

NO. 1

パキスタン国

第2次気象観測網整備計画

基本設計調査報告書

平成8年12月

JICA LIBRARY



J 1137913 (8)

国際協力事業団  
財団法人 日本気象協会

調無二  
CR (2)  
96-279

RY



パキスタン国

第2次気象観測網整備計画

基本設計調査報告書

平成8年12月

国際協力事業団  
財団法人日本気象協会



1137913 (8)

## 序 文

日本国政府は、パキスタン・イスラム共和国政府の要請に基づき、同国の第2次気象観測網整備計画にかかる基本設計調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、平成8年8月10日から9月13日まで基本設計調査団を現地に派遣いたしました。

調査団は、パキスタン政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施いたしました。帰国後の国内作業の後、平成8年10月27日から11月6日まで実施された報告書案の現地説明を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

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

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

平成8年12月

国際協力事業団  
総裁 藤田 公郎

## 伝 達 状

国際協力事業団  
総裁 藤田 公郎 殿

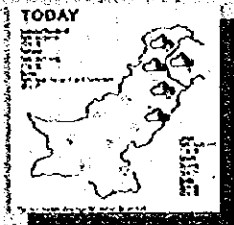
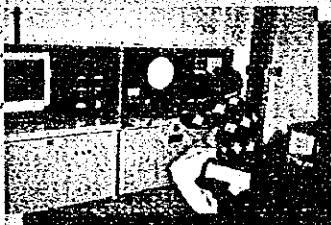
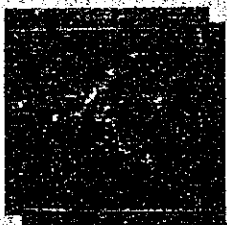
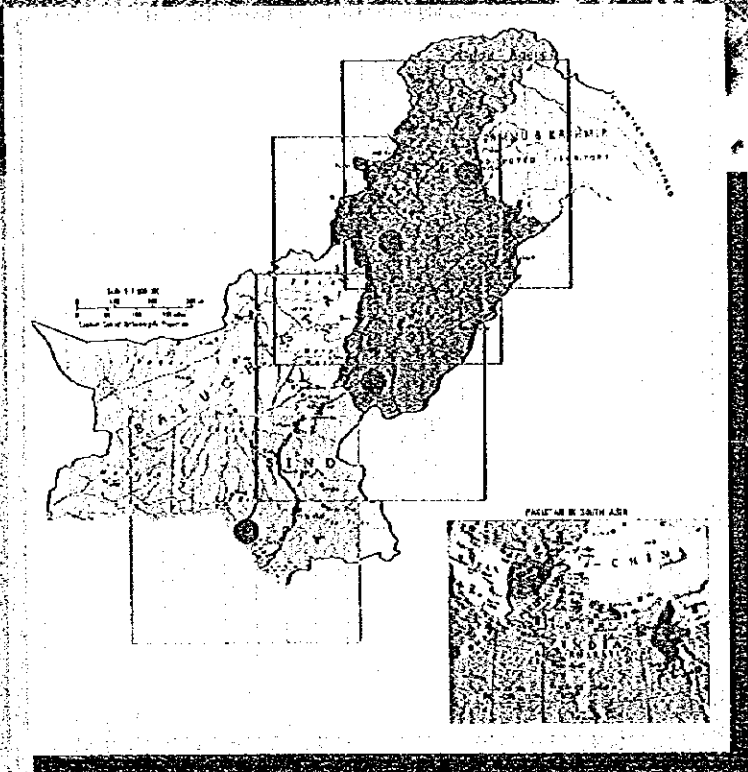
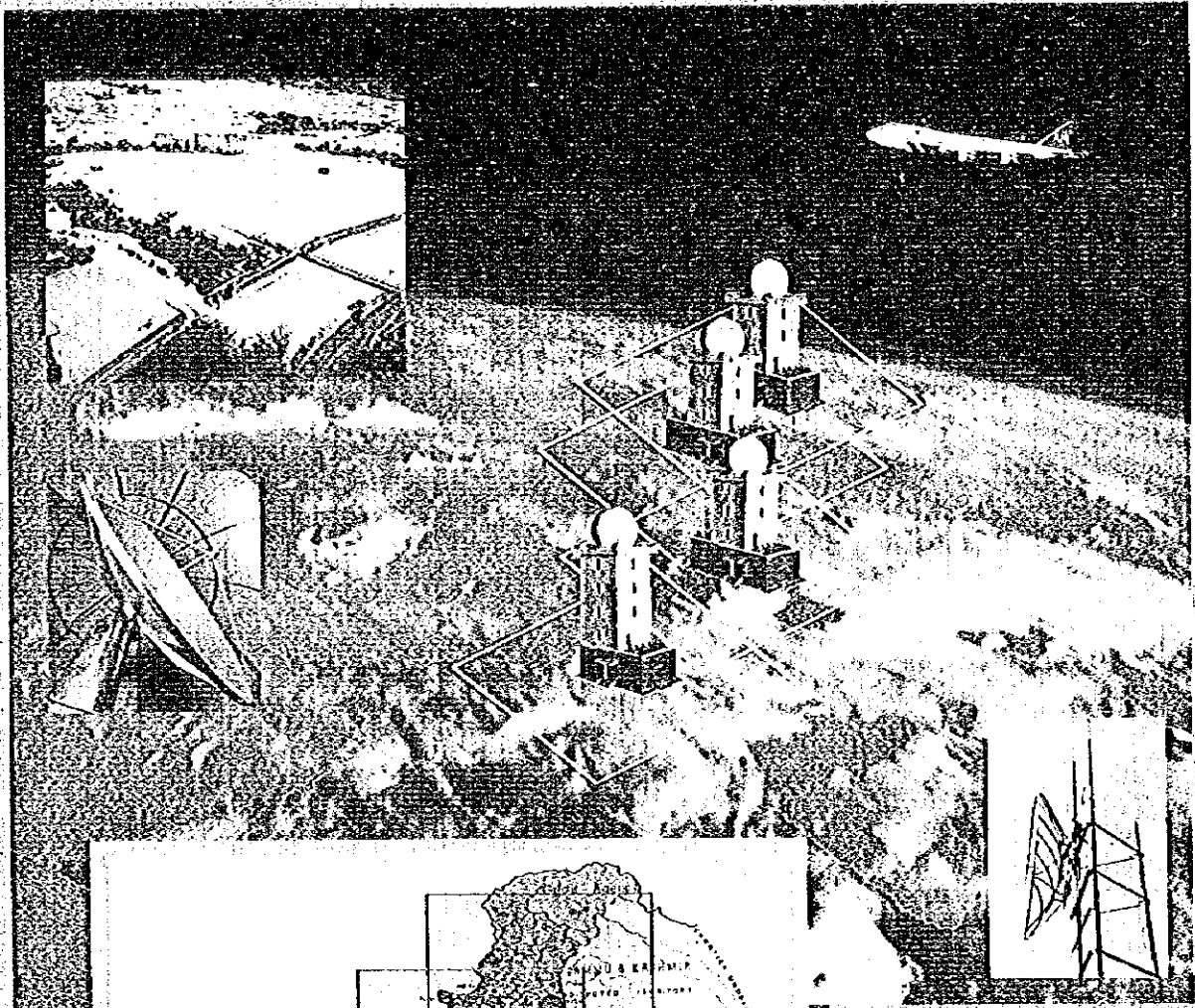
今般、パキスタン・イスラム共和国における第2次気象観測網整備計画基本設計調査が終了いたしましたので、ここに最終報告書を提出いたします。

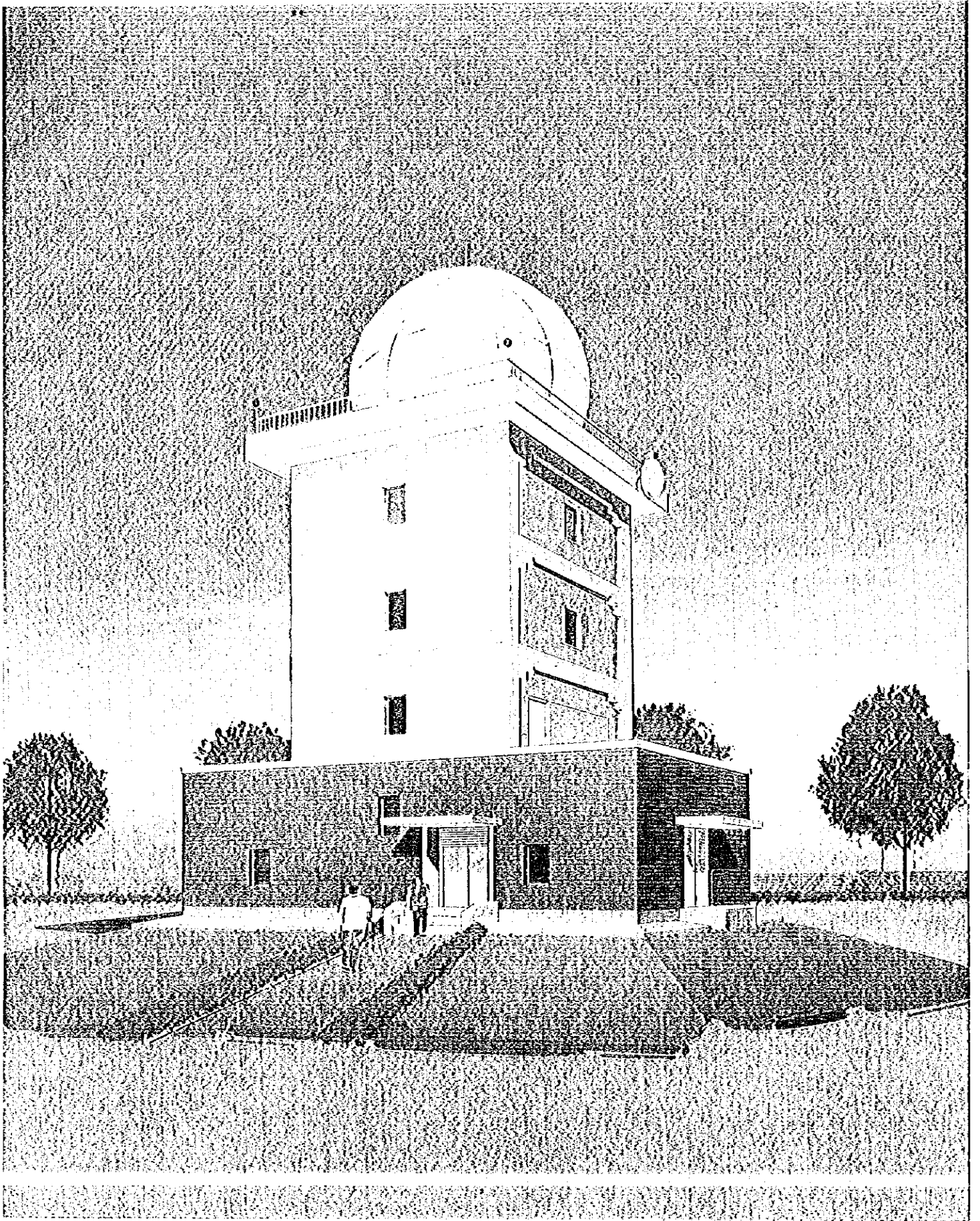
本調査は、貴事業団との契約に基づき、弊会が、平成8年7月22日より平成9年1月13日までの6ヶ月間にわたり実施してまいりました。今回の調査に際しましては、パキスタンの現状を十分に踏まえ、本計画の妥当性を検証するとともに、日本の無償資金協力の枠組みに最も適した計画の策定に努めてまいりました。

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

平成8年12月

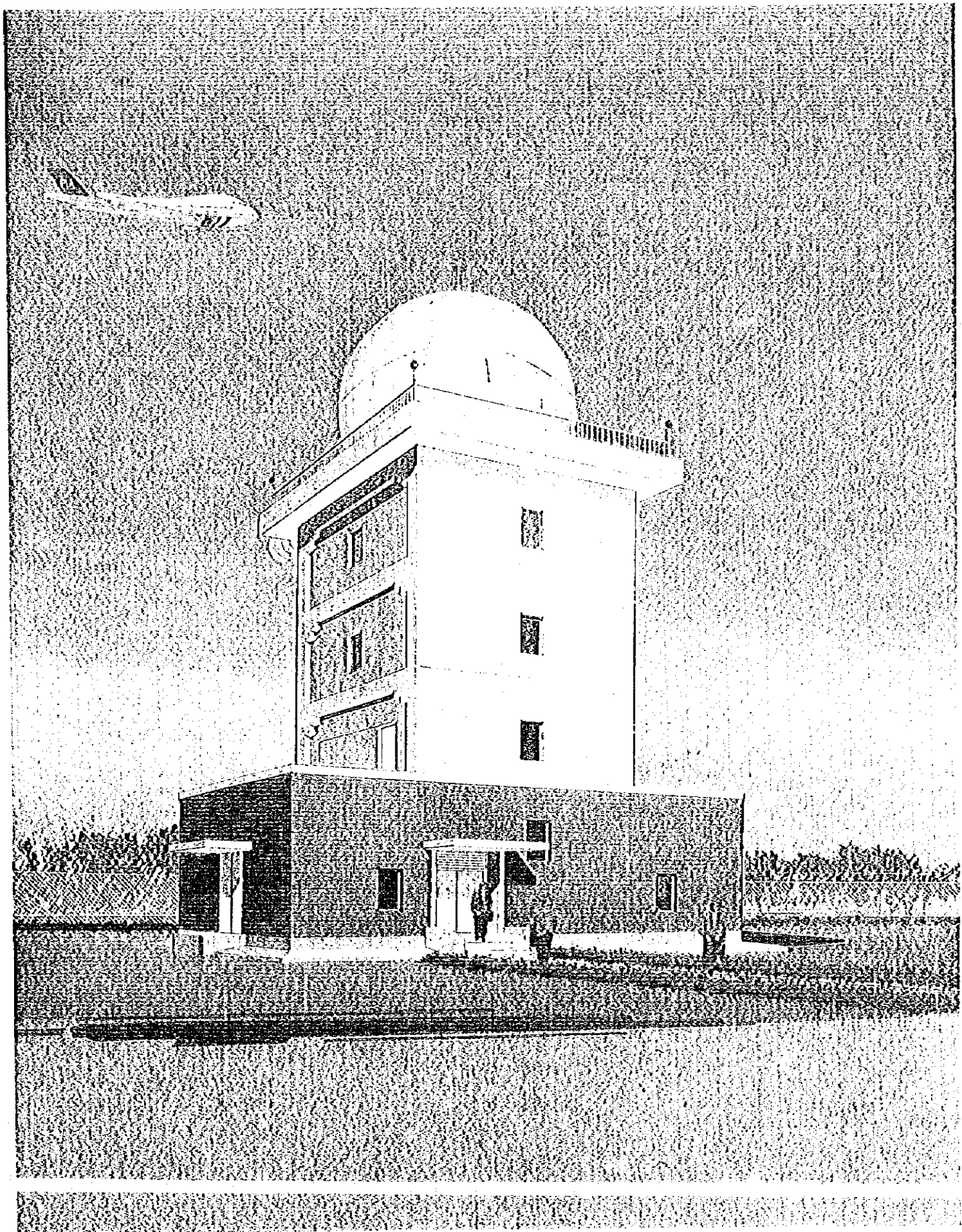
財団法人 日本気象協会  
パキスタン・イスラム共和国  
第2次気象観測網整備計画基本設計調査団  
業務主任 斎藤 隆



