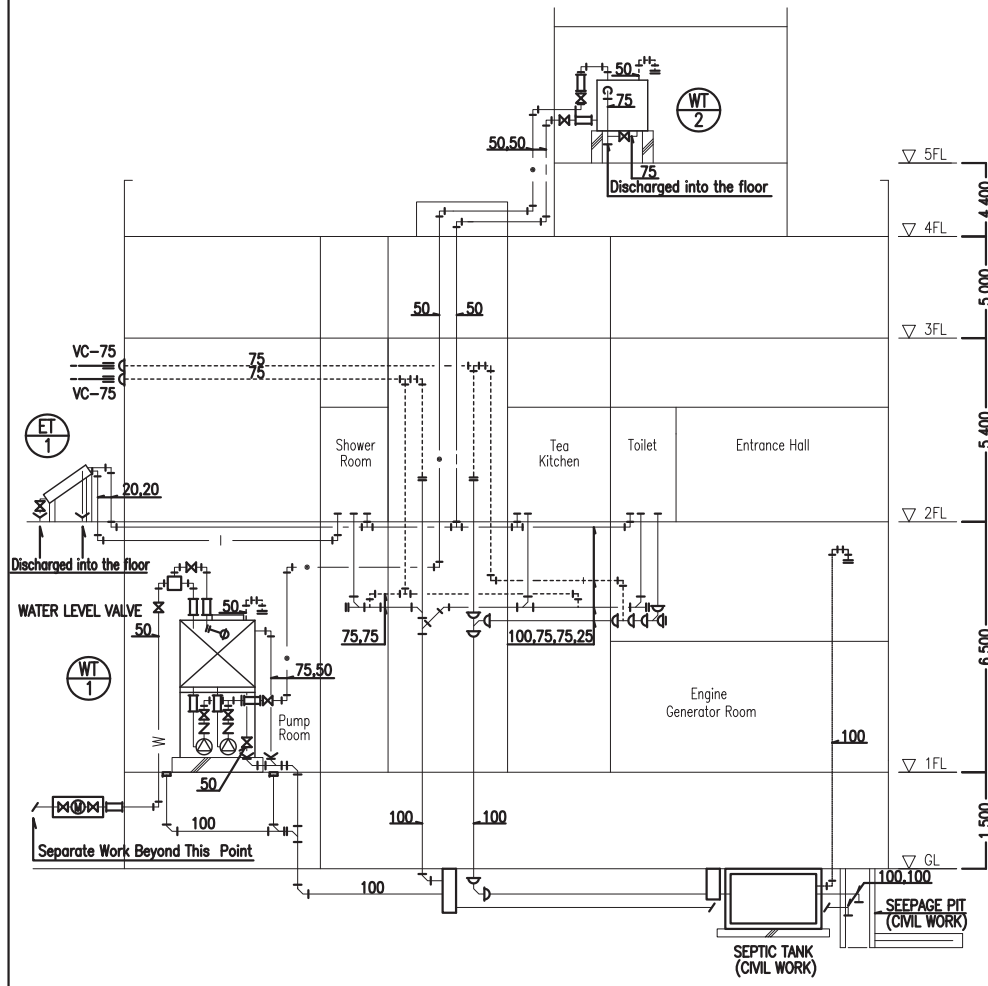
パキスタン国  
カラチ気象レーダー整備計画

DRAWING TITLE  
カラチ気象レーダー塔施設  
航空障害灯設備系統図

SCALE  
NONE

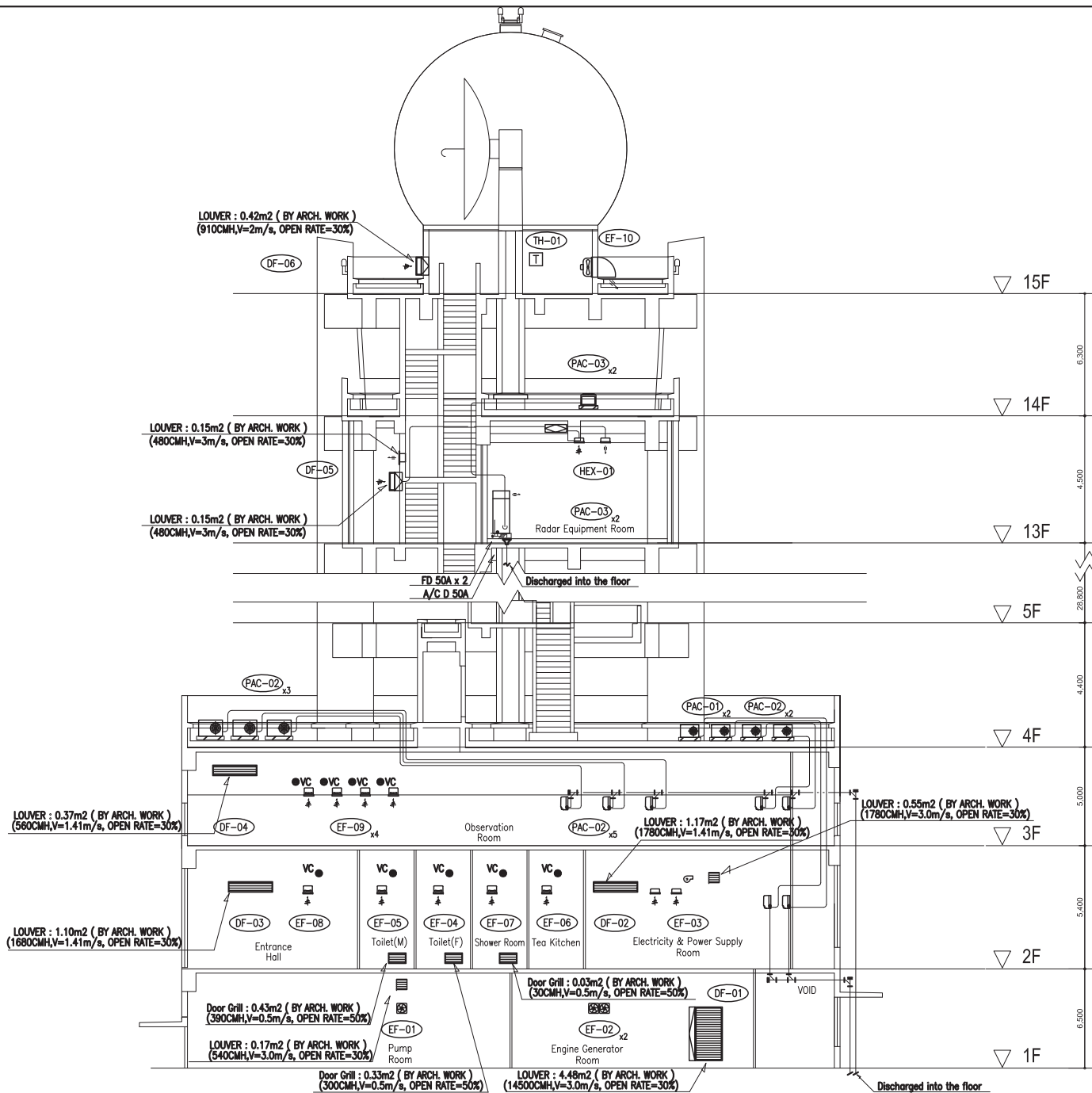
DRAWING No.  
SD - 07

3-36



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	FPR Tank Rated capacity 2.5 m <sup>3</sup> Dimension 1,000 x 1,500 x 2,000H Accessories Manhole 600 $\phi$ Breather Ball tap 25A , overflow and drain pipe 40A Electrode 4P	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 2.0G(Wind -Proof type) Accessories Flat frame 150H,manhole 600 $\phi$ Electrode 4P	1						5FL Roof	RC FOUNDATION (CIVIL WORK) 0.4x1.4x0.5mH
ET-1	Solar powered 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	

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	





### 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 カラチ (カラチ気象レーダー塔施設)

- 配置図 : A -01
- 1 階平面図 : A -02
- メンテナンスピット階平面図 : A -03
- 2 階、3 階平面図 : A -04
- 4 階、5 階平面図 : A -05
- 6 階、7 階平面図 : A -06
- 8 階、9 階平面図 : A -07
- 10 階、11 階平面図 : A -08
- 12 階、13 階平面図 : A -09
- 14 階、15 階平面図 : A -10
- 立面図 1 : A -11
- 立面図 2 : A -12
- 断面図 : A -13
  
- 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 (国家気象予報センター)

- 機材レイアウト図 4 : EQ-04

#### PMD カラチ (熱帯サイクロン警報センター)

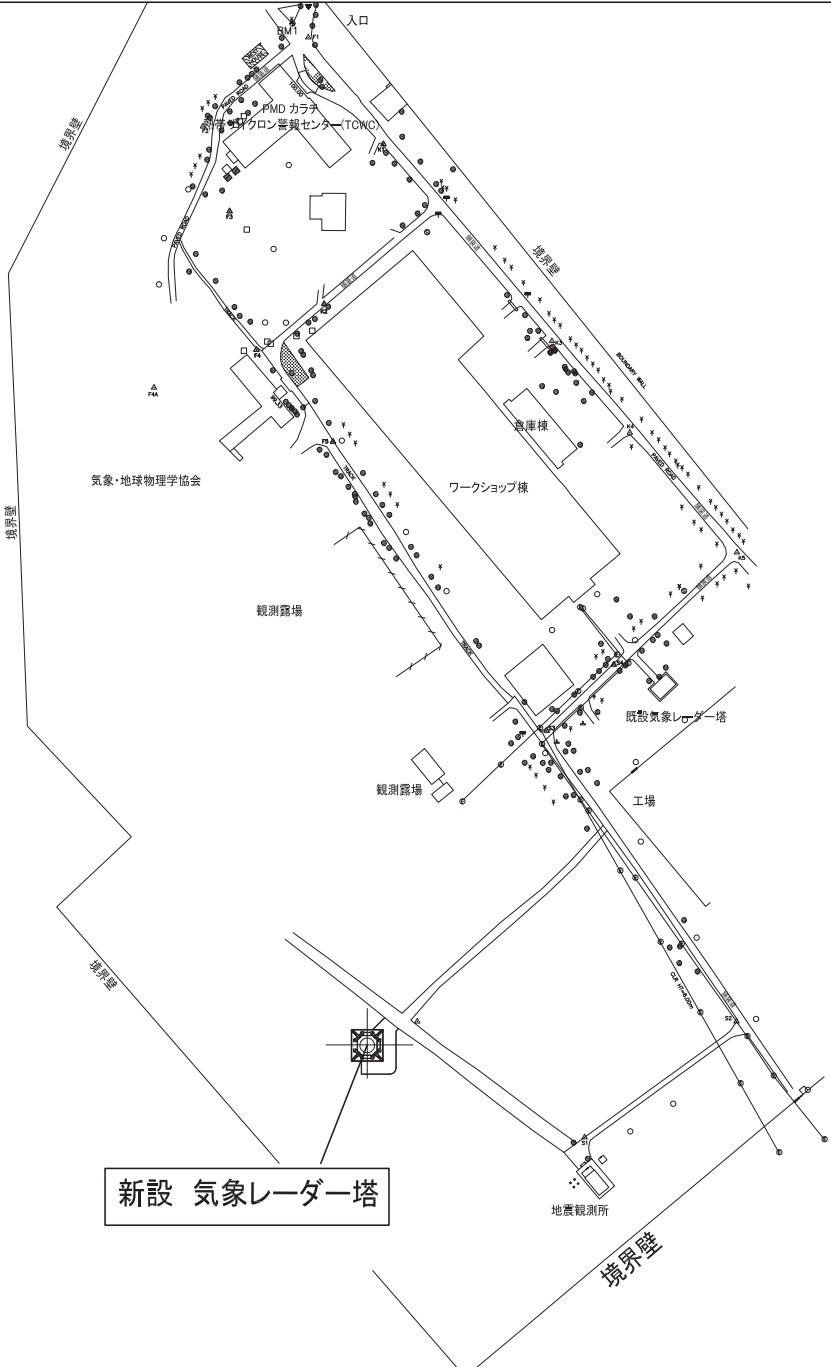
- 機材レイアウト図 5 : EQ-05
- 機材レイアウト図 6 : EQ-06

