

国際協力事業団

ネパール王国

観光・航空省

ネパール王国

カトマンズ空港整備計画

基本設計調査報告書

平成6年1月

株式会社 バシフィック コンサルタンツ インターナショナル

無調二

CR(1)

94-046

JICA LIBRARY



1113004141

26299

国際協力事業団

26279

国際協力事業団
ネパール王国
観光・航空省

ネパール王国

カトマンズ空港整備計画

基本設計調査報告書

平成6年1月

株式会社 パシフィック コンサルタンツ インターナショナル

序 文

日本国政府は、ネパール王国政府の要請に基づき現在実施中の「カトマンズ空港整備計画調査」（開発調査）において提言された航空機の安全運行のため、特に緊急に整備を必要とする案件について、基本設計調査を行なうことを決定し、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5年11月3日から12日まで、無償資金協力調査部 基本設計調査第二課の岩間 敏之を団長とし、株式会社パシフィック コンサルタンツ インターナショナルの団員から構成される基本設計調査団を現地に派遣しました。

調査団は、ネパール政府関係者と協議を行なうとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、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、同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6年1月

国際協力事業団
総裁 柳谷 謙介

伝 達 状

国際協力事業団

総裁 柳谷 謙介

今般、ネパール王国におけるカトマンズ空港整備計画基本設計調査が終了致しましたので、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、弊社が平成5年11月27日から平成6年1月31日までの3.3ヶ月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、ネパールの現状を十分に踏まえ、本計画の妥当性を検討するとともに、日本の無償資金協力の枠組に最も適した計画の策定に努めてまいりました。

なお、同期間中、貴事業団をはじめ、外務省、運輸省関係者には多大のご理解ならびにご協力を賜わり、お礼を申し上げます。また、ネパールにおける現地調査期間中は、観光・航空省、JICAネパール事務所、在ネパール日本国大使館の貴重な助言とご協力を賜わったことも付け加えさせていただきます。

貴事業団におかれましては、本計画の推進に向けて、本報告書を大いに活用されることを切望する次第です。

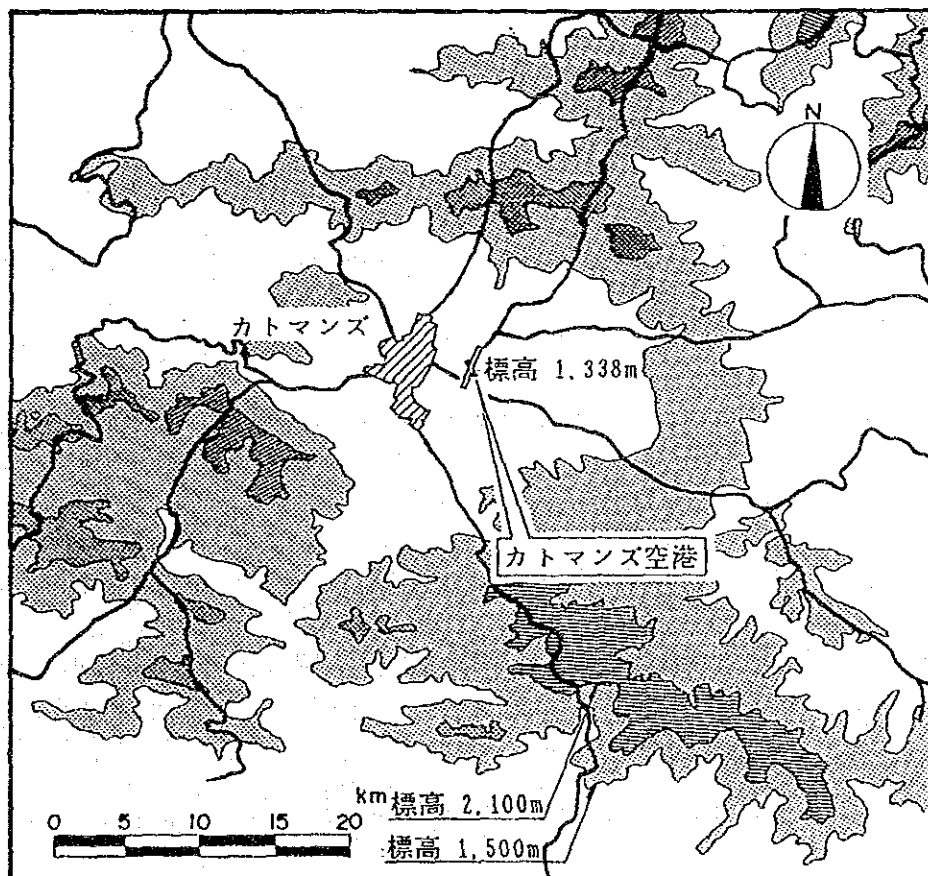
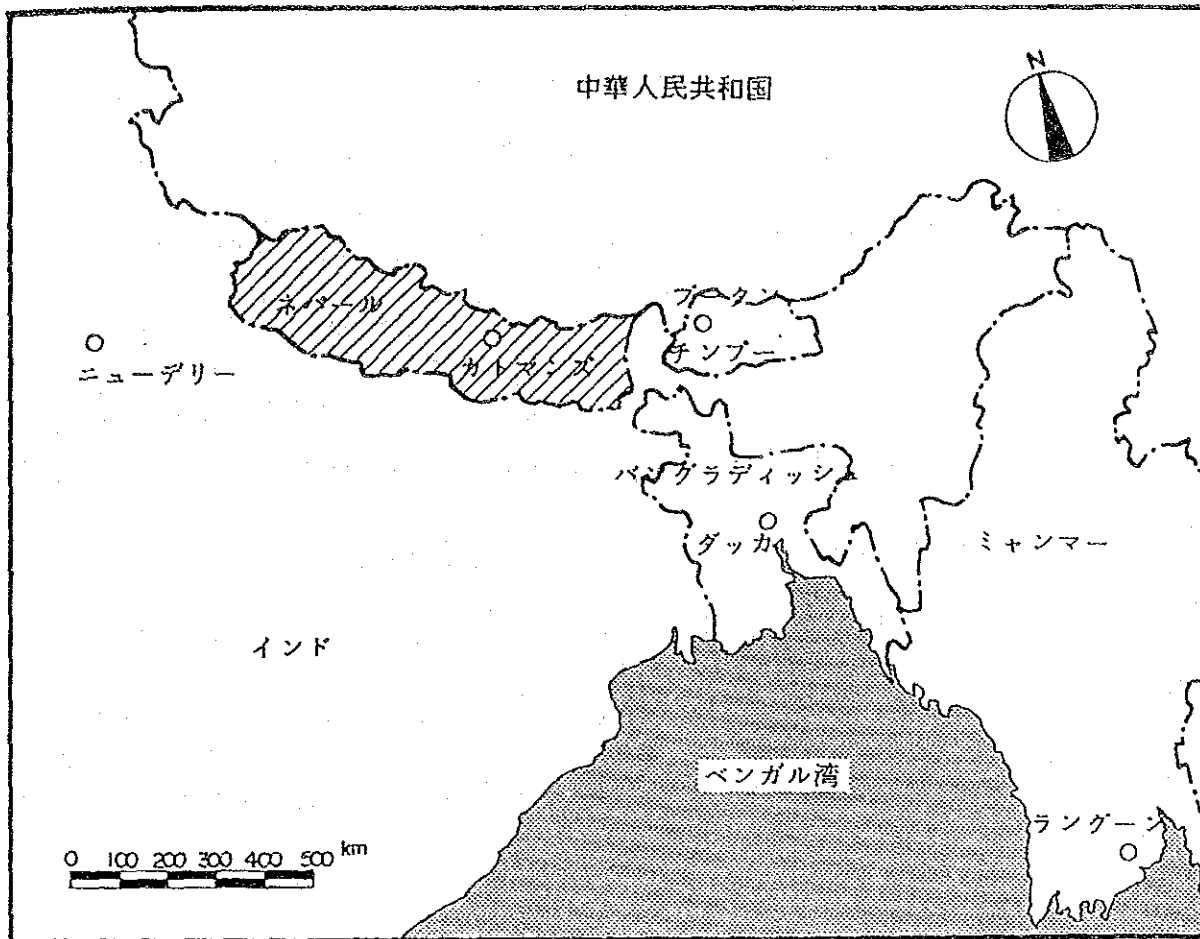
平成6年1月

株式会社 パシフィック コンサルタンツ
インターナショナル

ネパール王国

カトマンズ空港整備計画基本設計調査

業務主任 新家 義彌



調査対象位置図

略語表

A/G	Air to Ground Communication	対空通信
ABN	Aerodrome Beacon	飛行場灯台
ACC	Area Control Center	地区管制所
ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
AFL	Airfield Lighting System	飛行場灯火 (施設)
AFTN	Aeronautical Fixed Telecommunication Network	国際航空テレタイプ固定通信網
AGL	Approach Guidance Lights	進入誘導灯
AIP	Aeronautical Information Publication	航空路誌
ALB	Approach Light Beacon	進入灯台
ALS	Approach Lighting System	進入灯
AMSL	Above Mean Sea Level	平均海拔高
ANT	Antenna	アンテナ
APP	Approach Control	進入管制所 (進入管制)
ASR	Airport Surveillance Radar	空港監視レーダー
ATC	Air Traffic Control	航空交通管制
ATIS	Automatic Terminal Information Service	飛行場情報放送業務
ATS DS	Air Traffic Service Direct Speech	航空管制業務用直通通信回線
BATT	Battery	蓄電池
CATC	Civil Aviation Training Center	航空訓練センター
CEILOMETER		雲向計
CGL	Circling Guidance Lights	旋回灯
CN	Conflict Alarm	航空機の衝突予告警報
COMM	Communication	通信
CTR	Control Zone	管制圏
CW	Continuous wave	モールス符号による通信
DCA	Department of Civil Aviation	観光・民間航空省民間航空局
DF	Direction Finder	無線方向探知装置
DISP.	Display	表示装置・表示コンソール
DME	Distance Measuring Equipment	距離測定装置
E/G	Engine Generator	発動発電機
FIS	Flight Information Service	飛行情報業務
FSS	Flight Service Station	飛行情報局
GP	Glide path	グライドパス (ILSの降下角誘導エレメント)
GSE	Ground Service Equipment	グラウンドサービス車両
HF	High Frequency (3000 to 30000KHz)	短波
ICAO	International Civil Aviation Organization	国際民間航空機関
ILS	Instrument Landing System	計器着陸誘導施設
LC	Locator	無線標識施設
LLZ	Localizer	ローカライザー (ILSの方位誘導エレメント)
LMM	Compass Locator at Middle Marker ILS	マーカー・中間マーカー(同一地点)
LOM	Compass Locator at Outer Marker ILS	マーカー・外側マーカー(同一地点)
MAG	Magnetic Tape Unit	磁気テープ記憶装置
MD	Magnetic Drum	磁気ドラム記憶装置
MET	Meteorological or Meteorology	気象
MKR	Marker Radio Beacon	VHF無線標識
MODEM	Modulator / Demodulator	電気信号の変調/復調装置
MON	Monitor	モニター (装置)
MSAW	Minimum Safe Altitude Warning	最低安全高度警報
MSS	Message Switching System	テレタイプ交換装置
MTD	Moving Target Detection	移動目標検知 (回路)
NDB	Non Directional Radio Beacon	無指向性無線標識
NEA	Nepalic Electricity Authority	ネパール電力
OBL	Obstruction Lights	航空障害灯

P/P	Point to Point Communication	地点間固定通信
PABX	Private Automatic Telephone Branch Exchange	自動構内電話交換装置
PAPI	Precision Approach Path Indicator	進入角指示灯
PCN	Pavement Classification Number	数値で表した舗装の許容支持力
RC	Reinforced Concrete	鉄筋コンクリート
RCC	Rescue Co-ordination Center	捜索救難調整本部
RCLL	Runway Centerline Lights	滑走路中心線灯
RDP	Radar Data Processor	レーダー信号処理装置
REC	Receive	受信機
RTF	Radiotelephone	無線電話
RTT	Radioteletypewriter	無線テレタイプ
RVR	Runway Visual Range	滑走路視距離測定装置
SALS	Simple Approach Lighting System	簡易式進入灯
SID	Standard Instrument Departure Procedure	標準計器出発方式
SMC	Surface Movement Control	地上管制
SMS	System Monitor and Switching Unit	システム監視・制御装置
SSR	Secondary Surveillance Radar	二次監視レーダー
STC	Sensitivity Time Control	近距離クラッター除去回路
SV	Supervisor Supervisory Signal	監督者・監視信号
TARGET GEN.	Target Generator	疑似目標発生装置
TEMP	Temperature Indicator	温度計
TIAO	Tribhuvan International Airport Office	カトマンズ空港事務所
TMA	Terminal Control Area	ターミナル管制区
TTY	Teletype	テレタイプ
TWCL	Taxiway Center Line Lights	誘導路中心線灯
TWR	Aerodrome Control Tower	飛行場管制業務又は管制塔
TWY	Taxiway	誘導路
TWYL	Taxiway Edge Lights	誘導路灯
UPS	Uninterrupted Power Supply System	無停電電源供給装置
VASIS	Visual Approach Slope Indicator System	進入角指示燈
VHF	Very High Frequency (30 to 300MHz)	超短波
VOR	VHF Omnidirectional Radio Range	VHF全方向方位測定装置
WDIL	Wind Direction Indicator Lights	風向灯
WIND	Wind Speed Direction Indicator	風向風速計
WX FAX	Weather Facsimile	気象ファクシミリ
WX RADAR	Weather Radar	気象レーダー