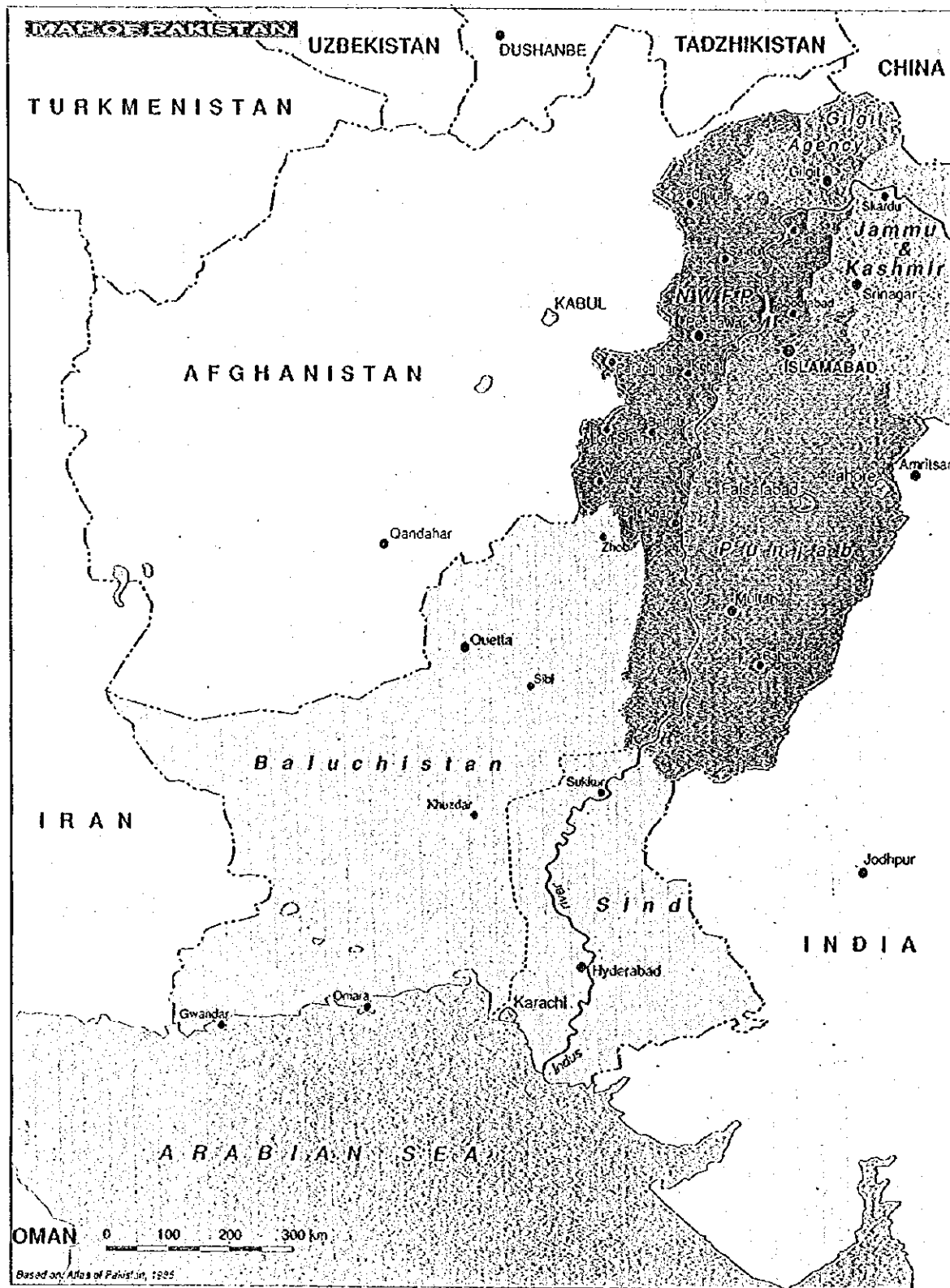


デラ・イスマイル・カーン レータ塔





ラヒムヤル・カーン レーダ塔



パキスタン国周辺地図

## 略語集

### 1. 一般

|       |  |
|-------|--|
| AC    | Alternating Current                          |
| ADB   | Asian Development Bank                       |
| AFTN  | Aeronautical Fixed Telecommunication Network |
| BER   | Bit Error Rate                               |
| BHN   | Basic Human Needs                            |
| CAA   | Civil Aviation Authority                     |
| CBR   | Central Board of Revenue                     |
| CH    | Channel                                      |
| CIF   | Cost, Insurance, and Freight                 |
| CPU   | Central Processing Unit                      |
| CRT   | Cathode Ray Tube                             |
| CTI   | Carrier Telephone Industries Ltd.            |
| FL    | Floor Level                                  |
| G-III | Group - III                                  |
| GDP   | Gross Domestic Product                       |
| GL    | Ground Level                                 |
| GMT   | Greenwich Mean Time                          |
| GTS   | Global Telecommunications System             |
| ISA   | Industry Standard Architecture               |
| ITU   | International Telecommunications Union       |
| ITU-R | International Telecommunications Union-Radio |
| JICA  | Japan International Cooperation Agency       |
| MOC   | Ministry of Commerce                         |
| MOF   | Ministry of Finance                          |
| MOI   | Ministry of Industry                         |
| NOC   | Non-Objection Certificate                    |

|                |  |
|----------------|--|
| <b>NTC</b>     | <b>National Telecommunication Corporation</b>      |
| <b>OJT</b>     | <b>On the Job Training</b>                         |
| <b>PC-1</b>    | <b>Planning Commission - 1</b>                     |
| <b>PCI</b>     | <b>Peripheral Component Interconnect</b>           |
| <b>PMD</b>     | <b>Pakistan Meteorological Department</b>          |
| <b>PSK</b>     | <b>Phase Shift Keying</b>                          |
| <b>PTA</b>     | <b>Pakistan Telecommunication Authority</b>        |
| <b>PTCL</b>    | <b>Pakistan Telecommunication Corporation Ltd.</b> |
| <b>SAP</b>     | <b>Social Action Program</b>                       |
| <b>SCSI</b>    | <b>Small Computer System Interface</b>             |
| <b>SCSI-IF</b> | <b>Small Computer System Interface-Interface</b>   |
| <b>SSB</b>     | <b>Single Side Band</b>                            |
| <b>UHF</b>     | <b>Ultrahigh Frequency</b>                         |
| <b>UNDP</b>    | <b>United Nations Development Program</b>          |
| <b>WD</b>      | <b>Wheel Drive</b>                                 |
| <b>WMO</b>     | <b>World Meteorological Organization</b>           |

## 2. 單位

|      |                       |
|------|-----------------------|
| A    | Ampere                |
| AH   | Ampere Hour           |
| dB   | Decibel               |
| dBm  | Decibel Milliwatt     |
| GHz  | Gigahertz             |
| hPa  | Hecto Pascal          |
| Kbps | Kilo Bit Per Second   |
| Km   | Kilometer             |
| kVA  | Kilovolt Ampere       |
| kW   | Kilowatt              |
| Lx   | Lux                   |
| m    | Meter                 |
| m/s  | Meter Per Second      |
| MHz  | Megahertz             |
| rpm  | Revolution Per Minute |
| Rs   | Rupee                 |
| V    | Volt                  |
| W    | Watt                  |

# 要 約

## 要 約

パキスタン国の平野部ではモンスーン季及びモンスーン季を挟んで熱帯収束帯に発達する積乱雲に伴う集中豪雨によって、現在でも毎年のように災害が発生する。また、モンスーン後退期にはアラビア海から北上するサイクロンにも見舞われる。特に積乱雲群に伴う豪雨は、穀倉地帯においては農業生産に打撃を与えるだけでなく、都市部でも洪水などの災害を引起こし、多大な人的及び経済的被害を与えている。また、近年離発着数の増加が著しい航空機の運行にも支障をきたしている。

1970年以降の主な気象災害の記録を以下に列記する。

- ・パキスタン国の穀倉地帯の中心であるパンジャブ州では1973年から1986年まではほとんど毎年のように洪水による死者がでていた。
- ・1973年にはパンジャブ州やシンド州で洪水が発生し、約500人の死者を記録し、両州併せて1200万エーカーの土地が浸水し、25億ルピーの損害を受けた。
- ・1976年にはパンジャブ州、シンド州、北西辺境州で洪水が発生し、300人以上の死者が記録されている。
- ・1987年には豪雨により小麦等の農作物が冠水するという被害が発生し、その被害額は100万米ドルを記録した。
- ・1988年にはサトラジ川上流で豪雨があり、パンジャブ州では250人の死者が記録され、346万エーカーの土地が浸水し、55万戸の家屋に被害があった。
- ・1992年にはインダス川上流域で今世紀最大の洪水が起こり、2週間にわたって壊滅的な被害をもたらした。土砂崩れや洪水により5,112人が死亡したと報告されている。パンジャブ州や北西辺境州では320万人が被災し、430万エーカーの土地が浸水し、損害額は20億米ドルとなった。

これらの気象災害防止のため、パキスタン気象局は広域的な気象観測を行うために最も有効な手段である気象レーダを同国5カ所に設置して気象現象の監視を行っていた。しかし、それらレーダの大半は、すでに当時20年以上も稼働し続け、機能が著しく低下していた。このため、的確な予・警報の発表に支障をきたし、強い雨域の分布を監視できる気象レーダの整備を中心とする気象観測体制の充実が緊急の課題となっていた。

このような状況下、気象災害の軽減を目的として、パキスタン政府は政治・経済の中心で、かつ周辺に穀倉地帯を擁し、航空交通上も重要な位置を占めるカラチとイスラマバード地域が監視できる気象レーダの更新および新設を骨子とした「パキスタン気象局近代化計画」を策定し、我が国に無償資金協力を要請してきた。

これを受け日本政府は、パキスタン国の気象業務の充実・発展及び気象災害防止と被害軽減のため、1989年に日本政府が策定した「気象観測網整備計画」を実施し、1991年にイスラマバード、カラチの2ヶ所の気象レーダシステムの引き渡しが行われた。その後イスラマバード、カラチの2ヶ所の気象レーダシステムは、自然災害の軽減のため大いに利・活用され、気象予報の精度向上に大きく貢献した。またパキスタン国にお

ける気象業務及び気象局の重要性と役割に対する国民の認識をも高めることとなった。

しかしながら、これら2基の気象レーダでパキスタン全土をカバーできるわけではなく、監視範囲外の地域については気象現象を詳細に捉える手段がないため、それら地域の気象監視・予報は現在のところ手探りといってもよい状態である。より一層の自然災害の軽減、またパキスタン全土の気象現象をリアルタイムで監視するには、国土のほぼ全域をカバーする気象レーダ観測網を構築することが不可欠であり、同時に洪水の多発地帯であるインダス川全流域をも監視することが可能となる。

前プロジェクト完成当時、パキスタン国内の社会整備基盤の一つである通信網の整備は非常に立ち遅れた状況であったため気象レーダ観測網の構築は非現実的であった。そのためパキスタン政府は前案件に引き続きデラ・イスマイル・カーン、サッカル、バスニの3ヶ所に気象レーダシステムの設置を日本政府に要請してきた。

この要請に対し日本政府は、パキスタン国の気象業務の現状及び要請後に入手した各種情報（短期専門家の派遣で得た情報等）から、気象レーダシステムを独立して各地に設置するのではなく、無線通信装置、画像合成処理装置、画像表示装置も取り込みパキスタン国土の約80%をカバーする気象レーダ観測網を構築し、より正確な気象及び洪水予・警報を行うことがより効果的であると考え、要請内容の変更を検討し、1996年8月10日から9月13日まで基本設計調査団をパキスタン国へ派遣した。

この要請内容の変更はパキスタン政府の希望とするところでもあり、パキスタン政府と調査団の間で同意が得られたため、機器・施設整備に関する内容の確認、計画の妥当性及び機器・施設の規模等の検討を行ったほか、パキスタン国の気象業務の現状の把握、関連既存機器・施設の稼働状況、本計画の実施体制、気象局の運営管理計画、施設建設予定地の現地調査、インフラストラクチャーの整備状況、輸送関係及びその他本計画に関連する事項について調査を実施した。また、パキスタン政府と調査内容及び協議結果を議事録としてとりまとめた。

帰国後、現地調査結果を踏まえ、本計画の妥当性を検討すると共に本計画の内容、形式、規模等について更に検討を加え、機器・施設の設計、概略工事量の算出、施設計画及び概算事業費の算定を内容とする基本設計及び事業評価を実施し、これらの内容を取りまとめた基本設計調査報告書案を作成した。さらに国際協力事業団は、基本設計調査報告書案の内容を説明するために、1996年10月27日より11月6日まで現地へ調査団を派遣し、基本設計報告書案の内容説明及び打合わせを行ったほか、パキスタン政府関係と本計画内容についての最終確認を行った。なお、本計画におけるパキスタン国側の実施・運営機関はパキスタン気象局であり、監督官庁は航空庁である。

本計画の主なコンポーネントは施設建設工事及び機器製作・設置・調整工事の2つである。

a. 気象レーダ塔施設建設

建設敷地 : パキスタン気象局デラ・イスマイル・カーン観測所敷地内とラヒムヤル・カーン空港  
構内の2カ所

各延床面積 : 314.372 m<sup>2</sup>



- b. 気象レーダ：積乱雲群及びそれらに伴う降水現象の観測と、その移動状況を監視するためのシステムを設置する。（2カ所：デラ・イスマイル・カーン、ラヒムヤル・カーン）
- c. 通信接続装置：既設カラチ及びイスラマバードの気象レーダシステムに、気象通信装置の送受信機からのビデオ信号を合成処理用に変換し、レーダシステムの運用を行うための信号の切替及び入出力の制御装置を新たに付加する。
- d. 画像合成処理装置：既設カラチ及びイスラマバード気象レーダサイトの2カ所に、複数のレーダ画像を受信し2局または4局の画像合成処理を行うための装置を設置する。
- e. 画像表示装置：各気象レーダで観測した画像または合成処理した画像を表示する画像表示装置を設置する。（8カ所：カラチ、イスラマバード、デラ・イスマイル・カーン、ラヒムヤル・カーン、カラチ国際空港、イスラマバード国際空港、ラホール洪水予報センター、ラホール国際空港）
- f. 無線通信装置：各気象レーダサイト、国際空港気象台、洪水予報センターと各電話局とを結び、レーダ画像、電話及びFAXによる音声信号を伝送する。（13カ所：カラチ、イスラマバード、デラ・イスマイル・カーン、ラヒムヤル・カーン、イスラマバード国際空港、ラホール洪水予報センター、ラホール国際空港、カラチ電話局、ラワルピンディ電話局、デラ・イスマイル・カーン電話局、ラヒムヤル・カーン電話局、ラホール・エンゲルロード電話局、ラホール・カントンメント電話局）
- g. ピックアップトラック：気象レーダのメンテナンス及び豪雨時の河川監視を主目的とし、また洪水等の自然災害時の災害対策関係機関及び近隣の気象台との連絡・打ち合わせ、職員の移動・交代等に使用する。
- h. 各機器の必要予備部品

本計画を日本国の無償資金協力により実施する場合に必要な事業費総額は、概算で約14.42億円（日本国側負担分約14.42億円、パキスタン国側負担分約2.7百万円）と見込まれている。

本計画の裨益効果は以下のように期待される。

本計画の実施後は、パキスタン気象局の気象レーダ観測網が整備され、観測業務だけでなく予報精度の向上による予報業務の改善が図られる。その結果、その気象情報の内容に著しい改善が見られるようになる。このように気象局の気象業務が改善されることにより、気象情報の利用者である一般市民、防災機関、航空機関等に以下に述べる効果をもたらすことになる。

#### 1) 防災のための監視地域の拡大

新設のデラ・イスマイル・カーンとラヒムヤル・カーンそして既設のカラチとイスラマバードの4カ所の気象レーダにより、洪水多発地帯であるインダス川全流域をその監視下におくことが可能となる。現在までは既設気象レーダにより、パキスタン国の経済の中心都市であるカラチと首都のイスラマバードを主とした人口集中地域の気象監視を行っていた。しかしながら本計画の実施により4基の気象レーダで監視できる範囲は国土の約80%となり、シンド州の一部とバルチスタン州の一部がその監視外となる。バルチスタン州の人口密度は全国平均(154人/km<sup>2</sup>; 1993年現在)の約10%と推定され、その監視下の人口は全人口(1億2280万人; 1993年現在)の90%以上になる。つまり約1億1000万人の国民が住む地域に対し、気象現象を的確に監視でき、その地域の防災に貢献する事ができるようになる。