#### カラチ国際空港気象事務所

- 機材レイアウト図 7 : EQ-07

#### PMD ラホール 洪水予報局

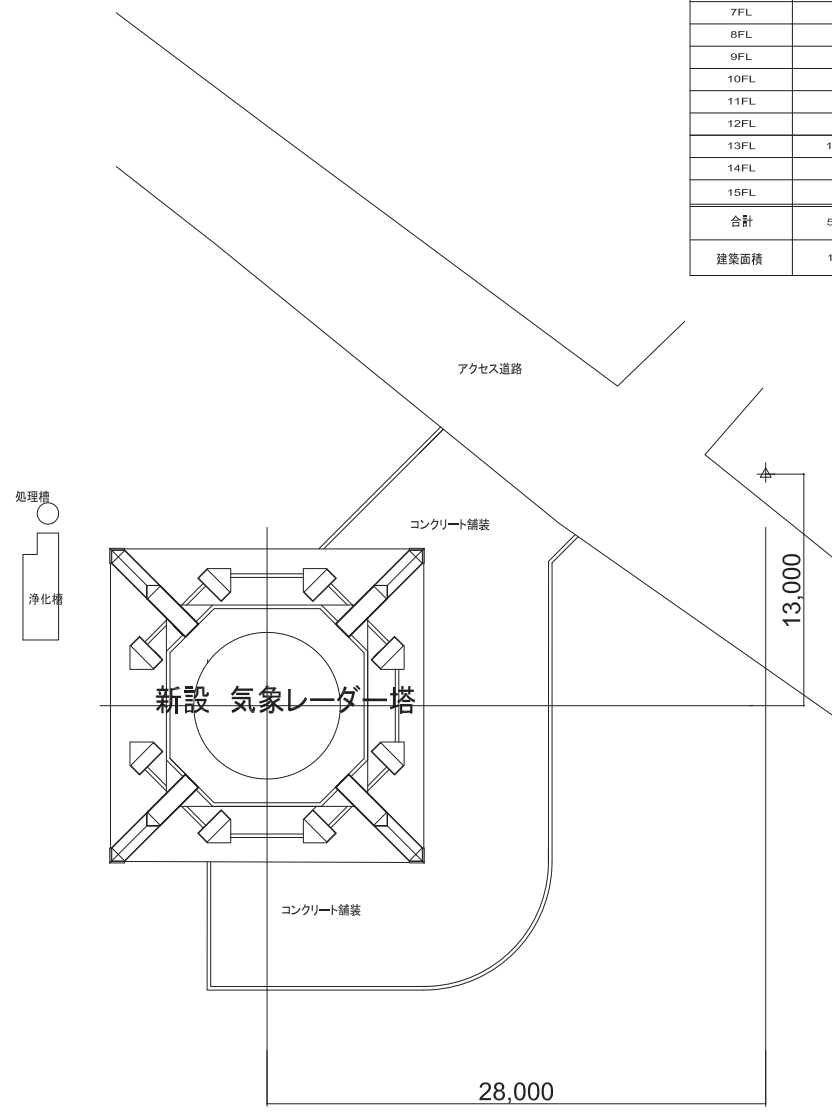
- 機材レイアウト図 8 : EQ-08



新設 気象レーダー塔

面積表

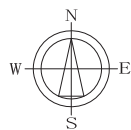
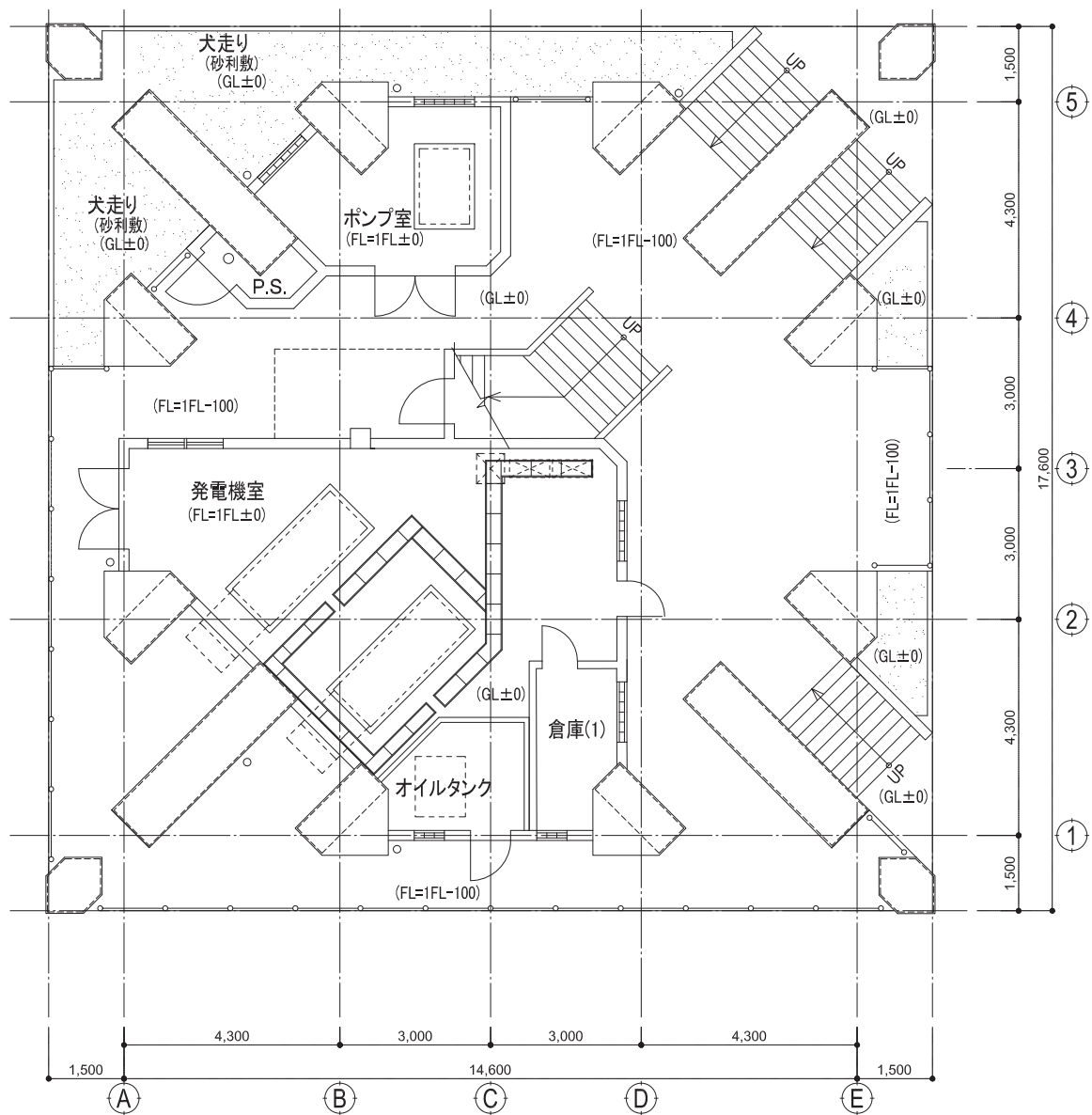
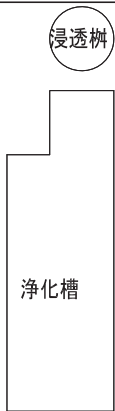
階数	延床面積 (m <sup>2</sup> )	施工床面積 (m <sup>2</sup> )
1FL	82.22	309.76
MPFL	-	69.00
2FL	125.00	309.76
3FL	176.18	309.76
4FL	16.59	309.76
5FL	-	169.00
6FL	-	169.00
7FL	-	169.00
8FL	-	169.00
9FL	-	116.64
10FL	-	116.64
11FL	-	116.64
12FL	-	116.64
13FL	107.22	116.64
14FL	17.35	116.64
15FL	30.17	116.64
合計	554.73 m <sup>2</sup>	2,800.52 m <sup>2</sup>
建築面積	176.18 m <sup>2</sup>	-



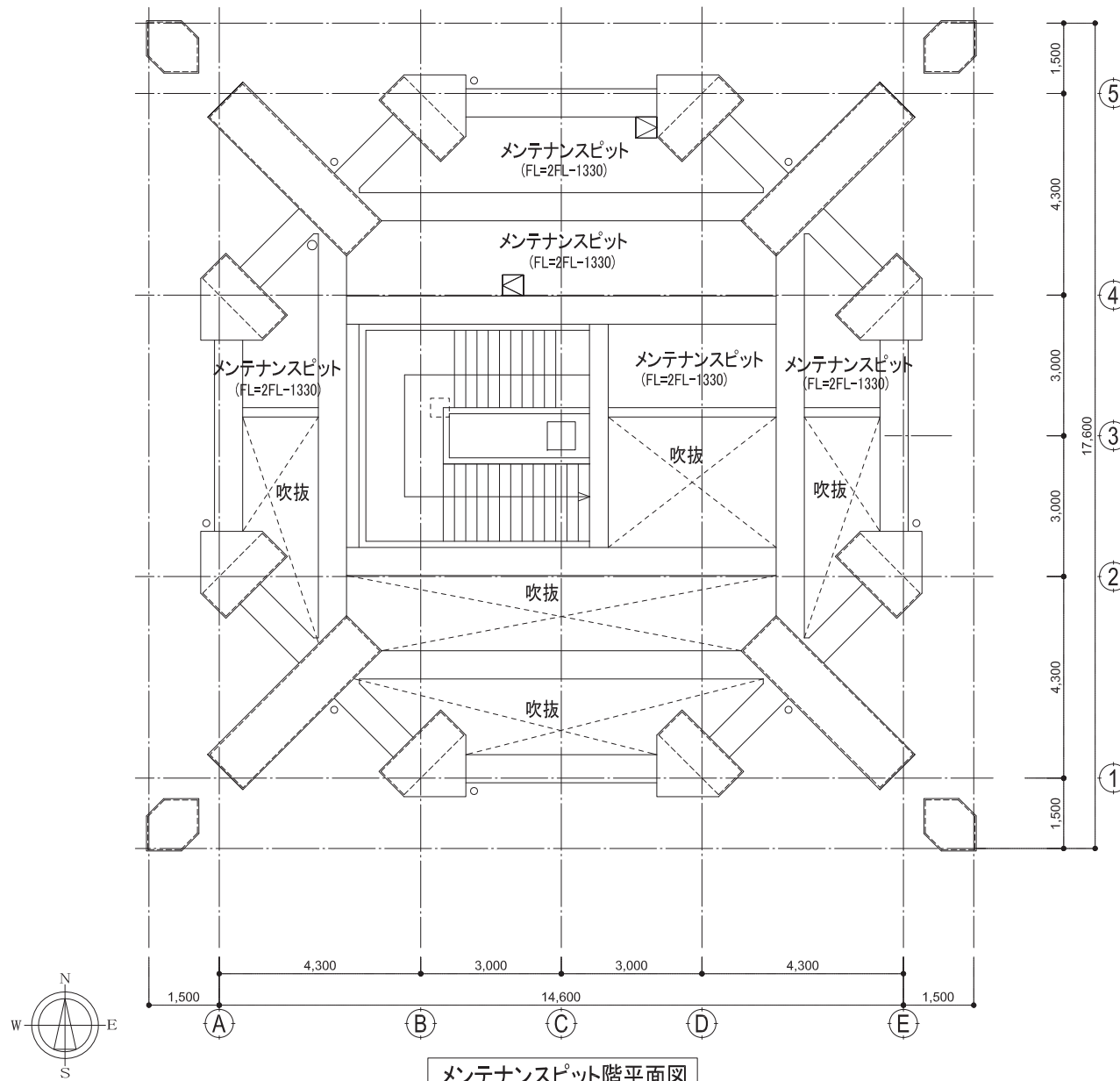
新設 気象レーダー塔

28,000

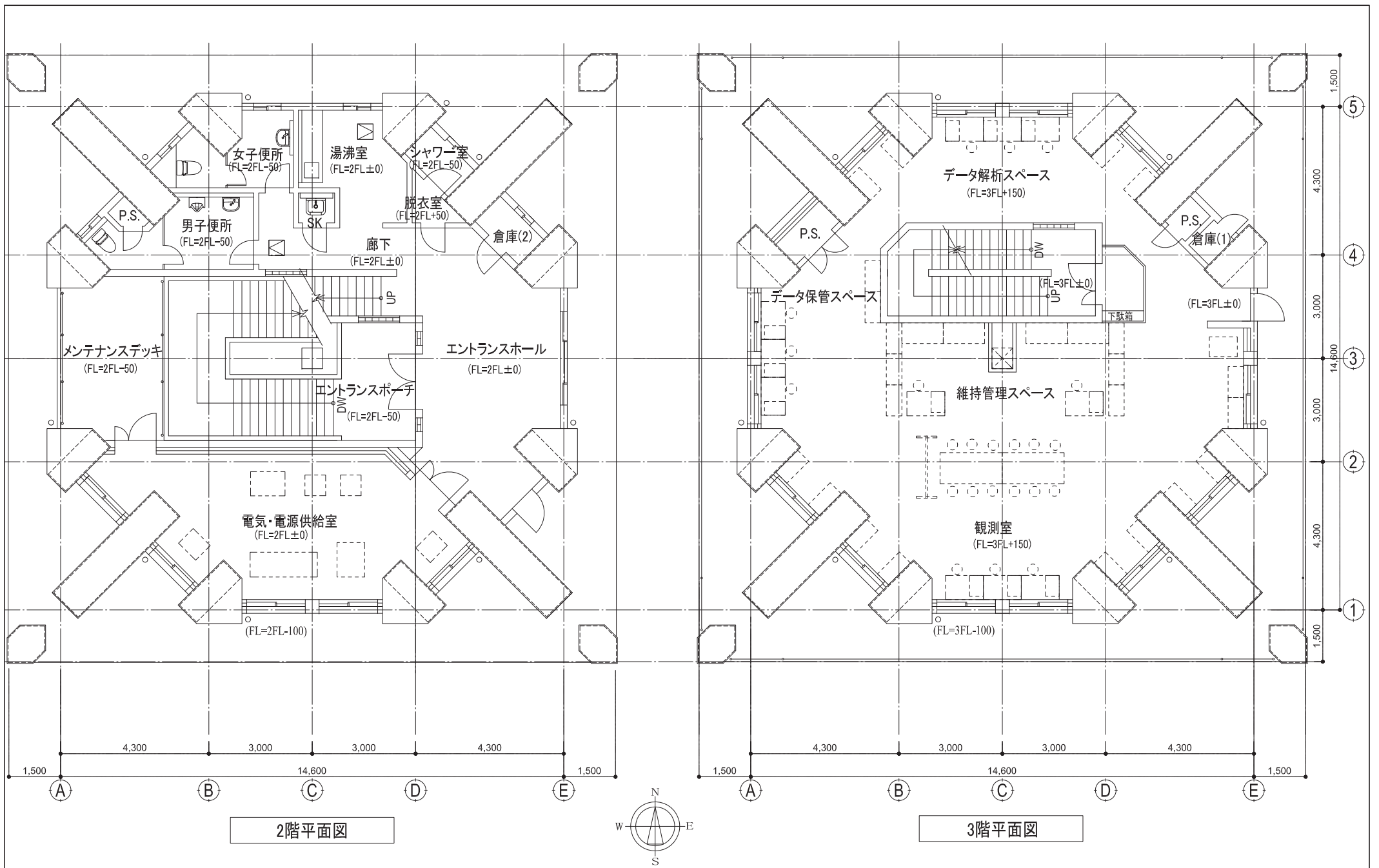
13,000



1階平面図



メンテナンスピット階平面図



2階平面図

3階平面図



Consortium of  
 Japan Weather Association and  
 International Meteorological Consultant Inc.

