

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
ムルタン気象レーダー整備計画
準備調査報告書
(簡易製本版)

平成 30 年 3 月
(2018 年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

株式会社 国際気象コンサルタント

環境
JR(先)
18-027

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
ムルタン気象レーダー整備計画
準備調査報告書
(簡易製本版)

平成 30 年 3 月
(2018 年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

株式会社 国際気象コンサルタント

序 文

独立行政法人国際協力機構は、パキスタン・イスラム共和国のムルタン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、同調査を株式会社国際気象コンサルタントに委託しました。

調査団は、平成 29 年 7 月から平成 30 年 2 月までパキスタンの政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地踏査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

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

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

平成 30 年 3 月

独立行政法人国際協力機構
地球環境部
部長 山内 邦裕

要約

要 約

1. 国の概要

パキスタン・イスラム共和国（以下「パ」国）の人口は2.07億人（パキスタン統計局2017年人口調査データ：Pakistan Bureau of Statistics, 2017 Census）、人口増加率は年平均2.4%、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。GDPは約2,710億USドル（2014年世界銀行）、実質経済成長率は4.71%（2015/2016年度パキスタン経済白書）である。

2. プロジェクトの背景、経緯及び概要

「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「国家防災計画（National Disaster Management Plan：NDMP）」の策定等、国を挙げた取り組みを行っている。「国家防災計画（NDMP）」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。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パキスタン気象局（Pakistan Meteorological Department：PMD）の気象観測・予報能力の向上がキーポイントとなる。そのため「パ」国では、甚大な被害を引き起こす自然災害をより軽減するため、PMDの気象観測能力及び予警報精度を向上させ、自然災害の危険を事前に予測し、適切な対策を講じるために、従来以上に予警報を迅速、かつ適時適所に配信することが、強く求められている。

現在PMDは、我が国が無償資金協力により整備したイスラマバード、カラチ、デラ・イスマイル・カーン、ラヒムヤル・カーンの4基の気象レーダー及びアジア開発銀行の支援により設置したラホール、シアルコット、マンガラの3基の気象レーダーの計7基を有している。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・カーンの4基はいずれも老朽化が進んでいることから、我が国の無償資金協力プロジェクトにより、イスラマバード及びカラチの気象レーダーの更新（Sバンド）が進められている。しかしながら現状では、モンスーン期にインドから「パ」国に侵入してパンジャブ州広域に集中豪雨をもたらす雨雲、サンダーストーム（雷雨）やスライマーン山脈周辺での大雨を精度良く観測できないことから、PMDが大雨の情報を洪水予警報に適切に反映することが難しいのが実情である。老朽化が進み近い将来稼働が停止する可能性のあるデラ・イスマイル・カーン及びラヒムヤル・カーンの2基の気象レーダーの観測範囲を補完するためにも、またインド側の観測データが乏しいことによる気象・洪水予警報のタイムリーな発表が難しいという現状を解決するためにも、インドとの国境に近いムルタンに新たな気象レーダーを整備することが急務となっている。ムルタン

は、モンスーン期にインドから「パ」国に侵入して集中豪雨をもたらす雨雲の進入路にあたり、積乱雲に伴うサンダーストーム（雷雨）やスライマーン山脈周辺の豪雨の観測に、最適な場所に位置している。ムルタンに新たな気象レーダーの整備が実施されることにより、PMD は、パンジャブ州広域及びインド側の精度の高い気象観測と、気象及び洪水予警報の国民への安定的且つ持続的な提供が実施できることから、「パ」国の自然災害による被害の軽減に大きく寄与することが可能となる。

3. 調査結果の概要とプロジェクトの内容

「パ」国政府は、2015 年 7 月に「ムルタン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、2017 年 7 月 8 日から 8 月 26 日に「ムルタン気象レーダー整備計画準備調査」を実施し、プロジェクトの実地調査、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。

これを基に JICA は、2018 年 2 月 7 日から 2 月 18 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 1 概略設計の対象となった機材及び施設の概要

内容	ムルタン気象 レーダー観測所	PMD イスラマバード 本局 国家気象 予報センター	ムルタン国際空港内 PMD 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 2 重偏波気象ドップラーレーダーシステム（耐雷設備、電源供給キャパシタ、電源バックアップシステム、避雷システム、メンテナンス用機器及びスペアパーツ等を含む）	1 基	-	-	-
気象レーダー中央処理システム	-	1 式	-	-
気象レーダーデータ表示システム	1 式	1 式 （レーダー画像合成処理装置及びレーダー・Web サーバーを含む）	1 式	1 式
気象データ通信システム	1 式	-	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				

4. プロジェクトの工期

本プロジェクトの工期は、約 51 ヶ月（実施設計：約 8 ヶ月、建設工事：約 23.5 ヶ月、機材調達及び据付工事：約 17.3 ヶ月）と見込まれる。

5. プロジェクトの評価

<妥当性>

(1) 本案件の推定裨益人口

本計画は、PMD の気象観測及び大雨予警報作成能力を向上し、災害を軽減することが目的である。「パ」国において最も甚大な被害をもたらす洪水による被災者及び被害総額は計り知れず、「パ」国全体の経済発展の大きな障害となっている。「パ」国の人口の約 53%が集中しているパンジャブ州のほぼ中央に位置するムルタンに気象レーダーシステムを整備して、「パ」国に大雨をもたらす気象現象を的確に観測することにより、PMD の予警報の精度向上が加速し、「パ」国の自然災害（主に洪水）による被害軽減に PMD が大きく貢献することが可能となる。従って、本計画の直接・間接裨益人口は、「パ」国全人口の 2.07 億人（パキスタン統計局 2017 年人口調査データ：Pakistan Bureau of Statistics, 2017 Census）であると考える。「パ」国の人口増加率は、年平均 2.4%であり、2050 年にはインド、中国、米国に次ぐ世界第 4 位の人口を抱える国になると予想され、被災する者が増大することが懸念される。以下に、「パ」国の全人口を「パ」国の行政区ごとに示した。

表 2 パキスタンの行政区分と人口

No.	州名	州都	人口 (2017 年)
1	バローチスタン州	クエッタ	12,344,408
2	カイバル・パクトゥンクワ州	ペシャール	30,523,371
3	パンジャブ州	ラホール	110,012,442
4	シンド州	カラチ	47,886,051
5	イスラマバード首都圏	イスラマバード	2,006,572
6	連邦直轄部族地域	ペシャール	5,001,676
7	アザド・カシミール	ムザファラバード	-
8	ギルギット・バルティスタン州	ギルギット	-
合計			207,774,520



出典：パキスタン統計局 2017 年人口調査データ

(2) 本プロジェクトの目標

本プロジェクトは、パンジャブ州のムルタンに S バンド固体化電力増幅式 2 重偏波気象ドップラーレーダーシステムを整備し、加えて気象レーダー中央処理システム、気象レーダーデータ表示システム及び気象データ通信システムを投入するとともに、人材育成を実施して、災害を引き起こす気象現象の監視能力を強化させることにより、「パ」国の気象・洪水情報や予警報の精度が向上され、自然

災害による被害の軽減に寄与することを目標とする。そして、自然災害によってもたらされる人的損失や経済成長衰退の軽減を通じて、「パ」国民にとって最低限必要な安全の確保や人々の生活向上に対して効果的に貢献するものである。

(3) 「パ」国の開発計画

「パ」国の気象業務の強化と近代化は、気象現象による負の影響を緩和し、人々の安全な営みを確保するための喫緊の課題であり、また国の持続可能な開発に大きく貢献するものとの考えから、PMD は、「パ」国の長期国家開発方針である「ビジョン 2025」及び「国家防災計画(NDMP)」で言及されている政府目標の達成に貢献するために、2016 年に 10 年開発計画を策定した。

「ビジョン 2025」は、国が一丸となって取り組むべく国家開発方針であり、「パ」国計画開発省により 2014 年 8 月に発表された。「ビジョン 2025」では、2025 年までに上位中間層国(upper middle income countries) 入りすることを宣言し、25 の数値目標を掲げている。数値目標には、現在 1,299US ドルである一人当たり国民所得を 4,200US ドルにまで増やすこと、国民の貧困者比率を現在の 49%から 20%にまで減らすこと等が含まれている。加えて超長期的目標として独立 100 周年を迎える 2047 年までに GDP 総額で見て世界のトップ 10 の経済国家になるという宣言文も盛り込まれている。

我が国の「パ」国の防災対策支援の大きな成果の 1 つでもある「国家防災計画(NDMP)」は、「パ」国の防災セクターの強化と近代化の指針であり、各援助機関の防災対策分野での支援の柱ともなっている。

国連 ESCAP・UNISDR の「Reducing Vulnerability and Exposure to Disasters」では、2004-2010 年に発生した「パ」国におけるたび重なる災害は、2011 年時点で災害が全くなかった場合と比較して、「パ」国の GDP を 200 億 US ドル押し下げたとの報告もあり、このような報告に鑑みれば、持続性のある国の発展のためには、防災を促進することの意義は非常に高いものと考えられる。

PMD が策定した 10 年開発計画の最初の章である第 1 章において、最優先実施項目の 1 つとして気象レーダーによる観測網整備の実施を挙げており、更に、2017 年 5 月に「パ」国政府により承認された国家洪水保護計画 IV : 10 年計画 (National Flood Protection Plan-IV: Ten Year Plan) の最初の 5 年間に PMD の既設気象レーダー観測網及び洪水予警報の拡充の実施が挙げられている。以上のことから、本プロジェクトは、「パ」国の国家開発計画及び防災計画に合致するものである。

(4) 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間関係を築いており、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. 国境地域等の安定・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、我が国の援助方針に合致する。

<有効性>

(1) 定量的効果

表3 成果指標案

指標名	基準値 (2017年実績値)	目標値(2025年) 【事業完成3年後】
危険な気象現象の監視能力の向上	「パ」国の143ヶ所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74.6kmメッシュ、1時間間隔	・気象レーダーサイトから半径300-400km内において雨量データの空間分解能及び観測間隔：1kmメッシュ、10分間隔 ・気象レーダーサイトから半径200km内において風向風速値の空間分解能及び観測間隔：1kmメッシュ、10分間隔
	積乱雲の発達に伴う雷雨や大雨の発生が確認できる気象衛星データ：30分間隔	気象レーダーの観測範囲において、積乱雲の発達に伴う雷雨やモンスーンがもたらす悪天候の雨雲が気象レーダー観測範囲内に入った場合、降雨強度・風速・位置・経路の観測間隔：10分間隔
大雨監視能力の向上	地上気象観測（自動気象観測システム）に限定される：1時間間隔	気象レーダーの観測範囲においては、降雨強度、降雨域の発達、移動が10分間隔で把握できる

(2) 定性的効果

- ① 従前の航空気象観測に加え、空港周辺の気象擾乱を適切に把握し、ムルタン国際空港へ情報を提供できるようになる。
- ② 災害対策関係政府機関やマスメディアへ、1 時間に 50mm を超える雨量と 3 時間に 75mm を超える雨量があった地域及び雨雲の進行方向に位置する地域に対する大雨情報/注意報/警報が発表される。
- ③ 災害対策関係機関(NDMA、州防災庁 (Province Disaster Management Authority: PDMA) 及び地方政府機関) 及びマスメディアに対し、気象レーダー探知範囲内における積乱雲の発達に伴う雷雨や災害をもたらす可能性のある降雨域やその移動方向を毎時提供できるようになる。
- ④ 気象レーダー観測により二次災害の防止及び救助活動中の安全確保が可能となる。
- ⑤ 運輸交通、観光や農業等の産業に従事する利用者に対する PMD による正確な気象情報の提供により、災害軽減策の実施が促進される。

目 次

序文

要約

目次

位置図

完成予想図

写真

図のリスト

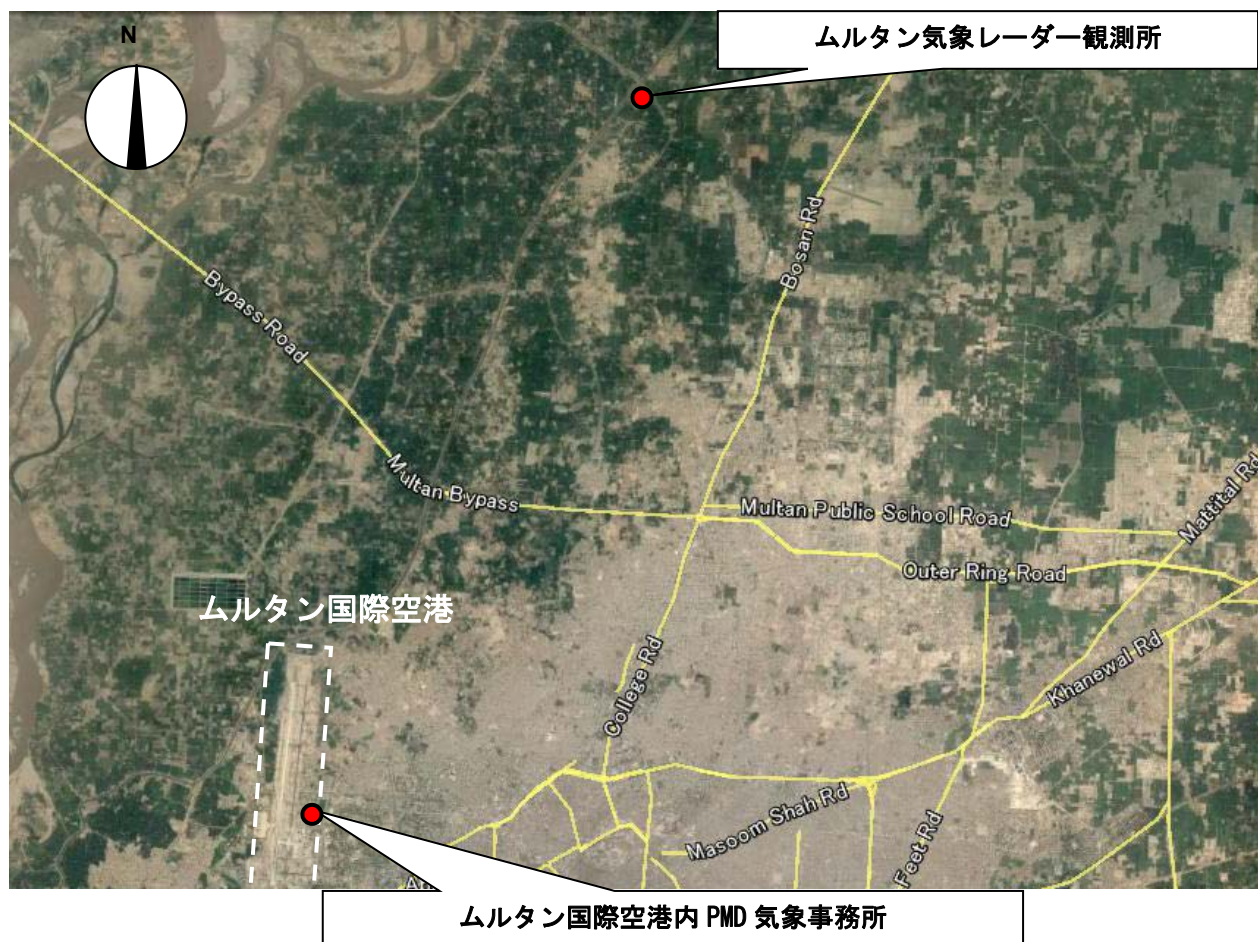
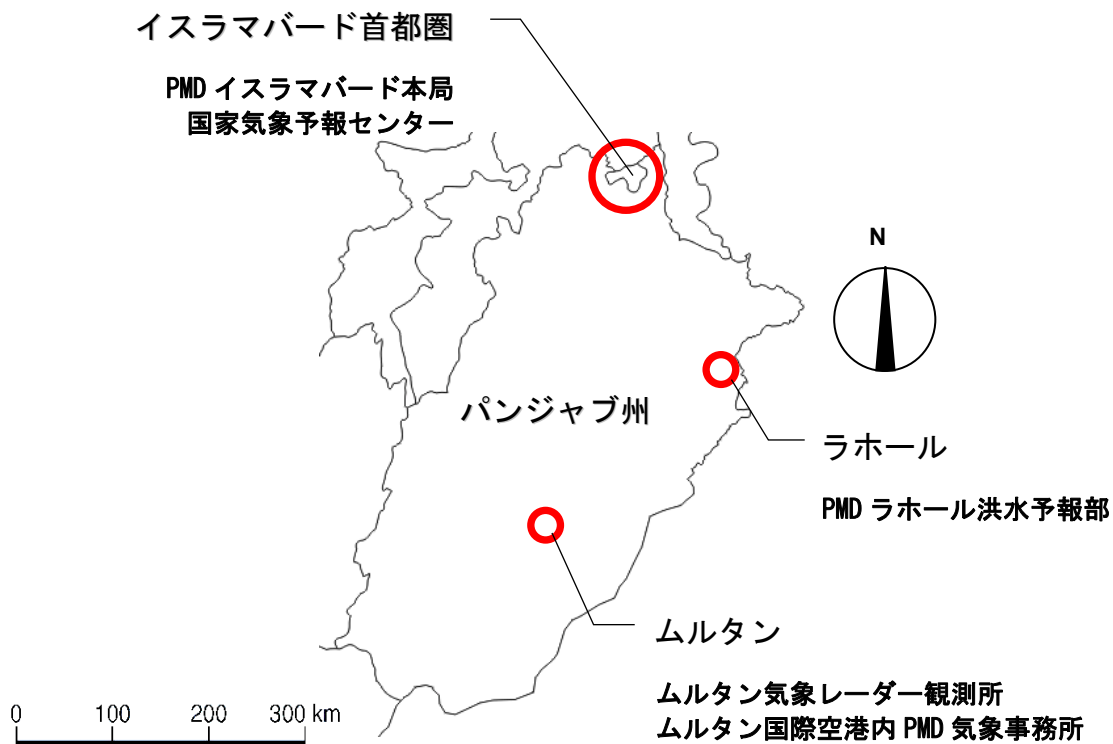
表のリスト

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 開発計画.....	1 - 7
1-1-3 社会経済状況.....	1 - 9
1-2 無償資金協力の背景・経緯及び概要	1 - 10
1-3 我が国の援助動向	1 - 13
1-4 他ドナーの援助動向	1 - 15
第2章 プロジェクトを取り巻く状況.....	2 - 1
2-1 プロジェクトの実施体制	2 - 1
2-1-1 組織・人員.....	2 - 1
2-1-2 財政・予算.....	2 - 4
2-1-3 技術水準.....	2 - 5
2-1-4 既存施設及び機材.....	2 - 6
2-2 プロジェクトサイト及び周辺の状況	2 - 9
2-2-1 関連インフラの整備状況.....	2 - 9
2-2-2 自然条件.....	2 - 10
2-2-3 環境社会配慮.....	2 - 12
2-3 その他	2 - 13
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
3-1-1 上位目標.....	3 - 1
3-1-2 プロジェクト目標.....	3 - 1

3-1-3	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 - 1
3-2-1	設計方針.....	3 - 1
3-2-2	基本計画.....	3 - 6
3-2-3	概略設計図.....	3 - 47
3-2-4	施工計画／調達計画.....	3 - 65
3-2-4-1	施工方針／調達方針.....	3 - 65
3-2-4-2	施工上／調達上の留意事項.....	3 - 65
3-2-4-3	施工区分／調達・据付区分.....	3 - 66
3-2-4-4	施工監理計画／調達監理計画.....	3 - 69
3-2-4-5	建設工事に関する品質管理計画.....	3 - 70
3-2-4-6	資機材等調達計画.....	3 - 71
3-2-4-7	初期操作指導・運用指導等計画.....	3 - 75
3-2-4-8	ソフトコンポーネント計画.....	3 - 77
3-2-4-9	実施工程.....	3 - 81
3-3	相手国側分担事業の概要	3 - 82
3-4	プロジェクトの運営・維持管理計画	3 - 83
3-5	プロジェクトの概略事業費	3 - 85
3-5-1	協力対象事業の概略事業費.....	3 - 85
3-5-2	運営・維持管理費.....	3 - 87
第4章	プロジェクトの評価.....	4 - 1
4-1	事業実施のための前提条件	4 - 1
4-2	プロジェクト全体計画達成のために必要な PMD による投入（負担）事項	4 - 2
4-3	外部条件	4 - 3
4-4	プロジェクトの評価	4 - 3
4-4-1	妥当性.....	4 - 3
4-4-2	有効性.....	4 - 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





ムルタン気象レーダー塔施設

写真



ムルタン気象レーダー塔施設建設予定地

ムルタン国際空港から北北東へ約 13km に位置し、本プロジェクト完了後にムルタン地域気象センターとして業務を開始する計画である。



ムルタン国際空港 管制塔

ムルタン気象レーダー塔施設へムルタン国際空港管制塔間を結ぶ気象データ通信システム（無線通信 LAN）のための無線装置アンテナを、管制塔の屋上に設置する計画である。



PMD ムルタン気象事務所 予報室

ムルタン国際空港管制塔内に位置し、気象レーダーデータ表示システム用機材を設置する計画である。



PMD イスラマバード本局 国家気象予報センター

気象レーダー中央処理システム及び気象レーダーデータ表示システム用機材を設置する計画である。



PMD ラホール洪水予報部 予報室

パキスタン国内の洪水予警報の業務を行っており、気象レーダーデータ表示システム用機材を設置する計画である。



イスラマバード気象レーダー塔施設（建設中）

日本の無償資金協力（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）により建設中であり、2018 年に完成予定である。

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	「パ」国における災害数、死者数及び被災者数の割合（1982～2016年）	1 - 2
図-3	洪水が起こる地域	1 - 2
図-4	「パ」国の年間降水量分布	1 - 4
図-5	ムルタンとパンジャブ州の気象現象の位置図	1 - 4
図-6	「パ」国の気象レーダー観測網整備計画（2018年2月現在）	1 - 8
図-7	「パ」国のGDP成長率年間推移と自然災害	1 - 9
図-8	「パ」国の既設気象レーダー観測網	1 - 14

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 - 2
図-11	「パ」国の既存気象レーダーシステム（2018年2月現在）	2 - 7
図-12	PC-I フォームの承認	2 - 12

第3章 プロジェクトの内容

図-13	プロジェクト完成後の「パ」国気象レーダー観測網画像合成範囲予想図	3 - 9
図-14	ムルタン気象レーダーの観測データを送信するための気象データ通信方法	3 - 10
図-15	各既設通信鉄塔の概略位置及び通信見通し線からの距離	3 - 12
図-16	IP-VPNの通信経路の選択及びIP-VPNの高速障害検知と切替え	3 - 13
図-17	PMD気象観測・データ通信ネットワーク概要図	3 - 15
図-18	ムルタン気象レーダー観測所建設予定敷地図	3 - 20
図-19	気象データ通信システムのフレネルゾーンと気象レーダービーム高さ	3 - 25
図-20	気象レーダーアンテナ中心高さ及び仰角と障害物との関係図	3 - 26
図-21	気象レーダー観測の障害となる既設構造物の位置図 （ムルタン気象レーダー観測所計画サイト周辺）	3 - 28
図-22	ムルタン気象レーダーシステムの予想観測範囲図	3 - 29
図-23	「パ」国地震ゾーン分け地図	3 - 33
図-24	国内輸送ルート	3 - 75
図-25	各サイトまでの輸送期間	3 - 75

第4章 プロジェクトの評価

図-26	「パ」国内において購入する資機材の一般売上税免税のための手続き	4 - 2
------	---------------------------------	-------

表のリスト

第1章 プロジェクトの背景・経緯

表-1	「パ」国で発生した自然災害（2001年～2016年）＜洪水・鉄砲水・土砂崩れ＞....	1 - 3
表-2	「パ」国で発生した自然災害（2001年～2016年）＜暴風雨＞	1 - 3
表-3	「パ」国のモンスーン期の代表的な降水現象	1 - 5
表-4	「パ」国の気象レーダー観測網を構成する気象レーダーの更新/整備計画 （2018年2月現在）	1 - 8
表-5	概略設計の対象となった機材及び施設の概要	1 - 11
表-6	鉄骨造と鉄筋コンクリート造の気象レーダー塔施設を建設した場合の比較 ...	1 - 12
表-7	我が国の無償資金協力の実績（気象分野）	1 - 14
表-8	我が国の技術協力・有償資金協力の実績（気象分野）	1 - 15
表-9	他ドナーの援助動向	1 - 15

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

表-10	PMD イスラマバード本局 国家気象予報センター（NWFC）のシフト体制.....	2 - 2
表-11	PMD が発表する天気予報	2 - 3
表-12	PMD が提供している特別気象サービス.....	2 - 3
表-13	PMD が発表する警報／注意報	2 - 3
表-14	各既設気象レーダー観測所の勤務体制（通常時及びモンスーン期（6～10月））	2 - 4
表-15	PMD の年間予算	2 - 4
表-16	PMD の年間予算内訳	2 - 4
表-17	気象レーダーシステム点検簿の項目	2 - 5
表-18	機材付帯設備機器の定期点検・清掃項目	2 - 6
表-19	「パ」国の既存気象レーダーシステム（2018年2月現在）	2 - 8
表-20	サイト位置情報	2 - 9
表-21	ムルタン気象レーダー塔施設建設計画サイトのインフラ整備状況	2 - 9
表-22	PMD が利用しているインターネット回線.....	2 - 9
表-23	商用電源安定度（電源品質アナライザーによる）	2 - 10
表-24	1981年～2010年間のムルタンの局地気候	2 - 11
表-25	陸上地形測量	2 - 11
表-26	地質調査	2 - 11
表-27	ムルタン気象レーダー塔施設建設計画サイトのボーリング調査結果一覧	2 - 12
表-28	PC フォームの種類と目的	2 - 13

第3章 プロジェクトの内容

表-29	ムルタン気象レーダー塔施設の基礎形状	3 - 4
表-30	計画された機材及び施設の概要	3 - 6

表-31	S バンド固体化電力増幅式 2 重偏波気象ドップラーレーダーシステムの特徴 ..	3 - 8
表-32	4. 9GHz 帯の直交周波数分割多重通信の特徴.....	3 - 11
表-33	ムルタン気象レーダーの観測データの伝送のためにPMDにより新たに整備される回線 ...	3 - 12
表-34	広域観測（S バンド：半径 450km）時のデータ量	3 - 14
表-35	狭域観測（S バンド：半径 200km）時のデータ量	3 - 14
表-36	アンテナ回転数 2rpm において 10 分間でレーダーデータを送信するために 必要な通信回線の実効速度（2mbps）	3 - 14
表-37	主要機材リスト	3 - 16
表-38	気象レーダー観測所構築の計画サイトの敷地概要とインフラ整備状況	3 - 21
表-39	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 - 22
表-40	気象レーダー観測の障害となる既設構造物（2017 年 8 月現在）	3 - 26
表-41	外部仕上、内部仕上の材料、工法	3 - 30
表-42	外部仕上、内部仕上の材料の採用理由	3 - 31
表-43	気象レーダー観測所計画サイトの地盤状況と気象レーダー塔施設の杭と基礎....	3 - 31
表-44	気象レーダー塔施設の特殊固定荷重	3 - 32
表-45	電力引込設備	3 - 33
表-46	自家発電機設備	3 - 33
表-47	幹線・動力設備	3 - 34
表-48	各室の照度基準.....	3 - 34
表-49	消火器.....	3 - 36
表-50	空調設備を設置する室	3 - 36
表-51	プロジェクトの実施期間中及び完了後の日本国無償資金協力と「パ」国側の施工区分 ..	3 - 66
表-52	品質管理計画	3 - 71
表-53	主要建設資材調達計画表 建築工事	3 - 73
表-54	主要建設資材調達計画表 空調・衛生・電気設備工事	3 - 74
表-55	日本から「パ」国のカラチ港への配船予定	3 - 74
表-56	免税及び通関必要手続き	3 - 75
表-57	初期操作指導・運用指導等実施場所	3 - 76
表-58	ソフトコンポーネントの成果	3 - 77
表-59	ソフトコンポーネントの活動（投入計画）	3 - 78
表-60	各成果のターゲットグループ	3 - 79
表-61	ソフトコンポーネントの成果品（アウトプット）	3 - 80
表-62	実施工程.....	3 - 81
表-63	プロジェクトの実施期間中及び完了後の本プロジェクト実施に必要となる負担業務 ..	3 - 82
表-64	ムルタン気象レーダー観測所の職員配置計画	3 - 84
表-65	ムルタン気象レーダー観測所の予定勤務体制	3 - 84
表-66	施設定期点検の概要.....	3 - 85
表-67	設備機器の耐用年数.....	3 - 85
表-68	「パ」国政府/PMD が負担する初度経費の概算.....	3 - 86
表-69	「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 - 87

表-70	PMD の年間予算推移	3 - 88
------	-------------------	--------

第4章 プロジェクトの評価

表-71	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	4 - 1
表-72	「パ」国の行政区分と人口	4 - 3
表-73	成果指標案	4 - 6

略 語 集

AIJ :Architectural Institute of Japan	日本建築学会
ASEAN :Association of South East Asian Nations	東南アジア諸国連合
ASF :Airport Security Force	空港治安部隊
ASTM :American Society for Testing and Materials	米国材料試験協会
BCP :Building Code of Pakistan	パキスタン建築基準
CAA :Pakistan Civil Aviation Authority	パキスタン航空局
CDWP :Central Development Working Party	中央開発部会
CPEC :China-Pakistan Economic Corridor	中国パキスタン経済回廊
EAD :Economic Affairs Division	(経済統計省)経済課
ECNEC :Executive Committee for National Economic Council	国家経済評議会執行委員会
EIA :Environmental Impact Assessment	環境影響評価
EIRP :Equivalent Isotropically Radiated Power	等価等方放射電力
EPA :Environmental Protection Agency	パンジャブ州環境保護庁
ESCAP :Economic and Social Commission for Asia and the Pacific	国連アジア太平洋経済社会委員会
FAB :Frequency Allocation Board	周波数割当委員会
FBR :Federal Board of Revenue	連邦歳入庁
GDP :Gross Domestic Product	国内総生産
GST :General Sales Tax	一般売上税
ICAO :International Civil Aviation Organization	国際民間航空機関
IEE :Initial Environmental Examination	初回環境評価書
IP-VPN :Internet Protocol Virtual Private Network	仮想専用回線
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
JGS :Japanese Geotechnical Society	公益社団法人地盤工学会
MEPCO :Multan Electric Power Company	ムルタン電力供給会社
MRC :Marmara Research Center	マルマラ研究センター
MTBF :Mean Time Between Failure	平均故障間隔
MTTR :Mean Time To Repair	平均修理時間
NDMA :National Disaster Management Authority	国家防災管理庁
NDMP :National Disaster Management Plan	国家防災計画
NOC :No Objection Certificate	異議なし証明書
NSMC :National Seismic Monitoring Centre	中央地震監視センター
NWFC :National Weather Forecasting Centre	国家気象予報センター
OJT :On-the-Job Training	現場研修
PDMA :Province Disaster Management Authority	州防災庁
PIA :Pakistan International Airlines	パキスタン国際航空
PMD :Pakistan Meteorological Department	パキスタン気象局
SAARC :South Asia Association for Regional Cooperation	南アジア地域協力連合
SMRFC :Specialized Medium Range Forecasting Centre	中期気象予報センター
TCWC :Tropical Cyclone Warning Centre	熱帯サイクロン警報センター
UBC :Uniform Building Code	統一建築基準
UNISDR :United Nations International Strategy for Disaster Reduction	国連国際防災戦略事務局
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・イスラム共和国（以下「パ」国）は南アジア地域に位置し、南北に1,500kmと長く標高差も大きいことから、地域により地形及び気象現象が多様であり、地震、洪水、土砂災害、サイクロン、干ばつ等様々な自然災害に見舞われている。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。「パ」国にとって、特に洪水は、最も壊滅的な被害をもたらす自然災害の1つであり、モンスーン期の集中豪雨が引き金となっている。洪水は田畑の冠水、家屋の倒壊、送電線の切断、土砂崩れ、道路の斜面崩壊等の被害ばかりでなく、「パ」国民の尊い人命や財産を多数奪っており、国家経済にも影響を及ぼしている。

「パ」国の降雨の殆どは、モンスーン期（6月～10月）にもたらされる。これは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、ITCZの積乱雲群や熱帯性低気圧が、集中的な豪雨、降雹、強風等の現象を引き起こしているためである。ITCZは平均的にみると、右図に示すように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」国上空にかかる（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る。

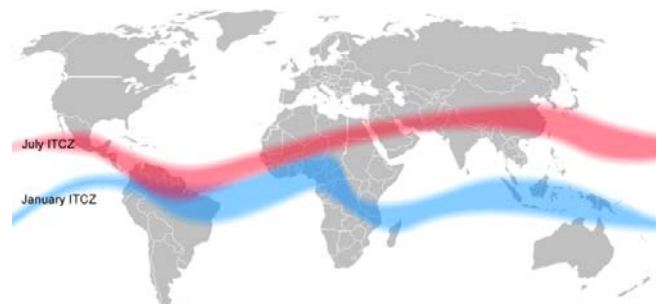


図1 熱帯収束帯(ITCZ)の位置図

近年では、2010年、2011年、2012年と連続して大規模な洪水が発生し、2010年のインダス川大洪水（死者・行方不明者約2千人、被災者2千万人超、被害総額約95億USドル）及び2011年のシンド州を中心とした洪水（死者・行方不明者5百人超、被災者5百万人超）は甚大な被害をもたらした。2010年のインダス川大洪水は、農地の荒廃、家屋の流失、道路や橋梁の破壊等広い範囲に被害をもたらし、「パ」国経済に計り知れない負のインパクトを与え、「パ」国の歴史上、最悪の洪水となった。加えて自然災害は、人命や財産の損失及び社会経済活動の停滞をもたらすだけでなく、自然災害に極めて脆弱である貧困層に対し大きな打撃を与えるため、「パ」国政府の開発戦略の一つである貧困削減への弊害ともなっている。そのため「パ」国では、このような甚大な被害を引き起こす自然災害をより軽減するため、パキスタン気象局（Pakistan Meteorological Department：PMD）の気象観測能

力及び予警報精度を向上させ、自然災害の危険を事前に予測し、適切な対策を講じるために、これまでに以上に予警報を迅速に、適時適所へ配信することが、強く求められている。

<「パ」国の自然災害>

「パ」国における 1982 年～2016 年の災害数（約 130 件）、死者数（約 1 万 6 千人）及び被災者数（約 7 千万人）において、洪水は、災害数の約 6 割、死者数の約 7 割、被災者数の 9 割以上を占めており、モンスーン期の集中豪雨による洪水被害の軽減は「パ」国にとって喫緊の課題である。

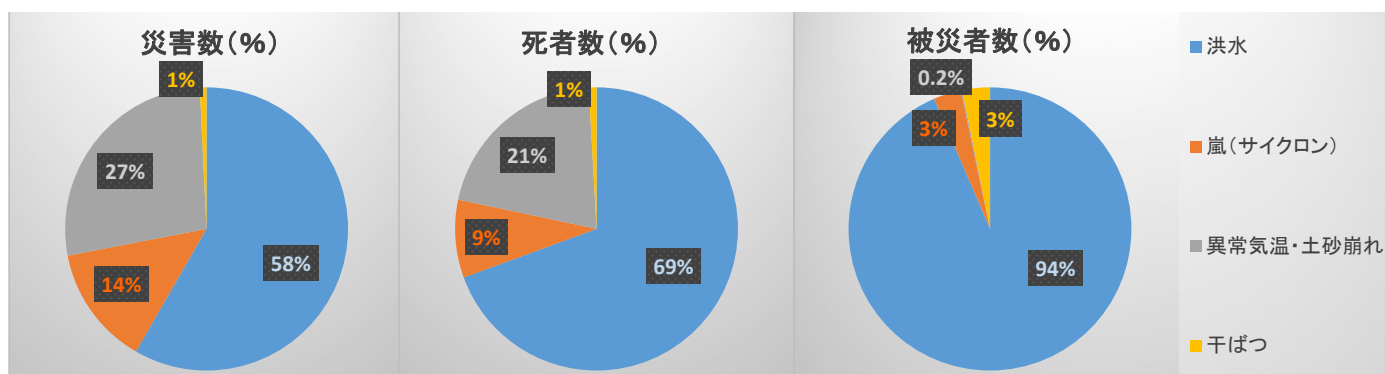


図 2 「パ」国における災害数、死者数及び被災者数の割合(1982～2016 年)

出典:Emergency Events Database (EM-DAT)

次の表は、2001 年から 2016 年までの間に「パ」国において発生した自然災害による死者・行方不明者数と被災者数を、各災害種別に取り纏めたものである。これらの表からも分かるように、鉄砲水及び土砂崩れは、主に、カイバル・パクトゥンクワ州、ギルギット・バルチスタン州を含む「パ」国の北部で発生している。一方で、洪水は「パ」国の広い範囲で発生しており、カイバル・パクトゥンクワ州の北部地域、パンジャブ州の中部地域、シンド州及びバローチスターン州が特に、脆弱である。



図 3 洪水が起こる地域

出典:PMD



表1 「パ」国で発生した自然災害(2001年～2016年)
＜洪水・鉄砲水・土砂崩れ＞

年	災害種類	死者・行方不明者数	被災者数	州名							
				8	2	7	5	6	3	1	4
				ギルギット・バルチスタン州	カイバル・パクトウンクワ州	アザド・カシミール	イスラマバード首都圏	連邦直轄部族地域	パンジャブ州	バローチスタン州	シンド州
2001	鉄砲水	210	400, 179								
2002	洪水	23	4, 010								
	鉄砲水	14									
2003	洪水	230	1, 266, 223								
	鉄砲水	36	20								
2004	洪水	5									
2005	洪水	616	7, 523, 543								
2006	洪水	380	8, 125								
	鉄砲水	20									
	土砂崩れ	29	5								
2007	洪水	460	2, 186								
	鉄砲水	66	520								
	土砂崩れ	100	2								
2008	洪水	83	290, 764								
2009	洪水	52	70								
	鉄砲水	50	75, 010								
2010	洪水	2, 031	20, 359, 518								
	鉄砲水	60	4, 000								
	土砂崩れ	19	26, 700								
2011	洪水	509	5, 400, 755								
2012	洪水	506	5, 050, 564								
	鉄砲水	12									
	土砂崩れ	153									
2013	洪水	268	1, 497, 782								
2014	洪水	255	2, 530, 673								
2015	洪水	298	1, 572, 423								
	鉄砲水	69	5, 067								
2016	洪水	231	5, 085								
	鉄砲水	199	5, 710								

参照:WHO Collaborating Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED) Emergency Events Database (EM-DAT)



表2 「パ」国で発生した自然災害(2001年～2016年)
＜暴風雨＞

年	災害種類	死者・行方不明者数	被災者数	州名							
				8	2	7	5	6	3	1	4
				ギルギット・バルチスタン州	カイバル・パクトウンクワ州	アザド・カシミール	イスラマバード首都圏	連邦直轄部族地域	パンジャブ州	バローチスタン州	シンド州
2001	暴風雨	4	500								
2002	暴風雨	14	12								
2003	暴風雨	51	2, 557								
2005	暴風雨	58									
2014	暴風雨	16	82								
2016	暴風雨	34	191								

参照:WHO Collaborating Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED) Emergency Events Database (EM-DAT)

＜気象観測上のムルタンの重要性＞

モンスーン期に集中豪雨をもたらす雨雲の殆どが、インドから「パ」国に侵入し、それらの約 8 割が北上して、北部に洪水を引き起こす大雨をもたらす。右図は「パ」国の年間降水量を表しているが、北部が圧倒的に多いのは、そのためである。つまり北部で降った大雨が、河川の上流域で鉄砲水や土砂崩れを発生させ、その雨水が中・下流域に流れ込んで、大規模な洪水を発生させる。

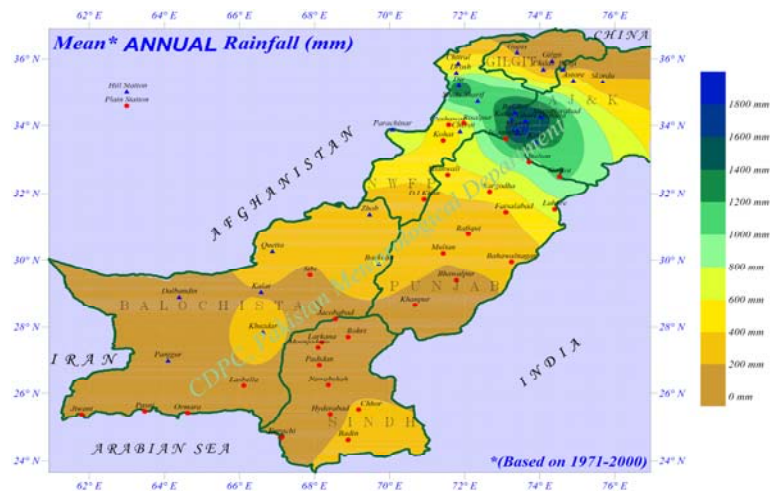


図4 「パ」国の年間降水量分布

これに加えて、モンスーン期のサンダーストーム（雷雨）による大雨やスライマーン山脈（全長：450km、最高頂：バローチスタン州のタフティ・スライマーン標高 3,487m）周辺のパンジャブ州の豪雨地域で降った大雨の雨水が Indus 河、Sutlej 河、Ravi 河、Chenab 河、Jhelum 河等流れ込み、「パ」国中部・南部地域の洪水の規模を更に増大させている。

しかしながら現状では、モンスーン期にインドから「パ」国に侵入してパンジャブ州広域に集中豪雨をもたらす雨雲、積乱雲に伴うサンダーストーム（雷雨）やスライマーン山脈周辺での大雨を精度良く観測できないことから、PMD が大雨の情報を洪水予警報に適切に反映することが難しいのが実情である。

右図に示したように、ムルタンは、モンスーン期にインドから「パ」国に侵入して集中豪雨をもたらす雨雲の進入路であるため、サンダーストーム（雷雨）やスライマーン山脈周辺の豪雨の観測に最適な位置にある。

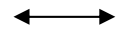


図5 ムルタンとパンジャブ州の気象現象の位置図

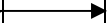
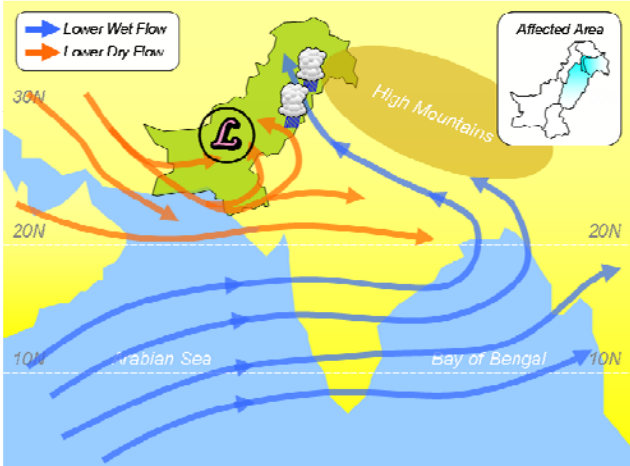
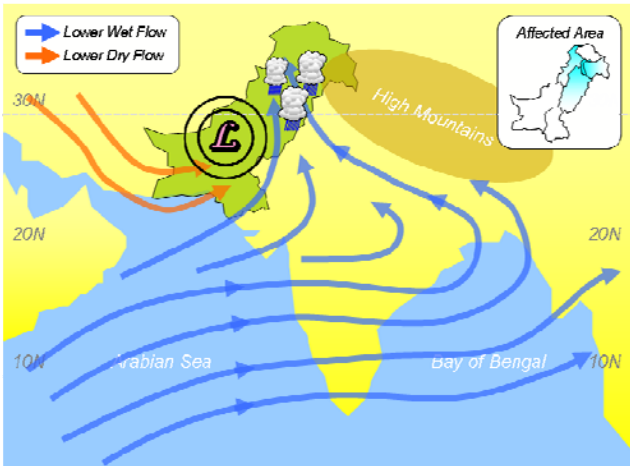
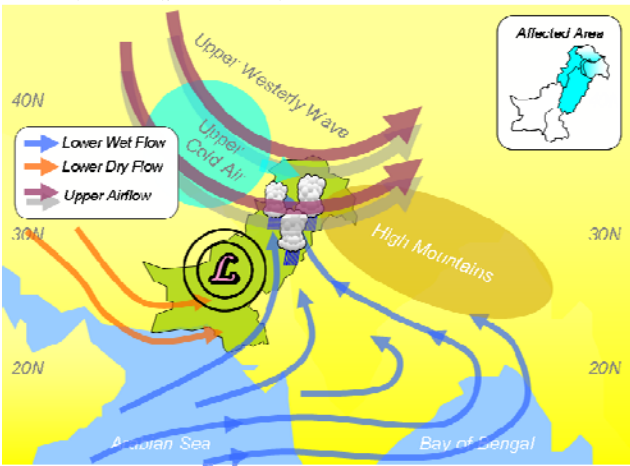
＜「パ」国のモンスーン期の代表的な降水現象＞

次の表は、モンスーン期に洪水を引き起こす「パ」国における代表的な降水現象について、その発生時期と詳細（メカニズムや「パ」国に及ぼす影響等）を記したものである。

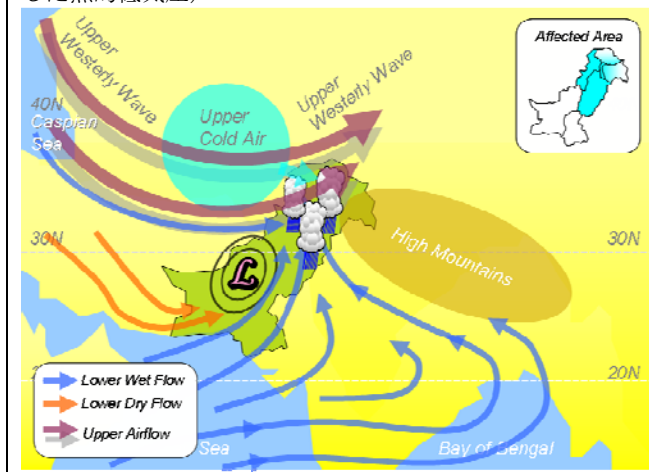
表3 「パ」国のモンスーン期の代表的な降水現象

 各降水現象発生時期
 各降水現象発生ピーク時期

夏季モンスーン

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

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



メカニズム：

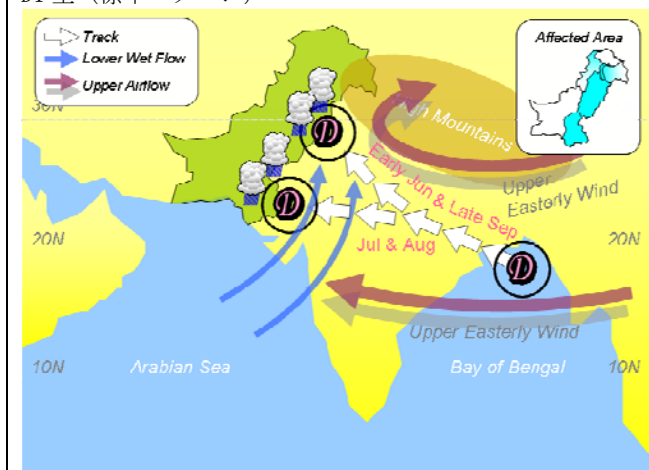
M3 型に加え、上空 500hPa 付近の偏西風波動がカスピ海からの下層の水蒸気を伴いながら近づき、かつ熱的低気圧の等圧線が北東方向に伸びている場合、夏季モンスーンにおいて最も激しい降水がもたらされる。

この気象パターンの場合、非常に局所的な降水がもたらされる。

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

D1 型 (標準パターン)

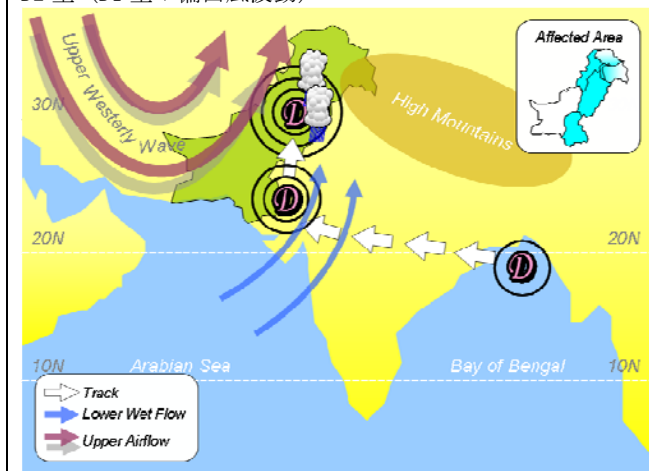


メカニズム：

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。

山間部は地形効果によって、より多くの降水がもたらされる。

D2 型 (D1 型+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）

山間部は地形効果によって、より多くの降水がもたらされる。

1-1-2 開発計画

「パ」国の長期国家開発方針である「ビジョン 2025」及び「国家防災計画(National Disaster Management Plan: NDMP)」で言及されている政府目標の達成に貢献するために、PMD は 2016 年に 10 年開発計画を策定した。10 年開発計画の第 1 章において、最優先実施項目の 1 つとして気象レーダーによる観測網整備の実施を挙げており、PMD が、現在、独自に計画している気象レーダー観測網の近代化に関する詳細を次ページの図に示した。

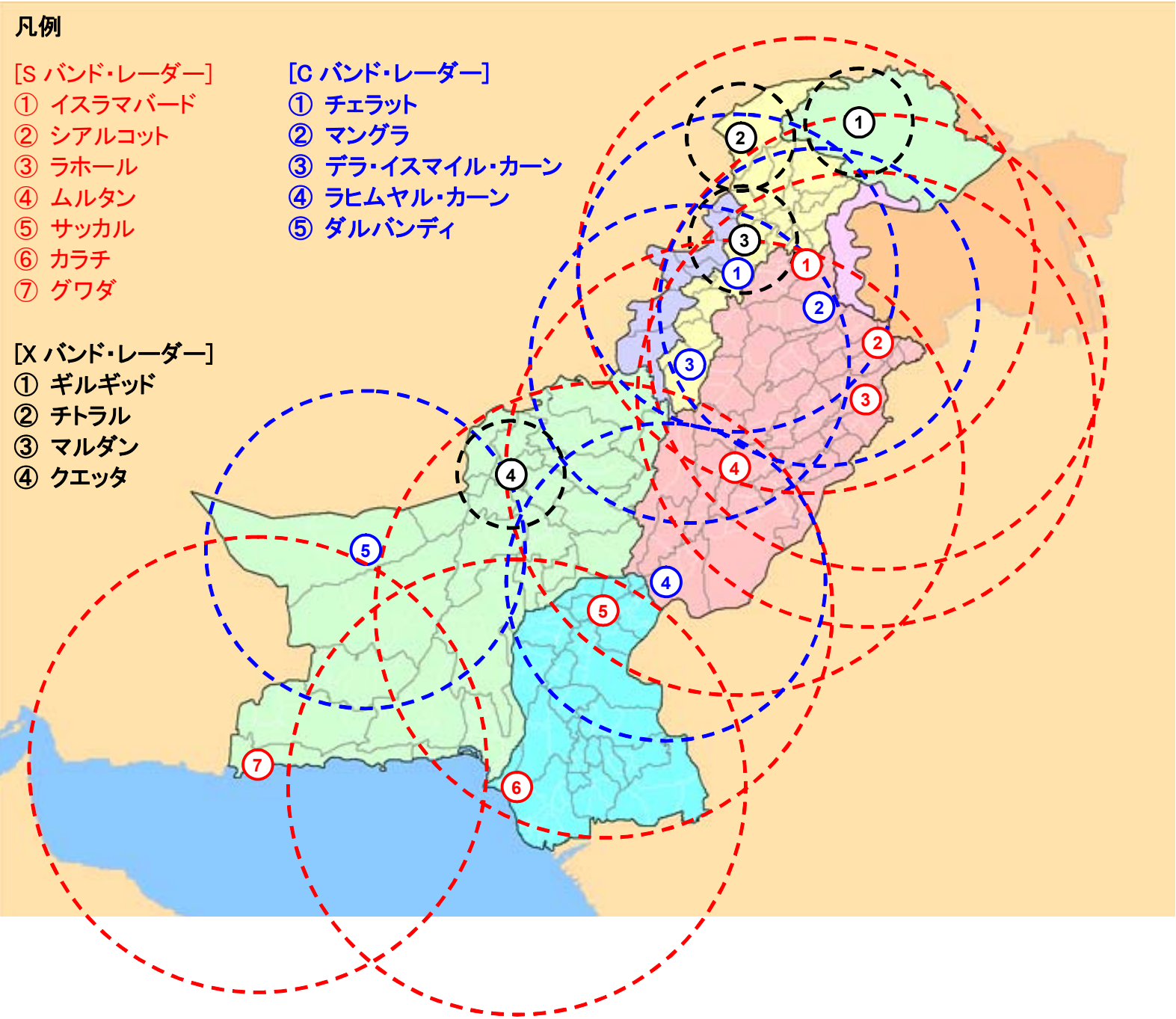


図 6 「パ」国の気象レーダー観測網整備計画(2018 年 2 月現在)

表 4 「パ」国の気象レーダー観測網を構成する
気象レーダーの更新/整備計画(2018 年 2 月現在)

番号	観測所名	備考
①	イスラマバード	既設 C バンド通常気象レーダーが、我が国の無償資金協力により S バンド固体化電力増幅式気象ドップラーレーダーに更新される予定
②	シアルコット	既設 C バンドドップラー気象レーダーが、パンジヤブ州政府の支援により、S バンド固体化電力増幅式 2 重偏波気象ドップラーレーダーに更新される予定
③	ラホール	既設 S バンドドップラー気象レーダーが、世界銀行の融資により、S バンド固体化電力増幅式 2 重偏波気象ドップラーレーダーに更新される予定
④	ムルタン	既設 C バンド通常気象レーダーが、我が国の無償資金協力により S バンド固体化電力増幅式 2 重偏波気象ドップラーレーダーに更新される予定
⑤	サッカル	日本政府の支援により、ラヒムヤル・カーンの既設 C バンド通常気象レーダーの更新として S バンド固体化電力増幅式 2 重偏波気象ドップラーレーダーが整備されることを希望
⑥	カラチ	既設 C バンド通常気象レーダーが、我が国の無償資金協力により S バンド固体化電力増幅式気象ドップラーレーダーに更新される予定
⑦	グワダ	世界銀行の融資により、新たに S バンド固体化電力増幅式 2 重偏波気象ドップラーレーダーが整備される予定
①	チェラット	世界銀行の融資により、新たに C バンド固体化電力増幅式 2 重偏波気象ドップラーレーダーが整備される予定
②	マングラ	既設 S バンドドップラー気象レーダーの運用を継続
③	デラ・イスマイル・カーン	既設 C バンド通常気象レーダーが、世界銀行の融資により、C バンド固体化電力増幅式 2 重偏波気象ドップラーレーダーに更新される予定
④	ラヒムヤル・カーン	既設 C バンド通常気象レーダーを、イスラマバード及びカラチ既設 C バンド通常気象レーダーのパーツと交換して運用を継続予定
⑤	ダルバンディ	世界銀行の融資により、新たに C バンド固体化電力増幅式 2 重偏波気象ドップラーレーダーが整備される予定
①	ギルギッド	世界銀行の融資により、新たに X バンド固体化電力増幅式 2 重偏波気象ドップラーレーダーが整備される予定
②	チトラル	世界銀行の融資により、新たに X バンド固体化電力増幅式 2 重偏波気象ドップラーレーダーが整備される予定
③	マルダン	「パ」国政府の資金により X バンド 2 重偏波気象ドップラーレーダー（中国製）に整備される予定（2018 年 6 月に完成予定）
④	クエッタ	世界銀行の融資により、新たに X バンド固体化電力増幅式 2 重偏波気象ドップラーレーダーが整備される予定