## 2) 洪水対策

気象レーダが観測したエコー強度を積算することにより積算雨量を求めることができる。構築される気象レーダ観測網によりインダス川の流域を全て監視下におくこととなるため、インダス川だけでなくこの川に注ぐ中小の河川の流域毎の面積雨量も算出することが可能となる。

パキスタン気象局は洪水災害の防止、軽減を目的としてラホールに洪水予報センターを設置し、5大河川(インダス川、サトレジ川、ラビ川、チェナブ川、ジェラム川)についてその流域毎にモンスーン季(6月から10月)には毎日河川の流出予報を出している。

現在、洪水予報センターでは旧式のシアルコット・レーダからのみ降雨情報を得ている。このレーダはデジタル化されていないためその情報を電話で入手しており、この情報より流域雨量を算出している。

本計画では、洪水予報センターに全国合成画像等各種のレーダ画像を表示するディスプレイ装置を設置し、各気象レーダ観測後3分から17分で全ての画像を入手することが可能となる。これにより洪水予報センターでは5大河川の流域の面積雨量を算出ことができ、また過去の画像データを蓄積することにより、予報精度向上のための研究開発にそのデータを利用することが可能となる。さらに、洪水予報センターは独自に河川流域の大雨予報を作成しており、短時間で全国のレーダ画像を入手することにより、より精度の高い予報を作成することが容易となる。このように洪水予報センターの監視、予報業務が改善されることにより主要河川の洪水予報システムができれば、流域に流入する量の推定やダムの予備放流をコントロールすることが可能となるばかりか、洪水のピーク時間及び河川の水位を予測することにより、住民の避難を促し、洪水の被害を軽減することに直接貢献することができる。

## 3) 航空輸送の安全確保

航空気象台の業務は、航空機が安全な運行を行うために障害となる乱気流、着氷、強い降水、雷雨、台風等の気象現象をより早く観測し、予報することを目的としている。

気象レーダは集中豪雨や雷雲等のように、その規模が数Kmから数10Kmの比較的小さく、その寿命が数時間と短く変化の激しい気象現象の観測に特に大きな効果を発揮する。乱流と着氷に関係がある対流性エコーや雷雨性エコーの動向を監視することにより、航空機の安全運行に大きく寄与することになる。

現在、パキスタン気象局はカラチ国際空港の気象台にレーダ画像表示装置を置き、ここではカラチレーダの画像をリアルタイムで入手している。しかしながら、その他の主要国際空港にはレーダ画像は伝送されて

いない。現在イスラマバードでは、航空機の運行に支障が出そうな悪天時、イスラマバード空港の管制官等航空関係者からレーダ情報の要請があればそのスケッチ図を観測者が作成し、電話でその情報を提供している。また、ラホール国際空港の気象台では、1時間または3時間毎にWMO（世界気象機関）の通報式によるコード形式でレーダ情報を入手している。これらの方法では観測後1時間から3時間以上遅れてその情報を利用することになり、時々刻々変化する気象現象の把握に十分な対応ができていない。

本計画ではカラチ、イスラマバード、ラホールの各国際空港の気象台ブリーフィング室に監視用ディスプレイ装置を設置する。この装置には最寄りのレーダ画像の他、全国合成画像が表示される。これらのレーダ画像は観測後約3分から20分までに伝送されてくる。このように画像伝送を図ることにより、航空機の運行に危険をもたらす気象現象を的確に把握することができ、飛行中の航空機に対する情報提供や空港の離発着時の安全確保のための情報提供がより迅速に行えるようになる。

航空機の発着数、利用客数、貨物の取扱量は、3空港の合計はそれぞれ全国の62%、83%、97%を占めており、その社会的、経済的な重要性を考慮すると、この3カ所に監視用ディスプレイ装置を設置することによる効果は非常に大きいものがある。

本計画により前述のように多大な効果が期待されるとともに、広く住民の基礎生活の向上に寄与するものであることから、本計画を無償資金協力で実施することの妥当性が確認できる。さらに、本計画の運営・管理についても、パキスタン国側の体制は人員・予算ともに十分で問題はないと推測される。

なお、以下の点が改善・整備されれば、本計画はより円滑かつ効果的に実施可能である。

- ・4カ所の気象レーダを総合的に運用するためには、レーダ情報の統一化とレーダ観測業務の円滑化を図る必要があり、パキスタン気象局内にレーダ観測を総合的に運用・管理するセンターを設立し、指令系統の確立を図ることが望まれる。
- ・本計画では気象レーダだけでなくレーダ画像合成処理装置、レーダ画像を伝送する無線通信装置が導入されることから、これら新しい機器を含めた保守技術者の確保が必要である。このためには、効果的かつ効果的な研修計画を立て、継続的に技術者を養成することが必要である。
- ・本計画で導入予定の機器は14カ所のサイト（パキスタン気象局：8カ所、パキスタン電信電話会社：6カ所）に設置される。全国に散らばったサイトの機器を総合的に運用するには、これらの機器を定期的に点検・保守・調整等を実施する必要がある。このためには、機器の保守体制を確立することが重要である。
- ・全国8カ所の気象台（カラチ本局を含む）でレーダ画像を見ることができるようになり、気象予報業務に活用されることになる。レーダ情報を利用した予報技術の普及および向上を図るため、新たな予報官の養成や短時間予報の技術開発を継続的に実施することが望まれる。

- ・気象レーダで空間的かつ連続的に降水分布を観測することにより、地上の雨量を推定することができる。その推定雨量を地上で実測した観測値で補正することにより、精度の高い雨量値を得ることができ、予報精度の向上に寄与するものである。このためには、現在の80カ所の雨量計では不十分であり、主にインダス川流域内での地上雨量計の拡充を図ることが望まれる。

# 目次

序文

伝達状

プロジェクト概念図

気象レーダ塔鳥瞰図

パキスタン国周辺地図

略語集

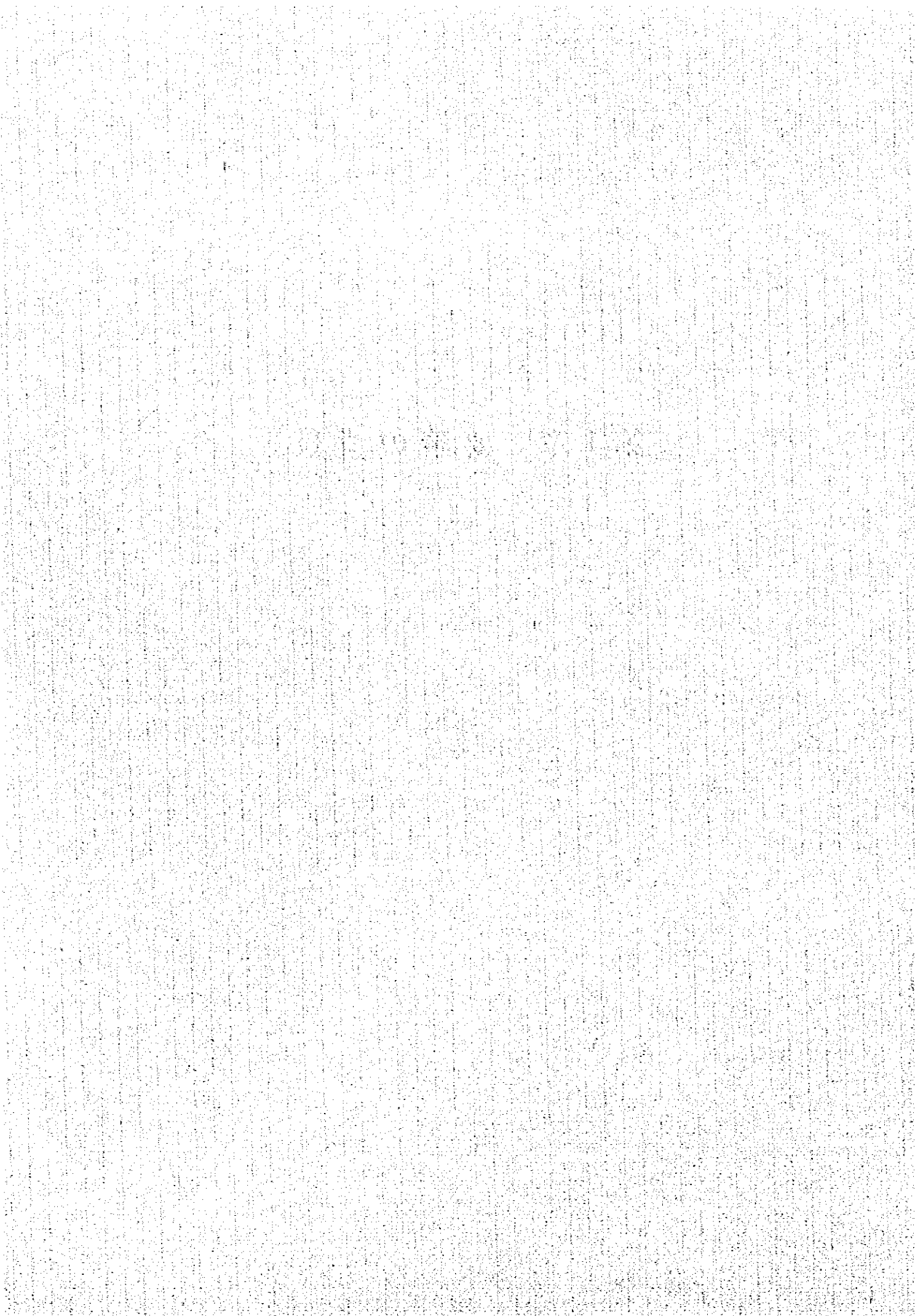
|                    |   |    |
|--------------------|---|----|
| 要約                 | 要 | 1  |
| 第1章 要請の背景          | 1 | 1  |
| 第2章 プロジェクトの周辺状況    | 2 | 1  |
| 2-1 当該セクターの開発計画    | 2 | 1  |
| 2-1-1 上位計画         | 2 | 1  |
| 2-1-2 財政事情         | 2 | 1  |
| 2-2 他の援助国、国際機関等の計画 | 2 | 1  |
| 2-3 我が国の援助実施状況     | 2 | 2  |
| 2-4 プロジェクト・サイトの状況  | 2 | 3  |
| 2-4-1 自然条件         | 2 | 3  |
| 2-4-2 社会基盤整備状況     | 2 | 3  |
| 2-5 環境への影響         | 2 | 4  |
| 第3章 プロジェクトの内容      | 3 | 1  |
| 3-1 プロジェクトの目的      | 3 | 1  |
| 3-2 プロジェクトの基本構想    | 3 | 1  |
| 3-3 基本設計           | 3 | 18 |
| 3-3-1 設計方針         | 3 | 18 |
| 3-3-2 基本計画         | 3 | 23 |
| 3-4 プロジェクトの実施体制    | 3 | 63 |
| 3-4-1 組織           | 3 | 63 |
| 3-4-2 予算           | 3 | 69 |
| 3-4-3 要員・技術レベル     | 3 | 69 |

|                        |     |    |
|------------------------|-----|----|
| 第4章 事業計画               | 4-1 | 1  |
| 4-1 施工計画               | 4-1 | 1  |
| 4-1-1 施工方針             | 4-1 | 1  |
| 4-1-2 施工上の留意事項         | 4-1 | 2  |
| 4-1-3 施工区分             | 4-1 | 3  |
| 4-1-4 施工監理計画           | 4-1 | 4  |
| 4-1-5 資機材調達計画          | 4-1 | 7  |
| 4-1-6 実施工程             | 4-1 | 11 |
| 4-1-7 相手国側負担事項         | 4-1 | 12 |
| 4-2 概算事業費              | 4-1 | 13 |
| 4-2-1 概算事業費            | 4-1 | 13 |
| 4-2-2 維持・管理計画          | 4-1 | 14 |
| 第5章 プロジェクトの評価と提言       | 5-1 | 1  |
| 5-1 妥当性にかかる実証・検証及び裨益効果 | 5-1 | 1  |
| 5-2 技術協力・他ドナーとの連携      | 5-1 | 3  |
| 5-3 課題                 | 5-1 | 4  |

〔資料〕

|                       |     |    |
|-----------------------|-----|----|
| 1. 調査団員氏名、所属          | 資-1 | 1  |
| 2. 調査日程               | 資-1 | 2  |
| 3. 相手国関係者リスト          | 資-1 | 5  |
| 4. 当該国の社会・経済事情        | 資-1 | 9  |
| 5. WMOによる気象関係職員のクラス基準 | 資-1 | 11 |
| 6. 参考資料リスト            | 資-1 | 12 |

# 第1章 要請の背景





## 第1章 要請の背景

パキスタン国の平野部ではモンスーン季及びモンスーン季を挟んで熱帯収束帯に発達する積乱雲に伴う集中豪雨によって、現在でも毎年のように災害が発生する。また、モンスーン後退期にはアラビア海から北上するサイクロンにも見舞われる。特に積乱雲群に伴う豪雨は、穀倉地帯においては農業生産に打撃を与えるだけでなく、都市部でも洪水などの災害を引起こして、多大な人的、経済的被害を与えている。また、近年離発着数の増加が著しい航空機の運行にも支障をきたしている。

1970年以降の主な気象災害の記録を以下に列記する。

- ・パキスタン国の穀倉地帯の中心であるパンジャブ州では1973年から1986年までほとんど毎年のように洪水による死者がでている。
- ・1973年にはパンジャブ州やシンド州で洪水が発生し、約500人の死者を記録し、両州併せて1200万エーカーの土地が浸水し、25億ルピーの損害を受けた。
- ・1976年にはパンジャブ州、シンド州、北西辺境州で洪水が発生し、300人以上の死者が記録されている。
- ・1987年には豪雨により小麦等の農作物が冠水するという被害が発生し、その被害額は100万米ドルを記録した。
- ・1988年にはサトラジ川上流で豪雨があり、パンジャブ州では250人の死者が記録され、346万エーカーの土地が浸水し、55万戸の家屋に被害があった。
- ・1992年にはインダス川上流域で今世紀最大の洪水が起こり、2週間にわたって壊滅的な被害をもたらした。土砂崩れや洪水により5,112人が死亡したと報告されている。パンジャブ州や北西辺境州では320万人が被災し、430万エーカーの土地が浸水し、損害額は20億米ドルとなった。

これらの気象災害防止のため、パキスタン気象局は広域的な気象観測を行うために最も有効な手段である気象レーダを同国5カ所に設置して気象現象の監視を行っていた。しかし、それらレーダの大半は、すでに当時20年以上も稼働し続け、機能が著しく低下していた。このため、的確な予・警報の発表に支障をきたし、強い雨域の分布を監視できる気象レーダの整備を中心とする気象観測体制の充実が緊急の課題となっていた。

このような状況下、気象災害の軽減を目的として、パキスタン政府は政治・経済の中心で、かつ周辺に穀倉地帯を擁し、航空交通上も重要な位置を占めるカラチとイスラマバード地域が監視できる気象レーダの更新および新設を骨子とした「パキスタン気象局近代化計画」を策定し、我が国に無償資金協力を要請してきた。これを受け日本政府は1989年に、日本政府が策定した「気象観測網整備計画」を実施した。

このプロジェクトにより供与された内容は以下の通りである。

### ① 気象レーダ

積乱雲群に伴う降雨を的確に捕えるため、Cバンド（波長約5cm）、探知距離約400km、送信出力250kWの気象レーダシステムをカラチとイスラマバードに設置した。

② データ処理装置

1時間積算雨量を算出するデータ処理装置を各気象レーダ観測室に設置した。

③ レーダ画像表示装置

レーダ画像を予報官が直接モニターして予報業務に役立つよう、カラチ、イスラマバードとも気象レーダサイトから離れた気象台予報官室に副指示装置を設置した。またカラチ国際空港にも通信回線を設け、画像表示装置を設置した。

④ 自動電圧制御装置と予備発電機

商用電源の電圧変動からレーダ機器を守り、停電時でも常時レーダ観測が可能となる。

⑤ 気象レーダ塔建設

このプロジェクトは、パキスタン国の気象業務の充実・発展に寄与するものであり、気象災害防止や被害軽減に役立つ効果は非常に大きい。1991年に引き渡されたイスラマバード、カラチの2ヶ所の気象レーダはその後大いに利用され、気象予報の精度向上に大きく貢献し、パキスタン国における気象業務および気象局の役割の認識をも高めることとなった。