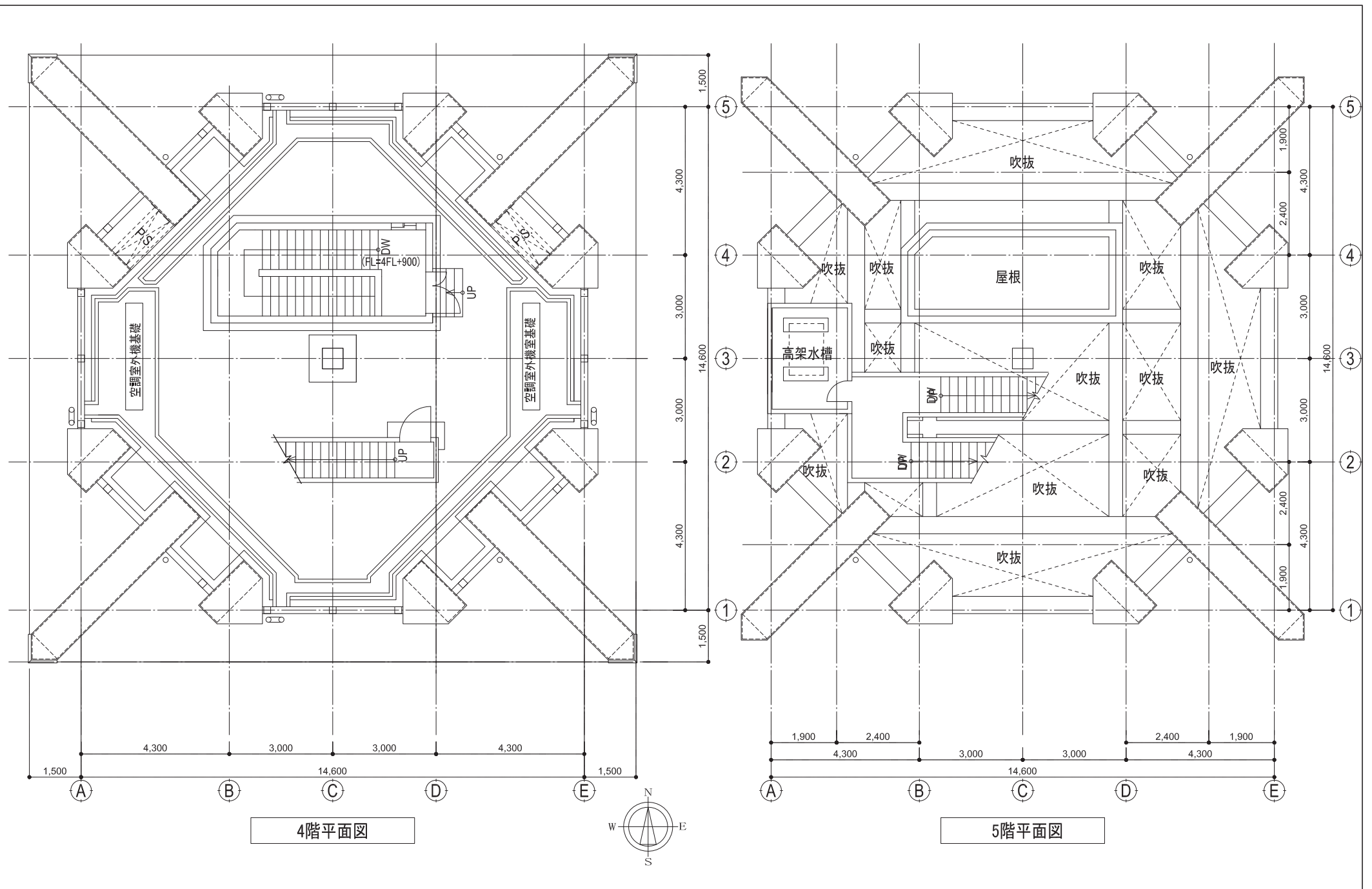


パキスタン国  
 カラチ気象レーダー整備計画

DRAWING TITLE  
 カラチ気象レーダー塔施設  
 2階、3階平面図

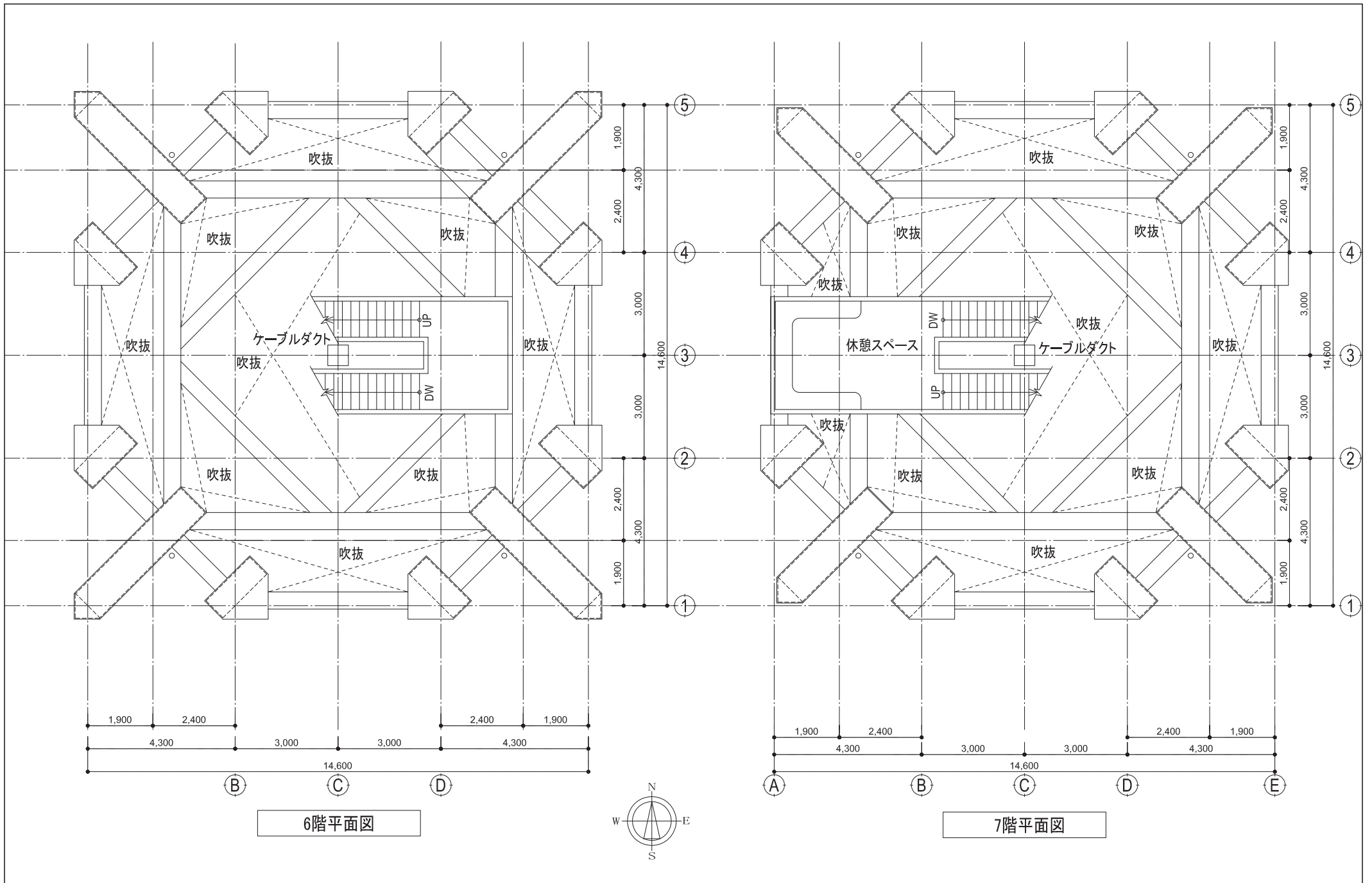
SCALE  
 1:100

DRAWING No.  
 A-04



4階平面図

5階平面図



6階平面図

7階平面図



Consortium of  
Japan Weather Association and  
International Meteorological Consultant Inc.

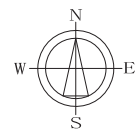
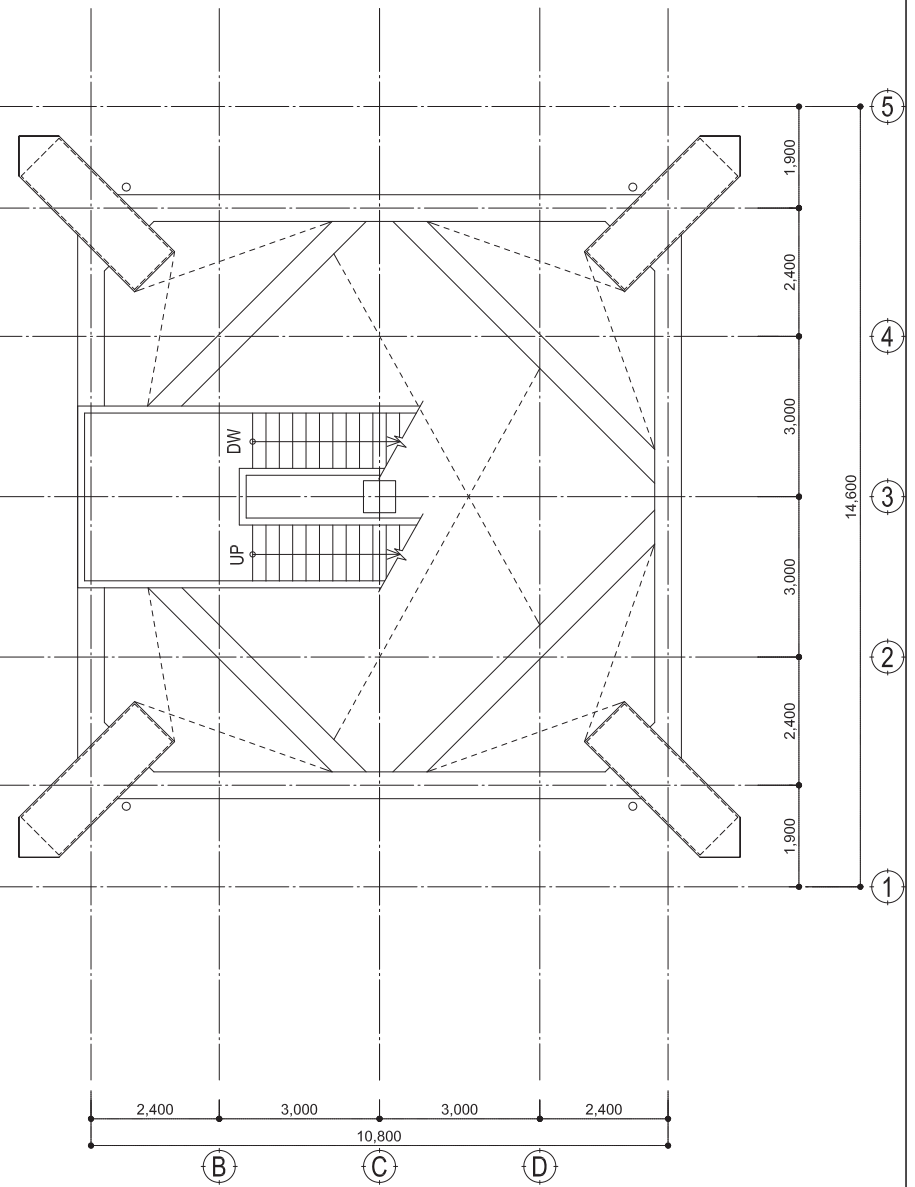
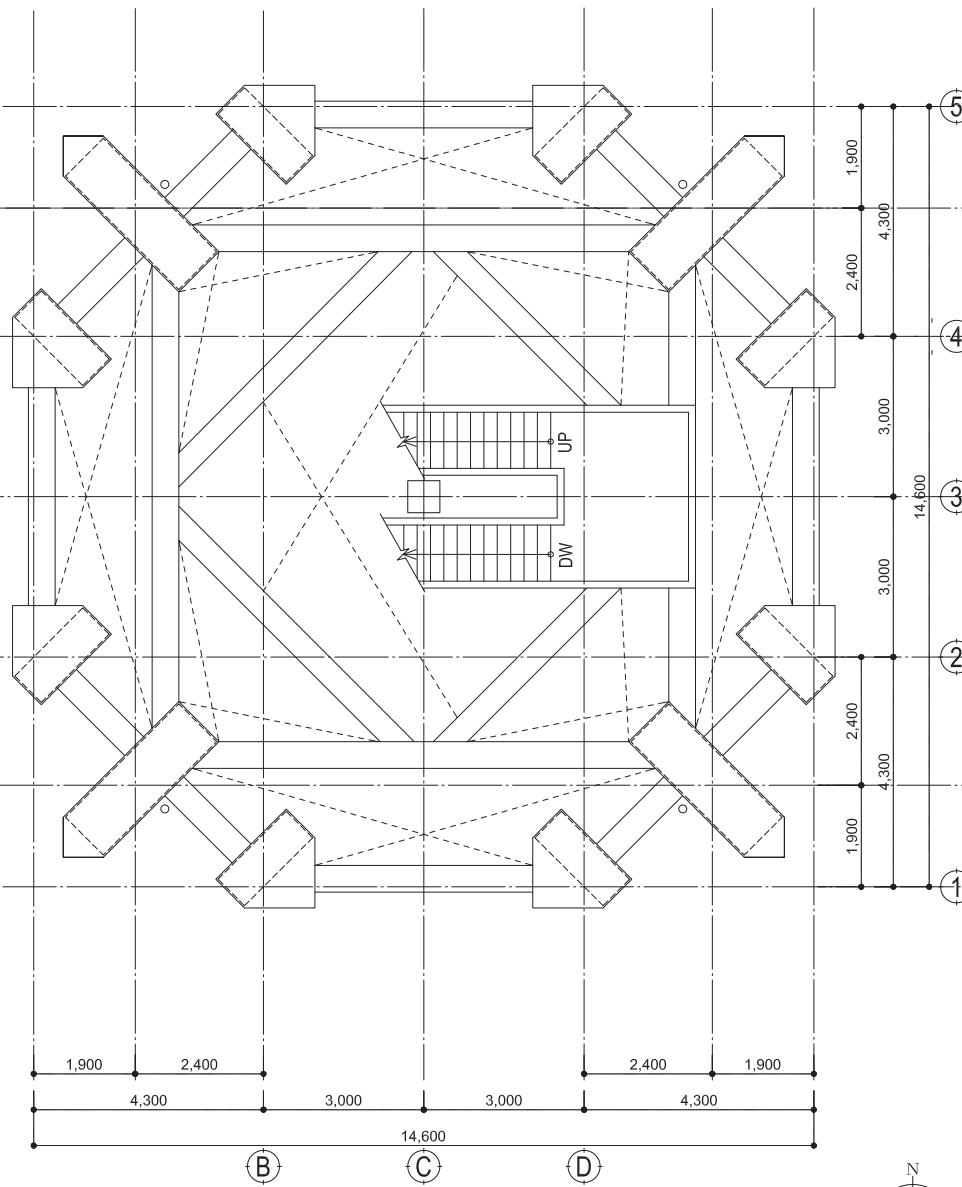


パキスタン国  
カラチ気象レーダー整備計画

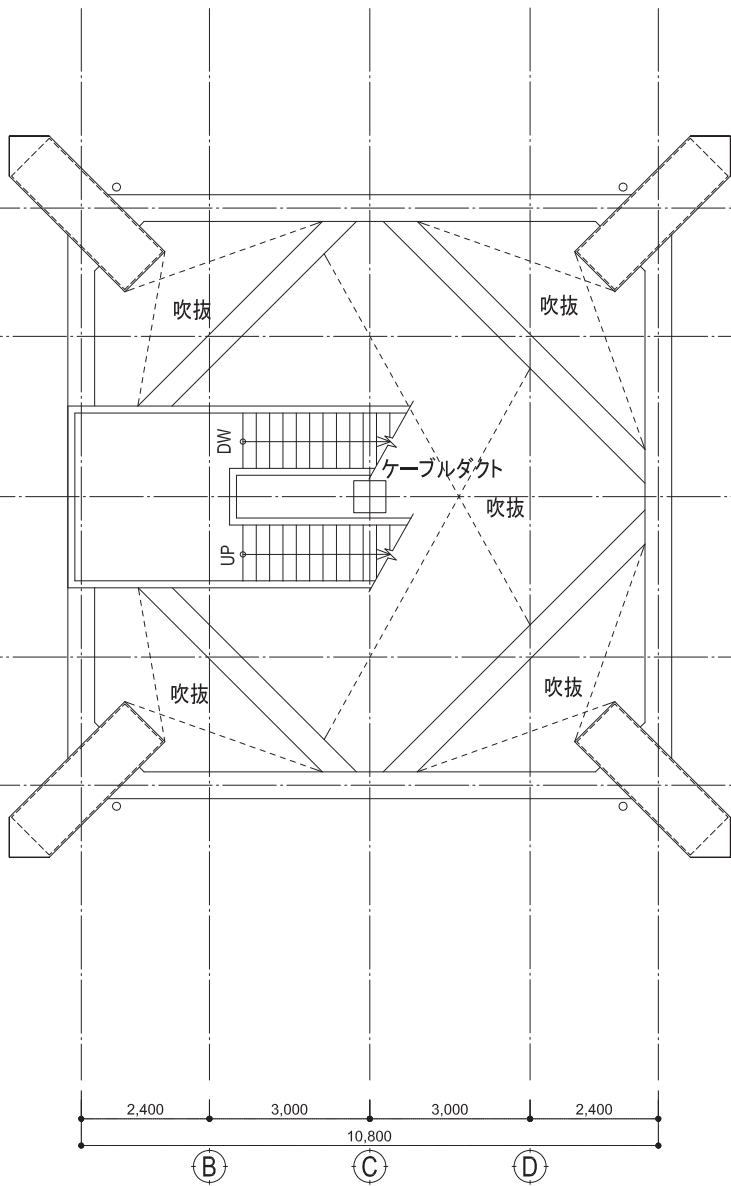
DRAWING TITLE  
カラチ気象レーダー塔施設  
6階、7階平面図

SCALE  
1:100

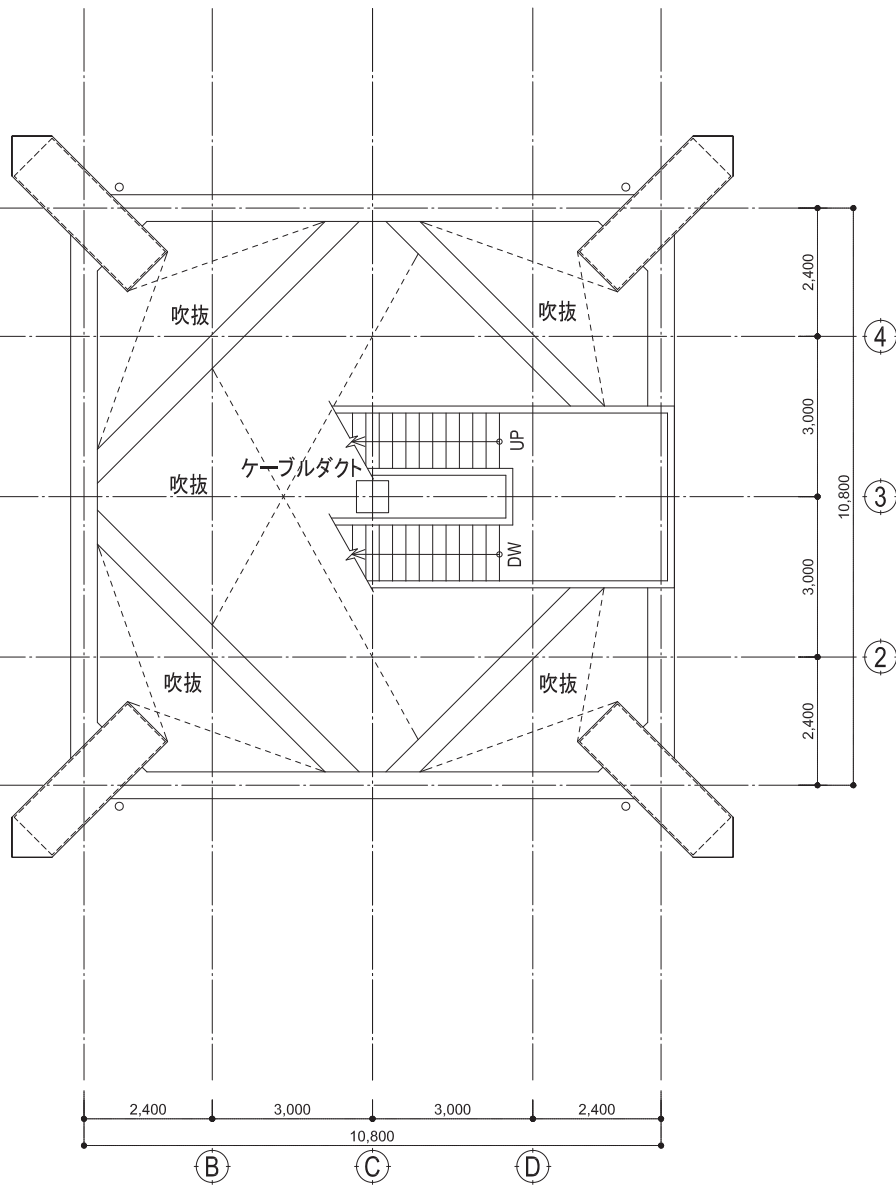
DRAWING No.  
A - 06



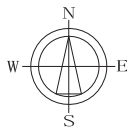




10階平面図



11階平面図



Consortium of  
Japan Weather Association and  
International Meteorological Consultant Inc.