要 約

要 約

ネパール王国は、インド国と中華人民共和国に国境を接する内陸国である。国土は約14万km²の面積を有しているが、約77%が丘陵または山岳地帯で、気候は亜熱帯からヒマラヤ山脈の山岳寒冷地帯まで変化が激しい。

急峻な山岳地帯と深い溪谷を特徴とするこの国に道路は、総延長約8,300kmにわたるが未開発の状況であり、道路交通網を構築するには至っていない。

このように、ネパール王国では地形上陸上輸送基盤が発達しにくい状況にあり、航空輸送が、物資輸送、民生の安定および観光の促進による外貨獲得に重要な役割を果たしている。

特に、観光産業が、外貨収入の20%、GDPの4%を占め、年間33万人以上の外国人がネパール王国を訪れている。また、このうちの約90%はネパール王国唯一の国際空港であるカトマンズ空港を利用して出入国するとともに、国内移動の基点として利用している。

カトマンズ国際空港はネパール王国の航空交通網の中心的な位置付けにあるが、カトマンズ盆地に位置する同空港は、周囲を険しい山脈で取り囲まれ、航空機運航上、極めて厳しい立地条件下にある。このため、同空港に離発着する航空機は常に安全高度の維持と急激な降下、上昇運動を要求されており、運航者に対する心理的負担も大きい。

本来、このような立地条件下にある空港においては、十分な航空保安無線施設により航空機を誘導するなどが望ましいが、地形上の制約もあり、主要な施設としては唯一VOR/DME（VHF全方向方位/距離測定装置）が運用されているのみである。

このような状況下で、平成4年、同空港周辺において2件の国際線航空機の墜落事故が相次ぎ、多数の人命が奪われ、空港の安全性向上施策が急務となっている。

これらを背景として、ネパール王国政府は日本国政府に対し、同空港の安全性に関する航空保安施設等の整備を目的としたマスタープランの策定およびフェージビリティ調査を要請した。日本国政府はこれを受けて、カトマンズ空港整備計画調査（開発調査）の実施を決定し、国際協力事業団が調査団を派遣した。この調査は、平成5年6月に開始され平成6年5月終了の予定であるが、調査の段階において、特に同空港の安全施策に係るものを「安全性向上計画」として整理している。

安全性向上計画は、カトマンズ空港の空域の現況を評価し、航行援助施設、航空管制施設、通信施設および組織、制度等、幅広い改善施策を含んでいるが、この中から特に人命に直接関連する施策を緊急改善計画とし、これの早期実現を提言している。

緊急改善計画の概要は次のとおりである。

- (1) カトマンズ空港ターミナル管制施設を現在の、目視と対空通信を主体とした方式からレーダー監視、管制機能を付加した方式に改善する。
- (2) 計器着陸進入のための航空援助施設としてVOR/DMEが設置されているが、最終着陸誘導施設としては精度が不十分である。これを改善するため、VOR/DMEに加えてローカライザー等の精密誘導設備を設置する。
- (3) 航空訓練センターの施設および教材を整備し、人的資源の質の向上および量の確保を図る。

さらに、同計画においては、緊急改善計画の工程の分析を行ない、特に長期間の工程が要求される案件を先行させるため、これを抽出して「緊急プロジェクト」として技術調査（基本設計）を実施した。

緊急プロジェクトの内容は次のとおりである。

- (1) 空港監視レーダーの施設
カトマンズ空港内にレーダーを設置し、最も危険性の大きい着陸進入、離陸、着陸復行等の経路上にある航空機を監視、誘導する。
- (2) レーダー局舎等の建設
上記レーダー機器を設置し、運用するための施設を設備する。
- (3) レーダー訓練施設および訓練機器の整備
ネパール王国で唯一のレーダー施設を維持、運用するために必要な教育訓練施設を整備する。

レーダーシステムは、電波伝搬の特性から、その設置場所の条件により監視範囲が左右される。カトマンズ空港周辺は特に地形上の制約が厳しく、前述の技術調査において、数箇所の候補地を選定した。

この結果、空港内をレーダーサイト建設地として選定し、レーダー局舎、レーダー運用局舎および電源局舎を空港内に建設することが妥当と判断された。この位置におけるレーダー

覆域は、周辺の山脈等の障害物により、ある程度の制約を受けるものの、本計画の目的としている主進入経路、離陸上昇経路および着陸復行経路は、ほぼレーダー覆域内にあり、航空機の安全運航に寄与するところは極めて大きいものと期待される。また、訓練施設は、空港から約3km東側の航空局受信所敷地跡を選定した。従来、カトマンズ空港において設定されている計器飛行方式は、地上に設置した航行援助施設を利用して航空機が主体的に経路等を判断し飛行する方式であったが、レーダー施設の運用により、地上の管制官が直接航空機の経路、高度等を確認できることから、航空機に対し積極的に助言し、誘導することが可能となる。このことは、従来、航空機の運航が操縦者を主体として行なわれていたものが、地上の管制官に航空機管制の権限が移ることを意味しており、管制官の責任が従来に増して重くなるとともに、管制技術の良否が航空機の安全運航に直接影響することになる。

このように、レーダー施設の維持、管理、運用に必要な要員の技能教育は、本プロジェクトにおいては特に重要な位置を占めており、長期計画に基づき着実に要員の養成を図る必要がある。また、このためにはレーダー管制およびレーダー整備技術分野における継続的な技術協力が必要となる。

現在の空港の管制、整備技術分野の職員数は、レーダー施設を運営するには不十分であるが、航空局はこれら要員の増強を計画しており、転換教育計画に合わせて逐次計画が実行に移されるものと考えられる。

基本設計の結果選定された施設の概要は、次のとおりである。

整備項目	名称	構造	規模
空港監視レーダー装置	1次レーダーおよび2次レーダー装置		1式
レーダー局舎等の建設	レーダー局舎	RC平屋建	198m ²
	レーダー運用局舎	RC2階	648m ²
	電源局舎	RC平屋	104m ²
	アンテナ鉄塔	自立四角	25m ²
レーダー訓練施設	レーダーシミュレーター装置		1式
	レーダー整備訓練装置		1式
	教育訓練棟	RC平屋建	690m ²

本計画に必要な工期は、実施設計で約4.5ヶ月、工事期間は入札公示から約2.4ヶ月となる。また、概算事業費は35.77億円（日本国側負担経費35.65億円、ネパール王国側負担経費0.12億円）となる。

本計画の実施により、同空港の安全性は大幅に改善され、ネパール王国の航空交通網の安定した発展に寄与することができる。このことは、同国の政治、経済活動の促進、観光振興にも寄与することから、本計画を無償資金協力で実施することは妥当であると判断される。

目 次

序 文	
伝達状	
調査位置図	
略語表	
要 約	

第1章 緒 論	1- 1
第2章 計画の背景	2- 1
2.1 社会・経済・自然条件	2- 1
2.1.1 自 然	2- 1
2.1.2 社 会	2- 1
2.1.3 経 済	2- 2
2.2 運輸交通の現状	2- 2
2.2.1 道 路	2- 2
2.2.2 鉄 道	2- 3
2.3 航空交通の現状	2- 3
2.3.1 航空の役割	2- 3
2.3.2 航空輸送体系	2- 3
2.3.3 航空輸送	2- 4
2.4 空港施設・航空保安施設の現状	2- 4
2.4.1 カトマンズ空港の概要	2- 4
2.4.2 航空施設の現状と問題点	2- 5
2.4.3 航行援助施設	2- 7
2.4.4 管制施設	2- 8
2.4.5 電源設備	2- 8
2.4.6 維持・運営	2- 9
2.5 関連計画の概要	2-24
2.5.1 第8次国家開発計画	2-24
2.5.2 民間航空局空港整備提案書	2-25
2.5.3 関連調査	2-25
2.6 要請の経緯と内容	2-25
第3章 計画の内容	3- 1
3.1 目 的	3- 1

3.2	要請内容の検討	3-1
3.2.1	計画の妥当性・必要性	3-1
3.2.2	実施運営計画	3-2
3.2.3	他国援助の内容	3-3
3.2.4	計画の構成	3-3
3.2.5	対象施設および機材	3-4
3.2.6	技術協力の必要性	3-5
3.2.7	協力実施の基本方針	3-5
3.3	計画の概要	3-6
3.3.1	実施機関および運営体制	3-6
3.3.2	計画位置および状況	3-6
3.3.3	機材の概要	3-7
3.3.4	維持管理計画	3-9
3.4	技術協力	3-10
3.4.1	技術協力の必要性	3-10
3.4.2	技術移転	3-10
第4章	基本設計	4-1
4.1.1	基本構想	4-1
4.1.2	設計方針	4-1
4.1.3	ネパール王国側の負担工事	4-5
4.2	基本計画	4-6
4.2.1	施設配置位置選定	4-6
4.2.2	施設配置計画	4-7
4.3	施設計画	4-7
4.3.1	空港監視レーダー施設の基本構成	4-7
4.3.2	施設計画	4-9
4.4	施工計画	4-15
4.4.1	施工方針	4-15
4.4.2	建設事情および施工上の留意事項	4-16
4.4.3	施工計画	4-16
4.4.4	施工管理計画	4-17
4.4.5	資機材調達計画	4-18
4.4.6	工事担当区分および実施工程	4-18
4.4.7	概算事業費	4-18
4.5	教育訓練計画	4-19
4.5.1	全般	4-19
4.5.2	必要条件	4-19

4.5.3	訓練要員数	4-20
4.5.4	訓練目標等	4-21
4.5.5	留意事項	4-26
第5章 事業の効果と結論		5- 1

資料編

- 資料A 調査団組織
- 資料B 調査日程
- 資料C LIST OF ATTENDANTS
- 資料D MINUTES OF DISCUSSION

第1章 緒論

第1章 緒 論

国際協力事業団は、ネパール王国政府の要請に基づき、平成5年6月からカトマンズ空港整備計画調査（開発調査）を実施している。

この調査は、同空港の航空保安施設等の整備計画に係るマスタープランの策定およびフェージビリティ調査を目的としたものであるが、この調査の過程において、特に航空機の安全運航に直接関係する安全施策を「安全性向上計画」としてマスタープランに先行してこれを策定した。

この計画は、1992年7月31日に発生したタイ国際空港の事故および同年9月28日に発生したパキスタン国際空港の事故調査報告書（中間報告）および同空港の整備に関連するICAOの調査報告書等の検討をはじめ、カトマンズ空港の航空保安施設、航空管制施設等の現状を調査し、これを評価したうえで、航空安全上の問題点を摘出し、これの改善について計画したものである。

この計画において、特に航空安全確保のために早急に整備を要する事項を「緊急整備計画」として優先的に位置づけている。緊急整備計画の内容は次のとおりである。

（1）航空管制施設

カトマンズ空港のターミナル管制は、空港を中心とした半径25海里の空域をターミナル管制区として、この空域を飛行する航空機は、あらかじめ指定された針路、高度等にしながらカトマンズACCおよび管制塔の管制下で飛行している。この方式によると、管制官が航空機の位置等を確認する手段としては、目視および対空通信に依存することになり、あらゆる気象条件下において航空機の位置を特定することが困難である。このため、航空機が針路、位置を誤認した場合においても、適切な助言を与えることができず、重大な事故に発展しやすい。この改善のため、空港監視レーダーと二次レーダーをカトマンズ空港に設置するとともにこれらの機器を収容し、運用するレーダー局舎等の施設を整備する。

（2）航行援助施設

計器着陸進入のための航行援助として、VOR/DMEが設置され、同空港唯一の計器進入施設として運用されているが、最終着陸誘導施設としては、システムの精度が不十分であり、精密な計器着陸進入ができない。

空港の規模から判断し、本来ILS等の精密着陸装置の設置が望ましいが、進入

経路上の障害物により、標準的な降下進入角を確保することが困難である。このため、ILSの構成品の一部を利用したローカライザー型進入方位誘導装置等を整備する。

(3) 航空訓練センター

航空局職員に対する学校教育は、CATCが一元的に実施しており、多くの分野にわたって教育を実施しているが、教育施設は、空港の一角の建物を空港の整備、補給部門と共同で使用しており、建物の狹隘とともに航空機騒音の影響を受け、教育環境としては劣悪な状況におかれている。また、教材も旧式で量も十分でなく、現在の空港の設備とは懸け離れたものとなっている。

安全性を考える場合、人的要素が安全性確保に占める割合が比較的大きいという観点から、本計画においては、要員養成の基礎となる教育訓練施設の改善を図る。

このほかに、管制官および整備技術者の技量認定制度の制定等が提言されているが、施設としては前述の三点に絞られる。

安全性向上計画は、人命に直接関連する航空機事故の防止を目的としているため、その早期実現が望まれるが、同計画においては、このような観点から工程の分析を行ない、特に長期間の工程が要求される案件を先行させるため、「緊急プロジェクト」に指定し、基本設計を含む技術調査を行なった。