しかし、これら2基の気象レーダでパキスタン全土をカバーできるわけではなく、監視範囲外の地域については気象現象を詳細に捉える手段がないため、それら地域の気象監視・予報は手探りといってもよい状態である。

パキスタン全土の気象現象をリアルタイムで監視するためには、中部、南西部を含む全国をカバーする気象レーダ観測網を構築する必要があり、このレーダ網により洪水の多発地帯であるインダス川全流域を監視することができるようになる。

前プロジェクト完成当時、パキスタン国内の社会整備基盤の一つである通信網の整備は非常に立ち後れていたため気象レーダ観測網の構築は現実的な状況ではなく、パキスタン政府は前案件に引き続きデラ・イスマイル・カーン、サッカ、パスニの3ヶ所に気象レーダの設置を我が国に要請してきた。

3地点を選んだ理由は以下の通りである。

・デラ・イスマイル・カーン： ペシャワール、サルゴダなどの主要都市を含む北西辺境州、インダス川中・上流域の雨域監視・予測を目的とする。

・サッカ： インダス川中下流域の中東部の監視を目的とし、インド方面から移動してくるモンスーン低気圧を監視し、それに伴う大雨域の挙動を予測する。

・パスニ： 同国南西部及びアラビア海の監視を目的とし、南西モンスーンに伴う大雨域およびアラビア海から襲来するサイクロンの挙動を監視・予測する。

この要請に対し日本政府は、パキスタン国の気象業務の現状及び要請後に入手した各種情報（短期再活性化専門家の派遣で得た情報等）から、以下の点に焦点を置いて1996年8月から本計画の基本設計現地調査を実施した。

・気象レーダの設置については、インダス川流域の洪水予・警報のための雨量観測を目的とする。

・既設通信網を最大限に利用し、レーダ画像の合成・伝送及び迅速かつ正確なる気象情報の提供を行うた

めの手段の確立。

調査により気象レーダの最適配置の検討を行った結果は以下の通りである。

- ・バスニはパキスタン南西部およびアラビア海の監視、主としてサイクロンの挙動を監視することが目的であるため、本計画の対象外とする。
- ・デラ・イスマイル・カーンはインダス川中・上流域及びインダス川各支流合流地点を監視するには、このサイトは最適地でありサイトの確保も既にされている。
- ・サッカルはインダス川の中下流域の中東部を監視することが目的ではあるが、集中豪雨による洪水の多発地帯である北中部インダス川流域及びインダス川各支流合流地点を監視するためには適しておらず、サッカルより北東に位置するサイトを検討した。

現地調査時、パキスタン国側からはサッカルの代替地としてカンプールもしくはラヒムヤル・カーンのサイトが提示され、検討した結果、カンプールはパキスタン気象局の観測所であるが、気象レーダ塔を建設するには、インフラストラクチャーの整備が立ち遅れ、既設施設の老朽化及び僻地であるため適していないが、ラヒムヤル・カーンはラヒムヤル・カーン空港構内に位置し、インフラストラクチャー整備状況、セキュリティ、各都市からアクセス（デイリーフライト有り）が容易であることから本計画のサイトとして最適であることが判明し、サッカルの代替地としてはラヒムヤル・カーンを選択した。また本計画完成後は、ラヒムヤル・カーンレーダはこの空港の安全を守る役務も担う事となり、プロジェクトの裨益効果をより広く発揮する上でも本サイトは適地であると言える。

現地調査の結果、本計画においてはデラ・イスマイル・カーンとラヒムヤル・カーンに気象レーダを新たに設置し、洪水の多発地帯であるインダス川流域全体の監視（全国土の約80%に相当）を行うため、既設のカラチとイスラマバードの2基の気象レーダを組み込み、計4基の気象レーダとレーダ画像伝送のための通信網からなる気象レーダ観測網を構築する。

## 第2章 プロジェクトの周辺状況

## 第2章 プロジェクトの周辺状況

### 2-1 当該セクターの開発計画

#### 2-1-1 上位計画

1993年から始まった第8次5カ年国家開発計画では、運輸・通信およびエネルギー・セクターの整備およびインフラストラクチャーの整備に重点を置いている。一方、パキスタン政府は教育、医療、家族計画、給水・衛生の社会セクターに対して、社会行動計画（Social Action Program:SAP）を策定し、社会サービスの拡張を行っている。

パキスタン気象局の業務に関連の深い運輸・通信セクターでは、国の重要施策の1つである航空運輸事業に対し、その一層の振興や施設整備および航空交通の安全確保を目指している。また、もう1つの関連する科学技術セクターでは、農業、製造業等産業の育成・発展を図るため、災害の軽減と産業の生産性向上を目指している。

この国家開発計画では、気象分野はこれら運輸産業の安全確保、産業の育成、防災の為に重要であるという認識に立ち、地域気象センターや農業観測センターの整備、気象レーダ観測網の整備・拡充等が必要であることが謳われている。

パキスタン気象局は、気象業務の近代化の一環として洪水等の気象災害を一層軽減するため、インダス川流域を監視する気象レーダ観測網の準備を急いでいる。しかしながら、パキスタン気象局の自己資金の不足からその見通しが立っていなかった。

#### 2-1-2 財政事情

パキスタン政府は1993年から総額7、520億Rsの第8次5カ年国家開発計画をスタートしており、この計画ではGDP成長率を7.0%、農業生産高成長率を4.9%、製造業生産高成長率を9.9%と見込んでいる。パキスタン気象局の予算はこの計画では運輸・通信セクターおよび科学技術セクターに含まれており、各セクターに占める気象局の予算はそれぞれ約0.37%と約1.35%である。

1996年度のパキスタン国の国家予算は一般税収、資本収入等を含め4、392億Rsである。パキスタン気象局の1996年度予算は1億3200万Rsで、これは国家予算の約0.03%にあたる。また、パキスタン気象局の予算は年々増加している。

その他、当該国の社会・経済事情を資料4に添付した。

### 2-2 他の援助国、国際機関の計画

平成8年8月の基本設計現地調査時、気象分野での援助の重複を避けるため、パキスタン国における主な援助国・機関の実績と計画について調査した。

パキスタン国に対する気象分野の援助としては、我が国による本計画の期待が大きく、他機関の援助は農業気象関連や職員の研修等に重点を置いている傾向にある。

他機関の援助計画の動向は以下の通りである。

## 1. WMO/UNDP

### (1) 研修センターの改善

パキスタン気象局は職員の研修を行うため気象・物理研修所を1958年に設立している。ここでは気象局職員を主に各種の研修コースが生まれ、現在までに述べ2800人以上の職員が受講している。しかしながら、パキスタン国内には、気象学の講座を持つ大学が無いため、新卒の職員に対しては、研修所で気象学等の研修を行うことにより、観測、予報、維持管理等携わる職員を養成している。

このような状況下、1992年から3年計画で気象局職員に対する気象専門家の育成並びに研修計画の改善等を目的とした「研修センター改善計画」が実施された。

### (2) 農業気象センターの整備

パキスタン国での農業生産はGDPの約25%を占め、パキスタン経済は大きく農業生産に依存している。このようにパキスタン国の主要産業の1つである農業の生産性向上のため1987年から3年間、「農業気象センターの整備計画（フェーズ1）」を実施した。1997年からこの計画の続きとしてフェーズ2の予定がある。

## 2. アジア開発銀行 (ADB)

1995年から2年間、インダス川上流域を監視する「監視用機材整備計画」を実施している。これによる実施の効果が裨益することはあろうが、重複する部分はない。

以下に技術協力/機材供与の状況を示す。

|          |      |           |                       |
|----------|------|-----------|-----------------------|
| WMO/UNDP | 機材供与 | 1987-1992 | イスラマバードに農業気象センターを整備   |
|          | 技術協力 | 1992-1994 | カラチの研修所の拡充、予報官等の職員の養成 |
|          | 技術協力 | 長期実施      | 農業気象、天気予報等の研修を海外で実施   |
| ADB      | 機材供与 | 1995-1996 | インダス川上流域監視用機材の整備      |

## 2-3 我が国の援助実施状況

・パキスタン政府は「パキスタン気象局近代化計画」を策定し、本計画に基づいてカラチの気象レーダの更新、イスラマバードのレーダの新設についての無償資金協力の要請を行った。これに対し日本政府は「気象観測網整備計画」として1989年に実施した。

・パキスタン政府はパキスタン気象局に引き渡された2基の気象レーダの運用・保守に関する技術協力のた

めの専門家派遣を要請し、これに対し日本政府は1993年4月から約2ヶ月にわたり2名の短期専門家を派遣した。

・パキスタン政府は供与した2基の気象レーダについて、パキスタン気象局の保守管理・操作能力の向上およびその機材を活用した気象予報能力の向上を図るための専門家派遣を要請し、これに対し日本政府は1996年3月から約1.5ヶ月にわたり2名の短期専門家を派遣した。

## 2-4 プロジェクト・サイトの状況

### 2-4-1 自然条件

#### ・デラ・イスマイル・カーン

デラ・イスマイル・カーンは、パキスタン気象局のデラ・イスマイル・カーン地方観測所敷地内にある。敷地は、ほぼ平坦で建設には十分なる広さが確保されている。また敷地の北側が緩やかに傾斜して低くなっているため、サイトは観測所敷地内の南側に確保されている。周りには特に高い既存施設はないが、敷地内の樹木が14～15m程度の高さがあり、レーダ塔がこれらの樹木よりも高くする必要がある。

#### ・ラヒムヤル・カーン

ラヒムヤル・カーンは、民間航空公団所有のラヒムヤル・カーン空港の敷地内であり、本計画施設と建設中及び既存施設との取り合い、特に空港施設、管制塔、空港内の通信・無線施設、埋設線等及び航空機の進入・出路との関係には慎重かつ綿密なる検討が必要である。敷地は、ほぼ平坦で建設には十分なる広さが確保されている。現在もターミナルビル及び管制塔は建設中で、1997年中には完成予定である。サイトに近接して、給水塔及び受電設備施設が建設予定であり、本計画とラヒムヤル・カーン空港整備が終了した後、気象レーダ施設はこの地域と空港の安全を確保する重大な任務を担うこととなる。サイトが、空港構内であるためパイロットに対する気象情報のブリーフィング等も可能であり、本計画の裨益効果を発揮させる上でも適地である。

### 2-4-2 社会基盤整備状況

#### ・デラ・イスマイル・カーン

デラ・イスマイル・カーンのインフラストラクチャーの整備については、電気及び電話設備は敷地内にあるが、水道は無く現在も井戸水を使用している。そのため建設工事中井戸を、レーダ塔においては、工事完了後に給水設備として使用する。

#### ・ラヒムヤル・カーン

ラヒムヤル・カーンでは、現在空港整備が進行中でターミナルビル及びその他の施設が建設中である。サイトに近接して、給水塔及び受電設備施設も建設予定であり、空港整備が完成後は、空港施設より電気・電話・

給水等は受給可能である。

汚水及び雨水処理については、2ヶ所のサイトとも周辺には処理施設がないため、雨水処理は直接地下浸透させ、また汚水については浄化槽で一次処理をした後、各サイト内において浸透処理することとする。

## 2-5 環境への影響

本計画は、気象案件であり、自然状況を監視し、自然災害の軽減を目的とした気象レーダ観測網の構築が主目的である。また気象レーダ塔建設予定地は、パキスタン気象局のデラ・イスマイル・カーンの敷地内とラヒムヤル・カーン空港構内であり、自然環境に影響を与えるようなことは考えられない。



## 第3章 プロジェクトの内容

## 第3章 プロジェクトの内容

### 3-1 プロジェクトの目的

本計画は、新たに気象レーダ観測網を構築することによりパキスタン気象局の気象レーダ観測体制の強化、拡充を計り洪水等の気象災害の被害を軽減し、気象災害から国民の生命と財産を守ることを目的とするものである。

パキスタン国に気象レーダ観測網を整備することにより洪水の多発地帯であるインダス川の全流域を気象レーダで常に監視する事が可能となり、集中豪雨やその擾乱の移動状況を監視することができる。また精度の高い予報・警報等の気象情報の作成が可能となり、気象業務の大幅な向上と自然災害の軽減を計ることを目標とする。これらのことは、パキスタン国の経済発展にも寄与する事となる。

気象レーダ観測網を構築し上述の目的を果たすため、我が国の無償資金協力により新たに2基の気象レーダシステムをデラ・イスマイル・カーン及びラヒムヤル・カーン設置するとともに、レーダ画像合成処理装置及び無線通信装置の整備が不可欠となる。

### 3-2 プロジェクトの 基本構想

パキスタン政府の当初要請では北西辺境州のデラ・イスマイル・カーン、シンド州のサッカル、バロチスタン州のバスニの3カ所に気象レーダを設置し、パキスタン全土を観測可能にすることであった。しかし要請当時は国内の社会基盤の1つである通信網の整備が立ち後れており、気象レーダ観測網の構築を実現することが困難でありそのネットワーク化は課題として残された経緯がある。

要請当時から5年以上が経過した現在、国の社会的、経済的な発展に伴い通信網等の社会基盤の整備が急ピッチで行われており、このような国の発展に伴い気象情報に対する国民の要求がより高度なものになってきている。

このような要請後の気象業務および通信網の整備状況の変化を勘案した結果、本計画では集中豪雨による洪水の多発地帯であるインダス川流域全体を監視するために新たに2基の気象レーダとレーダ画像を伝送するための無線通信装置、画像合成処理装置、画像表示装置、無線通信装置からなる気象レーダ観測網を整備することにした。図3-1にパキスタン国気象レーダネットワーク系統図を示す。