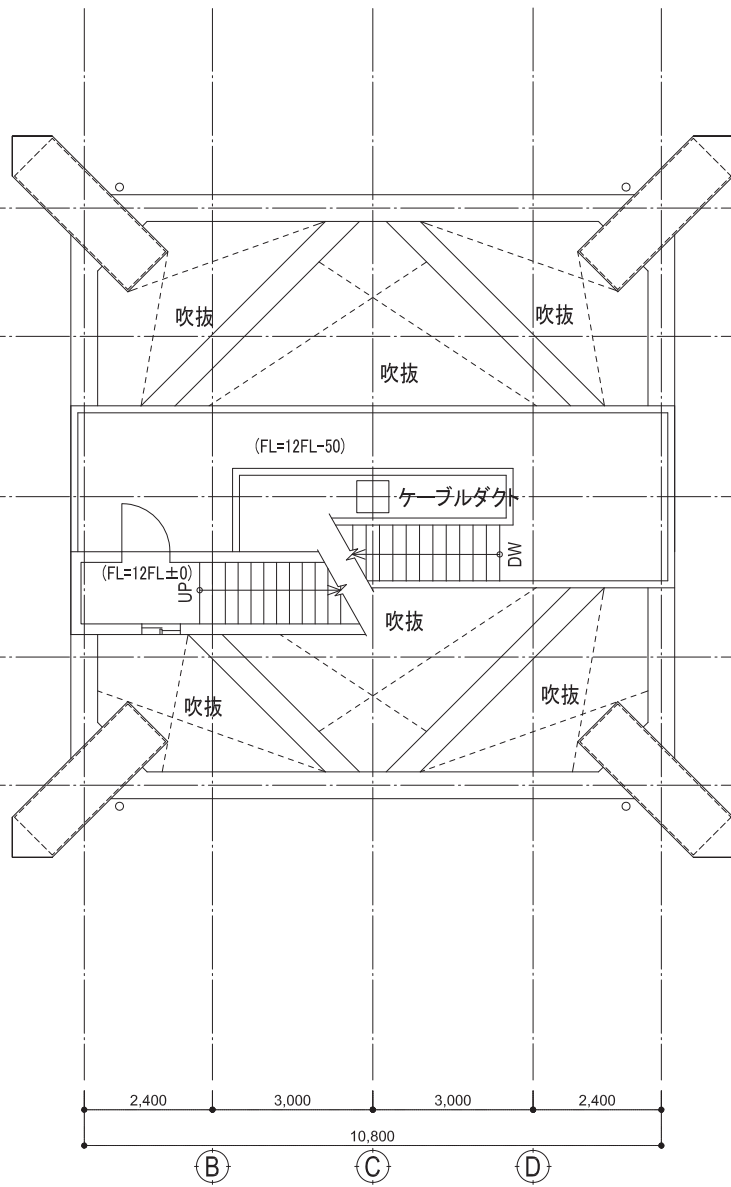


パキスタン国  
カラチ気象レーダー整備計画

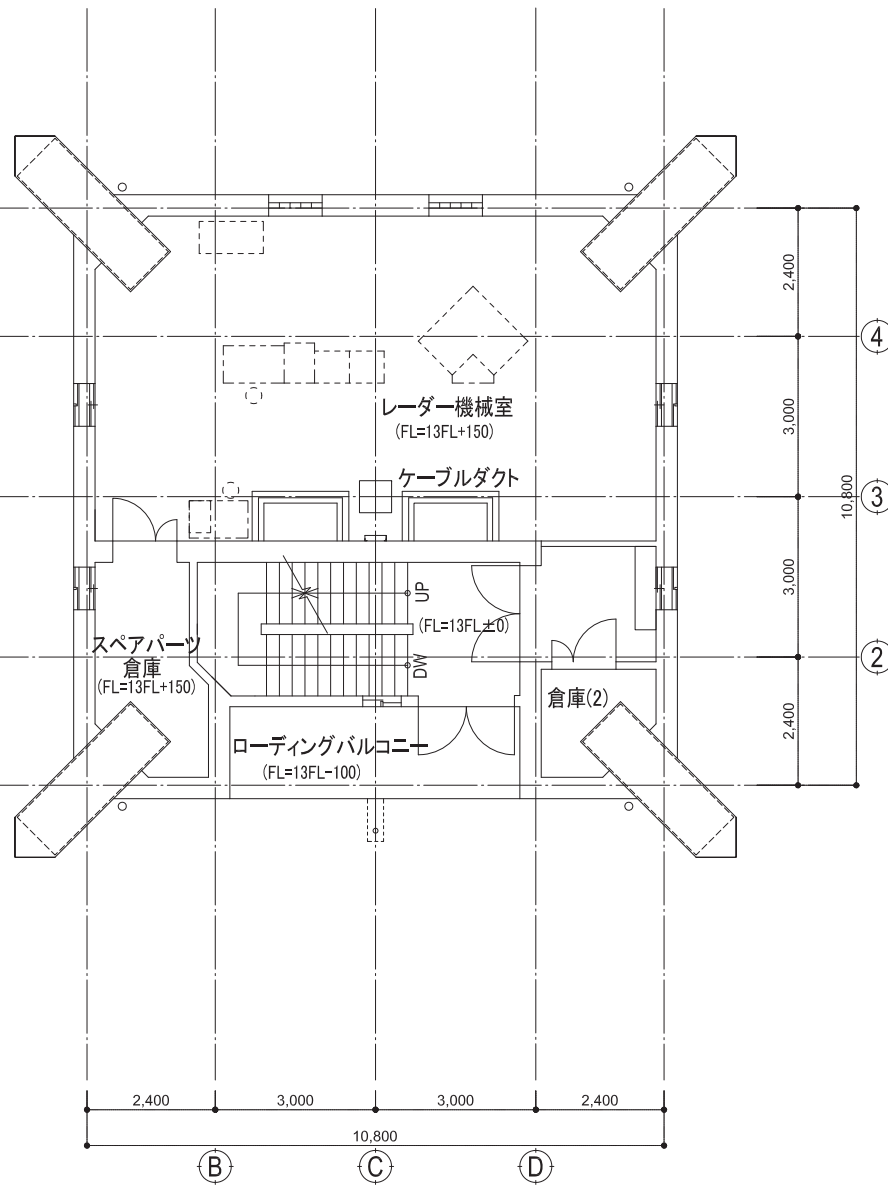
DRAWING TITLE  
カラチ気象レーダー塔施設  
10階、11階平面図

SCALE  
1:100

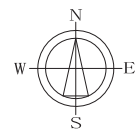
DRAWING No.  
A-08



12階平面図



13階平面図



Consortium of  
Japan Weather Association and  
International Meteorological Consultant Inc.

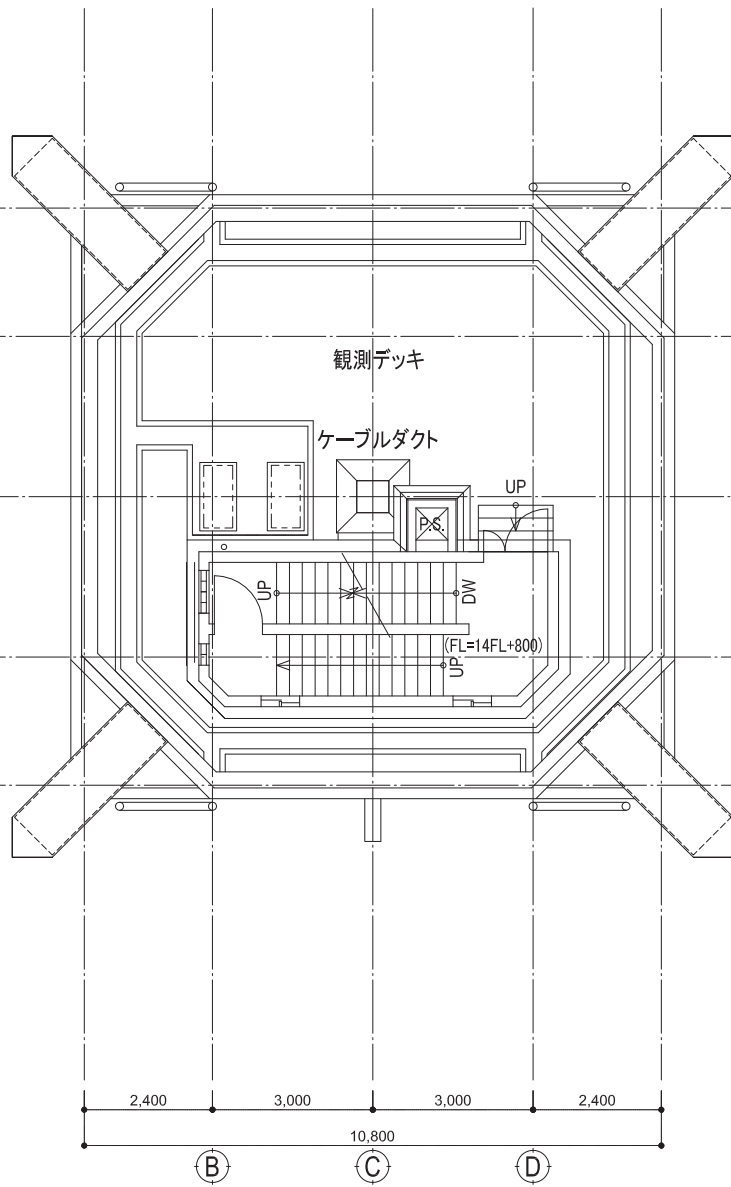


パキスタン国  
カラチ気象レーダー整備計画

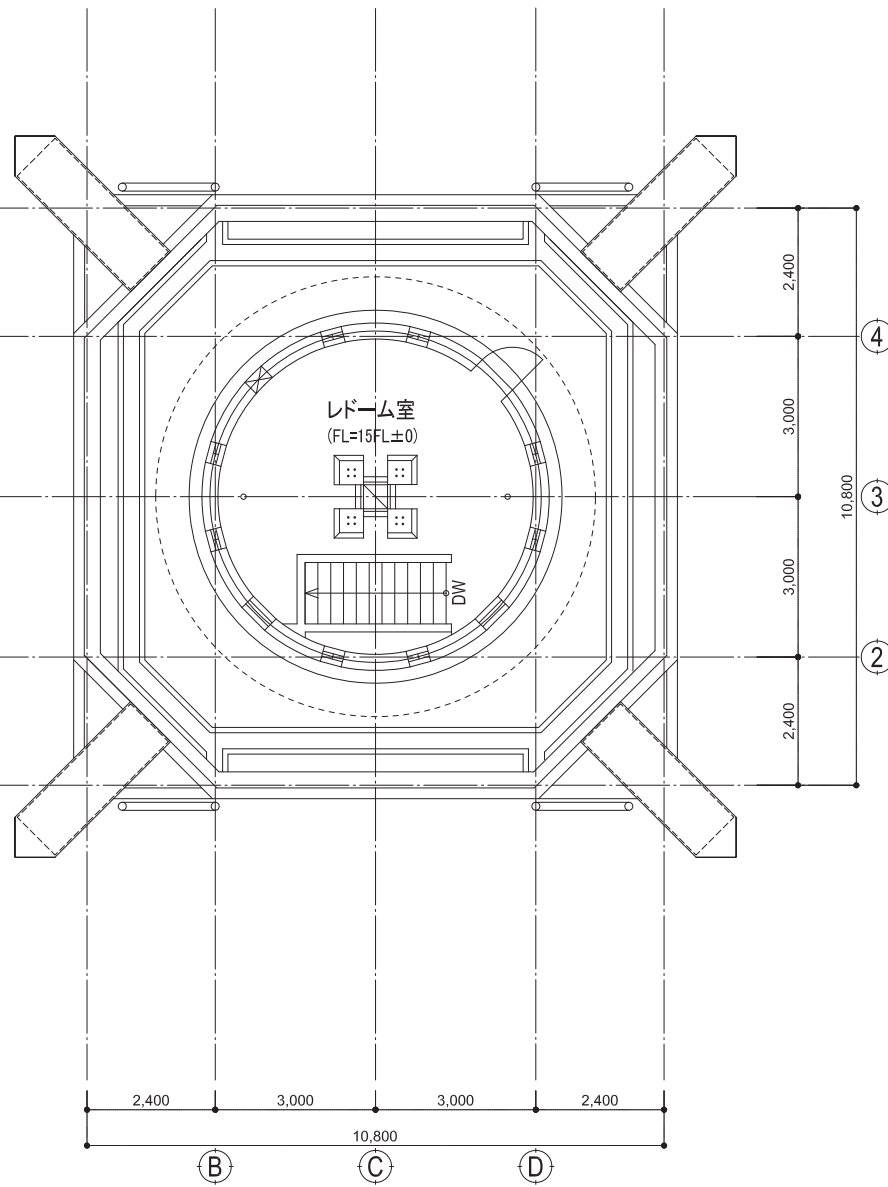
DRAWING TITLE  
カラチ気象レーダー塔施設  
12階、13階平面図