出典:PMD

1-1-3 社会経済状況

「パ」国の人口は 2.07 億人（パキスタン統計局 2017 年人口調査データ：Pakistan Bureau of Statistics, 2017 Census）、人口増加率は年平均 2.4%、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。GDP は約 2,710 億 US ドル（2014 年世界銀行）、実質経済成長率は 4.71%（2015/2016 年度パキスタン経済白書）である。

次の図は「パ」国における GDP 成長率年間推移と自然災害との関係図である。GDP 成長率が低下した年は、前年に大規模災害が発生している。GDP 成長率が 1.7%となった 2008 年は、前年の 2007 年にサイクロン「Yemyin」が「パ」国に襲来し、およそ 16.2 億 US 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、GDP 成長率は 1.6%まで下降した。加えて、GDP 成長率は、気象に起因する主な災害発生数と死者、行方不明者、被災者数の増加と反比例して減少する傾向が見られることから、自然災害がもたらす被害は、「パ」国の経済発展を大きく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、シンド州における自然災害による被害は「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。

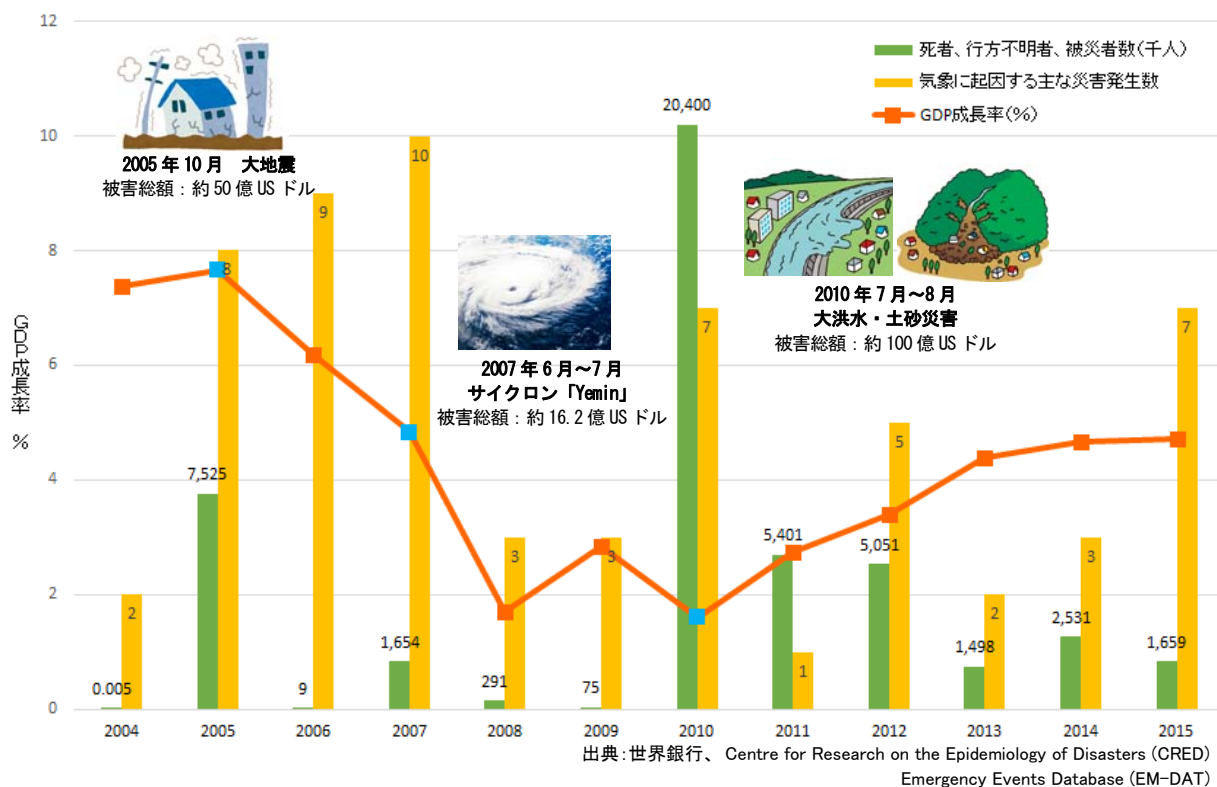


図7 「パ」国の GDP 成長率年間推移と自然災害

1-2 無償資金協力の背景・経緯及び概要

「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「国家防災計画（NDMP）」の策定等、国を挙げた取り組みを行っている。「国家防災計画（NDMP）」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。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 の気象観測・予報能力の向上がキーポイントとなる。そのため「パ」国では、甚大な被害を引き起こす自然災害をより軽減するため、PMD の気象観測能力及び予警報精度を向上させ、自然災害の危険を事前に予測し、適切な対策を講じるために、従来以上に予警報を迅速、かつ適時適所に配信することが、強く求められている。

現在 PMD は、我が国が無償資金協力により整備したイスラマバード、カラチ、デラ・イスマイル・カーン、ラヒムヤル・カーンの 4 基の気象レーダー及びアジア開発銀行の支援により設置したラホール、シアルコット、マンガラの 3 基の気象レーダーの計 7 基を有している。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・カーンの 4 基はいずれも老朽化が進んでいることから、我が国の無償資金協力プロジェクトにより、イスラマバード及びカラチの気象レーダーの更新（S バンド）が進められている。しかしながら現状では、モンスーン期にインドから「パ」国に侵入してパンジャブ州広域に集中豪雨をもたらす雨雲、サンダーストーム（雷雨）やスライマーン山脈周辺での大雨を精度良く観測できないことから、PMD が大雨の情報を洪水予警報に適切に反映することが難しいのが実情である。老朽化が進み近い将来稼働が停止する可能性のあるデラ・イスマイル・カーン及びラヒムヤル・カーンの 2 基の気象レーダーの観測範囲を補完するためにも、またインド側の観測データが乏しいことによる気象・洪水予警報のタイムリーな発表が難しいという現状を解決するためにも、インドとの国境に近いムルタンに新たな気象レーダーを整備することが急務となっている。

「パ」国政府は、2015 年 7 月に「ムルタン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、2017 年 7 月 8 日から 8 月 26 日に「ムルタン気象レーダー整備計画準備調査」を実施し、プロジェクトの実地調査、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。

これを基に JICA は、2018 年 2 月 7 日から 2 月 18 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 5 概略設計の対象となった機材及び施設の概要

内容	ムルタン気象 レーダー観測所	PMD イスラマバード 本局 国家気象 予報センター	ムルタン国際空港内 PMD 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 2 重偏 波気象ドップラーレーダーシステ ム（耐雷設備、電源供給キャパシ タ、電源バックアップシステム、 避雷システム、メンテナンス用機 器及びスペアパーツ等を含む）	1 基	-	-	-
気象レーダー中央処理システム	-	1 式	-	-
気象レーダーデータ表示システム	1 式	1 式 （レーダー画像合 成処理装置及びレ ーダー・Web サーバ ーを含む）	1 式	1 式
気象データ通信システム	1 式	-	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				

我が国や海外において鉄骨造の気象レーダー塔施設（日本は C バンドレーダーシステム用施設）の実績も見られるため、上述準備調査期間中において、建設予定の気象レーダー塔施設を鉄骨造又は鉄筋コンクリート造のどちらにすべきかについて、工事費、「パ」国側の負担、建設工事上の問題点、工期等に関して比較検討を行った。その結果、下表に示したように、1)「パ」国では鉄骨構造が一般的ではないこと、2)鉄筋コンクリート造とした方が建設工事費が安価であること、3)「パ」国側の負担（関税等）が小さいこと、4)「パ」国側より鉄筋コンクリート造を強く希望している旨の準備調査団に対する申し入れがあったこと、からムルタン気象レーダー塔施設は鉄筋コンクリート造とすることとした。

表 6 鉄骨造と鉄筋コンクリート造の気象レーダー塔施設を建設した場合の比較

比較項目	鉄骨造の 気象レーダー塔施設の建設	鉄筋コンクリート造の 気象レーダー塔施設の建設
構造体	*パイプトラス鉄骨造（重量：250 トン）	建物は、鉄筋コンクリート造が一般的
躯体の建設資材の調達	鉄骨は全て日本又は第三国調達（日本企業が多く進出している東南アジア）	100%現地調達が可能
現地建設会社の建設工事に対する活用	■ 鉄骨躯体の製作に関する現地建設会社の活用は難しい（鉄骨躯体の製作以外の工事は活用が可能） ■ 鉄骨の建て方に日本又は第三国の専門の職人が必要	最も一般的な工法であるため鉄筋コンクリート躯体工事を含む建設工事全体に対する現地建設会社の活用度が大きい
建設資材の海上輸送	海外からの高価な海上輸送が必要	不要
現地での輸入通関と関税	輸入通関、被援助国による関税の支払い又は免税が必要	不要
建設資材の海上輸送及び国内輸送費	海外からの海上輸送費及びカラチからムルタン（1,060km）*鉄骨約250 トンの国内輸送費が必要 鉄骨調達先をタイ国（日本での調達に比べて安価であるため）とした場合、約1億円の費用が必要となる	セメント、細骨材である砂及び砂利は、建設現場近郊（ムルタン）で調達可能であり、国内輸送費は発生しない
工事契約後の躯体工事の工期	日本又は第三国	現地
	鉄骨製作/作成：3～4ヶ月 鉄骨製作：6ヶ月 海上・国内輸送：2ヶ月	仮設工事：1ヶ月 杭工事：2ヶ月 基礎工事：2ヶ月 鉄骨建て方：3ヶ月 設備・仕上工事：4ヶ月
建設工事全体の工期	*約18～19ヶ月	*約19ヶ月
杭工事及び基礎工事	建物全体重量が鉄筋コンクリート造と比較すると軽くなるため、杭及び基礎工事の規模が鉄筋コンクリート造よりも小さくなる	建物全体重量が鉄骨造と比較すると重くなるため、杭及び基礎工事の規模が鉄骨造よりも大きくなる
主要構造部の建設	鉄骨の建て方に、鉄骨工（鳶職）が8名、鉄骨製造工場から2名の鉄骨鍛冶工が必要 第3国からの派遣を想定すると、（鉄骨工（鳶職）：8名×80万円/月×3ヶ月）＋（鉄骨鍛冶工：2名×100万円/月×3ヶ月）＋（航空運賃10名×15万円）＝約0.27億円の費用が必要となる	建設に関して、特殊工や技術者の派遣は不要
サイトでの工期	サイトでの工事期間が短くなる	サイトでの工事期間が長くなる
階段を含む主要構造部の錆の発生	鉄骨の防錆処理及び適切な施工監理が実施され定期メンテナンスが行われていれば錆の発生をある程度は防げる	錆の発生は無い
定期塗装	構造強度確保の為定期塗装が必要 特に、防錆処理ができない部分（ボルト、ナット、構造材接続部等）は短期の定期塗装が必要	実施しなくても構造強度に大きな影響なし
保管スペース及び工事用クレーン	計画サイトに、鉄骨を仮保管するスペースがないことから、計画サイトの近郊に仮設保管スペースの確保、仮設保管スペースに鉄骨の荷卸し/荷揚げ用の20トンクレーン1台及び計画サイトに100トンクレーンが必要となる	鉄筋コンクリート造施設建設に小/中型クレーン及びタワークレーンが必要となる

* 気象レーダー塔施設の高さを50mと仮定

1-3 我が国の援助動向

自然災害の被害を軽減し、自然災害から国民の生命と財産を守ることを目的として、「パ」国政府は日本国政府に気象観測のための施設建設及び気象レーダーシステム機材整備に関する無償資金協力を要請した。これを受けて、1990 年度より「気象レーダー網整備計画（フェーズⅠ事業）」（1991 年 3 月完成）が実施され、「パ」国北部の首都イスラマバード及び南部のカラチに気象レーダーシステムが整備された。

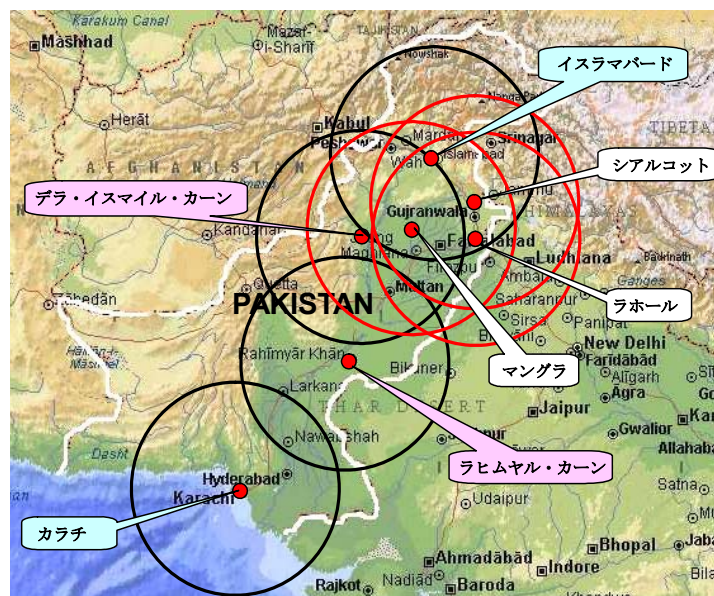


その後、降雨及び洪水の予測精度の更なる向上のため、1998 年度より「第 2 次気象観測網整備計画（フェーズⅡ事業）」（1999 年 3 月完成）が実施され、気象レーダー観測範囲拡大のために、「パ」国中部のデラ・イスマイル・カーン及びラヒムヤル・カーンに気象レーダーシステムが整備された。レーダー画像合成処理装置及びレーダー画像伝送・表示装置の整備とともに、4 基の気象レーダーシステムがネットワーク化され、「パ」国全土の約 80%をカバーし、且つ全人口の約 90%以上が居住している地域の雨量監視が可能となり、防災に貢献する気象レーダー観測網が構築された。

2 次にわたる我が国の支援により、「パ」国全土のうち、北部高山部とバローチスタ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時監視する事ができ、気象データを得ることが可能となった。当該 4 基の気象レーダーシステムは辛うじて稼動し続けており、「パ」国における気象情報提供の中核施設としての役割を現在も果たしている。しかしながら、イスラマバード及びカラチの気象レーダーシステムは設置から既に 27 年、デラ・イスマイル・カーン及びラヒムヤル・カーンの気象レーダーシステムは設置から既に 19 年の歳月が経過している。老朽化により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対応してきたが、気象レーダーメーカー側からのスペアパーツ供給が年々困難となっている。不具合等に対する対策がなされない状況が続けば、気象レーダーシステムの観測機能が停止する事態も想定されたことから、「パ」国側は、我が国に対し専門技術者の派遣による既設機材の状況、不具合箇所・スペアパーツ必要箇所の詳細確認及び修理方法の検討、維持管理体制にかかる指導助言を行うフォローアップ調査を要請した。調査結果にもとづく機材供与／修理についても要請を行ったことから、フォローアップ調査団が 2010 年 2 月より現地へ派遣され、気象観測機能が完全に停止する事態を避けるために、緊急措置として 2011 年にフォローアップが実施された。

現在 PMD は、我が国が無償資金協力により整備したイスラマバード、カラチ、デラ・イスマイル・

カーン、ラヒムヤル・カーンの4基の気象レーダー及びアジア開発銀行の支援により設置したラホール、シアルコット、マンガラの3基の気象レーダー、計7基を有しているが、前述の通り、我が国の無償資金協力で整備した4基はいずれも老朽化が進んでいることから、無償資金協力プロジェクト「中期気象予報センター（SMRFC）設立及び気象予報システム強化計画」及び「カラチ気象観測用レーダー設置計画」により、イスラマバード及びカラチの気象レーダーの更新（Sバンド）が進められている。



<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」国政府がアジア開発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

図8 「パ」国の既設気象レーダー観測網

表7 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
2017～2019 (実施予定)	カラチ気象観測用レーダー設置計画	19.49	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目標として、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計画である。
2016～2018 (実施中)	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	26.15	24時間以内の短期予報精度の強化、48時間を超える中期予報能力向上を目的として、PMDイスラマバード本局に中期気象予報センター（Specialized Medium Range Forecasting Center: SMRFC）を設立するために必要な機材を調達するとともに、首都圏の気象観測の中核を担う既設イスラマバード気象レーダーシステム（老朽化により機能不全が続いている）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計画である。
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施設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施設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

			一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 8 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	イスラマバード及びラワル・ピンディー市街地及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、同河川及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 9 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
イスラミック開発銀行/トルコ政府	2016	PMD とトルコのマルマラ研究センター (Marmara Research Center :MRC) との間のリバーズリンクエッジプロジェクト	101, 000, 000 ルピー	地震訓練、地震観測機器の調達と設置
中国	2011～2013	パキスタン-中国地震観測網整備計画	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	30, 270, 000 ルピー	「パ」国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	135,998 ユーロ	10台の自動気象観測装置供与
イタリア	2012	シェアー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	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 US 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 US 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 PMD は、以前は国防省を上部官庁として配置されていたが、2013 年 6 月より内閣府の航空部の下に配置転換された。

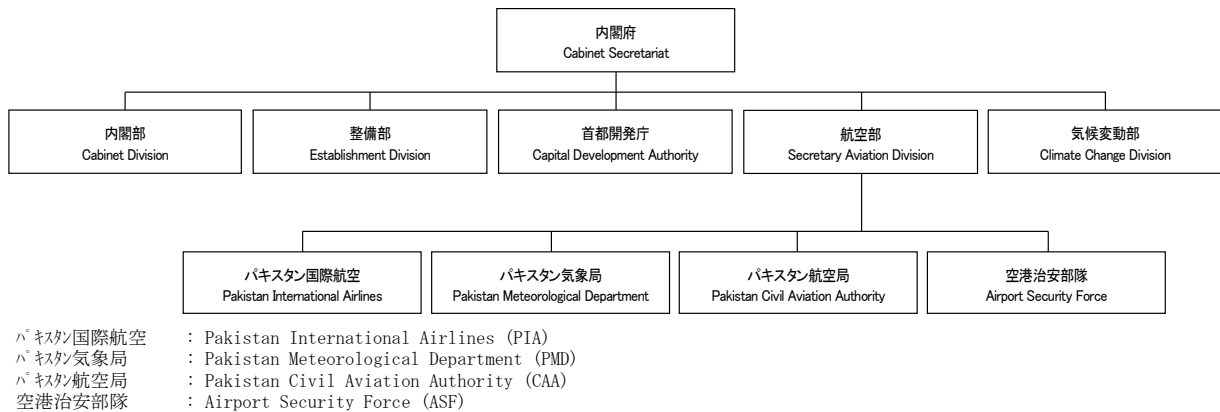


図 9 内閣府 航空部組織構成

PMD の組織構成図を次ページに添付した。全体の職員数は 2,488 名（2017 年 7 月現在）で、イスラマバードにある本局 国家気象予報センター（National Weather Forecasting Centre : 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。世界気象機関（World Meteorological Organization : WMO）及び国際民間航空機関（International Civil Aviation Organization : ICAO）が定める国際規則に従って、気象・気候に関する情報、悪天候時（サイクロン、大雨、強風、雷災）の注意報や警報等を一般国民、農業、エネルギー、漁業、船舶等の分野に提供しているほか、気象に関する教育・研修活動も行っている。ムルタン気象事務所では、現在、50 名の職員が 4 シフト体制で勤務をしている。

PMD 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は管理事務所の技術管理者の下に、カラチ熱帯サイクロン警報センター（Tropical Cyclone Warning Centre : TCWC）はカラチ中央地震監視センター（National Seismic Monitoring Centre : NSMC）の下に置かれている。

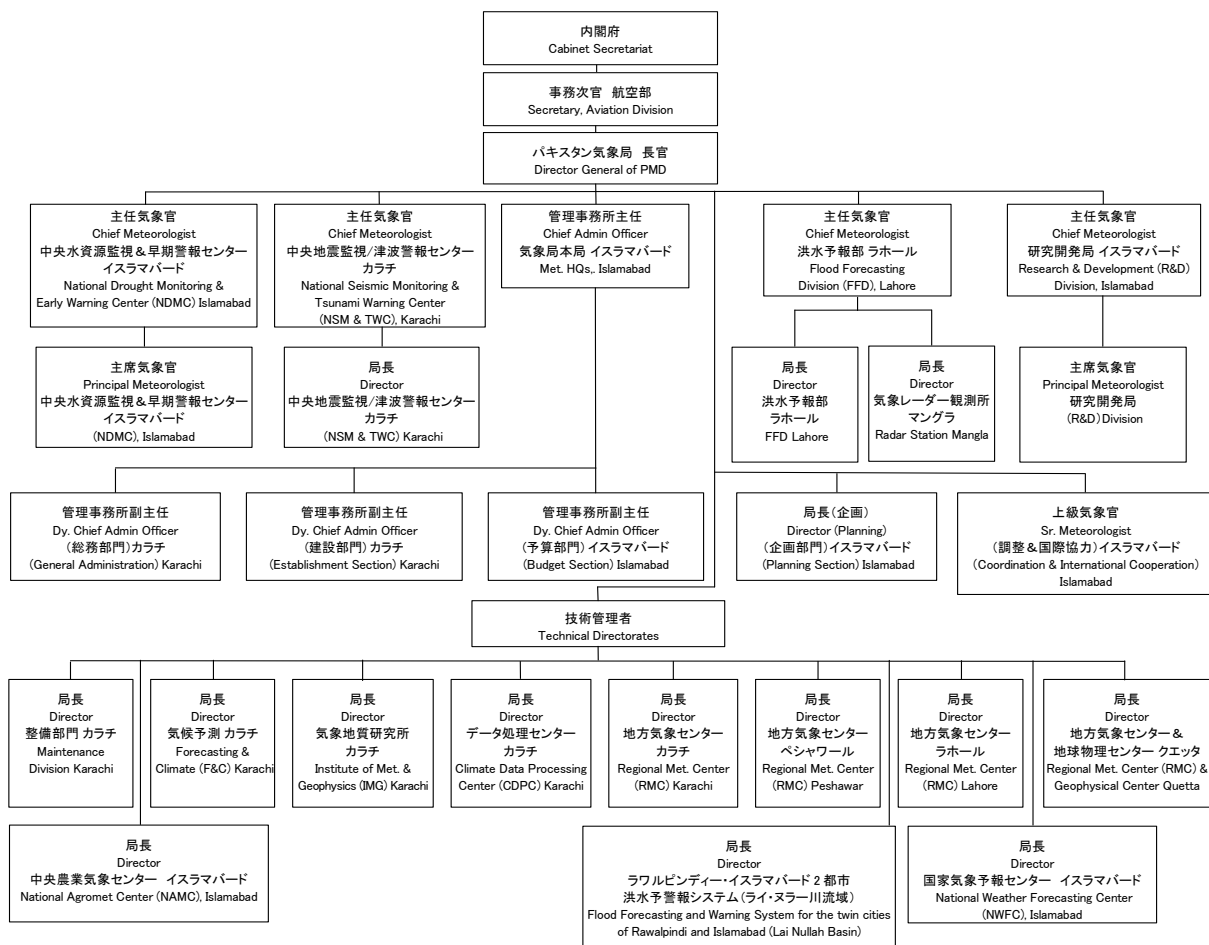


図 10 PMD 組織図

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

表 10 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	データ入力員
日勤シフト	08:00-16:00	8	1	2	2	2
午前シフト	08:00-14:00	6	1	1		
午後シフト	14:00-20:00	6	2	－	1	1
夜勤シフト	20:00-08:00	12	1		1	－
緊急時	気象現象による					

出典:PMD

■ PMD の気象情報

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

表 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 (2015 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：3 注意報：9 報道発表：13
		発表回数 (2016 年) 厳重警戒情報：2 警報：5 注意報：8 報道発表：13

出典:PMD

■ 気象レーダー観測所の観測体制

PMD 職員による各既設気象レーダー観測所の観測体制は以下の通りである。

表 14 各既設気象レーダー観測所の勤務体制(通常時及びモンスーン期(6～10月))

	勤務時間	午前シフト	午後シフト	夜勤	観測所 職員数
イスラマバード気象レーダー観測所		08:00～14:00	14:00～20:00	20:00～08:00	13
カラチ気象レーダー観測所		08:00～14:30	14:30～20:30	20:30～08:00	13
デラ・イスマイル・カーン気象レーダー観測所		08:00～14:00	14:00～20:00	20:00～08:00	8
ラヒムヤル・カーン気象レーダー観測所		08:00～14:00	14:00～20:00	20:00～08:00	8
ラホール気象レーダー観測所		08:00～14:00	14:00～20:00	20:00～08:00	13
シアルコット気象レーダー観測所		08:00～14:00	14:00～20:00	20:00～08:00	8
マンガラ気象レーダー観測所		08:00～14:00	14:00～20:00	20:00～08:00	11

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日までである。下表は、「パ」国の会計年度2008-09年度から2017-18年度までの10年間の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-I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15 PMDの年間予算

会計年度	予算 (1,000ルピー)
2008-09	394,991
2009-10	417,880
2010-11	451,327
2011-12	578,825
2012-13	680,347
2013-14	797,220
2014-15	874,369
2015-16	969,000
2016-17	1,027,937
2017-18	1,079,287

※プロジェクト実施・開発費は、PC-I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 16 PMD の年間予算内訳

(1,000 ルピー)

予算項目	2008-09	2009-10	2010-11	2011-12	2012-13	2013-14	2014-15	2015-16	2016-17	2017-18
人件費 (職員給与)	296,219	323,928	356,513	478,126	574,143	676,298	732,854	819,000	870,000	908,741
交通費、研修費、公共料金、通信費等	70,157	70,157	71,019	74,728	88,940	95,279	107,849	110,822	114,018	122,433
職員退職手当	1,500	1,500	1,500	1,500	1,100	7,470	11,160	12,926	16,677	16,260
政府補助金、助成金、貸付金	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	4,000	4,445	4,450	2,034	2,242
転勤費用	50	500	500	100	80	80	87	101	101	121
機材購入費等	15,720	11,000	11,000	13,264	11,449	10,508	13,722	15,551	17,314	17,995
工事関連費	2,550	2,000	2,000	1,998	250	250	278	1,400	1,872	2,825
機材・施設修理及び維持管理費	6,795	6,795	6,795	7,109	2,385	3,335	3,974	4,750	5,921	8,670
計	394,991	417,880	451,327	578,825	680,347	797,220	874,369	969,000	1,027,937	1,079,287
プロジェクト実施及び開発に必要となる特別予算(PC-I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	152,554	76,906	28,581	419,375	608,000

2-1-3 技術水準

PMD 技術職員の気象レーダー維持管理作業経験をみると、専門学校又は大学卒業後数年～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あり、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等、幅広い技能を保持している。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機械部品の応急的な修理等は実施可能であり、その習熟度は高い。また、殆どの技術者がコンピューター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ー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。

各既設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、各既設レーダー観測所の技術者により行われている。

表 17 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

次表のように、PMD 職員により気象レーダー塔施設内の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 18 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> シロココファンの V ベルトの損傷有無の確認 <電気設備（発電機）> 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

「パ」国における 7 基の既存気象レーダーシステムに関する情報は、次に添付した図及び表の通りである。

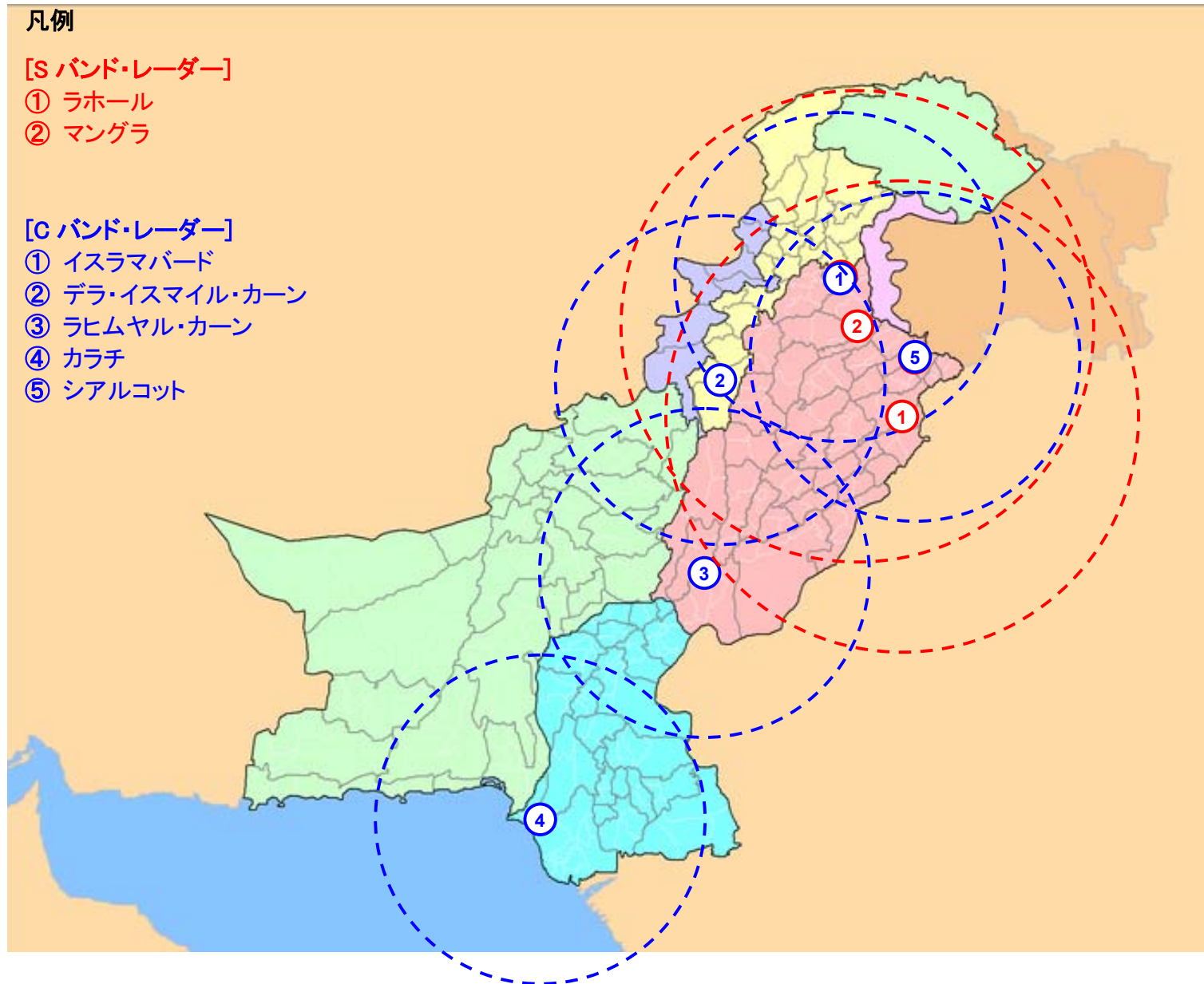


図 11 「パ」国の既存気象レーダーシステム(2018 年 2 月現在)

出典 PMD

表 19 「パ」国の既存気象レーダーシステム(2018 年 2 月現在)

既設気象レーダー局名	位置 緯度 経度	資金の支援	周波数 バンド	種類 (通常/ド ップラー/マル チパラメータ ー)	空中線 直径	送信機の種類 (マグネトロ ン/クライスト ロン/固体化)	製造国 メーカー名	設置時期	観測データの イスラマバー ドンターへの 送信方法	観測データ処 理システム	稼働状況 (2018 年 2 月現在)
イスラマバ ード	N33° 41' E67° 05'	日本国政府 (無償資金 協力)	C バンド	通常	4m	マグネトロ ン (予備残量:0)	日本 日本無線 (JRC)	1991 年 3 月	PMD Web サイト へ直接アップ ロード	JRC 社製ソフ トウェア	稼動中
カラチ	N24° 55' E67° 05'	日本国政府 (無償資金 協力)	C バンド	通常	4m	マグネトロ ン (予備残量:1)	日本 日本無線 (JRC)	1991 年 3 月	PMD Web サイト へ直接アップ ロード	JRC 社製ソフ トウェア	稼動中
デラ・イス マイル・カ ーン	N31° 49' E70° 56'	日本国政府 (無償資金 協力)	C バンド	通常	4m	マグネトロ ン (予備残量:1)	日本 日本無線 (JRC)	1999 年 3 月	PMD Web サイト へ直接アップ ロード	JRC 社製ソフ トウェア	稼働停止中 イスラマバード及 びカラチ既設 C バ ンド通常気象レー ダーのパーツと交 換して復旧させて 運用を継続する予 定
ラヒムヤ ル・カーン	N28° 26' E70° 19'	日本国政府 (無償資金 協力)	C バンド	通常	4m	マグネトロ ン (予備残量:0)	日本 日本無線 (JRC)	1999 年 3 月	PMD Web サイト へ直接アップ ロード	JRC 社製ソフ トウェア	稼動中
ラホール	N31° 33' E74° 20'	アジア開発 銀行	S バンド	ドップラー	8m	マグネトロ ン (予備残量:0)	アメリカ EEC	1997 年	PMD Web サイト へ直接アップ ロード	Edge ソフト ウェア	稼動中
シアルコッ ト	N32° 31' E74° 32'	アジア開発 銀行	C バンド	ドップラー	4m	マグネトロ ン (予備残量:0)	アメリカ EEC	2005 年	PMD Web サイト へ直接アップ ロード	Edge ソフト ウェア	稼動中
マンガラ	N33° 04' E73° 38'	アジア開発 銀行	S バンド	ドップラー	8m	マグネトロ ン (予備残量:0)	アメリカ EEC	2004 年	PMD Web サイト へ直接アップ ロード	Edge ソフト ウェア	稼動中

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 20 サイト位置情報

サイト名	ムルタン気象レーダー 塔施設建設計画サイト	PMD イスラマバード本局 国家気象予報センター	ムルタン国際空港内 PMD 気象事務所	PMD ラホール 洪水予報部
緯度	N30° 18' 21.8"	N24° 55' 58.9"	N30° 11' 53.91"	N31° 32' 33.1"
経度	E71° 28' 21.7"	E67° 08' 32.8"	E71° 25' 24.54"	E74° 19' 29.5"
標高	124m	39m	122m	163m

<建設計画サイトのインフラ概要>

ムルタン気象レーダー塔施設建設計画サイト内のインフラ概要は以下の通りである。

表 21 ムルタン気象レーダー塔施設建設計画サイトのインフラ整備状況

	ムルタン気象レーダー塔施設建設計画サイト
商用電源（入力電源）	400V、3 相 4 線、50Hz
上水道設備	無い
下水道設備	無い
電話設備	無い
インターネット接続	利用可能（携帯電話網接続）
敷地内での携帯電話	利用可能

<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 22 PMD が利用しているインターネット回線

サイト名	PMD イスラマバード本局		PMD ギルギット 気象事務所	PMD ムルタン 気象事務所
サービスプロバイダー	NTC	NAYATEL	NTC	NTC
接続形態	光通信 共用回線	光通信 共用回線	DSL 通信 共用回線	DSL 通信 共用回線
固定 IP アドレス	○	○	×	×
契約速度 (bps)	10 M	3 M（予備回線）	1 M	1 M

サイト名	PMD ラホール 洪水予報部	PMD ラホール地方気象 センター	PMD カラチサイクロン 警報センター	カラチ国際空港 気象事務所
サービスプロバイダー	NTC	NTC	NTC	NTC
接続形態	光通信	光通信	光通信	光通信

	共用回線	共用回線	共用回線	共用回線
固定 IP アドレス	○	○	○	×
契約速度 (bps)	4 M	2 M	4 M	2 M

＜商用電源の安定度＞

ムルタン気象レーダー塔施設建設計画サイトにおいて、電源品質アナライザーにより約 2 週間の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 23 商用電源安定度(電源品質アナライザーによる)

サイト名		ムルタン気象レーダー塔施設建設計画サイト
商用電源(電圧：定格)		230V、50Hz、単相 3 線
電圧 (V)	最大値	223.7
	最小値	88.8
	平均値	176.9
周波数 (Hz)	最大値	50.7
	最小値	49.3
停電頻度	5 月～10 月	2 回/日 (1 回の停電時間約 6～12 時間)
	11 月～4 月	1 回/日 (1 回の停電時間約 2 時間)
瞬間的に電圧が 150V 以下に低下する頻度	昼間	6 回/時間
	夜間	2 回/時間

2-2-2 自然条件

1) 気象条件調査

気象レーダー塔施設建設計画サイトがあるムルタンは、「パ」国第 6 の都市である。インダス川支流のチェナール川の東に位置し、「パ」国の地図上の中心部に当ることから、陸路、鉄道、空路の集まる交通の要衝である。夏季は非常に暑く、砂嵐も発生する。1981 年～2010 年の間の最高気温は 50 度、最低気温は-1.6 度、年平均降水量は 210mm である。1992 年 8 月に過去最高の月降水量である 217mm が記録されている。

以下に添付した表は、1981 年～2010 年間のムルタンの局地気候を記したものである。

表 24 1981 年～2010 年間のムルタンの局地気候

月	降水量（mm）							日照	平均気温 （℃）	最高气温（℃）			
	月平均 降水量	月別最大降水量		月別降 水日数	月別日最大降水量					平均	月別日最高气温		
		降水量	年		最大	日	年	時間			最高	日	年
1 月	7.6	37.9	2005	1.2	30.9	01	2005	197.9	12.9	20.5	28.3	25	1990
2 月	15.5	87.8	2007	2.6	44.3	13	2007	198.9	16.0	23.5	32.2	10	1993
3 月	18.4	55.4	2006	3.1	50.1	26	2006	243.9	21.2	28.8	39.5	23	2010
4 月	14.2	61.5	1995	3.2	38.5	06	1985	272.2	28.4	35.9	44.7	19	2010
5 月	11.9	47.0	1983	2.2	51.0	06	2010	287.0	33.2	41.0	50.0	28	2010
6 月	13.1	68.9	1986	1.9	47.1	30	2007	259.8	35.4	42.1	49.8	08	1994
7 月	49.6	209.5	1993	3.6	83.4	25	2010	255.0	34.0	39.1	47.5	01	1995
8 月	41.8	217.3	1992	2.8	127.0	19	1992	269.1	32.4	37.5	42.7	03	1998
9 月	24.6	201.5	1992	1.5	88.5	08	1992	267.9	30.9	36.6	42.5	26	1987
10 月	5.6	112.5	1997	0.7	23.5	10	1997	261.1	26.4	34.1	40.3	01	2000
11 月	1.2	15.2	1981	0.5	12.6	10	1999	234.3	20.2	28.6	35.0	01	1999
12 月	5.7	77.9	2008	1.2	34.5	20	2008	208.7	14.8	22.9	29.5	03	1998
年間	210.7	513.2	1992	24.5	127.0	19/08	1992	2,952.5	25.3	32.5	50.0	28/05	2010

出典:PMD

2) 自然条件調査

自然条件調査として、ムルタン気象レーダー塔施設建設計画サイトにおいて、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 25 陸上地形測量

調査内容	- 既設施設、前面道路歩道、排水溝等を含む - 磁北測量 - 敷地面積算出
	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
	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
成果品	- 地形平面図 - 縦横断面図 - AutoCAD データにて受領

<地質調査>

表 26 地質調査

ボーリング調査 (オールコア)	本数 : 3 本 深さ : 40m、支持層を確認後 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)
サンプル採取	3 サンプル (ホール毎に) - 攪乱サンプル及び不攪乱サンプルの採取 - ASTM または JGS に準拠
標準貫入試験	1m 毎
土質ラボ試験	- 物理試験 (粒度分布、比重、含水比、液性限界、塑性限界) - 一軸圧縮試験及び圧密試験
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 27 ムルタン気象レーダー塔施設建設計画サイト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
BH-1	0.0-2.0	細砂	5
	2.0-4.0	シルト質砂	6
	4.0-18.0	シルト質砂	12
	18.0-40.0	シルト質砂	>50
BH-2	0.0-2.0	砂質泥板岩	8
	2.0-21.0	シルト質砂	8-32
	21.0-40.0	シルト質砂	>50
BH-3	0.0-3.5	シルト質砂	7-9
	3.5-22.5	シルト質砂	8-35
	22.5-40.0	シルト質砂	>50

2-2-3 環境社会配慮

JICA 環境配慮ガイドラインにおけるカテゴリ C：環境や社会への望ましくない影響が最小限かあるいは殆ど無いと考えられる協力対象事業と位置づけできる。

<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 がパンジャブ州環境保護庁 (Environmental Protection Agency (EPA)、Punjab Province) より確認を取っている。そのため PMD は、パンジャブ州環境保護庁からの「異議なし証明書 (No Objection Certificate:NOC)」を受領するため、初回環境評価書 (Initial Environmental Examination (IEE)on the Project “Installation of Weather Surveillance Radar at Multan in the Islamic Republic of Pakistan”) を作成してパンジャブ州環境保護庁へ提出済みである。

2-3 その他

＜PC-I フォーム＞

PC-I 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-I 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-I 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-I フォームの再承認が必要となる。また本プロジェクトの全体コストが 10 億パキスタンルピーを超えていることから、国家経済評議会執行委員会（ECNEC）の承認が必要となる。

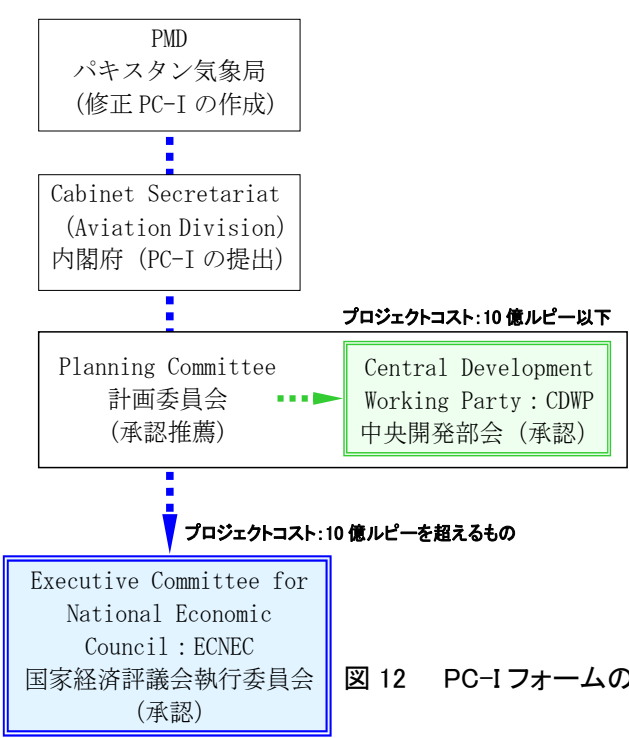


図 12 PC-I フォームの承認

PC フォームには、次の表に示した 5 つのフォームがあり、PMD は、PC-II 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-IV 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-IV フォーム作成支援を実施する必要がある。

表 28 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-I	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-II	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-III	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-IV	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-V	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

<プロジェクトの実施とグローバルイシュー(ジェンダー)>

社会における固定的な男性と女性の役割及び責任は、その地域の人々の価値観、宗教、文化、伝統、慣習等によって無意識のうちに規定されていることが多く、政府政策や制度、組織なども、その影響を受けていることが多い。「パ」国では、労働市場に参加している女性の割合は、現在も低い水準に留まっている。PMD においても、女性職員の数は、現状、限られたものであるが、女性の予報官や技官にも活躍の場を与えられている。そのため、本プロジェクトで建設が計画されているムルタン気象レーダー塔施設においても、女性職員の配置が想定されることから、執務室、トイレ、シャワー室、その他共有スペース等を女性職員が利用しやすい環境が整備されるように施設計画を実施する。

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

3-1-1 上位目標

「パ」国において、自然災害による被害の軽減を通じ社会基盤が拡充される。

3-1-2 プロジェクト目標

ムルタンに新たな気象レーダーの整備が実施されることにより、PMD は、パンジャブ州広域及びインド側の精度の高い気象観測と、気象及び洪水予警報の国民への安定的且つ持続的な提供が実施できることから、「パ」国の自然災害による被害の軽減に大きく寄与することを目標としている。

3-1-3 プロジェクトの概要

本プロジェクトは、パンジャブ州ムルタンに S バンド固体化電力増幅式 2 重偏波気象ドップラーレーダーシステムを整備し、加えて気象レーダー中央処理システム、気象レーダーデータ表示システム及び気象データ通信システムを投入するとともに、人材育成を実施して、災害を引き起こす気象現象の監視能力を強化させることにより、「パ」国の気象・洪水情報や予警報の精度が向上され、自然災害による被害の軽減に寄与することが可能になる。

3-2 協力対象事業の概略設計

3-2-1 設計方針

(1) 基本方針

- a) 「パ」国の自然災害軽減（主に洪水による被害）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) 災害を引き起こす気象現象の監視能力を向上させることで、自然災害による人的・経済的損失の軽減を図ることが可能となるよう設計する。
- f) PMD の技術レベル、運用維持管理能力に適した事業内容、規模となるように設計する。

＜機材の設計方針＞

本プロジェクトで新設するシステムの設計方針は以下の通りである。

- a) 「パ」国の気象レーダー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) WMO の定める技術仕様に適合した設計を行う。
- c) PMD の気象観測・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 次元的に得られるように計画を行う。
- f) ムルタン気象レーダーシステムの観測データを 10 分毎に PMD イスラマバード本局 国家気象予報センター及び PMD ラホール洪水予報部 (Flood Forecasting Division, PMD Lahore) 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較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ないよう、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、建物が設計用速度圧により傾く角度（水平変形角）が建物の高さに対して 1/1000 以下となるように基礎構造を決定する。
- c) 「パ」国の建築基準「BCP-SP-2007 (Building Code of Pakistan- Seismic Provisions-2007)」に従い算出した、ムルタンの設計用速度圧：6kN/m² 及び地震地域係数：Z = 0.15 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必要があるため、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。
- h) PMD の業務体制・業務形態・業務実施方法等に適合した施設計画とする。

(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レーダー観測室、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、冷房設備の設置を計画する。

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、1 階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. 洪水

ムルタン気象レーダー塔施設建設の計画サイトは、灌漑用水路（幅員：約 20m）に近接していることから、将来的な水害による影響を避けるために必要な地盤面から 1 階スラブまでの高さを確保し、被害が最小限となるように計画する。

d. 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ために、以下の避雷・接地設備（詳細は、添付の「避雷・接地設備系統図」を参照）を計画する。

- ◆ レドーム頂上に避雷針の設置
- ◆ 最上階及び観測デッキのパレペット上に棟上避雷導体の設置
- ◆ レーダー塔施設中心部に引下げ接地導体の設置
- ◆ 4本の主要柱に引下げ避雷導体の設置
- ◆ 環状接地極方式の採用

e. 風速

「パ」国の建築基準（BCP-SP-2007）に従い算出した、ムルタンの設計用速度圧：6kN/m²を用いて設計する。

f. 地震

「パ」国の建築基準（BCP-SP-2007）に従い、ムルタンの地震地域係数：Z=0.15 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。

g. 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。ムルタン気象レーダー塔施設の基礎形状は、以下の通りとする。

表29 ムルタン気象レーダー塔施設の基礎形状

基礎形態	ムルタン気象レーダー塔施設
	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、既設施設同様に、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な経験を有している。本プロジェクトの気象レーダー塔施設建設のサブコントラクター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トラクターとして有効に活用する。

(5) 運営・維持管理に対する対応方針

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行え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わた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等、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。

(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、大雨、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及び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、出来る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。気象レーダー塔施設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に関しては、現地での調達が出来ない。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・技術確立がされており、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日本製システムとする。本プロジェクトは、気象観測機材、通信機材の調達・据付及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。また「パ」国は、6 月～10 月がモンスーン期であるため、工事の工程は、降雨による影響を考慮する必要がある。

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 30 計画された機材及び施設の概要

内容	ムルタン気象 レーダー観測所	PMD イスラマバード 本局 国家気象 予報センター	ムルタン国際空港内 PMD 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 2 重偏 波気象ドップラーレーダーシス テム（耐雷設備、電源供給キャパシ タ、電源バックアップシステム、 避雷システム、メンテナンス用機 器及びスペアパーツ等を含む）	1 基	-	-	-
気象レーダー中央処理システム	-	1 式	-	-

気象レーダーデータ表示システム	1 式	1 式 (レーダー画像合成処理装置及びレーダー・Web サーバーを含む)	1 式	1 式
気象データ通信システム	1 式	-	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) S バンド固体化電力増幅式 2 重偏波気象ドップラーレーダーシステム

気象レーダーは、降水現象及びそれに密接に関連する気象現象を、空間的、時間的にきめ細かく定量的に把握することができ、リアルタイムの広域降水観測に非常に有効な機器である。気象レーダーの安定した稼働を確保するため、寿命が短く交換や保守点検が必要なクライストロンやマグネトロンに代わり、交換も保守点検も不要な固体増幅素子を用いた固体化電力増幅式気象レーダーシステムへの需要、要求が高まっている。

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ることができる。

一般的な気象ドップラーレーダーシステムは、振幅情報に加えてドップラー周波数を測定し、雨粒の気象レーダーに対してのドップラー速度を求めるために発射する電波は 1 種類であるが、2 重偏波気象ドップラーレーダーシステムは、水平と垂直の偏波面を持った 2 種類の電波を発射する。これにより雨からの反射信号から様々なパラメーターが得られ、偏波パラメーターは雨の形や粒径分布と密接な関係があるために、精度の良い降雨量を推定することが可能となる。

S バンド固体化電力増幅式 2 重偏波気象ドップラーレーダーシステム（波長約 10cm）は、理論的に半径 450km の雨雲を観測することが可能であり、周波数割当委員会（Frequency Allocation Board : FAB）により PMD に許可される中間周波数（S バンド）、帯域幅±5MHz を使用する。S バンド固体化電力増幅式 2 重偏波気象ドップラーレーダーシステム（アンテナ直径：約 8.5m、ビーム幅：レドームを除いた状態において-3dB 点において 1.0° 以下）の特徴の概要は、以下の通りである。

表 31 S バンド固体化電力増幅式 2 重偏波気象ドップラーレーダーシステムの特徴

周波数	S バンド帯
周波数帯域幅	10MHz (中心周波数±5MHz)
波長	約 10cm
降水強度 1mm/h の最大探知距離	半径 450km 以上
風速の最大探知距離	半径 200km
観測可能な最大風速	±70m/秒以上
送信ピークパワー	10kW + 10kW
2 重偏波機能	有
強風、暴風、嵐等の監視 (ドップラー) 機能	有
降水強度積算機能	有
2 重偏波機能による降水強度データ	0～250mm/h 定量データ

＜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、S バンド固体化電力増幅式 2 重偏波気象ドップラーレーダーシステムのアンテナ直径は約 8.5m (アンテナビーム角：1 度以下) として、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

積乱雲に伴うサンダーストーム (雷雨) やモンスーンがもたらす雨雲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、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を有する気象ドップラーレーダーとする。

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

気象レーダー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、高度 2km 及び 3km の CAPPI 観測が可能なものを計画する。

プロジェクト完成後の「パ」国気象レーダー観測網画像合成範囲予想図を次に示す。

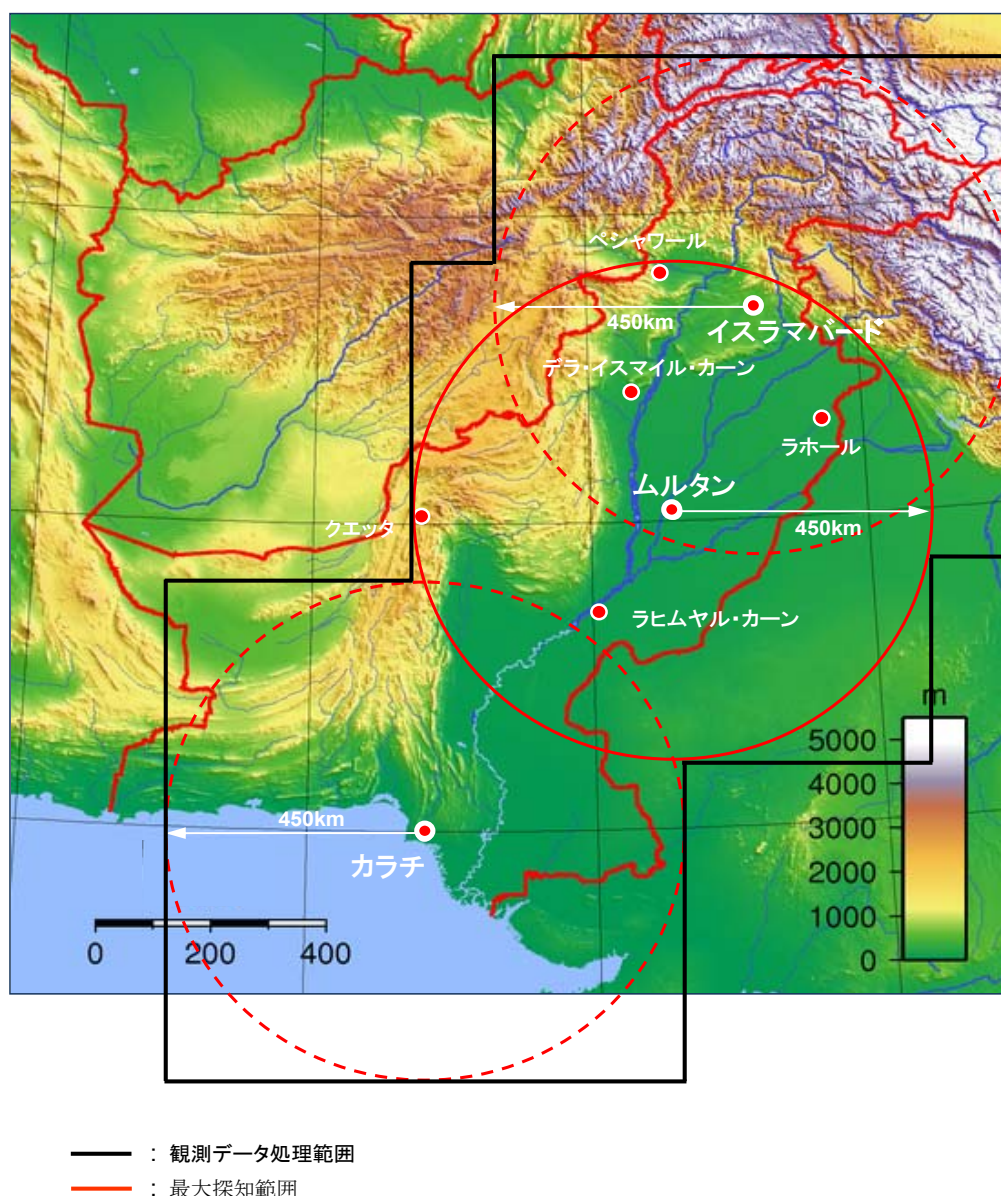


図 13 プロジェクト完成後の「パ」国気象レーダー観測網画像合成範囲予想図

2) 気象レーダー中央処理システム

PMD イスラマバード本局 国家気象予報センターにおいて、ムルタン気象レーダー観測所を遠隔操作・制御・維持管理するためには、以下の機能を付帯した本システムが不可欠となる。

- ① 気象レーダーシステムのリモートコントロール
- ② 気象レーダーシステムの運用監視
- ③ 気象レーダー観測データの監視
- ④ 気象レーダーシステムの設定変更
- ⑤ 全ての気象レーダー観測生データの収集・保管
- ⑥ 信号処理調整

- ⑦ 気象レーダー画像合成処理
- ⑧ 気象レーダー機械室の空調機制御
- ⑨ 発電機遠隔制御
- ⑩ 気象レーダー機械室の運用環境監視（機材及び室内温度監視）
- ⑪ レドーム室及び気象レーダー機械室のセキュリティ監視
- ⑫ PMD の Web サイトに掲載するためのレーダープロダクトの提供