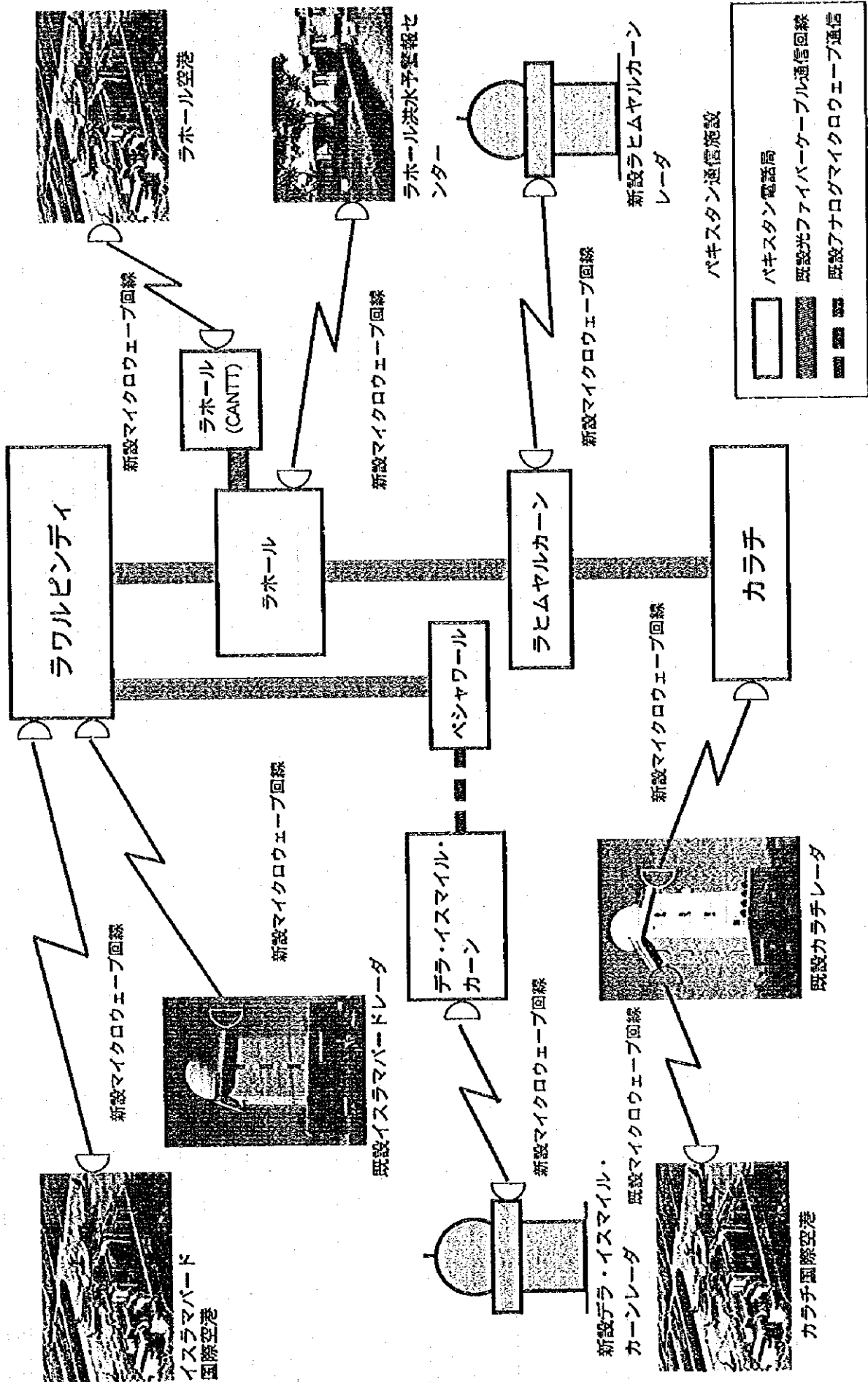
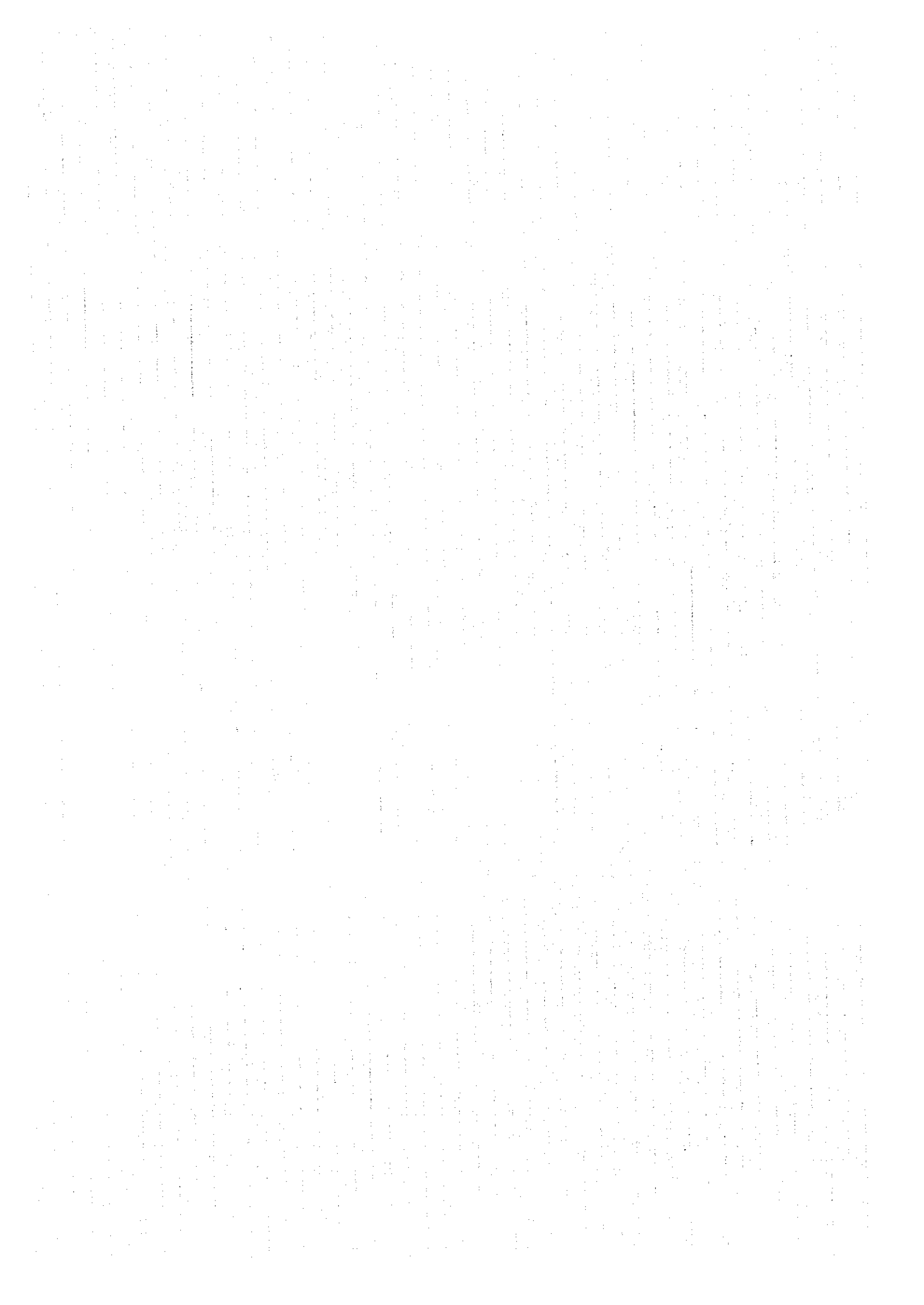


図 3-1 パキスタン国気象レーダーネットワーク系統図



## 1. レーダサイト

気象レーダの設置場所は、北西辺境州のデラ・イスマイル・カーンとパンジャブ州のカンブールの2カ所を予定したが、パキスタン気象局からカンブールの代わりに同じパンジャブ州にあるラヒムヤル・カーンの空港敷地内に設置して欲しいとの要請があった。

カンブールに気象レーダを設置した場合、サトラジ川、チャナーブ川等がインダス川と合流するインダス川中流域と流域平野部の穀倉地帯を観測、監視することができるが、カンブールから南西に約60 Kmにあるラヒムヤル・カーンに設置場所を移したとしても、監視する上で重要なインダス川中流域と流域平野部の穀倉地帯をカバーできるので観測上問題はない。さらにラヒムヤル・カーンはカンブールに比べ社会的基盤整備が進んでいること、航空機の安全運行に必要な気象情報を航空関係者に直接提供することが可能となる、ラヒムヤル・カーン電話局に敷設されている光ファイバーシステムに接続することが可能であること等を考慮すると、レーダサイトとしてはラヒムヤル・カーンのほうが適しているとの結論に達し、ラヒムヤル・カーンの空港内に気象レーダを設置することにした。

デラ・イスマイル・カーンは気象台であり、レーダ塔はその敷地内に建設するので新たに敷地を確保する必要はないが、ラヒムヤル・カーンの空港は民間航空公団の管轄であり、詳細な位置決め、敷地確保にはパキスタン気象局と民間航空公団および2者を管轄する航空庁を交えたパキスタン政府内で決定することになる。

パキスタン気象局は今後の気象業務の拡大を勘案し、レーダ塔および地上気象観測を行う露場を含め敷地として最大3500m<sup>2</sup>を考えている。

## 2. 気象レーダ観測網

カラチとイスラマバードに設置した気象レーダにより、パキスタン国第1、第2の都市を中心とした人口の集中地域の気象監視が可能となり災害の防止等の大きな効果が得られている。しかしながら、現在のように入台ずつの気象レーダでは、その観測範囲、情報量が限定されるので、降水域の移動を把握する場合どうしても抜けが生じる。気象災害は両気象レーダの探知範囲だけではなく、全国至る所で発生しており、新たに気象レーダを設置し観測範囲を拡大し、観測の抜けをなくす必要がある。これらの気象災害の被害を軽減させるためにもパキスタン全土をほぼ覆う気象レーダ観測網を構築することが必要である。

本計画では洪水の多発地帯であるインダス川流域の雨量観測を目的としておりこの流域をカバーするためには、北西辺境州デラ・イスマイル・カーンおよびパンジャブ州ラヒムヤル・カーンに気象レーダを設置し、インダス川全流域をそれらの観測範囲下におくことができる。デラ・イスマイル・カーンはパキスタン北西部に位置し、インダス川本流の上流・中流域の雨域監視をすることができることから、ここに設置する気象レーダでは西方から移動してくる寒冷前線を伴った低気圧による降雨域を監視することができる。一方、ラヒムヤル・カーンはパキスタン中東部に位置し、インダス川中流・下流域の雨域監視ができることから、ここに設置する気象レーダではインド方面から移動してくるモンスーン季の低気圧に伴う大雨域の監視をすることができる。

これら新設する2基の気象レーダと既設の2基の気象レーダを組み込んだネットワークを構築し、レーダ

画像の合成処理を行いインダス川全流域を監視することにより、この流域に大雨をもたらす降水現象を把握することができるようになる。これらの降雨域の移動、降雨域の消長等をインダス川全流域で監視することにより流域雨量予測に必要な降水短時間予報の精度向上に大きく寄与することができる。

### 3. レーダ画像合成

現在カラチとイスラマバードでは気象レーダで観測したエコーデータを観測室と予報室にある監視用ディスプレイで常時監視する体制になっている。しかしカラチ～イスラマバード間には通信回線が無くそれぞれが単独のレーダ画像を表示しているにすぎない。通信網を構築することにより4カ所のレーダ画像を合成、表示する事が可能となる。

本計画ではカラチのパキスタン気象局の本局のみでレーダ画像合成処理を行うのではなく、次の理由によりカラチとイスラマバードの2カ所で画像合成処理を行うことにする。

#### 1) システムの信頼性

画像合成処理をカラチ1カ所で集中して行った場合、このシステムが故障した時には合成画像等のレーダ画像の伝送ができなくなる。しかしカラチとイスラマバード2カ所で画像合成処理を行った場合には、2カ所のシステムが同時に故障する確率は非常に少なく、もし1カ所のシステムが故障しても、もう1カ所のシステムがレーダ画像の伝送を行うことができる。つまり2カ所で分散して画像合成処理を行えば1カ所で処理を行うよりシステムの信頼性を高めることができる。

#### 2) リカレントコスト

専用回線は伝送速度と距離を併用した料金体系となっており、同一の伝送速度の場合にはその料金は電話局間の距離によって変わってくる。

各レーダサイトとカラチまたはイスラマバード間のおおよその距離（道路マップより推定）は以下の通りである。

|                        |         |
|------------------------|---------|
| ・デラ・イスマイル・カーン～カラチ間     | 2100 Km |
| ・デラ・イスマイル・カーン～イスラマバード間 | 500 Km  |
| ・ラヒムヤル・カーン～カラチ間        | 650 Km  |

デラ・イスマイル・カーンの場合、カラチまたはイスラマバードに接続するかにより利用する専用回線の距離が大きく違っておりイスラマバードに接続する方がその距離が短い。ラヒムヤル・カーンの場合は、1カ所または2カ所で画像合成処理を行っても接続するサイトはカラチなので専用回線の距離は変わらない。つまり2カ所で画像合成処理する場合の方がリカレントコストを少なくすることができる。

#### 3) 大雨のリアルタイム監視および降水短時間予報の向上

1つの気象レーダでは地形等の障害物の影響で観測できない範囲も他の気象レーダで、その見えない

部分を補うことができるようになる。4基の気象レーダ画像を合成することによりパキスタン国ほぼ全域の降雨域の様子を監視することができるようになる。

パキスタン気象局では一般の天気予報は、カラチの本局とイスラマバードの2カ所で行っている。カラチでは全国予報と南部地方予報を、イスラマバードでは全国予報と北部地方予報を作成・発表している。これらの予報業務、特に降水短時間予報にレーダ画像の情報が非常に有効であり、洪水等の災害が予想されるときには時々刻々変わる気象現象を捉えることができる。カラチとイスラマバードでは、それぞれが管轄する地域の降水を監視できるレーダ画像をリアルタイムで入手し、北部地方と南部地方を合成したレーダ画像を利用することによりよりきめ細かい予報が可能となる。このためにはカラチとイスラマバードで画像合成処理する必要がある。

カラチで画像合成した2基合成画像を南方合成画像と呼び、イスラマバードで画像合成したそれを北方合成画像と呼び、また4基を合成処理した画像を全国合成画像と呼ぶ。図3-2に北方合成画像を、図3-3に南方合成画像を、図3-4に全国合成画像を示す。

この合成処理をする画像合成処理装置をカラチとイスラマバードにそれぞれ設置する。

# COMPOSITE

15 30

23 JUN 96

| < Site >  | < Status > | < EL > | < MTI > |
|-----------|------------|--------|---------|
| Islamabad | OPR        | +0.0   | OFF     |
| D.I.Khan  | NO OPR     | +11.5  | OFF     |

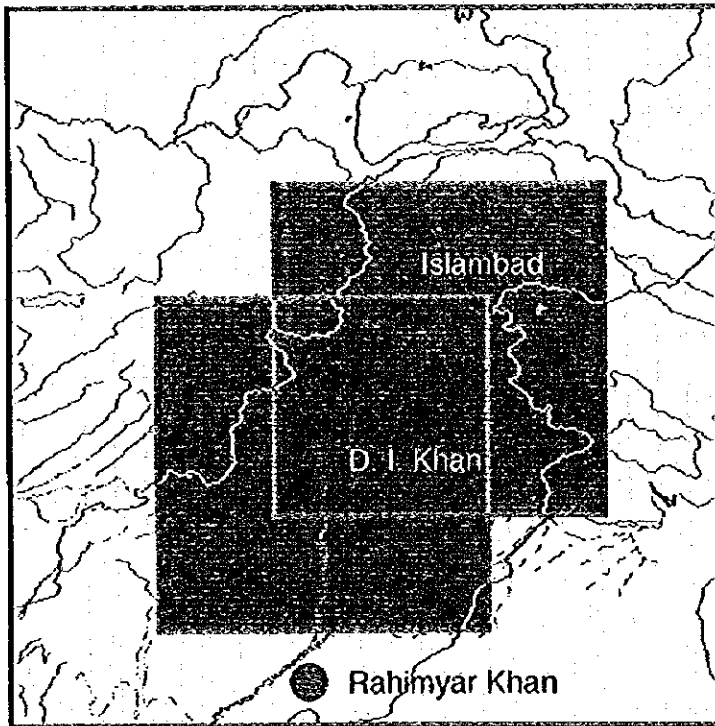


图 1-2 北方合成画像

| OUT OF COVERAGE |                   |
|-----------------|-------------------|
|                 | RC < 1mm/h        |
| ■               | 1 ≤ R < 2mm/h     |
| ■               | 2 ≤ R < 5mm/h     |
| ■               | 5 ≤ R < 10mm/h    |
| ■               | 10 ≤ R < 20mm/h   |
| ■               | 20 ≤ R < 40mm/h   |
| ■               | 40 ≤ R < 70mm/h   |
| ■               | 70 ≤ R < 100mm/h  |
| ■               | 100 ≤ R < 150mm/h |
| ■               | 150 ≤ R < mm/h    |

# COMPOSITE

15 30

23 JUN 96

| < Site >      | < Status > | < EL > | < MTI > |
|---------------|------------|--------|---------|
| Rahimyar Khan | OPR        | +0.0   | OFF     |
| Karachi       | NO OPR     | +11.5  | OFF     |