緊急プロジェクトの内容は、次のとおりである。

- ー 空港監視レーダーの設置
- ー レーダーの管制局舎等の建設
- ー レーダー訓練施設の建設およびレーダー訓練用機器の設置

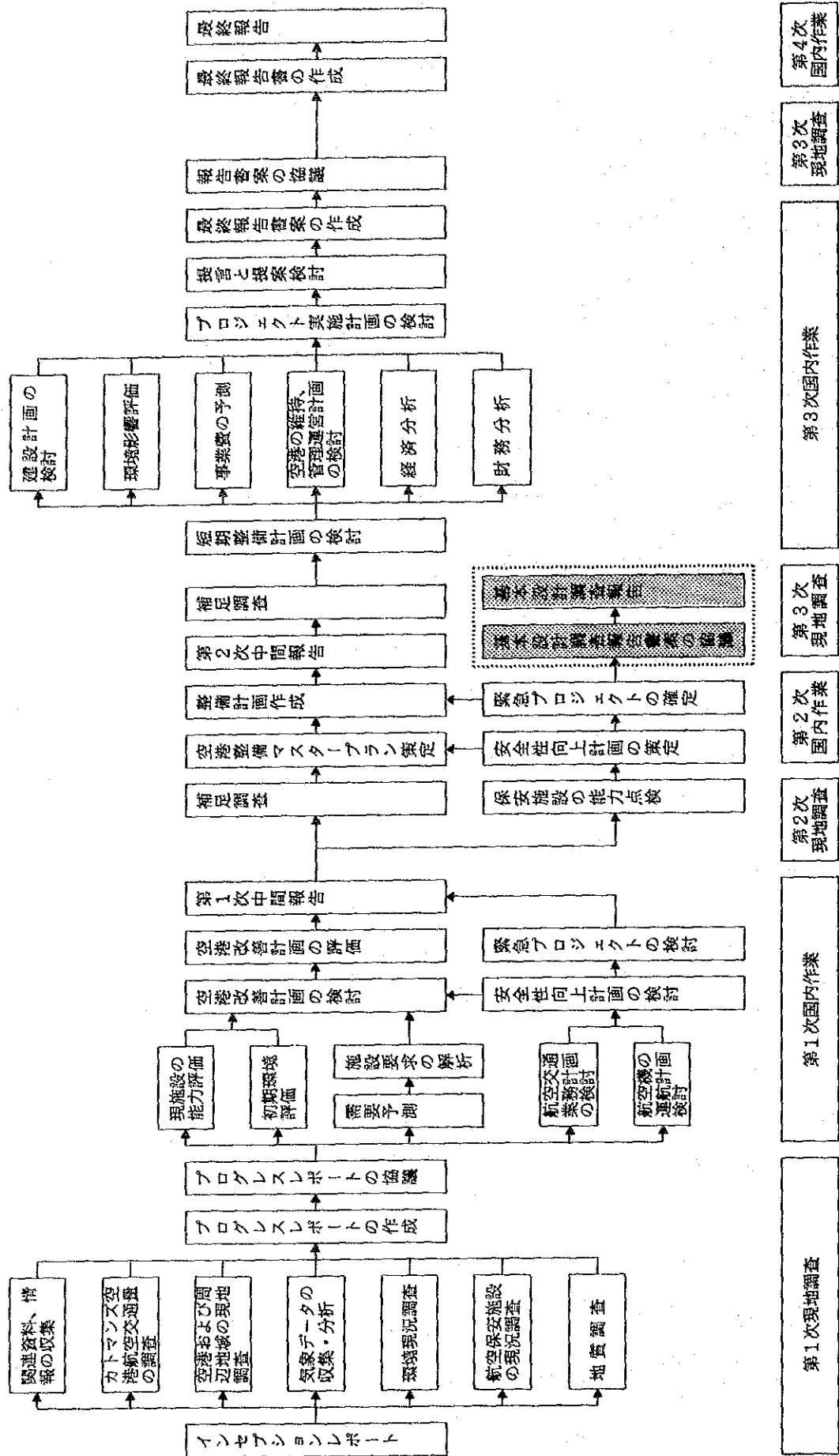
この基本設計調査報告書は、上記の緊急プロジェクトに係る技術調査を基本設計として整理し、とりまとめたものである。

全体調査の流れと基本設計の関係は、図I-1のとおりである。

国際協力事業団は、平成5年11月3日から12日の間、無償資金協力調査部 基本設計調査第二課の岩間敏之を団長とする調査団を派遣し、同国政府関係者と本計画について協議し、次の調査を実施した。

- (1) 緊急プロジェクト対象事案の確認
- (2) 上記事案に関する同国政府の要望
- (3) 施設計画予定地の踏査
- (4) 運営、維持、管理計画
- (5) 計画実施に伴う工事等の担当区分

調査団は、平成5年11月5日、ネパール王国政府関係者との間で調査結果に基づく作業を双方で確認し、協議議事録を取り交わした。議事録、覚書き、会議出席者、調査団の構成および調査日程は、資料編に添付した。



国内作業
現地調査
国内作業

図1-1 カトマンズ空港整備計画調査と同基本設計調査の流れ

カトマンズ空港整備計画調査
カトマンズ空港整備計画基本設計調査

第2章 計画の背景

第 2 章 計画の背景

2.1 社会・経済・自然条件

2.1.1 自然

ネパール王国は、北緯28度、東経85度付近に位置し、北部を中華人民共和国、東南西部をインド国に国境を接する内陸国である。国土の面積は147,181km²で、東西に885km、南北に193kmの幅があり、地形的には東西にまたがる帯状であり、山岳部、丘陵部および平野部に区分される。

山岳部は、標高4,877mから8,848mの山脈が連なり、この中には世界最高峰のエベレスト山(8,848m)が含まれている。国土面積の約1/3がこの山岳部によって占められているが、高山特有の寒冷な気候のため、このうちの約2%が耕作に適するのみで、全人口の7.3%が居住しているに過ぎない。

丘陵部は、東西帯状の中程に位置し、標高610mから4,877mにわたって多数の盆地を形成し、首都カトマンズもこの中に属する。この地域は、国土の中でも最大の面積を占め、かつ約10%が農耕に適しているため、農業、放牧、農産物加工等が盛んで全人口の46%がこの地域に集中している。

平野部は、国土の最南部に属し、約40%が農地で各種農作物が耕作されている。この地域には全人口の46.7%が居住しており、近年増加の傾向にある。

2.1.2 社会

ネパール王国は、多民族国家であり、北部のチベット系、モンゴル系、南部のインド系等、全国に20程度の民族が独自の言語により生活している。公用語はネパール語で、宗教はヒンズー教86.5%、仏教7.8%、イスラム教3.5%、その他の宗教2.2%となっており、ヒンズー教の信仰者が圧倒的に多い。

ネパール王国は、シャー王朝による立憲君主国として政治が行なわれてきたが、1980年以来、学生運動や政治闘争を背景として王政批判が高まり、1990年、事態を重視した国王は、憲法改正、政党制の導入、国王親制の議会制度の廃止を認めた。この結果、1991年に総選挙が行なわれ、国民会議派が第1党となってコイララ首相による内閣が組閣され、現在に至っている。

2.1.3 経 済

ネパール王国の国民1人当たりの国民総生産（GNP）は約170ドルであり、農業がその約5割を占めている。就業人口の約9割が農業部門に従事しており、主な生産物は米、小麦、ジャウト、とうもろこし、さとうきび等である。また、畜産業も丘陵地帯の農民にとっては貴重な収入源であり、牛、水牛、羊等が飼育されている。

工業については、農産品関連工業が中心で、ジャウト加工業、精糖業などのほか、ビールの生産も行なっているが、GNPに占める割合は小さい。

観光業は、GNPに対する割合は小さいが、外貨獲得に貢献しており重要性は高い。観光資源であるヒマラヤ山脈には、各国より登山隊が入山している。観光客は約33万人（1992年）とここ数年順調に伸びている。

貿易収支については、1991/92年において、輸出が13,939百万ルピー、輸入が32,951百万ルピーとかなりの輸入超過となっている。

ネパール国の開発計画は、1956年に策定された第1次5ヶ年計画に始まり、現在までに第7次5ヶ年計画（1985～1990）が終了している。第5次以降、重点課題を農業生産の増大に置き、ネパール国内の貧困の救済、農業加工業の促進を図っている。

財政については、1990/1991年の予算を見てみると、歳出が23,550百万ルピー、歳入が12,895百万ルピーであり、そのうち17%程度を外国からの無償資金に期待している予算となっており、諸外国の援助に依存した財政となっている。

2.2 運輸交通の現状

2.2.1 道 路

ネパール王国の道路は、総延長約8,300kmに及ぶが、舗装率は37%と低く、幹線道路は南部の平野部を東西に結ぶマヘンドラハイウェイが唯一の国道である。

他の道路は、わずかに中部丘陵地帯に広がるのみで、急峻な山岳地帯と深い渓谷を特徴とするこの国においては、道路は未開発の状況であり、道路交通網を構築するには至っていない。

道路の整備状況を表2.2.1および図2.2.1に示す。

表2.2.1 道路分類別整備状況

(単位：km)

道路区分	舗装道	砂利道	土道	合計
幹線道路	1,819	276	210	2,305 (27.7%)
支線道路	483	622	621	1,726 (20.7%)
地方道路	260	959	1,920	3,139 (37.7%)
市街道路	521	324	313	1,158 (13.9%)
計	3,083	2,181	3,064	8,328 (100%)

出典：1993年ネパール統計年報

2.2.2 鉄道

ネパール王国においては、鉄道輸送網は整備されていない。

2.3 航空交通の現状

2.3.1 航空の役割

ネパールは山岳地の多い内陸国である。この地形的条件から、多くの地方が陸上交通による接続が困難となっている。そのうえ、道路建設には多大な費用と時間とを要することから、航空は唯一の国内各地を連絡することのできる輸送手段となっている。このことは同時に、単に交通だけでなく社会経済的發展にも、あるいは国の連携にも欠かせない重要な役割を航空が担っているということである。

航空交通部門は、地形的条件あるいは時に生じる国際間の緊張に伴う交通の障害を克服することを可能とし、ネパール王国を国際的に開かれた国として進めていくうえで必要不可欠の唯一の交通手段である。さらに、貴重な外貨収入を獲得するうえで国際観光は重要な産業となっているが、これを更に推進するには航空交通部門の発展と整備が大きく係わっている。

2.3.2 航空輸送体系

国際空港は、首都カトマンズに唯一あり、これが文字通り国の玄関となっている。このカトマンズ空港は同時に国内航空網の基幹空港（ハブ）となっている。

国内に約43の中小空港があり、（この中には舗装のされていない滑走路のみの小型機しか使用できないAir Stripから、一応の舗装等の整備がなされた空港が標高80mの低地からヒマラヤ山脈の麓の3,600mの高地にまで散在している。国際および国内の航空網を図2.3.1および図2.3.2に示す。

2.3.3 航空輸送

ネパール国の過去10年間の航空輸送統計を表2.3.1に示す。国際航空輸送が大半を占めており、国内輸送と共に需要の伸びは順調に推移している。

表2.3.1 航空輸送統計

	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
国際線旅客(千人)	407.8	414.8	465.3	482.8	523.2	573.1	628.3	613.5	599.4	780.6	780.2
国内線旅客(千人)	209.9	223.2	246.2	255.2	295.5	341.6	295.1	290.4	308.0	309.4	
国際線貨物(トン)	3,908	4,019	5,259	7,967	8,738	12,402	15,445	17,210	12,953	14,268	15,832
国内線貨物(トン)	760	805	783	731	721	804	791	853	739	887	

注：国内線の輸送実績は会計年度による。

出典：1993年航空局統計資料

2.4 空港施設・航空保安施設の現状

2.4.1 カトマンズ空港の概要

当空港の航空輸送量は、観光客の増加にともなって国際線旅客は1986～1992年の間に年率6.9%で着実に増加しており、今後も伸びが期待されている。1992年の年間離着陸回数は19,273回、そのうちA-300、B-727クラスの大・中型ジェットを主に使用する国際線は7,462回程度と多くはないが、今後の国際旅客の増加にともなって着実に離着陸回数は伸びるものと予想される。カトマンズ空港の過去10年間の航空輸送統計は表2.4.1のとおりである。現空港の概要と施設配置をそれぞれ表2.4.2および図2.4.1に示した。

表2.4.1 カトマンズ空港航空輸送統計

	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
国内線旅客機(千人)	153	173	187	203	219	264	204	217	216	292
国内線貨物(トン)	352	373	335	369	554	530	497	453	326	680

注：国際線の旅客、貨物取扱量は表2.3.1に同じ。

出典：1993年航空局統計資料

2.4.2 空港施設の現状と問題点

(1) 滑走路

- 1) 滑走路長は3,050mであり、大型機の長距離の飛行には重量制限が課せられている。延長を行なうには障害物件もあり、現状の環境では困難と判断されている。当空港では周辺地形の状況から航空機が南側から着陸し、南側へ離陸する「優先滑走路方式」を採用しているが、このため通常の滑走路の両方向を使う方式より、滑走路の占有時間が長くなり、時間あたりの離着陸の処理能力が小さくなっている。
- 2) 滑走路の強度は「PCN54」とAIPに報告されており、大型機の定常的使用には支障ないと推定されている。

(2) 誘導路

- 1) 平行誘導路は滑走路中心より109mの位置にあるが、大型機を迎え入れるには、ICAO勧告の187.5mの位置に移設することが望ましい。これには給油施設等の施設の移設が必要となる。
- 2) 平行誘導路は、滑走路末端に対して北側が500m、南側が800m欠けている。優先滑走路方式を採用しているため、北側に平行誘導路を延長すれば、到着機と出発機の動線を分離することが可能になり、滑走路の処理能力を高めることができる。ただし、この地区は、深さ20m位の谷になっており、誘導路新設のためには約65万³mの盛土が必要となる。

(3) 着陸帯

現在の着陸帯の幅は150mであるが、ICAO基準からは計器用滑走路としての300mにすることが望まれる。300mへの拡幅には既存施設の移設等を必要とすることとなる。