3) 気象レーダーデータ表示システム

PMD の観測官や予報官が多忙な業務の中でデータを利用することを考えると、作業スペースから離れることなく気象情報を入手する必要がある。このことから、気象レーダーデータ表示システムを設置する場所は、建設予定のムルタン気象レーダー塔施設、PMD イスラマバード本局 国家気象予報センター、ムルタン国際空港内 PMD 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。また各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、PMD イスラマバード本局 国家気象予報センターにおいて、レーダー観測範囲内の 1.0km 以下間隔の 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。

4) 気象データ通信システム

ムルタン気象レーダーの全ての観測データは、CAPPI 観測時間を考慮し 10 分毎に遅延なく PMD イスラマバード本局 国家気象予報センターにおいて受信が可能となるよう、下図に示した気象データ通信の環境を整える計画を行った。

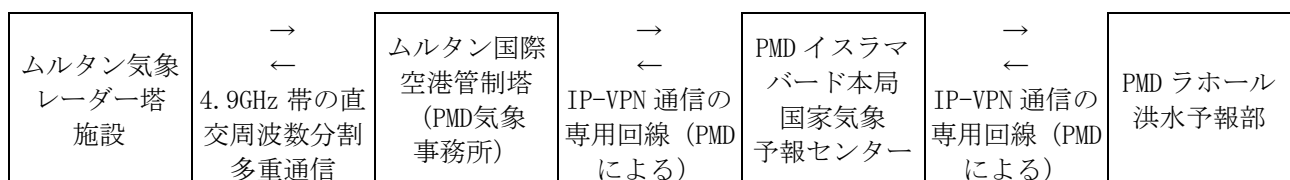


図 14 ムルタン気象レーダーの観測データを送信するための気象データ通信方法

ムルタン気象レーダーの観測データを PMD イスラマバード本局 国家気象予報センター、ムルタン国際空港内 PMD 気象事務所及び PMD ラホール洪水予報部へ送信するため、ムルタン気象レーダ

一塔施設とムルタン国際空港管制塔(ムルタン国際空港内PMD 気象事務所)間の約12.8kmを4.9GHz デジタル高速通信システム(直交周波数分割多重通信)で接続する。

「パ」国では、4.9GHz 帯は災害管理用として割り当てられており、等価等方放射電力(Equivalent Isotropically Radiated Power : EIRP = 送信出力 + アンテナ利得)が5GHz 帯よりも大きく、降雨減衰を軽減させることが可能であるため、長距離通信においても問題はない。また将来的に他の通信機器との混信を避ける上でも有利である。

表 32 4.9GHz 帯の直交周波数分割多重通信の特徴

項 目	4.9GHz 帯の直交周波数分割多重通信
使用周波数帯	4.9GHz 帯 (4,910MHz～4,990MHz)
伝送速度	6Mbps～300Mbps
送信電力	Max 100mW
変調方式	BPSK/QPSK/16QAM/64QAM
消費電力	13W 以下
通信料	無料
信頼性	耐久性、信頼性が高い
保守性	保守は容易
維持管理費	非常にコストは小さい(通常は不要)
電波干渉	干渉の可能性は殆ど無い

本システムは、他の通信システムと比較して、以下のような優位点があり本プログラムでの使用に最適である。

- 一般 Wi-Fi 機器からの干渉が無い
- 最大 300Mbps の高速データ通信が可能
- 通信規格は国際標準(4.9GHz 帯:IEEE802.11j)であり、データの信頼性を保証しているだけでなく、セキュリティ機能を有する(IEEE: The Institute of Electrical and Electronic Engineers under the International Telecommunication Union, ITU).
- 10Base-T/100Base-T や TCP/IP にて、コンピューター及びネットワーク機器への接続やシステムの拡張が容易
- 双方向通信によるデータ送受信、遠隔制御及びシステムの稼動監視が可能
- マイクロ波を使用するため、アンテナは一般の八木アンテナより軽量でコンパクト
- 降雨による電波減衰が殆どない
- 通信方式に OFDM 方式を採用しているので、マルチパスフェージングや干渉波に対する影響を受けにくい

ムルタン気象レーダー塔施設とムルタン国際空港管制塔（ムルタン国際空港内 PMD 気象事務所）間の約 12.8km に 4.9GHz 帯の直交周波数分割多重通信を構築するため、熱帯樹木（高さ 20m 程度）よりも高く且つ通信見通し線周辺に位置する障害物の確認調査を実施した。その結果、9 本のトラス構造の既設通信鉄塔が確認されたが、直交周波数分割多重通信のフレネルゾーンに接するものは無いことから、通信の構築には問題ないものと判断した。各既設通信鉄塔の概略位置及び通信見通し線からの距離を右図にとりまとめた。

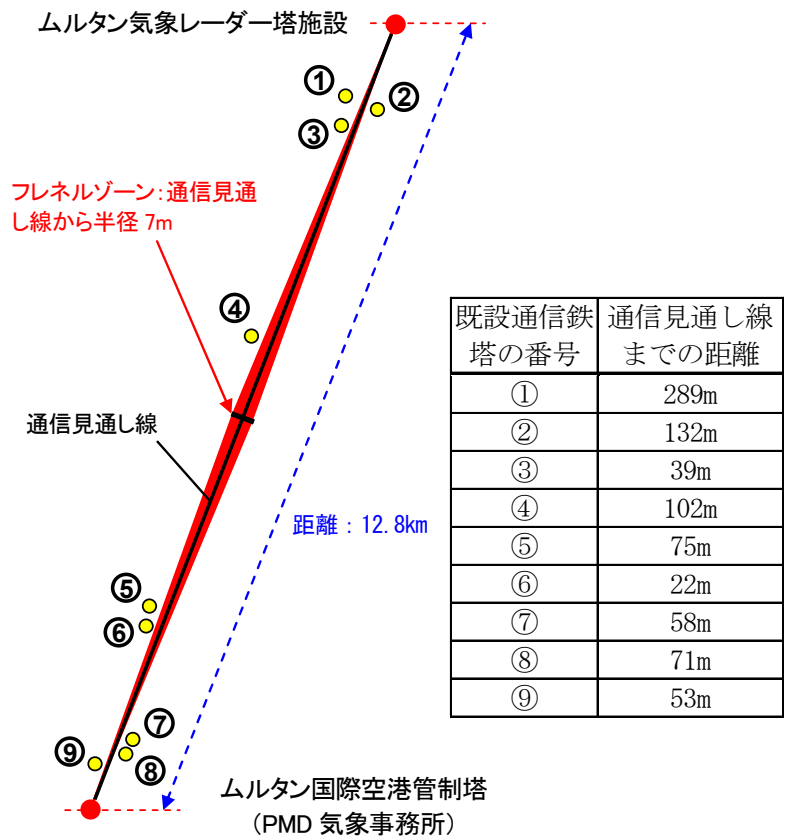


図 15 各既設通信鉄塔の概略位置及び通信見通し線からの距離

またムルタン国際空港内 PMD 気象事務所と PMD イスラマバード本局 国家気象予報センター、そして PMD イスラマバード本局 国家気象予報センターと PMD ラホール洪水予報部間の通信手段としては、PMD が構築予定の仮想専用回線（Internet Protocol Virtual Private Network：IP-VPN）を利用する。PMD が現在使用している既設共用回線及び PMD によって新たに構築される予定の仮想専用回線を以下の表に示した。

表 33 ムルタン気象レーダーの観測データの伝送のために PMD により新たに整備される回線

状態	既設共用回線	PMD により新たに構築される回線
サイト名	PMD イスラマバード本局	
接続形態	インターネット光通信の共用回線	IP-VPN 光通信の専用回線
固定 IP アドレス	○	○
契約速度 (bps)	10M（実効速度は約半分）	4M+4M（実効速度は約半分）
サイト名	ムルタン国際空港内 PMD 気象事務所	
接続形態	インターネット DSL 通信の共用回線	IP-VPN DSL 通信の専用回線
固定 IP アドレス	×	○
契約速度 (bps)	1M（実効速度は約半分）	4M（実効速度は約半分）
サイト名	PMD ラホール洪水予報部	
接続形態	インターネット光通信の共用回線	IP-VPN 光通信の専用回線
固定 IP アドレス	○	○
契約速度 (bps)	4M（実効速度は約半分）	4M（実効速度は約半分）

IP-VPN は、通信事業者の所有する広域 IP 通信網を使用して構築されるネットワークである。IP-VPN は、右図のように通信経路の選択、高速障害検知及び回避経路への切替え等の大きなメリットを有しており、安定した高速通信が利用できる。ネットワークを他のユーザーと共有していることから、通信速度は利用者

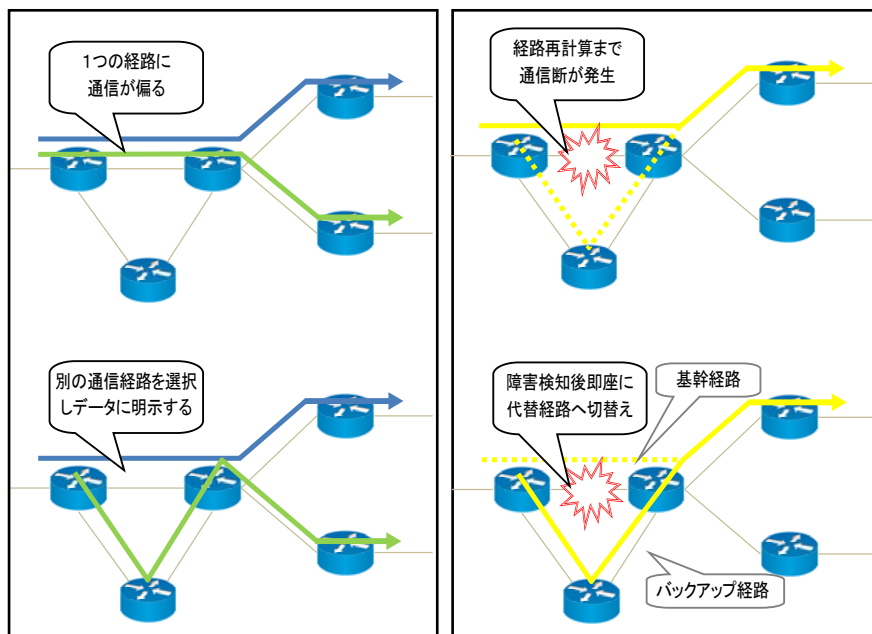


図 16 IP-VPN の通信経路の選択及び IP-VPN の高速障害検知と切替え

数や使用頻度による影響を受けるものの、IP-VPN は通信事業者の契約者のみが使用する閉じたネットワークであり、通信事業者が全ての管理を行っていることから、極端な通信速度の低下は起こりにくい。IP-VPN を利用することにより、サイバー攻撃からの脅威を低減させることも可能である。

気象通信システム及び IP-VPN 通信に必要なデータ通信速度、ロングレンジ及びショートレンジ観測のデータ量及びレーダーデータ送信時間（10 分間以内にレーダーデータ送信が可能なレーダー観測スケジュール）は、次の表の通りである。

表 34 広域観測(Sバンド:半径 450km)時のデータ量

項目	単位	方位分解能（方位セクター数）					
		0.7°（360°/0.7°=512）			1.0°（360°/1.0°=360）		
		距離分解能（距離セクター数）					
		150m(3000)	300m(1500)	500m（900）	150m(3000)	300m(1500)	500m（900）
ヘッダーデータ量	バイト	512					
観測データ量 （方位セクター×距離セクター×2 バイト）	バイト	3, 072, 000	1, 536, 000	921, 600	2, 160, 000	1, 080, 000	648, 000
仰角データ量（方位セクター×32 バイト）	バイト	16, 384			11, 520		
広域観測 1 仰角当たりのデータ量合計（A）*1	バイト	3, 088, 896	1, 552, 896	938, 496	2, 172, 032	1, 092, 032	660, 032

*1 広域観測 1 仰角当たりのデータ量合計 (A): データ種類: 反射強度 (Z)

表 35 狭域観測(Sバンド:半径 200km)時のデータ量

項目	単位	方位分解能（方位セクター数）					
		0.7°（360°/0.7°=512）			1.0°（360°/1.0°=360）		
		距離分解能（距離セクター数）					
		150m(1333)	300m（667）	500m（400）	150m(1333)	300m（667）	500m（400）
ヘッダーデータ量	バイト	512					
観測データ量 （方位セクター×距離セクター×2 バイト）	バイト	1,364,992	683,008	409,600	959,760	480,240	288,000
仰角データ量（方位セクター×32 バイト）	バイト	16,384			11,520		
狭域観測 1 仰角当たりのデータ量合計（B）*2	バイト	8,291,328	4,199,424	2,558,976	5,830,752	2,953,632	1,800,192
圧縮後（C）*3	バイト	6,218,496	3,149,568	1,919,232	4,373,064	2,215,224	1,350,144

*2 狭域観測 1 仰角当たりのデータ量合計 (B): データ種類: 反射強度 (Z)、ドップラー速度 (V)、速度幅 (W)、反射因子差 (ZDR)、偏波間位相差 (φDP)、偏波間相関係数 (ρHV)

*3 圧縮後の狭域観測 1 仰角当たりのデータ量合計: (B) × 0.75 (最低でも 25% 減少)

表 36 アンテナ回転数 2rpm において 10 分間でレーダーデータを送信するために必要な通信回線の実効速度 (2mbps)

アンテナ回転数 (rpm)	10 分間で観測可能な仰角数 (回)	レーダー観測スケジュール (回/10 分間)		10 分間でレーダーデータを送信するために必要な通信回線の実効速度 (kbps)					
				方位分解能 (方位セクター数)					
				0.7° (360°/0.7°=512)			1.0° (360°/1.0°=360)		
		広域観測	狭域観測	距離分解能					
250m	500m			750m	250m	500m	750m		
2	15	2	10	1,780	901	549	1,252	634	386
		2	11	1,942	983	599	1,366	691	421
		2	12	2,104	1,065	649	1,480	749	456
		2	13	2,266	1,147	699	1,594	807	491
		3	9	1,699	860	523	1,195	605	368
		3	10	1,861	942	573	1,309	662	403
		3	11	2,023	1,024	623	1,422	720	438
		3	12	2,185	1,106	673	1,536	778	473
		4	8	1,617	818	498	1,137	575	350
		4	9	1,779	900	548	1,251	633	385
		4	10	1,941	982	598	1,365	691	420
		4	11	2,103	1,064	648	1,479	748	456

: 実効速度 2,048kbps では 10 分以内にレーダーデータを送信することが不可能なレーダー観測スケジュール

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マルチン気象観測・データ通信ネットワーク概要図」の通りである。

PMD気象観測・データ通信ネットワーク概要図

青色の機材：「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」及び「カラチ気象レーダー整備計画」により整備予定

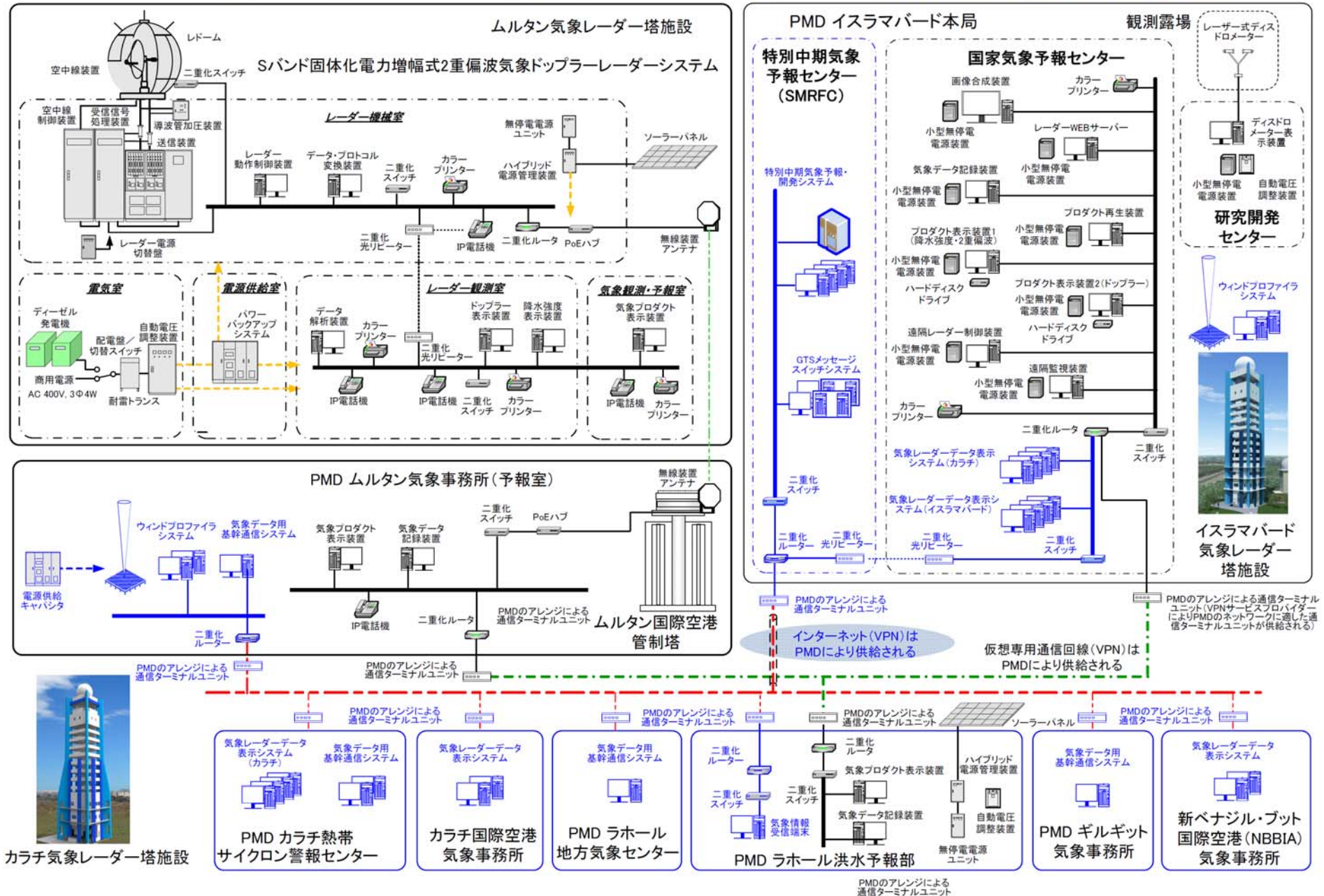


図 17 PMD 気象観測・データ通信ネットワーク概要図

(2) 主要機材リスト

主要機材は以下の通りである。

表 37 主要機材リスト

内容	ムルタン気象 レーダー観測所	PMD イスラマバード 本局 国家気象予 報センター	ムルタン国際空港内 PMD 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 2 重偏 波気象ドップラーレーダーシステ ム（耐雷設備、電源供給キャパシ タ、電源バックアップシステム、 避雷システム、メンテナンス用機 器及びスペアパーツ等を含む）	1 基	-	-	-
気象レーダー中央処理システム	-	1 式	-	-
気象レーダーデータ表示システム	1 式	1 式 （レーダー画像合 成処理装置及びレ ーダー・Web サーバ ーを含む）	1 式	1 式
気象データ通信システム	1 式	-	1 式	-

主要機材リスト

S バンド固体化電力増幅式 2 重偏波気象ドップラーレーダーシステム

サイト名：ムルタン気象レーダー観測所		
名称	数量	目的
レドーム	1 式	レーダー空中線装置、作業員等を過酷な気象条件から保護する。頂部に避雷針を設け、全体を落雷から保護する。
空中線装置	1 式	パラボラアンテナを方位角 360°、仰角 0～60° の任意の方位に指向、あるいは回転させ、送信装置からの送信電波をペンシルビーム状に空間に放射する。降水粒子により散乱された電波を受け、受信装置に送り込む。
空中線制御装置	1 式	レーダー観測モードに従った空中線制御信号により、空中線の水平、垂直用モータを駆動し、空中線を指示された方位に指向あるいは回転させる。
送信装置	1 式	リットスレ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で加圧し、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	レーダーの観測制御並びに RAW データの生成及び配信を行う。制御監視項目：データ配信、方位／高度位置、送信装置スタンバイ状態、パルス幅、空中線のメンテナンスモード状態
データ・プロトコル変換装置	1 式	回線容量に応じた RAW データを生成し伝送する。
レーダー電源切替盤	1 式	電源装置から供給される電力をレーダーシステム等に分配、供給する。
二重化スイッチ 1	1 式	ネットワーク上において指定させたポートへ LAN 接続を行う。
二重化スイッチ 2	1 式	
カラープリンター	1 式	レーダー画像の表示を印刷する。

二重化光リピーター		1 式	サージ保護のため、ネットワーク上の電気信号を光信号に変換し伝送する。
耐雷トランス		1 式	電源から進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。
パワーバックアップシステム		1 式	停電時にレーダーシステムに電力供給する。
偏波機能試験装置		1 式	メンテナンスに使用する。
スペクトラムアナライザー		1 式	
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ー		1 式	
同軸／導波管変換器		1 式	
ポータブル電源装置		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	
	リリットステートパワーアンプ	2 式	
	各装置用ファンユニット	2 式	
	LAN アドレス	2 式	
航空障害灯	2 式		
安定化局部発振器（STALO）	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 - 取扱説明書		2 式	メンテナンスに使用する。

気象レーダー中央処理システム

サイト名：PMD イスラマバード本局 国家気象予報センター		
名称	数量	目的
遠隔レーダー制御装置	1 式	気象レーダー観測の制御を行う。
遠隔監視装置	1 式	気象レーダー塔施設及び気象レーダーシステム機材の監視を行う。
小型無停電電源装置	2 式	コンピュータ機器に安定した電源を供給する。電源異常発生の場合にも安定した電源を供給し続け、シャットダウン信号をコンピュータに送出する。
レーザー式ディストロメーター	1 式	メンテナンスに使用する。

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 - 取扱説明書		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：ムルタン気象レーダー観測所			
名称	数量	目的	
降水強度表示装置	1 式	観測されたレーダーデータから気象プロダクト（降水強度・2 重偏波）を生成し表示する。	
ドップラー表示装置	1 式	観測されたレーダーデータから気象プロダクト（ドップラー）を生成し表示する。	
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。	
気象プロダクト表示装置	1 式	観測されたレーダーデータから気象プロダクトを生成し表示する。	
カラープリンター	3 式	レーダー画像の表示を印刷する。	
二重化スイッチ 3	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。	
IP 電話機	4 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。	
交換部品	LAN アダプタ	3 式	メンテナンスに使用する。
サービスマニュアル - 取扱説明書		2 式	メンテナンスに使用する。

気象レーダーデータ表示システム

サイト名：PMD イスラマバード本局 国家気象予報センター			
名称	数量	目的	
画像合成装置	1 式	各レーダーからデータを受信し、全国合成画像を生成する。	
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を行う。	
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。	
プロダクト表示装置 1（降水強度・2 重偏波）	1 式	観測されたレーダーデータから気象プロダクト（降水強度・2 重偏波）を生成し表示する。	
プロダクト表示装置 2（ドップラー）	1 式	観測されたレーダーデータから気象プロダクト（ドップラー）を生成し表示する。	
レーダー Web サーバー	1 式	観測された各種プロダクトをウェブ形式で出力する。	
カラープリンター	2 式	レーダー画像の表示を印刷する。	
二重化スイッチ 4	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	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。	
小型無停電電源装置	6 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。	
交換部品	LAN アダプタ	6 式	メンテナンスに使用する。
サービスマニュアル - 取扱説明書		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：ムルタン国際空港内 PMD 気象事務所			
名称	数量	目的	
気象プロダクト表示装置	1 式	観測されたレーダーデータから気象プロダクトを生成し表示する。	
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を行う。	
二重化ルーター 2	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。	
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。	
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 - 取扱説明書		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	
気象プロダクト表示装置	1 式	観測されたレーダーデータから気象プロダクトを生成し表示する。	
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を行う。	

二重化スイッチ5	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。
二重化ルーター3	1 式	ネットワークとネットワークを結びつけ、伝送するデータを制御する。
自動電圧調整装置	1 式	コンピュータに定電圧を供給する。
ハイブリッド電源管理装置	1 式	ソーラーパネルにより発電された直流電力をシステムで利用可能な交流電力に変換し、商用電力を補助するための制御を行う。無停電電源ユニットの充電、管理を行う。
無停電電源ユニット	1 式	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。
ソーラーパネル	1 式	太陽光により発電し、システムに電力を供給する。
交換部品 LAN アダプタ	2 式	メンテナンスに使用する。
サービスマニュアル - 取扱説明書	2 式	メンテナンスに使用する。

気象データ通信システム

サイト名：ムルタン気象レーダー観測所		
名称	数量	目的
直交周波数分割多重方式無線装置（4.9GHz）アンテナ	1 式	気象情報及び気象観測データの送受信を行う。
PoE ハブ	1 式	イーサネットケーブルを介し、直交周波数分割多重方式無線装置に電力を供給する。
二重化ルーター4	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。
ハイブリッド電源管理装置	1 式	ソーラーパネルにより発電された直流電力をシステムで利用可能な交流電力に変換し、商用電力を補助するための制御を行う。無停電電源ユニットの充電、管理を行う。
無停電電源ユニット	1 式	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。
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。
サービスマニュアル - 取扱説明書	2 式	メンテナンスに使用する。

気象データ通信システム

サイト名：ムルタン国際空港内 PMD 気象事務所			
名称		数量	目的
直交周波数分割多重方式無線装置（4.9GHz）アンテナ		1 式	の気象情報及び気象観測データの送受信を行う。
PoE ハブ		1 式	イーサネットケーブルを介し、直交周波数分割多重方式無線装置に電力を供給する。
二重化スイッチ 6		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。
交換部品	直交周波数分割多重方式無線装置（4.9GHz）アンテナ	1 式	メンテナンスに使用する。
	PoE ハブ	1 式	
サービスマニュアル - 取扱説明書		2 式	メンテナンスに使用する。

(3) ムルタン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

ムルタン気象レーダー観測所構築にあたり、工事用スペースや、将来リージョナルセンターとする際の拡張等を考慮すると、50m×60m 程度の広さを確保する必要がある。以下の図のようにパンジャブ州灌漑局（Punjab Irrigation Department）が所有する敷地の一部（200 フィート（61m）×170 フィート（52m））が、施設建設予定敷地として PMD に委譲された。



図 18 ムルタン気象レーダー観測所建設予定敷地図

ムルタン気象レーダー塔施設の計画サイトのインフラストラクチャーの概要と現状は以下の通りである。

表 38 気象レーダー観測所構築の計画サイトの敷地概要とインフラ整備状況

調査項目	PMD ムルタン気象レーダー観測所計画サイト	
候補地の写真		
緯度 (N)	N30° 18' 21.25"	
経度 (E)	E71° 28' 22.14"	
海拔高度	124m	
観測所敷地面積	3,180m ²	
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	レーダー塔施設建設実施において問題はない	
敷地状況	前面道路より 2m 程度地盤が低い	
インフラストラクチャー		
商用電源	400V、3 相 4 線、50Hz	
上水道設備	無い	
下水道設備	無い	
電話設備	無い	
インターネット接続	利用可能 (携帯電話網接続)	
敷地内での携帯電話	利用可能	

2) 建築計画

1. 平面計画

ムルタン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。

気象レーダー塔施設の各室面積、収容人員、面積算定根拠を次に示す。

表 39 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	ムルタン 気象レーダー塔施設 床面積(㎡)	設置機器、室概要	室面積算定根拠
10 FL			
レドーム室	35.78	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 7.0m による。
5 FL			
レーダー機械室 (スペアパーツ倉庫を含む)	90.56	送信装置、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 90㎡程度必要。
倉庫6	6.39	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。
4 FL			
レーダー観測室	158.27	■ 気象レーダー観測用ターミナル ■ データ解析用ターミナル ■ VoIP 交換機 ■ オプティカルリピーター ■ デュアルスイッチ ■ プリンター ■ IP 電話 ■ 各 PC 用 UPS ■ ターミナル用デスク ■ 書類棚 ■ ホワイトボード ■ 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 ■ 工具・測定器・マニュアル収納棚等を設置。	■ 気象レーダー観測スペース ■ 機材設置スペース ■ 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 ■ 職員が業務を実施するために必要なスペース ■ 各データを收容するための必要なスペース ■ 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 ■ 維持管理機材及び測定器の保管スペース を確保。
倉庫5	6.49	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。
3 FL			
電気・電源供給室	48.20	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(女) 3	10.50	(女)大便器：1＋手洗器：1	—
便所(男) 3	6.92	(男)大便器：1＋小便器：1＋手洗器：1 掃除流し：1	
湯沸室 2	8.27	キッチン 1	
脱衣室 2	2.41	脱衣スペース	
シャワー室 2	3.63	シャワースペース	

倉庫3	5.28	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。
倉庫4	4.74	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。
2 FL			
当直気象職員室1	27.59	24時間運用であるムルタンリージョナルセンターの当直気象職員室	当直気象職員の執務及び休憩スペースを確保。
当直気象職員室2	26.62	24時間運用であるムルタンリージョナルセンターの当直気象職員室	当直気象職員の執務及び休憩スペースを確保。
便所（女）2	7.52	(女)大便器：1+手洗器：1	—
便所（男）2	7.20	(男)大便器：1+小便器：1+手洗器：1	
脱衣室1	2.11	脱衣スペース	—
シャワー室1	2.93	シャワースペース	—
1 FL			
ムルタンリージョナルセンター運用室1	25.85	ムルタンリージョナルセンターの運用業務スペース	既設施設を参考に、職員1名が定常業務を実施するために必要となるスペースを確保。
レストルーム	5.03	ムルタンリージョナルセンター運用室専用便所 大便器：1+手洗器：1	—
ムルタンリージョナルセンター運用室2	19.33	ムルタンリージョナルセンターの運用調整スペース	既設施設を参考に、職員1名が定常業務を実施するために必要となるスペースを確保。
気象観測・予報室	37.22	地上気象観測及び予報スペース	既設施設を参考に、職員3名が定常業務を実施するために必要となるスペースを確保。
ムルタンリージョナルセンター運営・総務室	30.98	リージョナルセンターとしての運営・総務を実施するためのスペース	既設施設を参考に、職員2名が定常業務を実施するために必要となるスペースを確保。
便所（女）1	7.97	(女)大便器：1+手洗器：1	—
便所（男）1	7.64	(男)大便器：1+小便器：1+手洗器：1 掃除流し：1	
湯沸室1	11.94	キッチン1	—
発電機室	65.28	125kVA 予備発電機2機、オイルタンク及びオイルポンプ：1、自動切換盤等の設置。	左記機器の収容スペース、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	8.99	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9m ² 必要。
倉庫1	2.95	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。
倉庫2	1.92	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。

2. 断面計画

I. 気象レーダー塔施設の高さ

＜ムルタン気象レーダー観測所の周辺域における高層建築物の建設制限＞

ムルタンの開発は一層加速するものと考えられる。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支障をきたさないために、建設される建築物の高さについて「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、ムルタン気象レーダー観測所の周辺域（半径 5km 程度）において、ムルタン開発庁が規定している 40m を超える高層建築物の建設制限を遵守することが重要である旨を調査団は提案し、「パ」国側は理解を示した。そのため、将来的に近隣において高層の建築物が建設されても、気象レーダー観測の障害となることが無いように、ムルタン気象レーダー塔施設の高さは、最上階の軒高を地盤面より 40m として、気象レーダーアンテナ中心高さを 48m とした。

<気象データ通信システムからの検討>

ムルタン気象レーダーの観測データを PMD イスラマバード本局へ送信するためのムルタン気象レーダー塔施設及びムルタン国際空港管制塔間を繋ぐ気象データ通信システム（無線通信 LAN）が確実にレーダーの観測データを送信できるように、電力損失をすることなく電波が到達するために必要な領域（フレネルゾーン）を確保する必要がある。次の図に示したように、通信アンテナ間で送受信される電波は一点を一直線に進むだけではなく、その直線を中心とした楕円体の経路を通じて送受信される。この領域内に障害物があると、必要な電界強度が 100%確保されなくなる。ムルタン気象レーダー塔施設及びムルタン国際空港管制塔間には、障害となる既設構造物は確認されていないが、20m 程度の熱帯樹木が確認できていることから、それらの高さを考慮すると、ムルタン気象レーダー塔施設側に設置される気象データ通信システムのアンテナ高さは、48m は必要である。しかしながら次の図に示したように、気象データ通信システムのアンテナは 41m の高さに設置されることとなるため、フレネルゾーンに熱帯樹木が触接することにより電界強度が落ちて通信に影響が出た場合は、PMD が樹木の所有者と交渉の上、樹木上部の剪定を行うことで合意が取れている。

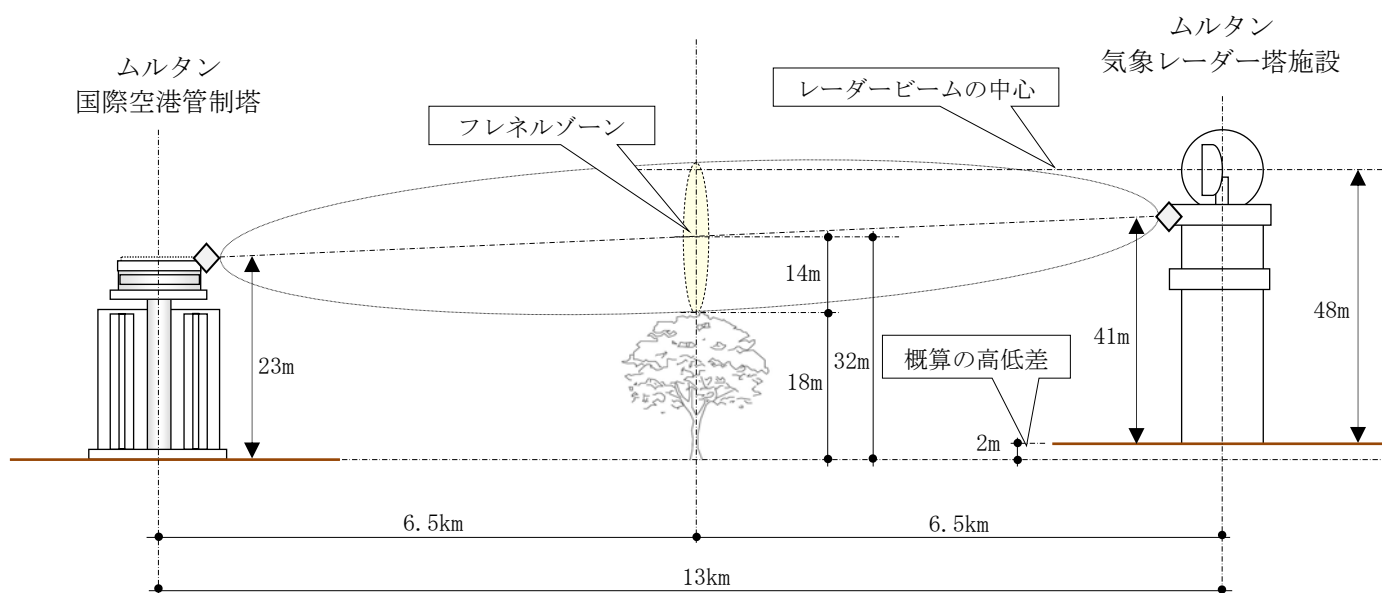


図 19 気象データ通信システムのフレネルゾーンと気象レーダービーム高さ

<気象レーダー観測からの検討>

上述の気象データ通信システムからの検討結果（ムルタン気象レーダーシステムのレーダーアンテナ中心高さは48m）を踏まえ、レーダービームが気象レーダー観測の障害となる恐れがある既設構造物を超えるために必要なアンテナ仰角を計算した。

その結果、次の表に示した通り、アンテナ仰角を約 $+0.5 \sim +0.6$ 度とすれば、レーダービームが既設構造物を超えることが確認できた。ムルタン気象レーダー塔施設は、平地に建設される計画であるため、レーダービームが地面に接しないためにも必然的にアンテナ仰角を $+0.5$ 度程度と

して観測を始める必要があると考えられる。これらのことから、ムルタン気象レーダーシステムのレーダーアンテナ中心高さを 48m とすることは、妥当であるとする。また PMD ムルタン気象レーダー観測所計画サイトの周辺には、高さがあり回避不可能な幾つかの通信鉄塔があるが、通信鉄塔は完全なソリッド構造ではないため、気象レーダー観測の重大な障害とならない見込みである。

気象レーダー観測の障害となる恐れがある既設構造物（TV 鉄塔や通信鉄塔を含む）によるレーダー探知範囲内のシャドーエリア（観測障害範囲）は、CAPPI 観測のデータで技術的に補足・補完することが可能であるが、観測の障害を避けるためにレーダーアンテナ仰角を高くすることによる観測範囲の多少の狭小は避けられない。

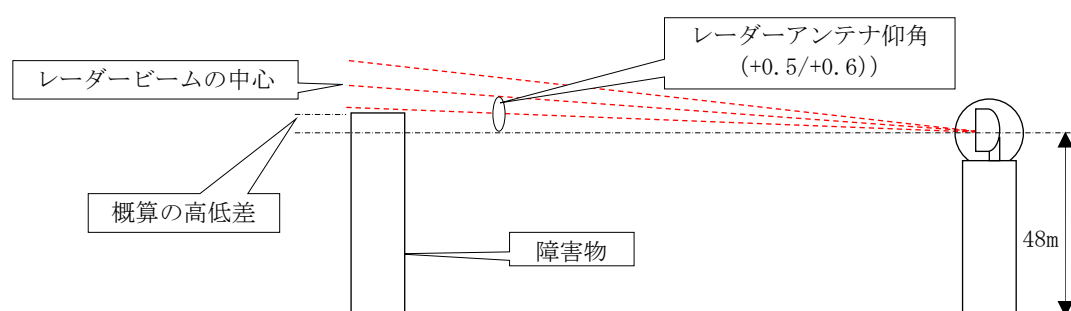


図 20 気象レーダーアンテナ中心高さ及び仰角と障害物との関係図

PMD ムルタン気象レーダー観測所計画サイトの周辺域にある、気象レーダー観測の障害となる恐れがある既設構造物を下表及び下図にまとめた。

表 40 気象レーダー観測の障害となる既設構造物（2017 年 8 月現在）

位置図番号	1	2
構造物名称	Shah Rukn-e-Alam の墓所	ムルタン国際空港管制塔
写真		
階数	－	7 階
構造物高さ	33m	23m
緯度（北緯）	N30° 11' 56.87"	N30° 11' 53.91"
経度（東経）	E71° 28' 18.20"	E71° 25' 24.54"
標高	143m	122m
ムルタン気象レーダー観測所からの距離	約 11.83km	約 12.83km
ムルタン気象レーダー観測所からの	180.5°	201.6°

の方角		
概算の地盤の高低差	143m-124m=19m ムルタン気象レーダー観測所計画サイトより地盤が 19m 高い	122m-124m=-2m ムルタン気象レーダー観測所計画サイトより地盤が 2m 低い
特定されている既設構造物による観測の阻害を避けるために必要なレーダーアンテナ仰角	約+0.5°	約+0.4°
位置図番号	3	4
構造物名称	肥料工場 Pakarab Fertilizer Limited	時計塔 Nishtar Medical College
写真		
階数	-	-
構造物高さ	64m (最も高い構造物)	40m
緯度 (北緯)	N30° 12' 56.56"	N30° 12' 13.75"
経度 (東経)	E71° 32' 15.36"	E71° 26' 28.25"
標高	131m	126m
ムルタン気象レーダー観測所からの距離	約 11.88km	約 11.72km
ムルタン気象レーダー観測所からの方角	148.2°	195.0°
概算の地盤の高低差	131m-124m=7m ムルタン気象レーダー観測所より地盤が 7m 高い	126m-124m=2m ムルタン気象レーダー観測所より地盤が 2m 高い
特定されている既設構造物による観測の阻害を避けるために必要なレーダーアンテナ仰角	約+0.6°	約+0.4°
位置図番号	5	6
構造物名称	パキスタン国営銀行 State Bank of Pakistan	ムルタンテレビ塔
写真		
階数	-	-
構造物高さ	37m	128m
緯度 (北緯)	N30° 12' 06.21"	N30° 10' 24.97"
経度 (東経)	E71° 27' 16.63"	E71° 27' 59.58"
標高	126m	128m
ムルタン気象レーダー観測所から	約 11.68km	約 14.67km

の距離		
ムルタン気象レーダー観測所から の方角	188.6°	182.3°
概算の地盤の高低差	126m-124m=2m ムルタン気象レーダー観測所より地 盤が 2m 高い	128m-124m=4m ムルタン気象レーダー観測所より地 盤が 4m 高い
特定されている既設構造物による 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	約+0.4°	約+0.8° (完全なソリッド構造ではないため、重 大な障害とならない見込み)

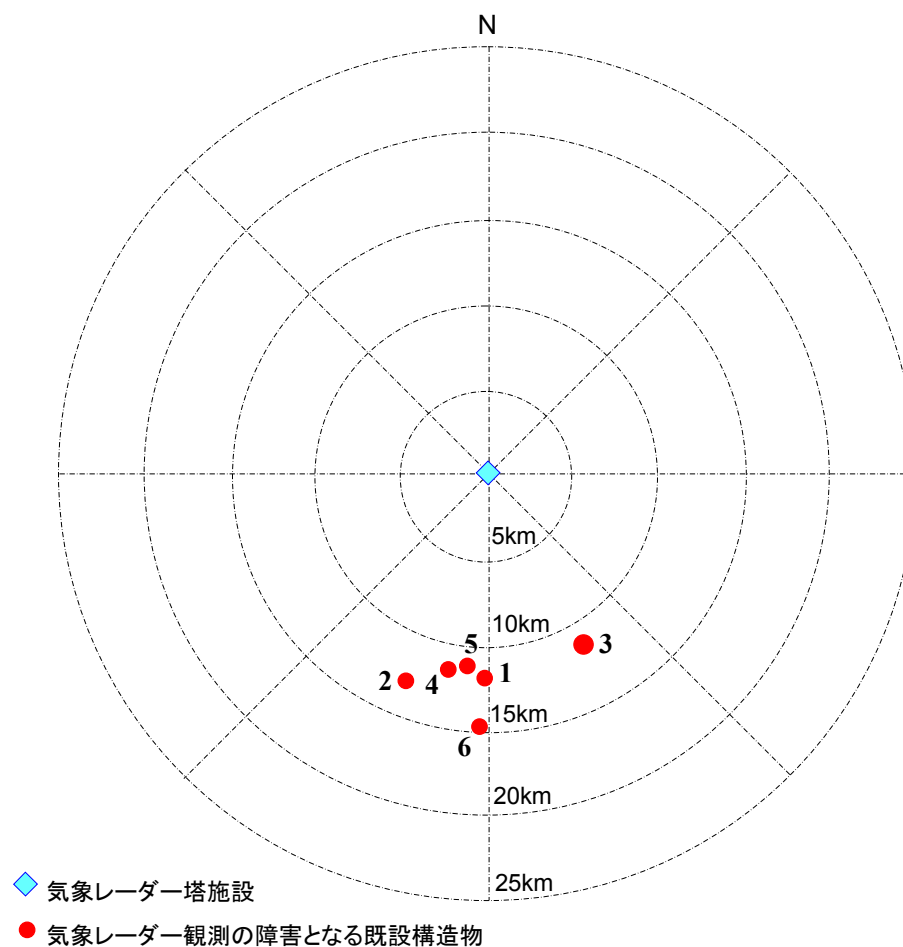


図 21 気象レーダー観測の障害となる既設構造物の位置図
(ムルタン気象レーダー観測所計画サイト周辺)

以下にムルタン気象レーダーシステムの予想観測範囲図を示した。

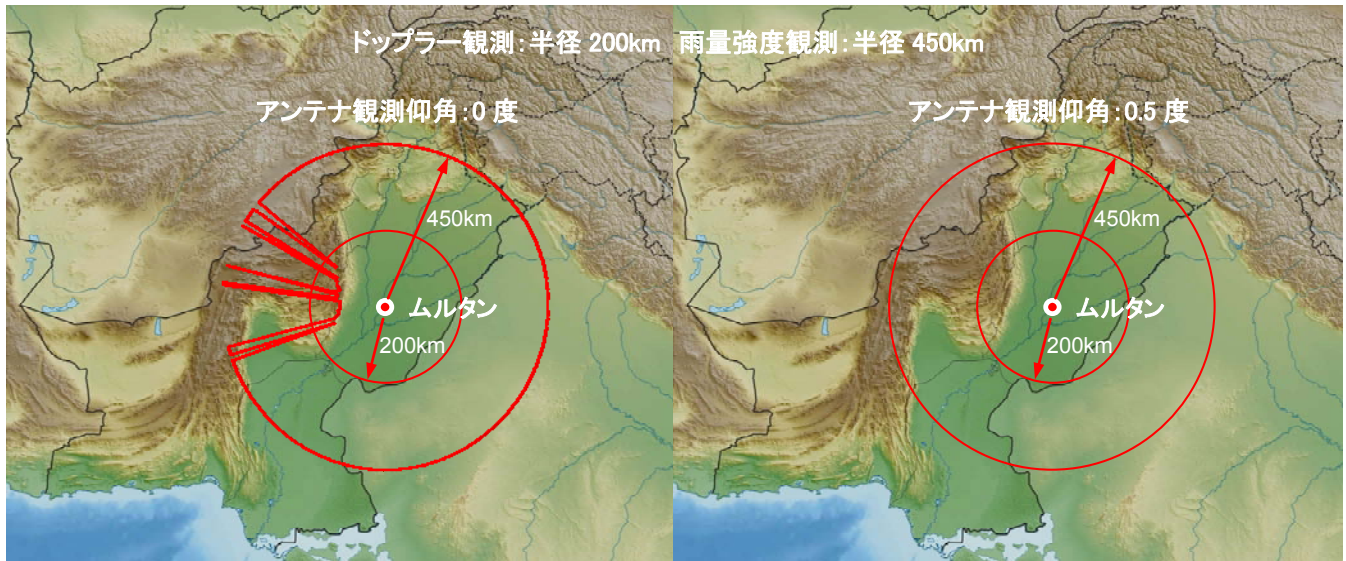


図 22 ムルタン気象レーダーシステムの予想観測範囲図

(計画サイト周辺の障害となる構造物は考慮していない)

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施設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レーダー観測室）の仕上げ

a) 床

気象レーダー塔施設の主室であるレーダー機械室及びレーダー観測室の床は、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、レーダー観測室、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レーダー観測室の天井は、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 22m に位置するレーダー機械室の開口部のガラスに対する設計用速度圧が 2,100 N/m² 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示す。

表 41 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 42 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、現地に於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。コンピューターを設置する室は床下配線のためアクセスフロアとする。	
	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

構造計算はパキスタン建築基準（Building Code of Pakistan : BCP）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) を参考にしている。

II. 地盤状況と基礎計画

気象レーダー塔施設の場合、ごくわずかな不同沈下でも精度の高い気象レーダー観測にとって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、気象レーダー塔施設の剛性が重要であり、設計用速度圧による建物の水平変形角を建物高さの 1/1000 以下とする。各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43 気象レーダー観測所計画サイトの地盤状況と気象レーダー塔施設の杭と基礎

	ムルタン気象レーダー塔施設
支持層の深さ	23. 1m
支持層のN値	50以上
杭の必要性	有り
必要杭長さ	20. 0m
必要杭本数	27本

杭径（直径）	20本：1.2m、7本：1.0m
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 44 気象レーダー塔施設の特種固定荷重

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、ペデスタル、ベースリング	14.0 トン
レーダー機械室	送受信機、信号増幅装置、信号処理装置、アンテナ制御装置等	4.0 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

気象レーダー塔施設内の殆どの部屋は、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）に記載されている以下の設計用速度圧の算出方法を用いて、風荷重を算出する。

設計用速度圧 $P = C_e \times C_q \times I_w \times Q_s$ (kN/m²)

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/m²)

$$P = 1.87 \times 3.6 \times 1.15 \times 0.78 = 6.04 \text{ kN/m}^2 \approx 6 \text{ kN/m}^2$$

$$C_e=1.87 \quad C_q=3.60 \quad I_w=1.15 \quad Q_s=0.78$$

d) 地震力

ムルタンは「パ」国の建築基準（BCP-SP-2007）の地震ゾーン分け地図の Zone 2A に位置している。そのため、Zone 2A の地震地域係数である $Z = 0.15$ 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。

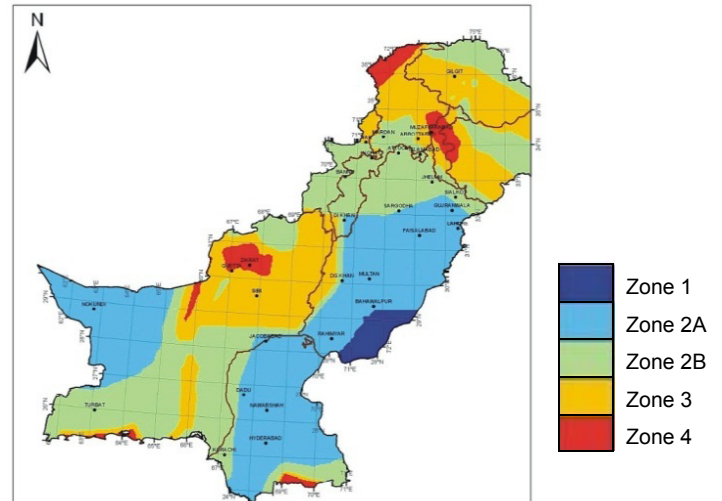


図 23 「パ」国地震ゾーン分け地図

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 $F_c = 21 \text{ N/mm}^2$
- ・ 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 45 電力引込設備

	ムルタン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 46 自家発電機設備

	ムルタン気象レーダー塔施設
自家発電機台数	2 台
発電容量	125kVA
発電機出力	400V、3 相 4 線、50Hz
燃料タンク容量	1,500 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レーダー観測室の警報盤に表示させる計画とする。

表 47 幹線・動力設備

	ムルタン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 を使用する。各室の照度基準は下記の通りとする。

表 48 各室の照度基準

	ムルタン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
レーダー観測室	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
当直気象職員室	200 Lx
ムルタンリージョナルセンター運用室	200 Lx
ムルタンリージョナルセンター運営・総務室	200 Lx
気象観測・予報室	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、レーダー観測室に 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レーダー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

レーダー観測室に警報盤を設け、下記設備の警報を表示する。

- ・ 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電気・電源供給室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に設置する航空障害灯のための接続ボックスを、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・電源供給室に、また自動点滅スイッチをレーダー観測室の外壁に設けることとする。全ての航空障害灯に避雷器（サージアレスター）を付帯させる。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、レーダー観測室に設置する。

7. 給排水衛生設備計画

I. 給水設備

公共の給水設備がないため、計画サイト内に施設建設用井戸を掘削して使用する。建設工事完了後は、施設用給水設備としてこの井戸を使用する。そのため、施設外部に給水管接続用ゲートバルブを設け、井戸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、25 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 49 消火器

	ムルタン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
レーダー観測室	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、レーダー観測室及び電気・電源供給室に設置されるレーダー関連機材等は、空調設備がないと運用が困難なため、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 50 空調設備を設置する室

	ムルタン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
レーダー観測室	エアコン設備	強制換気
電気・電源供給室	エアコン設備	強制換気
当直気象職員室	エアコン設備	強制換気
ムルタンリージョナルセンター運用室	エアコン設備	強制換気
ムルタンリージョナルセンター運営・総務室	エアコン設備	強制換気

気象観測・予報室	エアコン設備 強制換気
発電機室	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

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

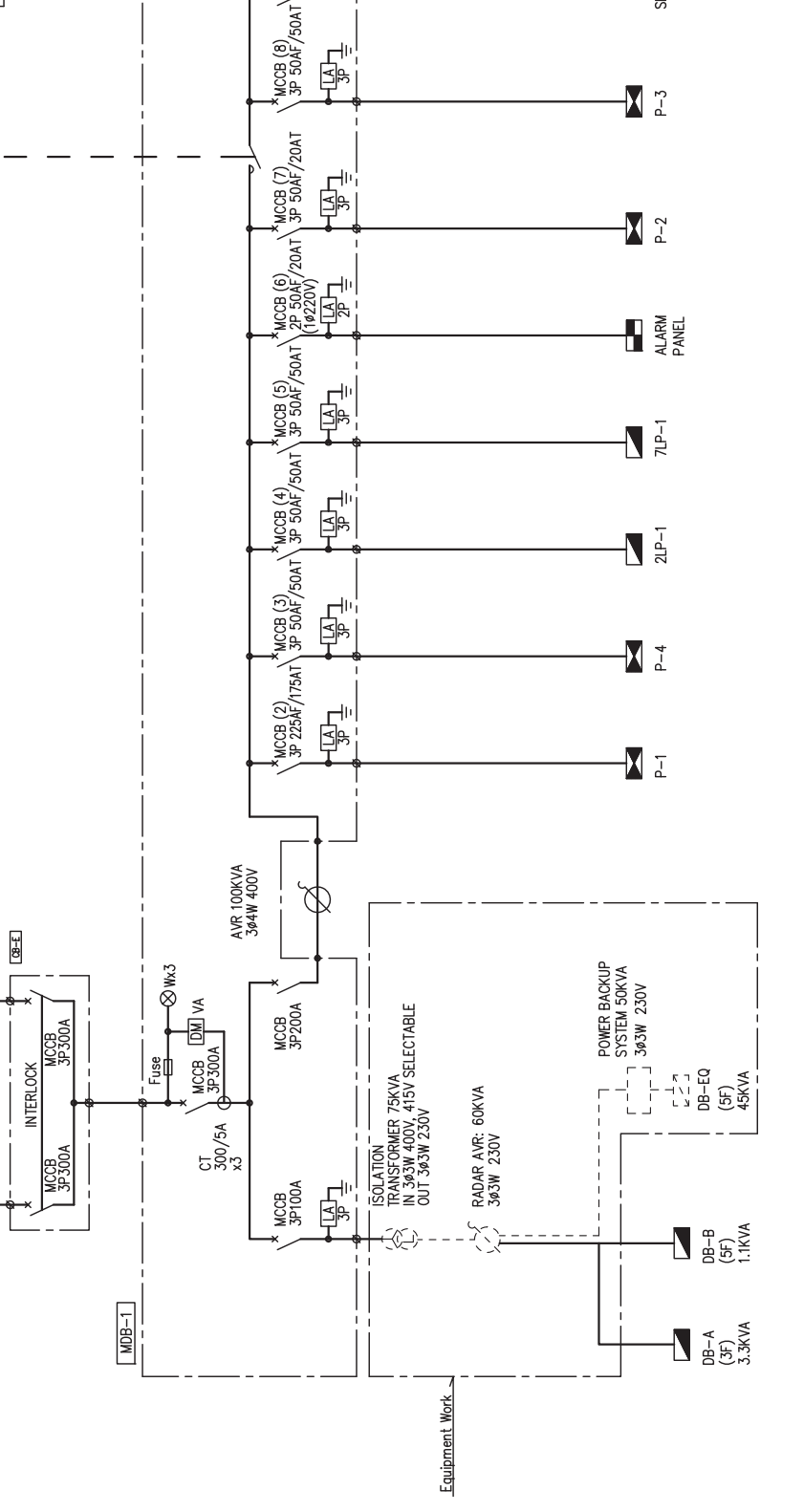
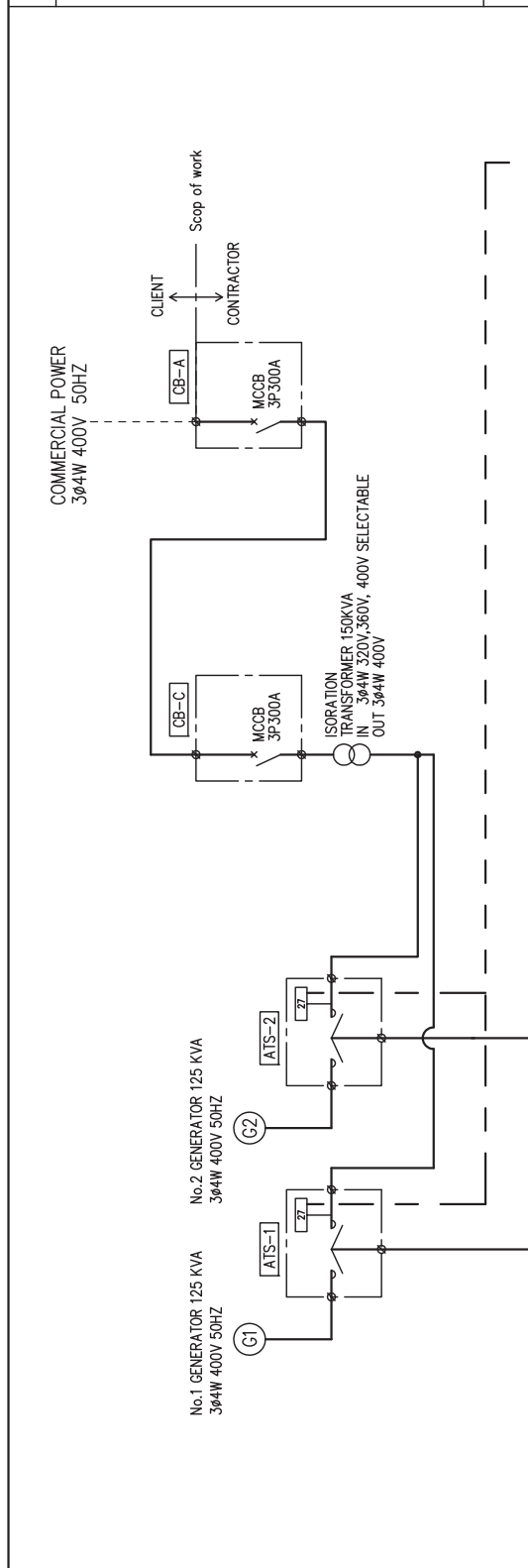
<環境条件>