SCALE  
1:100

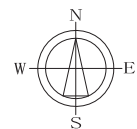
DRAWING No.  
A-09



14階平面図

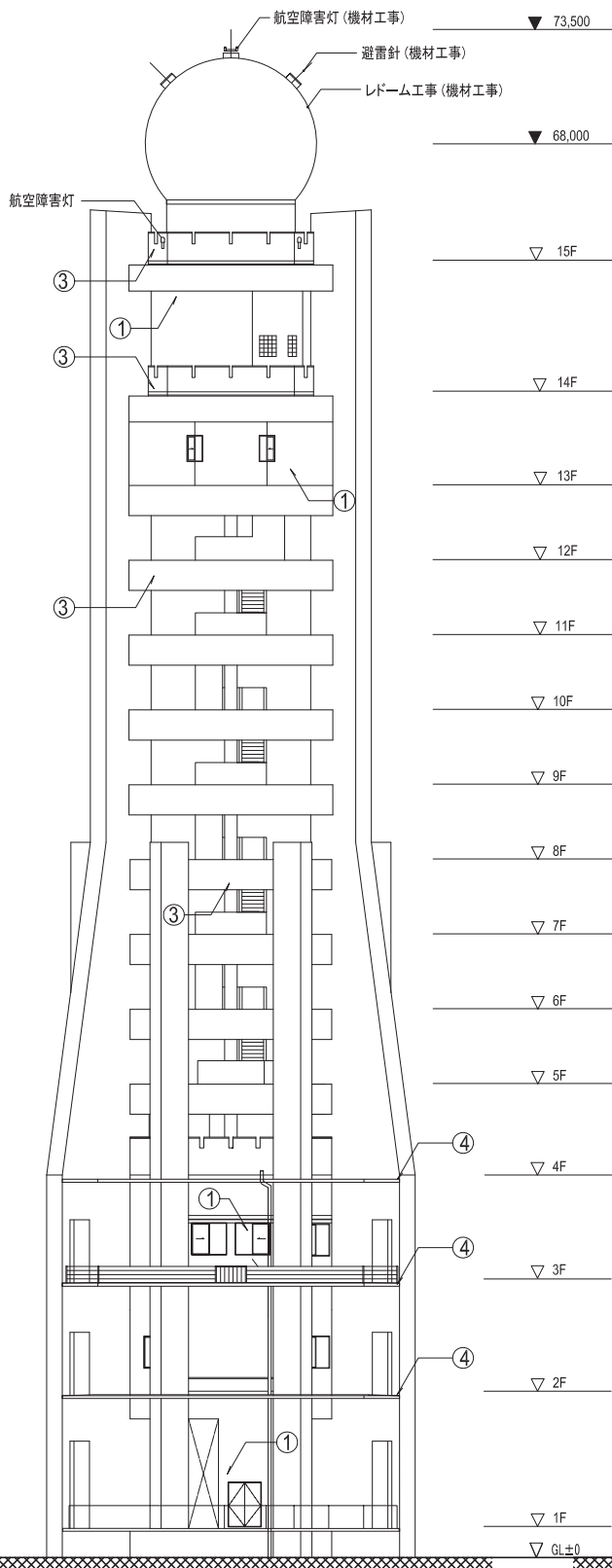


15階平面図

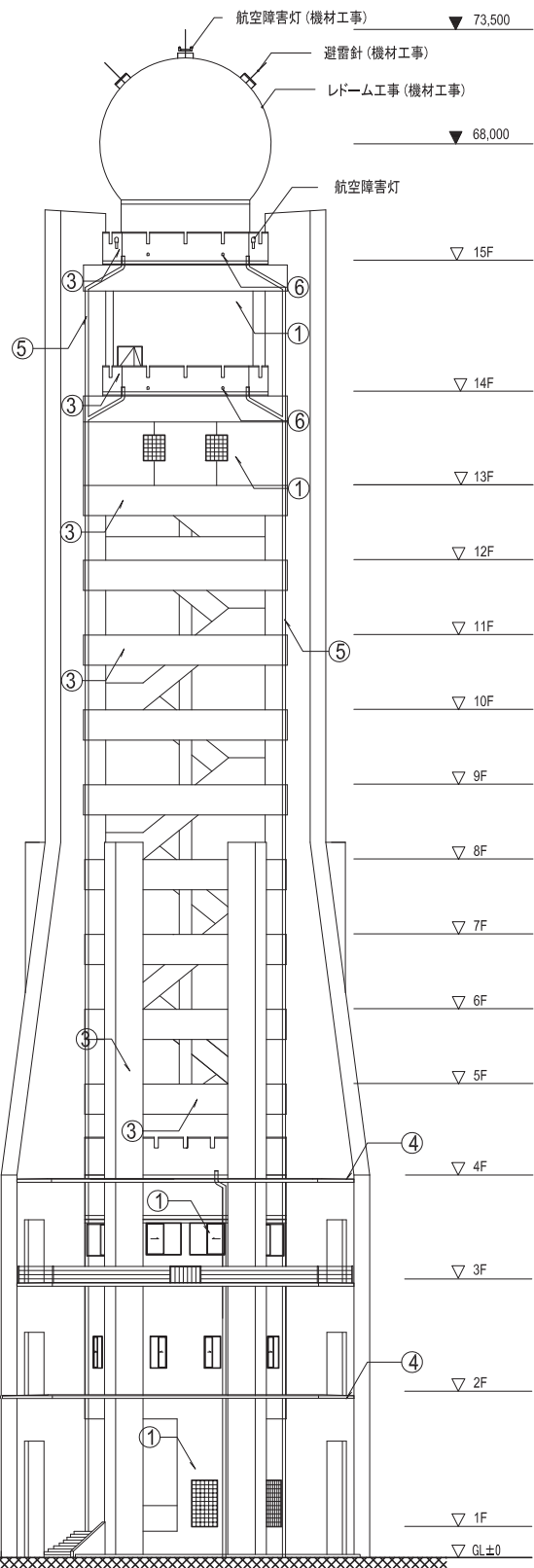


凡例

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



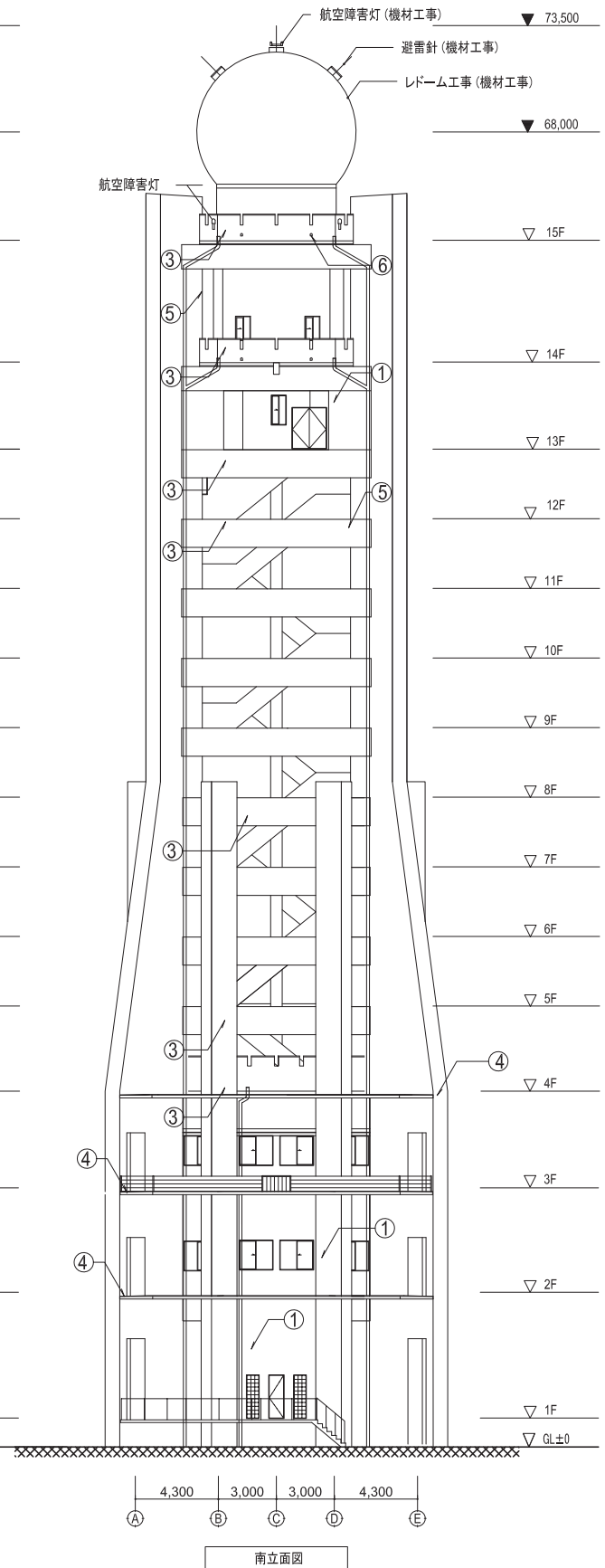
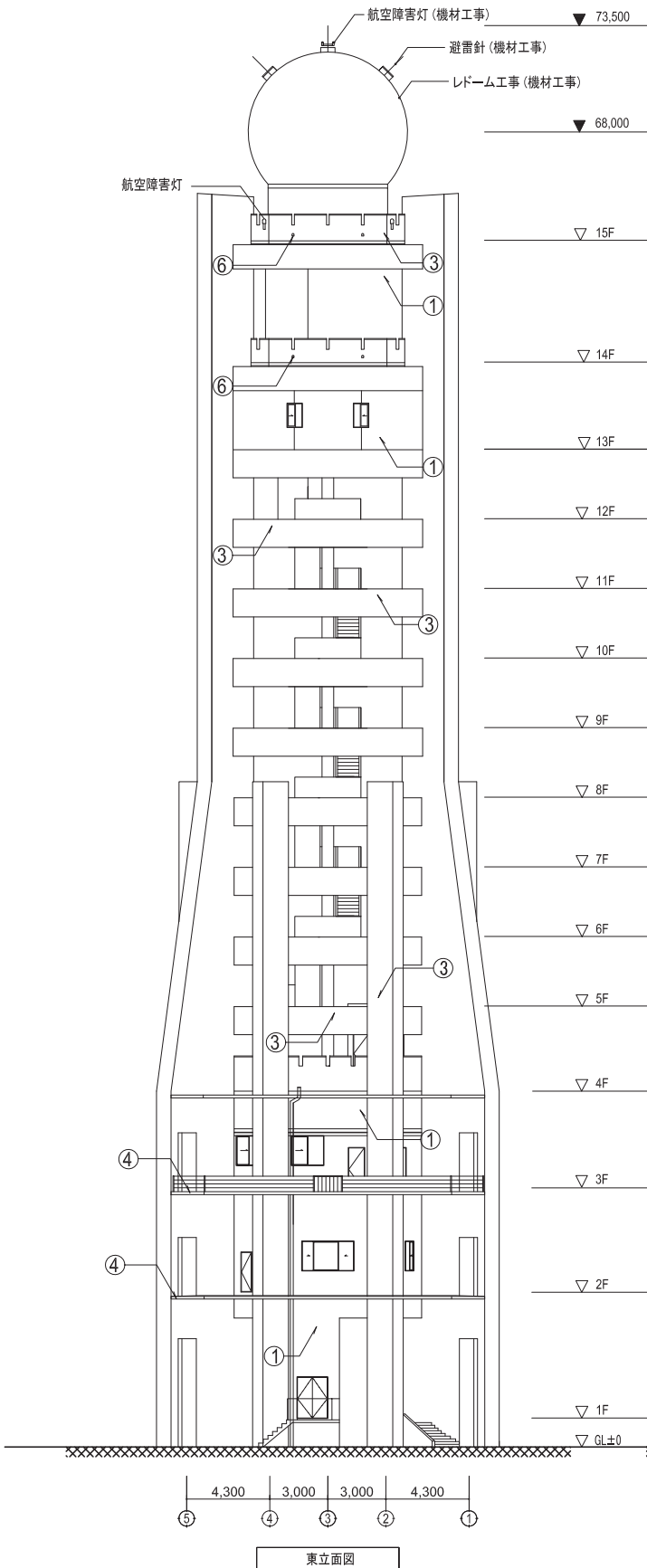
西立面図



北立面図

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



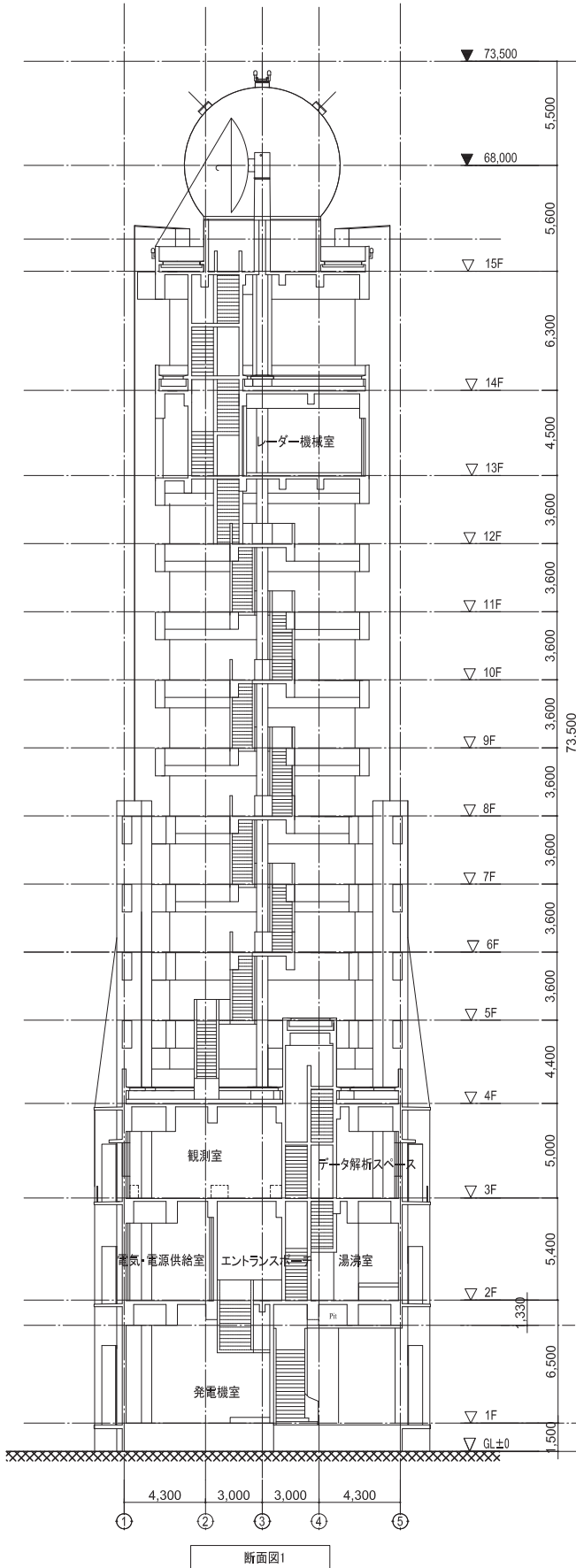
パキスタン  
カラチ気象レーダー整備計画

DRAWING TITLE  
カラチ気象レーダー塔施設  
断面図

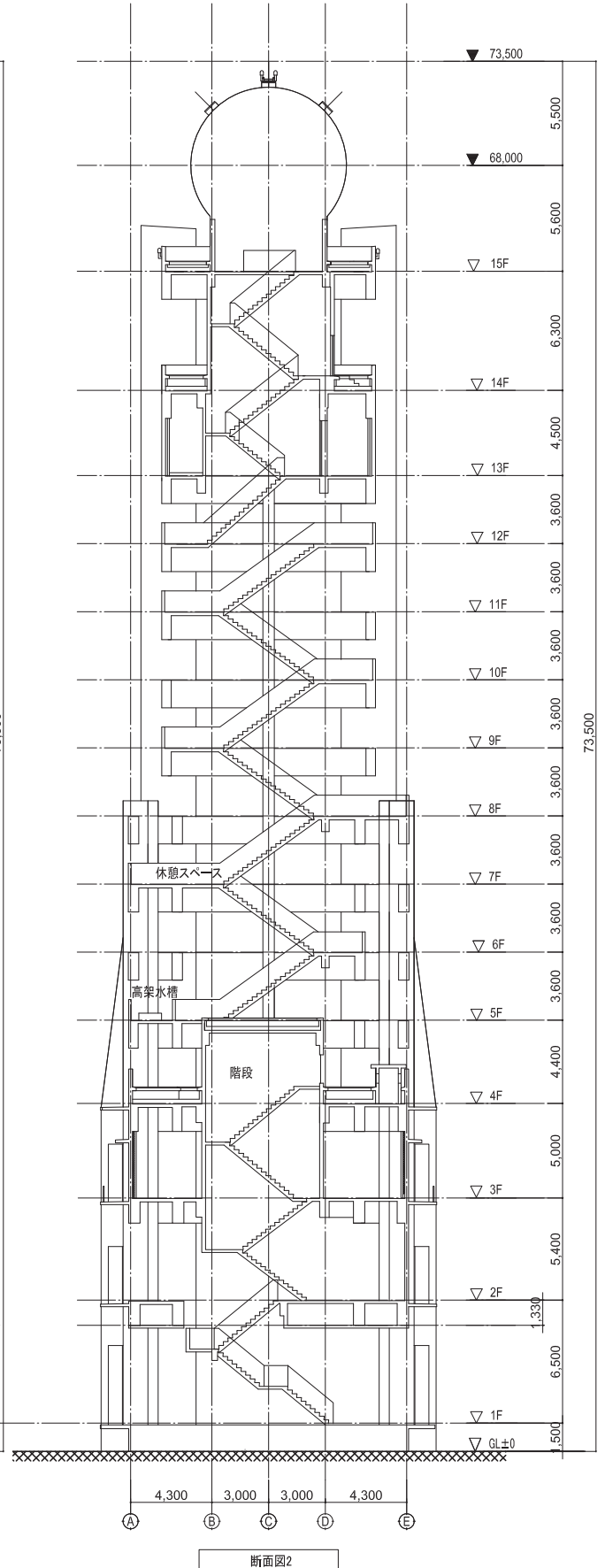
DRAWING No.