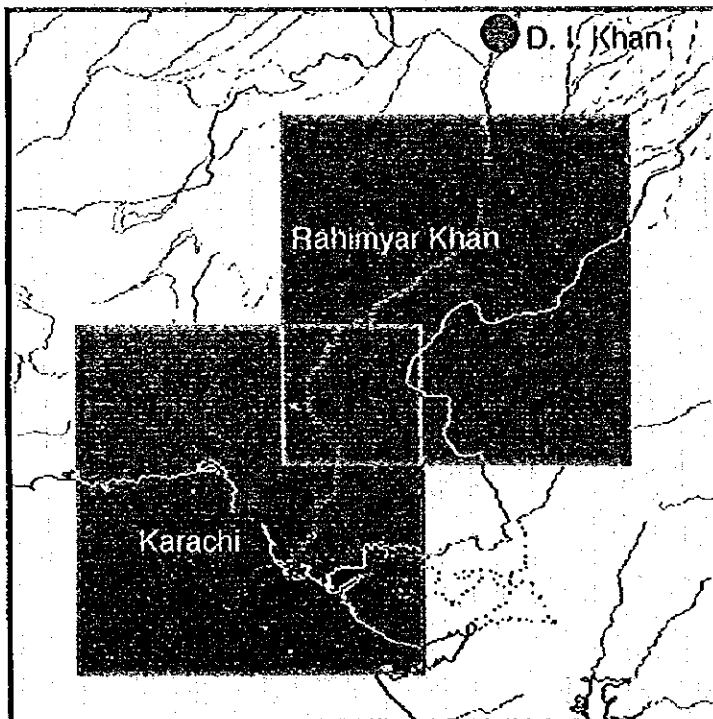


图 3-3 南方合成画像

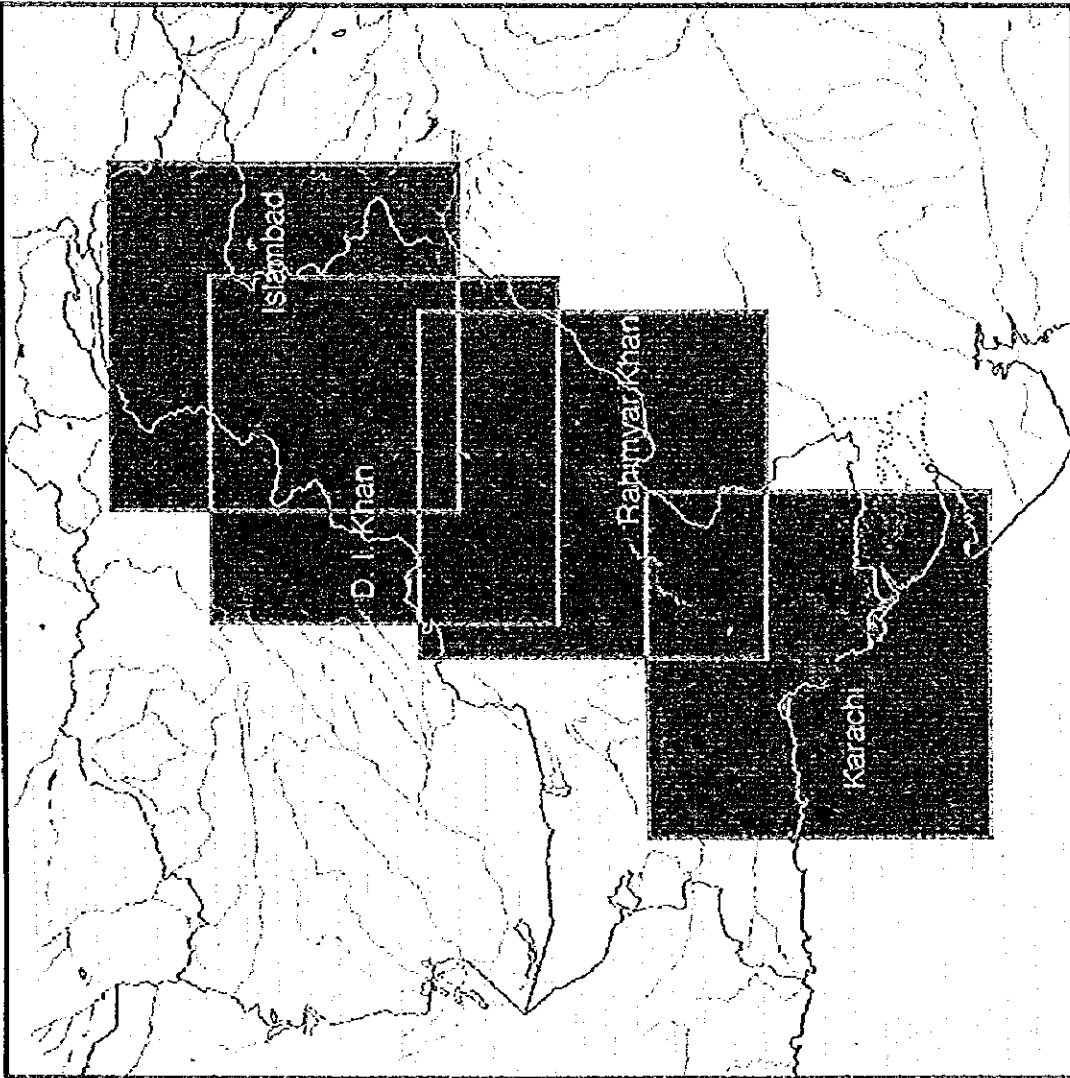
| OUT OF COVERAGE |                   |
|-----------------|-------------------|
|                 | RC < 1mm/h        |
| ■               | 1 ≤ R < 2mm/h     |
| ■               | 2 ≤ R < 5mm/h     |
| ■               | 5 ≤ R < 10mm/h    |
| ■               | 10 ≤ R < 20mm/h   |
| ■               | 20 ≤ R < 40mm/h   |
| ■               | 40 ≤ R < 70mm/h   |
| ■               | 70 ≤ R < 100mm/h  |
| ■               | 100 ≤ R < 150mm/h |
| ■               | 150 ≤ R < mm/h    |



# COMPOSITE

15 30

10 NOV 96



| < Site >      | < Status > | < EL > | < MTI > |
|---------------|------------|--------|---------|
| Islamabad     | OPR        | +0.0   | OFF     |
| D.I.Khan      | NO OPR     | +11.5  | OFF     |
| Rahimyar Khan | OPR        | +0.0   | OFF     |
| Karachi       | NO OPR     | +11.5  | OFF     |

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

图 3—4 全国合成画像

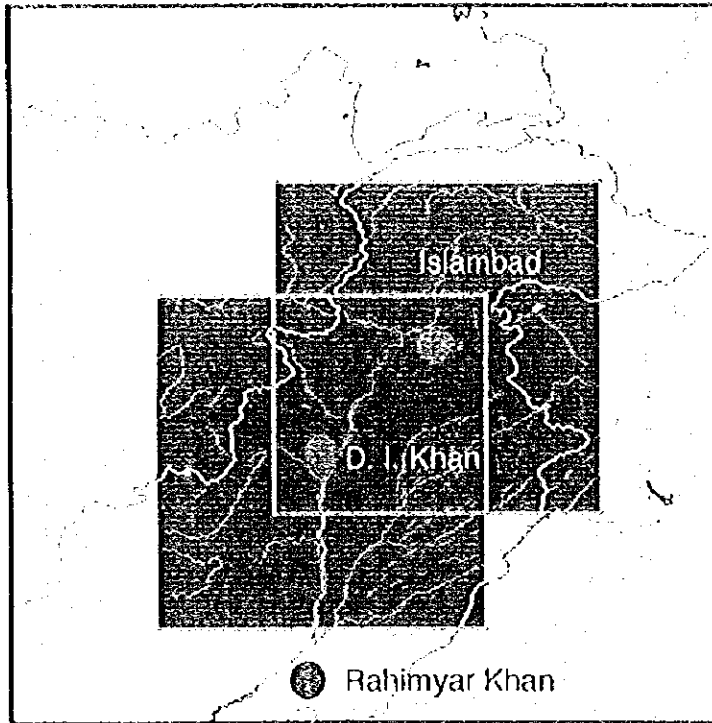


图 1-2 北方合成画像

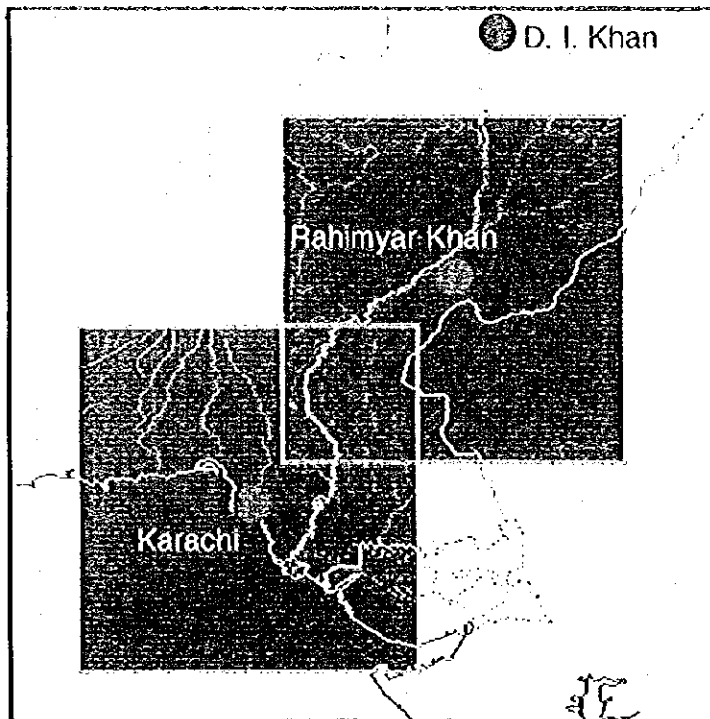


图 3-3 南方合成画像

# COMPOSITE

15 30

23 JUN 96

| < Site >  | < Status > | < EL > | < MII > |
|-----------|------------|--------|---------|
| Islamabad | OPR        | +0.0   | OFF     |
| D.I.Khan  | NO OPR     | +11.5  | OFF     |

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

# COMPOSITE

15 30

23 JUN 96

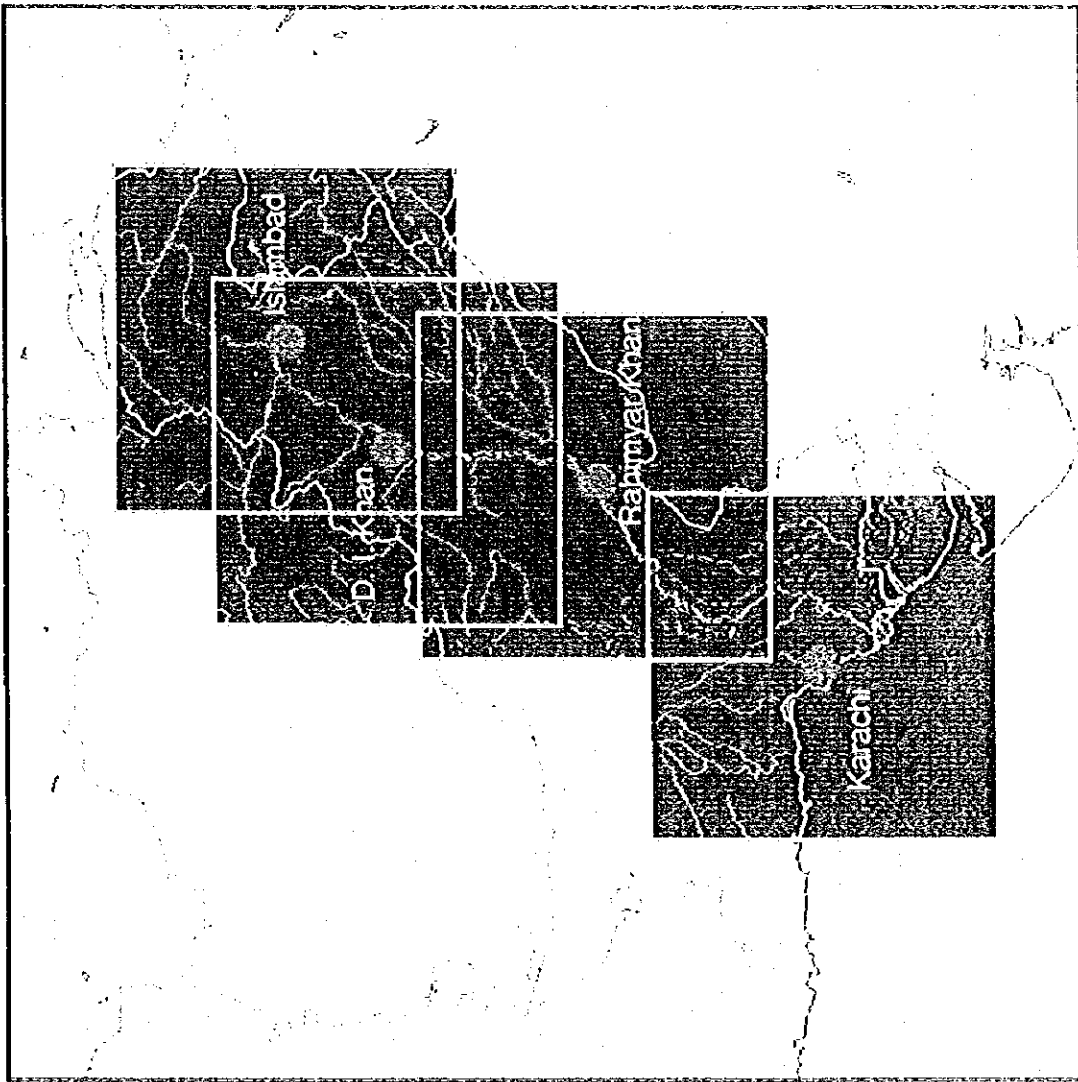
| < Site >      | < Status > | < EL > | < MII > |
|---------------|------------|--------|---------|
| Rahimyar Khan | OPR        | +0.0   | OFF     |
| Karachi       | NO OPR     | +11.5  | OFF     |

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

# COMPOSITE

15:30

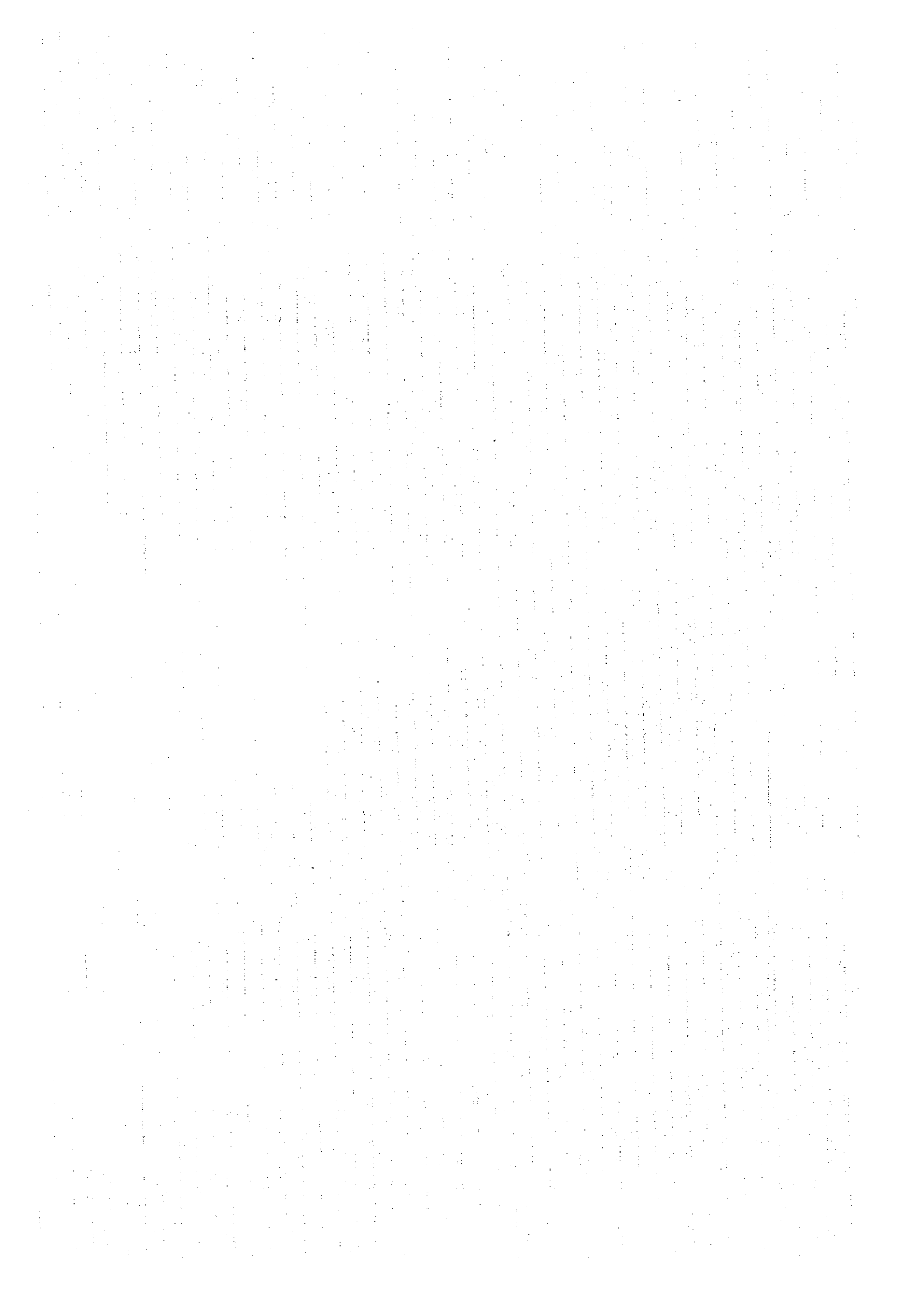
10 NOV 96



| < Site >      | < Status > | < EL > | < MTI > |
|---------------|------------|--------|---------|
| Islamabad     | OPR        | -0.0   | OFF     |
| D.I.Khan      | NO OPR     | +11.5  | OFF     |
| Rahimyar Khan | OPR        | +0.0   | OFF     |
| Karachi       | NO OPR     | +11.5  | OFF     |