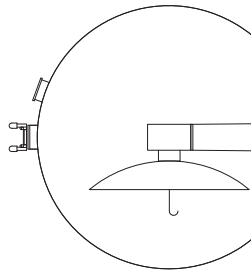
- ・ 外気条件：気温 40℃ （最高外気温 50℃：2010 年 5 月 28 日）
 - ・ 内部条件：温度 26℃ 湿度 40～60%
- レーダー機械室及び電気・電源供給室温度 25℃ 湿度 40～60%

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。

ムルタン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





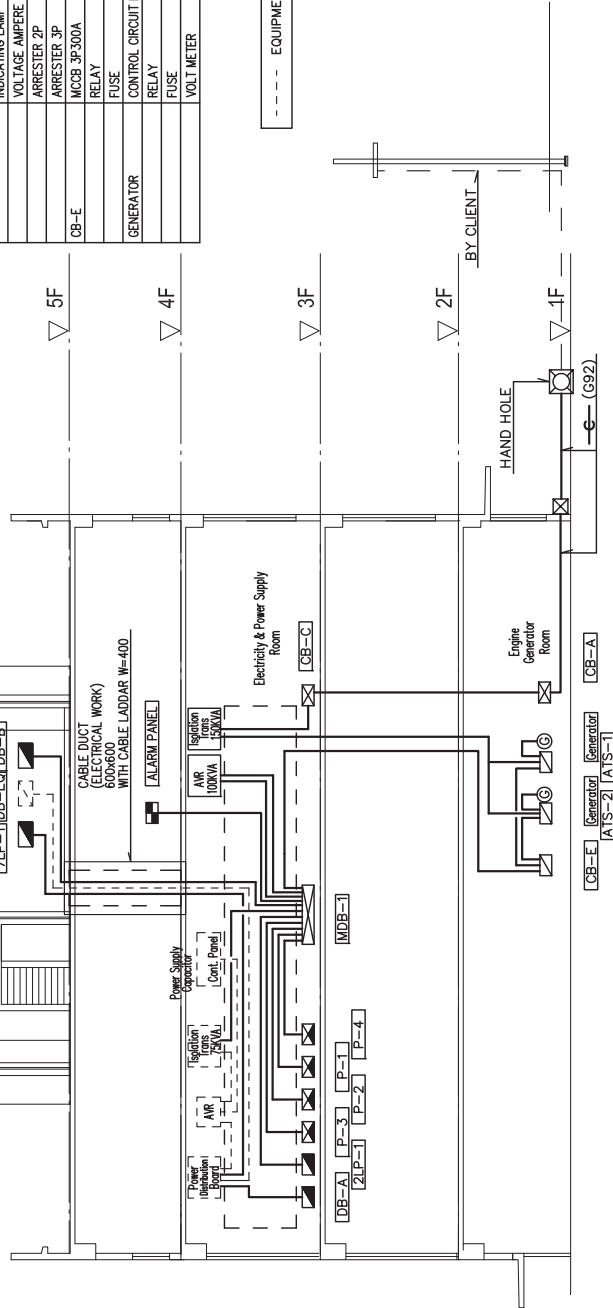
POWER CABLE LIST

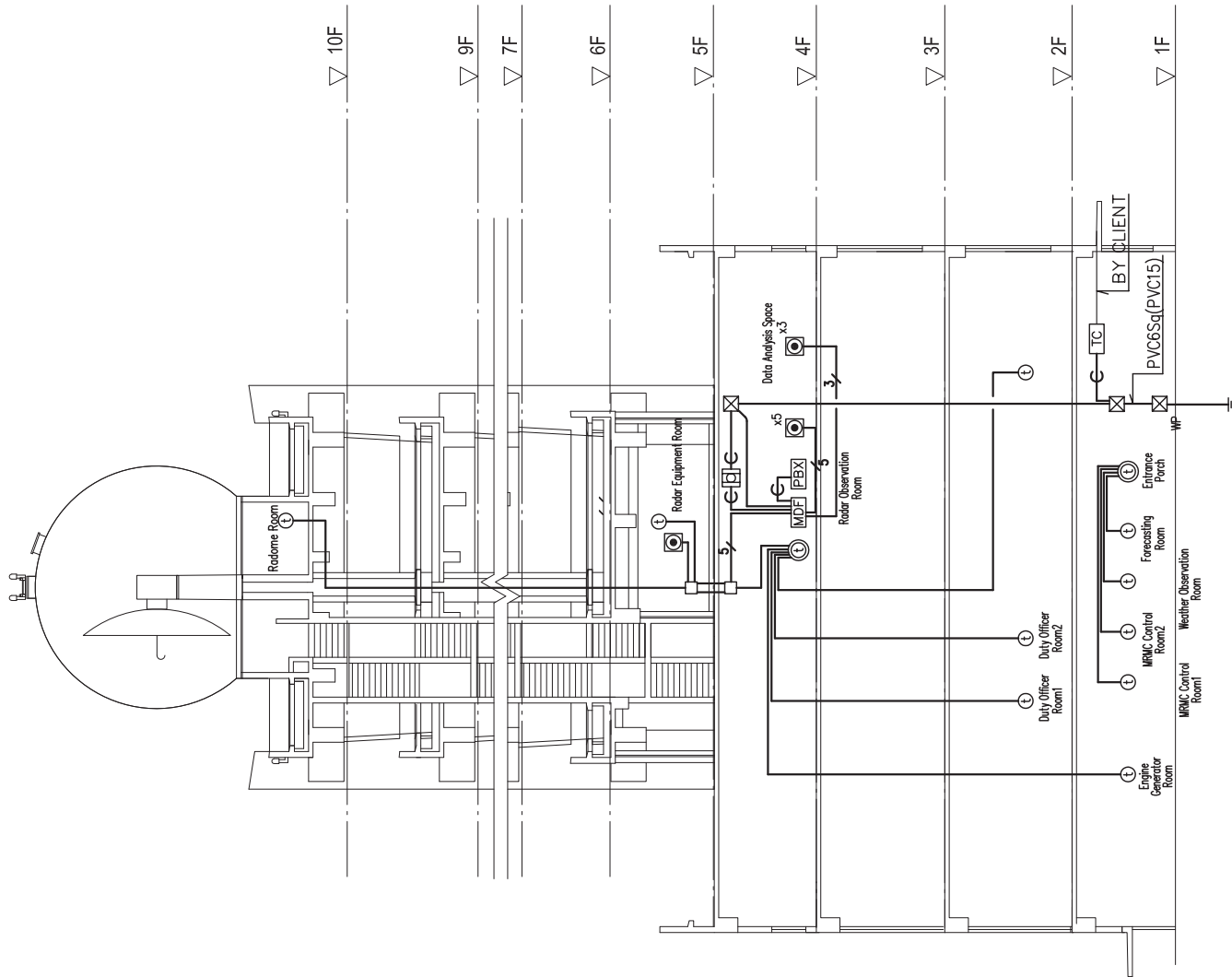
FROM	TO	CABLE SIZE	CONDUIT
CB-A	CB-C	XLPE/PVC 1C-4x120sq +E70sq	GS8D / CABLE LADDER
CB-C	ISOLATION TRANS 150kVA	XLPE/PVC 1C-4x120sq +E70sq	GS8D / CABLE LADDER
ISOLATION TRANS	ATS-1	XLPE/PVC 1C-4x120sq +E70sq	GS8D / CABLE LADDER
ISOLATION TRANS	ATS-2	XLPE/PVC 1C-4x120sq +E70sq	GS8D / CABLE LADDER
GENERATOR	ATS-1	XLPE/PVC 1C-4x120sq +E70sq	GS8D / CABLE LADDER
GENERATOR	ATS-2	XLPE/PVC 1C-4x120sq +E70sq	GS8D / CABLE LADDER
ATS-1	CB-E	XLPE/PVC 1C-4x120sq +E70sq	GS8D / CABLE LADDER
ATS-2	CB-E	XLPE/PVC 1C-4x120sq +E70sq	GS8D / CABLE LADDER
CB-E	MDB-1	XLPE/PVC 1C-4x120sq +E70sq	GS8D / CABLE LADDER
MDB-1	ISOLATION TRANS 75kVA(EQUIP WORK)	XLPE/PVC 1C-4x120sq +E70sq	GS8D / CABLE LADDER
MDB-1	P-1	XLPE/PVC 4C-30sq +E22sq	GS5D / CABLE LADDER
MDB-1	P-2	XLPE/PVC 4C-16sq +E16sq	GS4D / CABLE LADDER
MDB-1	P-3	XLPE/PVC 4C-16sq +E16sq	GS4D / CABLE LADDER
MDB-1	P-4	XLPE/PVC 4C-16sq +E16sq	GS4D / CABLE LADDER
MDB-1	7LP-1	XLPE/PVC 4C-16sq +E16sq	GS4D / CABLE LADDER
MDB-1	ALARM PANEL	XLPE/PVC 2C-10sq +E10sq	GS2D / CABLE LADDER
PowerDistributionBoard	DB-A	XLPE/PVC 2C-10sq +E10sq	GS4D / CABLE LADDER
DB-B	MDB-1	XLPE/PVC 1C-4x95sq +E50sq	GS7D / CABLE LADDER
MDB-1	AVR 100kVA	XLPE/PVC 1C-4x95sq +E50sq	GS7D / CABLE LADDER
MDB-1			

SPARE PARTS FOR LIGHTNING DAMAGE LIST

FROM	DESCRIPTION	UNIT
CB-A	MCCB 3P300A	1
CB-C	MCCB 3P300A	1
ATS-1	UNDER VOLTAGE RELAY	1
	CHANGE OVER SWITCH	1
	RELAY	4
MDB-1	MCCB 3P300A	1
	FUSE	6
	INDICATING LAMP	3
	VOLTAGE AMPERE INDICATOR	1
	ARRESTER 2P	2
	ARRESTER 3P	7
CB-E	MCCB 3P300A	1
	RELAY	4
	FUSE	4
GENERATOR	CONTROL CIRCUIT BOARD	1
	RELAY	4
	FUSE	4
	VOLT METER	1

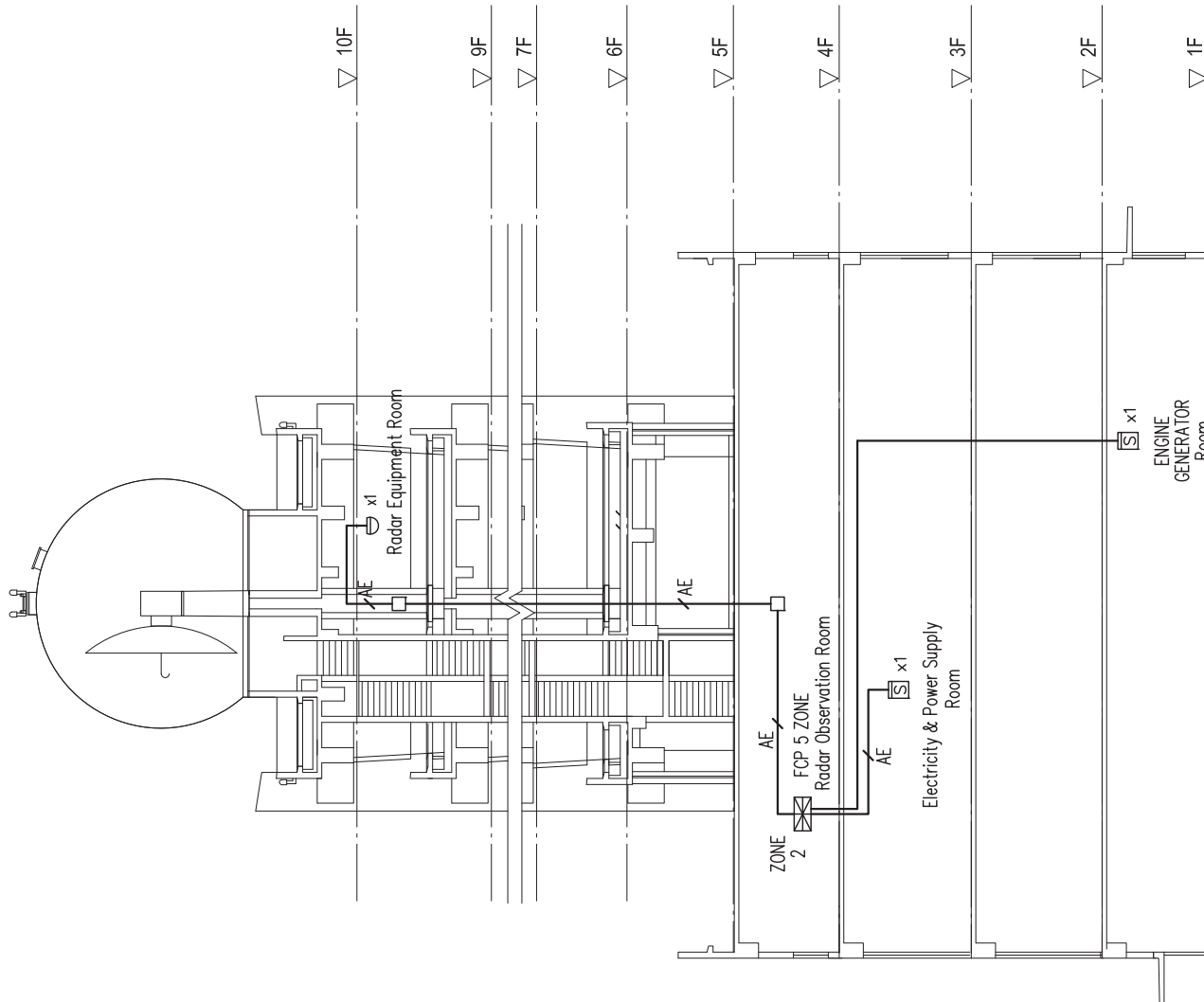
--- EQUIPMENT WORK





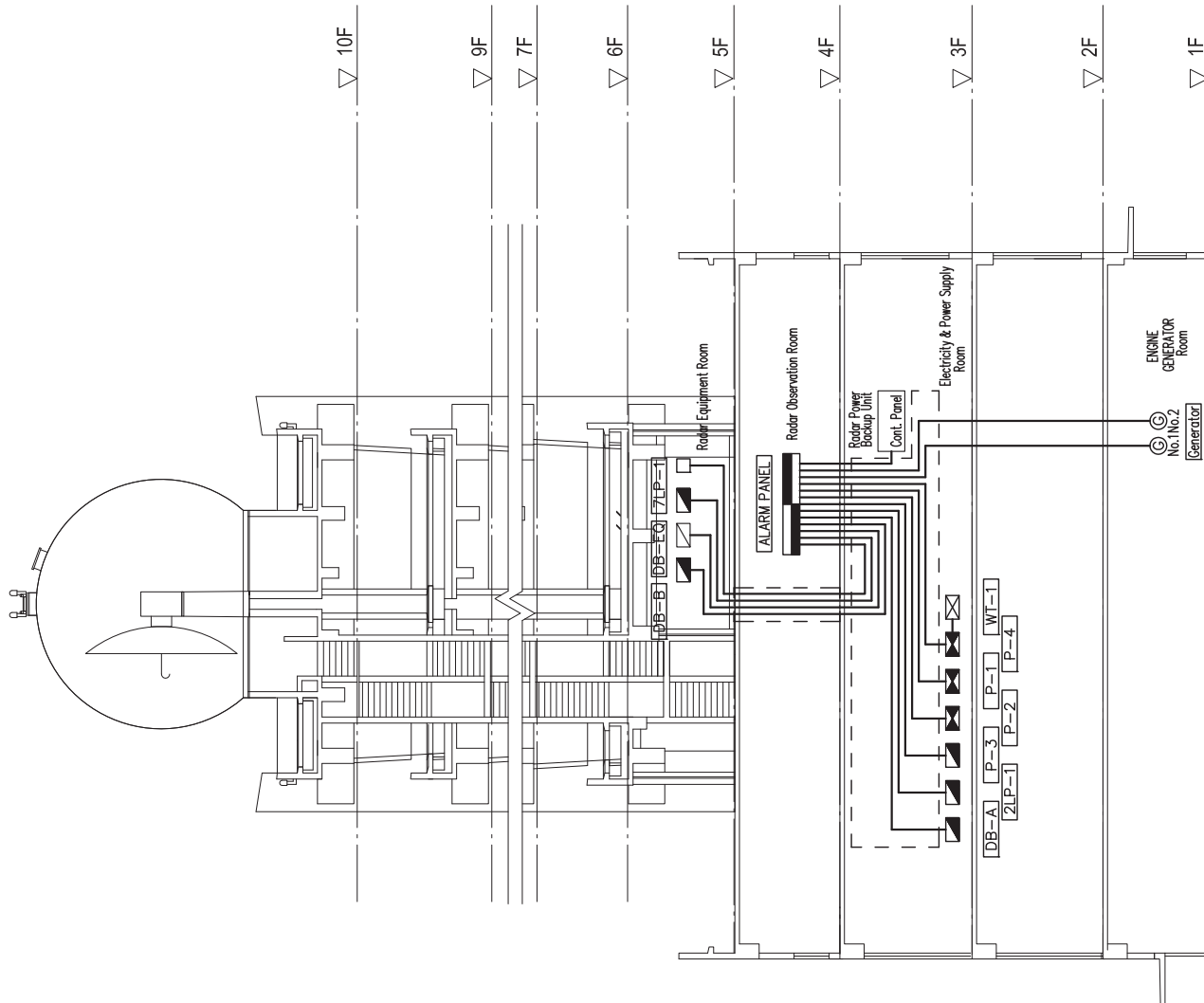
REMARK

- 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
- [B] : ARRESTER
- Ⓢ : INTERCOM (POWER SUPPLY FOR INTERCOM)
- Ⓢ : INTERCOM
- ⊠ : PULL BOX 200x200x200 (WATER PROOF TYPE)
- [TC] : INCOMING TERMINAL FRAME



- FIRE ALARM CONTROL PANEL 5 ZONE
- SMOKE DETECTOR (PHOTO TYPE)
- RATE OF RISE HEAT DETECTOR

International Meteorological Consultant Inc. Sanyo Maeno Bldg. 4F, 4-5-37, Kamiosaki, Shiyogawaku, Tokyo, 141-0021 Japan Tel. +81-3-5443-14659 Fax. +81-3-5443-9799 パキスタン・イスラム共和国 ムルタン気象レーダー整備計画 DRAWING TITLE ムルタン気象レーダー塔施設 火災報知設備系統図	SCALE NONE DRAWING No. SD - 04
---	--



☐ TEMPERATURE SWITCH
 FOR ROOM TEMPERATURE ALARM

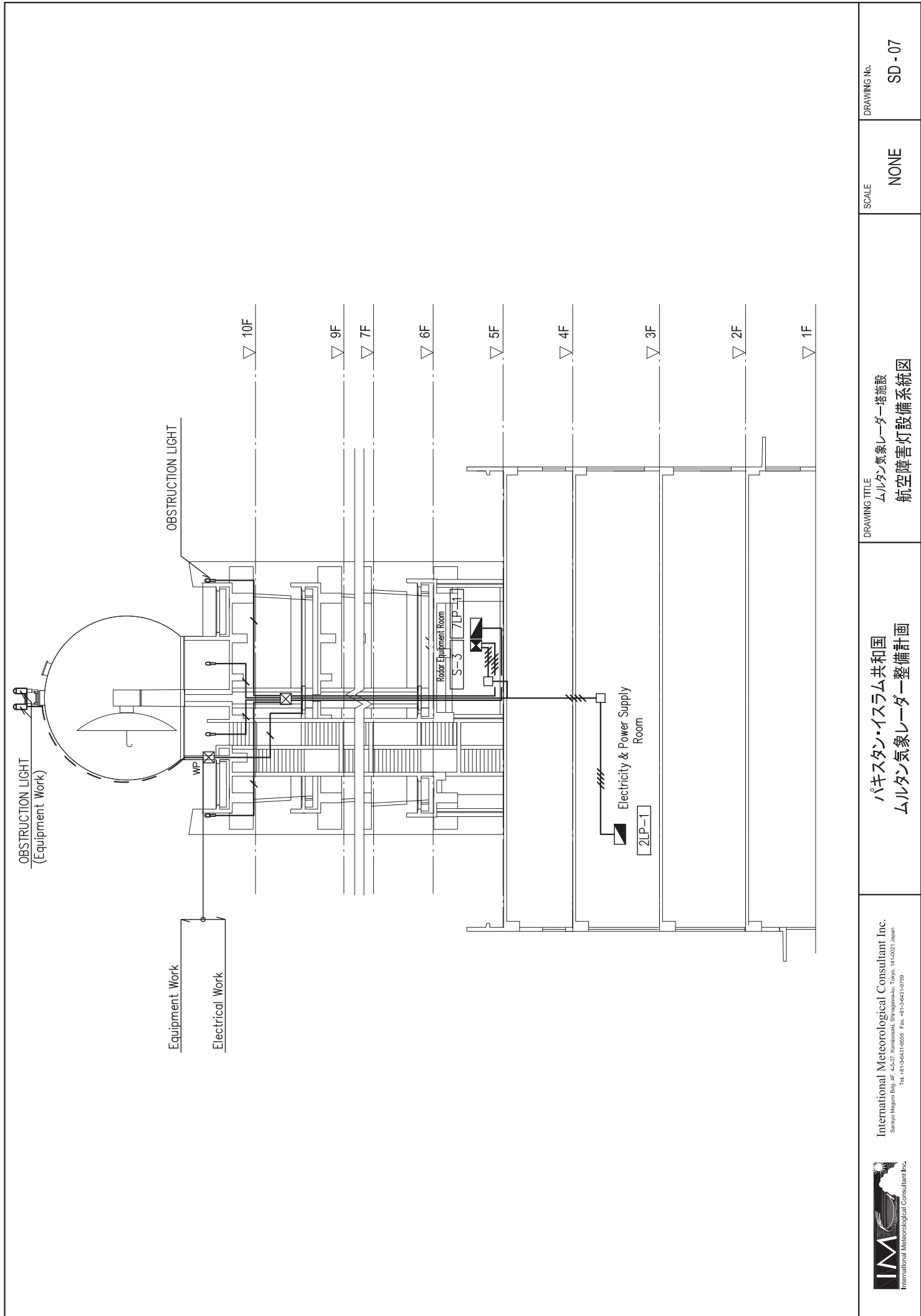
DRAWING TITLE
 پاکستان-ایسرام共和国
 多ルタン気象レーダー塔施設
 警報設備系統図

DRAWING No.
 SD - 05

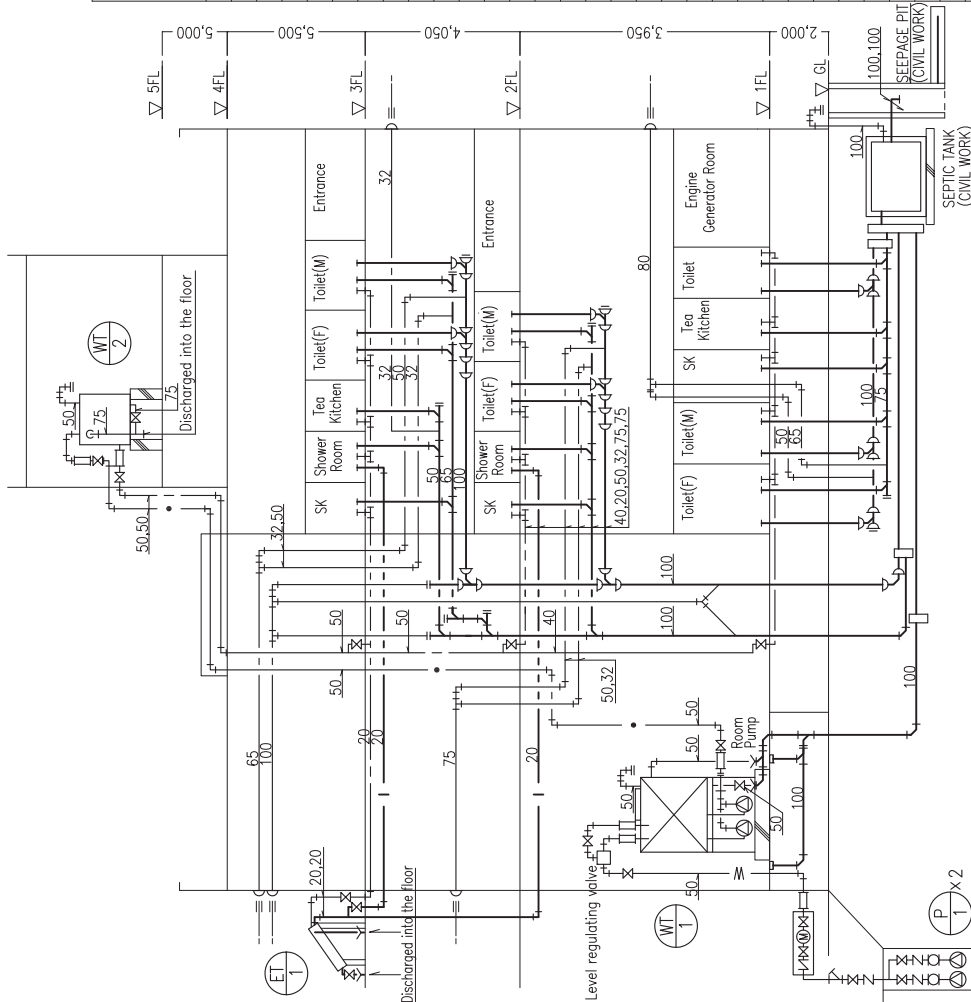
SCALE
 NONE



International Meteorological Consultant Inc.
 Sanyo Maeno Bldg. 4F, 4-5-37, Kamiosaki, Shiyagawaku, Tokyo, 114-0021 Japan
 Tel. +81-3-5443-14659 Fax. +81-3-5443-9759

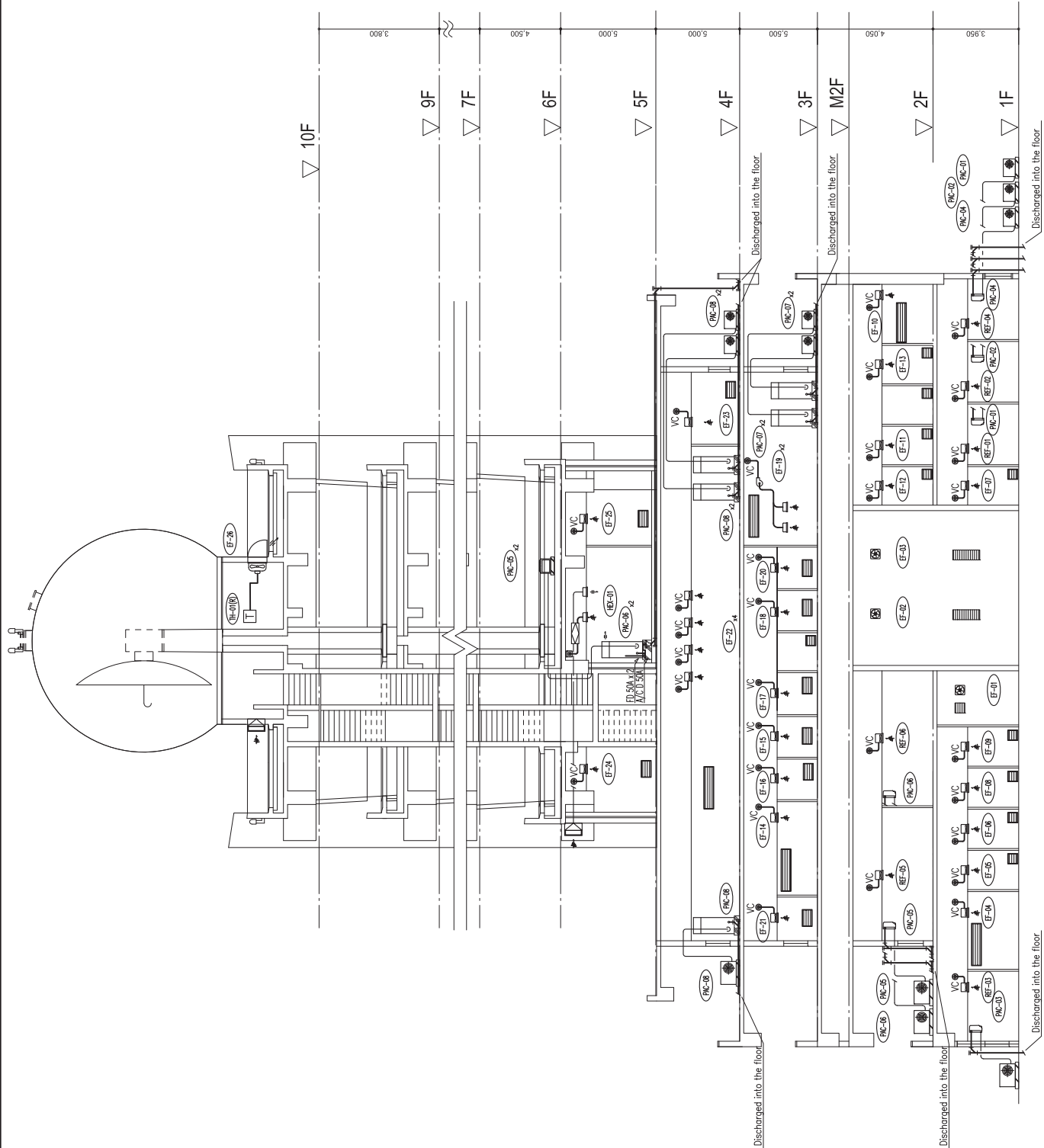


 International Meteorological Consultant Inc. Banyo Meuro Bldg. 4F, 4-5-37, Kamiosaki, Shinagawa-ku, Tokyo, 114-0021 Japan Tel. +81-3-5443-14659 Fax. +81-3-5443-9759 パキスタン・イスラム共和国 ムルタン気象レーダー整備計画	DRAWING TITLE ムルタン気象レーダー塔施設 航空障害灯設備系統図
--	--



ITEM	1F			2F			3F			TOTAL	REMARK
	PUMP ROOM	TOILET(M)	TOILET(F)	TOILET(M)	TOILET(F)	SERVICE SHOWER ROOM	TOILET(M)	TOILET(F)	TEA KITCHEN		
WATER CLOSET	1	1	1	1	1		1	1		7	
LAVATORY		1	1	1	1		1	1		7	
PAPER HOLDER		1	1	1	1		1	1		7	
FAUCET	1	1	1	1	1		1	1	1	12	
MIRROR		1	1	1	1		1	1		7	
SHOWER HEAD						1				2	
KITCHEN SINK				1						2	
URINAL	1			1						3	
SERVICE SINK							1			2	

NO.	NAME	SPECIFICATION	Q'TY	POWER SUPPLY				LOCATION	REMARKS
				PHASE	VOLT (V)	FREQUENCY (Hz)	MOTOREMERGENCY POWER SUPPLY (KW)		
WT-1	POTABLE WATER TANK / PUMP	FRP Tank Rated capacity 5.0 m ³ Dimension 2,500 x 1,500 x 1,515H Accessories Manhole 600ø Electrode 4P Constant pressure type pump 50 ø x 270 l/min x 500 kpa x 2 pcs (1 spare)	1				○	1F Pump Room	RC FOUNDATION (CIVIL WORK)
WT-2	POTABLE WATER GRAVITY TANK	FRP tank Rated capacity 2.0 m ³ Dimension 1,000 x 1,500 x 1,500H Earthquake proof 2.0G(Wind -Proof type) Accessories manhole 600 ø Electrode 4P	1					6FL Roof	RC FOUNDATION (CIVIL WORK)
P-1	PUMP	Model : Deep Well Submerged Pump stainless steel 32 ø x 30 l/min x 1177 kpa Accessories : Panel Ball valve, Check valve Automatic alternate operation	2	3	230	50	1.9	Out door	Automatic- alternate operation
ET-1	Solar powered water heater	Model : Natural circulation 2 circuits type Dimension: Solar heater panel 2010x1250x80 Heat to collect Area: 2.5m ² Water storage volume: 200 LIT	1					3F Balcony	
ABC	FIRE EXTINGUISHER	ABC Dry chemical, wall hang 10 Lbs Discharge time 14 sec	3					Each room	
CO2	FIRE EXTINGUISHER	Carbon dioxide, wall hang 10 Lbs Discharge time 14 sec	5					Each room	
	SEPTIC TANK (CIVIL WORK)	Septic tank & Seepage pit (RC type, Civil work) Blower pump (Civil work)	1					Out door	

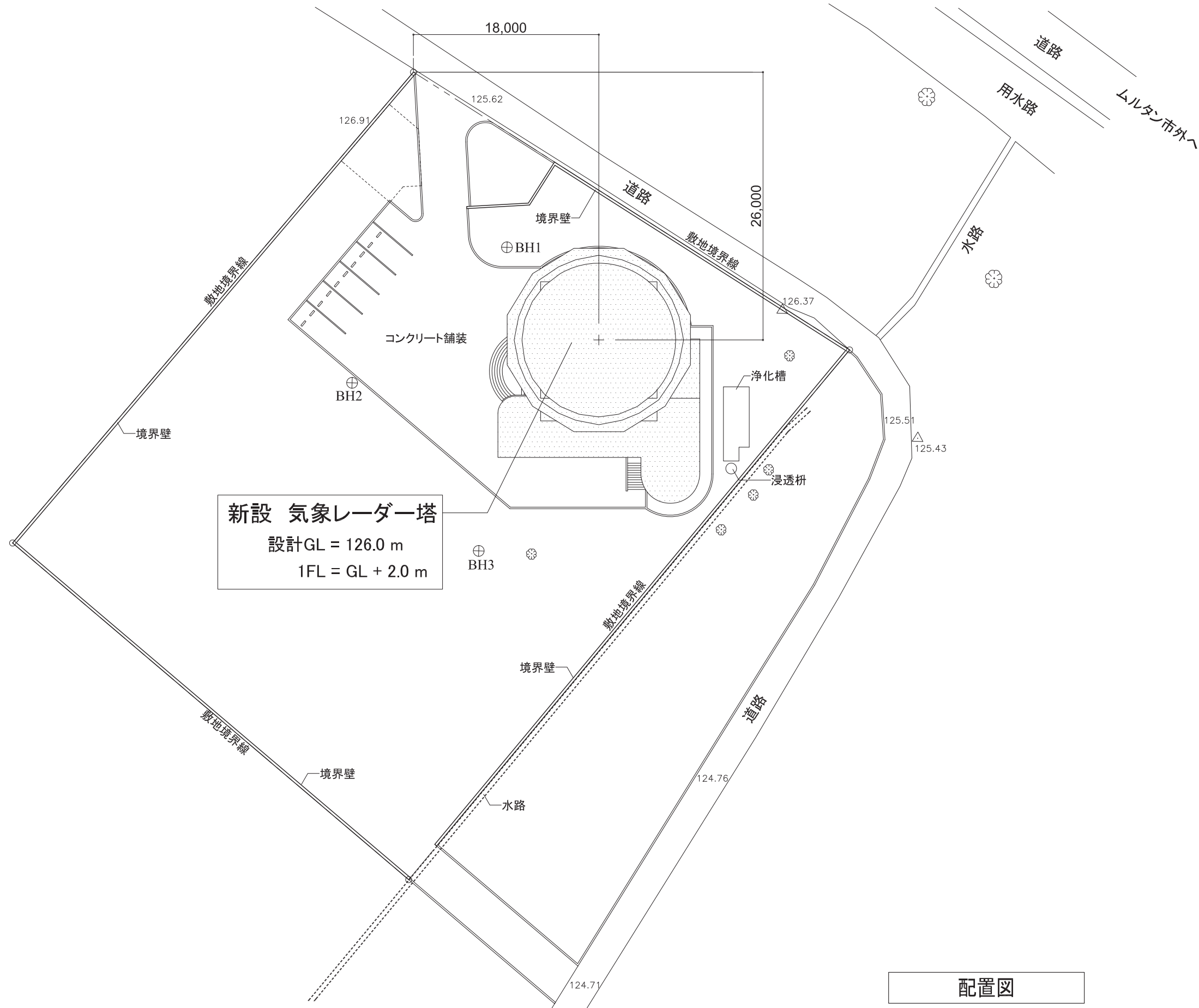
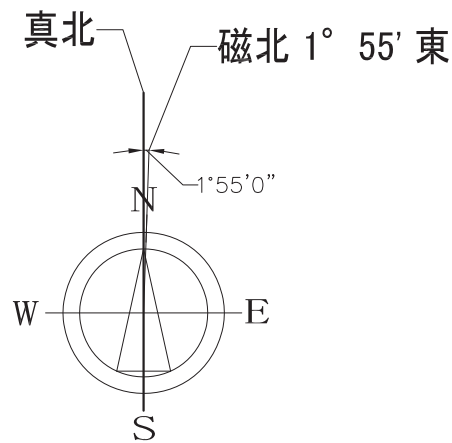


3-2-3 概略設計図

概略設計図を次ページより添付する。

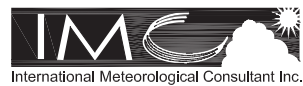
ムルタン気象レーダー塔施設

• 配置図	: A -01
• 1 階平面図	: A -02
• 2 階平面図	: A -03
• M2 階平面図	: A -04
• 3 階平面図	: A -05
• 4 階平面図	: A -06
• 5, 6 階平面図	: A -07
• 7, 8 階平面図	: A -08
• 9, 10 階平面図	: A -09
• 立面図 1	: A -10
• 立面図 2	: A -11
• 立面図 3	: 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
• 機材レイアウト図 4	: EQ-04



面積算定表

階数	床面積 (m2)	施工床面積 (m2)
1FL	266.49	339.86
2FL	131.49	314.89
M2FL	—	61.74
3FL	181.37	258.59
4FL	181.37	250.08
5FL	116.64	203.58
6FL	19.31	116.64
7FL	—	116.64
8FL	—	116.64
9FL	—	116.64
10FL	35.78	168.31
	932.45 m2	2,063.61 m2
	313.10 m2	—



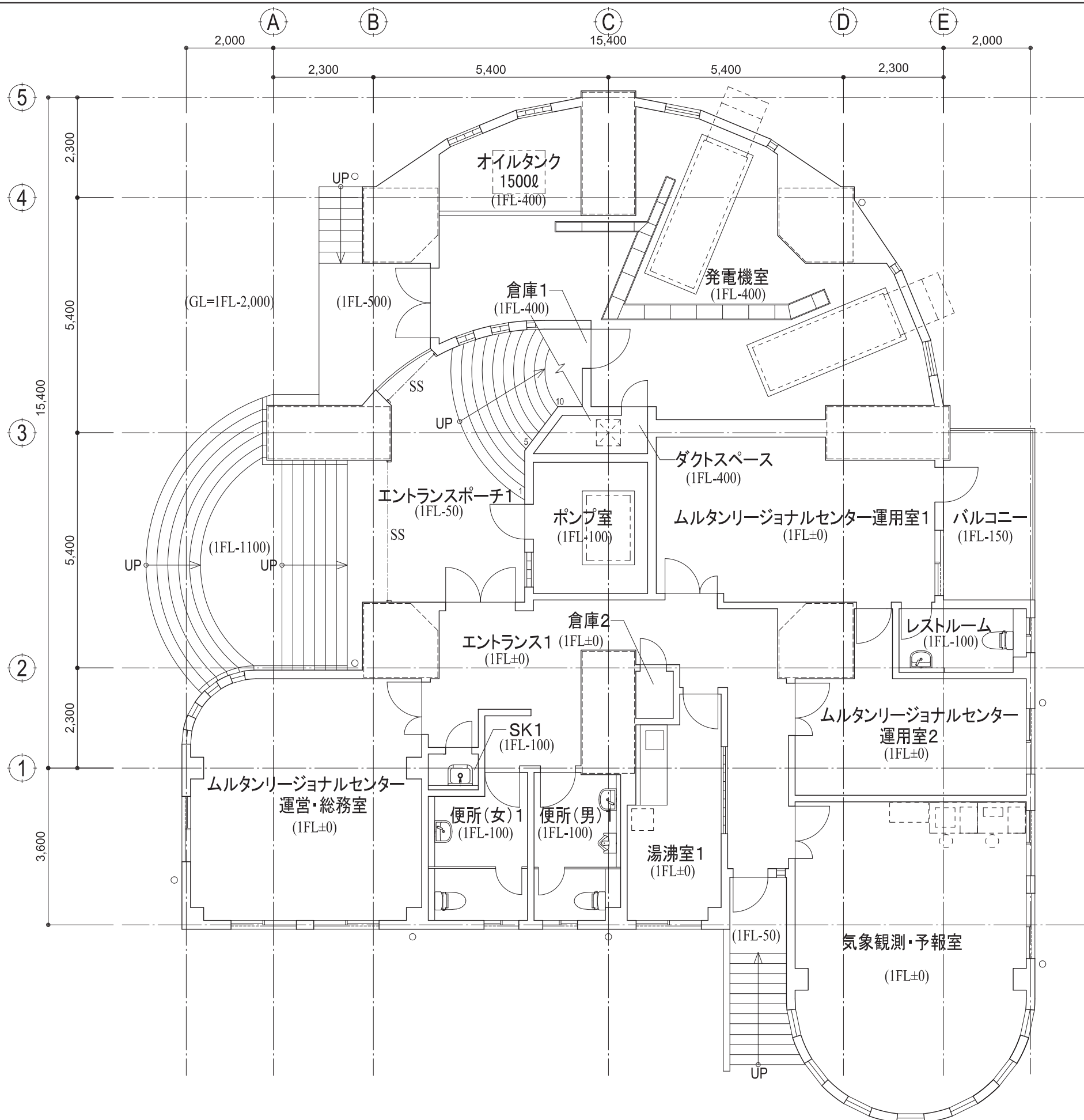
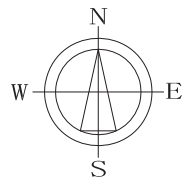
International Meteorological Consultant Inc.
Sankyo Meguro Bdg. 4F, 4-5-37, Kamboosaki, Shinagawa-ku, Tokyo, 141-0021 Japan
Tel, +81-3-6431-9559 Fax, +81-3-6431-9759

パキスタン・イスラム共和国
ムルタン気象レーダー整備計画

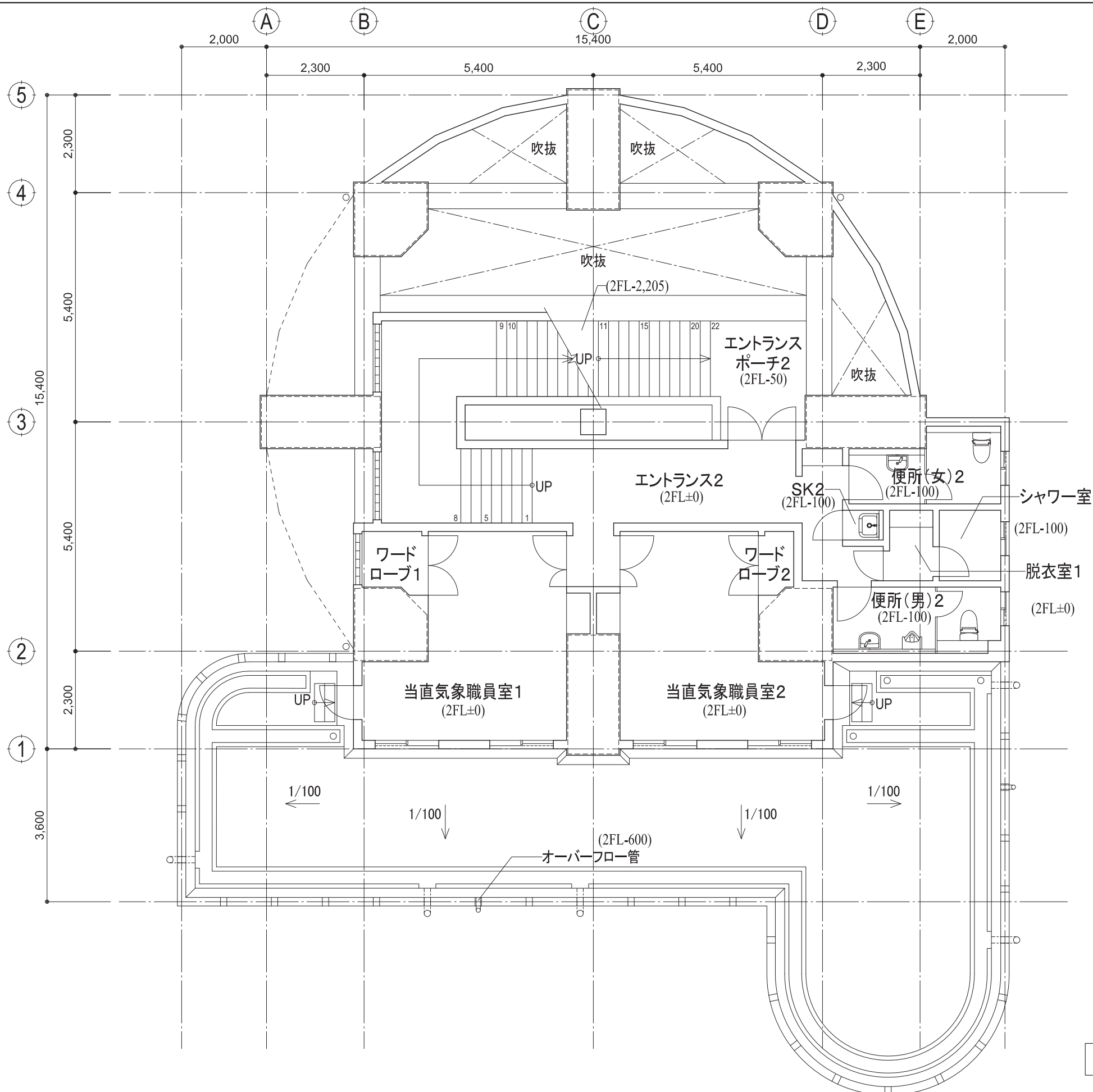
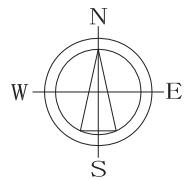
DRAWING TITLE
ムルタン気象レーダー塔施設
配置図

SCALE
1:400

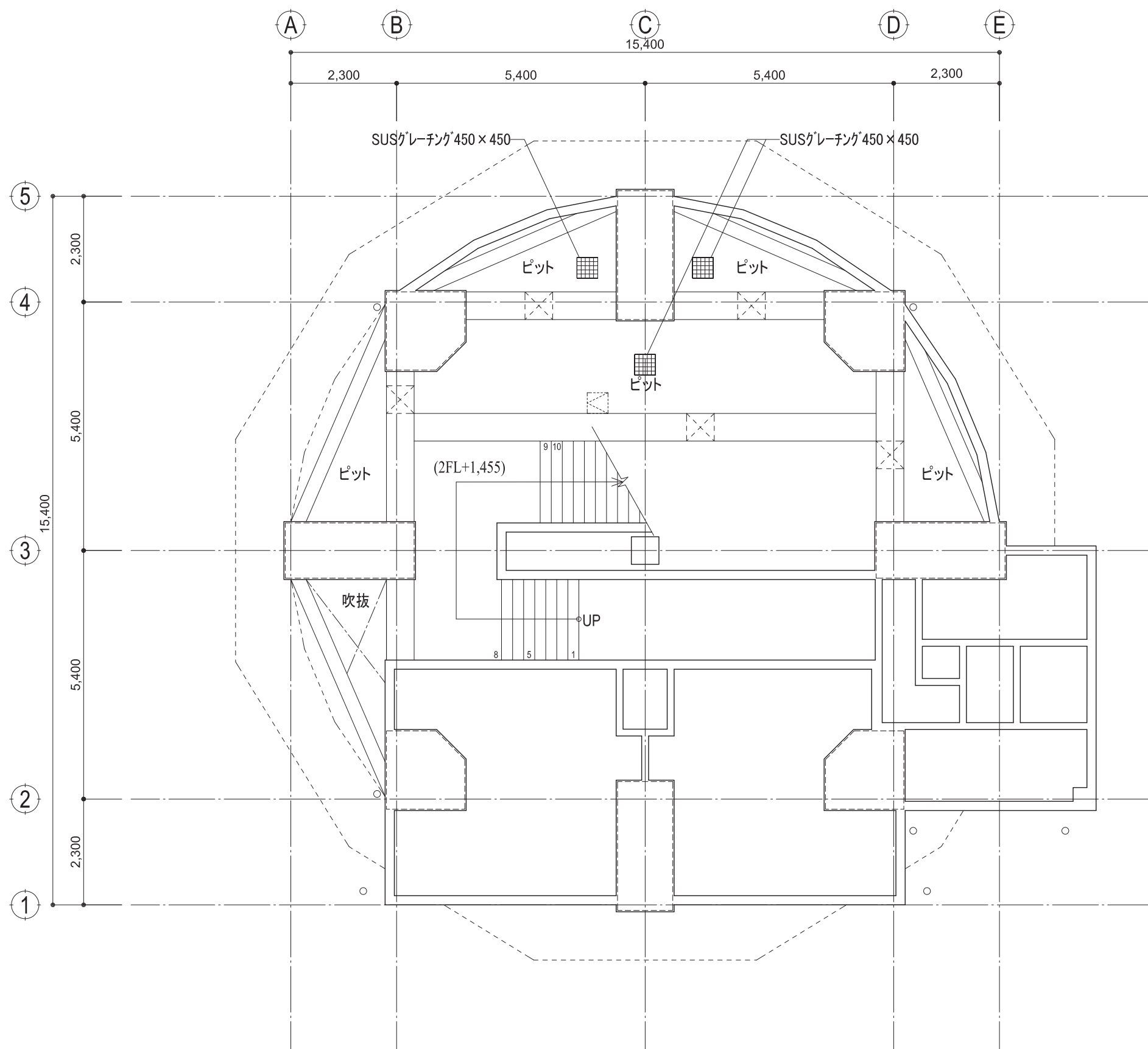
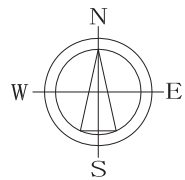
DRAWING No.
A - 01



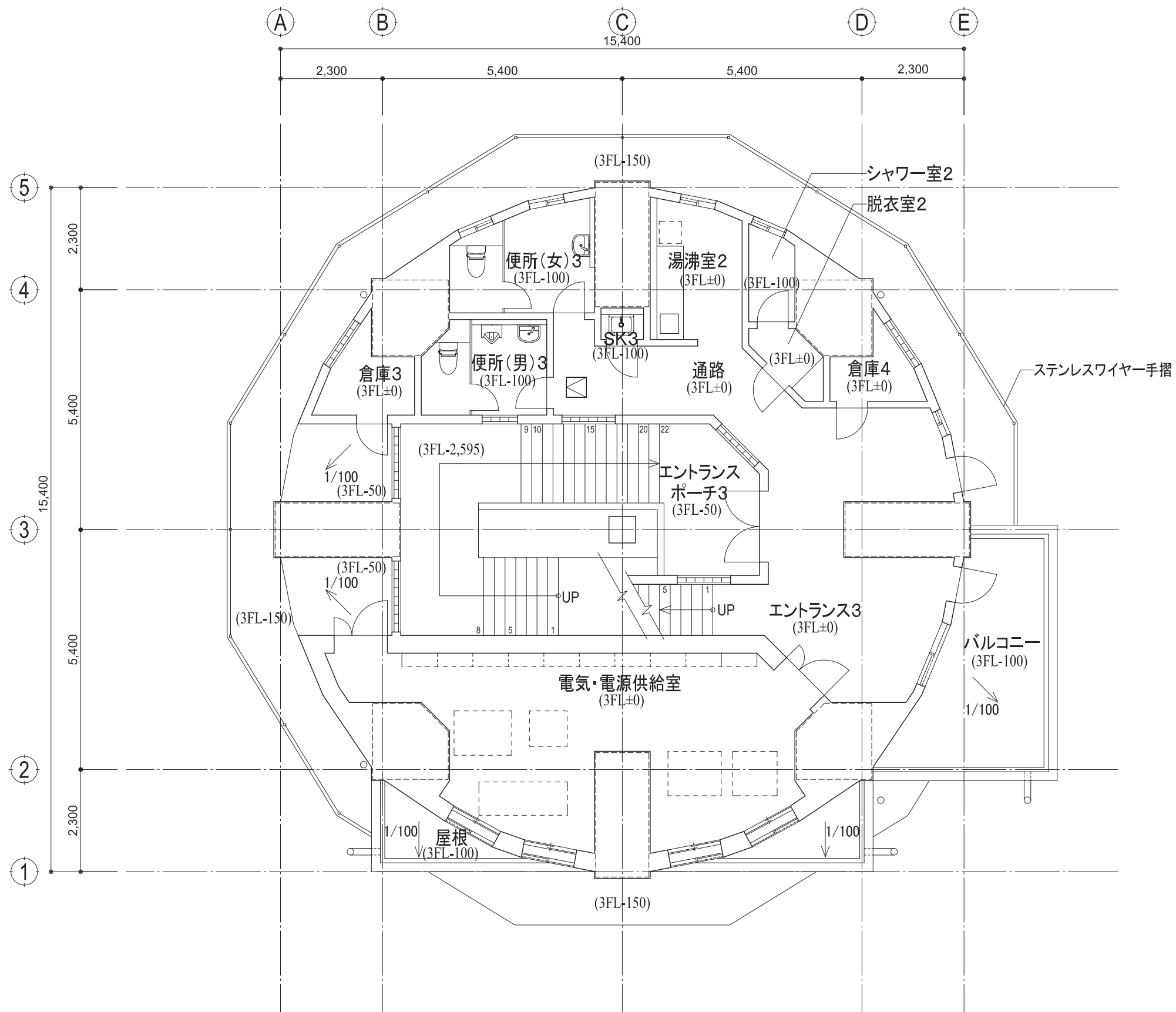
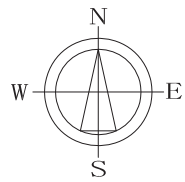
1階平面図