SCALE  
1:250

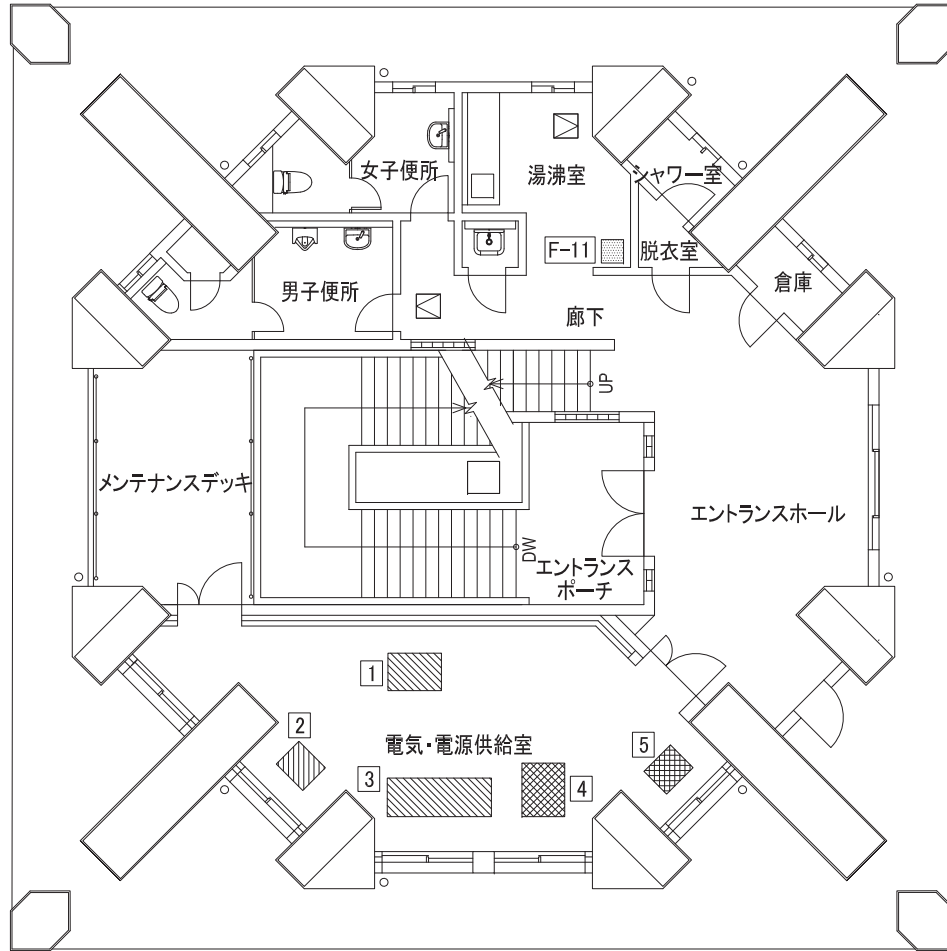
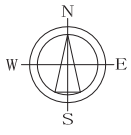
A - 13



断面図1



断面図2



2階平面図

機器 (機材工事)

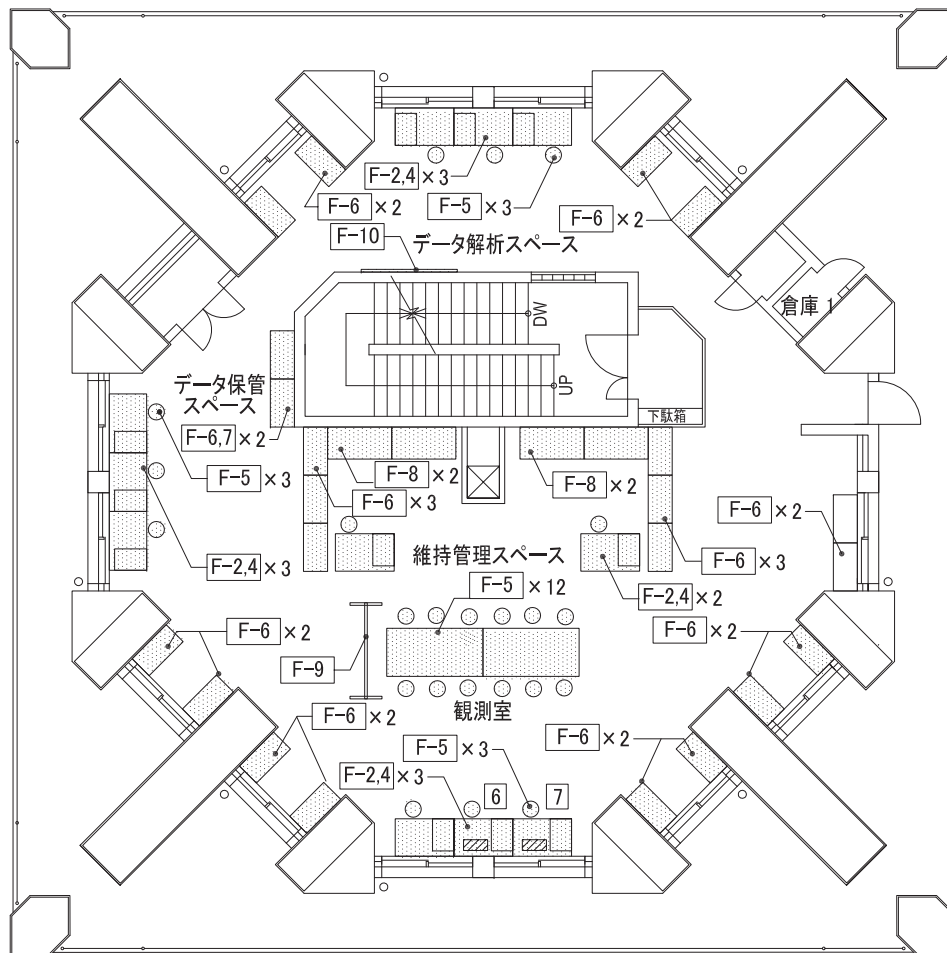
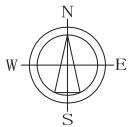
- 1 自動電圧調整装置
- 2 耐雷トランス
- 3 電源供給キャパシタ

機器 (建築工事)

- 4 自動電圧調整装置
- 5 耐雷トランス

家具 (建築工事)

- F-11 給水器



3階平面図

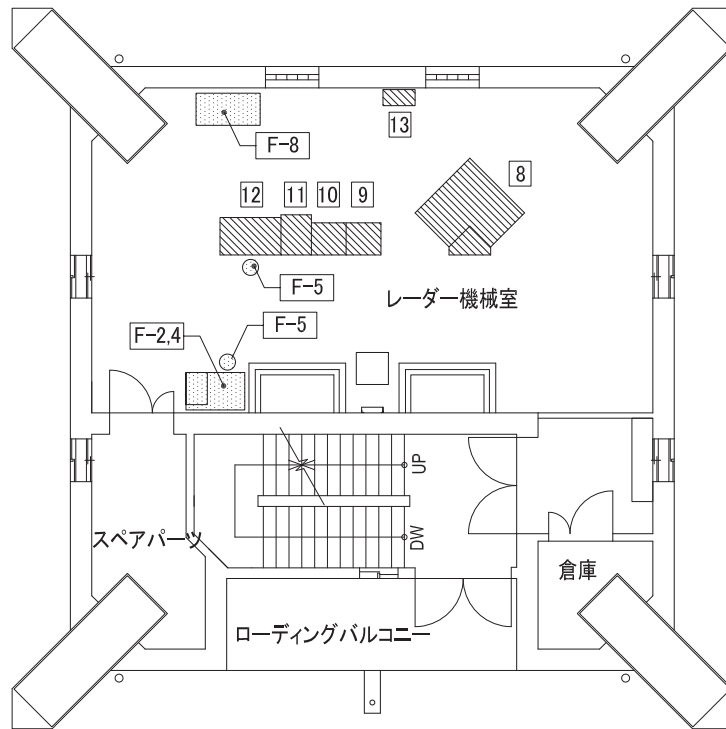
機器 (機材工事)

- 6 データ分析装置
- 7 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



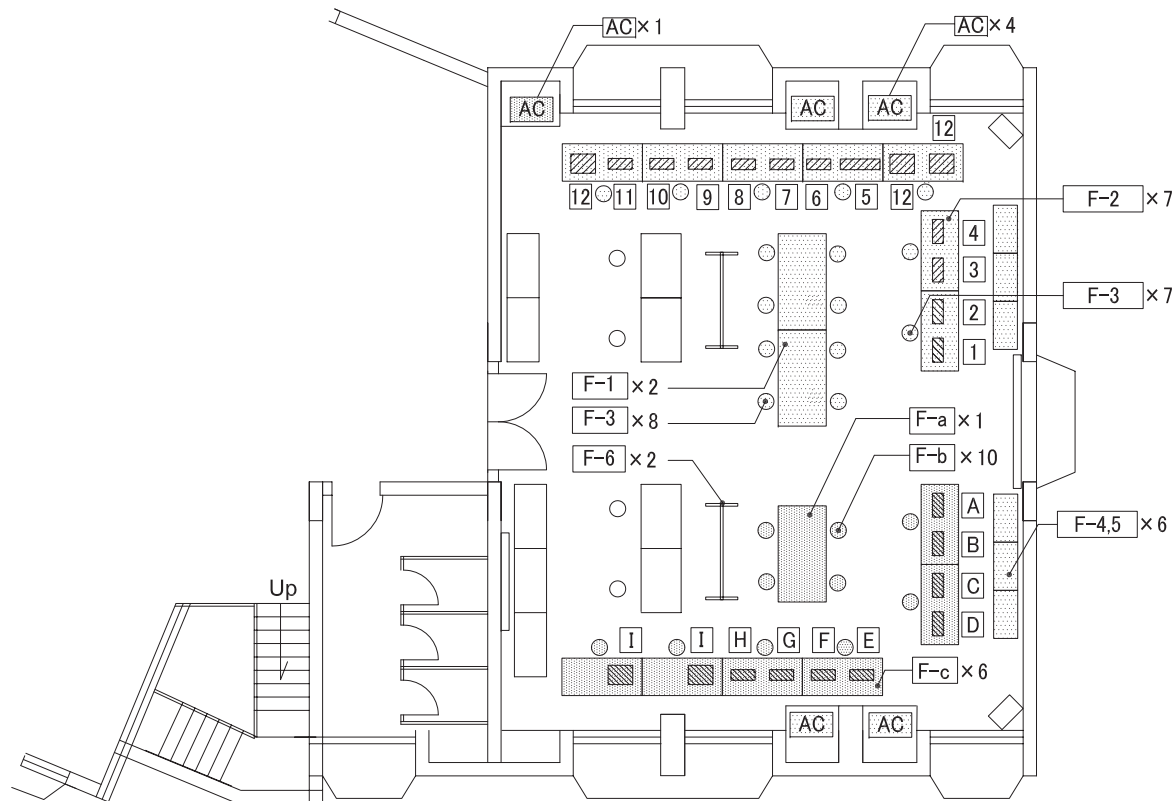


機器 (機材工事)

- 8 送信装置
- 9 空中線制御装置及び導波管加圧装置
- 10 受信信号処理装置
- 11 データ・プロトコル変換装置
- 12 レーダー動作制御装置
- 13 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)



□ 機材 (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の機材工事で導入予定)

- 1 データ解析装置
- 2 気象攪乱・ドップラー速度表示装置
- 3 積算降水量処理装置
- 4 気象プロダクト表示装置
- 5 気象ブリーフィング用表示装置
- 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
- AC エアコン室内機

機器・家具配置図

2階平面図

▨ 機材 (本プロジェクトの機材工事)

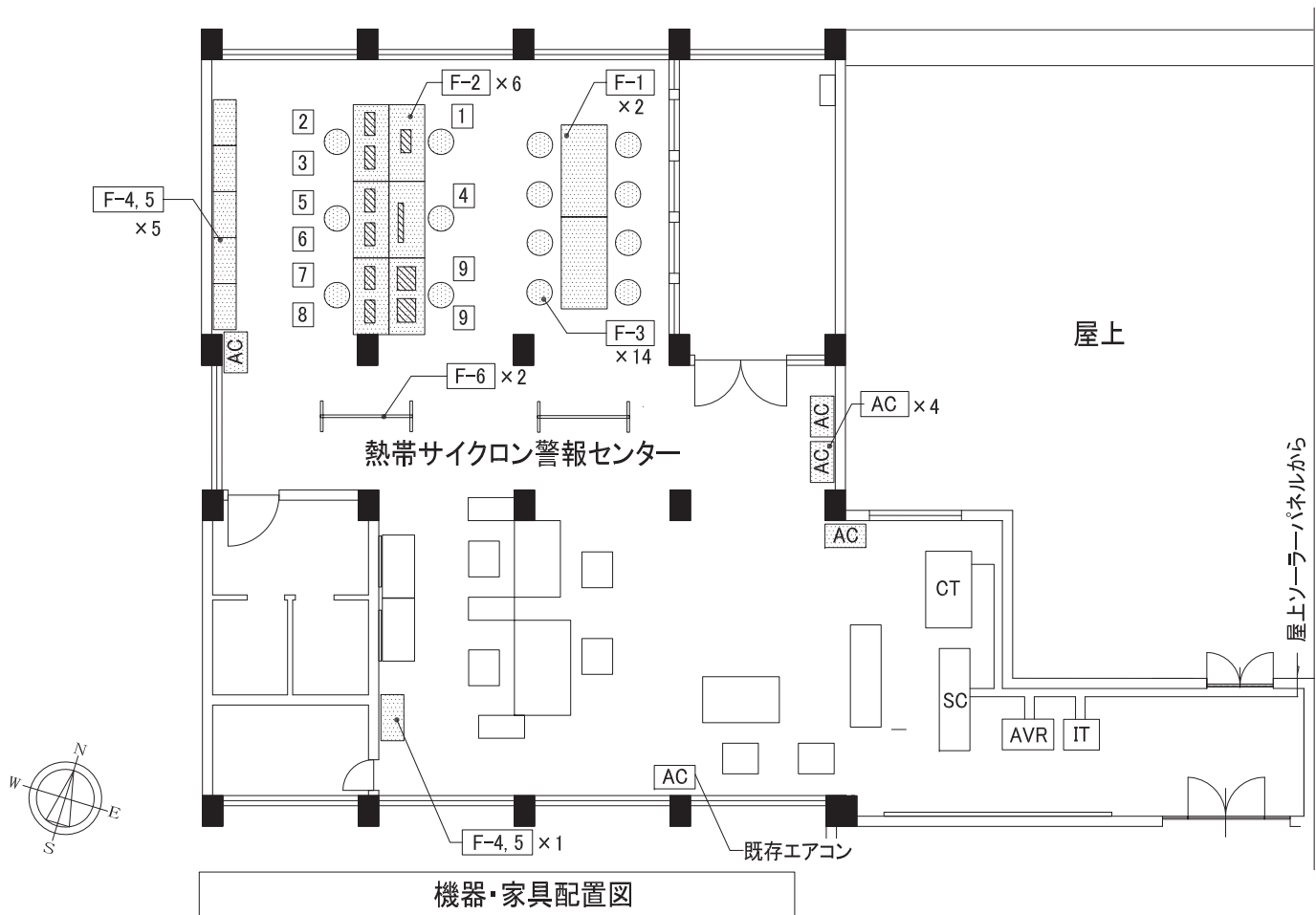
- A データ解析装置
- B 気象攪乱・ドップラー速度表示装置
- C 積算降水量処理装置
- D 気象プロダクト表示装置
- E 気象データ記録装置
- F プロダクト再生装置
- G ドップラー風向風速表示装置
- H サイクロン追跡表示装置
- I カラープリンター
- AC エアコン室内機