(4) エプロン

- 1) スポット数は、国際・国内線ともに十分でなく、早急にエプロンの拡張が必要である。とりわけ、大型機の使用の際は、制限表面に抵触することから、奥行の深いエプロンが必要となっている。

2) 国際線エプロン専用のGSE(グランドサービス車両)通路が設定されていないため、エプロン上でGSEの動線が輻輳し混雑している。

3) 昨年からの民間航空会社の参入に伴ない、国内線の夜間駐機が急増し、エプロン不足から、空港運用上支障となっている。

(5) 国際線旅客ターミナルビル

1990年に完成した最新の施設であるが、もともと低い旅客需要を前提としているため、ピーク時には混雑を呈しており、将来的には国際空港としてより望ましい施設の充実が望まれる。

(6) 国内線旅客ターミナル

1) 容量的には、すでに過飽和の状態であり、スペース、施設ともに不十分であり、建物も老朽化していることから、適切なサービスには程遠い状況にある。

2) ターミナルビルは、平行誘導路に近すぎる位置にあり、平行誘導路機能の阻害、エプロン機能の不備など機能確保のため適切な位置へ移設が望まれる。

(7) 貨物ビル

国際線ビルは3ヶ所に分散しており、いずれの建物も老朽化しており、また、平行誘導路に近すぎることで、さらに施設が飽和しており混雑が著しいことから、統合した機能的な貨物ビルの建設が望まれる。

(8) 場周柵

場周柵は所々欠けているところがあり、周辺住民の空港内往来は頻繁でセキュリティー上問題がある。

(9) 場周道路

管理車両が通行可能な場周道路は、北東部の約1,000mの区間に限られ、その他は皿型水路上や踏み分け道を空港管理者が自転車でパトロールしている状況であり、空港管理上問題がある。

2.4.3 航行援助施設

(1) 空域利用

カトマンズ空港に係る進入管制区は図2.4.2に示すとおりVOR/DMEを中心に指定されており、航空路はカトマンズVOR/DMEに集中して設定されている。

(2) 計器着陸進入および出発方式

カトマンズ空港における代表的な進入方式は、カトマンズVOR/DMEを利用するSIERRA進入(図2.4.3)とECHO進入(図2.4.4)であるが、主にSIERRA進入が使われている。しかし、この進入方式は着陸に際し山越えをして空港へ向かう必要があり、進入路を保ちつつ急な降下を要求され、パイロットに技術的、精神的に多大な負担を負わせている。

出発方式の代表例は図2.4.5のWHISKEY出発と図2.4.6のECHO ONE出発であるが、他に4つの出発方式が設定されている。いずれの場合も、航空機の位置および高度ならびに機首方位を地上で確認することが困難である。

(3) 航空保安無線施設

空港滑走路の延長線上約1kmの地点にカトマンズVOR/DMEが設けられている。VORはドップラ方式を用いて周囲からの影響を最小限にする配慮がなされている。これらを補う目的でNDB、ロケーターおよびファンマーカーが設置されている。

通信施設は、有線および無線通信用があり、関係各国の空港や国内空港と通信を行なっている。また、対空無線通信は超短波(VHF)と短波(HF)を用いて実施されている。通信施設については、一部機器の劣化が見られるが、概ね満足できる。

航行援助無線施設の概要を図2.4.7と表2.4.3に、また設置位置を図2.4.8に示す。

航空機を安全確実に滑走路へ誘導する計器着陸装置(ILS)、または相当する装置は設置されていない。

2.4.4 管制施設

カトマンズ空港における航空管制は大きく2つに分けられる。1つは空港管制でターミナル、進入出発および地上管制業務である。もう1つは航空交通管制センター（ACC）で、西部と東部地区の2つに分け業務を行なっている。これらは空港のオペレーションビル内にあり、概ね満足に運用されてるが、拡張に対応できるスペースはない。

管制施設は、対空通信施設のみである。飛行場管制は目視によっており、進入管制とエンルート管制は管制官がパイロットの位置通報を頼りに行なっている。カトマンズ空港上空および周辺において進入・出発に利用できる空域が当地の山岳地形により限定されていることから、安全性向上のためには、管制官が直接広範囲にわたって航空機の現在位置を目で確認しながら管制できるレーダー機器の導入が望まれる。

2.4.5 電源設備

空港の主要電力供給設備は、次の設備から構成されている。

- 11KV高圧線設備
- 主変電設備
- 非常用電源設備
- 分岐設備

(1) 11KV高圧線

空港に対する高圧給電は、NEAの所管する2ヶ所の変電所から2系統により、3相3線式11KV、50Hzで架空線により供給されており、空港への道路分岐点において、地下埋設電線に接続されている。

(2) 主変電設備

空港の主変電所は、オペレーションビルに隣接しており、変電設備、非常用発動発電機および滑走路等照明設備の照度制御のためのCCR等が設置されている。

(3) 非常用電源設備

非常用電源設備として360KWの発動発電機が設置されており、停電時における非常用負荷への給電を実施している。

現在500KW容量の発電機を増設中である。

両発電機は同一負荷に対し、相互に給電可能であるが、並列運転はできない。なお、燃料は最低17時間連続運転が可能なタンクが設置されている。

(4) 分岐設備

低圧分岐設備は、非常用電源系統、重要負荷系統および一般負荷系統に区分されている。空港内の給電ケーブルは、直埋方式またはPVC管路方式により敷設されている。

(5) 航行援助施設に対する電力供給

空港外に設置されているVOR/DME、無線中継所、ロケーターサイトおよび送・受信所に対する電力はNEAから供給される(11KV)3相3線50Hz、または低圧(400/230V)3相4線式50Hzで給電されている。

全施設は、自動起動、自動切替え式の非常用発動発電機によりバックアップされている。

2.4.6 維持・運営

カトマンズ空港のオペレーションビル内には、空港の運用施設のほか、ネパール国内の航空管制の中核である航空交通管制部(ACC)があり、カトマンズACC内の全在空機の管制を実施している。この施設は、従来、短波通信室と同室にあったため、音声雑音により業務が阻害されていたが、現在では別室に分離され改善されている。

勤務態勢は、2チームによる2交替制となっているが、空港の運用時間および休日を考えると、超過勤務を前提とした勤務態勢となっている。航空局は、この慢性的超過勤務態勢を改善するため、本年末までにさらに1チームを増員する計画を持っている。