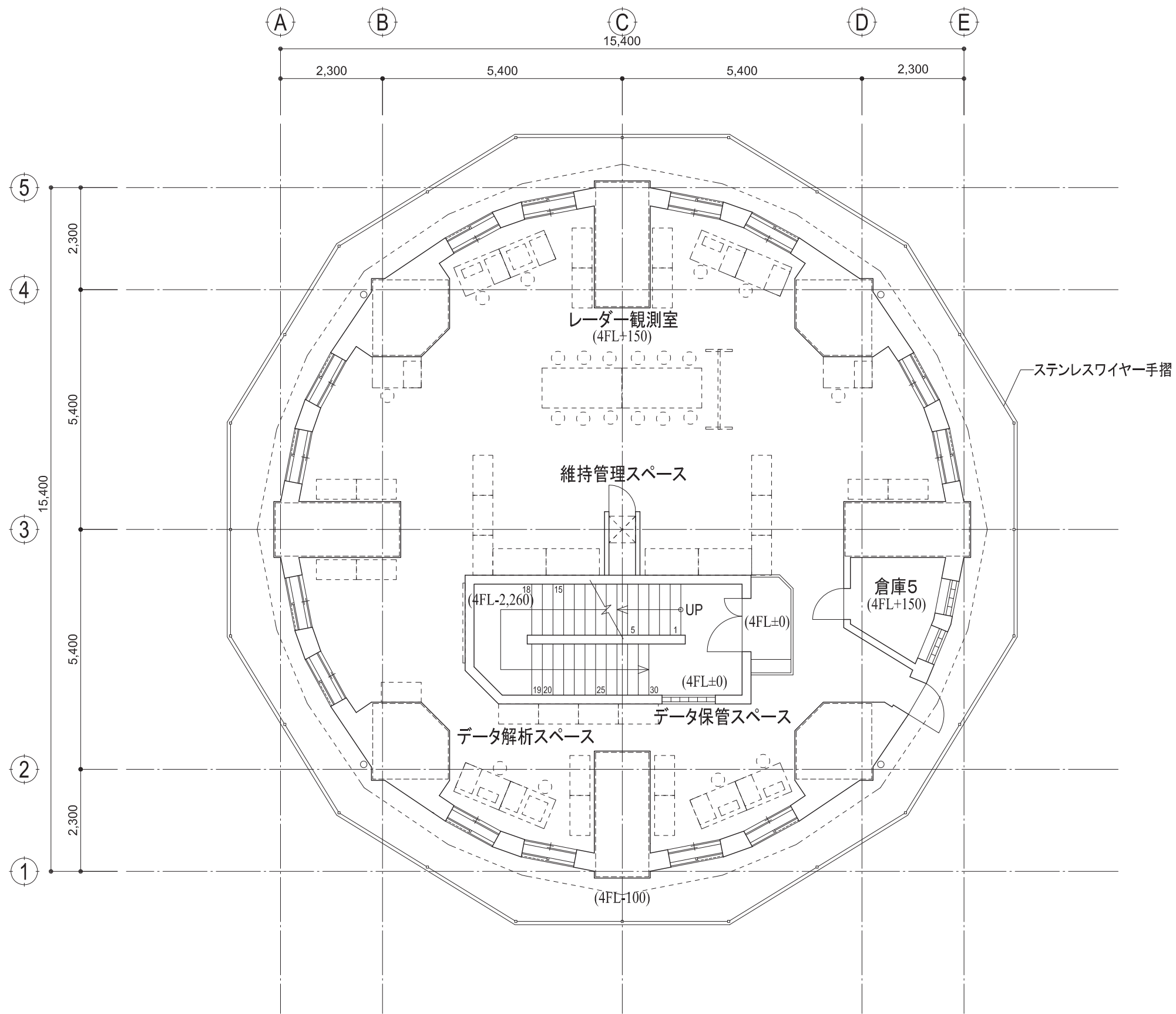
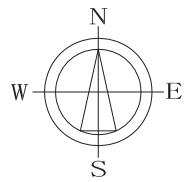
2階平面図



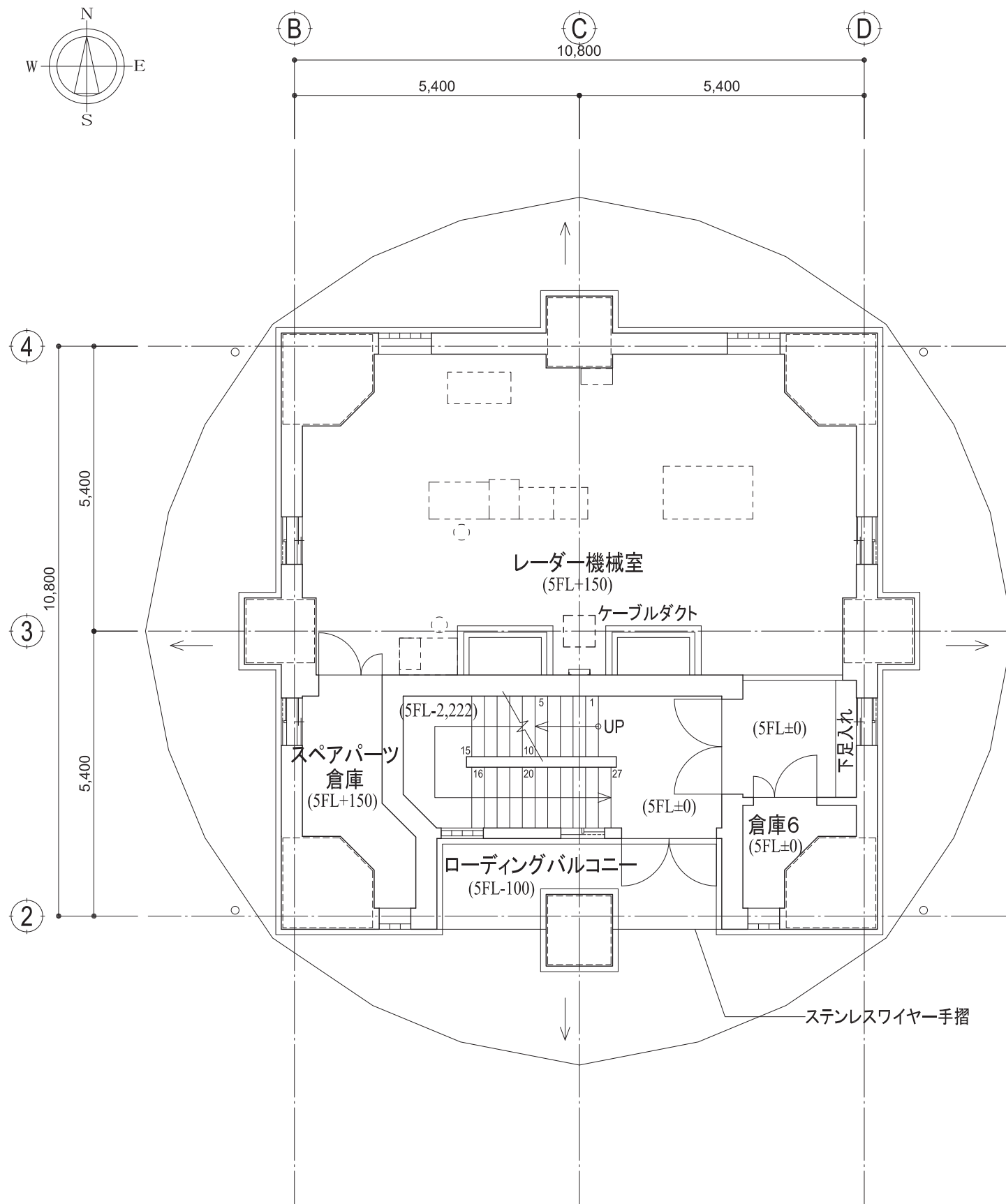
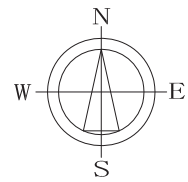
M2階平面図



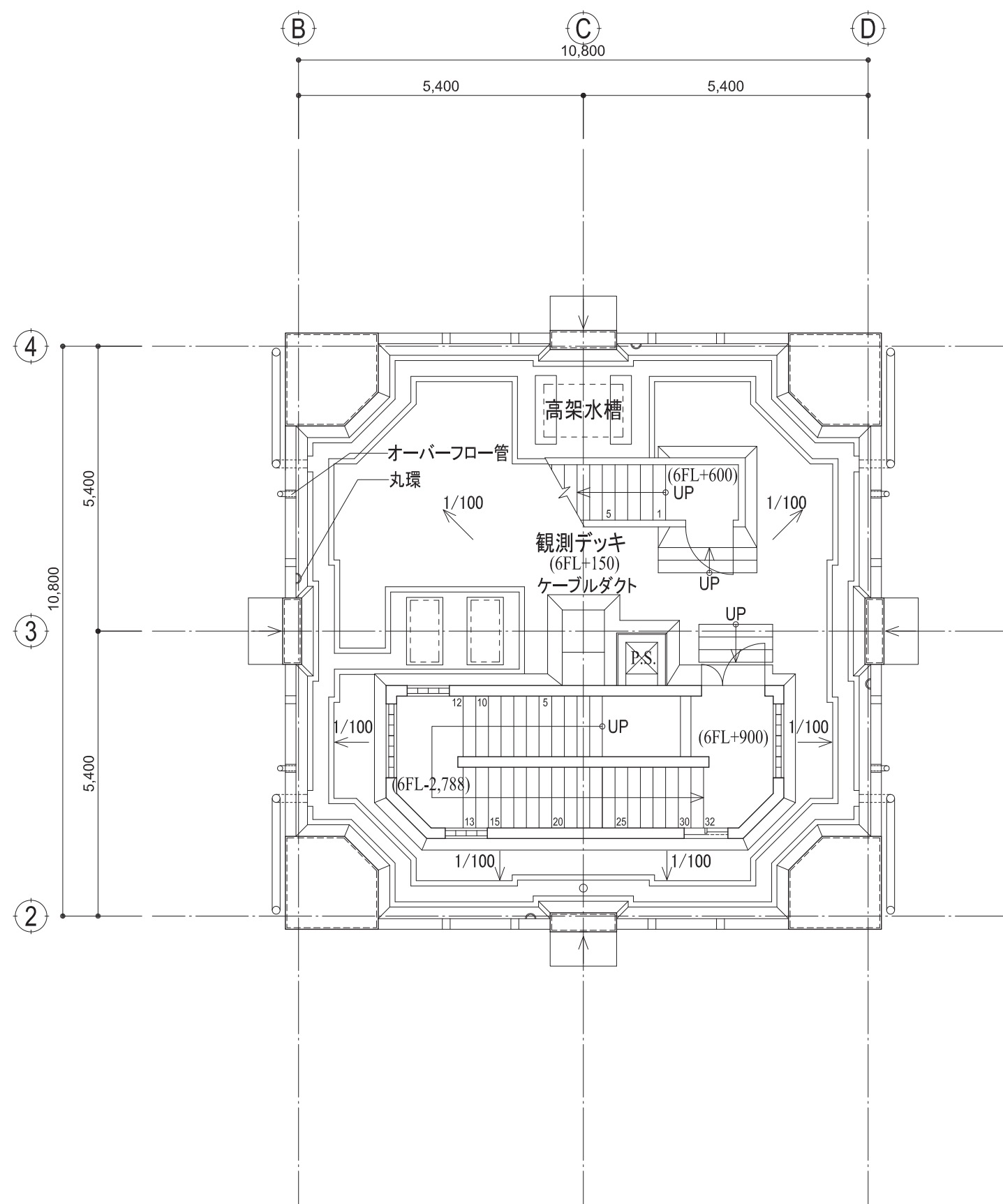
3階平面図



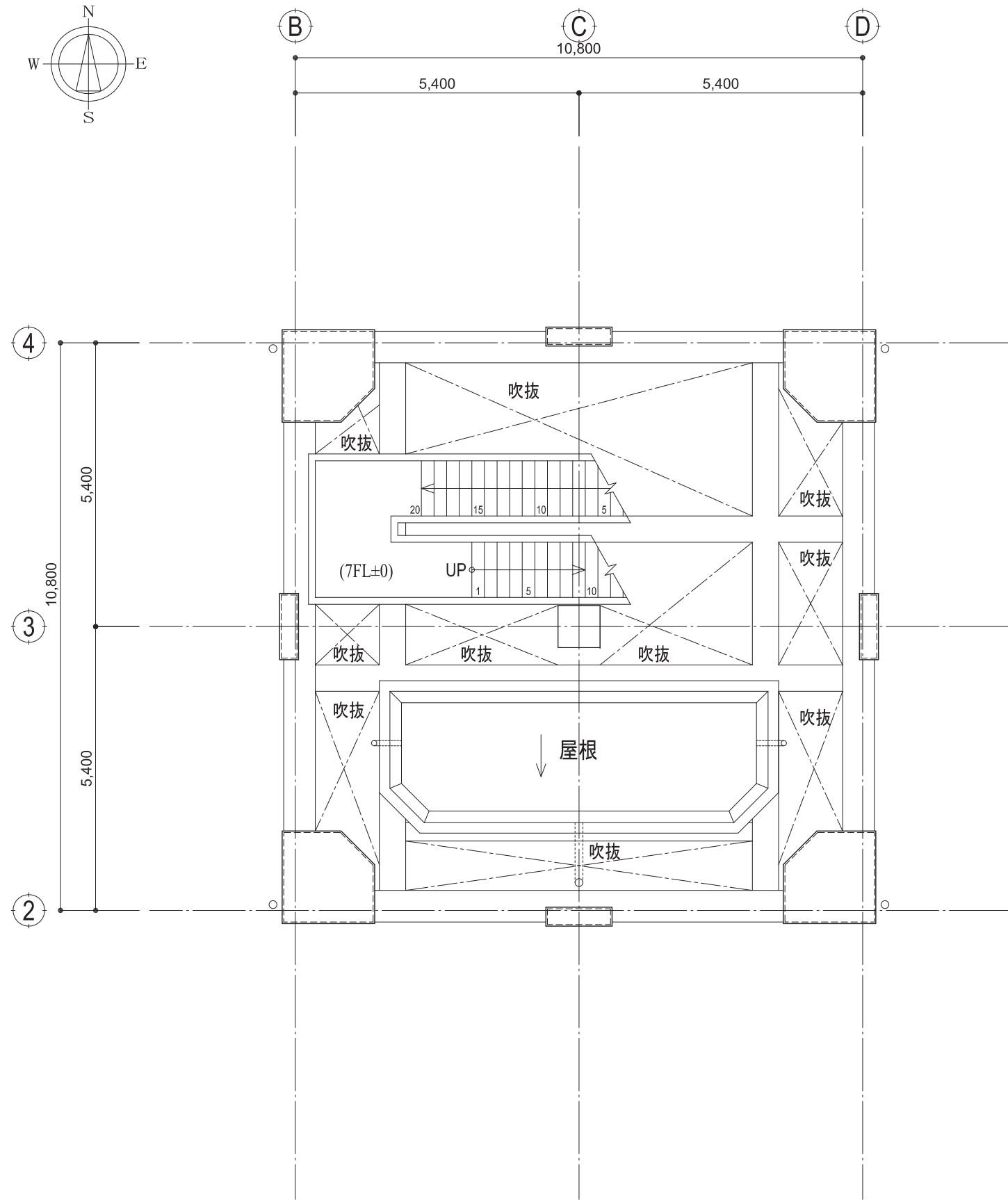
4階平面図



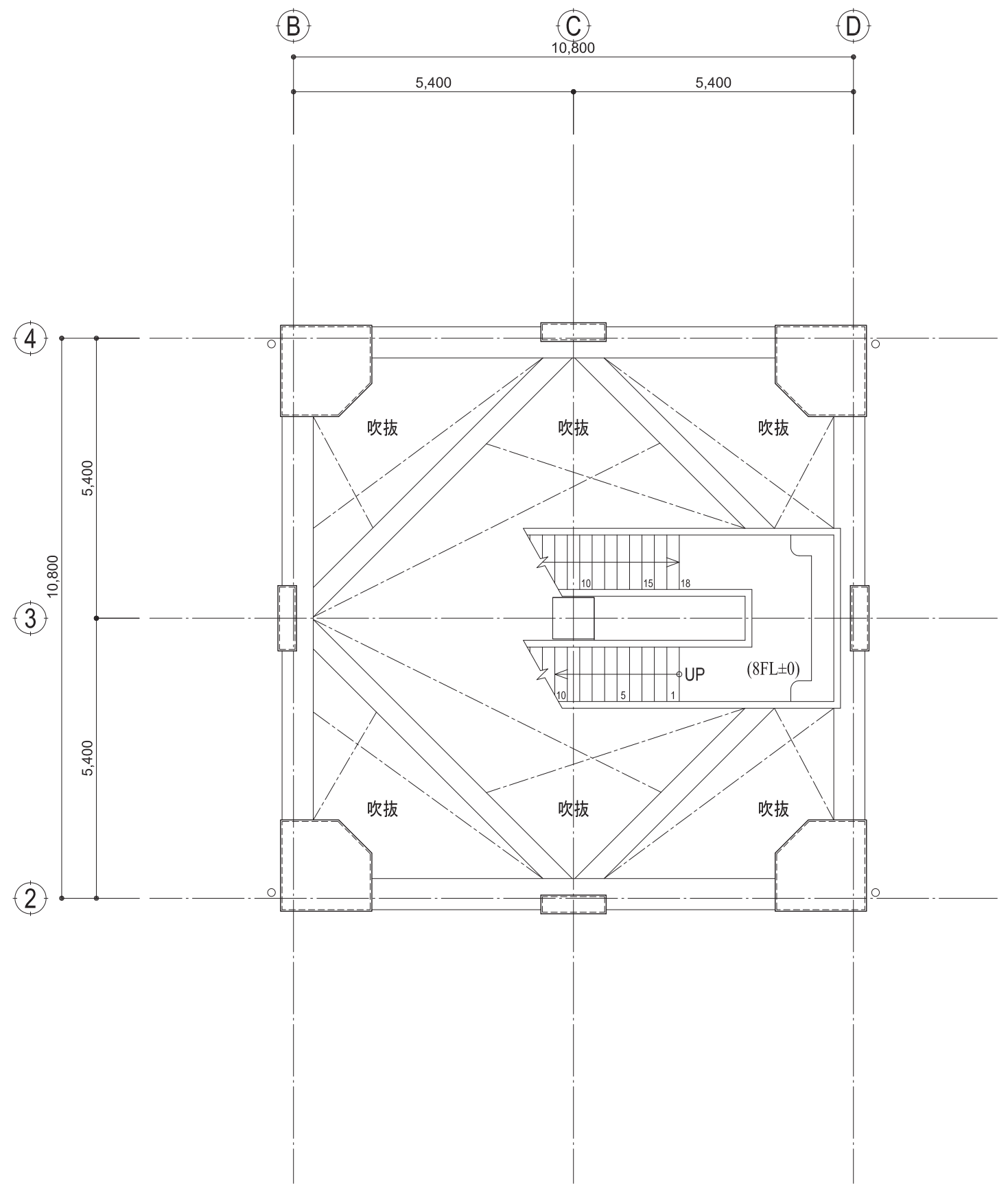
5階平面図



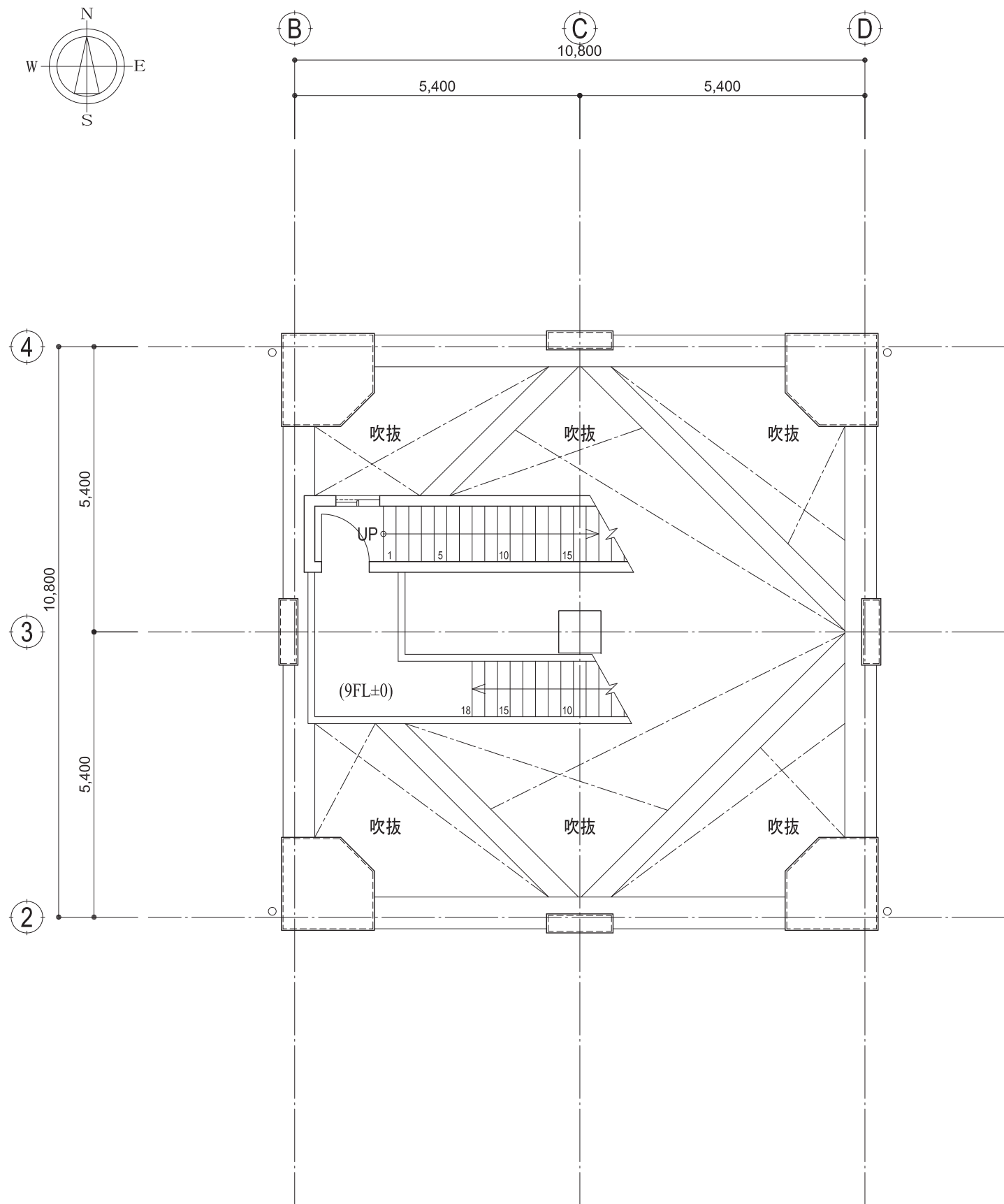
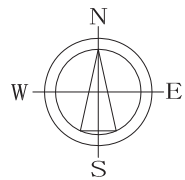
6階平面図



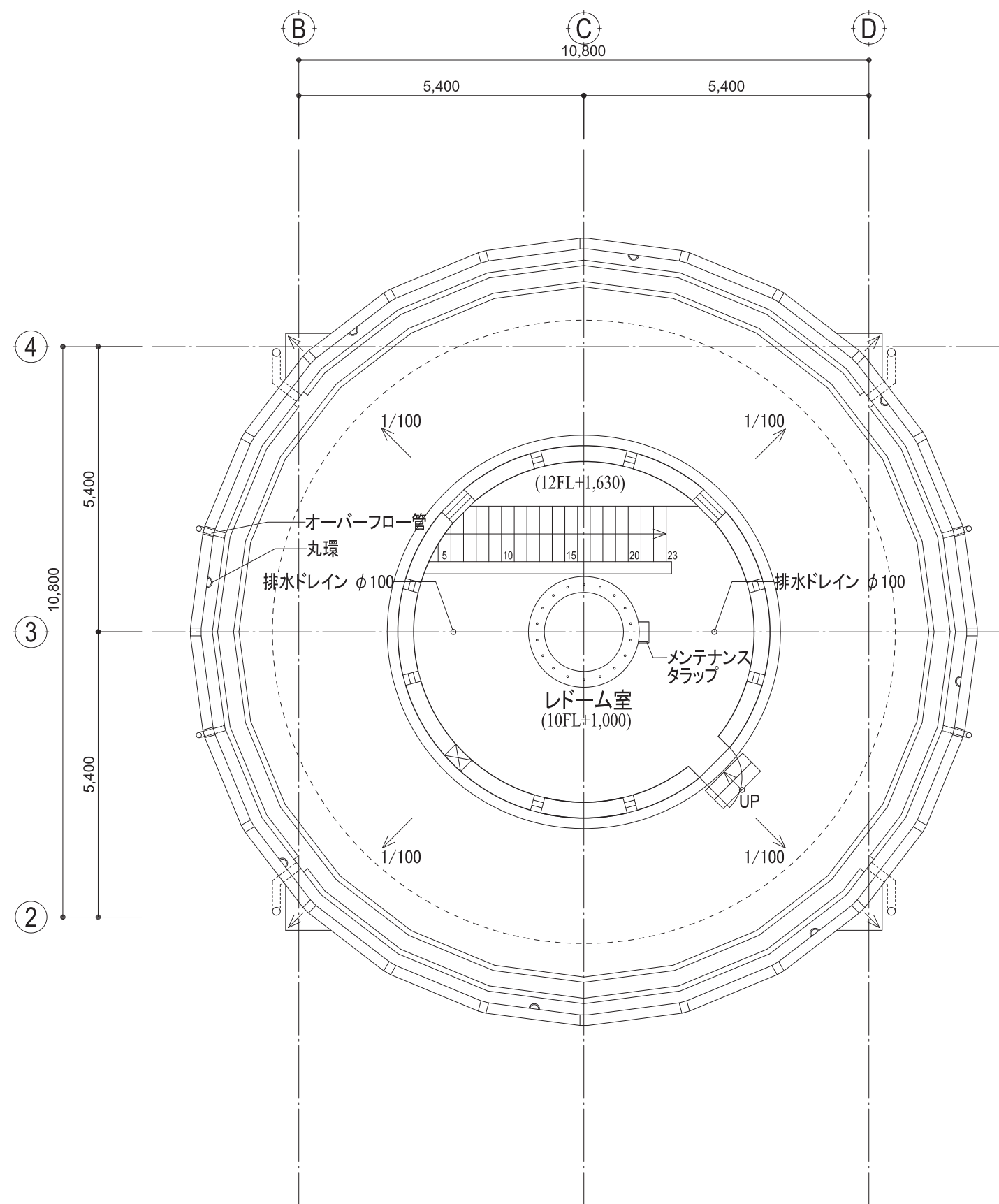
7階平面図



8階平面図

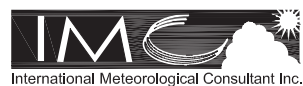


9階平面図



10階平面図

□ : Parapet Hanger
⊕ : Overflow pipe



International Meteorological Consultant Inc.
Sankyo Meguro Bldg. 4F, 4-5-37, Kamboosaki, Shinagawa-ku, Tokyo, 141-0021 Japan
Tel, +81-3-6431-9559 Fax, +81-3-6431-9759

パキスタン・イスラム共和国
ムルタン気象レーダー整備計画

DRAWING TITLE
ムルタン気象レーダー塔施設
9, 10階平面図

SCALE
1:100

DRAWING No.
A - 09

凡例

①	セメントモルタル t=25、吹付タイル
②	コンクリート打ち放し、モルタル補修、吹付タイル
③	防水モルタル t=30、エポキシ防塵塗装
④	アスファルト防水、保護コンクリート
⑤	雨水管：亜鉛鉄管150A、吹付タイル

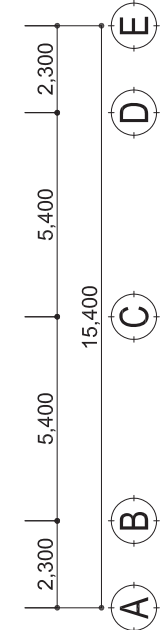
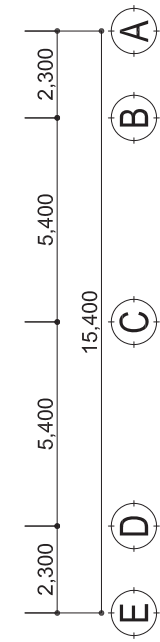
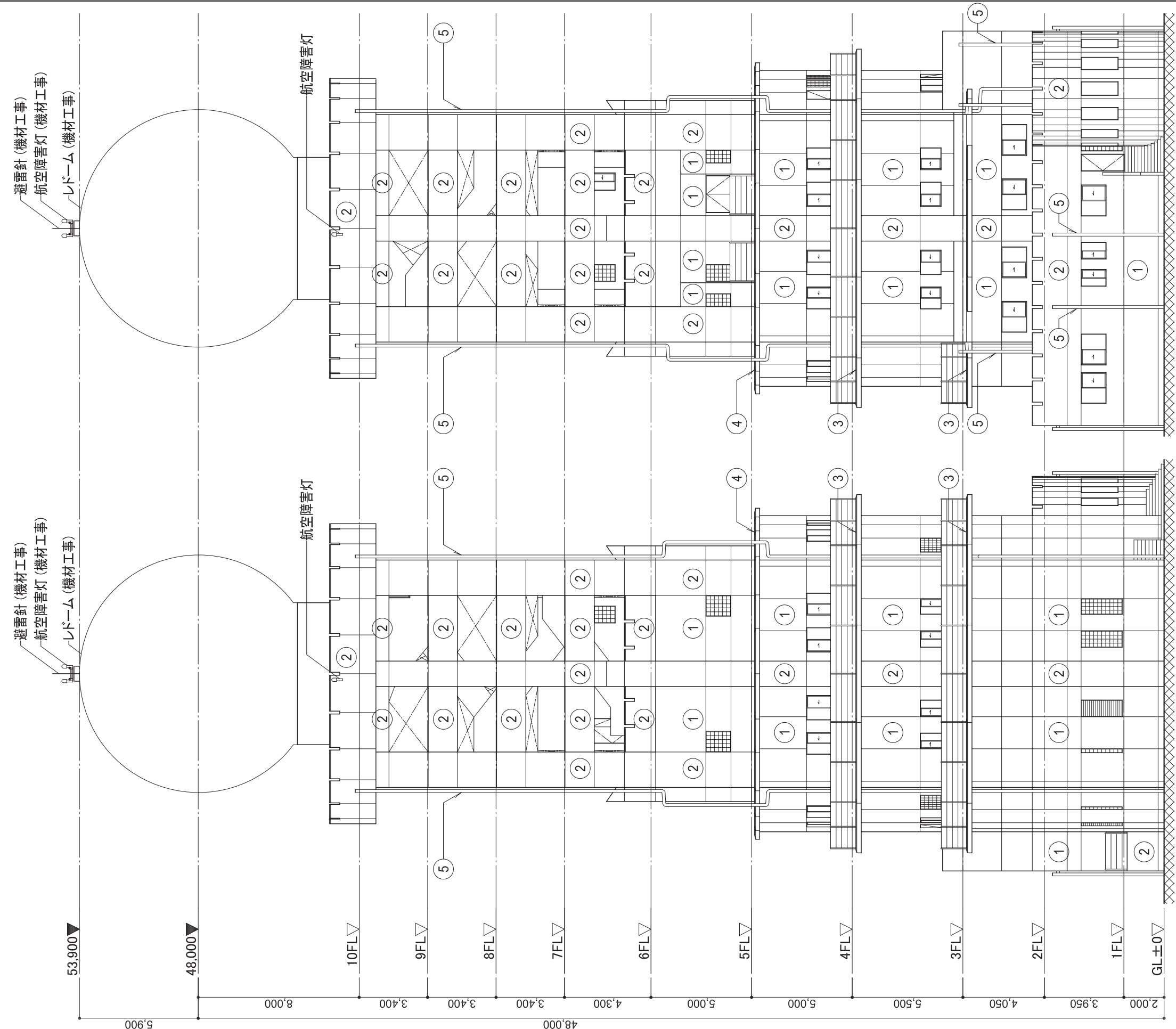
International Meteorological Consultant Inc.
Sankyo Meguro Bldg. 4F, 4-5-37, Kamboosaki, Shinagawa-ku, Tokyo, 141-0021 Japan
Tel, +81-3-6431-9559 Fax, +81-3-6431-9759

パキスタン・イスラム共和国
ムルタン気象レーダー整備計画

DRAWING TITLE
ムルタン気象レーダー塔施設
立面図1

SCALE
1:200

DRAWING No.
A - 10



凡例

①	セメントモルタル t=25、吹付タイル
②	コンクリート打ち放し、モルタル補修、吹付タイル
③	防水モルタル t=30、エポキシ防塵塗装
④	アスファルト防水、保護コンクリート
⑤	雨水管：亜鉛鉄管150A、吹付タイル

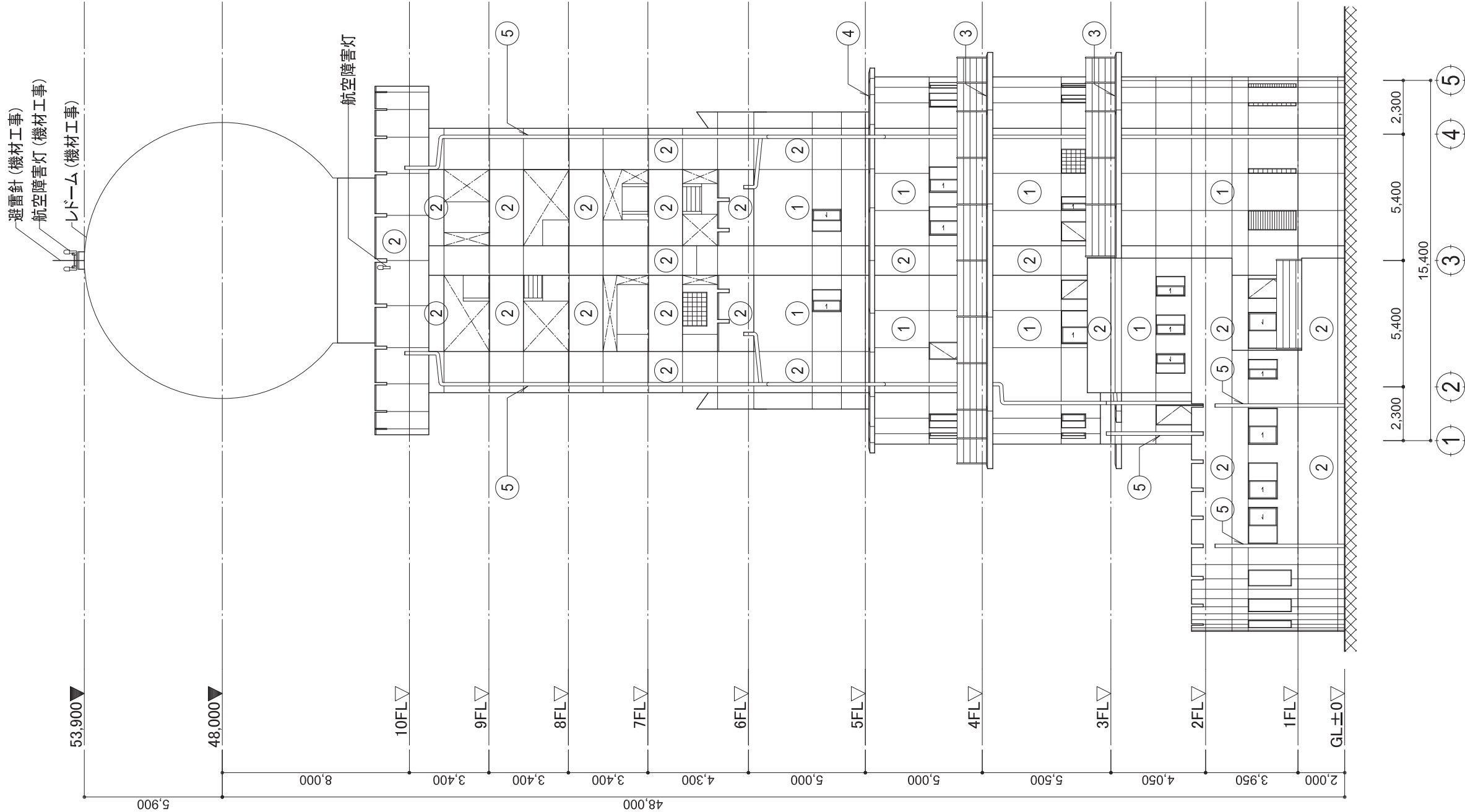
International Meteorological Consultant Inc.
Sankyo Meguro Bdg. 4F, 4-5-37, Kamboosaki, Shinagawa-ku, Tokyo, 141-0021 Japan
Tel, +81-3-6431-9559 Fax, +81-3-6431-9759

パキスタン・イスラム共和国
ムルタン気象レーダー整備計画

DRAWING TITLE
ムルタン気象レーダー塔施設
立面図2

SCALE
1:200

DRAWING No.
A - 11



東立面図

凡例

①	セメントモルタル t=25、吹付タイル
②	コンクリート打ち放し、モルタル補修、吹付タイル
③	防水モルタル t=30、エポキシ防塵塗装
④	アスファルト防水、保護コンクリート
⑤	雨水管：亜鉛鉄管150A、吹付タイル

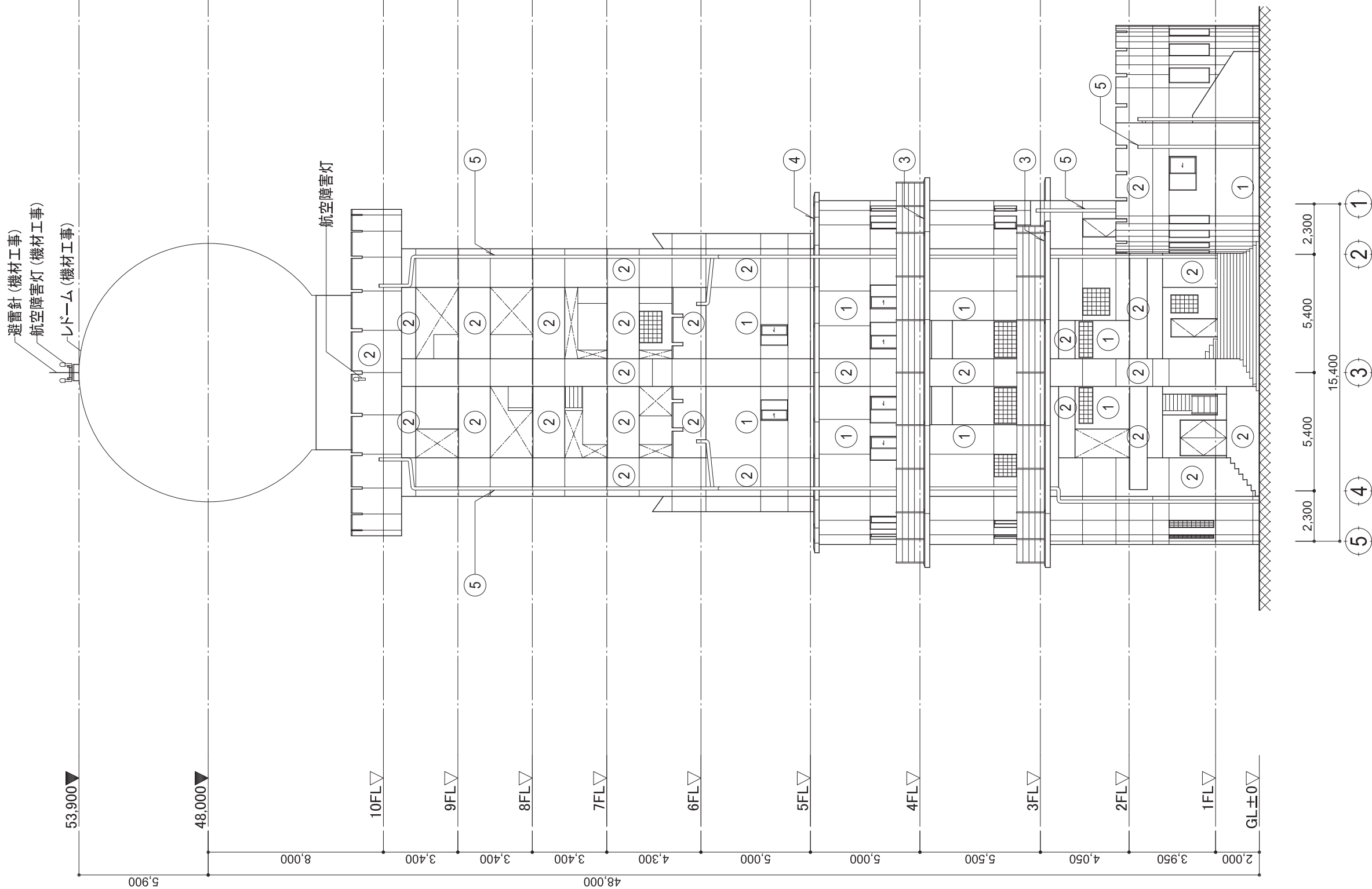
International Meteorological Consultant Inc.
Sankyo Meguro Bldg. 4F, 4-5-37, Kamboosaki, Shinagawa-ku, Tokyo, 141-0021 Japan
Tel, +81-3-6431-9559 Fax, +81-3-6431-9759

パキスタン・イスラム共和国
ムルタン気象レーダー整備計画

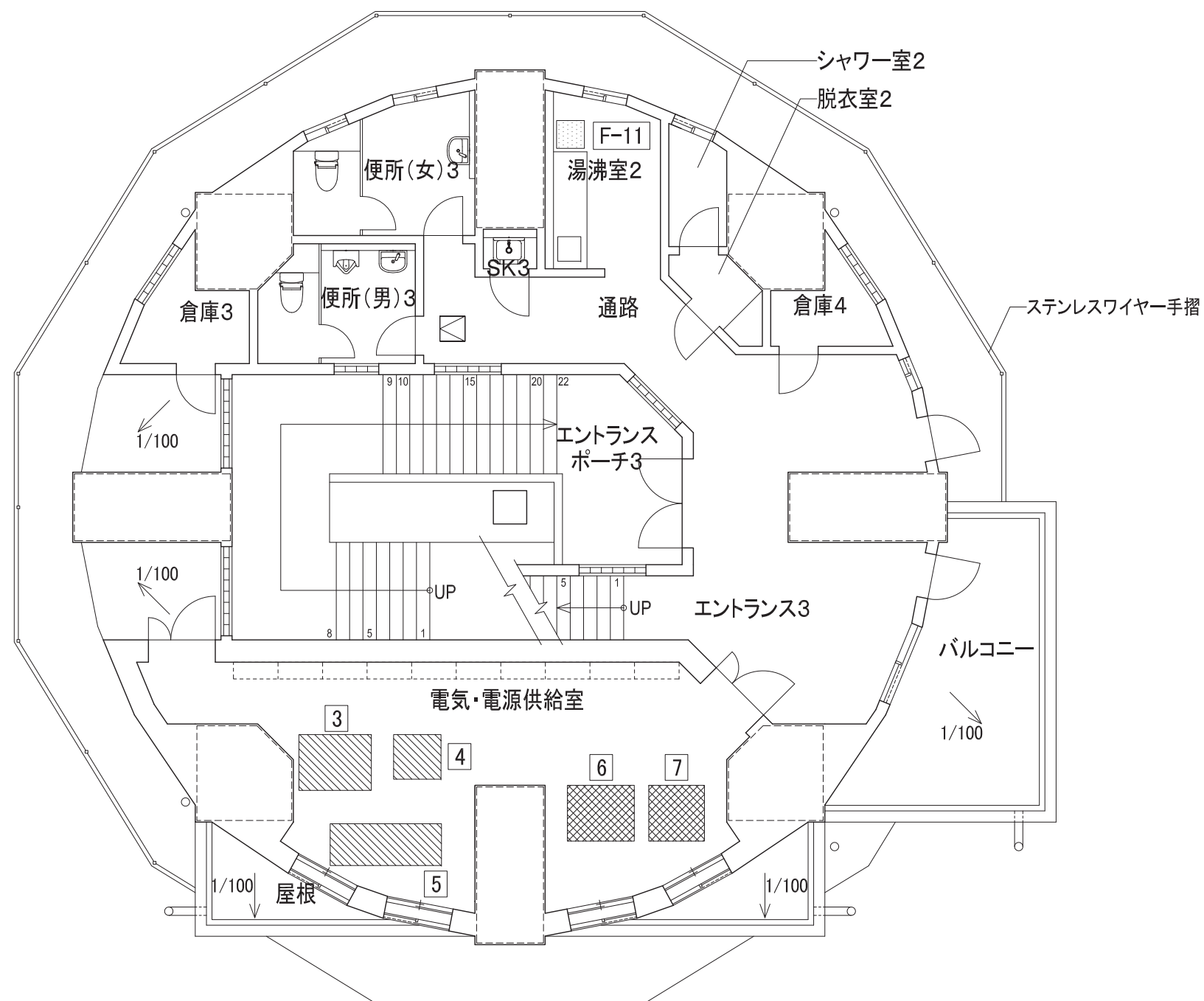
DRAWING TITLE
ムルタン気象レーダー塔施設
立面図3

SCALE
1:200

DRAWING No.
A - 12



西立面図



機器（機材工事）

- 3 自動電圧調整装置
- 4 耐雷トランス
- 5 パワーバックアップシステム

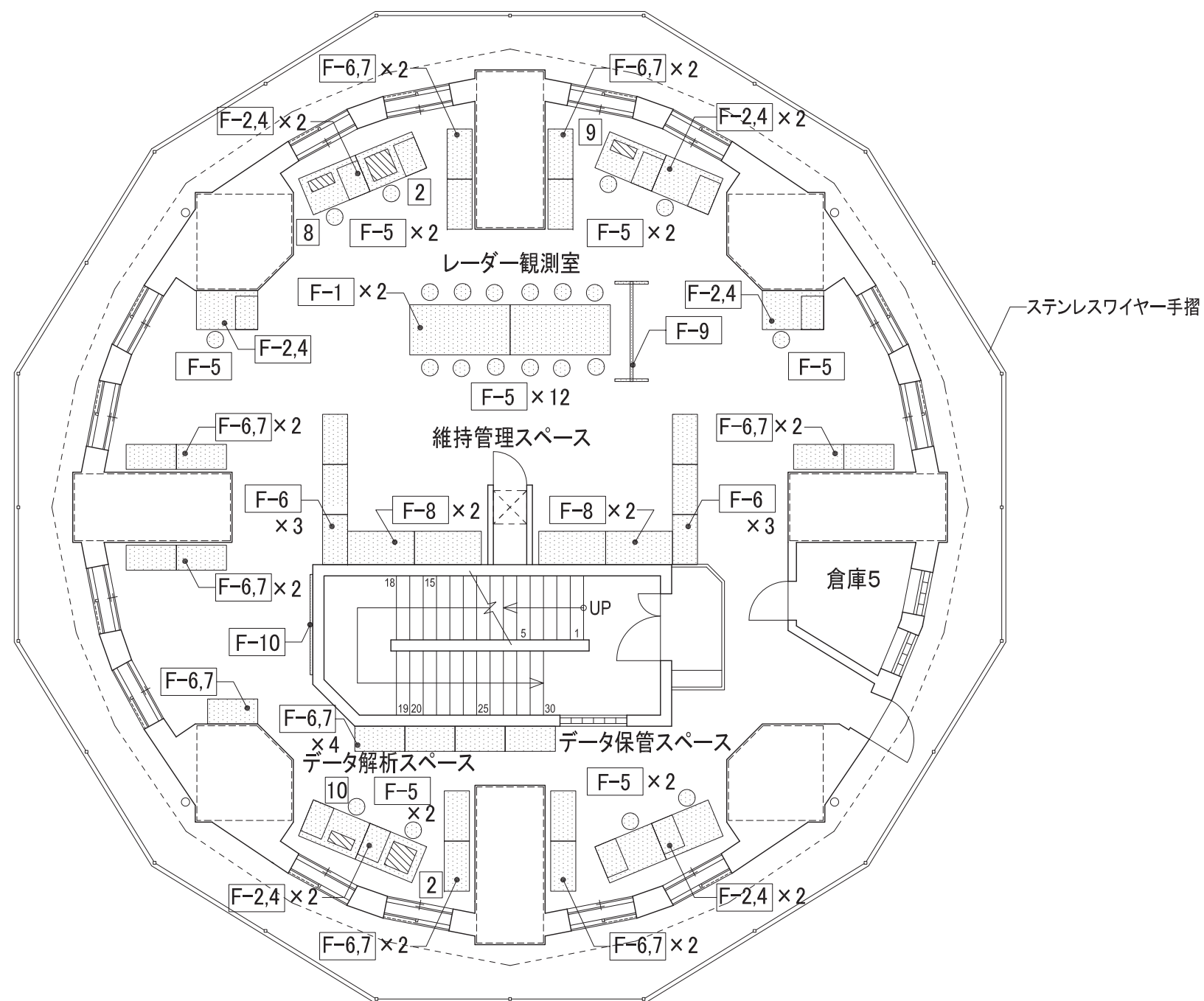
機器（建築工事）

- 6 自動電圧調整装置
- 7 耐雷トランス

家具（建築工事）

- F-11 給水器

3階平面図



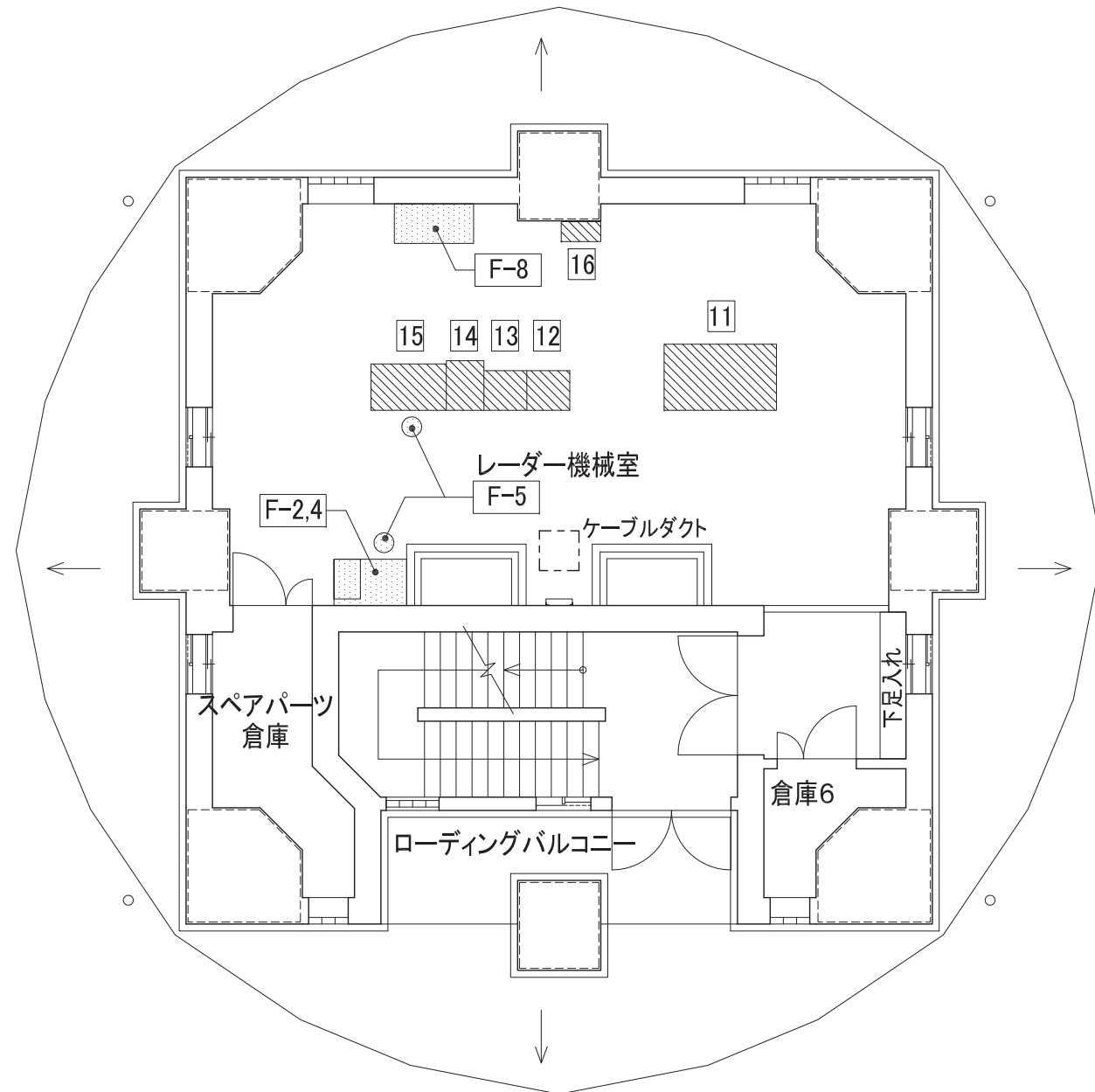
機器（機材工事）

- 2 カラープリンター
- 8 降水強度表示装置
- 9 ドップラー表示装置
- 10 データ解析装置

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

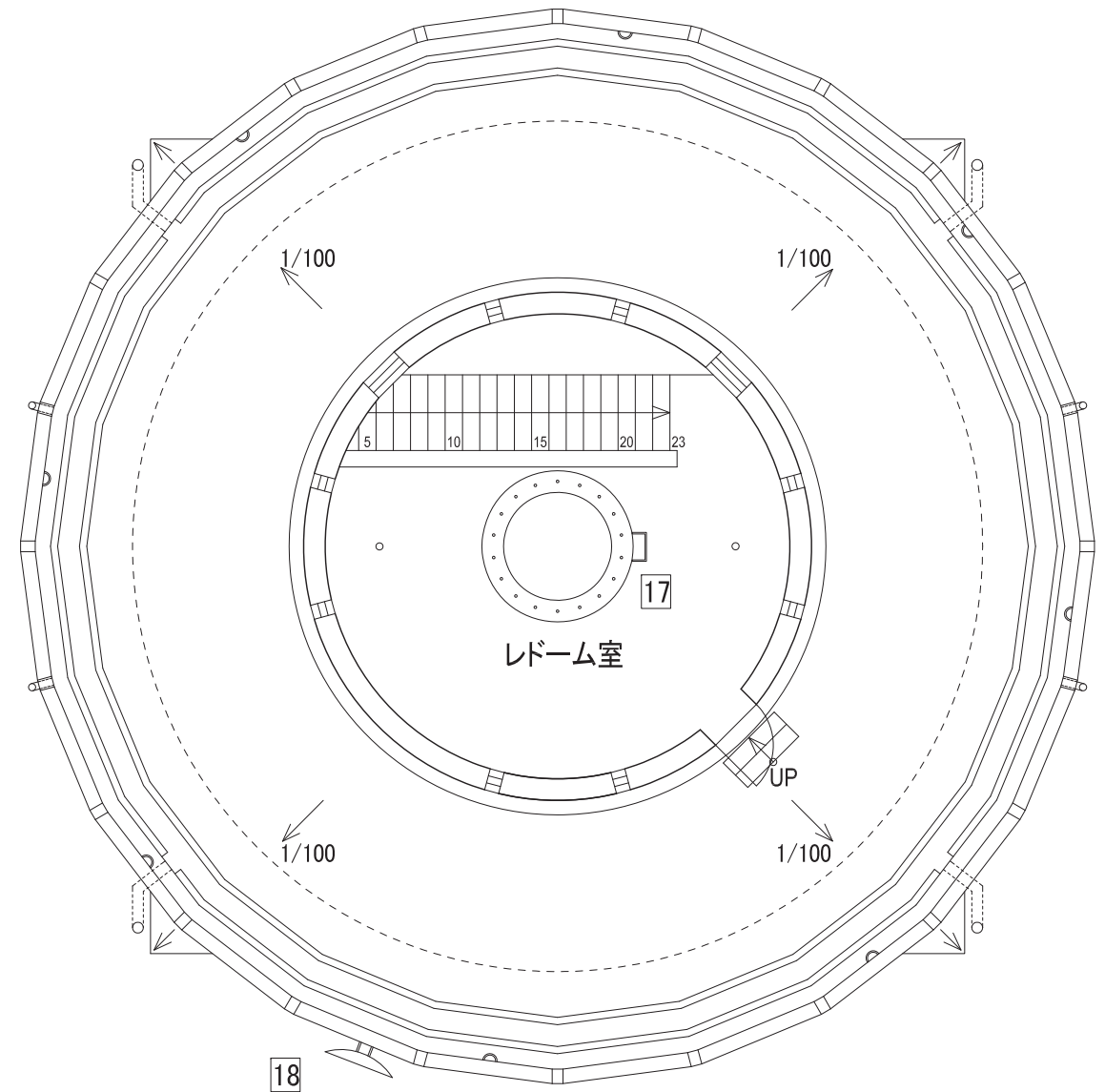
4階平面図



5階平面図

機器（機材工事）

- | | |
|---------------------|---------------|
| 11 送信装置 | 15 レーダー動作制御装置 |
| 12 空中線制御装置及び導波管加圧装置 | 16 レーダー電源切替盤 |
| 13 受信信号処理装置 | 17 空中線装置 |
| 14 データ・プロトコル変換装置 | 18 無線装置アンテナ |