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

图 3—4 全国合成画像



#### 4. レーダ画像伝送・表示

##### 1) カラチとイスラマバード

カラチとイスラマバードでは、各予報室にある既設の監視用ディスプレイ装置に合成画像を表示させるためには、同装置のハードウェアとソフトウェアを大幅に改修する必要がある。その改修費用や機器の耐久性等を考慮し、各予報室には新たに監視用ディスプレイ装置を設置して、合成画像を表示させる。既設の監視用ディスプレイ装置には従来どおり各々のレーダの単独画像を表示させる。

##### 2) デラ・イスマイル・カーンとラヒムヤル・カーン

デラ・イスマイル・カーンとラヒムヤル・カーンでは、それぞれレーダ塔内に設ける予報室に監視用ディスプレイ装置を設置して、当該レーダの単独画像のみを表示させる。

##### 3) カラチ、イスラマバード、ラホールの国際空港気象台のブリーフィング室とラホール洪水予報センター

通信網を利用して最終的にカラチとイスラマバードで4基の画像合成処理を行うことになる。合成処理した画像は以下の4カ所の監視用ディスプレイ装置に表示させる。

- ・カラチ国際空港気象台のブリーフィング室
- ・イスラマバード国際空港気象台のブリーフィング室
- ・ラホール国際空港気象台のブリーフィング室
- ・ラホールにある洪水予報センター

カラチでは既設の自営回線を利用してカラチ国際空港にある気象台に合成画像が伝送される。イスラマバードではイスラマバード国際空港に新たに設置する気象台とラホール洪水予報センターの2カ所に合成画像が伝送され監視用ディスプレイ装置に表示される。ラホール洪水予報センターはイスラマバードから伝送されてきた合成画像をラホール国際空港の気象台に転送する。

ラホール国際空港のブリーフィング室へもレーダ画像を伝送して欲しいとの要請がパキスタン気象局よりあり、航空機の発着数、利用客数、貨物の取扱量等から同国際空港の社会的重要性を調査した。その結果表3-1～表3-6に示すように、それぞれがカラチ、イスラマバードに次ぐ第3位の重要な空港であることが判明し、気象情報は航空機の安全運行に欠かせないことから同国際空港のブリーフィング室へもレーダ画像を伝送することにした。

表 3-1 空港ごとの航空機発着数 (1989 — 1990 の 1 年間)

(Number)

| Airport /<br>Aerodrome | DOMESTIC  |                   |       | INTERNATIONAL |                   |       | TOTAL COMMERCIAL |                   |        | General<br>Aviation<br>(D + I) | Local | Grand<br>Total |
|------------------------|-----------|-------------------|-------|---------------|-------------------|-------|------------------|-------------------|--------|--------------------------------|-------|----------------|
|                        | Scheduled | Non-<br>Scheduled | Total | Scheduled     | Non-<br>Scheduled | Total | Scheduled        | Non-<br>Scheduled | Total  |                                |       |                |
|                        |           |                   |       |               |                   |       |                  |                   |        |                                |       |                |
| 1                      |           |                   |       |               |                   |       |                  |                   |        |                                |       |                |
| Karachi                | 20381     | 36                | 20417 | 21613         | 3570              | 25183 | 41994            | 3606              | 45600  | 3705                           | 8793  | 58098          |
| Islamabad              | 15654     | 135               | 15789 | 2444          | 179               | 2623  | 18098            | 314               | 18412  | 2481                           | 12148 | 33041          |
| Lahore                 | 14096     | 307               | 14403 | 1852          | 211               | 2063  | 15948            | 518               | 16466  | 1616                           | 10138 | 28220          |
| Peshawar               | 6907      | 3                 | 6910  | 642           | 46                | 688   | 7549             | 49                | 7598   | 261                            | 1499  | 9358           |
| Gwadar                 | 1949      | 12                | 1961  | 313           | 10                | 323   | 2282             | 22                | 2284   | 36                             | 66    | 2386           |
| Quetta                 | 2652      | 6                 | 2658  | -             | -                 | 323   | 2652             | 6                 | 2658   | 2992                           | 334   | 2992           |
| Bannu                  | 816       | -                 | 816   | -             | -                 | 816   | 816              | -                 | 816    | 62                             | 2     | 880            |
| Bahawalpur             | 918       | -                 | 918   | -             | -                 | 918   | 918              | -                 | 918    | 36                             | 10    | 964            |
| Chitral                | 1100      | 2                 | 1102  | -             | -                 | 1100  | 1100             | 2                 | 1102   | 300                            | 4     | 1406           |
| Daibandin              | -         | -                 | -     | -             | -                 | -     | -                | -                 | -      | 40                             | 1     | 41             |
| D.I.Khan               | 1832      | -                 | 1832  | -             | -                 | 1832  | 1832             | -                 | 1832   | 48                             | 1     | 1881           |
| Faisalabad             | 2442      | -                 | 2442  | -             | -                 | 2442  | 2442             | -                 | 2442   | 570                            | -     | 3012           |
| Gilgit                 | 1202      | 12                | 1214  | -             | -                 | 1202  | 1202             | 12                | 1214   | 508                            | 118   | 1840           |
| Hyderabad              | 1280      | 18                | 1298  | -             | -                 | 1280  | 1280             | 18                | 1298   | 81                             | 2     | 1381           |
| Jacobabad              | 314       | -                 | 314   | -             | -                 | 314   | 314              | -                 | 314    | 2                              | -     | 316            |
| Jiwani                 | 276       | 2                 | 278   | -             | -                 | 276   | 276              | 2                 | 278    | -                              | 2     | 280            |
| Khuzdar                | 494       | -                 | 494   | -             | -                 | 494   | 494              | -                 | 494    | 6                              | -     | 500            |
| Kohat                  | 204       | -                 | 204   | -             | -                 | 204   | 204              | -                 | 204    | -                              | 32    | 236            |
| Mianwali               | 148       | 4                 | 152   | -             | -                 | 148   | 148              | 4                 | 152    | -                              | -     | 152            |
| Mirpur Khas            | 444       | 8                 | 452   | -             | -                 | 444   | 444              | 8                 | 452    | 4                              | -     | 456            |
| Moenodaro              | 1772      | 22                | 1794  | -             | -                 | 1772  | 1772             | 22                | 1794   | 23                             | 1     | 1818           |
| Multan                 | 3477      | 41                | 3518  | -             | -                 | 3477  | 3477             | 41                | 3518   | 677                            | 22113 | 26308          |
| Muzaffarabad           | 748       | 8                 | 756   | -             | -                 | 748   | 748              | 8                 | 756    | 37                             | -     | 793            |
| Nawabshah              | 1212      | 20                | 1232  | -             | -                 | 1212  | 1212             | 20                | 1232   | 219                            | 854   | 2305           |
| Ormara                 | 12        | 2                 | 14    | -             | -                 | 12    | 12               | 2                 | 14     | 2                              | -     | 16             |
| Panjgur                | 2282      | -                 | 2282  | -             | -                 | 2282  | 2282             | -                 | 2282   | 45                             | -     | 2282           |
| Pashi                  | 1332      | 20                | 1352  | -             | -                 | 1332  | 1332             | 20                | 1352   | 499                            | -     | 1896           |
| Rawalakot              | 674       | -                 | 674   | -             | -                 | 674   | 674              | -                 | 674    | 38                             | -     | 712            |
| R.Y.Khan               | 152       | -                 | 152   | -             | -                 | 152   | 152              | -                 | 152    | 32                             | -     | 184            |
| Saidu Sharif           | 1188      | -                 | 1188  | -             | -                 | 1188  | 1188             | -                 | 1188   | 156                            | -     | 1344           |
| Skardu                 | 604       | 18                | 622   | -             | -                 | 604   | 604              | 18                | 622    | 18                             | 51    | 691            |
| Sui                    | 230       | -                 | 230   | -             | -                 | 230   | 230              | -                 | 230    | 95                             | -     | 325            |
| Sukkur                 | 3005      | 37                | 3042  | -             | -                 | 3005  | 3005             | 37                | 3042   | 440                            | 64    | 3546           |
| Turbat                 | 3118      | -                 | 3118  | -             | -                 | 3118  | 3118             | -                 | 3118   | 12                             | 26    | 3156           |
| Zhob                   | 1332      | -                 | 1332  | -             | -                 | 1332  | 1332             | -                 | 1332   | 10                             | -     | 1342           |
| TOTAL                  | 94247     | 713               | 94960 | 26864         | 4016              | 30880 | 121111           | 4729              | 125840 | 11560                          | 56758 | 194158         |

(D + I) refer to Domestic & International.

表 3-2 空港ごとの航空機発着数の割合 (1989—1990の1年間)

| S.No.                | Airport      | Domestic      | International | Transit       | Total         |
|----------------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 1                    | 2            | 3             | 4             | 5             | 6             |
| <b>INTERNATIONAL</b> |              |               |               |               |               |
| 1.                   | Karachi      | 21.50         | 81.55         | 18.29         | 29.92         |
| 2.                   | Islamabad    | 16.63         | 8.49          | 21.41         | 17.02         |
| 3.                   | Lahore       | 15.17         | 5.68          | 17.20         | 14.53         |
| 4.                   | Peshawar     | 7.28          | 2.23          | 2.58          | 4.82          |
| 5.                   | Gwadar       | 2.07          | 1.05          | 0.15          | 1.23          |
| 6.                   | Quetta       | 2.80          | 0.00          | 0.49          | 1.54          |
| <b>DOMESTIC</b>      |              |               |               |               |               |
| 7.                   | Bannu        | 0.85          | 0.00          | 0.09          | 0.45          |
| 8.                   | Bahawalpur   | 0.97          | 0.00          | 0.07          | 0.50          |
| 9.                   | Chitral      | 1.16          | 0.00          | 0.44          | 0.72          |
| 10.                  | Dalbandin    | 0.00          | 0.00          | 0.06          | 0.02          |
| 11.                  | D.I.Khan     | 1.93          | 0.00          | 0.07          | 0.97          |
| 12.                  | Faisalabad   | 2.57          | 0.00          | 0.83          | 1.55          |
| 13.                  | Gilgit       | 1.28          | 0.00          | 0.92          | 0.95          |
| 14.                  | Hyderabad    | 1.37          | 0.00          | 0.12          | 0.71          |
| 15.                  | Jacobabad    | 0.33          | 0.00          | 0.00          | 0.16          |
| 16.                  | Jiwani       | 0.29          | 0.00          | 0.00          | 0.14          |
| 17.                  | Khuzdar      | 0.52          | 0.00          | 0.01          | 0.26          |
| 18.                  | Kohat        | 0.21          | 0.00          | 0.12          | 0.12          |
| 19.                  | Mianwali     | 0.16          | 0.00          | 0.00          | 0.08          |
| 20.                  | Mirpur Khas  | 0.48          | 0.00          | 0.01          | 0.23          |
| 21.                  | Moenjodaro   | 1.89          | 0.00          | 0.04          | 0.94          |
| 22.                  | Multan       | 3.70          | 0.00          | 33.36         | 13.55         |
| 23.                  | Muzaffarabad | 0.80          | 0.00          | 0.05          | 0.41          |
| 24.                  | Nawabshah    | 1.30          | 0.00          | 1.57          | 1.19          |
| 25.                  | Ormara       | 0.01          | 0.00          | 0.00          | 0.01          |
| 26.                  | Panjour      | 2.40          | 0.00          | 0.00          | 1.18          |
| 27.                  | Pasni        | 1.42          | 0.00          | 0.80          | 0.96          |
| 28.                  | R.Y.Khan     | 0.71          | 0.00          | 0.06          | 0.37          |
| 29.                  | Rawalakot    | 0.16          | 0.00          | 0.05          | 0.09          |
| 30.                  | Saidu Sharif | 1.25          | 0.00          | 0.23          | 0.69          |
| 31.                  | Skardu       | 0.66          | 0.00          | 0.10          | 0.36          |
| 32.                  | Sui          | 0.24          | 0.00          | 0.14          | 0.17          |
| 33.                  | Sukkur       | 3.20          | 0.00          | 0.74          | 1.83          |
| 34.                  | Turbat       | 3.28          | 0.00          | 0.06          | 1.63          |
| 35.                  | Zheb         | 1.40          | 0.00          | 0.01          | 0.69          |
| <b>Total:-</b>       |              | <b>100.00</b> | <b>100.00</b> | <b>100.00</b> | <b>100.00</b> |





表 3-4 空港ごとの利用客数の割合 (1989—1990の1年間)

| S.No.                | Airport           | Domestic      | International | Transit       | Total         |
|----------------------|-------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 1                    | 2                 | 3             | 4             | 5             | 6             |
| <b>INTERNATIONAL</b> |                   |               |               |               |               |
| 1.                   | Karachi           | 32.60         | 78.62         | 53.51         | 49.58         |
| 2.                   | Islamabad         | 19.45         | 12.86         | 2.91          | 17.02         |
| 3.                   | Lahore            | 22.58         | 6.64          | 23.83         | 16.69         |
| 4.                   | Peshawar          | 5.27          | 1.64          | 1.11          | 3.93          |
| 5.                   | Gwadar            | 0.87          | 0.25          | 0.30          | 0.64          |
| 6.                   | Queta             | 3.13          | -             | 0.50          | 1.97          |
| <b>DOMESTIC</b>      |                   |               |               |               |               |
| 7.                   | Bannu             | 0.21          | -             | 0.01          | 0.13          |
| 8.                   | Bahawalpur        | 0.35          | -             | -             | 0.22          |
| 9.                   | Chitral           | 0.63          | -             | -             | 0.40          |
| 10.                  | D.I.Khan          | 0.62          | -             | 1.45          | 0.39          |
| 11.                  | Faisalabad        | 2.30          | -             | -             | 1.45          |
| 12.                  | Gilgit            | 0.65          | -             | 0.01          | 0.41          |
| 13.                  | Hyderabad         | 0.23          | -             | 1.22          | 0.14          |
| 14.                  | Jacobabad         | 0.06          | -             | 0.01          | 0.04          |
| 15.                  | Jiwani            | 0.07          | -             | 0.01          | 0.05          |
| 16.                  | Khuzdar           | 0.08          | -             | 0.12          | 0.05          |
| 17.                  | Kohat             | 0.01          | -             | 0.02          | 0.01          |
| 18.                  | Mianwali          | 0.01          | -             | 0.02          | 0.01          |
| 19.                  | Mirpur Khas       | 0.08          | -             | 0.55          | 0.05          |
| 20.                  | Moenjodaro        | 0.52          | -             | 0.72          | 0.33          |
| 21.                  | Multan            | 4.02          | -             | 2.81          | 2.54          |
| 22.                  | Muzaffarabad      | 0.14          | -             | 0.05          | 0.09          |
| 23.                  | Nawabshah         | 0.25          | -             | 1.48          | 0.16          |
| 24.                  | Ormara            | 0.00          | -             | 0.01          | 0.01          |
| 25.                  | Panigur           | 0.69          | -             | 2.00          | 0.43          |
| 26.                  | Pasni             | 0.57          | -             | 1.47          | 0.36          |
| 27.                  | Rawalakot         | 0.11          | -             | -             | 0.07          |
| 28.                  | R. Y. Khan        | 0.06          | -             | 0.01          | 0.04          |
| 29.                  | Saidu Sharif      | 0.35          | -             | 0.40          | 0.22          |
| 30.                  | Skardu            | 0.88          | -             | 0.02          | 0.55          |
| 31.                  | Suj* <sup>†</sup> | 0.10          | -             | 0.01          | 0.06          |
| 32.                  | Sukkur            | 1.52          | -             | 3.12          | 0.96          |
| 33.                  | Turbat            | 1.22          | -             | 0.93          | 0.76          |
| 34.                  | Zhob              | 0.40          | -             | 1.33          | 0.25          |
| <b>Total:-</b>       |                   | <b>100.00</b> | <b>100.00</b> | <b>100.00</b> | <b>100.00</b> |