カトマンズ空港の組織図を図2.4.9に示す。

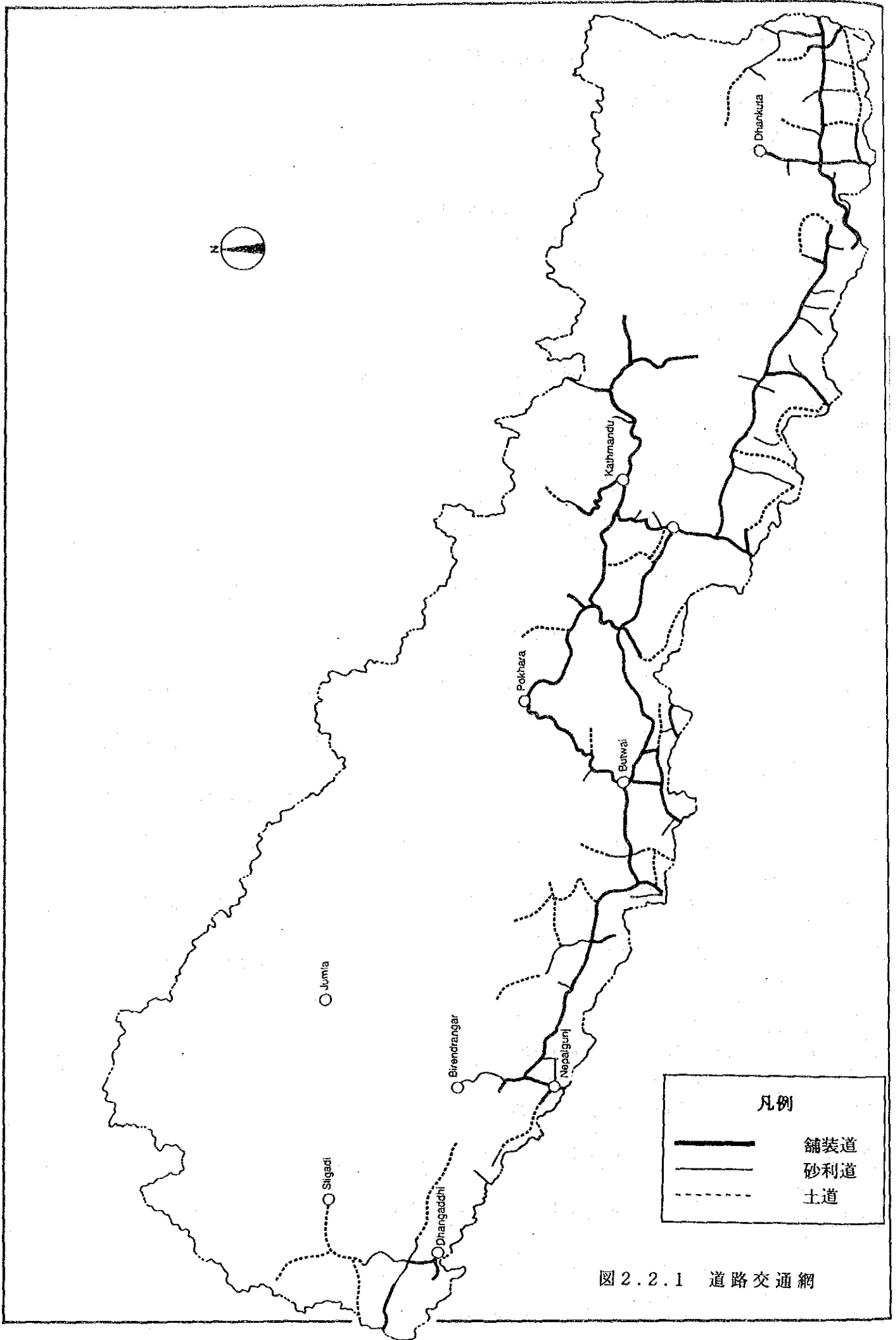


图 2.2.1 道路交通網

INTERNATIONAL AIR ROUTES

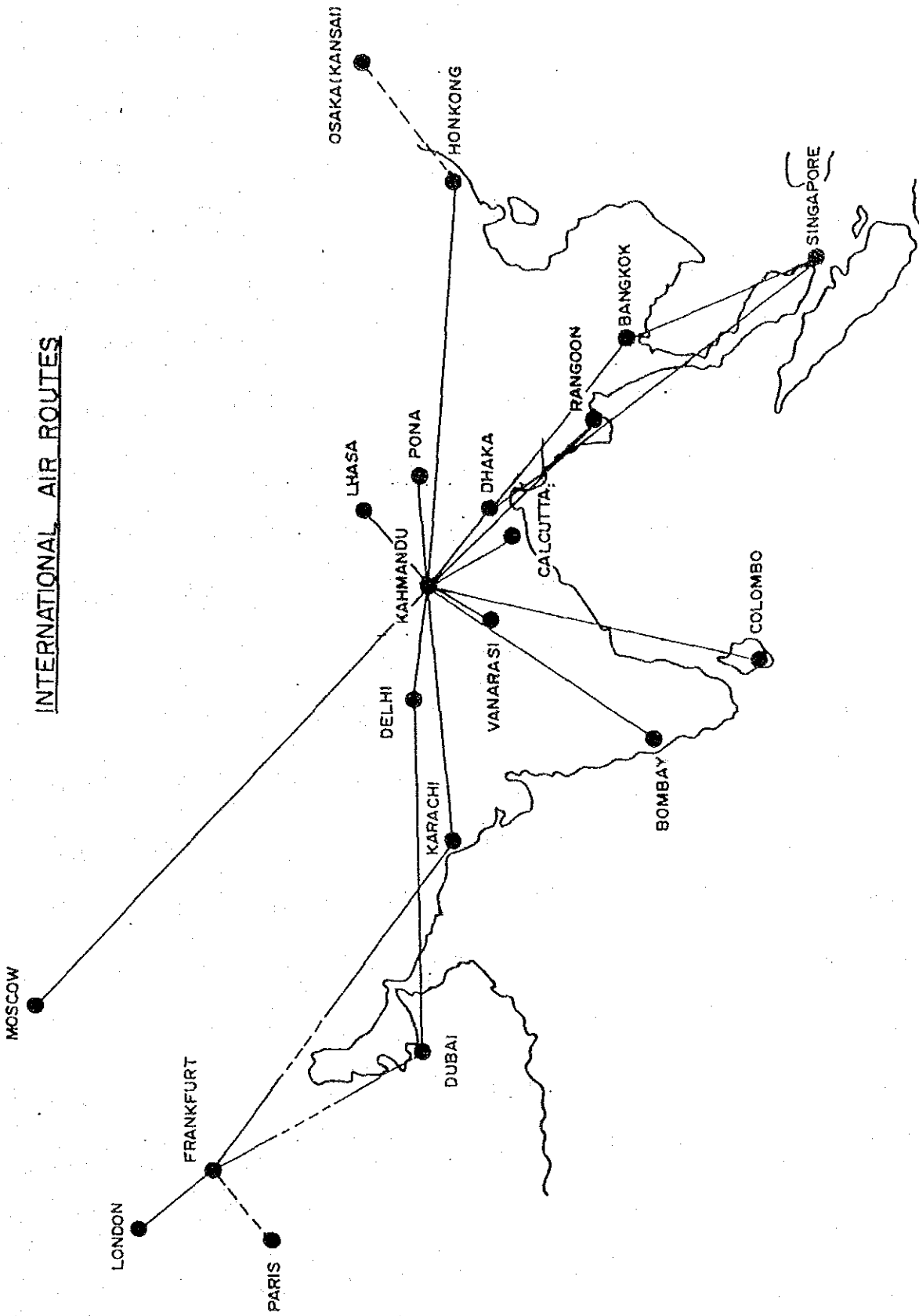
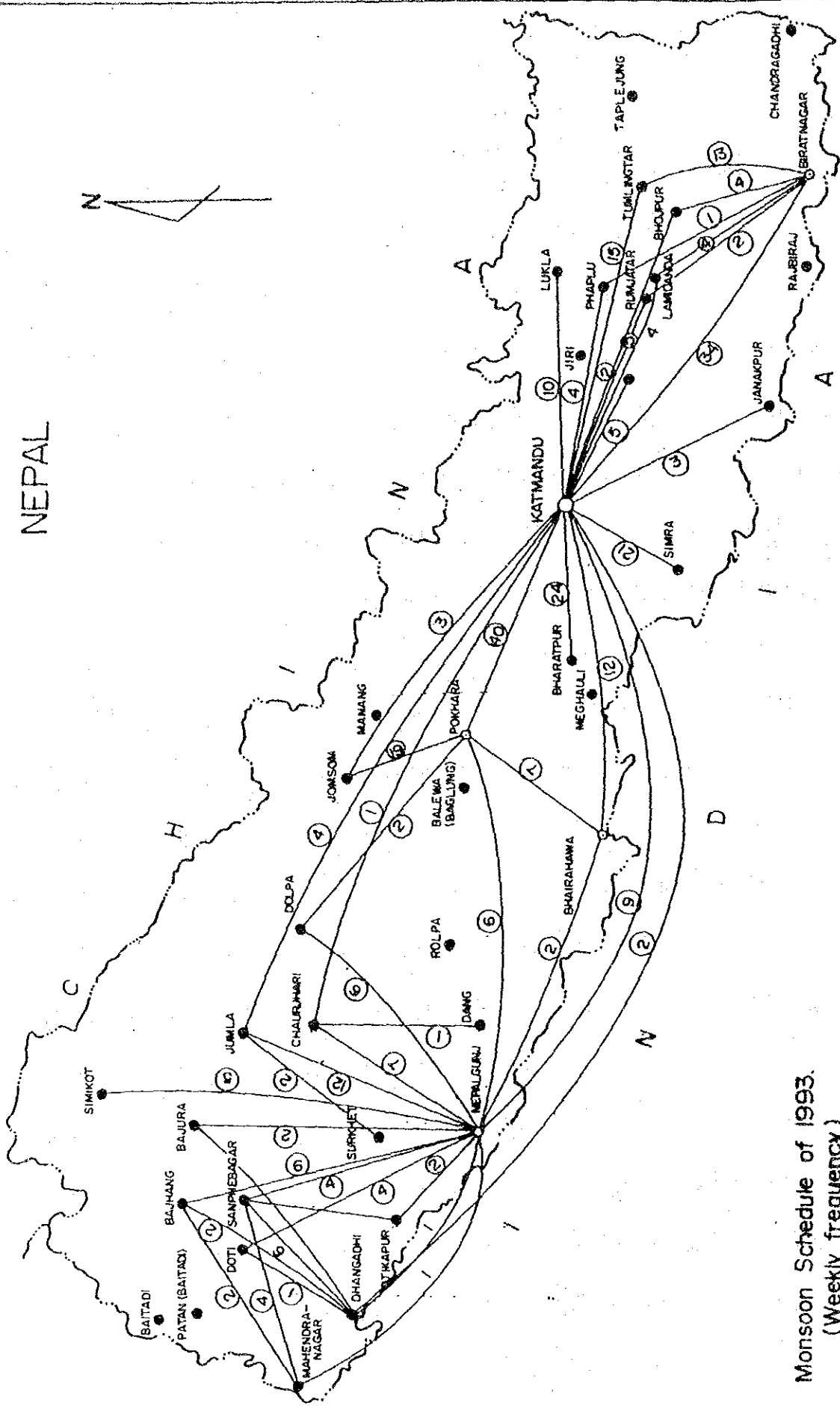


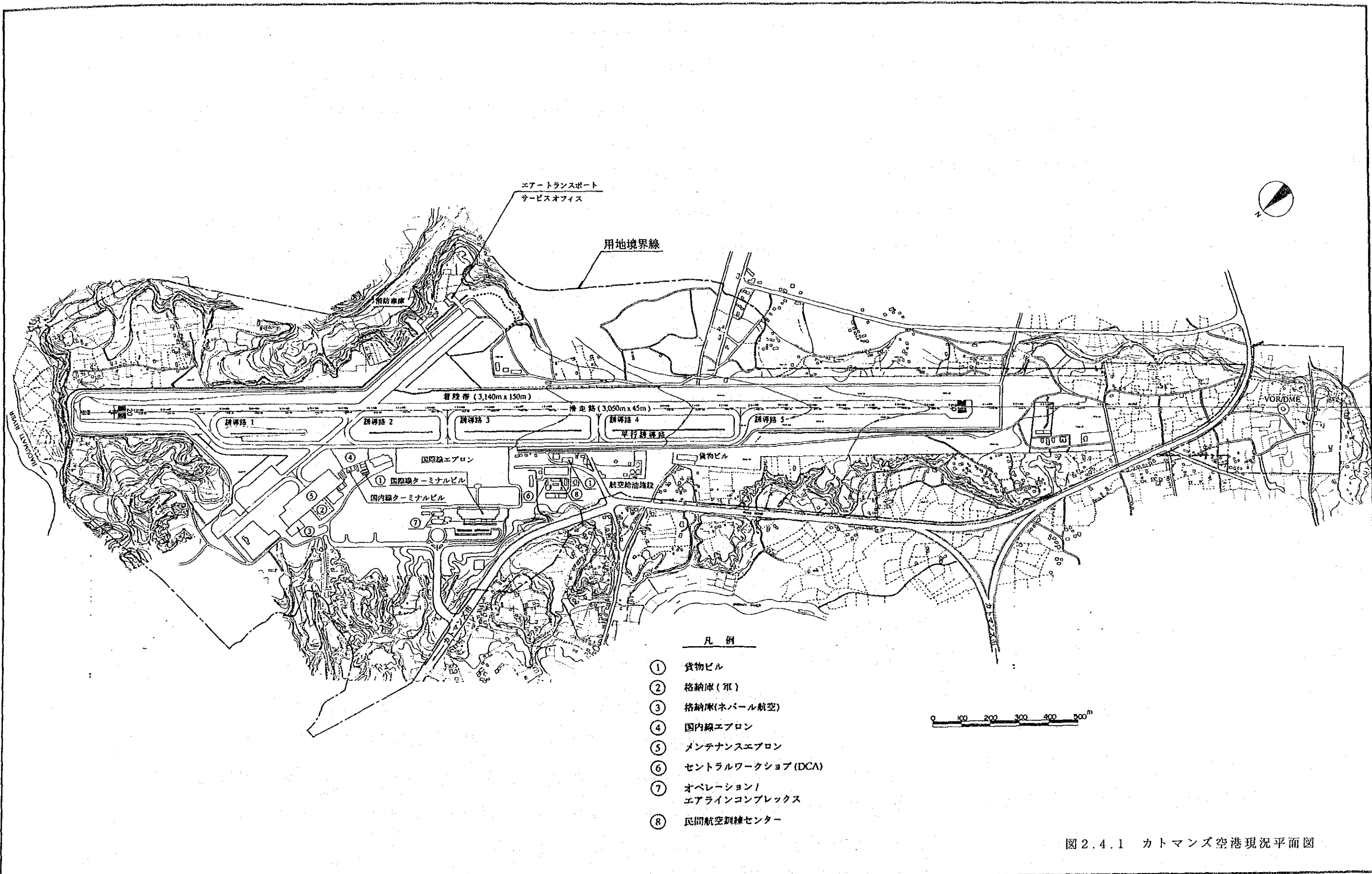
圖 2.3.1 國際航空網

NEPAL



Monsoon Schedule of 1993.
(Weekly frequency)

图 2.3.2 国内航空网



- 凡例
- ① 貨物ビル
 - ② 格納庫(軍)
 - ③ 格納庫(ネパール航空)
 - ④ 国内線エプロン
 - ⑤ メンテナンスエプロン
 - ⑥ セントラルワークショップ(DCA)
 - ⑦ オペレーション/エアラインコンプレックス
 - ⑧ 民間航空訓練センター

図2.4.1 カトマンズ空港現況平面図

表 2.4.2 カトマンズ空港の概要

国名	国内	国際	供用開始	標高	位置	緯度	経度	地温	航空運賃	航空運賃	航空運賃
ネパール	国	国際	1950年	N27° 41' 47"	E85° 21' 42"	1° W	(1987年)	27.8°C	Department of Civil Aviation (DCA)		
空港	ICAOコード		管理面積	標高	滑走路方位	延和時間					
トリブバン	4D		約325ha	1,338m	02-20	日の出から日没まで					
滑走路	3,050 m × 45 m ストップウェイ 90m (02側)		その他の施設								
着陸帯	3,140 m × 150 m		管制塔 高さ29.4m、管制室390㎡								
誘導路	1,945m × 23m 取付誘導路: 5ヶ所 平行誘導路: 1ヶ所		格納庫 5,800㎡ 756K1 × 2 70K1 × 8 15K1 × 2 Nepal Oil Corporation								
エプロン	国際線: 6ベース (38,072㎡) 国内線: 3ベース (5,376㎡) メンテナンス: (17,000㎡)		消火施設 ICAOカテゴリー5、消防車5台 消防車庫 (800㎡)								
舗装	滑走路: PCN54/F/A/W/T エプロン: PCN53/R/B/W/T 誘導路: PCN54/F/A/W/T		電力施設: 商用電力 : 太陽電力 : 発電機 供水施設: 上水施設有り								
旅客ビル	床面積 国際線: 10,750㎡ 離コンクリート3階 国内線: 700㎡ 離コンクリート1階、平屋		その他 駐車場135台 (17,000㎡)								
貨物ビル	床面積: 3,500㎡ 鉄筋コンクリート造		人口 422,237人 (1981年)								
無線施設	NDB	VOR	DME	LLZ	GP	LMN	空港の西 5.6km	アクセス パス	航空輸送		
管制通信施設	RADAR	APP	TWR	SNC	FSS	AFTN	ATS DS	旅客数 (人)			
照明施設	ALS	SALS	PAPI	VASIS	ALB	CGL	ACL	国際線			
気象観測施設	RCLL	TWYL	TWCL	AFL	ABN	WDIL	OBL	国内線			
								計			
								貨物量 (ト) (*観測)			
								国際線			
								国内線			
								計			
								難着陸回数 (回)			
								国際線			
								国内線			
								計			
								年			
								1988			
								1989			
								1990			
								1991			
								1992			
								合計			
								IC...Indian Airlines			
								TG...Thai Airways International			
								PK...Pakistan International Airlines			
								SQ...Singapore Airlines			
								BG...Biman Bangladesh Airlines			
								RA...Royal Nepal Airlines			
								E2...Everest Air			
								3Z...Necon Air			
								7E...Nepal Airways			