▨ 家具 (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の建設工事で導入予定)

- F-1 会議テーブル (W900×L1,800)
- F-2 作業机 (W1,500×D700)
- F-3 作業用椅子
- F-4 引き出しタイプキャビネット (H1,100)
- F-5 扉付キャビネット (H1,000)
- F-6 可動式ホワイトボード (W1,800×H900)

▨ 家具 (本プロジェクトの建設工事)

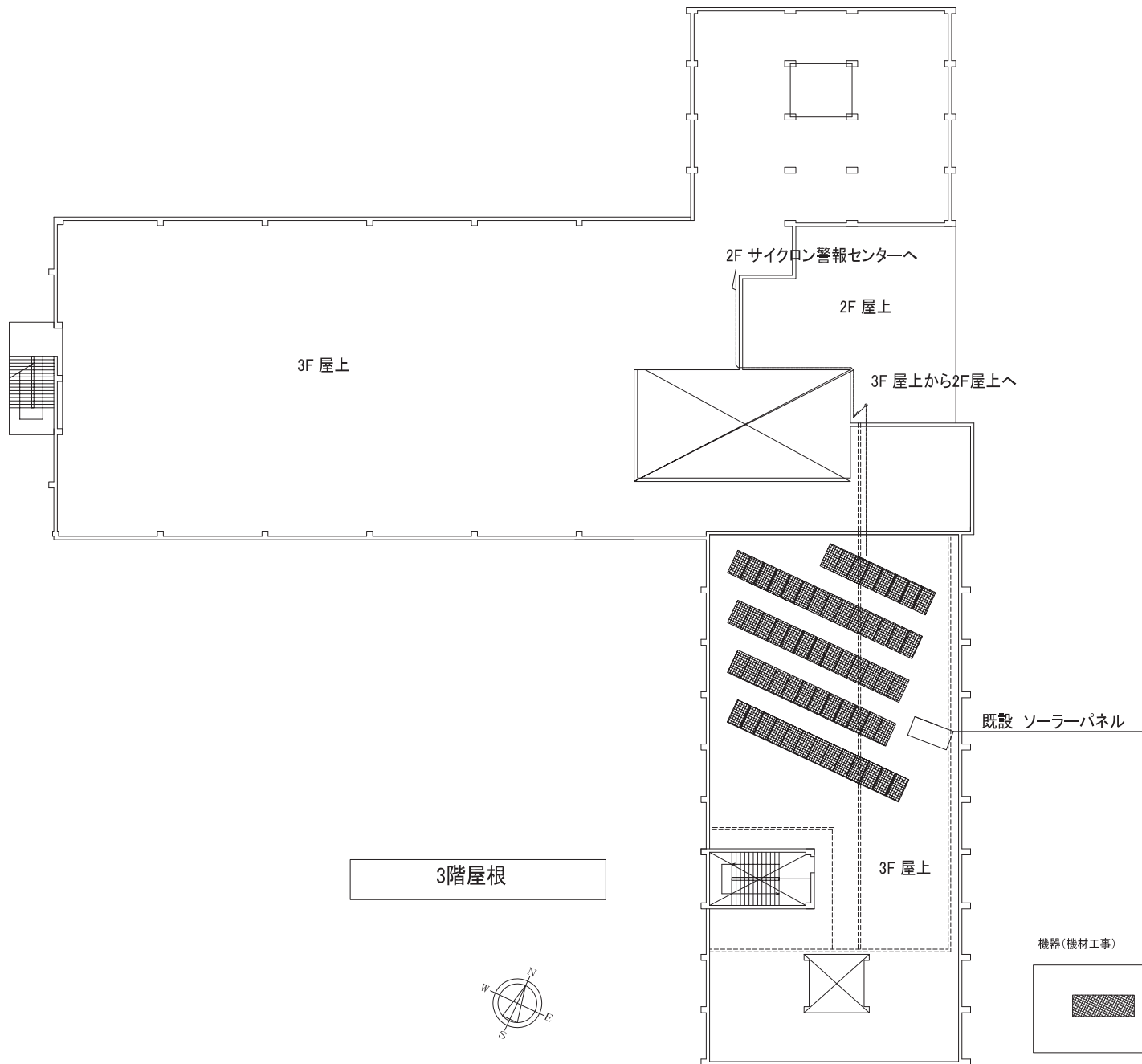
- F-a 会議テーブル (W900×L1,800)
- F-b 作業用椅子
- F-c 作業机 (W1,500×D700)

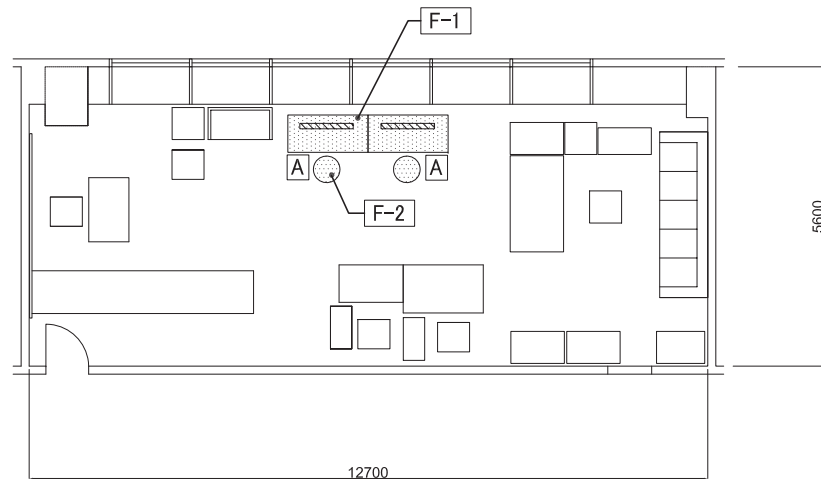


- 家具(建設工事)**
- F-1 会議テーブル (W900×L1,800)
  - F-2 作業机 (W1,500×D700)
  - F-3 作業用椅子
  - F-4 引き出しタイプキャビネット (H1,100)
  - F-5 扉付キャビネット (H1,000)
  - F-6 可動式ホワイトボード (W1,800×H900)

- 機器(機材工事)**
- 1 データ解析装置
  - 2 気象攪乱・ドップラー速度表示装置
  - 3 積算降水量処理装置
  - 4 気象プロダクト表示装置
  - 5 気象データ記録装置
  - 6 プロダクト再生装置

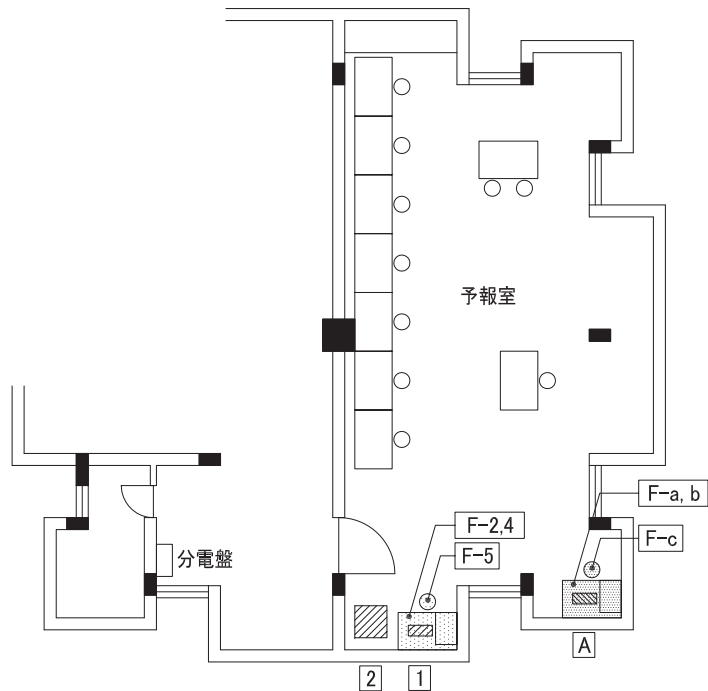
- 7 ドップラー風向風速表示装置
- 8 サイクロン追跡表示装置
- 9 カラープリンター
- CT キャパシタ
- AVR 自動電圧調整装置
- IT 耐雷トランス
- SC ソーラパワー制御装置
- AC 床置セパレート型エアコン  
冷房能力:7KW以上





機器・家具配置図





機器・家具配置図

2階平面図

機材(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の機材工事で導入予定)

- 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

機材(本プロジェクトの機材工事)

- A 積算降水量処理装置

家具(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の建設工事で導入予定)

- 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

家具(本プロジェクトの建設工事)

- F-a 作業机(W1,100×D700)
- F-b ワゴンキャビネット
- F-c 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、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、電源供給キャパシタ等）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、試験稼働時には、全システムに高い精度と機能を発揮させるため、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50 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及びPMD カラチにおいて、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に必要な関係機関からの許可取得		●
15	カラチ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）の基幹電気ラインからの敷設（電柱、ケーブル等を含		●



	む)		
16	カラチ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		●
17	カラチ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		●
18	建設作業のための仮設（電気、水設備等）の提供		●
19	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	●	
20	気象レーダー塔施設用家具の調達・設置	●	
21	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		●
22	気象レーダー塔施設及び設備運用・維持管理に関しての、請負業者による PMD に対する初期運用研修	●	
23	研修受講職員の派遣費用負担（日当、交通費、宿泊費等）		●
24	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			
25	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		●
26	カラチ気象レーダーシステムの観測データを送信するために必要となる 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 (PMD 本局イスラマバード国家気象予報センター、PMD カラチ、カラチ国際空港気象事務所、新ベナジル・ブット国際空港気象事務所及び PMD ラホール洪水予報部)		●
27	供給される機材 (PC 端末及び周辺機器) への IP アドレスの提供		●
28	供給される機材 (PC 端末及び周辺機器) を設置するため、PMD 本局イスラマバード国家気象予報センター、PMD カラチ熱帯サイクロン警報センター、カラチ国際空港気象事務所、新ベナジル・ブット国際空港気象事務所及び PMD ラホール洪水予報部での必要スペースの確保		●
29	本プロジェクトの実施に必要な機材の調達・設置・調整	●	
30	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	●	
31	全システムの稼働開始	●	
32	調達機材の運用・維持管理に関する、請負業者による PMD に向けた初期運用研修	●	
33	研修受講職員の派遣費用 (日当、交通費、宿泊費等)		●
34	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			
35	既設の門、敷地境界壁、敷地内外の外部照明等の改修		●
36	機材の円滑な運用・維持管理に必要な職員の配置		●
37	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		●
38	本プロジェクトで建設された気象レーダー塔施設が長期にわたり効率的に機能するための適切な運用・維持管理		●
39	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		●
40	円滑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		●
41	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関係機関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

カラチでは、日中30度を超える時もあることから、コンクリート温度が30度を越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 51 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	スランプ・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・カー・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 接続箇所の緩み	成績書確認、敷設前清掃 ボルト増締後マキソ	
	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、漏水	外観、漏水、水圧テスト	
	排水配管工事	勾配・支持間隔・漏水	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・漏水	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と言及している。

「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。なお、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

通常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カラチ市内で調達でき、鉄筋及び鋼材に関しては、「パ」国内で生産されているため、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 52 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	◎		✓		
フローリング	◎		✓		
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	◎		✓		
セメントボード	◎		✓		
吸音板(Tバー)	◎		✓		
グラスウール、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) ◎ 「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

表 53 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。日本の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 54 日本から「パ」国のカラチ港への配船予定

出荷地	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

#### < 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 55 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：コピー1部	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：オリジナル1部 ・船荷証券：オリジナル1部 ・パッキングリスト：オリジナル1部 財務省歳入庁発行の免税証明書：コピー1部	

< 「パ」 国内の輸送 >

カラチ港で陸揚げされた機材は、各サイトまで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、カラチからイスラマバードまでは、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。なお区間によっては、夜間走行を避ける等の対処が必要である。



図 22 輸送ルート

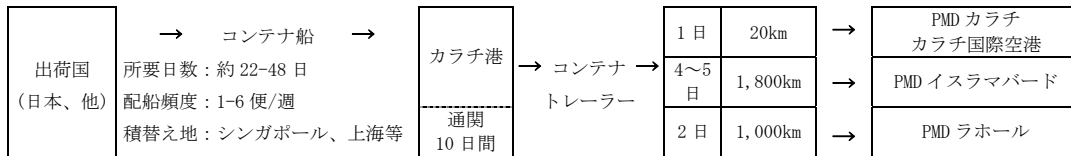


図 23 各サイトまでの輸送期間

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、実際の各システム運用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 56 初期操作指導・運用指導等実施場所

内容	PMD 本局イスラマバード国家気象予報センター	PMD カラチ	カラチ国際空港気象事務所	新ベナジル・ブット国際空港気象事務所	PMD ラホール洪水予報部
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	-	○	-	-	-

<ul style="list-style-type: none"> <li>●レーダー装置</li> <li>●気象データ伝送設備</li> <li>●コンピューターネットワーク装置</li> <li>●パワーバックアップ設備</li> <li>●ソフトウェア</li> </ul>					
気象レーダーデータ表示システム <ul style="list-style-type: none"> <li>●電源設備</li> <li>●コンピューターネットワーク装置</li> <li>●ソフトウェア</li> </ul>	○	○ (PMDカラチ気象レーダー塔施設及び熱帯サイクロン警報センター)	○	○	○

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することから、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カラチ技術職員は、コンピューターを含むデジタル機材に習熟している。しかしながら、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。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、本計画書に記載した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3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。

(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下表の通りである。

表 57 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後の動作確認（観測状況）、c. 故障探求・処置・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ケンス・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ケンス・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) 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 58 ソフトコンポーネントの成果達成度と確認方法

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後の動作確認（観測状況）、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ケンス・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	雨量強度及びドップラー速度観測データより、観測シーケンス・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

(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 59 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の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後の動作確認（観測状況）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：0.77 人月（現地技術移転期間：23 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後の動作確認（観測状況）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・管理を行った経験の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：0.77 人月（現地技術移転期間：23 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氏名
成果3：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」国の気象現象に即した観測のシーケンス・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の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ケンス・スケジュールに関する技術の有していない。そのためレーダー観測シーケンス・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ケンス・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ケンス・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ケンス・スケジュール及び変更手順書

表 60 ソフトコンポーネントの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 のターゲットグループ	
	気象レーダー運用課	開発部門	PMD カラチ熱帯サイクロン警報センター (TCWC)	
上級電子技師	1	1	TCWC 職員	20
電子技師	3	3		
電子技師補佐	1	-		
技師補	12	6		
技術補佐	1	-		
下級職員	4	4		

(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 61 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後の動作確認(観測状況)、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クエンス・スケジュール及び変更手順書		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 62 実施工程

月	1	2	3	4	5	6	7
実施設計							
詳細設計							
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
カラテ気象レーダー塔施設建設工事	計：17.0ヶ月																														
工事準備																															
仮設・枕・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	計：18.0ヶ月																														
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)																															
ソフトコンポーネント (活動 No.2)																															
ソフトコンポーネント (活動 No.3)																															