6階平面図

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) |

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・据付及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。これに加え、コンサルタントは PMD が主催する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競争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施設に据付けられる。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、試験稼動時には、全システムに高い精度と機能を発揮させるため、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、据付け工事期間中及び据付け完了後に、派遣された技術者より、PMD 技術者への技術移転として、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51 プロジェクトの実施期間中及び完了後の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）に対する提供及びプロジェクト実施期間中及び瑕疵期間中に不具合が発生した機材及び/又は予備品を製造メーカーの工場にて修理/交換/再輸入するための手続き		●
4	PMD イスラマバード本局及び PMD ムルタン気象事務所において、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」国の陸揚げ港から各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、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に対して、被援助国で課される関税、内国税、その他の課税の免除		●
9	銀行口座の開設（銀行取極め）		●
10	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		●
11	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項目以外の全ての費用負担		●
安全対策項目			
12	安全に係る最大限の対応と、本プロジェクトの実施前及び実施期間中の各サイトにおける日本及び諸外国（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安全確保		●
13	現地警察によるムルタン計画サイト周辺の警備の手配		●

14	現地警察によるコンサルタント及びコントラクター要員の宿舍周辺の警備の手配		●
15	コンサルタント及びコントラクター要員の宿舍とムルタン計画サイト間の移動時の現地警察によるエスコート警備の手配		●
16	ムルタン計画サイト及び仮設施設用スペースを囲うためのコンクリート製セキュリティ境界壁建設（高さ 3m 及び 6m）＋有刺鉄線（車止めゲート＋スライド式主ゲート：幅 4m 及び裏ゲート：幅 4m を含む）	●	
17	工事期間中に使用する防犯カメラ及び夜間監視用照明の設置	●	
18	ムルタン計画サイト内の警備員（24 時間、3 交代制）の配置	●	
19	工事期間中の警備用機器（車下確認用ミラー、門型金属探知機及びハンディ型金属探知機）の調達	●	
20	コンサルタント及びコントラクター要員の非常時連絡用の衛星携帯電話及び Wi-Fi 用ポケットルーター	●	
気象レーダー塔施設建設			
21	建設工事前までに、ムルタン計画サイトの盛土、転圧、整地	●	
22	コンサルタント及び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、ムルタン計画サイトにおけるスペースの提供		●
23	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		●
24	建設工事前までに、ムルタン計画サイト内に気象レーダー塔施設に必要な、容量 150kVA 以上の商用電源（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）の確保		●
25	建設工事前までに、ムルタン計画サイト内に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（容量 150kVA 以上）の設置（400V、3 相 4 線、50Hz）		●
26	既設高圧電線の移設		●
27	ムルタン計画サイト内に気象レーダー塔施設に必要な電話設備の整備		●
28	建設作業のための仮設（電気）の提供		●
29	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	●	
30	気象レーダー塔施設用家具の調達・設置	●	
31	ガーデニング、敷地内外の外部照明等の屋外施設の整備		●
32	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	●	
33	適切な研修受講職員配置及び派遣費用負担（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			
35	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無償提供		●
36	ムルタン気象レーダーシステム、偏波機構試験装置及び気象データ通信システム（ムルタン気象レーダー観測所とムルタン国際空港内 PMD 気象事務所間）の周波数の取得		●
37	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 イスラマバード本局 国家気象予報センター、ムルタン国際空港内 PMD ムルタン気象事務所（予報室）及び PMD ラホール洪水予報部）		●

38	供給される機材（PC 端末及び周辺機器）への IP アドレスの提供及びネットワークを構築するために必要な既存機器の設定（ルーターの設定等）		●
39	供給される機材（PC 端末及び周辺機器）を設置するため、PMD イスラムバード本局 国家気象予報センター、ムルタン国際空港内 PMD ムルタン気象事務所（予報室）及び PMD ラホール洪水予報部での必要スペースの確保		●
40	ムルタン国際空港内 PMD ムルタン気象事務所（予報室）にエアコン設備（1 台）の設置		●
41	本プロジェクトの実施に必要な機材の調達・設置・調整	●	
42	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	●	
43	リライアビリティテスト、最終テスト、全システムの稼働開始	●	
44	調達機材の運用・維持管理及びレーダーデータ/プロダクト表示ソフトウェアに関する、請負業者による PMD に向けた初期運用研修	●	
45	レーダー画像に河川、湖沼、ダム、行政区域（地方、州、市、区、区等）を表示するために必要な地図データの作成/調達の支援		●
46	適切な研修受講職員配置及び派遣費用負担（日当、交通費、宿泊費等）		●
47	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			
48	機材の円滑な運用・維持管理に必要な職員（確固たる技術と気象レーダーの運用・維持管理に関する豊富な経験を有する責任者を含む）の配置		●
49	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及び PMD が希望するのであれば、機材メーカーとの維持管理契約の締結		●
50	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		●
51	本プロジェクトで建設された施設と調達機材の長期にわたる効果的利活用		●
52	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		●
53	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		●
54	データ保管のスケジュールに沿った、レーダー観測生データとレーダープロダクトの保管に必要な数と容量を有するディスクメディア、ハードディスク、ソリッドステートディスクの調達		●

上表の No. 16 及び No. 21 の負担項目は規模が大きく、土木建設工事に関する特殊技術知識や経験が必要となることから、気象組織である PMD による工事実施・監理は困難である。プロジェクト実施の遅延を防止するためにも、実施予算を日本国側負担経費に含めて、ムルタン気象レーダー塔施設建設工事の一部として本プロジェクトのコントラクター（施設建設工事会社）により実施する計画とした。盛土を適切に実施するには、以下の土木に関連する特殊な専門知識と豊富な経験が必要となる。

- ◆ 盛土材料の選定：盛土材料の性質を把握し、圧縮性が小さく盛土後の沈下や変形が少ないこと、トラフィカビリティ（施工現場の地面が建設機械の走行に耐えられるかどうかを表す度合）の確保、支持力確保の確認
- ◆ 盛土の材料調整：専門技術者による盛土材料の含水比調整または粒度調整の実施

- ◆ 敷きならし：盛土材料の運搬、敷きならし機械の選定、盛土敷きならし厚さの管理計画の策定
- ◆ 締固め：試験盛土を実施し、締固めに用いる施工機械や締固め回数などの施工方法の決定
- ◆ 品質管理：密度測定及び強度測定、締固めの品質管理の実施

■ ムルタン計画サイトの盛土、転圧、整地（上表の No. 21）

ムルタン気象レーダー観測所構築のための計画サイトは、前面道路よりも 3.5m 以上低くなっていることから、以下に示したように、約 15,900m³の盛土が必要となる。盛土は、コンクリート製セキュリティ境界壁建設後に実施される。

3,180m²（敷地面積）×3.5m（深さ）×1.2（積算上の割増率）=13,356m³

840m²（敷地面積）×2.5m（深さ）×1.2（積算上の割増率）=2,520m³

必要な盛土量：15,876m³

実施に必要な期間：1.5 ヶ月

■ コンクリート製セキュリティ境界壁建設＋有刺鉄線（上表の No. 16）

PMD を含め、ムルタン警察や JICA パキスタン事務所のセキュリティ担当者と協議を行った結果、プロジェクトの実施期間中の安全を確保するため、ムルタン気象レーダー観測所構築のための計画サイトを囲うためのコンクリート製セキュリティ境界壁建設（高さ 3m 及び 6m）＋有刺鉄線（車止めゲート＋スライド式主ゲート：幅 4m 及び裏ゲート：幅 4m を含む）が不可欠である。

コンクリート製セキュリティ境界壁建設高さ 3m：約 109m

コンクリート製セキュリティ境界壁建設高さ 6m：約 113m

実施に必要な期間：3.5 ヶ月

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 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を第一優先とする。
- ② 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。
- ③ 関係機関や担当者と密接に連絡をとる。
- ④ 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。

- ⑤ 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 建設工事に関する品質管理計画

ムルタンでは、日中は気温が 30 度を超える時も多々あることから、コンクリート温度が 30 度を超す暑中コンクリート対策や外気温が下がる夜間でのコンクリート打設作業が必要となる。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 52 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、民間の試験所に依頼する。
	鉄筋工事	鉄筋 配筋	鉄筋引張試験、ミルシート確認 配筋検査(寸法、位置) 工場製品の検査成績書確認	鉄筋引張強度試験は、民間の試験所に依頼する。
	杭工事	材料、支持力	支持力の確認	
仕上げ工事	屋根工事	出来映え・漏水	外観目視・散水検査	
	タイル工事	出来映え	外観目視検査	
	左官工事	出来映え	外観目視検査	
	建具工事	製品 取付精度	工場製品の検査成績書確認 外観・寸法検査	
	塗装工事	出来映え	外観目視検査	
	内装工事全般	製品・出来映え	外観目視検査	
電気工事	受変電設備工事	性能・動作・据付状況	工場製品の検査成績書確認 耐圧・メー・動作テスト・外観	
	配管工事	屈曲状況、支持間隔	外観・寸法検査	
	電線、ケーブル工事	シースの損傷 接続箇所への緩み	成績書確認、敷設前清掃 ボルト増締め後マスキング	
	避雷針工事	抵抗値、導体支持	抵抗測定・外観・寸法検査	
	照明工事	性能・動作・取付状況	成績書確認・照度テスト・外観	
機械設備工事	給水配管工事	支持間隔、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、日本製である。固体化電力増幅式2重偏波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、一般的に平均故障間隔 (Mean Time Between Failure: MTBF) : 約 50,000 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、長年にわた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。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。

「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等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、50kg の袋詰めで供給されている。コンクリート用の粗骨材及び細骨材はムルタン市内で調達でき、生コンクリート、鉄筋及び型枠に関しては、「パ」国内で調達可能である。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 53 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	◎		✓		
フローヒンジ	◎		✓		
普通ガラス	◎		✓		
ガラスブロック	◎		✓		
サイクロンガラス (合わせガラス)	◎		✓		
アクセスフロア (一般用)	◎		✓		
アクセスフロア (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	◎		✓		
ルーフトレイン	◎		✓		
スチール製堅樋 (溶融亜鉛メッキ)	◎		✓		
外構用コンクリート舗装ブロック	◎		✓		
吹付タイル塗装材	◎		✓		
コーキング	◎		✓		

注) ◎ 「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 54 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 55 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 30～40 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。必要書類を連邦歳入庁 (Federal Board of Revenue : FBR) 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 56 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	連邦歳入庁 （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 ・ 連邦歳入庁（FBR）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、ムルタン、イスラマバードの各サイトまで、最長で約 1,800km（4～5 日間）をコンテナトレーラーにて輸送する。道路の状態は悪くないものの、カラチからムルタンまでは、輸送途中の盗難等、危険性が高いことから、コンテナの状態のまま施錠し輸送する。また区間によっては、夜間走行を避ける等の対処が必要である。

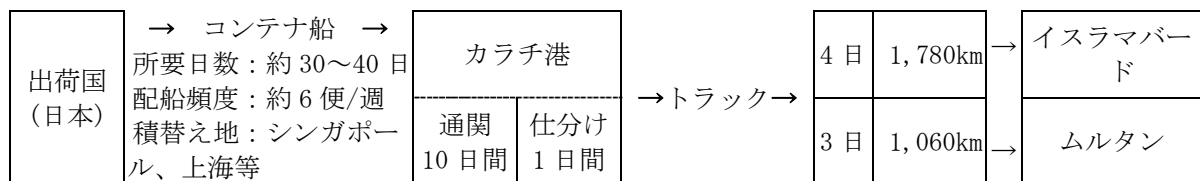


図 25 各サイトまでの輸送期間

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。

しかしながら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 57 初期操作指導・運用指導等実施場所

内容	ムルタン気象 レーダー観測所	PMD イスラマバード 本局 国家気象予 報センター	ムルタン国際空港内 PMD 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 2 重偏波気 象ドップラーレーダーシステム ●電源設備 ●空中線設備 ●レーダー装置 ●気象データ伝送設備 ●コンピューターネットワーク装置 ●パワーバックアップ設備 ●ソフトウェア	○	-	-	-
気象レーダー中央処理システム ●電源設備 ●コンピューターネットワーク装置 ●ソフトウェア	-	○	-	-
気象レーダーデータ表示システム ●電源設備 ●コンピューターネットワーク装置 ●ソフトウェア	○	○	○	○
気象データ通信システム ●電源設備 ●通信装置 ●コンピューターネットワーク設備 ●アプリケーションソフトウェア	○	-	○	-

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

PMD 技術職員はコンピューターを含むデジタル気象観測機材には習熟しているものの、本プロジェクトで導入予定の S バンド固体化電力増幅式 2 重偏波気象ドップラーレーダーシステムは、現状、世界の最新技術を駆使したシステムで、「パ」国では初めて整備されるものであるため、当該システムの運用維持管理の経験を有する技術職員が PMD にはいない。そのため、導入される気象レーダーシステムの運用維持管理を円滑に開始し、且つプロジェクト成果の持続性を確保ができるよう、本プロジェクト実施中において、ソフトコンポーネントを投入することが妥当であると判断した。

(2) ソフトコンポーネントの目標

PMD が、独自で S バンド固体化電力増幅式 2 重偏波気象ドップラーレーダーシステムの確実な運用ができるようになること。

(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 58 ソフトコンポーネントの成果

No.	活動（技術移転） 項目	成果	成果指標	成果達成度の 確認方法
1	S バンド固体化電力増幅式 2 重偏波気象ドップラーレーダーシステム点検、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 職員が気象レーダー機器のメンテナンス方法を習得する	点検、調整、軽微な故障の探究・処置・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システムの動作確認（観測状況）、c. 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）	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) 軽微な故障の探究・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、目視及びインタビューにより確認する
2	S バンド固体化電力増幅式 2 重偏波気象ドップラーレーダーシステム概要・保守管理マニュアル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（観測生データの取得方法及びデータテーブルの読み方を含む）	PMD 職員が気象レーダーの運用・管理方法を習得する	S バンド固体化電力増幅式 2 重偏波気象ドップラーレーダーシステム概要・保守管理マニュアル及び保守管理台帳を活用した、迅速且つ適切な運用・管理技術 観測生データの取得方法及びデータテーブルの読み方	S バンド固体化電力増幅式 2 重偏波気象ドップラーレーダーシステム概要・保守管理マニュアルの利用頻度、保守管理台帳の活用を記載内容及びインタビューにより確認する
3	気象レーダー基礎、データ品質管理概要及び降雨強度及びド	PMD 職員が気象レーダーを適切に操作できる	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、降雨強度及びドップラー速度観測	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、降雨強度及びドップラー速度

ア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及び観測		のシーケンス・スケジュールに従った気象レーダー観測	観測データにより確認する
--	--	---------------------------	--------------

(4) 成果達成度の確認方法

ソフトコンポーネントの成果達成度の確認方法は「表 58 ソフトコンポーネントの成果」に示した通りである。

(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: S バンド固体化電力増幅式 2 重偏波気象ドップラーレーダーシステムの点検、調整、軽微な故障の探究・処置・復旧技術を PMD 技術者が習得する	S バンド固体化電力増幅式 2 重偏波気象ドップラーレーダーシステムの調整・軽微な故障の探究・処置・復旧技術を有する技術者	PMD は、アナログ気象レーダーシステムの調整・故障探求の実施経験のみであるため、デジタル気象レーダーシステムの技術が必要	次表に示した通り	測定器類を用いた定期保守点検研修	気象レーダー調整・故障探求技術担当コンサルタント: 1.07 人月 (現地技術移転期間: 32 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
				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		予備品の実機への組入れ後の動作確認 (観測状況) 手順書
				故障状態を想定した故障探求・処置・復旧確認研修		故障探求・処置・復旧確認手順書
				重大な故障発生時の対応研修 実施手順書の作成		重大な故障発生時の対応手順書
成果 2: PMD 技術者が、S バンド固体化電力増幅式 2 重偏波気象ドップラーレーダーシステムのマニュアル概要及び保守管理台帳を活用した迅速且つ適切な運用・管理技術を習得す	気象レーダーの運用・管理を行える技術を有する技術者	PMD は、アナログ気象レーダーシステムの運用・管理を行った経験のみであるため、デジタル気象ドップラーレーダーシステムのマニュアル概要及び保守管理台帳に沿った運用・管理が必要 (観測生データの取得方法及びデータテーブルの読み方を含む)	次表に示した通り	PMD 技術者との技術ディスカッション	気象レーダー運用・管理技術担当コンサルタント: 1.17 人月 (現地技術移転期間: 35 日) 直接支援型	S バンド固体化電力増幅式 2 重偏波気象ドップラーレーダーシステム概要・保守管理マニュアル
				S バンド固体化電力増幅式 2 重偏波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		レーダーシステム保守管理台帳
				S バンド固体化電力増幅式 2 重偏波気象ドップラーレーダーシステム概要・保守管理マニュアルの作成		・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
				レーダーシステム保守管理台帳の作成		

る（観測生データの取得方法及びデータテーブルの読み方を含む）				PMD 技術者による S バンド固体化電力増幅式 2 重偏波気象ドップラーレーダーシステム概要・保守管理マニュアル及び保守管理台帳の使用 観測生データの取得方法及びデータテーブルの読み方		・復旧/トラブルシューティングを行ったエンジニアの氏名 ・観測生データの取得方法及びデータテーブルの読み方
成果 3：降雨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	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技術を有する技術者	既設アナログ気象レーダーシステムには CAPPI 機能が無かったことから、PMD は CAPPI による観測を実施した経験がないため、CAPPI による降雨強度及びドップラー速度観測のシーケンス・スケジュール作成に関する技術が必要	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（気象レーダー基礎、データ品質管理概要） S バンド固体化電力増幅式 2 重偏波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のブラインドエリアの特定 各アンテナ仰角時のブラインドエリア図の作成 降雨強度及びドップラー速度観測の一般的なシーケンス・スケジュールの作成 降雨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：1.17 人月（現地技術移転期間：35 日） 直接支援型	降雨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

各成果のターゲットグループを以下の表に示す。

表 60 各成果のターゲットグループ

成果 1、2 及び 3 のターゲットグループ				成果 3 ターゲットグループ	
イスラマバード	人数	ムルタン	人数	イスラマバード	人数
主任技師職員	1	主任技師職員	0	気象予報センター職員	15
電子技師職員	1	電子技師職員	2		
電子技師補	1	電子技師補	1	ムルタン	人数
技師補助職員	4	技師補助職員	2	気象職員(気象補助員を含む)	6
機械工職員	6	機械工職員	0		

(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である。

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
S バンド固体化電力増幅式 2 重偏波気象ドップラーレーダーシステムの 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
S バンド固体化電力増幅式 2 重偏波気象ドップラーレーダーシステム概要・保守管理マニュアル			30
S バンド固体化電力増幅式 2 重偏波気象ドップラーレーダーシステム保守管理台帳			10
降雨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			15
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	● 活動計画と実績 ● 計画した成果と成果の達成度 ● 成果の達成度に影響を与えた要因 ● 効果の持続・発展のための今後の課題・提言等 ● 成果品一式	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	8
実施設計	計：8.0ヶ月							
詳細設計								
入札業務								

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
ムルタン気象レーダー観測所																															
建設工事	計：23.5ヶ月																														
工事準備・外研・盛土																															
仮設・杭・基礎工事																															
躯体工事																															
仕上工事																															
電気・空調・衛生設備工事																															
機材工事	計：17.3ヶ月																														
機材製作																															
機材輸送																															
機材据付／調整																															
PMDイスラマバード本局 国家気象予報センター																															
機材調達・据付工事	計：13.3ヶ月																														
機材製作																															
機材輸送																															
機材据付／調整																															
ムルタン国際空港内PMD気象事務所																															
機材調達・据付工事	計：13.3ヶ月																														
機材製作																															
機材輸送																															
機材据付／調整																															
PMDラホール洪水予報部																															
機材調達・据付工事	計：13.3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 プロジェクトの実施期間中及び完了後の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）に対する提供及びプロジェクト実施期間中及び瑕疵期間中に不具合が発生した機材及び/又は予備品を製造メーカーの工場にて修理/交換/再輸入するための手続き
4	PMD イスラマバード本局及び PMD ムルタン気象事務所において、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	「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、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に対して、被援助国で課される関税、内国税、その他の課税の免除
7	銀行口座の開設（銀行取極め）
8	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
9	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項目以外の全ての費用負担
安全対策項目	
10	安全に係る最大限の対応と、本プロジェクトの実施前及び実施期間中の各サイトにおける日本及び諸外国（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安全確保
11	現地警察によるムルタン計画サイト周辺の警備の手配
12	現地警察によるコンサルタント及びコントラクター要員の宿舍周辺の警備の手配
13	コンサルタント及びコントラクター要員の宿舍とムルタン計画サイト間の移動時の現地警察によるエスコート警備の手配
気象レーダー塔施設建設	
14	コンサルタント及び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、ムルタン計画サイトにおけるスペースの提供
15	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
16	建設工事前までに、ムルタン計画サイト内に気象レーダー塔施設に必要な、容量 150kVA 以上の商用電源（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）の確保
17	建設工事前までに、ムルタン計画サイト内に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（容量 150kVA 以上）の設置（400V、3 相 4 線、50Hz）
18	既設高圧電線の移設
19	ムルタン計画サイト内に気象レーダー塔施設に必要な電話設備の整備
20	建設作業のための仮設（電気）の提供
21	ガーデニング、敷地内外の外部照明等の屋外施設の整備
22	適切な研修受講職員配置及び派遣費用負担（日当、交通費、宿泊費等）
機材の設置作業	
23	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無償提供
24	ムルタン気象レーダーシステム、偏波機構試験装置及び気象データ通信システム（ムルタン気象レーダー観測所とムルタン国際空港内 PMD 気象事務所間）の周波数の取得

25	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イスラマバード本局 国家気象予報センター、ムルタン国際空港内PMDムルタン気象事務所（予報室）及びPMDラホール洪水予報部）
26	供給される機材（PC 端末及び周辺機器）への IP アドレスの提供及びネットワークを構築するために必要な既存機器の設定（ルーターの設定等）
27	供給される機材（PC 端末及び周辺機器）を設置するため、PMD イスラマバード本局 国家気象予報センター、ムルタン国際空港内 PMD ムルタン気象事務所（予報室）及び PMD ラホール洪水予報部での必要スペースの確保
28	ムルタン国際空港内 PMD ムルタン気象事務所（予報室）にエアコン設備（1 台）の設置
29	レーダー画像に河川、湖沼、ダム、行政区域（地方、州、市、区、区等）を表示するために必要な地図データの作成/調達の支援
30	適切な研修受講職員配置及び派遣費用負担（日当、交通費、宿泊費等）
本プロジェクト完了後	
31	機材の円滑な運用・維持管理に必要な職員（確固たる技術と気象レーダーの運用・維持管理に関する豊富な経験を有する責任者を含む）の配置
32	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及び PMD が希望するのであれば、機材メーカーとの維持管理契約の締結
33	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
34	本プロジェクトで建設された施設と調達機材の長期にわたる効果的利活用
35	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
36	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
37	データ保管のスケジュールに沿った、レーダー観測生データとレーダープロダクトの保管に必要な適切な数と容量を有するディスクメディア、ハードディスク、ソリッドステートディスクの調達

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

PMD は、本プロジェクト完工後の気象レーダーシステムの運用は、少なくともモンスーン期の間は、24 時間無停止の運用を実施する計画である。

2) ムルタン気象レーダー観測所の人員配置計画

ムルタン国際空港内にあるムルタン気象事務所では、現在、50 名の職員が 4 シフト体制で勤務をしているが、PMD は、本プロジェクト完了後にムルタン気象レーダー観測所を地域気象センターとする計画を有していることから、最終的には以下の図に示した 31 名の人員を、現在の 50 名の職員に加えてムルタンへ配置する計画である。

表 64 ムルタン気象レーダー観測所の職員配置計画

番号	役職名	職員数
1	統括気象職員 (Principal Meteorologist)	1
2	上級気象職員 (Senior Meteorologist)	1
3	気象職員 (Meteorologist)	1
4	電子技師職員 (Electronic Engineer)	2
5	気象職員補佐 (Assistant Meteorologist)	2
6	電子技師補佐 (Assistant Electronic Engineer)	1
7	電気技術員 (Sub-Engineer Electrical)	3
8	機械技術員 (Sub-Engineer Mechanical)	1
9	気象補助員 Meteorological Assistant	2
10	計算機データ入力職員 (Computer Data Entry Operator)	1
11	上級観測員 (Senior Observer)	4
12	運転手 (Driver)	1
13	雑役員 (Peon)	2
14	セキュリティ職員 (Security Guard)	5
15	庭師 (Gardener)	2
16	掃除員 (Sweeper)	2
合計		31

出典:PMD

表 65 ムルタン気象レーダー観測所の予定勤務体制

		午前シフト	午後シフト	夜勤	1日の稼働職員数
通常	勤務時間	08:00～14:00	14:00～20:00	20:00～08:00	13
	勤務職員数	7	3	3	
モンスーン期 (7～9月)	勤務時間	08:00～14:00	14:30～20:00	20:30～08:00	13
	勤務職員数	7	3	3	
緊急時 ^(*)		気象現象の勢力による			

^(*)危険な気象現象が発生した場合

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、以下のことを重点的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

気象レーダー塔施設の運用維持管理においては、①日常清掃の実施（便所を含む）、②磨耗・破

損・老朽化に対する修繕、③安全性と防犯を目的とする警備、の 3 点が中心となる。日常清掃の励行は、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・故障の早期発見と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。

気象レーダー塔施設定期点検の概要は、一般的に以下の通りである。

表 66 施設定期点検の概要

	各部の点検内容	点検回数
外部	・外壁の補修・コーキング・塗替え ・屋根の点検、補修 ・樋・ドレイン廻りの定期的清掃 ・外部建具廻りのシール点検・補修 ・マンホール等の定期的点検と清掃	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	・内装の変更 ・間仕切り壁の補修・塗り替え ・建具の締まり具合調整	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等の補修に至る前の、日常の「予防的メンテナンス」が重要である。設備機器の寿命は、運転開始時間の長さに加えて、正常操作と日常的な点検・給油・調整・清掃等により、確実に延びるものである。これらの日常点検により、故障の発生を未然に防止することができる。定期点検では、維持管理マニュアルに従って、消耗部品の交換やフィルターの洗浄を行う。

更に維持管理要員による日常的な保守点検を励行する等の維持管理体制作りが肝要である。主要機器の一般的耐用年数については次の通りである。

表 67 設備機器の耐用年数

設備	設備機器の種別	耐用年数
電気	・配電盤 ・LED 灯	20～30 年 20,000～60,000 時間
給排水	・配管・バルブ類 ・衛生陶器	15 年 25～30 年
空調	・配管類 ・空調機・排気ファン類	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、以下のように見積もられる。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 23 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	7,000,000
2	ガーデニング、敷地内外の外部照明、樹木の移設等の屋外施設の整備	1,000,000
3	建設工事前までに、ムルタン計画サイト内に気象レーダー塔施設に必要な、容量 150kVA 以上の商用電源（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）の確保	2,500,000
4	建設工事前までに、ムルタン計画サイト内に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（容量 150kVA 以上）の設置（400V、3 相 4 線、50Hz）	4,000,000
5	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（ムルタン計画サイト、PMD イスラマバード本局 国家気象予報センター、ムルタン国際空港内 PMD ムルタン気象事務所（ブリーフィング室）、及び PMD ラホール洪水予報部）	1,000,000
6	適切な研修受講職員配置及び派遣費用負担（日当、交通費、宿泊費等）	1,000,000
7	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	1,500,000
8	既設高圧電線の移設	1,000,000
9	ムルタン国際空港内 PMD ムルタン気象事務所（予報室）にエアコン設備（1 台）の設置	300,000
合計		19,300,000

3) 積算条件

- ① 積算時点 : 2017 年 8 月
- ② 為替交換レート : 1 US ドル = 112.83 円
: 1 PKR = 1.221 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 22 百万円

表 69 「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

番号	費目	初度経費 (ルピー)
1	電気代	3,000,000
2	31 名の職員の給料	8,000,000
3	電話、FAX、専用回線、インターネット使用料等	2,000,000
4	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	2,500,000
5	消耗品及び事務用品購入費等	300,000
6	図書及び雑誌購入費	50,000
7	予備費	200,000
8	ディーゼル発電機及び車輛等の燃料費	2,000,000
合計		18,050,000

これは目安ではあるが、将来的な機材（気象レーダーシステム）の更新に関しては、適切な運用維持管理が PMD により実施された場合には、プロジェクト完了後 15 年から 20 年を目途に検討すべきである。

(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-I 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-IV 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ことを計画している。また PMD の監督官庁である内閣府航空部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70 PMDの年間予算推移

会計年度	予算（1,000ルピー）	前年度比（%）
2008-09	394,991	-
2009-10	417,880	105.8
2010-11	451,327	108.0
2011-12	578,825	128.2
2012-13	680,347	117.5
2013-14	797,220	117.2
2014-15	874,369	109.7
2015-16	969,000	110.8
2016-17	1,027,937	106.1
2017-18	1,079,287	105.7

プロジェクト実施・開発費は、PC-I 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

プロジェクト実施のために、「パ」国で必要な各種手続きは以下の通りである。

表71 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）	ムルタン電力供給会社 (MEPCO)	1ヶ月	- 申請書：1セット - 建設候補地を示す地図：1セット - 割当通知状：1セット	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）	周波数割当委員会 (FAB)	2ヶ月	- 申請書：14セット - 同意書：14セット - 機材の詳細技術文書：14セット - アンテナパターン：14セット - 送信機用スペクトル表：14セット - ネットワーク図／配置図：14セット	
建設許可	ムルタン市役所	1ヶ月	以下の図面及び文書を添付した申請書 - 建築図面：20セット - 構造図面：20セット - 電気図面：20セット - 空調・換気図面：20セット - 衛生図面：20セット - 構造計算書：20セット - 民間航空局発行による建物高さ許可の写し：20セット	
建物高さ許可	民間航空局カラチ本局	1ヶ月	- 申請書：1セット - 建設候補地を示す地図：1セット - パキスタン測量局発行による WGS84測量地図：1セット	

<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時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。免税される条件として、領収書の宛先がメインコントラクター一名であることが不可欠である。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。

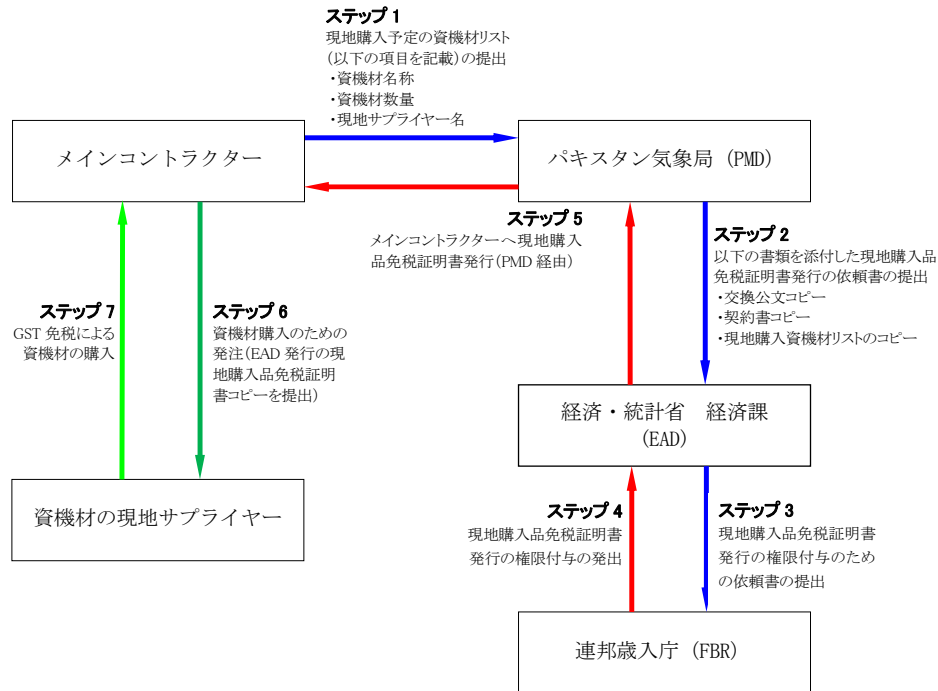


図 26 「パ」国内において購入する資機材の一般売上税免税のための手続き

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ない。
- 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) 本案件の推定裨益人口

本計画は、PMD の気象観測及び大雨予警報作成能力を向上し、災害を軽減することが目的である。「パ」国において最も甚大な被害をもたらす洪水による被災者及び被害総額は計り知れず、「パ」国全体の経済発展の大きな障害となっている。「パ」国の人口の約 53%が集中しているパンジャブ州のほぼ中央に位置するムルタンに気象レーダーシステムを整備して、「パ」国に大雨をもたらす気象現象を的確に観測することにより、PMD の予警報の精度向上が加速し、「パ」国の自然災害（主に洪水）による被害軽減に PMD が大きく貢献することが可能となる。従って、本計画の直接・間接裨益人口は、「パ」国全人口の 2.07 億人（パキスタン統計局 2017 年人口調査データ：Pakistan Bureau of Statistics, 2017 Census）であるとする。「パ」国の人口増加率は、年平均 2.4%であり、2050 年にはインド、中国、米国に次ぐ世界第 4 位の人口を抱える国になると予想され、被災する者が増大することが懸念される。以下に、「パ」国の全人口を「パ」国の行政区ごとに示した。

表 72 「パ」国の行政区分と人口

No.	州名	州都	人口(2017 年)
1	バローチスタン州	クエッタ	12,344,408
2	カイバル・パクトウンクワ州	ペシャール	30,523,371
3	パンジャブ州	ラホール	110,012,442
4	シンド州	カラチ	47,886,051
5	イスラマバード首都圏	イスラマバード	2,006,572
6	連邦直轄部族地域	ペシャール	5,001,676
7	アザド・カシミール	ムザファラバード	-
8	ギルギット・バルティスタン州	ギルギット	-
合計			207,774,520



出典：パキスタン統計局 2017 年人口調査データ

(2) 本プロジェクトの目標

本プロジェクトは、パンジャブ州のムルタンに S バンド固体化電力増幅式 2 重偏波気象ドップラーレーダーシステムを整備し、加えて気象レーダー中央処理システム、気象レーダーデータ表示システム及び気象データ通信システムを投入するとともに、人材育成を実施して、災害を引き起こす気象現象の監視能力を強化させることにより、「パ」国の気象・洪水情報や予警報の精度が向上され、自然災害による被害の軽減に寄与することを目標とする。そして、自然災害によってもたらされる人的損失や経済成長衰退の軽減を通じて、「パ」国民にとって最低限必要な安全の確保や人々の生活向上に対して効果的に貢献するものである。

(3) 「パ」国の開発計画

「パ」国の気象業務の強化と近代化は、気象現象による負の影響を緩和し、人々の安全な営みを確保するための喫緊の課題であり、また国の持続可能な開発に大きく貢献するものとの考えから、PMD は、「パ」国の長期国家開発方針である「ビジョン 2025」及び「国家防災計画(NDMP)」で言及されている政府目標の達成に貢献するために、2016 年に 10 年開発計画を策定した。

「ビジョン 2025」は、国が一丸となって取り組むべく国家開発方針であり、「パ」国計画開発省により 2014 年 8 月に発表された。「ビジョン 2025」では、2025 年までに上位中間層国(upper middle income countries) 入りすることを宣言し、25 の数値目標を掲げている。数値目標には、現在 1,299US ドルである一人当たり国民所得を 4,200US ドルにまで増やすこと、国民の貧困者比率を現在の 49%から 20%にまで減らすこと等が含まれている。加えて超長期的目標として独立 100 周年を迎える 2047 年までに GDP 総額で見て世界のトップ 10 の経済国家になるという宣言文も盛り込まれている。

我が国の「パ」国の防災対策支援の大きな成果の 1 つでもある「国家防災計画(NDMP)」は、「パ」国の防災セクターの強化と近代化の指針であり、各援助機関の防災対策分野での支援の柱ともなっている。

国連 ESCAP・UNISDR の「Reducing Vulnerability and Exposure to Disasters」では、2004-2010 年に発生した「パ」国におけるたび重なる災害は、2011 年時点で災害が全くなかった場合と比較して、「パ」国の GDP を 200 億 US ドル押し下げたとの報告もあり、このような報告に鑑みれば、持続性のある国の発展のためには、防災を促進することの意義は非常に高いものと考えられる。

PMD が策定した 10 年開発計画の最初の章である第 1 章において、最優先実施項目の 1 つとして気象レーダーによる観測網整備の実施を挙げており、更に、2017 年 5 月に「パ」国政府により承認された国家洪水保護計画 IV : 10 年計画 (National Flood Protection Plan-IV: Ten Year Plan) の最初の 5 年間に PMD の既設気象レーダー観測網及び洪水予警報の拡充の実施が挙げられている。以上のことから、

本プロジェクトは、「パ」国の国家開発計画及び防災計画に合致するものである。

(4) 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間関係を築いており、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. 国境地域等の安定・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、我が国の援助方針に合致する。

4-4-2 有効性

(1) 定量的効果

表 73 成果指標案

指標名	基準値 (2017 年実績値)	目標値 (2025 年) 【事業完成 3 年後】
危険な気象現象の監視能力の向上	「パ」国の 143 ヶ所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 74.6km メッシュ、1 時間間隔	・ 気 象 レー ダー サイト から 半 径 300-400km 内において雨量データの空間分解能及び観測間隔：1km メッシュ、10 分間隔 ・ 気象レーダーサイトから半径 200km 内において風向風速値の空間分解能及び観測間隔：1km メッシュ、10 分間隔
	積乱雲の発達に伴う雷雨や大雨の発生が確認できる気象衛星データ：30 分間隔	気象レーダーの観測範囲において、積乱雲の発達に伴う雷雨やモンスーンがもたらす悪天候の雨雲が気象レーダー観測範囲内に入った場合、降雨強度・風速・位置・経路の観測間隔：10 分間隔
大雨監視能力の向上	地上気象観測（自動気象観測システム）に限定される：1 時間間隔	気象レーダーの観測範囲においては、降雨強度、降雨域の発達、移動が 10 分間隔で把握できる

(2) 定性的効果

- ① 従前の航空気象観測に加え、空港周辺の気象擾乱を適切に把握し、ムルタン国際空港へ情報を提供できるようになる。
- ② 災害対策関係政府機関やマスメディアへ、1 時間に 50mm を超える雨量と 3 時間に 75mm を超える雨量があった地域及び雨雲の進行方向に位置する地域に対する大雨情報/注意報/警報が発表される。
- ③ 災害対策関係機関 (NDMA、州防災庁 (Province Disaster Management Authority: PDMA) 及び地方政府機関) 及びマスメディアに対し、気象レーダー探知範囲内における積乱雲の発達に伴う雷雨や災害をもたらす可能性のある降雨域やその移動方向を毎時提供できるようになる。
- ④ 気象レーダー観測により二次災害の防止及び救助活動中の安全確保が可能となる。
- ⑤ 運輸交通、観光や農業等の産業に従事する利用者に対する PMD による正確な気象情報の提供により、災害軽減策の実施が促進される。

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を総合的に検討した結果、本プロジェクトの妥当性は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。

資 料

資料 1. 調査団員・氏名

<現地調査>

氏 名	担 当	所 属・役 職
植木 雅浩	総 括	(独) 国際協力機構 地球環境部 防災グループ 防災第一チーム 課長
赤津 邦夫	国際気象	(独) 国際協力機構 国際協力専門員
稲岡 美紀	協力計画	(独) 国際協力機構 地球環境部 防災グループ 防災第一チーム 主任調査役
内田 善久	業務主任/気象レーダー計画/運営維持管理	(株) 国際気象コンサルタント
遠藤 肇秀	通信機器計画/機材計画	(株) 国際気象コンサルタント
猪又 裕之	レーダー塔建築設計	(株) 国際気象コンサルタント
森 健二	施工計画/自然条件調査	(株) 国際気象コンサルタント
Felipe Asane Sarigumba	調達計画/積算	(株) 国際気象コンサルタント

<準備調査報告書(案)現地説明>

氏 名	担 当	所 属・役 職
稲岡 美紀	協力計画	(独) 国際協力機構 地球環境部 防災グループ 防災第一チーム 主任調査役
内田 善久	業務主任/気象レーダー計画/運営維持管理	(株) 国際気象コンサルタント
森 健二	施工計画/自然条件調査	(株) 国際気象コンサルタント

資料 2. 調査行程

(1) 現地調査

調査日程			官団員			コンサルタント団員				
			植木 雅浩 総括	赤津 邦夫 国際気象	稲岡 美紀 協力計画	内田 善久 業務主任／気象レーダー計画／ 運営維持管理	遠藤 肇秀 通信機器計画／機材計画	猪又 裕之 レーダー塔建築設計	森 健二 施工計画／自然条件調査	Felipe Asano SARIGUMBA 調達計画／積算
2017年			JICA地球環境部 防災グループ 防災第一チーム 課長	JICA国際協力専門員	JICA地球環境部 防災グループ 防災第一チーム 主任調査役					
1	7月8日	土							東京→イスラマバード	
2	7月9日	日							資料収集、調査準備	
3	7月10日	月							PMD本局との協議、調査必要機材購入、 自然条件調査見知り依頼のため現地業者と協議	
4	7月11日	火							自然条件調査見知り依頼のため現地業者と協議	
5	7月12日	水							PMD本局との協議、調査必要機材購入	
6	7月13日	木							PMD本局との協議、PMDムルタン気象事務所への機材陸送手配	
7	7月14日	金							PMD本局との協議、 建築材料単価調査、資料収集	
8	7月15日	土				東京→イスラマバード			資料収集、内部打合せ	
9	7月16日	日				資料収集、内部打合せ			資料収集、内部打合せ	
10	7月17日	月				PMD本局との協議			PMD本局との協議、 建築材料単価調査、資料収集	
11	7月18日	火				PMD本局との協議 自然条件調査現地業者との契約署名			PMD本局との協議、 建築材料単価調査、資料収集	
12	7月19日	水				PMD本局及びJICA安全担当者との協議 イスラマバード→コロンボ			PMD本局及びJICA安全担当者との協議	
13	7月20日	木							PMD本局との協議 パキスタン国立銀行との協議	
14	7月21日	金							イスラマバード→ラホール ラホール洪水予報局及びムルタン市役所との協議	
15	7月22日	土							ラホール→ムルタン ムルタン国際空港、PMDムルタン気象事務所及びムルタンのサイト及び電源品質調査	
16	7月23日	日							ムルタンのサイト及び電源品質調査 自然条件調査現地業者との打ち合わせ ムルタン→イスラマバード	
17	7月24日	月							PMD本局との協議	
18	7月25日	火							イスラマバード→カラチ 民間航空局(CAA)との協議(カラチ) カラチ→イスラマバード	
19	7月26日	水	東京→イスラマバード	コロンボードバイ	東京→イスラマバード	コロンボードバイ			PMD本局との協議	
20	7月27日	木	JICAパキスタン事務所との協議、PMD本局・内閣府航空部・国家防災管理庁・経済統計省経済課、在パキスタン日本大使館への表敬訪問	ドバイ→イスラマバード 経済統計省経済課・日本国大使館へ表敬訪問	JICAパキスタン事務所との協議、PMD本局・内閣府航空部・国家防災管理庁・経済統計省経済課、日本国大使館へ表敬訪問	ドバイ→イスラマバード JICAパキスタン事務所との協議、PMD本局・内閣府航空部・国家防災管理庁・経済統計省経済課、日本国大使館へ表敬訪問		JICAパキスタン事務所との協議、PMD本局・経済統計省経済課・日本国大使館へ表敬訪問		
21	7月28日	金	連邦洪水委員会へ表敬訪問、PMD本局との協議 イスラマバード→ムルタン						PMD本局との協議 イスラマバード→ムルタン	
22	7月29日	土	ムルタン気象レーダー観測所予定地、ムルタン国際空港、PMDムルタン気象事務所のサイト調査 ムルタン地方警察事務所との協議 ムルタン→イスラマバード						ムルタン気象レーダー観測所予定地、ムルタン国際空港、PMDムルタン気象事務所のサイト調査、ムルタン地方警察事務所との協議、ムルタン→イスラマバード	
23	7月30日	日	資料収集、内部打合せ						資料収集、内部打合せ	

資料 2. 調査行程

24	7月31日	月	PMD本局との協議、ミニッツ内容確認、 内部打合せ			東京→イスラマバード			PMD本局との協議、ミニッツ内容確認、 内部打合せ					
25	8月1日	火	PMD本局との協議、ミニッツ内容確認			PMD本局との協議、インターネット接続会 社からの情報収集		PMD本局との協議、PMD本局の調査、資 料収集		PMD本局との協議、ミニッツ内容確認				
26	8月2日	水	JICAパキスタン事務所への報告、ミニッツ署名、在パキスタン日本大使館への報告			PMD本局との協議、インターネット接続会 社からの情報収集		PMD本局との協議、 イスラマバード→ムルタン						
27	8月3日	木				PMD本局との協議、 イスラマバード→ムルタン			ムルタン市役所との協議、ムルタンのサイト調査、資料収集、 自然条件調査フォローアップ					
28	8月4日	金				ムルタン国際空港・PMDムルタン気象事務所及びムルタンプロジェクトサイトの調 査、資料収集			ムルタン開発庁との協議、ムルタンのサイト調査、資料収集、 自然条件調査フォローアップ					
29	8月5日	土				ムルタン国際空港、PMDムルタン気象事務所のサイト調査、 ムルタン→イスラマバード								
30	8月6日	日				資料収集、内部打合せ						マニラ→イスラマバード		
31	8月7日	月				PMD本局との協議 資料収集			建築材料単価調査、資料収集		PMD本局との協議 資料収集		PMD本局との協議 資料収集	
32	8月8日	火				PMD本局との協議 周波数割当委員会との協議			建築材料単価調査、資料収集		PMD本局との協議 資料収集		建築材料単価調査、資料収集	
33	8月9日	水				イスラマバード→ラホール パンジャブ州環境保護局との協議 ラホール洪水予報局との協議		PMD本局との協議 資料収集			イスラマバード→ラホール パンジャブ州環境保護局との協議 ラホール洪水予報局との協議		PMD本局との協議 資料収集	
34	8月10日	木				ラホール→シアルコット、シアルコット気象 レーダー塔の視察、シアルコット→マン グラ、マングラ気象レーダー塔の視察、マン グラ→イスラマバード		PMD本局との協議 資料収集			ラホール→シアルコット、シアルコット気象 レーダー塔の視察、シアルコット→マン グラ、マングラ気象レーダー塔の視察、マン グラ→イスラマバード			PMD本局との協議 資料収集
35	8月11日	金				PMD本局との協議 資料収集		PMD本局との協議 資料収集		建築材料単価調査、資料収集		PMD本局との協議 資料収集		建築材料単価調査、資料収集
36	8月12日	土				資料収集、内部打合せ								
37	8月13日	日				資料収集、内部打合せ								
38	8月14日	月				資料収集、内部打合せ								
39	8月15日	火				PMD本局との協議 ムルタンサイトの安全対策調査		PMD本局との協議、資料収集		建築材料単価調査、資料収集		PMD本局との協議 ムルタンサイトの安全対策調査		建築材料単価調査、資料収集
40	8月16日	水				PMD本局との協議、資料収集						建築材料単価調査、資料収集		PMD本局との協議、資料収集
41	8月17日	木				PMD本局との協議、PMD本局の調査、資料収集			建築材料単価調査、資料収集		PMD本局との協議、PMD本局の調査、資 料収集		建築材料単価調査、資料収集	
42	8月18日	金				PMD本局との協議、PMD本局の調査、資料収集			建築材料単価調査、資料収集		PMD本局との協議、PMD本局の調査、資 料収集		建築材料単価調査、資料収集	
43	8月19日	土				資料収集、内部打合せ								
44	8月20日	日				資料収集、内部打合せ								
45	8月21日	月				PMD本局との協議、資料収集		PMD本局との協議 イスラマバード→ムルタン				PMD本局との協議、資料収集		
46	8月22日	火				PMD本局との協議、資料収集		ムルタンのサイト調査、資料収集 自然条件調査フォローアップ ムルタン→イスラマバード				PMD本局との協議、資料収集		
47	8月23日	水				PMD本局との協議、資料収集		建築材料単価調査、資料収集		PMD本局との協議、資料収集		PMD本局との協議、資料収集		
48	8月24日	木				PMD本局との協議、資料収集		建築材料単価調査、資料収集		PMD本局との協議、資料収集		PMD本局との協議、資料収集		
49	8月25日	金				PMD本局との協議 イスラマバード→								
50	8月26日	土				→東京						→マニラ		

資料 2. 調査行程

(2) 準備調査報告書（案）現地説明

調査日程			官団員	コンサルタント団員	
			稲岡 美紀	内田 善久	森 健二
			協力計画 JICA地球環境部 防災グループ 防災第一チーム 主任調査役	業務主任／気象レーダー計画／ 運営維持管理	施工計画／自然条件調査
2018年					
1	2月7日	水		東京→イスラマバード	
2	2月8日	木		PMD本局との協議、準備調査報告書（案）説明、資料収集	
3	2月9日	金		PMD本局との協議、準備調査報告書（案）説明	
4	2月10日	土	東京→イスラマバード	PMD本局との協議、準備調査報告書（案）説明	
5	2月11日	日	JICAパキスタン事務所との協議、PMD本局との協議、 準備調査報告書（案）説明	JICAパキスタン事務所との協議、PMD本局との協議、準備調査報告書（案）説明	
6	2月12日	月	PMD本局との協議、準備調査報告書（案）説明、 ミニッツ内容確認	PMD本局との協議、準備調査報告書（案）説明、ミニッツ内容確認	
7	2月13日	火	PMD本局との協議、準備調査報告書（案）説明、 ミニッツ内容確認	PMD本局との協議、準備調査報告書（案）説明、ミニッツ内容確認	
8	2月14日	水	PMD本局との協議、準備調査報告書（案）説明、 ミニッツ内容確認	PMD本局との協議、準備調査報告書（案）説明、ミニッツ内容確認	
9	2月15日	木	PMD本局との協議、ミニッツ署名	PMD本局との協議、ミニッツ署名	
10	2月16日	金	気象関連セミナー、JICAパキスタン事務所への報告、 在パキスタン日本大使館への報告 イスラマバード→	気象関連セミナー、JICAパキスタン事務所への報告、在パキスタン日本大使館への報告	
11	2月17日	土	→東京	PMD本局との協議、資料収集 イスラマバード→	
12	2月18日	日		→東京	

資料 3. 関係者(面会者)リスト

- 経済・統計省、経済課 (Economic Affairs Division, Ministry of Economic Affairs and Statistics)

Mr. Syed Mujtaba Hussain	Joint Secretary
Mr. Asghar Ali	Deputy Secretary, ADB Wing
Ms. Muneeza Hamid	Section Officer (Japan)

- 内閣府、航空部 (Aviation Division, Cabinet Secretariat)

Mr. Owais Nauman Kundi	Senior Joint Secretary
------------------------	------------------------

- パキスタン気象局 (Pakistan Meteorological Department : PMD)

イスラマバード本局 (Head Quarter Office, Islamabad)

Dr. Ghulam Rasul	Director General
Mr. Hazrat Mir	Chief Meteorologist
Mr. Muhammad Riaz	Chief Meteorologist
Mr. Muhammad Akram Anjum	Chief Meteorologist
Dr. Muhammad Hanif	Director (National Weather Forecasting Centre)
Dr. Azmat Hayat Khan	Director (National Drought Monitoring Centre)
Mr. Jan Muhammad Khan	Director (Planning)
Mr. Zahir Rafi	Director (National Seismic Monitoring Centre)
Dr. Khalid M. Malik	Director (National Agromet Centre)
Dr. Muhammad Afzaal	Director (Research and Development)
Mr. Mazahir Hussain	Senior Electronic Engineer

ラホール地方気象センター (Regional Meteorological Centre, Lahore)

Mr. Mahr Sahibzad Khan	Director
------------------------	----------

ラホール洪水予報部 (Flood Forecasting Division, Lahore)

Mr. Mohammad Riaz	Chief Meteorologist
Mr. Muhammad Aslam	Director
Mr. Muhammad Ajmal Shad	Director

ムルタン気象事務所 (Meteorological Office, Multan)

Mr. Muhammad Zawar	Deputy Director
Mr. Nisar Bhatti	Sub-Engineer
Mr. Naveed	Assistant Electrical Engineer

カラチ気象事務所 (Meteorological Complex, Camp Office, Karachi)

Mr. Abdul Rashid	Chief Meteorologist
Mr. Ghulam Rasool Mangi	Director (Maintenance)
Mr. Jan Muhammad	Meteorologist

- 独立行政法人国際協力機構 パキスタン事務所 (Japan International Cooperation Agency, Pakistan Office)

Mr. Lt Col (R) Yawar Aftab Security Adviser

- パキスタン国立銀行 (National Bank of Pakistan: NBP)

Mr. Muhammad Tufail Operation Manager, Main Branch

Mr. Safeer Ullah Manager, Foreign Exchange Department, Main Branch

- ムルタン市役所 (City District Government, Multan)

Mr. Shafqat Raza Additional Deputy Commissioner (General)

Mr. Muhammad Arif Butt Municipal Officer (Infrastructure), Multan Municipal Corporation

Mr. Muhammad Rashid Commercial Clerk, Multan Municipal Corporation

- 民間航空庁 (Civil Aviation Authority, Karachi: CAA)

Mr. Muhammad Salman Athar Director Airport Services

Mr. L. A. Shahzad Director Operation

Mr. Iftikhar Ahmad Additional ATS

Mr. Javed Anwar Additional Radar CNS

Mr. Muhammad Amir Ashraf Senior Joint Director

Mr. Hassan Mujahid Joint ATS Coordinator

- 国家防災管理庁 (National Disaster Management Authority: NDMA)

Mr. Waqar Uddin Siddiqui Member of Disaster Risk Reduction (DPR)

Mr. Lt. Col. R. Raza Iqbal Director (LMP)

Mr. Abdul Latif Assistant Director

- 連邦洪水委員会 (Federal Flood Commission: FFC)

Mr. Ahmed Kamal Chairman

Mr. Alamgir Khan Office of the Chief Engineering Adviser

Mr. Ashhok Kumar Senior Engineer

Mr. Hussain Shigri Senior Engineer

- ムルタン地方警察事務所 (Multan Regional Police Office: RPO)

Mr. Sultan Azam Temuri Regional Police Officer

Ms. Talat Habib Deputy Superintendent of Police

Ms. Saadia Saeed Inspector

Mr. Imran Jalil HC/IT Section (Police Communication)

- **ムルタン開発庁 (Multan Development Authority: MDA)**

Mr. Rana Rigawan Qadeer	Additional Director General
Mr. Khalid Javed	District Town Planning
Mr. Khawaja Waqas Ahmend	Deputy Director Town Planning
Mr. Usame Nawaz	Architect Director
Mr. Ramsha Rehman	Deputy Director Architec

- **バハウディン ジクリヤ大学 (Bahauddin Zikriya University)**

Mr. Shamsul Wahab	Laboratory Incharge, Civil Engineering Department
-------------------	---

- **パンジャブ州環境保護局 (Environment Protection Department, Government of Punjab)**

Mr. Ijaz Ahmed	Additional Secretary
Mr. Mohammed Tahir	Director (EIA)

- **周波数割当委員会 (Frequency Allocation Board: FAB)**

Mr. Imran Zahoor	Deputy Director
------------------	-----------------

**Minutes of Discussions
on
the Preparatory Survey
for
the Project for the Installation of Weather Surveillance Radar at
Multan
in
the Islamic Republic of Pakistan**

In response to the request from the Government of the Islamic Republic of Pakistan (hereinafter referred to as "Pakistan"), the Government of Japan decided to conduct a Preparatory Survey for the Project for the Installation of Weather Surveillance Radar at Multan (hereinafter referred to as "the Project"), and entrusted the Preparatory Survey to Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA").