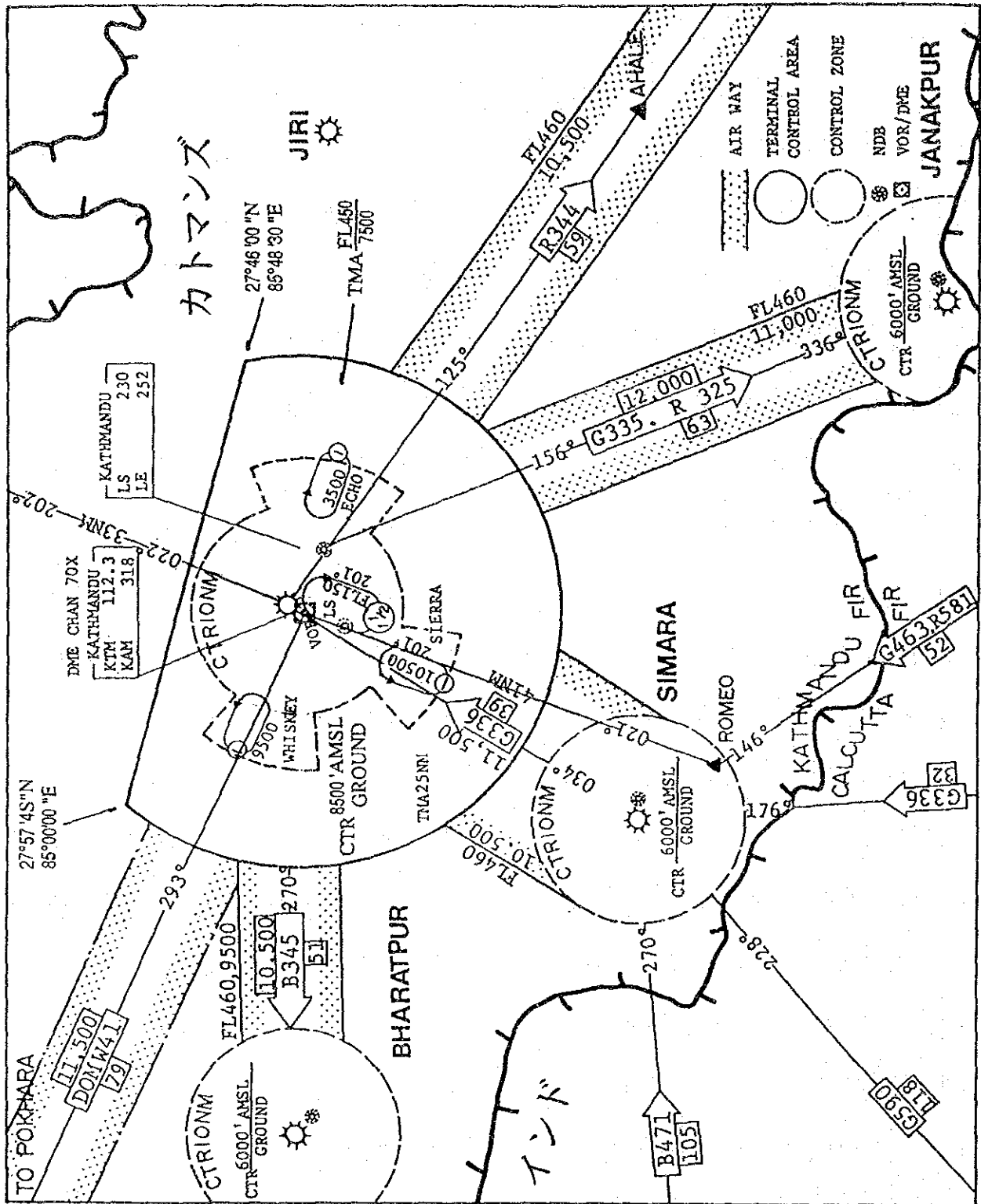


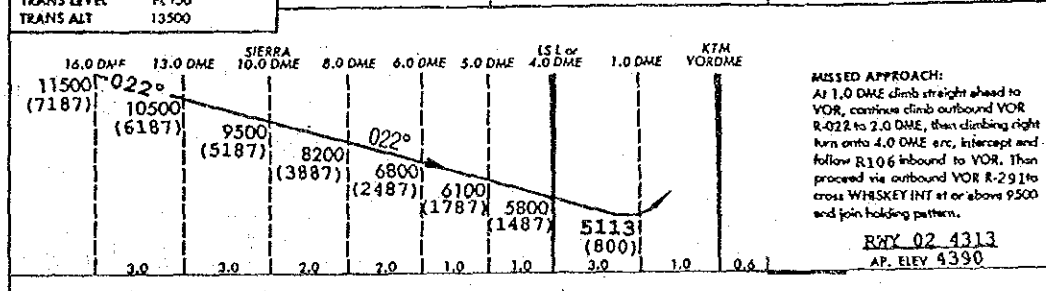
図 2.4.2 管制区および航空路

INSTRUMENT
APPROACH
CHART - ICAO

AP. ELEV 4390
VAR. 1°W

AFS
APP 118.1
TWR 118.1
GND 121.9

KATHMANDU, NEPAL
TRIBHUVAN INT'L
SIERRA APPROACH
LS - VOR/DME RWY 02



AIRPORT OPERATING MINIMA	MDA	DAY CEIL	VIS	MDA	NIGHT CEIL	VIS	GND speed Kts					
							LS or 4.0 DME to MAP	90	120	150	180	210
BT-IN LDG RWY 02	5113 FT	800 FT	1.5 KM	5113 FT	800 FT	3.0 KM	3.0	2:00	1:30	1:12	1:00	0:51
CIRCUING	5113 FT	800 FT	2.5 KM	Not authorized								

DEPARTMENT OF CIVIL AVIATION 1989/12/19 RAC 4-1.2

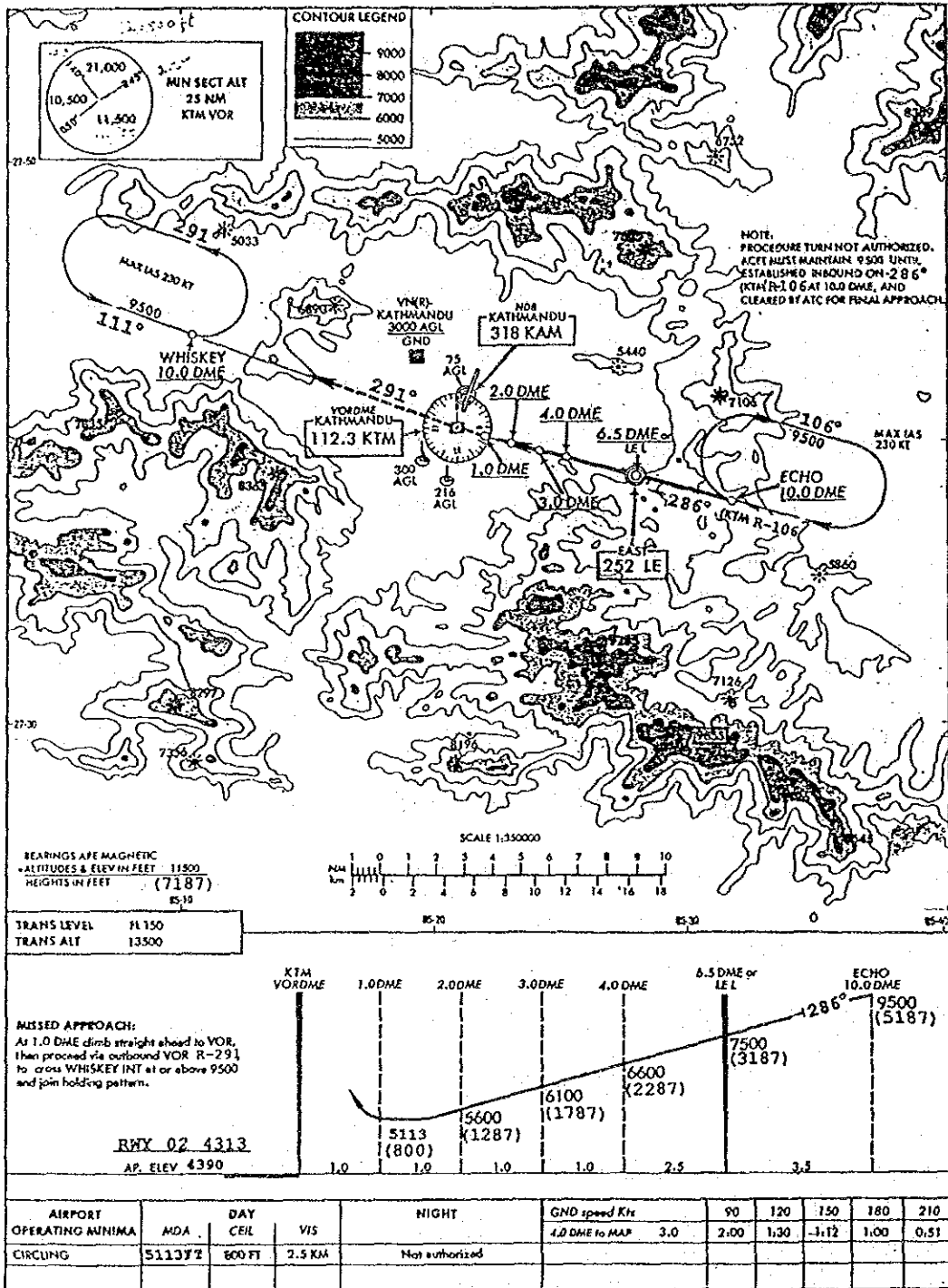
图 2.4.3 計器着陸方式 SIERRA

INSTRUMENT
APPROACH
CHART - ICAO

AP. ELEV 4390
VAR. 1°W

ATIS -
APP 118.1
TWR 118.1
GND 121.9

KATHMANDU, NEPAL
TRIBHUVAN INT'L
ECHO APPROACH
CIRCUING 1 LE - VOR/DME



DEPARTMENT OF CIVIL AVIATION

1989/12/19

RAC 4-1.1

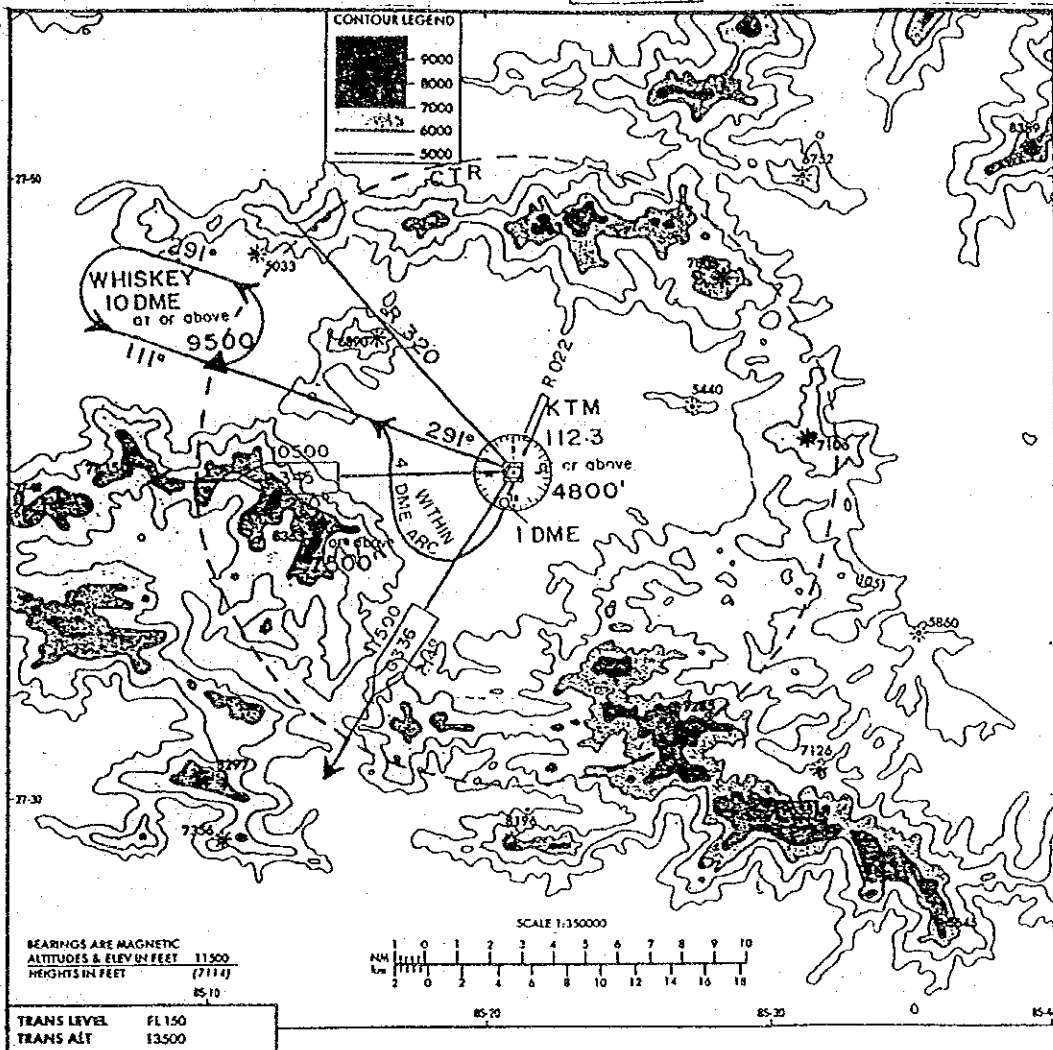
图 2.4.4 計器着陸方式 ECHO

STANDARD
INSTRUMENT
DEPARTURES

AP. ELEV. 4390
TRANS LEVEL FL150
TRANS ALT: 13500

ATIS
APP 118.1
TWR 118.1
GND 121.9

KATHMANDU/
TRIBHUVAN INT'L



SID WHISKEY ONE

1. RWY 20/WEST, SOUTH - WEST BOUND.

Departure turn limited to 180 KIAS maximum, Minimum climb gradient of 5% required. Climb straight ahead inbound R 022 to cross VOR "KTM" 112.3 MHZ at or above 4800 ft. At 1 DME south of KTM turn right remaining within 4 DME arc. When crossing R 270 "KTM" at 7500 ft or above turn left to intercept and follow outbound R 291 "KTM" to WHISKEY INT (10 DME). Climb to and maintain 9500 ft. till 5 DME. Continue climb inbound WHISKEY to MEA.

Remark:- If below 7500 ft at R 270 KTM. Maintain 4 DME arc to reach 7500 ft or above before intercepting R 320 outbound.

Then continue via 7 DME arc to WHISKEY INT (10 DME).