### 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63 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及びPMD カラチにおいて、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、「パ」国政府により課される関税、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に必要な関係機関からの許可取得
13	カラチ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）の基幹電気ラインからの敷設（電柱、ケーブル等を含む）
14	カラチ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
15	カラチ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
16	建設作業のための仮設（電気、水設備等）の提供
17	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
18	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	
19	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
20	カラチ気象レーダーシステムの観測データを送信するために必要となる 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（PMD 本局イスラマバード国家気象予報センター、PMD カラチ、カラチ国際空港気象事務所、新ベナジル・ブット国際空港気象事務所及び PMD ラホール洪水予報部）
21	供給される機材（PC 端末及び周辺機器）への IP アドレスの提供
22	供給される機材（PC 端末及び周辺機器）を設置するため、PMD 本局イスラマバード国家気象予報センター、PMD カラチ熱帯サイクロン警報センター、カラチ国際空港気象事務所、新ベナジル・ブット国際空港気象事務所及び PMD ラホール洪水予報部での必要スペースの確保
23	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	
24	既設の門、敷地境界壁、敷地内外の外部照明等の改修
25	機材の円滑な運用・維持管理に必要な職員の配置
26	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
27	本プロジェクトで建設された気象レーダー塔施設が長期にわたり効率的に機能するための適切な運用・維持管理

28	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
29	円滑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
30	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

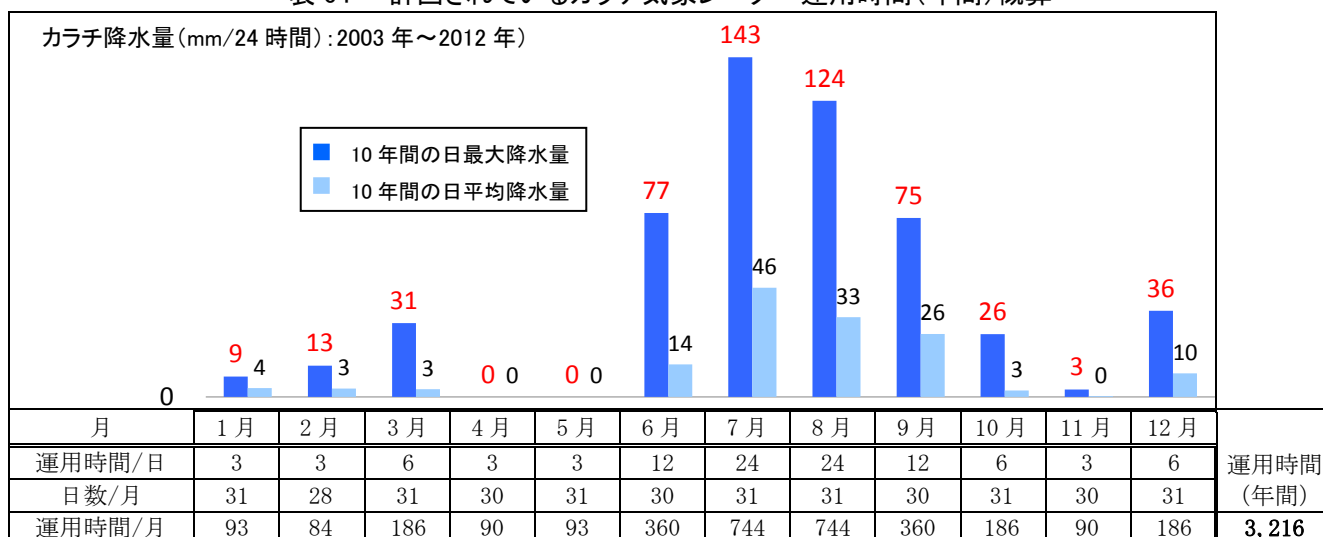
### 3-4 プロジェクトの運営・維持管理計画

#### (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」国のカラチの降水現象に従い、以下のような計画とすることでPMDより合意を得た。

表 64 計画されているカラチ気象レーダー運用時間(年間)概算



#### 2) カラチ気象レーダー観測所の人員配置計画

PMDは、カラチ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図に示したように全体で36人体制とする計画である。

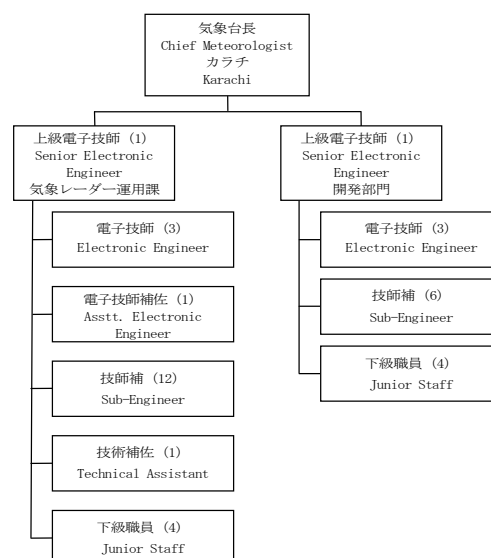


図 24 計画されているPMDカラチ気象レーダー観測所組織図

### 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、この 3 点が中心となる。日常清掃の励行は、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 65 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。

加えて、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も肝要である。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 66 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

先に述べた日本国と「パ」国との負担区分に基づく双方の経費内訳は、下記 3) に示す積算条件によれば、次の通りに見積もられる。ただし、この額は交換公文上の供与限度額を示すものではない。

#### 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 37 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 68 「パ」国政府/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	6,000,000
2.	カラチ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) の基幹電気ラインからの敷設 (電柱、ケーブル等を含む)	2,000,000



3.	カラチ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	4,000,000
4.	カラチ気象レーダー塔施設に必要な水道設備	1,000,000
5.	PMD カラチ熱帯サイクロン警報センター及びカラチ国際空港航空気象事務所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
6.	プロジェクト実施期間中の安全確保のための、10名の武装警備職員の雇用	4,000,000
7.	研修受講職員の派遣費用(日当、交通費、宿泊費等)	300,000
8.	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	1,000,000
9.	PMD カラチ構内にアクセス道路の建設	3,000,000
10.	境界塀と門の敷設	4,000,000
11.	PMD カラチの既設門、境界塀、屋外灯の改修	7,000,000
	合計	33,300,000

### 3) 積算条件

- ① 積算時点 : 2014年2月
- ② 為替交換レート : 1 US\$ = 103.45 円  
: 1 PKR = 1.115 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。

- PMD 独自による運用・維持管理の実施
- 運用マニュアルに従い適切な運用の実施
- マニュアルに従い定期的且つ適切な維持管理の実施



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 8 百万円

表 71 「パ」国政府/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	電気代	1,000,000
2	10名の雇用武装警備職員の給料	1,440,000
3	水道及びガス代	200,000
4	電話、FAX、専用回線、インターネット使用料等	1,250,000
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	消耗品及び事務用品購入費等	500,000
7	図書及び雑誌購入費	100,000
8	予備費	200,000
9	ディーゼル発電機及び車輛等の燃料費	800,000
10	通信システム費	500,000
11	雑費	200,000
	合計	7,090,000

(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な予算は、問題なく確保できる。「パ」国側は、交換公文締結前に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 & 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 72 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	128.2
2012	680,347	117.5
2013	754,197	110.9
2014	797,220	105.7

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

## 第4章 プロジェクトの評価

## 第4章 プロジェクトの評価

### 4-1 事業実施のための前提条件

プロジェクト実施に「パ」国で必要な各種手続きは以下の通りである。

表73 施設建設及び機材据え付け実施のための各種必要手続き

必要手続き	申請先	必要期間	PMDから内閣府航空部への提出書類	申請者
商用電源供給、ステップダウントランスの設置（気象レーダー塔施設用）	カラチ電力供給会社（KESC）	2ヶ月	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 申請書：1セット</li> <li>➤ 建設候補地を示す地図：1セット</li> <li>➤ 割当通知状：1セット</li> </ul>	パキスタン 気象局 (PMD)
周波数使用許可（気象レーダーシステム用）	パキスタン電気通信庁（PTA）／周波数割当委員会（FAB）	2ヶ月	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 申請書：14セット</li> <li>➤ 同意書：14セット</li> <li>➤ 機材の詳細技術文書：14セット</li> <li>➤ アンテナパターン：14セット</li> <li>➤ 送信機用スペクトル表：14セット</li> <li>➤ ネットワーク図／配置図：14セット</li> </ul>	

#### <一般売上税（GST）>

経済・統計省経済課（Economic Affairs Division: EAD, Ministry of Economic Affairs & Statistics）より提示された下図の免税手続きを行うことにより、本プロジェクトのメインコントラクターは、「パ」国において資機材購入の際に課税される一般売上税（General Sales Tax: GST）が免税される。免税手続きには、約1ヶ月を要する。

サブコントラクターが購入した資機材に関しては、免税対象とはならないので注意が必要である。

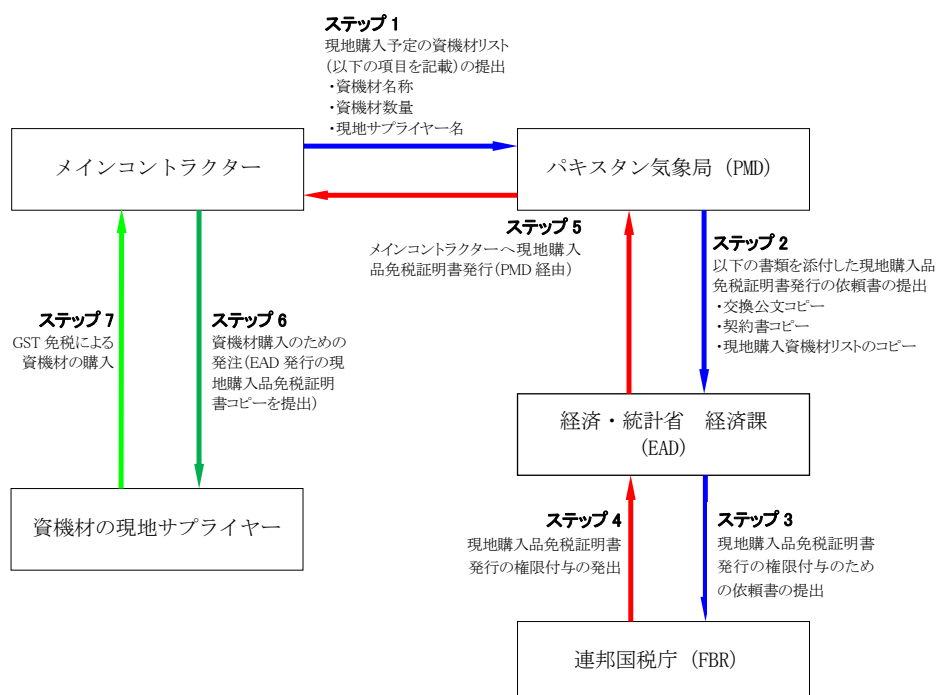


図25 「パ」国内において購入する資機材の一般売上税免税のための手続き

#### 4-2 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

- 1) 人的資源開発
  - a) 継続的に次世代を担う人材を雇用する。
  - b) 研修と人的資源開発計画を通じて、より優れた人材の育成を行う。
- 2) 自然災害の予防と管理
  - a) 国民への警報やその他の情報の普及を確実にを行うため、発表は複数のルートより、重複して行う。
  - b) 効果的な自然災害防止及び管理のため、防災管理機関及びマスメディアと連携を取り、国民に継続的な防災啓発活動を行う。
- 3) プロジェクトにおいて調達された機材及び建設された施設の長期運用
  - a) システム運用維持管理に必要な予算を定期的に確保し、プロジェクトで供給された全ての気象機材及び施設設備機器の交換部品、消耗品の調達を行う。
  - b) 盗難や破損から機材と施設設備機器を保護する。
  - c) 定期的な施設の塗装及びコーキング充填を行う。

#### 4-3 外部条件

- 1) PMD の気象情報・データ及び予警報が、マスメディア (TV、ラジオ、新聞)、首相府、国家・州・県防災管理庁、連邦洪水委員会、水利電力省、県情報・公共事業部、その他各省庁、警察、その他政府関連機関、赤新月社等に活用される。
- 2) 「パ」国政府の温暖化対策、自然災害対策及び気象業務に対する政策の変更が無い。
- 3) マスメディア (TV、ラジオ、新聞)、首相府、国家・州・県防災管理庁、連邦洪水委員会、水利電力省、県情報・公共事業部、その他政府関連機関、赤新月社等の協力体制が維持される。
- 4) 本案件におけるソフトコンポーネントや現地研修を受けた PMD 職員が勤務を継続する。

## 4-4 プロジェクトの評価

### 4-4-1 妥当性

#### (1) 本プロジェクトの目標

近年「パ」国では、地球温暖化に伴う気候変動の影響が顕著となっており、洪水等の気象災害が多発している。これは、アラビア海の海水温の上昇が、モンスーンの活発化やサイクロンの発生頻度・強度の増加を引き起こしていることが一因であると考えられる。今後も気候変動により、「パ」国では異常気象が発生し、気象災害が増加することが予測されている。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。しかしながら、シンド州の州都であり「パ」国最大の都市にあるカラチ気象レーダーシステムは、1991年に我が国の無償資金協力により、整備されてから既に20年以上が経過している。PMDのレーダー技術者の手によって適切な維持管理が行われてきたが、老朽化が進んでおり、ここ数年で可動が停止する可能性が高くなっている。更にその間、技術革新により多くの部品がアナログからデジタルに代わり、レーダメーカー側による消耗品やスペアパーツの供給が困難となる中、一度、故障が発生した場合、復旧させることは極めて難しい状況である。そのため、恒久的な対策として既設カラチCバンド気象レーダーシステムを、固体化電力増幅式Sバンド気象ドップラーレーダーシステムに更新することにより、PMDの気象観測・気象予報・予警報発信能力を一層向上させ、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。

#### (2) 「パ」国の開発計画

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. NDMAが策定した「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。

上記のとおり、本協力は、「パ」国の気候変動政策や防災政策とも合致するものである。

### (3) 我が国の援助政策・方針

我が国と「パ」国は、長期にわたり良好な二国関係を築いており、2012年には、国交樹立60周年を迎えた。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。上述の大目標の達成に向けて、我が国は下記の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

このうち、「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、具体的には、早期予警報システムの整備、コミュニティレベルにおける災害対応能力の強化、防災関連機関の人材育成計画等が挙げられている。本プロジェクトにより「パ」国の気象監視体制が強化され、自然災害に対する「パ」国全体の防災能力が向上することは、我が国の国際協力として意味深いことと考える。



4-4-2 有効性

表 74 成果指標

指標	基準値 (2012 年)	目標値
危険な気象現象の監視能力の向上	風速はマニュアル観測のみ	最大 75m/秒までの風速観測：半径 200km 内
	雨量強度 1mm/h 以上の降雨探知範囲：半径 350km	雨量強度 1mm/h 以上の降雨探知範囲：半径 450km
	半径 350km 内（降雨探知範囲）における時間単位の積算雨量データなし	半径 450km 内（降雨探知範囲）における 1 時間当たりの積算レーダー雨量データ
	「パ」国の 120 の既設地上観測所による降水データの空間分解能及び観測間隔：平均 81.9km メッシュ	気象レーダー探知範囲内における降水データの空間分解能及び観測間隔：半径 450 キロ、2.5km メッシュ以下
	レーダー観測範囲内の雨量強度の観測：PPI モード	レーダー観測範囲内に入った場合、風速・雨量強度・位置・経路の観測：PPI モードと CAPPI モード
	6 階調の雨量定性データ	0～250mm/h の降雨強度定量データ
カラチ国際空港周辺の気象監視能力の向上	カラチ国際空港周辺地域での主観的（目視）観測	気象レーダーシステムによる客観的広域観測
	カラチ国際空港に対し、気象レーダー画像の提供なし	カラチ国際空港に対し、インターネットによる気象レーダー画像の提供

サイクロンや降水等の自然災害により人的、社会経済的に甚大な被害を被ってきた「パ」国の歴史と、今後発生するであろう気象災害に対して、本プロジェクトは災害被害の軽減を通じて、広く人々の生活向上及び社会経済全体に寄与するものである。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。以上の内容により、本プロジェクトの効果や先方の組織能力等も総合的に検討した結果、本プロジェクトは妥当性が高く、有効性も見込まれるため、実施する意義は極めて高い。