JICA sent the Preparatory Survey Team for the Outline Design (hereinafter referred to as "the Team") to Pakistan, headed by Mr. Masahiro Ueki, Director of Disaster Risk Reduction Team 1, Global Environment Department, and is scheduled to stay in Pakistan from 8 July to 25 August, 2017.

The Team held a series of discussions with the officials concerned of the Government of Pakistan and conducted a field survey in the Project area. In the course of the discussions, both sides have confirmed the main items described in the attached sheets. The Team will proceed to further works and prepare the Preparatory Survey Report.

植木雅浩

Mr. Masahiro Ueki
Team Leader
Preparatory Survey Team
Japan International Cooperation
Agency
Japan

Ms. Sajeela Naveed
Deputy Secretary
Aviation Division
Government of Pakistan

Syed Murtaza Hussain

Mr. Syed Murtaza Hussain
Joint Secretary (ADB/Japan)
Economic Affairs Division
Government of Pakistan

Islamabad, 2nd August 2017

Dr. Ghulam Rasul

Dr. Ghulam Rasul
Director General
Pakistan Meteorological Department
Aviation Division
Government of Pakistan

Mr. Waqar Uddin Siddiqui

Mr. Waqar Uddin Siddiqui
Member, Disaster Risk Reduction
National Disaster Management
Authority
Government of Pakistan

Mr. Ahmed Kamal

Mr. Ahmed Kamal
Chief Engineering Advisor/ Chairman
Federal Flood Commission
Ministry of Water and Power
Government of Pakistan

ATTACHMENT

1. Objective of the Project
The objective of the Project is to improve the PMD's capabilities in meteorological observation, weather forecasting and dissemination of forecast/warnings through the installation of a meteorological radar system in Multan. This will largely contribute to the mitigation of damages caused by natural disasters in Pakistan which are predicted to increase due to climate change.
2. Title of the Preparatory Survey
Both sides confirmed the title of the Preparatory Survey as "the Preparatory Survey for the Project for the Installation of Weather Surveillance Radar at Multan".
3. Project Site
Both sides confirmed that the site of the Project is Multan which is shown in Annex 1.
4. Responsible/ Sponsoring Agency and Implementing Agency
Both sides confirmed the responsible/ sponsoring agency and implementing agency as follows:
 - 4-1. The Responsible/ Sponsoring Agency: Aviation Division, Cabinet Secretariat.
 - 4-2. The Implementing Agency: Pakistan Meteorological Department (hereinafter referred to as "PMD").
 - 4-3. The Coordinating Agencies: Economic Affairs Division (EAD), National Disaster Management Authority (NDMA), and Federal Flood Commission (FFC).
 The organization chart of PMD is shown in Annex 2.
5. Items requested by the Government of Pakistan
 - 5-1. As a result of discussions, both sides confirmed that the items requested by the Government of Pakistan are as shown in Table below.

Table: Main Components to be required for the Project

Component	Proposed Multan Meteorological Radar Observation Station	PMD Islamabad Head Office National Weather Forecasting Center	PMD Meteorological Office in Multan International Airport	PMD Flood Forecasting Division, Lahore
Procurement and Installation of Equipment				
Meteorological Radar System including Power Back-up System, Lightning System, Measuring Equipment and Spare Parts	1			
Central Processing System		1		
Meteorological Radar Data Display System	1	1 (including Radar Picture Composite Processor and Radar Web Server)	1	1
Meteorological Data Communication System (between Multan Meteorological Radar Observation Station and Meteorological Office in Multan International Airport)	1		1	
Construction of Radar Tower Building				
Radar Tower Building	1			

Initial Technical Training of the equipment	Initial operation guidance in the contract of manufacturer
Soft Component	Guidance for operation and maintenance of the equipment and machineries

5-2. JICA will assess the appropriateness of the above requested items through the survey and will report findings to the Government of Japan. The final components of the Project would be decided by the Government of Japan.

6. Japanese Grant Aid Scheme

6-1. The Pakistan side understands the Japanese Grant Scheme and its procedures as described in Annex 3, Annex 4 and Annex 5, and necessary measures to be taken by the Government of Pakistan.

6-2. The Pakistan side understands to take the necessary measures, as described in Annex 6, for smooth implementation of the Project, as a condition for the Japanese Grant to be implemented. The detailed contents of the Annex 6 will be worked out during the survey and shall be agreed no later than the Explanation of the Draft Preparatory Survey Report.

The contents of Annex 6 will be used to determine the following:

- (1) The scope of the Project.
- (2) The timing of the Project implementation.
- (3) Timing and possibility of budget allocation.

Contents of Annex 6 will be updated as the Preparatory Survey progresses, and will finally be the Attachment to the Grant Agreement.

7. Schedule of the Survey

7-1. The Team will proceed with further survey in Pakistan until 25 August 2017.

7-2. JICA will prepare a draft Preparatory Survey Report in English and dispatch a mission to Pakistan in order to explain its contents around the end of January 2018.

7-3. If the contents of the draft Preparatory Survey Report is accepted in principle and the undertakings are fully agreed by the Pakistan side, JICA will complete the final report in English and send it to the Government of Pakistan around March 2018.

7-4. The above schedule is tentative and subject to change.

8. Other Relevant Issues

8-1. Security Arrangement

The Government of Pakistan shall take all possible and necessary measures to ensure the safety of the concerned Japanese and other foreign persons during the implementation of the Project at the Project site and movement to the Project site from their accommodations, whenever Japanese side requests in advance.

8-2. Specifications Summary

Both sides confirmed basic specifications as follows:

- 1) Specifications of the requested Radar System:
S-Band Pulse Compression Solid State Dual Polarization (Polarimetric) Meteorological Doppler Radar System
- 2) Specifications of the data communication to be arranged by Pakistan side: IP/VPN with the required transmission speed (more than 2 Mbps continuous).

- 3) Specifications of the radar tower (steel or reinforced concrete tower building) will be further examined by the Team to consider necessary functions, cost and construction period.

The Team will make necessary survey further and make analysis in Japan. Detailed specifications will be explained in next Mission to be scheduled around the end of January 2018.

8-3. Soft component

Both sides confirmed that guidance for operation and maintenance of the equipment and machinery will be included in the Project to support smooth operation. Components will be studied further.

8-4. Necessary Clearance/ Permit for the Project and Approval of PC-I

Both sides confirmed the time table of the following key actions for the Project:

- 1) In order to implement the Project smoothly, the PMD shall confirm with the Environmental Protection Agency (EPA), Punjab Province that an Environmental Impact Assessment (EIA) permit is not required for the Project. Initial Environmental Examination (IEE) on the Project shall be completed by the PMD for the approval of PC-I. Necessary information will be provided by the Team.
- 2) The height clearance (No Objection Certificate) from the relevant authorities such as the Civil Aviation Authority, Pakistan Air Force, and etc., for construction of a new meteorological radar tower shall be obtained for the approval of PC-I.
- 3) The Building Construction Permit of the Multan City Government or any other relevant agencies for the construction of a new meteorological radar tower building shall be obtained for the approval of PC-I.
- 4) The frequencies of the proposed S-Band radar system in Multan and radio communication link between Multan Meteorological Radar Observation Station and Meteorological Office in Multan International Airport shall be allocated and allowed by the Pakistan Telecommunication Authority (PTA)/ Frequency Allocation Board (FAB) to the PMD for the approval of PC-I.
- 5) PMD agreed to make arrangements to provide commercial power supply from the main supply line to the proposed project site in Multan for the radar tower building for the approval of PC-I.
- 6) In order to obtain the required approval from the Japanese Cabinet for the Grant Aid for the implementation of the Project, the PC-I shall be approved by the Central Development Working Party (CDWP), and Executive Committee of the National Economic Council (ECNEC) (if required), Government of Pakistan by the end of March 2018. The Team will provide necessary information for preparation of the PC-I by the end of January 2018.
- 7) PC-IV shall be submitted immediately after the completion of the Project.

8-5. Land acquisition

PMD explained the land of Multan Meteorological Radar Observation Station is available for the Project. PMD shall be responsible for the acquisition of land from Irrigation Department, Government of Punjab by September 2017, based on the recommendation from the Team.

8-6. Reclaiming of the Site and Construction of Security Wall

The Team explained that levelling and reclaiming the Multan meteorological radar site, as well as construction of security walls are

generally the responsibilities of the Pakistan side. However the Pakistan side expressed concerns on their technical capacity and experience to complete the above mentioned works on schedule, and requested the works to be included in the Project. The Team will convey this genuine request to JICA HQ.

8-7. Dissemination of radar data

Both sides confirmed 1) near real-time radar data/products will be provided to the public through PMD web site and also provided to other related organizations through data servers in PMD, and 2) radar data will be archived and be available to other disaster management related organizations for disaster survey.

8-8. Necessary budget and number of staff for Operation and Maintenance

PMD agreed to allocate necessary budget and staff required for proper operation and maintenance.

8-8. Tax Exemption

The tax exemption including the General Sales Tax (GST), custom duty, and any other taxes and fiscal levies in Pakistan which are to arise from the Project activities shall be ensured by the Government of Pakistan. The Government of Pakistan shall take necessary procedures for tax exemption.

8-9. Height Restriction

The Team recommended PMD that the Government of Pakistan shall establish Height Restriction avoiding construction of any other higher building/facility within 5 km radius from the new radar tower building to be constructed under the Project for ensuring appropriate radar observation.

PMD agreed to request the relevant authorities to restrict the height limitations set by the Multan City Government (35 m) within 5 km radius accordingly.

8-10. Visibility of the Project

The Pakistan side affirmed the following measures to be taken in order to enhance publicity of the Project:

- (a) Mass media sources
- (b) Brochures
- (c) Commemoration panels

8-11. Adaptation to climate change

In Pakistan, the adverse impacts of climate change induced by global warming have been notable as evidenced by the increase in meteorological disasters such as floods, etc. The possible causes are the increases in the frequency of heavy rain and the intensity of tropical cyclones generated in the Arabian Sea which are closely associated with the increase in sea surface temperature of the Arabian Sea. In recent years, the number of tropical cyclones approaching/ landing in Pakistan has increased. To mitigate the impacts of climate change, it is absolutely necessary to monitor tropical cyclones through the Multan meteorological radar system. Therefore, the Project is expected to contribute to climate change adaptation.

8-12. Contribution for Implementation of the Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030:

In March 2015, the Third UN World Conference on Disaster Risk Reduction was held in Sendai, Japan and the Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030 (hereinafter referred to as "SFDRR 2015-2030") was adopted. The concept of the Project is in line with SFDRR 2015-2030 and priorities for action. Particularly, the Project contributes to implement "Priority 1: Understanding disaster risk" through an improved meteorological observation capability, and "Priority 4: Enhancing disaster preparedness for effective response" through an improved accuracy of forecasts and warnings.

8-13. Contribution to the National Disaster Management Plan (NDMP)

Both sides confirmed that the Project is in line with the priority areas identified in the National Disaster Management Plan (NDMP) which has been approved by the National Disaster Management Commission, Government of Pakistan.

8-14. Contribution to the National Flood Protection Plan-IV (NFPP-IV) of Federal Flood Commission (FFC) which has been approved by the Council of Common Interests (CCI)-The highest national interprovincial coordination forum.

Being the main coordinating agency of the Government of Pakistan for integrated flood management, FFC will coordinate with other stakeholders to harness the benefits of this Project.

8-15. Monitoring during the implementation

PMD agreed to monitor the Project every three (3) months during the implementation by using the Project Monitoring Report form as attached in Annex-7.

8-16. Confidentiality of the Project

The Team explained that the preparatory survey report to be prepared at the end of the survey would be disclosed to the public in Japan. However, the Team also explained that a confidential part which might affect bidding process such as cost estimation should be kept undisclosed until the bidding has completed.

Annex 1 Project Site

Annex 2 Organization Chart

Annex 3 Japanese Grant

Annex 4 Flow Chart of Japanese Grant Procedures

Annex 5 Financial Flow of Japanese Grant

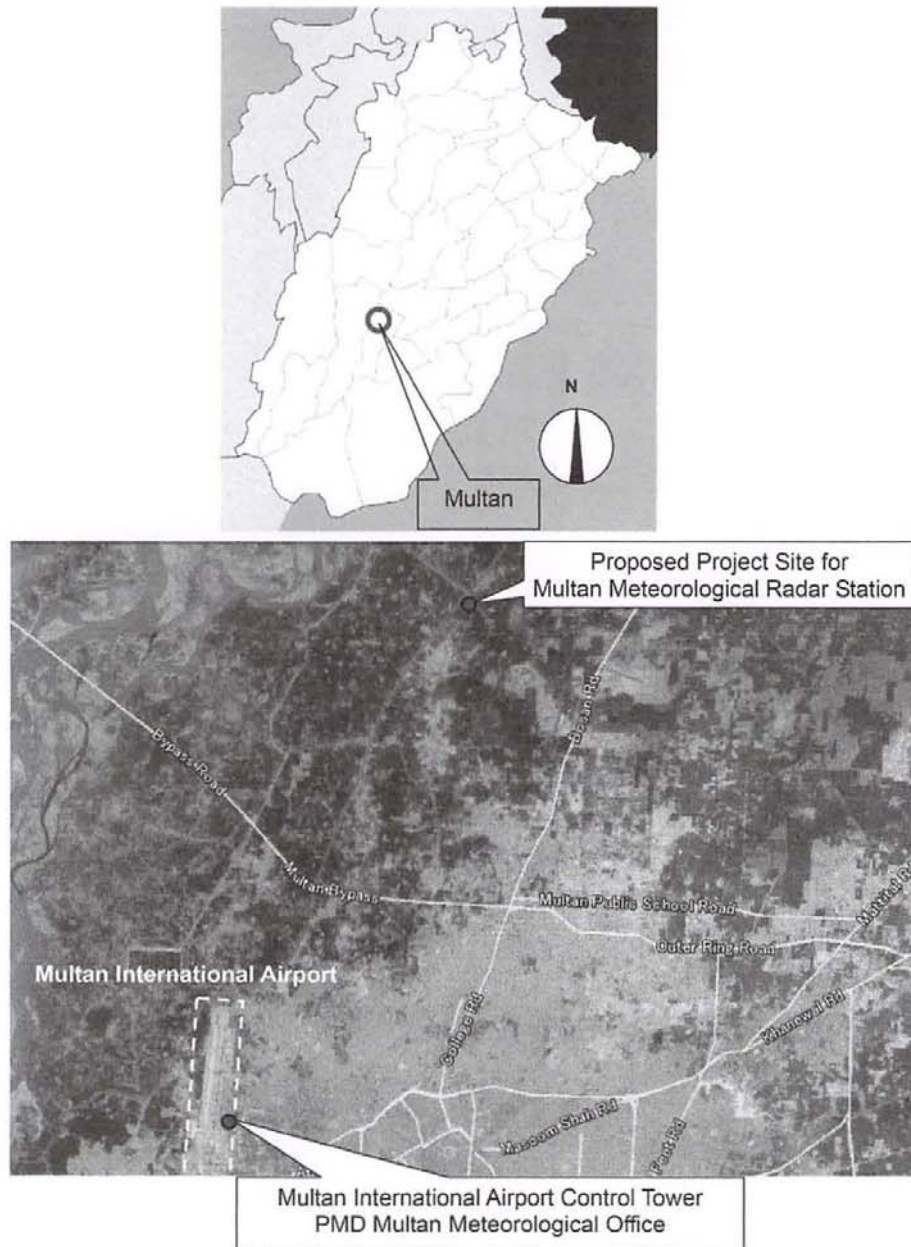
Annex 6 Major Undertakings to be taken by Recipient Government

Annex 7 Project Monitoring Report (template)

③

The block contains several handwritten signatures and initials in blue ink. On the left, there is a circled number '3'. To its right are four distinct signatures: a stylized 'P' with a vertical line, a signature that appears to be 'Jm', a signature that appears to be 'Ar', and a signature that appears to be 'H'.

Project Sites

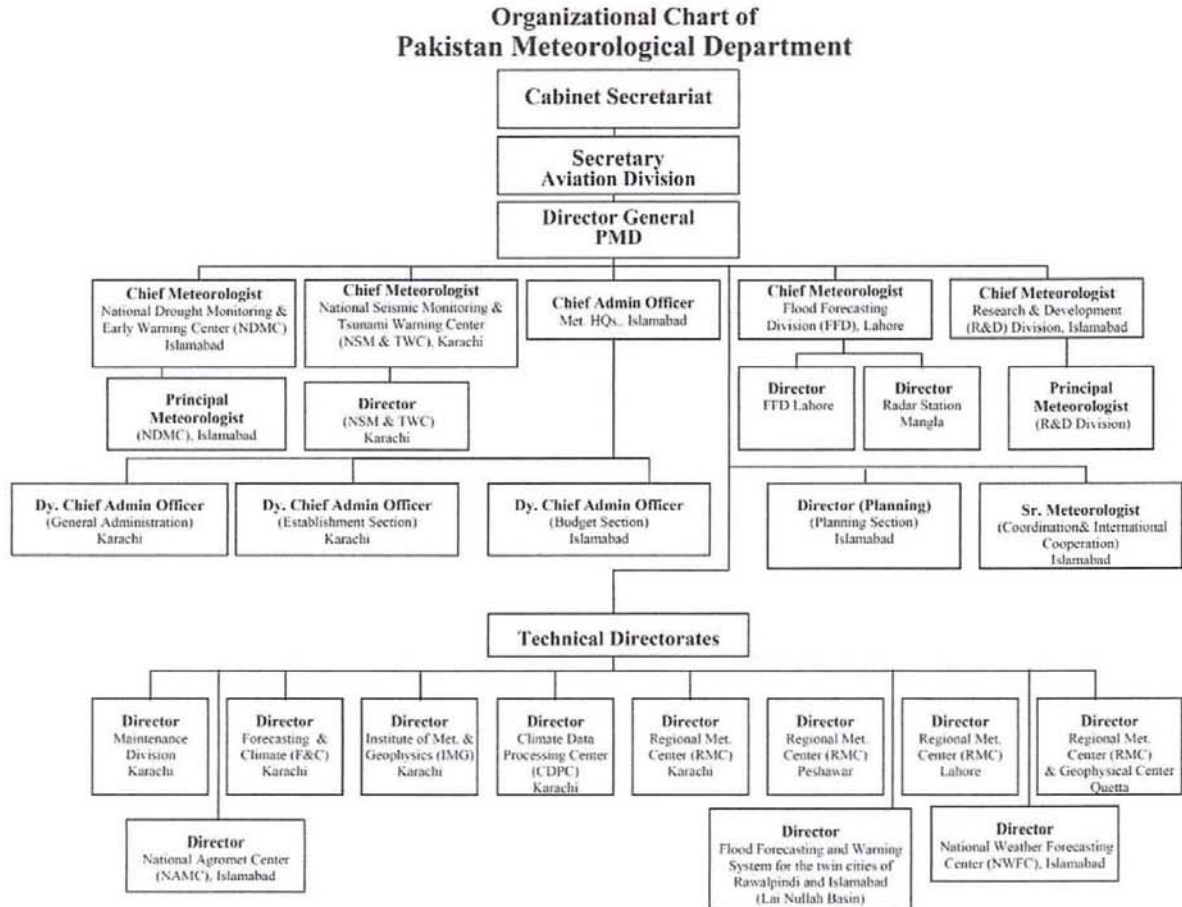


The depiction and use of boundaries, geographic names and related data shown on the map do not necessarily imply official endorsement or acceptance by JICA.

(Handwritten signatures and initials)

Annex 2

Organization Chart of Pakistan Meteorological Department(PMD)



3

[Handwritten signatures and initials]

JAPANESE GRANT

The Japanese Grant (hereinafter referred to as the "Grant") is non-reimbursable fund provided to a recipient country to procure the facilities, equipment and services (engineering services and transportation of the products, etc.) for its economic and social development in accordance with the relevant laws and regulations of Japan. The Grant is not supplied through the donation of materials as such.

Based on a JICA law which was entered into effect on October 1, 2008 and the decision of the GOJ, JICA has become the executing agency of the Japanese Grant for Projects for construction of facilities, purchase of equipment, etc.

1. Grant Procedures

The Grant is supplied through following procedures:

- Preparatory Survey
 - The Survey conducted by JICA
- Appraisal & Approval
 - Appraisal by the GOJ and JICA, and Approval by the Japanese Cabinet
- Authority for Determining Implementation
 - The Notes exchanged between the GOJ and a recipient country
- Grant Agreement (hereinafter referred to as "the G/A")
 - Agreement concluded between JICA and a recipient country
- Implementation
 - Implementation of the Project on the basis of the G/A

2. Preparatory Survey

(1) Contents of the Survey

The aim of the Preparatory Survey is to provide a basic document necessary for the appraisal of the Project made by the GOJ and JICA. The contents of the Survey are as follows:

- Confirmation of the background, objectives, and benefits of the Project and also institutional capacity of relevant agencies of the recipient country necessary for the implementation of the Project.
- Evaluation of the appropriateness of the Project to be implemented under the Grant Scheme from a technical, financial, social and economic point of view.
- Confirmation of items agreed between both parties concerning the basic concept of the Project.

8

gr

f

Ar

Ar

B

- Preparation of an outline design of the Project.
- Estimation of costs of the Project.

The contents of the original request by the recipient country are not necessarily approved in their initial form as the contents of the Grant project. The Outline Design of the Project is confirmed based on the guidelines of the Japanese Grant scheme.

JICA requests the Government of the recipient country to take whatever measures necessary to achieve its self-reliance in the implementation of the Project. Such measures must be guaranteed even though they may fall outside of the jurisdiction of the organization of the recipient country which actually implements the Project. Therefore, the implementation of the Project is confirmed by all relevant organizations of the recipient country based on the Minutes of Discussions.

(2) Selection of Consultants

For smooth implementation of the Survey, JICA employs (a) consulting firm(s). JICA selects (a) firm(s) based on proposals submitted by interested firms.

(3) Result of the Survey

JICA reviews the Report on the results of the Survey and recommends the GOJ to appraise the implementation of the Project after confirming the appropriateness of the Project.

3. Japanese Grant Scheme

(1) The E/N and the G/A

After the Project is approved by the Cabinet of Japan, the Exchange of Notes(hereinafter referred to as "the E/N") will be signed between the GOJ and the Government of the recipient country to make a pledge for assistance, which is followed by the conclusion of the G/A between JICA and the Government of the recipient country to define the necessary articles, in accordance with the E/N, to implement the Project, such as payment conditions, responsibilities of the Government of the recipient country, and procurement conditions.

(2) Selection of Consultants

In order to maintain technical consistency, the consulting firm(s) which conducted the Survey will be recommended by JICA to the recipient country to continue to work on the Project's implementation after the E/N and G/A.

(3) Eligible source country

Under the Grant, in principle, Japanese products and services including transport or those of the recipient country are to be purchased. The Grant may be used for the purchase of the products or services of a third country, if necessary, taking into account the quality, competitiveness and economic rationality of products and services necessary for achieving the objective of the Project.

However, the prime contractors, namely, constructing and procurement firms, and the prime consulting firm are limited to "Japanese nationals", in principle.

(4) Necessity of "Verification"

The Government of the recipient country or its designated authority will conclude contracts denominated in Japanese yen with Japanese nationals, in principle. Those contracts shall be verified by JICA. This "Verification" is deemed necessary to fulfill accountability to Japanese taxpayers.

(5) Major undertakings to be taken by the Government of the Recipient Country

In the implementation of the Grant Project, the recipient country is required to undertake such necessary measures as Annex. The Japanese Government requests the Government of the recipient country to exempt all customs duties, internal taxes and other fiscal levies such as VAT, commercial tax, income tax, corporate tax, resident tax, fuel tax, but not limited, which may be imposed in the recipient country with respect to the supply of the products and services under the verified contract, since the Grant fund comes from the Japanese taxpayers.

(6) "Proper Use"

The Government of the recipient country is required to maintain and use properly and effectively the facilities constructed and the equipment purchased under the Grant, to assign staff necessary for this operation and maintenance and to bear all the expenses other than those covered by the Grant.

(7) "Export and Re-export"

The products purchased under the Grant should not be exported or re-exported from the recipient country.

(8) Banking Arrangements (B/A)

a) The Government of the recipient country or its designated authority should open an account under the name of the Government of the recipient country in a bank in Japan (hereinafter referred to as "the Bank"), in principle. JICA will execute the Grant by making payments in Japanese yen, in principle, to cover the obligations incurred by the Government of the recipient country or its designated authority under the Verified Contracts.

b) The payments will be made when payment requests are presented by the Bank to JICA under an Authorization to Pay (A/P) issued by the Government of the recipient country or its designated authority.

(9) Authorization to Pay (A/P)

The Government of the recipient country should bear an advising commission of an Authorization to Pay and payment commissions paid to the Bank.

(10) Environmental and Social Considerations

③
10
Handwritten signatures and initials in blue ink, including a circled '3', the number '10', and several stylized signatures.

The Government of the recipient country must carefully consider environmental and social impacts by the Project and must comply with the environmental regulations of the recipient country and JICA Guidelines for Environmental and Social Consideration (April, 2010) .

(11) Monitoring

The Government of the recipient country must take their initiative to carefully monitor the progress of the Project in order to ensure its smooth implementation as part of their responsibility in the G/A, and must regularly report to JICA about its status by using the Project Monitoring Report (PMR).

(12) Safety Measures

The Government of the recipient country must ensure that the safety is highly observed during the implementation of the Project.

③

11

Handwritten signature

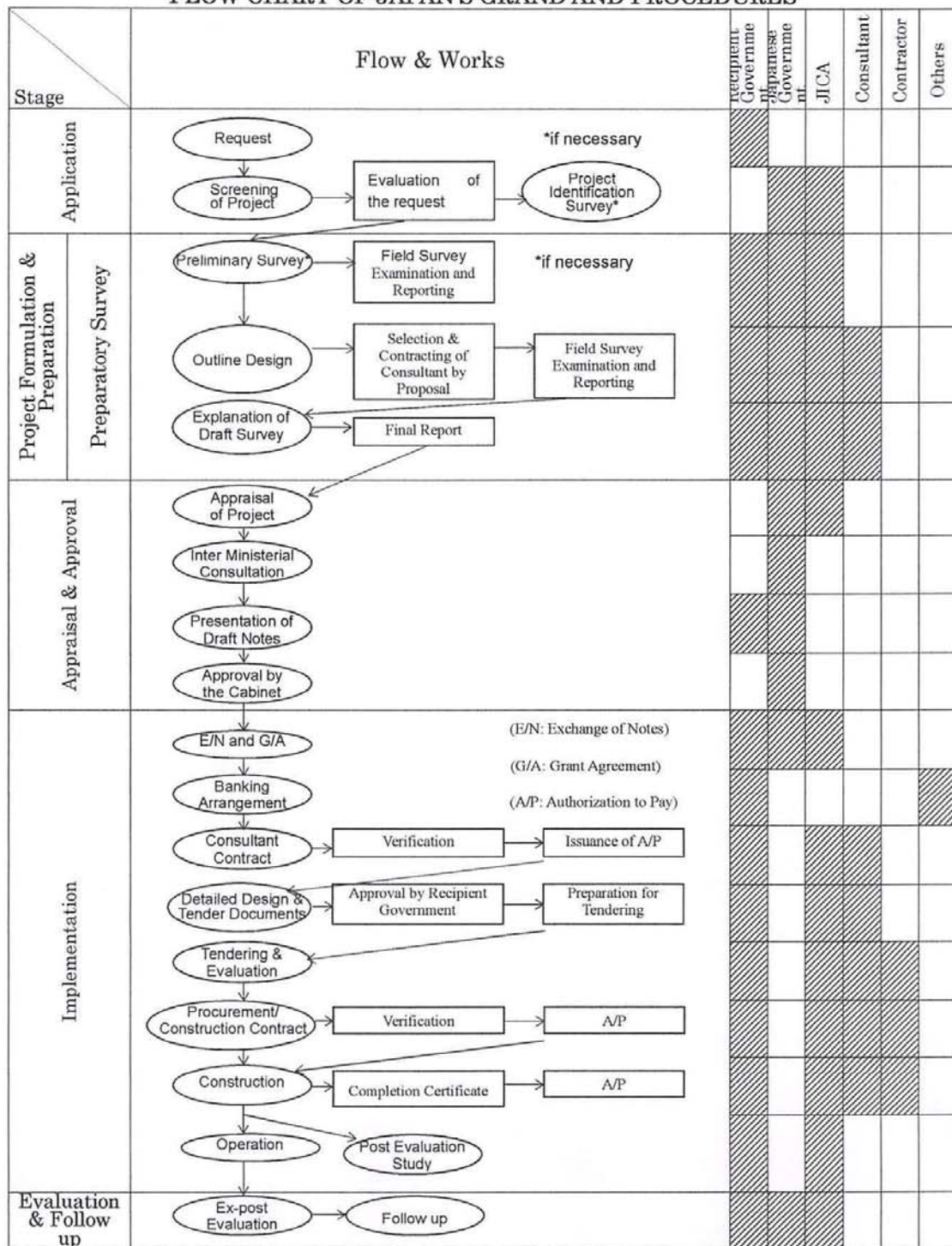
Handwritten signature

Handwritten signature

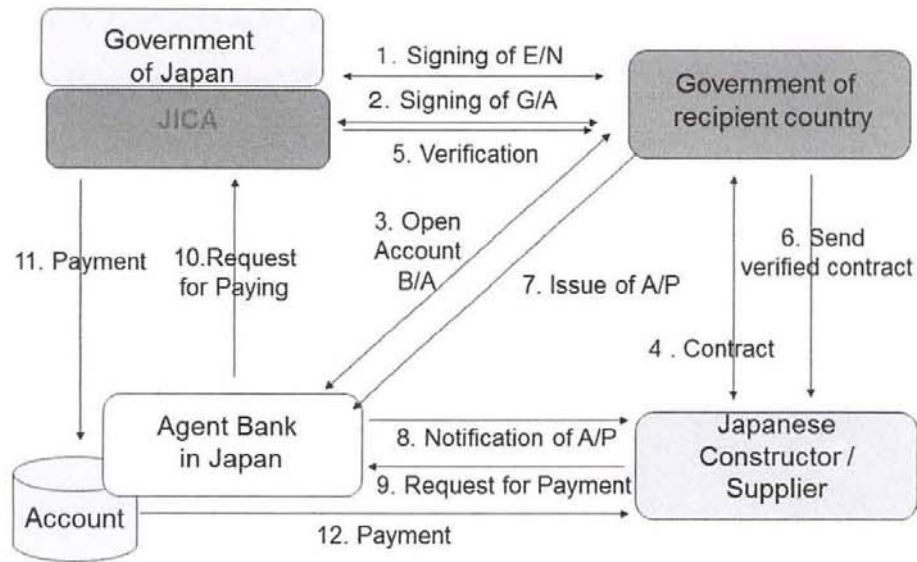
Handwritten signature

Annex-4

FLOW CHART OF JAPAN'S GRAND AND PROCEDURES



Financial Flow of Grant Aid



g)

Annex 6

Major Undertakings to be taken by Recipient Government

1) Before the Tender

NO	Items	Deadline	In charge	Cost	Ref.
1	To open Bank Account (Banking Arrangement (B/A))	within 3 months after G/A	PMD		
2	To secure sufficient spaces at the proposed Project site in Multan for temporary facilities such as a consultant's site office, contractor's office, workshop, building materials storage, etc. needed for the construction work.	before notice of the Tender	PMD		
3	To obtain all prior regulatory compliance and necessary permissions (Building Construction Permit, Building Height Clearance) from the relevant agencies/authorities for the construction of the Radar Tower Building in the proposed project site in Multan.	before completion of PC-I	PMD		
4	To obtain the required frequencies for the Multan meteorological radar system, Polarimetric Test Horn Devices, and Meteorological Data Communication System (between Multan Meteorological Radar Observation Station and Meteorological Office in Multan International Airport).	before notice of the Tender	PMD		

2) During the Project

NO	Items	Deadline	In charge	Cost	Ref.
1	To pay bank commission for the issuance of the Authorization to Pay (A/P) and amendments of A/P, if required, for the Consultant and the Contractor.	every payment	PMD		
2	To handle duty (tax) exemption procedures and to take necessary measures as well as provide requisite legal and/or administrative documentations for customs clearance to the customs broker/forwarder to be employed by the Contractor at the port of disembarkation for the materials and equipment imported for the Project as well as sending back of any defective equipment and/or spare parts to the manufacturer for repair at the factory or replacement and re-importation thereof into Pakistan during the implementation and warranty periods of the Project.	during the Project	EAD PMD		
	1) Marine (air) transportation of the Products from Japan to Pakistan	during the Project	Contractor		
	2) Internal transportation from the port of disembarkation to the project sites	during the Project	Contractor		
3	1) To take full responsibility, arrange the maximum countermeasures and ensure the appropriate security of the whole Project site/s and of the Japanese and other foreign nationals assigned to the Project prior to the commencement of and during implementation of the Project. 2) To arrange security around the proposed Project Site with the police. 3) To arrange security around the accommodation(s) of the Consultants & the Contractor with the police. 4) To arrange escort guard with the police during movements between the accommodation(s) of the Consultants & the Contractor and the proposed Project Site.	during the Project	PMD		
4	To provide necessary working spaces with Internet Connection at the PMD Islamabad Head Office and the PMD Multan Meteorological	during the Project	PMD		

	Office at the International Airport for the Consultant and the Contractor during the implementation of the Project.				
5	To accord Japanese and other foreign nationals including their dependent/s (if any), whose services may be required in connection with the supply of products and services under the signed contracts, such facilities as may be necessary for their entry into Pakistan and stay therein for the smooth and uninterrupted performance of their work (i.e. to secure the appropriate visa including its extension/s required by the recipient country in connection thereof).	during the Project	PMD		
6	To exempt goods of Japanese and other foreign nationals from customs duties, internal taxes and other fiscal levies which may be imposed by the Government of Pakistan with respect to their supply (products) and services under the signed contracts.	during the Project	EAD PMD		
7	To bear all the expenses, other than those to be borne by the Japanese Grant, necessary for construction of the facilities as well as for the transportation and installation of the equipment.	during the Project	PMD		
8	1) To provide the commercial power (400V, 3-phase, 4-wire, 50Hz) supply (capacity: no less than 150kVA) along with electric poles/wires, etc. from the main supply line to the proposed project site in Multan for the Radar Tower Building and other facilities to be constructed by the PMD for establishing an observatory. 2) To install the required step-down transformer as well as service entrance connections for the commercial power supply at the proposed project site in Multan for the Radar Tower Building (400V, 3-phase, 4-wire, 50Hz).	Before commencement of the radar tower building construction	PMD		
9	To provide facilities for distribution of electricity, water supply, drainage and other incidental facilities necessary for the implementation of the Project outside the site(s)				
	1) Electricity	before completion of the radar tower building construction			
	The Distribution line to the site		PMD		
	2) Water Supply Sufficient water will be available		PMD		
	3) Drainage		PMD		
	4) Furniture and equipment General Furniture		PMD		
10	To promptly provide reliable and high-speed Internet environment at the PMD Islamabad Head Office National Weather Forecasting Center, the PMD Multan Meteorological Office (Forecasting Room) located in the Multan International Airport and the PMD Flood Forecasting Division (FFD), Lahore (with each corresponding global/fix IP) for establishment of a Virtual Private Network (IP-VPN).	during the Project	PMD		
11	To set up the required and new assigned IP addresses in the computing equipment supplied under the Project and facilitate any required configuration i.e. firewall settings, etc. of the existing PMD equipment which may be made part of the Project Network Communication System, if any.	during the Project	PMD		
12	To install 1 additional air-conditioning system at the PMD Multan Meteorological Office (Forecasting Room).	during the Project	PMD		
13	To assign appropriate number of trainees and shoulder their dispatching cost to the training sites, such as daily allowance, transportation fee, accommodation, if any.	during the Project	PMD		

3) After the Project

NO	Items	Deadline	In charge	Cost	Ref.
1.	To maintain and use properly and effectively the facilities constructed and equipment provided under the Japanese Grant	after completion of the Project	PMD		
1)	Allocation of maintenance cost		PMD		
2)	Operation and maintenance structure		PMD		
3)	Routine check/Periodic inspection		PMD		
4)	Other contingency expenditures if necessary		PMD		
2	To assign the required staff including a responsible personnel of the PMD who has reliable technical skill and ample experience for the smooth operation and maintenance of the Equipment.	after completion of the Project	PMD		
3	To procure the required spare parts and consumables for the smooth operation and maintenance of the Equipment, and enter into a Preventive Maintenance Service Agreement with the equipment supplier if so desired.	after completion of the Project	PMD		
4	To procure the appropriate number and capacity of disk media, hard disks, solid state disks, etc., and dutifully conduct the required schedule archiving of radar observation raw data and products.	after completion of the Project	PMD		
5	To periodically update all the operation/antivirus/application software(s).	after completion of the Project	PMD		

(B/A: Banking Arrangement, A/P: Authorization to pay, N/A: Not Applicable)

(Note) Progress of the specific obligations of the Recipient may be confirmed and updated from time to time with written agreement between JICA and the Recipient in the form other than the amendment of the G/A.

③

Handwritten signatures and initials in blue ink, including a large stylized signature, a smaller signature, and the initials 'Ar'.

<u>Project Monitoring Report</u> <u>on</u> <u>Grant Agreement No. XXXXXXXX</u> <u>20XX, Month</u>

Organization Information

Authority (Signer of the G/A)	Person in Charge _____ Contacts Address: _____ Phone/FAX: _____ Email: _____
Executing Agency	Person in Charge _____ Contacts Address: _____ Phone/FAX: _____ Email: _____
Line Agency	Person in Charge _____ Contacts Address: _____ Phone/FAX: _____ Email: _____

Outline of Grant Agreement:

Source of Finance	Government of Japan: Not exceeding JPY _____ Government of Pakistan: _____
Project Title	_____
E/N	Signed date: _____ Duration: _____
G/A	Signed date: _____ Duration: _____

h

③

1: Project Description

1-1 Project Objective

1-2 Necessity and Priority of the Project

- Consistency with development policy, sector plan, national/regional development plans and demand of target group and the recipient country.

1-3 Effectiveness and the indicators

- Effectiveness by the project

Quantitative Effect (Operation and Effect indicators)		
Indicators	Original (Yr 2017)	Target (Yr 2021)
Qualitative Effect		

2: Project Implementation

2-1 Project Scope

Table 2-1-1a: Comparison of Original and Actual Location

Location	Original: (M/D)	Actual: (PMR)
	Attachment(s):Map	Attachment(s):Map

Table 2-1-1b: Comparison of Original and Actual Scope

Items	Original	Actual

2-1-2 Reason(s) for the modification if there have been any.

--

Ar
③

for [signature]

2-2 Implementation Schedule

2-2-1 Implementation Schedule

Table 2-2-1: Comparison of Original and Actual Schedule

Items	Original		Actual
	DOD	G/A	
Cabinet Approval		-	-
E/N			
G/A			
Approval of consultant contract			
Early Mobilization of consultant			
Detailed Design			
Budget Request for FY2016			
Tender Process of contractor and supplier			
Approval of contractor and supplier contract			
Budget Appropriation and Issuance of A/P			
Construction Period			
Shipment			
Custom Clearance			
Installation and acceptance Check			
Soft component			
Project Completion Date			
Defect Liability Period			

*Project Completion was defined as Completion of Soft component at the time of G/A.

2-2-2 Reasons for any changes of the schedule, and their effects on the project.

2-3 Undertakings by each Government

2-3-1 Major Undertakings

See Attachment 2.

2-3-2 Activities

See Attachment 3.

2-3-3 Report on RD

See Attachment 4.

2-4 Project Cost

2-4-1 Project Cost

Table 2-4-1a Comparison of Original and Actual Cost by the Government of Japan
(Confidential until the Tender)

Items			Cost (Million Yen)	
	Original	Actual	Original	Actual
Construction of Facilities				
Equipment				
Soft Component				
Consulting Services				
Contingency				
Total				

Note: 1) Date of estimation:
2) Exchange rate: 1 US Dollar = **Yen

③

④

⑤

⑥

⑦

⑧

Table 2-4-1b Comparison of Original and Actual Cost by the Government of **

Items			Cost (Thousand MMK)	
	Original	Actual	Original	Actual
				Please state not only the most updated schedule

Note: 1) Date of estimation:

2) Exchange rate: 1 US Dollar =(local currency)

2-4-2 Reason(s) for the wide gap between the original and actual, if there have been any, the remedies you have taken, and their results.

③

Handwritten signatures and initials in blue ink.

2-5 Organizations for Implementation

2-5-1 Executing Agency:

- Organization's role, financial position, capacity, cost recovery etc,
- Organization Chart including the unit in charge of the implementation and number of employees.

Original: (M/D)

Actual, if changed: (PMR)

2-6 Environmental and Social Impacts

- The environmental monitoring is not required in the Project as this project was categorized as category C in accordance with the GUIDELINES FOR ENVIRONMENTAL AND SOCIAL CONSIDERATIONS of JICA as of April 2010.

3: Operation and Maintenance (O&M)

3-1 O&M and Management

- Organization chart of O&M
- Operational and maintenance system (structure and the number, qualification and skill of staff or other conditions necessary to maintain the outputs and benefits of the project soundly, such as manuals, facilities and equipment for maintenance, and spare part stocks etc)

Original: (M/D)

Actual: (PMR)

3-2 O&M Cost and Budget

- The actual annual O&M cost for the duration of the project up to today, as well as the annual O&M budget.

Original: (M/D)

Actual: (PMR)

4: Precautions (Risk Management)

- Risks and issues, if any, which may affect the project implementation, outcome, sustainability and planned countermeasures to be adapted are below.

Original Issues and Countermeasure(s): (M/D)	
Potential Project Risks	Assessment
1. Delay of budget appropriation	Probability: H/M/L
	Impact: H/M/L
	Analysis of Probability and Impact:
	Mitigation Measures:
	Action during the Implementation:
	Contingency Plan (if applicable):
2.	Probability: H/M/L
(Description of Risk)	Impact: H/M/L
	Analysis of Probability and Impact:
	Mitigation Measures:
	Action during the Implementation:
	Contingency Plan (if applicable):
3.	Probability: H/M/L
(Description of Risk)	Impact: H/M/L
	Analysis of Probability and Impact:
	Mitigation Measures:
	Action during the Implementation:
	Contingency Plan (if applicable):
Actual issues and Countermeasure(s)	

(PMR)

5: Evaluation at Project Completion and Monitoring Plan

5-1 Overall evaluation

Please describe your overall evaluation on the project.

5-2 Lessons Learnt and Recommendations

Please raise any lessons learned from the project experience, which might be valuable for the future assistance or similar type of projects, as well as any recommendations, which might be beneficial for better realization of the project effect, impact and assurance of sustainability.

5-3 Monitoring Plan for the Indicators for Post-Evaluation

Please describe monitoring methods, section(s)/department(s) in charge of monitoring, frequency, the term to monitor the indicators stipulated in 1-3.

③



Attachment

1. Project Location Map
2. Undertakings to be taken by each Government
3. Monthly Report
4. Report on RD
5. Yearly disbursement plan
6. Monitoring sheet on price of specified materials (Quarterly)
7. Report on Proportion of Procurement (Recipient Country, Japan and Third Countries)
(Final Report Only)



Handwritten signatures and initials in blue ink, including a stylized signature, a signature with a checkmark, a circled number 3, and the letters 'Ar'.

**Minutes of Discussions
on the Preparatory Survey for the Project for
the Installation of Weather Surveillance Radar at Multan
in the Islamic Republic of Pakistan
(Explanation on Draft Preparatory Survey Report)**

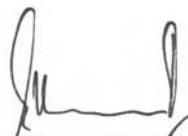
With reference to the minutes of discussions signed between Pakistan Meteorological Department (hereinafter referred to as "PMD") and the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA") on 2nd August 2017 and in response to the request from the Government of the Islamic Republic of Pakistan (hereinafter referred to as "Pakistan") dated 13th July 2015, JICA dispatched the Preparatory Survey Team (hereinafter referred to as "the Team") for the explanation of Draft Preparatory Survey Report (hereinafter referred to as "the Draft Report") for the Project for the Installation of Weather Surveillance Radar at Multan (hereinafter referred to as "the Project").

As a result of the discussions, both sides agreed on the main items described in the attached sheets.

Islamabad, 15th February, 2018



Ms Michino Yamaguchi
Leader
Preparatory Survey Team
Japan International Cooperation Agency
Japan



Dr. Ghulam Rasul
Director General
Pakistan Meteorological Department
Aviation Division
Government of Pakistan



Mr. Owais Nauman Kundi
Senior Joint Secretary
Aviation Division
Government of Pakistan



Mr. Idris Mahsud
Member, Disaster Risk Reduction
National Disaster Management Authority
Government of Pakistan



Mr. Jahanzeb Khan
Deputy Secretary (Japan)
Economic Affairs Division
Government of Pakistan



Mr. Ahmed Kamal
Chief Engineering Advisor/ Chairman
Federal Flood Commission
Ministry of Water Resources
Government of Pakistan

ATTACHMENT

1. Objective of the Project
The objective of the Project is to improve the PMD's capabilities in meteorological observation, weather forecasting and dissemination of forecast/warnings through the installation of a meteorological radar system in Multan, thereby contributing to mitigate damages caused by natural disasters in Pakistan.
2. Title of the Preparatory Survey
Both sides confirmed the title of the Preparatory Survey as "the Preparatory Survey for the Project for the Installation of Weather Surveillance Radar at Multan in the Islamic Republic of Pakistan".
3. Project site
Both sides confirmed that the sites of the Project are in Multan, Lahore and Islamabad, which are shown in Annex 1.
4. Responsible authority for the Project
Both sides confirmed the authorities responsible for the Project are as follows:
 - 4-1. The PMD will be the executing agency for the Project (hereinafter referred to as "the Executing Agency"). The Executing Agency shall coordinate with all the relevant authorities to ensure smooth implementation of the Project and ensure that the undertakings for the Project shall be taken care by relevant authorities properly and on time. The organization charts are shown in Annex 2.
 - 4-2. The line ministry of the Executing Agency is the Aviation Division, Cabinet Secretariat. The Aviation Division, Cabinet Secretariat shall be responsible for supervising the Executing Agency on behalf of the Government of Pakistan.
5. Contents of the Draft Report
After the explanation of the contents of the Draft Report by the Team, the Pakistan side agreed to its contents.
6. Cost estimate
Both sides confirmed that the cost estimate including the contingency explained by the Team is provisional and will be examined further by the Government of Japan for its approval. The contingency would cover the additional cost against natural disaster, unexpected natural conditions, etc.
7. Confidentiality of the cost estimate and technical specifications
Both sides confirmed that the cost estimate and technical specifications of the Project should never be disclosed to any third parties until all the contracts under the Project are concluded.
8. Procedures and Basic Principles of Japanese Grant
The Pakistan side agreed that the procedures and basic principles of Japanese Grant as described in Annex 3 shall be applied to the Project. In addition, the Pakistan side agreed to take necessary measures according to the procedures.
9. Timeline for the project implementation
The Team explained to the Pakistan side that the expected timeline for the project implementation is as attached in Annex 4.
10. Expected outcomes and indicators
Both sides agreed that key indicators for expected outcomes are as follows. The Pakistan

side will be responsible for the achievement of agreed key indicators targeted in year 2025 and shall monitor the progress based on those indicators.

[Quantitative indicators]

Indicator	Present (Baseline in 2017)	Target (2025)
Enhancement of Severe Weather Monitoring Capability	Spatial resolution and observation intervals of the existing 143 surface observation stations in Pakistan: 74.6 km mesh on average at 60 minute observation intervals.	- Spatial resolution and observation intervals of precipitation data in the radar detection range between 300-400 km: 1 km mesh at 10 minute observation intervals. - Spatial resolution and observation intervals of wind speed & direction data in the radar detection range within 200 km: 1 km mesh at 10 minute observation intervals.
	Observation of thunderstorm accompanying the development of cumulonimbus and rain cloud of severe weather using meteorological satellite (qualitative data being received at 30 minute intervals).	Observation intervals of rainfall intensity, location, track, wind velocity of thunderstorm accompanied by cumulonimbus and rain cloud of severe weather caused by monsoon in the radar detection range: 10 minute observation intervals.
Enhancement of Heavy Rain Monitoring Capability	Observation only by using the existing surface observation stations (synoptic observation stations and automatic observation systems).	Observation intervals of rainfall intensity, location, development of rain distribution, and movement in the radar detection range: 10 minute observation intervals.

[Qualitative indicators]

- ① Additional Information provision (in addition to the manual aeronautical observation) to the airport operators on weather conditions such as cumulonimbus, etc. detected by the radar systems to aircraft operations in the area surrounding the Multan International Airport.
- ② Provision of heavy rain information/advisory/warning indicating the area(s) identified and the area(s) located in the direction of rain cloud moving by the radar observation data which has/have received rainfall of over 50mm within the last 1 hour and 75 mm within the last 3 hours and based on synoptic trends to the government agencies concerned with disaster management and mass media.
- ③ Enable the disaster management authorities (NDMA, PDMA and concerned district authorities) to issue prompt evacuation orders and commence necessary countermeasures against disasters and evacuation activity and support for disaster victims in a timely manner.
- ④ Enable the PMD to operate radar observation for prevention of secondary disasters and securing safety during rescue activities.
- ⑤ Enable the provision of accurate weather information to users engaged in industries such as transportation, tourism and agriculture by the PMD to promote the implementation of disaster mitigation measures and reducing economic losses.

11. Technical assistance ("Soft Component" of the Project)

Considering the sustainable operation and maintenance of the products and services granted through the Project, following technical assistance is planned under the Project. The Pakistan side confirmed to deploy necessary number of counterparts who are appropriate and competent in terms of its purpose of the technical assistance as described in the Draft Report.

12. Undertakings of the Project

Both sides confirmed the undertakings of the Project as described in Annex 5. With regard to exemption of customs duties, internal taxes and other fiscal levies as stipulated in No.2 of "2) During the Project" of Annex 5, both sides confirmed that such customs duties, internal taxes and other fiscal levies, which shall be clarified in the bid documents by Pakistan Meteorological Department during the implementation stage of the Project. The Pakistan side assured to take the necessary measures and coordination including allocation of the necessary budget which are preconditions of implementation of the Project. It is further agreed that the costs are indicative, i.e. at Outline Design level. More accurate costs will be calculated at the Detailed Design stage.

Both sides also confirmed that the Annex 5 will be used as an attachment of G/A.

12.1 Necessary Clearance/ Permit for the Project and Approval of PC-I

Both sides confirmed the timetable of the following key actions for the Project;

- 1) In order to submit the Project to the Japanese Cabinet, PMD shall make effort for seeking approval of PC-I by Central Development Working Party (CDWP) by the end of May, 2018. The Team will provide necessary information for preparation of the PC-I by end of February 2018.
- 2) Initial Environmental Examination (IEE) on the Project shall be completed for the approval of PC-I (by the end of February 2018).
- 3) The height clearance (No Objection Certificate) from the relevant authorities such as the Civil Aviation Authority and Pakistan Air Force for construction of a new Meteorological Radar Tower shall be obtained for the approval of PC-I (by mid May 2018).
- 4) The required procedures to obtain regulatory compliance and necessary permissions from the relevant agencies/authorities for the construction of the Radar Tower Building in the project site in Multan shall be commenced immediately after signing of the Exchange of Notes and Grant Agreement of the Project and shall be completed before the commencement of the tendering procedures (within one month).
- 5) The frequencies of the proposed S-Band radar system in Multan and radio communication link between Multan Meteorological Radar Observation Station and Meteorological Office in Multan International Airport shall be allocated and allowed by the Pakistan Telecommunication Authority (PTA)/ Frequency Allocation Board (FAB) to the PMD before the manufacturing of the equipment.
- 6) The Team strongly recommended PMD that the Government of Pakistan shall establish Height Restriction to avoid construction of any building/facility higher than the new Radar Tower Building within 5 km radius from the Multan Radar site to ensure appropriate Radar observation. PMD understood the recommendation made by the Team to take appropriate action in this regard for up to 20 years.
- 7) PMD agreed to make arrangements to provide commercial power supply from the main supply line to the proposed project site in Multan for the radar tower building.
- 8) PC-IV shall be submitted right after the completion of the Project.

12.2 Land acquisition

PMD acquired the land of Multan Meteorological Radar Observation Station from

Irrigation Department, Government of Punjab.

12.3 Stable communication between Radar tower and Airport Control Tower

The Team strongly requested PMD that the Government of Pakistan will assure stable communication between Multan Meteorological Radar Tower Building and the Multan International Airport Control Tower. In case any obstacles such as tropical trees may touch the Fresnel Zone of the radio waves, PMD will negotiate with the owner of the tree to trim the obstructed part of the tree.

13. Monitoring during the implementation

The Project will be monitored by the Executing Agency and reported to JICA by using the form of Project Monitoring Report (PMR) attached as Annex 6. The timing of submission of the PMR is described in Annex 5.

14. Project completion

Both sides confirmed that the project completes when all the facilities constructed and equipment procured by the grant are in operation. The completion of the Project will be reported to JICA promptly, but in any event not later than six months after completion of the Project.

15. Ex-Post Evaluation

JICA will conduct ex-post evaluation after three (3) years from the project completion, in principle, with respect to five evaluation criteria (Relevance, Effectiveness, Efficiency, Impact, Sustainability). The result of the evaluation will be publicized. The Pakistan side is required to provide necessary support for the data collection.

16. Schedule of the Study

JICA will finalize the Preparatory Survey Report based on the confirmed items. The report will be sent to the Pakistan side around March 2018.

17. Environmental and Social Considerations

17-1 General Issues

17-1-1 Environmental Guidelines and Environmental Category

The Team explained that 'JICA Guidelines for Environmental and Social Considerations (April 2010)' (hereinafter referred to as "the Guidelines") is applicable for the Project. The Project is categorized as C because the Project is likely to have minimal adverse impact on the environment under the Guidelines.

17-2 Environmental Issues

17-2-1 Environmental Impact Assessment (EIA)

Both sides confirmed the EIA report is not required for the Project in the country's legal system.

18. Other Relevant Issues

18-1. Disclosure of Information

Both sides confirmed that the Preparatory Survey Report from which project cost is excluded will be disclosed to the public after completion of the Preparatory Survey. The comprehensive report including the project cost will be disclosed to the public after all the contracts under the Project are concluded.

18-2. Security Arrangement

The Government of Pakistan shall take all possible and necessary measures to ensure the safety of the concerned Japanese and other foreign persons during the implementation of the Project at the Project site and movement to the Project site from their accommodations, whenever Japanese side requests in advance.