DEPARTMENT OF CIVIL AVIATION

1989/12/19

RAC 4-1.3

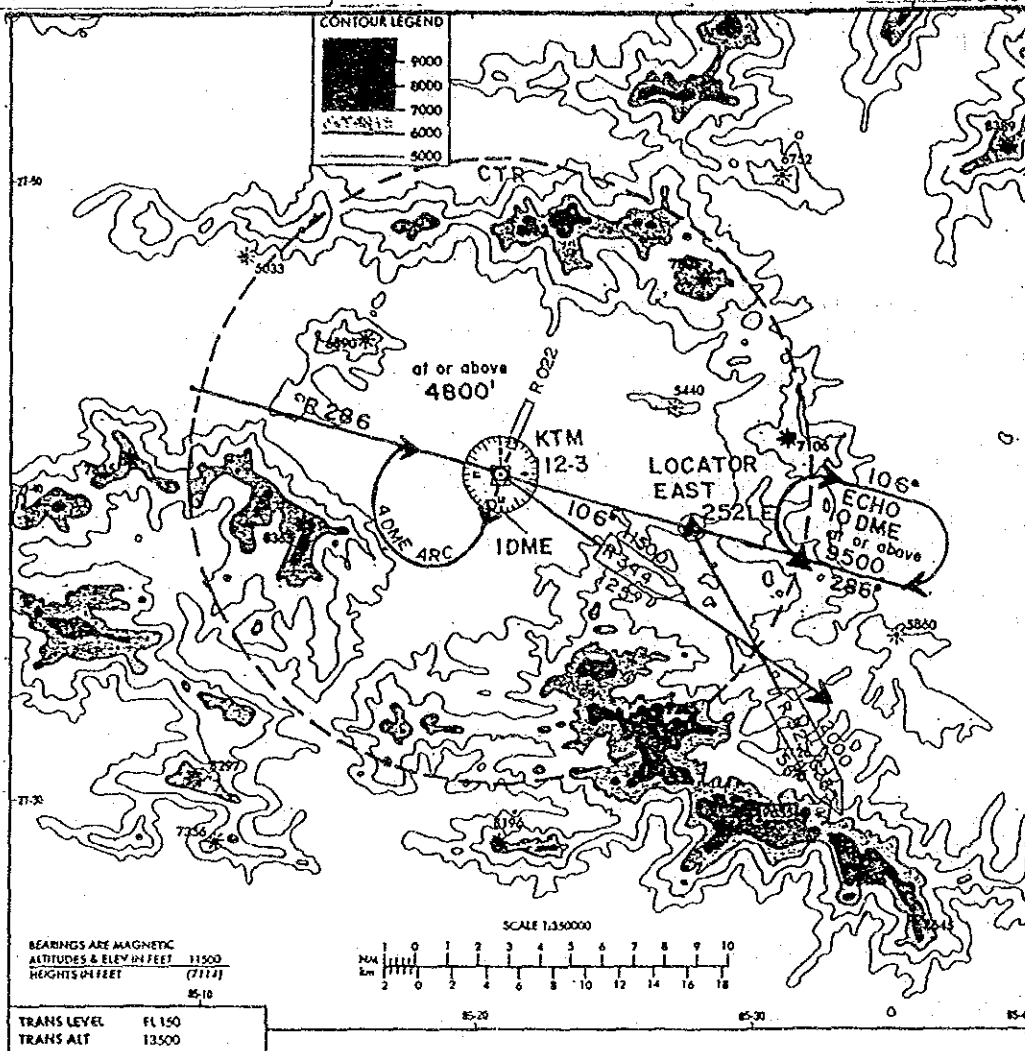
図 2.4.5 計器出発方式 WHISKEY ONE

STANDARD
INSTRUMENT
DEPARTURES

AP. ELEV. 4390
TRANS LEVEL: FL150
TRANS ALT: 13500

ATIS
APP 118-1
TWR 118-1
GND 121-9

KATHMANDU/
TRIBHUVAN INT'L



SID ECHO ONE

5. RWY 20/EAST - BOUND.
Departure turn limited to 180 KIAS maximum. Minimum climb gradient of 5% required. Climb straight ahead inbound on R 022 VOR "KTM" 112.3 MHZ to cross "KTM" at or above 4800 ft. At 1 DME south of "KTM" turn right remaining within 4 DME arc. Then intercept R 286 inbound "KTM". Thence proceed outbound R 106 "KTM" to ECHO INT (10 DME). Climb to 9500 ft and maintain till 5 DME. Continue climb inbound ECHO to MEA.