表 3-5 空港ごとの貨物取扱量 (1989 - 1990 の 1 年間)

(Metric Tons)

| Airport/<br>Aerodrome | Scheduled     |               |               | Non - Scheduled |               |             | Scheduled + Non-Scheduled |               |               | Transit     | Grand<br>Total |
|-----------------------|---------------|---------------|---------------|-----------------|---------------|-------------|---------------------------|---------------|---------------|-------------|----------------|
|                       | Loaded        | Un-<br>Loaded | Total         | Loaded          | Un-<br>Loaded | Total       | Loaded                    | Un-<br>Loaded | Total         |             |                |
|                       |               |               |               |                 |               |             |                           |               |               |             |                |
| 1                     | 2             | 3             | 4             | 5               | 6             | 7           | 8                         | 9             | 10            | 11          | 12             |
| Karachi               | 95258         | 49683         | 144941        | 840             | 462           | 1302        | 96098                     | 50145         | 146243        | 5413        | 151656         |
| Islamabad             | 11736         | 12055         | 23791         | 74              | 143           | 217         | 11810                     | 12198         | 24008         | -           | 24008          |
| Lahore                | 14522         | 8053          | 22575         | 224             | 185           | 409         | 14746                     | 8238          | 22984         | -           | 22984          |
| Peshawar              | 897           | 2444          | 3341          | 5               | 6             | 11          | 902                       | 2450          | 3352          | -           | 3352           |
| Gwadar                | 45            | 87            | 132           | 1               | 5             | 6           | 46                        | 92            | 138           | -           | 138            |
| Quetta                | 494           | 736           | 1230          | 1               | -             | 1           | 495                       | 736           | 1231          | -           | 1231           |
| Bannu                 | -             | 7             | 7             | -               | -             | -           | -                         | 7             | 7             | -           | 7              |
| Bahawalpur            | 2             | 9             | 11            | -               | -             | -           | 2                         | 9             | 11            | -           | 11             |
| Chitral               | -             | 53            | 53            | -               | -             | -           | -                         | 53            | 53            | -           | 53             |
| D.I.Khan              | 14            | 74            | 88            | -               | -             | -           | 14                        | 74            | 88            | -           | 88             |
| Faisalabad            | 217           | 402           | 619           | -               | -             | -           | 217                       | 402           | 619           | -           | 619            |
| Gilgit                | 4             | 30            | 34            | -               | -             | -           | 4                         | 30            | 34            | -           | 34             |
| Hyderabad             | 3             | 8             | 11            | -               | -             | -           | 3                         | 8             | 11            | -           | 11             |
| Jacobabad             | -             | 10            | 10            | -               | -             | -           | -                         | 10            | 10            | -           | 10             |
| Jiwani                | 1             | 3             | 4             | -               | -             | -           | 1                         | 3             | 4             | -           | 4              |
| Khuzdar               | 4             | 5             | 9             | -               | -             | -           | 4                         | 5             | 9             | -           | 9              |
| Kohat                 | -             | 1             | 1             | -               | -             | -           | -                         | 1             | 1             | -           | 1              |
| Mianwali              | -             | -             | -             | -               | -             | -           | -                         | -             | -             | -           | -              |
| Mirpur Khas           | -             | -             | -             | -               | -             | -           | -                         | -             | -             | -           | -              |
| Moenjodaro            | 2             | 72            | 74            | -               | -             | -           | 2                         | 72            | 74            | -           | 74             |
| Multan                | 297           | 448           | 745           | -               | -             | -           | 297                       | 448           | 745           | -           | 745            |
| Muzaffarabad          | -             | 2             | 2             | -               | -             | -           | -                         | 2             | 2             | -           | 2              |
| Nawabshah             | 1             | 7             | 8             | 1               | -             | 1           | 2                         | 7             | 9             | -           | 9              |
| Ormara                | -             | -             | -             | -               | -             | -           | -                         | -             | -             | -           | -              |
| Panigur               | 10            | 41            | 51            | -               | -             | -           | 10                        | 41            | 51            | -           | 51             |
| Pasni                 | 8             | 32            | 40            | -               | -             | -           | 8                         | 32            | 40            | -           | 40             |
| Rawalakot             | -             | 1             | 1             | -               | -             | -           | -                         | 1             | 1             | -           | 1              |
| R.Y.Khan              | -             | 1             | 1             | -               | -             | -           | -                         | 1             | 1             | -           | 1              |
| Saidu Sharif          | 15            | 13            | 28            | -               | -             | -           | 15                        | 13            | 28            | -           | 28             |
| Skardu                | 11            | 81            | 92            | -               | 1             | 1           | 11                        | 82            | 93            | -           | 93             |
| Sui                   | 1             | 5             | 6             | -               | -             | -           | 1                         | 5             | 6             | -           | 6              |
| Sukkur                | 12            | 215           | 227           | -               | 1             | 1           | 12                        | 216           | 228           | -           | 228            |
| Turbat                | 7             | 111           | 118           | -               | 1             | 1           | 7                         | 112           | 119           | -           | 119            |
| Zhob                  | 2             | 12            | 14            | -               | -             | -           | 2                         | 12            | 14            | -           | 14             |
| <b>Total</b>          | <b>123563</b> | <b>74701</b>  | <b>198264</b> | <b>1146</b>     | <b>804</b>    | <b>1950</b> | <b>124709</b>             | <b>75505</b>  | <b>200214</b> | <b>5413</b> | <b>205627</b>  |

表 3-6 空港ごとの貨物取扱量の割合 (1989—1990の1年間)

| S.No                 | Airport      | Domestic      | International | Transit       | Total         |
|----------------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 1                    | 2            | 3             | 4             | 5             | 6             |
| <b>INTERNATIONAL</b> |              |               |               |               |               |
| 1.                   | Karachi      | 47.61         | 87.30         | 100.00        | 73.75         |
| 2.                   | Islamabad    | 17.36         | 8.73          | -             | 11.68         |
| 3.                   | Lahore       | 26.65         | 3.16          | -             | 11.18         |
| 4.                   | Peshawar     | 3.51          | 0.65          | -             | 1.63          |
| 5.                   | Gwadar       | 0.18          | 0.01          | -             | 0.07          |
| 6.                   | Quetta       | 1.46          | 0.15          | -             | 0.60          |
| <b>DOMESTIC</b>      |              |               |               |               |               |
| 7.                   | Bannu        | 0.01          | -             | -             | 0.01          |
| 8.                   | Bahawalpur   | 0.02          | -             | -             | 0.01          |
| 9.                   | Chitral      | 0.07          | -             | -             | 0.02          |
| 10.                  | D.I.Khan     | 0.12          | -             | -             | 0.02          |
| 11.                  | Faisalabad   | 0.86          | -             | -             | 0.27          |
| 12.                  | Gilgit       | 0.05          | -             | -             | 0.02          |
| 13.                  | Hyderabad    | 0.02          | -             | -             | 0.01          |
| 14.                  | Jacobabad    | 0.01          | -             | -             | 0.01          |
| 15.                  | Jhwani       | 0.01          | -             | -             | 0.01          |
| 16.                  | Khuzdar      | 0.01          | -             | -             | 0.01          |
| 17.                  | Kohat        | 0.01          | -             | -             | 0.01          |
| 18.                  | Mianwali     | -             | -             | -             | -             |
| 19.                  | Mirpur Khas  | 0.01          | -             | -             | 0.01          |
| 20.                  | Moenjodaro   | 0.11          | -             | -             | 0.04          |
| 21.                  | Multan       | 1.06          | -             | -             | 0.35          |
| 22.                  | Muzaffarabad | 0.01          | -             | -             | 0.01          |
| 23.                  | Nawabshah    | 0.01          | -             | -             | 0.01          |
| 24.                  | Ormara       | -             | -             | -             | -             |
| 25.                  | Panjour      | 0.07          | -             | -             | 0.02          |
| 26.                  | Pasni        | 0.06          | -             | -             | 0.02          |
| 27.                  | Rawalakot    | 0.01          | -             | -             | 0.01          |
| 28.                  | R.Y.Khan     | 0.01          | -             | -             | 0.01          |
| 29.                  | Saidu Sherif | 0.04          | -             | -             | 0.01          |
| 30.                  | Skardu       | 0.13          | -             | -             | 0.05          |
| 31.                  | Sui          | 0.01          | -             | -             | 0.01          |
| 32.                  | Sukkur       | 0.32          | -             | -             | 0.10          |
| 33.                  | Turbat       | 0.16          | -             | -             | 0.05          |
| 34.                  | Zhob         | 0.02          | -             | -             | 0.01          |
| <b>Total:-</b>       |              | <b>100.00</b> | <b>100.00</b> | <b>100.00</b> | <b>100.00</b> |

## 5. 通信回線

### 1) 既設幹線ルート

当初は既設光ファイバーケーブルの基幹回線（イスラマバード～ラホール～ムルタン～サッカール～カラチ）とレーダサイト近隣の電話局から光ファイバーケーブルと接続できる電話局まで既設のアナログ・マイクロ回線（デラ・イスマイル・カーン～ムルタン、カンプール～サッカール）を利用し、サイト間は専用回線で接続することを考えていた。

実際には光ファイバーケーブルの基幹回線は、カラチから始まりサッカール、ラヒムヤル・カーン、ムルタン、ラホールを経由し、ラワルピンディまで延びており、ラワルピンディからイスラマバードへは容量が少ない回線が開通している。もう1つの光ファイバーケーブルの基幹回線がラワルピンディ～ベシャワールで開通しており、1年半後にはデラ・イスマイル・カーンまで開通するとのことであった。その後はカラチまで延長され現在開通している基幹回線の代替ルートになることになっている。一方デラ・イスマイル・カーン電話局からはムルタン電話局よりベシャワール電話局までの方が既設のアナログ・マイクロ回線の区間が短く、ベシャワール電話局までは中継局もないことが判明した。

レーダ画像を伝送する場合、品質の高い回線を確保することが重要であり、上記の状況を勘案し、デラ・イスマイル・カーン～ベシャワール間のアナログ・マイクロ回線を利用することにした。

実際にベシャワール電話局に測定器を持ち込みデラ・イスマイル・カーン～ベシャワール間のマイクロ回線の回線品質をチェックし、その品質がレーダ画像を伝送するに充分であることを確認した。

### 2) 新設マイクロ回線の周波数割り当て

パキスタン通信庁との打ち合わせで400～900MHzのUHF帯は既に公共無線または移動通信用に割り当てられており、新たにこの帯域で割り当てる余地は無いとのことであった。但し、2GHz帯であれば割り当ては可能であるとのことで、新設マイクロ回線は2GHz帯を使用することとする。

### 3) 専用線の伝送帯域

現在パキスタン電信電話会社が公衆回線として提供している光ファイバーケーブルを利用した専用回線の帯域は最小で64Kbpsであるが、今後数年で主要な都市にデジタルクロス接続装置を設置することになっている。この機器を設置することにより最小2.4Kbpsの帯域の専用回線のサービスが可能となるので、パキスタン気象局のリカレントコストを安くするために当初予定した4.8Kbpsまたは9.6Kbpsの回線ではなく2.4Kbpsまたは4.8Kbpsの回線を利用する。

パキスタン電信電話会社は光ファイバーケーブルの全国展開に伴い近年ケット交換サービスを開始しており、リカレントコストを押さえるため本計画の通信回線としてケット交換サービスを利用することについて検討した結果、以下に述べる理由のため本計画では専用回線を利用することにした。

パケット交換サービスを利用した場合、回線接続時間およびデータ量併用による従量制料金体系を採用しており、伝送するレーダ画像のデータ量により料金が変わってくる。

現在パケット交換サービスを提供しているはカラチ、イスラマバード等の主要都市のみであり、デラ・イスマイル・カーンとラヒムヤル・カーン等の地方都市までそのサービスエリアを拡大するにはかなり時間がかかるとのことであった。

このような状況下でパケット交換サービスを利用すると、次のようなデメリットがある。

- ・通信回線として専用回線とパケット交換の2種類のサービスを併用することになりシステム構成は複雑になる。
- ・データ量が少ないデラ・イスマイル・カーンとラヒムヤル・カーンは、パケット交換サービスを提供しているエリアには含まれていないので、デラ・イスマイル・カーンとイスラマバード間およびラヒムヤル・カーンとカラチ間はそれぞれ専用回線を利用することになり、リカレントコストを安くすることができない。
- 一方、データ量が多いカラチ、イスラマバードではパケット交換を利用できるが悪天候によりレーダ観測が頻繁に行われると交換するデータ量が増え使用料金がかなり高くなることもある。
- ・サービスエリアを拡大している時、システムが不安定になりデータの抜けが生じる場合がある。

#### 4) 気象局のサイト～電話局間ルート

新たに通信回線を構築する気象局のサイト～電話局間ルートはつぎの7ルートである。

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

#### 6. レーダ塔

レーダ塔はデラ・イスマイル・カーンとラヒムヤル・カーンの2ヶ所に設置する。レーダ塔として機能するために必要な部屋の主なものは以下の通りである。

- ・レーダ機器室
- ・レーダ観測室
- ・予報室 (ラヒムヤル・カーンはブリーフィング室を兼ねる)
- ・資料室
- ・メンテナンス室
- ・電気・給水室

- ・電源室
- ・倉庫

## 7. 維持管理用の車両

気象レーダを新設するデラ・イスマイル・カーンとラヒムヤル・カーンに、以下の理由により車両を1台ずつ配置する。車種は荷物が運べ洪水時等でも使用可能なピックアップ型4WDが最適である。

- ・デラ・イスマイル・カーンとラヒムヤル・カーンにはパキスタン気象局としてそれぞれ17名の職員を新たに配置し、レーダ観測、予報作業、情報提供等の気象業務の充実を計る。これらの職員は3交代で24時間365日仕事を行うことになり、夜間の職員の交代に是非とも車が必要である。
- ・デラ・イスマイル・カーンは近くにインダス川が流れており、特に洪水時や洪水が予想される大雨時には、レーダ画像等に基づき作成した予報の確認やその修正のため昼夜を問わずインダス川の水位状況監視をする必要があり、この監視のためにも車が必要である。
- ・パキスタン国では鉄道・バス等公共交通の整備が遅れており、近隣の気象台、ラホール管区気象台等国内の確実な移動手段として車が必要となる。ラホール管区気象台はデラ・イスマイル・カーンとラヒムヤル・カーンを管轄しており、レーダサイトで対応できないメンテナンスは管区気象台で行うことになるので、レーダ機器の修理部品等の輸送にも車が必要である。

以上の検討の結果、本プロジェクトの基本構想は、集中豪雨等による洪水の多発地帯であるインダス川流域全体を監視するため、デラ・イスマイル・カーンとラヒムヤル・カーンに気象レーダの設置およびレーダ塔を建設し、既設のカラチとイスラマバードの気象レーダを含めた4基とこれらを結ぶ通信回線から成るレーダ画像の伝送網を構築するものである。またレーダ画像を合成・表示する装置をカラチとイスラマバードに設置し、これらのレーダ画像を表示する装置をカラチ、イスラマバード、ラホールの3カ所の国際空港、ラホール洪水予報センターにそれぞれ設置するものである。