18-3 Visibility of the Project

The Pakistan side affirmed the following measures to be taken after the completion of the Project in order to enhance publicity of the Project:

- (a) Mass media sources
- (b) Brochures
- (c) Commemoration panels

18-4 Adaptation to climate change

In Pakistan, the adverse impacts of climate change induced by global warming have been notable as evidenced by the increase in meteorological disasters such as floods, etc. To mitigate the impacts of climate change, it is absolutely necessary to monitor severe weather events through the Multan meteorological radar system. Therefore, the Project is expected to contribute to climate change adaptation.

18-5 Contribution for Implementation of the Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030:

In March 2015, the Third UN World Conference on Disaster Risk Reduction was held in Sendai, Japan and the Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030 (hereinafter referred to as "SFDRR 2015-2030") was adopted. The concept of the Project is in line with SFDRR 2015-2030 and priorities for action. Particularly, the Project contributes to implement "Priority 1: Understanding disaster risk" through an improved meteorological observation capability, and "Priority 4: Enhancing disaster preparedness for effective response" through an improved accuracy of forecasts and warnings.

18-6 Contribution to the National Disaster Management Plan (NDMP)

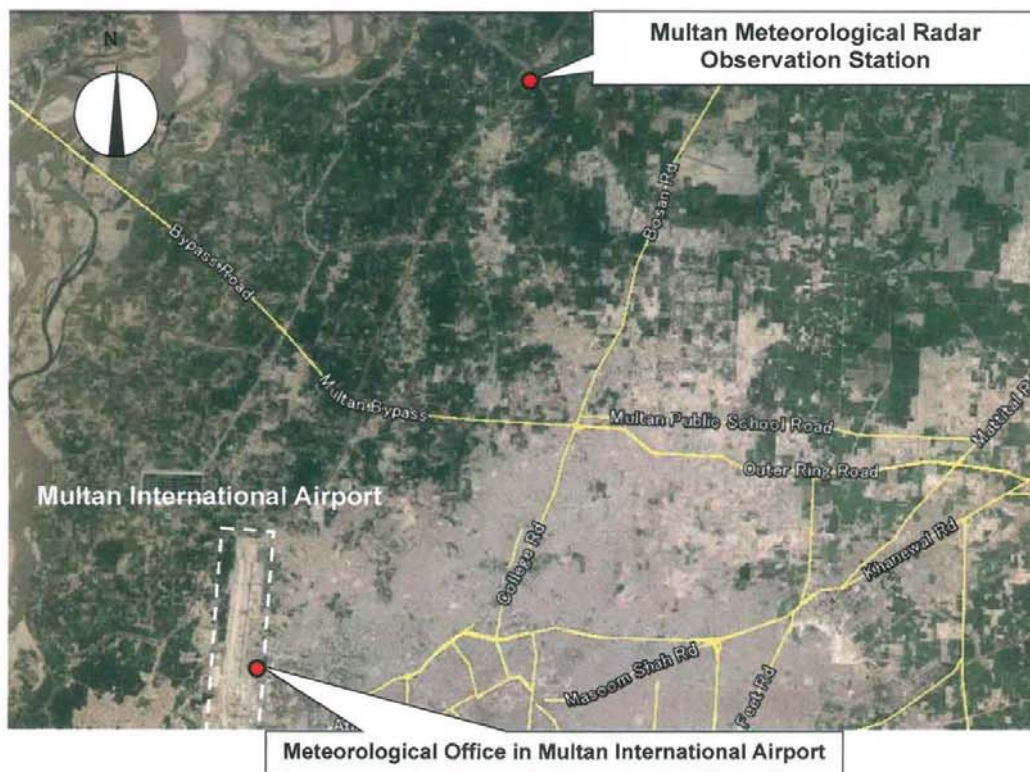
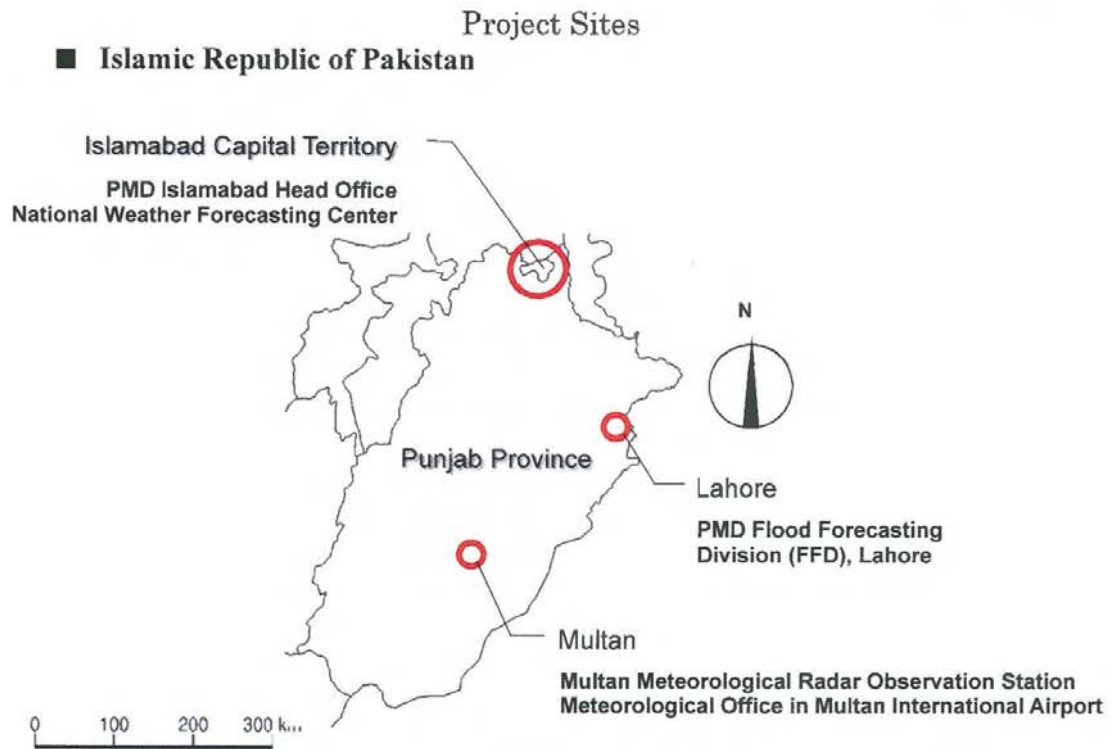
Both sides confirmed that the Project is in line with the priority areas identified in the National Disaster Management Plan (NDMP) which has been approved by the National Disaster Management Commission.

18-7 Contribution to the Fourth National Flood Protection Plan (NFPP-IV) of Federal Flood Commission (FFC)

Both sides confirmed that the Project is in line with the priority areas identified in the Contribution to the Fourth National Flood Protection Plan (NFPP-IV) of Federal Flood Commission (FFC) approved the Council of Common Interests(CCI), and it will contribute in the realization of benefits expected due to its implementation.

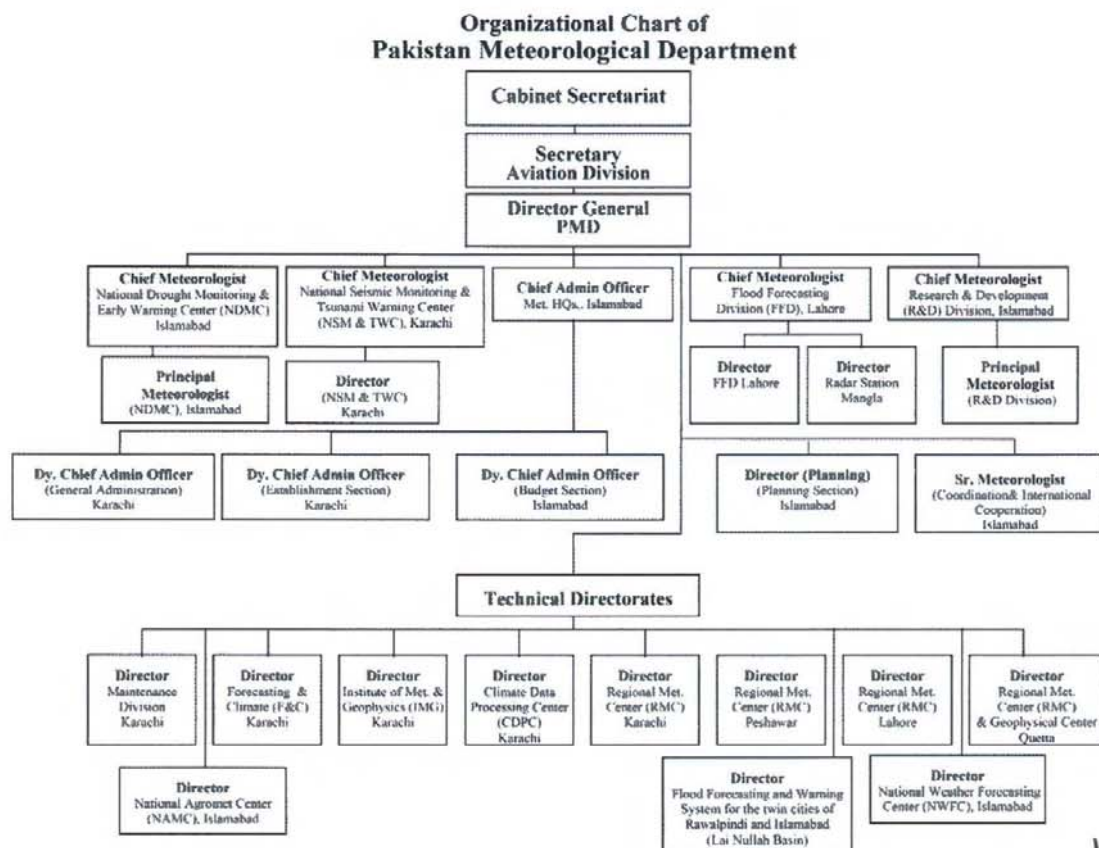
Being the main coordinating agency of the Government of Pakistan for integrated flood management, FFC will coordinate with other stakeholders to harness the benefits of this Project.

Annex 1



Annex 2

Organization Chart of Pakistan Meteorological Department (PMD)



JAPANESE GRANT

The Japanese Grant (hereinafter referred to as the "Grant") is non-reimbursable fund provided to a recipient country to procure the facilities, equipment and services (engineering services and transportation of the products, etc.) for its economic and social development in accordance with the relevant laws and regulations of Japan. The Grant is not supplied through the donation of materials as such.

Based on a JICA law which was entered into effect on October 1, 2008 and the decision of the GOJ, JICA has become the executing agency of the Japanese Grant for Projects for construction of facilities, purchase of equipment, etc.

1. Grant Procedures

The Grant is supplied through following procedures:

- Preparatory Survey
 - The Survey conducted by JICA
- Appraisal & Approval
 - Appraisal by the GOJ and JICA, and Approval by the Japanese Cabinet
- Authority for Determining Implementation
 - The Notes exchanged between the GOJ and a recipient country
- Grant Agreement (hereinafter referred to as "the G/A")
 - Agreement concluded between JICA and a recipient country
- Implementation
 - Implementation of the Project on the basis of the G/A

2. Preparatory Survey

(1) Contents of the Survey

The aim of the Preparatory Survey is to provide a basic document necessary for the appraisal of the Project made by the GOJ and JICA. The contents of the Survey are as follows:

- Confirmation of the background, objectives, and benefits of the Project and also institutional capacity of relevant agencies of the recipient country necessary for the implementation of the Project.
- Evaluation of the appropriateness of the Project to be implemented under the Grant Scheme from a technical, financial, social and economic point of view.

- Confirmation of items agreed between both parties concerning the basic concept of the Project.
- Preparation of an outline design of the Project.
- Estimation of costs of the Project.

The contents of the original request by the recipient country are not necessarily approved in their initial form as the contents of the Grant project. The Outline Design of the Project is confirmed based on the guidelines of the Japanese Grant scheme.

JICA requests the Government of the recipient country to take whatever measures necessary to achieve its self-reliance in the implementation of the Project. Such measures must be guaranteed even though they may fall outside of the jurisdiction of the organization of the recipient country which actually implements the Project. Therefore, the implementation of the Project is confirmed by all relevant organizations of the recipient country based on the Minutes of Discussions.

(2) Selection of Consultants

For smooth implementation of the Survey, JICA employs (a) consulting firm(s). JICA selects (a) firm(s) based on proposals submitted by interested firms.

(3) Result of the Survey

JICA reviews the Report on the results of the Survey and recommends the GOJ to appraise the implementation of the Project after confirming the appropriateness of the Project.

3. Japanese Grant Scheme

(1) The E/N and the G/A

After the Project is approved by the Cabinet of Japan, the Exchange of Notes(hereinafter referred to as "the E/N") will be signed between the GOJ and the Government of the recipient country to make a pledge for assistance, which is followed by the conclusion of the G/A between JICA and the Government of the recipient country to define the necessary articles, in accordance with the E/N, to implement the Project, such as payment conditions, responsibilities of the Government of the recipient country, and procurement conditions.

(2) Selection of Consultants

In order to maintain technical consistency, the consulting firm(s) which conducted the Survey will be recommended by JICA to the recipient country to continue to work on the Project's implementation after the E/N and G/A.

(3) Eligible source country

Under the Grant, in principle, Japanese products and services including transport or those of the recipient country are to be purchased. The Grant may be used for the purchase of the products or services of a third country, if necessary, taking into account the quality, competitiveness and economic rationality of products and services necessary for achieving the objective of the Project. However, the prime contractors, namely, constructing and procurement firms, and the prime consulting firm are limited to "Japanese nationals", in principle.

(4) Necessity of "Verification"

The Government of the recipient country or its designated authority will conclude contracts denominated in Japanese yen with Japanese nationals, in principle. Those contracts shall be verified by JICA. This "Verification" is deemed necessary to fulfill accountability to Japanese taxpayers.

(5) Major undertakings to be taken by the Government of the Recipient Country

In the implementation of the Grant Project, the recipient country is required to undertake such necessary measures as Annex. The Japanese Government requests the Government of the recipient country to exempt all customs duties, internal taxes and other fiscal levies such as VAT, commercial tax, income tax, corporate tax, resident tax, fuel tax, but not limited, which may be imposed in the recipient country with respect to the supply of the products and services under the verified contract, since the Grant fund comes from the Japanese taxpayers.

(6) "Proper Use"

The Government of the recipient country is required to maintain and use properly and effectively the facilities constructed and the equipment purchased under the Grant, to assign staff necessary for this operation and maintenance and to bear all the expenses other than those covered by the Grant.

(7) "Export and Re-export"

The products purchased under the Grant should not be exported or re-exported from the recipient country.

(8) Banking Arrangements (B/A)

- a) The Government of the recipient country or its designated authority should open an account under the name of the Government of the recipient country in a bank in Japan (hereinafter referred to as "the Bank"), in principle. JICA will execute the Grant by making payments in Japanese yen, in principle, to cover the obligations incurred by the Government of the recipient country or

its designated authority under the Verified Contracts.

b) The payments will be made when payment requests are presented by the Bank to JICA under an Authorization to Pay (A/P) issued by the Government of the recipient country or its designated authority.

(9) Authorization to Pay (A/P)

The Government of the recipient country should bear an advising commission of an Authorization to Pay and payment commissions paid to the Bank.

(10) Environmental and Social Considerations

The Government of the recipient country must carefully consider environmental and social impacts by the Project and must comply with the environmental regulations of the recipient country and JICA Guidelines for Environmental and Social Consideration (April, 2010) .

(11) Monitoring

The Government of the recipient country must take their initiative to carefully monitor the progress of the Project in order to ensure its smooth implementation as part of their responsibility in the G/A, and must regularly report to JICA about its status by using the Project Monitoring Report (PMR).



(12) Safety Measures

The Government of the recipient country must ensure that the safety is highly observed during the implementation of the Project.







Annex-3 Attachment 1

PROCEDURES OF JAPANESE GRANT

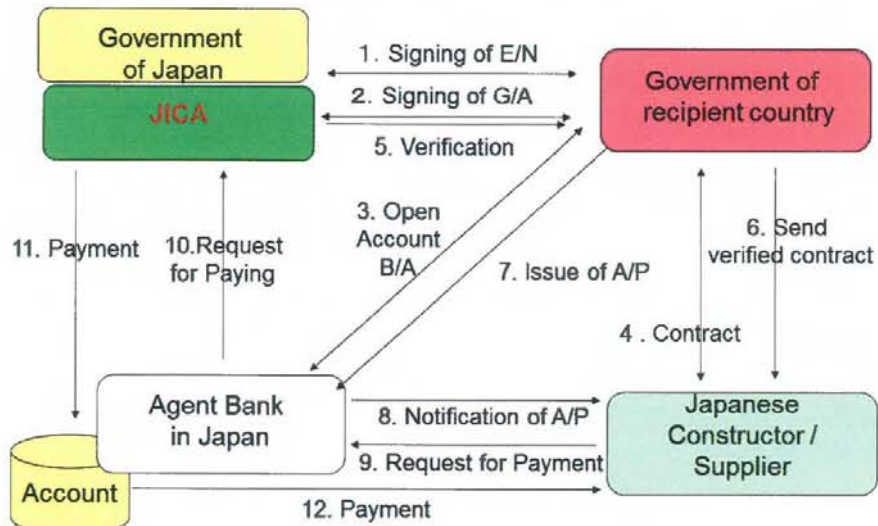
Stage	Procedures	Remarks	Recipient Government	Japanese Government	JICA	Consultants	Contractors	Agent Bank
Official Request	Request for grants through diplomatic channel	Request shall be submitted before appraisal stage.	x	x				
1. Preparation	(1) Preparatory Survey Preparation of outline design and cost estimate	—	x		x	x		
2. Appraisal	(2) Preparatory Survey Explanation of draft outline design, including cost estimate, undertakings, etc.		x		x	x		
	(3) Agreement on conditions for implementation	Conditions will be explained with the draft notes (E/N) and Grant Agreement (G/A) which will be signed before approval by Japanese government.	x	x (E/N)	x (G/A)			
	(4) Approval by the Japanese cabinet	—		x				
3. Implementation	(5) Exchange of Notes (E/N)		x	x				
	(6) Signing of Grant Agreement (G/A)		x		x			
	(7) Banking Arrangement (B/A)	Need to be informed to JICA	x					x
	(8) Contracting with consultant and issuance of Authorization to Pay (A/P)	Concurrence by JICA is required	x			x		x
	(9) Detail design (D/D)	—	x			x		
	(10) Preparation of bidding documents	Concurrence by JICA is required	x			x		
	(11) Bidding	Concurrence by JICA is required	x		—	x	x	
	(12) Contracting with contractor/supplier and issuance of A/P	Concurrence by JICA is required	x				x	x
	(13) Construction works/procurement	Concurrence by JICA is required for major modification of design and amendment of contracts.	x			x	x	
	(14) Completion certificate	—	x			x	x	
4. Ex-post monitoring & evaluation	(15) Ex-post monitoring	To be implemented generally after 1, 3, 10 years of completion, subject to change	x		x			
	(16) Ex-post evaluation	To be implemented basically after 3 years of completion	x		x			

notes:

1. Project Monitoring Report and Report for Project Completion shall be submitted to JICA as agreed in the G/A.

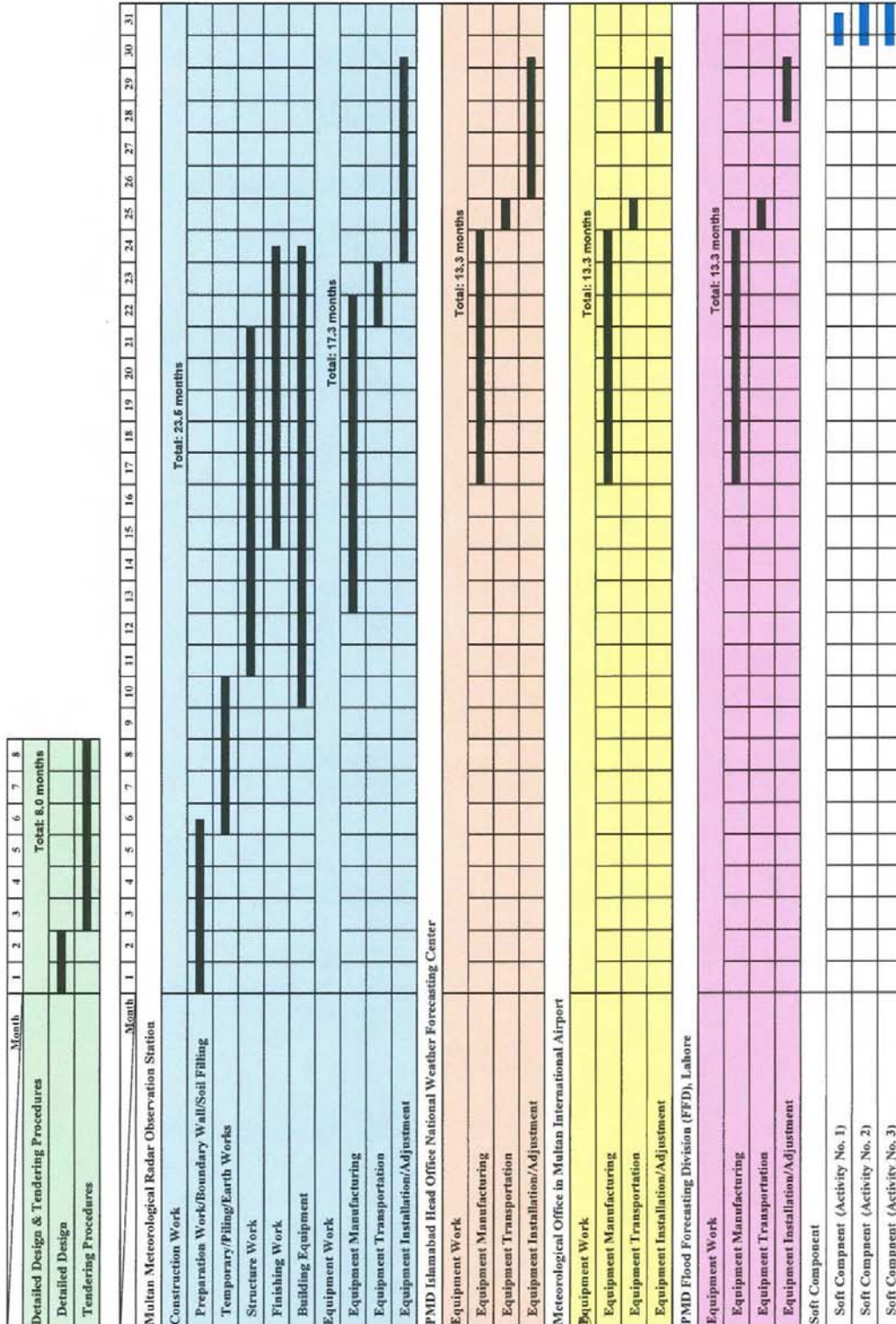
2. Concurrence by JICA is required for allocation of grant for remaining amount and/or contingencies as agreed in the G/A.

Financial Flow of Grant Aid



Annex-4

Project Implementation Schedule



Annex 5

Major Undertakings to be taken by Recipient Government

1) Before the Tender

NO	Items	Deadline	In charge	Cost (PKR)	Ref.
1	To open Bank Account (Banking Arrangement (B/A))	within 3 months after G/A	PMD	-	
2	To secure sufficient spaces at the proposed Project site in Multan for temporary facilities such as a consultant's site office, contractor's office, workshop, building materials storage, etc. needed for the construction work.	before notice of the Tender	PMD	-	
3	To obtain all prior regulatory compliance and necessary permissions (Building Construction Permit, Building Height Clearance) from the relevant agencies/authorities for the construction of the Radar Tower Building in the proposed project site in Multan.	before completion of PC-I	PMD	-	
4	To relocate the existing high voltage power cable in the proposed Project Site in Multan.	before notice of the Tender	PMD	1,000,000	

2) During the Project

NO	Items	Deadline	In charge	Cost (PKR)	Ref.
1	To pay bank commission for the issuance of the Authorization to Pay (A/P) and amendments of A/P, if required, for the Consultant and the Contractor.	every payment	PMD	7,000,000	
2	To obtain the required frequencies for the Multan meteorological radar system, Polarimetric Test Horn Devices, and Meteorological Data Communication System (between Multan Meteorological Radar Observation Station and Meteorological Office in Multan International Airport).	before manufacturing of the equipment	PMD	1,500,000	
3	To shoulder the miscellaneous expenditures such as library books, petrol, telephone, application fee, etc.	before notice of the Tender	PMD	0	
4	To handle duty (tax) exemption procedures and to take necessary measures as well as provide requisite legal and/or administrative documentations for customs clearance to the customs broker/forwarder to be employed by the Contractor at the port of disembarkation for the materials and equipment imported for the Project as well as sending back of any defective equipment and/or spare parts to the manufacturer for repair at the factory or replacement and re-importation thereof into Pakistan during the implementation and warranty periods of the Project.	during the Project	EAD PMD	-	
	1) Marine (air) transportation of the Products from Japan to Pakistan	during the Project	Contractor	-	
	2) Internal transportation from the port of disembarkation to the project sites	during the Project	Contractor	-	
5	1) To take full responsibility, arrange the maximum countermeasures and ensure the appropriate security of the whole Project site/s and of the Japanese and other foreign nationals assigned to the Project prior to the commencement of and during implementation of the Project. 2) To arrange security around the proposed Project Site with the police. 3) To arrange security around the accommodation(s) of the Consultants & the Contractor with the police. 4) To arrange escort guard with the police during movements between the accommodation(s) of the Consultants & the Contractor and the proposed Project Site.	during the Project	PMD	-	

6	To provide necessary working spaces with Internet Connection at the PMD Islamabad Head Office and the PMD Multan Meteorological Office at the International Airport for the Consultant and the Contractor during the implementation of the Project.	during the Project	PMD	-	
7	To accord Japanese and other foreign nationals including their dependent/s (if any), whose services may be required in connection with the supply of products and services under the signed contracts, such facilities as may be necessary for their entry into Pakistan and stay therein for the smooth and uninterrupted performance of their work (i.e. to secure the appropriate visa including its extension/s required by the recipient country in connection thereof).	during the Project	PMD	-	
8	To exempt goods of Japanese and other foreign nationals from customs duties, internal taxes and other fiscal levies which may be imposed by the Government of Pakistan with respect to their supply (products) and services under the signed contracts	during the Project	PMD	-	
9	1) To bear all the expenses, other than those to be borne by the Japanese Grant, necessary for construction of the facilities as well as for the transportation and installation of the equipment	during the Project	PMD	-	
	2) To undertake incidental outdoor works such as gardening/landscaping and exterior lighting in and around the proposed Project Site in Multan.	during the Project	PMD	1,000,000	
10	1) To provide the commercial power (400V, 3-phase, 4-wire, 50Hz) supply (capacity: no less than 150kVA) along with electric poles/wires, etc. from the main supply line to the proposed project site in Multan for the Radar Tower Building and other facilities to be constructed by the PMD for establishing an observatory.	Before commencement of the radar tower building construction	PMD	2,500,000	
	2) To install the required step-down transformer as well as service entrance connections for the commercial power supply at the proposed project site in Multan for the Radar Tower Building (400V, 3-phase, 4-wire, 50Hz).			4,000,000	
11	To provide facilities for distribution of electricity, water supply, drainage and other incidental facilities necessary for the implementation of the Project outside the site(s)				
	1) Electricity	before completion of the radar tower building construction	PMD	Indicated in above 8, 2)	
	The Distribution line to the site		PMD	-	
	2) Furniture and equipment				
	General Furniture				
12	To promptly provide reliable and high-speed Internet environment at the PMD Islamabad Head Office National Weather Forecasting Center, the PMD Multan Meteorological Office (Forecasting Room) located in the Multan International Airport and the PMD Flood Forecasting Division (FFD), Lahore (with each corresponding global/fix IP) for establishment of a Virtual Private Network (IP-VPN).	during the Project	PMD	1,000,000	
13	To set up the required and new assigned IP addresses in the computing equipment supplied under the Project and facilitate any required configuration i.e. firewall settings, etc. of the existing PMD equipment which may be made part of the Project Network Communication System, if any.	during the Project	PMD	-	
14	To install 1 additional air-conditioning system at the PMD Multan Meteorological Office (Forecasting Room).	during the Project	PMD	300,000	
15	To assign appropriate number of trainees and shoulder their dispatching cost to the training sites, such as daily allowance, transportation fee, accommodation, if any.	during the Project	PMD	1,000,000	
16	To submit the Project Monitoring Report (PMR) as per Annex 6.	every month during the Project	PMD	-	

3) After the Project

NO	Items	Deadline	In charge	Cost (PKR)	Ref.
1.	To maintain and use properly and effectively the facilities constructed and equipment provided under the Japanese Grant	after completion of the Project	PMD	7,250,000	
1)	Allocation of maintenance cost				
2)	Operation and maintenance structure				
3)	Routine check/Periodic inspection				
4)	Other contingency expenditures if necessary				
2	To handle duty (tax) exemption procedures and to take necessary measures as well as provide requisite legal and/or administrative documentations for customs clearance to the customs broker/forwarder to be employed by the Contractor at the port of disembarkation for the materials and equipment imported for the Project as well as sending back of any defective equipment and/or spare parts to the manufacturer for repair at the factory or replacement and re-importation thereof into Pakistan during the implementation and warranty periods of the Project.	after completion of the Project	EAD PMD		
3	To assign the required staff including a responsible personnel of the PMD who has reliable technical skill and ample experience for the smooth operation and maintenance of the Equipment.	after completion of the Project	PMD	8,000,000	
4	To procure the required spare parts and consumables for the smooth operation and maintenance of the Equipment, and enter into a Preventive Maintenance Service Agreement with the equipment supplier if so desired.	after completion of the warranty period	PMD	2,500,000	
5	To procure the appropriate number and capacity of disk media, hard disks, solid state disks, etc., and dutifully conduct the required schedule archiving of radar observation raw data and products.	after completion of the Project	PMD	300,000	
6	To periodically update all the operation/antivirus/application software(s).	after completion of the Project	PMD	Included in above 1	

(B/A: Banking Arrangement, A/P: Authorization to pay, N/A: Not Applicable)

(Note) Progress of the specific obligations of the Recipient may be confirmed and updated from time to time with written agreement between JICA and the Recipient in the form other than the amendment of the G/A.

<u>Project Monitoring Report</u> on <u>Grant Agreement No. XXXXXXXX</u> 20XX, Month
--

Organization Information

Authority (Signer of the G/A)	Person in Charge _____ Contacts _____ <u>Address:</u> _____ <u>Phone/FAX:</u> _____ <u>Email:</u> _____
Executing Agency	Person in Charge _____ Contacts _____ <u>Address:</u> _____ <u>Phone/FAX:</u> _____ <u>Email:</u> _____
Line Agency	Person in Charge _____ Contacts _____ <u>Address:</u> _____ <u>Phone/FAX:</u> _____ <u>Email:</u> _____

Outline of Grant Agreement:

Source of Finance	Government of Japan: Not exceeding JPY _____ Government of Pakistan: _____
Project Title	_____
E/N	Signed date: _____ Duration: _____
G/A	Signed date: _____ Duration: _____

1: Project Description




1-1 Project Objective

--

1-2 Necessity and Priority of the Project

- Consistency with development policy, sector plan, national/regional development plans and demand of target group and the recipient country.

--

1-3 Effectiveness and the indicators

- Effectiveness by the project

Quantitative Effect (Operation and Effect indicators)		
Indicators	Original (Yr 2017)	Target (Yr 2021)
Qualitative Effect		

2: Project Implementation

2-1 Project Scope

Table 2-1-1a: Comparison of Original and Actual Location

Location	Original: (MD)	Actual: (PMR)
	Attachment(s):Map	Attachment(s):Map

Table 2-1-1b: Comparison of Original and Actual Scope

Items	Original	Actual

2-1-2 Reason(s) for the modification if there have been any.

--

2-2 Implementation Schedule
2-2-1 Implementation Schedule

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

Table 2-2-1: Comparison of Original and Actual Schedule

Items	Original		Actual
	DOD	G/A	
Cabinet Approval		-	-
E/N			
G/A			
Approval of consultant contract			
Early Mobilization of consultant			
Detailed Design			
Budget Request for FY2016			
Tender Process of contractor and supplier			
Approval of contractor and supplier contract			
Budget Appropriation and Issuance of A/P			
Construction Period			
Shipment			
Custom Clearance			
Installation and acceptance Check			
Soft component			
Project Completion Date			
Defect Liability Period			

*Project Completion was defined as Completion of Soft component at the time of G/A.

2-2-2 Reasons for any changes of the schedule, and their effects on the project.

2-3 Undertakings by each Government

2-3-1 Major Undertakings

See Attachment 2.

2-3-2 Activities

See Attachment 3.

2-3-3 Report on RD

See Attachment 4.

R

Handwritten signature

Handwritten signature

Handwritten signature

2-4 Project Cost

2-4-1 Project Cost

Table 2-4-1a Comparison of Original and Actual Cost by the Government of
Japan
(Confidential until the Tender)

Items			Cost (Million Yen)	
	Original	Actual	Original	Actual
Construction of Facilities				
Equipment				
Soft Component				
Consulting Services				
Contingency				
Total				

Note: 1) Date of estimation:
2) Exchange rate: 1 US Dollar = **Yen

Table 2-4-1b Comparison of Original and Actual Cost by the Government of **

Items			Cost (Thousand MMK)	
	Original	Actual	Original	Actual
				Please state not only the most updated schedule

Note: 1) Date of estimation:

2) Exchange rate: 1 US Dollar =(local currency)

2-4-2 Reason(s) for the wide gap between the original and actual, if there have been any, the remedies you have taken, and their results.

RE

Handwritten signature

Handwritten mark

Handwritten signature

2-5 Organizations for Implementation

2-5-1 Executing Agency:

- Organization's role, financial position, capacity, cost recovery etc,
- Organization Chart including the unit in charge of the implementation and number of employees.

Original: (M/D)

Actual, if changed: (PMR)

2-6 Environmental and Social Impacts

- The environmental monitoring is not required in the Project as this project was categorized as category C in accordance with the GUIDELINES FOR ENVIRONMENTAL AND SOCIAL CONSIDERATIONS of JICA as of April 2010.

3: Operation and Maintenance (O&M)

3-1 O&M and Management

- Organization chart of O&M
- Operational and maintenance system (structure and the number, qualification and skill of staff or other conditions necessary to maintain the outputs and benefits of the project soundly, such as manuals, facilities and equipment for maintenance, and spare part stocks etc)

Original: (M/D)

Actual: (PMR)

3-2 O&M Cost and Budget

- The actual annual O&M cost for the duration of the project up to today, as well as the annual O&M budget.

Original: (M/D)

Actual: (PMR)

4: Precautions (Risk Management)

- Risks and issues, if any, which may affect the project implementation, outcome, sustainability and planned countermeasures to be adapted are below.

Original Issues and Countermeasure(s): (M/D)	
Potential Project Risks	Assessment
1. Delay of budget appropriation	Probability: H/M/L
	Impact: H/M/L
	Analysis of Probability and Impact:
	Mitigation Measures:
	Action during the Implementation:
	Contingency Plan (if applicable):
2.	Probability: H/M/L
(Description of Risk)	Impact: H/M/L
	Analysis of Probability and Impact:
	Mitigation Measures:
	Action during the Implementation:
	Contingency Plan (if applicable):
3.	Probability: H/M/L
(Description of Risk)	Impact: H/M/L
	Analysis of Probability and Impact:
	Mitigation Measures:
	Action during the Implementation:
	Contingency Plan (if applicable):
Actual issues and Countermeasure(s)	
(PMR)	

5: Evaluation at Project Completion and Monitoring Plan

5-1 Overall evaluation

Please describe your overall evaluation on the project.

5-2 Lessons Learnt and Recommendations

Please raise any lessons learned from the project experience, which might be valuable for the future assistance or similar type of projects, as well as any recommendations, which might be beneficial for better realization of the project effect, impact and assurance of sustainability.

5-3 Monitoring Plan for the Indicators for Post-Evaluation

Please describe monitoring methods, section(s)/department(s) in charge of monitoring, frequency, the term to monitor the indicators stipulated in 1-3.

Attachment

1. Project Location Map
2. Undertakings to be taken by each Government
3. Monthly Report
4. Report on RD
5. Yearly disbursement plan
6. Monitoring sheet on price of specified materials (Quarterly)
7. Report on Proportion of Procurement (Recipient Country, Japan and Third Countries)

(Final Report Only)

ソフトコンポーネント計画書

(1) ソフトコンポーネントを計画する背景

世界有数の自然災害多発国であるパキスタン・イスラム共和国（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。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。

近年では、2010 年、2011 年、2012 年と連続して大規模な洪水が発生し、特に 2010 年のインダス川大洪水（死者・行方不明者約 2 千人、被災者 2 千万人超、被害総額 95 億ドル）及び 2011 年のシンド州を中心とした洪水（死者・行方不明者 5 百人超、被災者約 5 百万人）は甚大な被害をもたらした。2010 年のインダス川大洪水は、農地の荒廃、家屋の流失、道路や橋梁の破壊など広い範囲に被害をもたらし、「パ」国経済に計り知れない負のインパクトを与え、「パ」国の歴史上、最悪の洪水となった。加えて自然災害は、人命や財産の損失及び社会経済活動の停滞を生み出すだけでなく、自然災害に極めて脆弱である貧困層に対し大きな打撃を与えるため、「パ」国政府の開発戦略の一つである貧困削減への弊害ともなっている。

モンスーン期に集中豪雨をもたらす雨雲の殆どが、インドから「パ」国に侵入し、それらの約 8 割が北上して、洪水を引き起す大雨を北部にもたらす。北部で降った大雨が、河川の上流域で鉄砲水や土砂崩を発生させ、その雨水が中・下流域に流れ込んで、大規模な洪水を発生させる。これに加えて、モンスーン期の積乱雲に伴うサンダーストーム（雷雨）による大雨やスライマーン山脈周辺のパンジャブ州の豪雨地域で降った大雨の雨水が河川に流れ込み、「パ」国中部・南部地域の洪水の規模を更に増大させている。

しかしながら現状では、インドから「パ」国に侵入してモンスーン期にパンジャブ州の広域に集中豪雨をもたらす雨雲、積乱雲に伴うサンダーストーム（雷雨）やスライマーン山脈周辺での大雨を精度良く観測できないことから、パキスタン気象局（PMD: Pakistan Meteorological Department）が大雨の情報を洪水予警報に適切に反映することが難しいのが実情である。ムルタンは、インドから「パ」国に侵入してモンスーン期に集中豪雨をもたらす雨雲の進入路、積乱雲に伴うサンダーストーム（雷雨）やスライマーン山脈周辺の豪雨を精度良く観測するには最適な位置している。ムルタンに新たな気象レーダーの整備が実施されることにより、PMD は、パンジャブ州の広域及びインド側の精度の高い気象観測と、気象及び洪水予警報の安定的且つ持続的な国民への提供が実施できることから、「パ」国の自然災害による被害の軽減に大きく寄与することが可能となる。

このため、本プロジェクトは、パンジャブ州のムルタンに S バンド固体化電力増幅式 2 重偏波気象ドップラーレーダーシステムを整備し、加えて気象レーダー中央処理システム、気象レーダーデータ表示システム及び気象データ通信システムを投入するとともに、人材育成を実施して、災害を引き起こす気象現象の監視能力を強化させることにより、「パ」国の気象・洪水情報や予警報の精度が向上され、自然災害による被害の軽減に寄与することを目標とするものである。

PMD 技術職員はコンピュータを含むデジタル気象観測機材には習熟しているものの、本プロジェクトで導入予定の S バンド固体化電力増幅式 2 重偏波気象ドップラーレーダーシステムは、現状、世界の最新技術を駆使したシステムで、「パ」国では初めて整備されるものであるため、当該システムの運用維持管理の経験を有する技術職員が PMD にはいない。そのため、導入される気象レーダーシステムの運用維持管理を円滑に開始し、且つプロジェクト成果の持続性を確保ができるよう、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妥当であると判断した。

現在、我が国の無償資金協力プロジェクトにより、イスラマバード及びカラチの既設 C バンド気象レーダーシステムの更新が進められているが、前述のようにムルタンに導入予定の気象レーダーシステムは、イスラマバード及びカラチで更新される機種とは異なり、「パ」国では初めて整備される機材であることから、本プロジェクトで実施予定の内容は、イスラマバード及びカラチで実施予定のソフトコンポーネント内容と基本的に重複するものではない。加えて、各気象レーダー観測所には専属の PMD 技術職員が、それぞれ配置されるため、ソフトコンポーネントを実施する対象者が重複することはない。

(2) ソフトコンポーネントの目標

PMD が、独自で S バンド固体化電力増幅式 2 重偏波気象ドップラーレーダーシステムの確実な運用ができるようになること。

(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 1 ソフトコンポーネントの成果

No.	活動（技術移転） 項目	成果	成果指標	成果達成度の 確認方法
1	S バンド固体化電力増幅式 2 重偏波気象ドップラーレーダーシステム点検、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 職員が気象レーダー機器のメンテナンス方法を習得する	点検、調整、軽微な故障の探究・処置・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システムの動作確認（観測状況）、c. 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）	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、目視及びインタビューにより確認する
2	S バンド固体化電力	PMD 職員が気象レ	S バンド固体化電力増幅式 2 重偏波気	S バンド固体化電力増幅式 2 重偏

パキスタン・イスラム共和国
ムルタン気象レーダー整備計画準備調査報告書

	増幅式 2 重偏波気象 ドップラーレーダー システム概要・保守 管理マニュアル及び 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（観測生データの 取得方法及びデータ テーブルの読み方を 含む）	ーダーの運用・管 理方法を習得す る	象ドップラーレーダーシステム概要・ 保守管理マニュアル及び保守管理台帳 を活用した、迅速且つ適切な運用・管 理技術 観測生データの取得方法及びデータテ ーブルの読み方	波気象ドップラーレーダーシステ ム概要・保守管理マニュアルの利用 頻度、保守管理台帳の活用を記 載内容及びインタビューにより確 認する
3	気象レーダー基礎、 データ品質管理概要 及び降雨強度及びド 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 象レーダー観測及び 観測	PMD 職員が気象レ ーダーを適切に 操作できる	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、降雨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	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、降雨強度及びドップラー速度 観測データにより確認する

(4) 成果達成度の確認方法

ソフトコンポーネントの成果達成度の確認方法は「表 1 ソフトコンポーネントの成果」に
示した通りである。

(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 2 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: S バ ンド固体化 電力増幅式 2 重偏波気 象ドップラ ーレーダー システムの 点検、調整、 軽微な故障 の探究・処 置・復旧技 術を PMD 技 術者が習得 する	S バンド固体 化電力増幅 式 2 重偏波 気象ドップ ラーレーダ ーシステムの 調整・軽微 な故障の探 求を行える技 術を有する技 術者	PMD は、アナログ気 象レーダーシス テムの調整・故障探 求の実施経験のみ であるため、デジ タル気象レーダー システムの技術が 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	気象レーダー調 整・故障探求技術 担当コンサルタント: 1.07 人月（現地技 術移転期間：32 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
				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		予備品の実機への組 入れ後の動作確認 （観測状況）手順書
				故障状態を想定した 故障探求・処置・復 旧確認研修		故障探求・処置・復 旧確認手順書
				重大な故障発生時の 対応研修 実施手順書の作成		重大な故障発生時の 対応手順書
成果 2: PMD 技術者が、S バンド固体 化電力増幅 式 2 重偏波 気象ドップ ラーレーダ ーシステム	気象レーダー の運用・管理 を行える技術 を有する技術 者	PMD は、アナログ気 象レーダーシス テムの運用・管理を行 った経験のみである ため、デジタル 気象ドップラー レーダーシ ステムのマニ ュア	次表に示し た通り	PMD 技術者との技術 ディスカッション	気象レーダー運 用・管理技術担当 コンサルタント: 1.17 人月（現地 技術移転期間: 35 日） 直接支援型	S バンド固体化電力 増幅式 2 重偏波気 象ドップラーレー ダーシステム概要・保守 管理マニュアル
				S バンド固体化電力 増幅式 2 重偏波気 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		レーダーシステム保 守管理台帳 ・システム障害/ト

パキスタン・イスラム共和国
ムルタン気象レーダー整備計画準備調査報告書

のマニュアル概要及び保守管理台帳を活用した迅速且つ適切な運用・管理技術を習得する（観測生データの取得方法及びデータテーブルの読み方を含む）		ル概要及び保守管理台帳に沿った運用・管理が実施できる技術が必要（観測生データの取得方法及びデータテーブルの読み方を含む）		S バンド固体化電力増幅式 2 重偏波気象ドップラーレーダーシステム概要・保守管理マニュアルの作成		ラブルの発生日時 ・システム障害/トラブルの原因（異音、部分的な劣化、その他） ・実施した復旧手順 ・交換した部品の名称及び数量 ・復旧/トラブルシューティングを行ったエンジニアの氏名 ・観測生データの取得方法及びデータテーブルの読み方
				レーダーシステム保守管理台帳の作成		
				PMD 技術者による S バンド固体化電力増幅式 2 重偏波気象ドップラーレーダーシステム概要・保守管理マニュアル及び保守管理台帳の使用		
				観測生データの取得方法及びデータテーブルの読み方		
成果 3：降雨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	気象レーダー観測データよりクラッター及びブラインドエリアの特定が行え且つパキスタンの気象現象に即した観測のシーケンス・スケジュールの作成技術を有する技術者	既設アナログ気象レーダーシステムには CAPPI（Constant Altitude Plan Position Indicator）機能がなかったことから、PMD は CAPPI による観測を実施した経験がないため、CAPPI による降雨強度及びドップラー速度観測のシーケンス・スケジュール作成に関する技術が必要	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（気象レーダー基礎、データ品質管理概要）	気象レーダー観測技術担当コンサルタント：1.17 人月（現地技術移転期間：35 日） 直接支援型	降雨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
				S バンド固体化電力増幅式 2 重偏波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のブラインドエリアの特定		
				各アンテナ仰角時のブラインドエリア図の作成		
				降雨強度及びドップラー速度観測の一般的なシーケンス・スケジュールの作成		
				降雨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		

各成果のターゲットグループを以下の表に示す。

表 3 各成果のターゲットグループ

成果 1、2 及び 3 のターゲットグループ				成果 3 ターゲットグループ	
イスラマバード	人数	ムルタン	人数	イスラマバード	人数
主任技師職員	1	主任技師職員	0	気象予報センター職員	15
電子技師職員	1	電子技師職員	2		
電子技師補	1	電子技師補	1	ムルタン	人数
技師補助職員	4	技師補助職員	2	気象職員(気象補助員を含む)	6
機械工職員	6	機械工職員	0		

活動日程詳細計画は以下の通りである。

表 4 活動 No.1、活動 No.2 及び活動 No.3 の日程詳細計画

	活動 No. 1	活動 No. 2	活動 No. 3
日	S バンド固体化電力増幅式 2 重偏波気象ドップラーレーダーシステム点検、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	S バンド固体化電力増幅式 2 重偏波気象ドップラーレーダーシステム概要・保守管理マニュアル及びレーダーシステム保守管理台帳作成	降雨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
1	日本発 イスラマバード着 月曜日	日本発 イスラマバード着 月曜日	日本発 イスラマバード着 月曜日
2	PMD イスラマバード本局において PMD 技術者との技術ディスカッション ムルタンへ移動	PMD イスラマバード本局において PMD 技術者との技術ディスカッション ムルタンへ移動	PMD イスラマバード本局において PMD 技術者との技術ディスカッション ムルタンへ移動
3	ムルタン気象レーダー塔施設において準備作業 PMD ムルタン技術者との技術ディスカッション 測定器類を用いた定期保守点検の実施 研修	ムルタン気象レーダー塔施設において準備作業 PMD ムルタン技術者との技術ディスカッション	PMD ムルタン気象職員及び技術職員との技術ディスカッション及び座学（気象レーダー基礎、データ品質管理概要）
4			
5	測定器類を用いた定期保守点検の実施 研修及び実施手順書の作成	S バンド固体化電力増幅式 2 重偏波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	S バンド固体化電力増幅式 2 重偏波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のブラインドエリアの特定
6	土曜日（休日）	土曜日（休日）	土曜日（休日）
7	日曜日（休日）	日曜日（休日）	日曜日（休日）
8	実施手順書の作成		各アンテナ仰角時のブラインドエリア図の作成
9		S バンド固体化電力増幅式 2 重偏波気象ドップラーレーダーシステム概要・保守管理マニュアル（案）の作成	降雨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（案）作成
10	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）研修及び実施手順書の作成	レーダーシステム保守管理台帳（案）の作成	降雨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
11			
12			
13	土曜日（休日）	土曜日（休日）	土曜日（休日）
14	日曜日（休日）	日曜日（休日）	日曜日（休日）
15	実施手順書の作成	S バンド固体化電力増幅式 2 重偏波気象ドップラーレーダーシステム概要・保守管理マニュアル（案）の作成	降雨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（案）見直し
16		PMD 技術者による S バンド固体化電力増幅式 2 重偏波気象ドップラーレーダーシステム概要・保守管理マニュアル（案）及びレーダーシステム保守管理台帳（案）の使用及び見直し	
17		PMD 技術者による S バンド固体化電力増幅式 2 重偏波気象ドップラーレーダーシステム概要・保守管理マニュアル及びレーダーシステム保守管理台帳の使用	降雨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
18			
19	故障状態を想定した故障探求・処置・復旧確認研修及び実施手順書の作成 重大な故障発生時の対応研修		
20	土曜日（休日）	土曜日（休日）	土曜日（休日）
21	日曜日（休日）	日曜日（休日）	日曜日（休日）
22	実施手順書の作成	S バンド固体化電力増幅式 2 重偏波気象ドップラーレーダーシステム概要・保守管理マニュアル（案）及びレーダーシステム保守管理台帳（案）見直し	降雨強度及びドップラー速度観測のシーケンス・スケジュールの完成
23	重大な故障発生時の対応研修 PMD による研修復習 実施手順書の作成		
24		PMD 技術者による S バンド固体化電力	完了報告書の作成

パキスタン・イスラム共和国
ムルタン気象レーダー整備計画準備調査報告書

25		増幅式2重偏波気象ドップラーレーダーシステム概要・保守管理マニュアル及びレーダーシステム保守管理台帳の使用	
26			PMD ムルタンとの技術ディスカッション
27	イスラマバードへ移動 土曜日（休日）	イスラマバードへ移動 土曜日（休日）	イスラマバードへ移動 土曜日（休日）
28	日曜日（休日）	日曜日（休日）	日曜日（休日）
29	完了報告書の作成		PMD イスラマバード気象職員及び技術職員との技術ディスカッション及び座学（気象レーダー基礎、データ品質管理概要）
30			特定されたSバンド固体化電力増幅式2重偏波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のブラインドエリアの説明
31	PMD イスラマバード本局において PMD 技術者との技術ディスカッション イスラマバード発	観測生データの取得方法及びデータテーブルの読み方手引書の作成 観測生データの取得方法及びデータテーブルの読み方手引書の評価及び活用	完成した降雨強度及びドップラー速度観測のシークエンス・スケジュールの説明 シークエンス・スケジュールに従った気象レーダー観測の実施（イスラマバードからのリモートコントロール）
32	日本帰国		
33		完了報告書の作成 PMD イスラマバード本局において PMD 技術者との技術ディスカッション	完了報告書の作成 PMD イスラマバード本局において PMD 技術者との技術ディスカッション
34		完了報告書の作成 イスラマバード発 土曜日	完了報告書の作成 イスラマバード発 土曜日
35		日本帰国 日曜日	日本帰国 日曜日

(6) ソフトコンポーネントの実施リソースの調達方法

実施リソースは、本プロジェクトの機材調達に関わる本邦コンサルタントによる直接支援型とする。その理由は以下の通りである。

- ・ 気象業務及び導入される気象ドップラーレーダーシステムに関する高度な技術及び知識を有している人材が不可欠であること。
- ・ 通常、上述のような技術や知識を豊富に有している人材は、気象コンサルティング業務を実際に行っている組織に在籍していること。
- ・ 計画されている技術移転と同様の経験を有する人材が必要であること。

これより、本邦コンサルタントの直接支援型とする。

(7) ソフトコンポーネントの実施工程

プロジェクト全体工程及びソフトコンポーネント実施工程を次頁に示した。ソフトコンポーネントは、気象レーダーシステムの据付が完了して、調整段階となる、本プロジェクトの完了時前に実施する計画としている。

表 5 ソフトコンポーネント実施工程表

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									
ムルタン気象レーダー観測所																																								
建設工事	計：23.5ヶ月																																							
工事準備・外導・盛土																																								
仮設・杭・基礎工事																																								
躯体工事																																								
仕上工事																																								
電気・空調・衛生設備工事																																								
機材工事	計：17.3ヶ月																																							
機材製作																																								
機材輸送																																								
機材据付／調整																																								
PMDイスラムバード本局 国家気象予報センター																																								
機材調達・据付工事	計：13.3ヶ月																																							
機材製作																																								
機材輸送																																								
機材据付／調整																																								
ムルタン国際空港内PMD気象事務所																																								
機材調達・据付工事	計：13.3ヶ月																																							
機材製作																																								
機材輸送																																								
機材据付／調整																																								
PMDフホール洪水予報部																																								
機材調達・据付工事	計：13.3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）																																								

(8) 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 6 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
Sバンド固体化電力増幅式2重偏波気象ドップラーレーダーシステムの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
Sバンド固体化電力増幅式2重偏波気象ドップラーレーダーシステム概要・保守管理マニュアル			30
Sバンド固体化電力増幅式2重偏波気象ドップラーレーダーシステム保守管理台帳			10
降雨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			15
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	- 活動計画と実績 - 計画した成果と成果の達成度 - 成果の達成度に影響を与えた要因 - 効果の持続・発展のための今後の課題・提言等 - 成果品一式	ソフトコンポーネント実施完了時	50

(9) ソフトコンポーネントの概略事業費

施工・調達業者契約認証まで非公表

(10) 相手国側の責務

ソフトコンポーネントの実施に関して PMD 側の責務は、以下の通りである。

- 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) プロジェクトにおいて調達された機材の長期運用
 - a) 定期的にシステム運用維持管理に必要な予算を確保し、プロジェクトで供給された全ての気象機材の交換部品、消耗品の調達を計画的に行う。
 - b) 盗難や破損から機材を保護する。

上述に記述した PMD 側の責務に関しては、PMD の組織的且つ人的能力を鑑みると、十分に実施可能であると考えている。特に「継続的に次世代を担う人材を雇用」に関しては、気象レーダーの維持管理面において PMD が自立的発展するためには、電子関連技術者を継続的に補充し、補助業務を行う職員から電子技師に至る全てのスタッフに気象レーダーの維持管理能力を継承していくことが必要不可欠である。

資料 6. 参考資料

調査名：パキスタン国ムルタン気象レーダー整備計画

番号	名 称	形態 図書・ビデオ 地図・写真等	オリジナル ／コピー／ 電子ファイル	発行機関	発行年
1	Annual Flood Report 2010	図書	電子ファイル	Government of Pakistan Ministry of Water and Power	2011 年
2	Annual Flood Report 2011	図書	電子ファイル	Government of Pakistan Ministry of Water and Power	2012 年
3	Annual Flood Report 2012	図書	電子ファイル	Government of Pakistan Ministry of Water and Power	2013 年
4	Annual Flood Report 2013	図書	電子ファイル	Government of Pakistan Ministry of Water and Power	2014 年
5	Annual Flood Report 2014	図書	電子ファイル	Government of Pakistan Ministry of Water and Power	2015 年
6	Annual Flood Report 2015	図書	電子ファイル	Government of Pakistan Ministry of Water and Power	2016 年
7	Annual Flood Report 2016	図書	電子ファイル	Government of Pakistan Ministry of Water and Power	2017 年