DEPARTMENT OF CIVIL AVIATION 1989/12/19 RAC 4-1.7

圖 2.4.6 計器出發方式 ECHO ONE

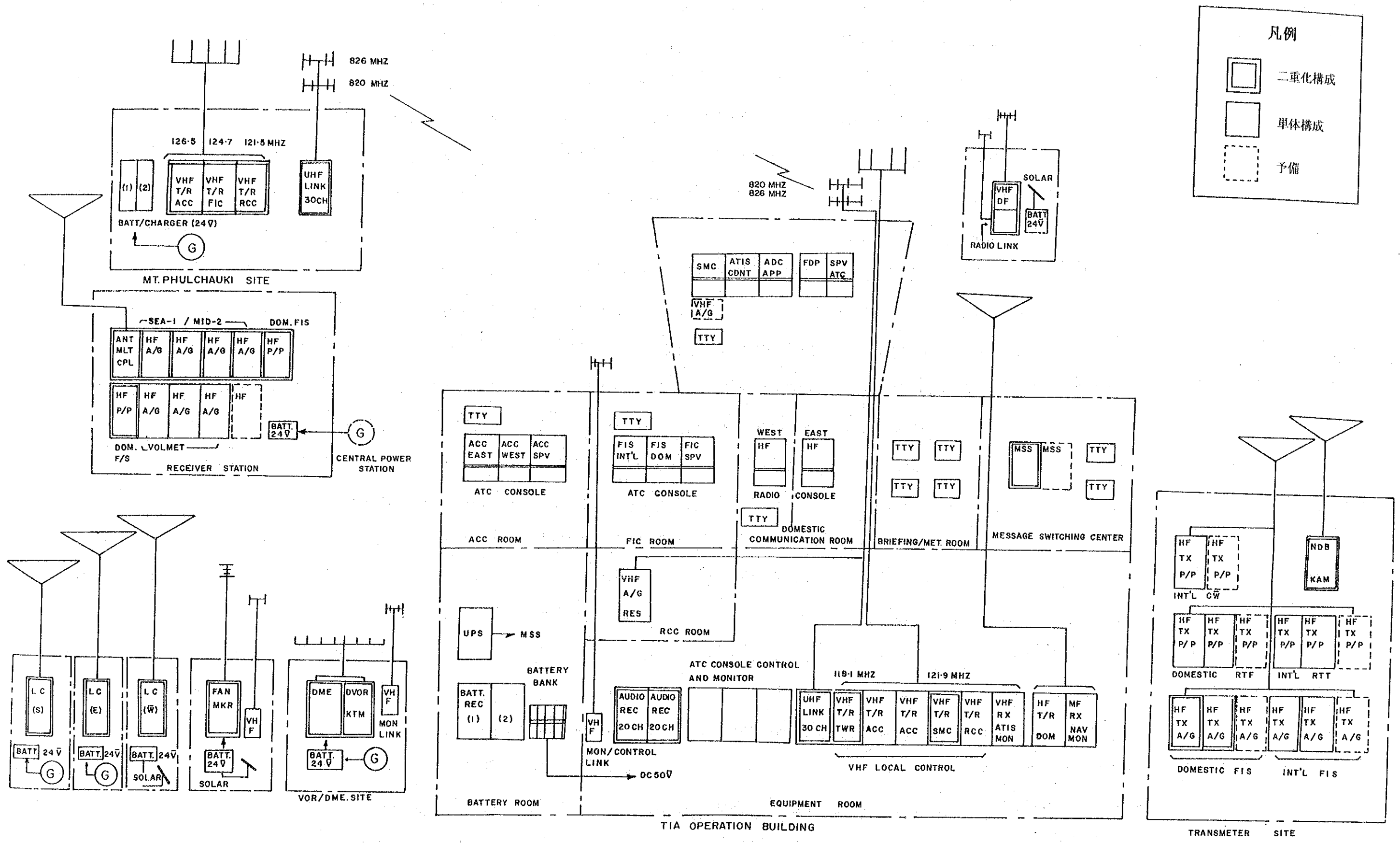


图 2.4.7 航法援助無線施設概念図

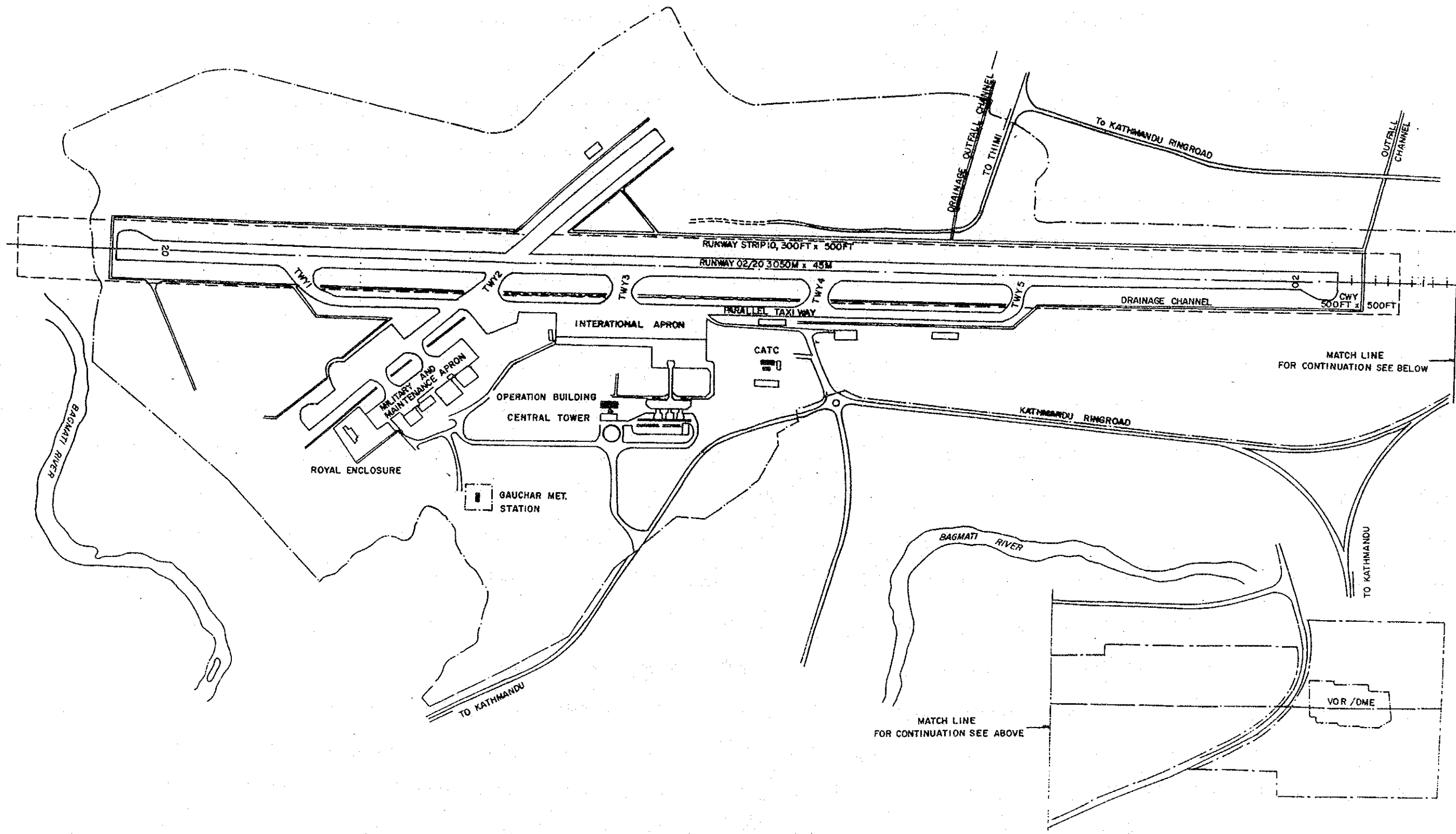


图 2.4.8 主要施設配置图

表 2.4.3

航法援助無線施設

FACILITIES	PERFORMANCE	NET WORK CODE	OPERATING FREQUENCY	PURPOSE	INSTALLATION	MFR. Mfd D	No.	REMARKS
RADIO NAV AIDS								
DVOR	50w	KTM	112.3 MHz		1975	AWA	1	
DME	1000w		CH 70X		1975	WILCOX	1	
NDB	400w	KAM	318 KHz		1991	Telerad	1	
LOCATOR (South)	35w/ 100w	L/S	230 KHz		1970	APP	1	
(East)	35w/ 100w	L/E	252 KHz		1970	APP	1	
LACATOR (West)	25w	L/W			1988	Telerad	1	
Fan marker	2w		75 MHz		1991	Thomson CSF	1	
NAV AIDS MONITOR				NDB/LT	1988	JRC	1	
HF MF RECEIVER				Monitor	1975	RACAL	1	
						IAL	3	
Fan Marker Monitor Radio Link			156 .15 MHz		1989	Thomson CSF	2	Sola Battery Supply
AERONAUTICAL COMMUNICATION								
MOBILE SERVICE								
VHF Transmitter / Receiver	10w/30w	TWR	118 .1MHz	A/G		Park Air Electronics	1	Local Radio(TIAO)
VHF Transmitter / Receiver	10w/30w	SMC	121 .9MHz	G/G		Park Air Electronics	1	Local Radio(TIAO)
VHF Transmitter / Receiver	10w/30w	ACC/WEST	126 .5MHz	A/G	1988	Park Air Electronics	1	Local Radio(TIAO)
VHF Transmitter / Receiver	10w/30w	ACC/EAST	124 .7MHz	A/G	1988	Park Air Electronics	1	
VHF Transmitter / Receiver	10w/30w	RCC	121 .5MHz	A/G	1988	Park Air Electronics	1	
VHF Receiver		ATIS	112 .3MHz	A/G	1991	Codan	2	VOR/Monitor
VHF Transmitter / Receiver	50w	ACC/WEST	126 .5MHz	A/G	1988	Jotron	2	Phulchouki
VHF Transmitter / Receiver	50w	ACC/EAST	124 .7MHz	A/G	1988	Jotron	2	Phulchouki
VHF Transmitter / Receiver	50w	RCC	121 .5MHz	A/G	1988	Jotron	2	Phulchouki
HF	1 kw Preset 6CH	SEA-1	10066 KHz	A/G	1984	Codan	3	
HF Transmitter		SEA-1	6556 KHz	A/G				
		MID-2	10018 KHz	A/G				
		MID-2	5658 KHz	A/G				
HF Transmitter	1 kw Dual Channel	DOM	2923 KHz	A/G	1971	CE, Electronics	4	
		FIS	5580 KHz	A/G				
HF Receiver		SEA-1	10066 KHz				2	
		SEA-1	6556 KHz				2	
		MID-2	10018 KHz	A/G	1993	Nardoux	2	
		MID-2	5658 KHz				2	
HF Receiver		FIS	5580 KHz	A/G	1993	Nardoux	2	
			2923 KHz				2	
UHF Radio Link	50w PCM 30CH	TIAO Phulchouki	8700/ 8695 8760/ 8757	Radio Remote Control	1988	AWA	1	
VHF Radio Link		VOR/DME TWR					1	
AERONAUTICAL FIXED SERVICE								
Semi Automatic Message Switching System	16 terminal			AFTN MSS	1988	AWA	1	
HF Transmitter	1kw	International CW	5442 .5KHz	AFTN		Aerocon	2	Patna, Varanasi Lhasa
HF Transmitter	1kw	International RTT	5022 KHz	AFTN	1975		1	
			10486 KHz				1	Bombay
			7320 .5KHz			Aerocon	1	Calcutta
HF Transmitter	400w Preset 6 CH	Domestic RTF	5858 KHz	Domestic RTF	1989		1	
			3380 .5KHz			Nardoux	1	West
			5805 .5KHz				1	
			3280 .25KHz				1	East
			5858 KHz				1	
			3280 .25KHz				1	Back-Up
HF Receiver		Domestic RTF (E)	5805 .5KHz	P/P	1993	Nardoux	2	
		Domestic RTF (W)	3280 .2KHz				2	
			5858 .0KHz				2	
			3380 .5KHz				2	
HF Receiver		Volmet	6676 .0KHz	P/P	1993	Nardoux	1	
HF Receiver			3467 .0KHz				1	
			11387 .0KHz				2	
Multi Coupler Antenna					1993	Nardoux	1	
Modem	FSK 1200BPS 16 Signal/CH			Radio Control	1989	SEEE	10	Transmitter 6CH Phulchouki 4CH
Modem	40/ 20 ma DC	LTT		AFTN			2	Calcutta Bombay
AIR TRAFFIC CONTROL								
ATC System				ATS Console	1988	Email	1	
MET. Data Indicator	Wind Direction Wind Speed Pressure Temp.			Met. Observation	1988	METCH/ AMPS	1	
VHF DF					1984	Telead	1	Solar/ Batt
POWER SUPPLY								
Battery Bank	400A/10AH				1988		2	See note
UPS	2.5 KVA			MSS			1	

Note: All equipment installed at TIAO equipment room acceptable only DC 50 V

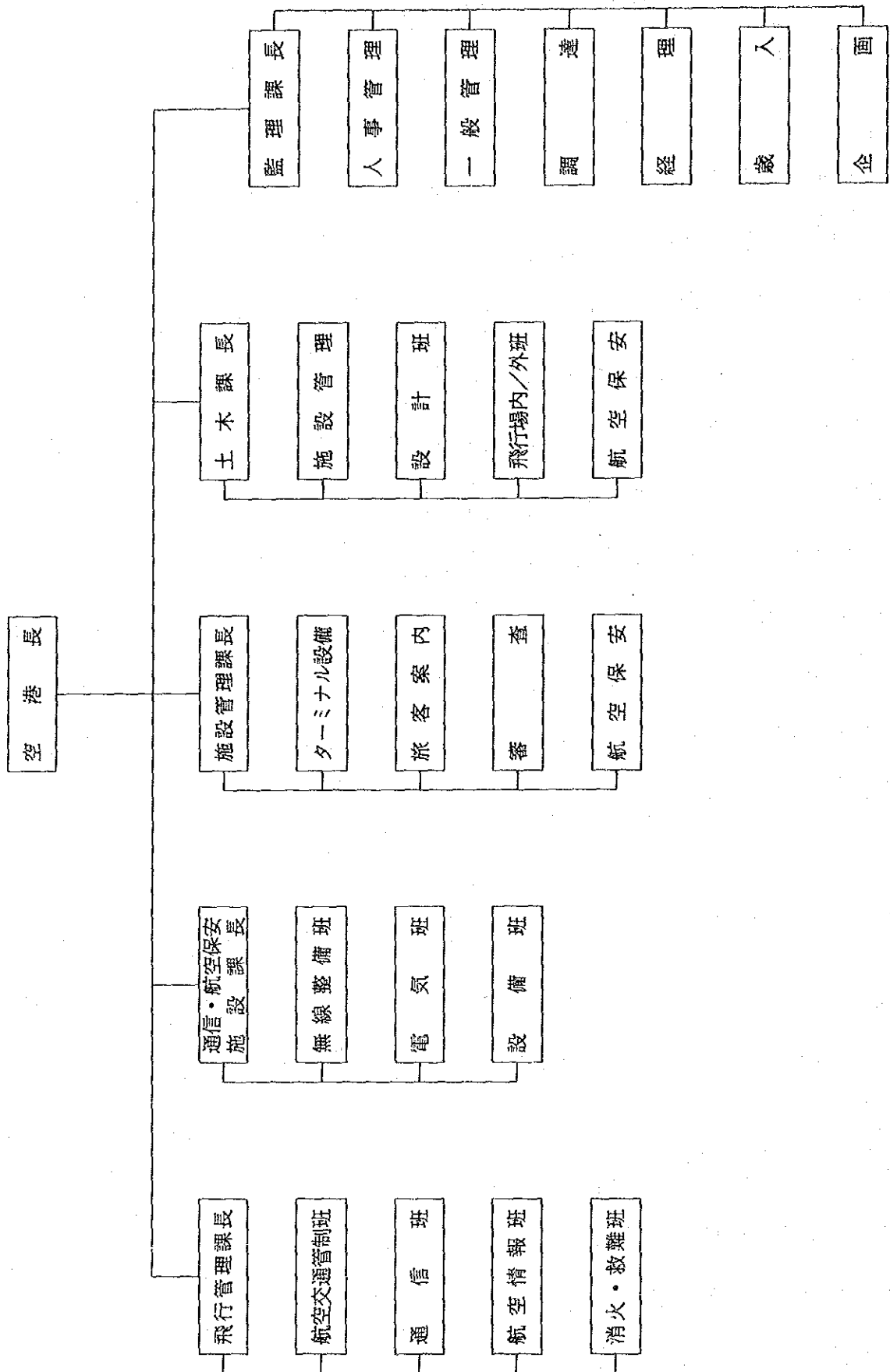


図 2.4.9 カトマンズ空港組織図

2.5 関連計画の概要

2.5.1 第8次国家開発計画

第8次国家開発計画（1991年～1997年）が現在進行中であり、その主要な目的は次のとおりである。

- ・ 経済成長の維持
- ・ 貧困層の減少
- ・ 地域格差の是正

この中で最優先課題とされているものは次のとおりである。

- ・ 農業部門の増強および多様化
- ・ 電源開発
- ・ 地方における社会基盤の整備
- ・ 雇用拡大および人材育成
- ・ 人口増加の抑制
- ・ 工業と観光産業の開発
- ・ 輸出産業の振興および多様化

観光産業は、ネパール王国の経済発展を支える一つの柱となっており、外貨獲得、雇用の拡大および収入増加などの面から期待される場所は大きい。

観光産業拡大政策の一環として、同計画の中で航空運輸整備目標として、次の各項が挙げられている。

- ・ カトマンズ国際空港の旅客数増大が予測されることから、広範囲にわたる空港施設の改善を図り、国内空港の中心として位置づける。
- ・ 開放的な航空政策を推進し、国際航空路線の活性化を図る。
- ・ 国内空港の施設改善等により、サービスの質の向上を図る。
- ・ 第二国際空港建設のための開発調査に着手し、建設を推進する。

計画期間中の観光客の増加は約8%と見積られ、これに伴う歳入として17%の外貨歳入増を予測している。この結果、観光セクターにおける収入は、計画初年度においては年間72.36億ドル、計画最終年度では137億ドルに達することが予測されている。

同計画における航空運輸セクターの具体的な開発・整備計画は、主要空港の拡

張、空港施設の改善、地方空港の建設、航空通信網の拡充、フライトインフォメーションおよび管制サービスの拡充、増大・救難態勢の充実、技術者の育成および第二国際空港建設のためのフェージビリティ・スタディの実施とこれの建設着手等が挙げられている。

この計画において、観光セクターに配分されている予算は、総額3,719億ルピーで、このうちの約70%に相当する2,600億ルピーが航空運輸部門に割り当てられている。

2.5.2 民間航空局空港整備提案書

前項の国家計画を受けて、民間航空局 (Department of Civil Aviation) の土木部門では、1978年に実施されたADBのMasterplan Studyに基づいて次の実施計画を提言している (カトマンズ国際空港関連のみ)。

- ・ 空港基本施設の整備
- ・ 国際線旅客ターミナルビルの拡張
- ・ 国内線旅客ターミナルビルの建設
- ・ 消火・救難ビルの建設
- ・ 税関・貨物ターミナルビルの建設
- ・ 国内線駐機場の拡張

しかし、一部の基本施設、国際線ターミナル、国内線駐機場の計画は実施されたが、その他は実施の予定がない。

2.5.3 関連調査

本調査に関連する調査は、次のとおりである。

- ・ ネパール王国 航空網整備計画 1989年 国際協力事業団
- ・ Action Plan of the Civil Aviation Development Co-operation in Nepal 1992年 UNDP/ICAO
- ・ ネパール王国 カトマンズ空港整備計画調査 1993年 国際協力事業団

2.6 要請の経緯と内容

ネパール王国では、国土の地形的制約から陸上輸送基盤が発達しにくい状況にあり、航空輸送が物資の輸送、民生の安定および観光の促進による外貨獲得に重要な役割を果たしている。

特に、観光産業が、外貨収入の20%、GDPの4%を占め、年間33万人以上の外国人がネパール王国を訪れている。また、このうちの約90%はネパール王国唯一の国際空港であるカトマンズ空港を利用して出入国するとともに、国内移動の基点として利用している。

カトマンズ国際空港はネパール王国の航空交通網の中心的位置付けにあるが、カトマンズ盆地に位置する同空港は、周囲を険しい山脈で取り囲まれ、航空機運航上、極めて厳しい立地条件下にある。このため、同空港に離発着する航空機は常に安全高度の維持と急激な降下、上昇運動を要求されており、運航者に対する心理的負担も大きい。

本来、このような立地条件下にある空港においては、十分な航空保安無線施設により航空機を誘導するなどが望ましいが、地形上の制約もあり、主要な施設としては唯一VOR/DME（VHF全方向方位/距離測定装置）が運用されているのみである。

このような状況下で、平成4年、同空港周辺において2件の国際線航空機の墜落事故が相次ぎ、多数の人命が奪われ、空港の安全性向上施策が急務となっている。

これらを背景として、ネパール王国政府は日本国政府に対し、カトマンズ空港の整備計画に関する調査を要請した。日本国政府はこれを受けて、国際協力事業団がこの調査を実施することになった。当事業団は、本格調査に先立ち、本調査を円滑に進めるため、平成5年1月31日から2月7日までの8日間にわたり、運輸省航空局技術部運航課長 松本 武徳 氏を団長とする事前調査団を現地に派遣し、現地調査を実施するとともに、開発調査のS/Wを締結した。

国際協力事業団は、この事前調査の結果をふまえて、カトマンズ空港整備計画調査（開発調査）の実施を決定し、国際協力事業団は、この事前調査の結果を踏まえて、平成5年7月、本格調査団を派遣した。

開発調査団は、同空港の航空保安施設、通信施設、航空管制施設および空港施設等を対象とした整備計画（マスタープラン）を策定するものである。この調査においては、上記計画の中の短期整備計画について、フィージビリティ・スタディが実施されることになっている。

また、人命に係わる航空安全の確保が他の整備に比べて特に急がれることから、緊急性が高く、かつ、実現性の高い項目を選定したうえで、これを「緊急プロジェクト」として整理し、基本設計を含む技術調査を実施した。

緊急プロジェクトの内容は、第1章において述べたとおりである。

国際協力事業団は、平成5年11月3日から12日の間、無償資金協力調査部 基本設計調査第二課の岩間 敏之を団長とする基本設計調査団を派遣した。

基本設計調査団は、上記緊急プロジェクトに係る内容について、整備対象機材、施設および整備担当区分等について協議、確認した。

第3章 計画の内容

第3章 計画の内容

3.1 目的

国際協力事業団が実施中の「カトマンズ空港整備計画調査」において、航空機の飛行安全確保のため、特に緊急に整備を要する案件として提言された「緊急プロジェクト」の実施を目的とする。

3.2 要請内容の検討

本計画は、上記調査の過程において明らかとなった緊急に改善措置を要する事項について、その早期実現のための技術調査が行なわれており、内容および緊急性ともに十分に検討されたものである。

3.2.1 計画の妥当性・必要性

現在、カトマンズ空港に設置されている無線航行援助施設は、極超短波距離方位標識（VOR/DME）が唯一の主要施設であり、計器着陸進入方式もこれを基本に設定されている。

国際空港としては、より精度の高い精密計器着陸進入装置（ILS）等の設置が望まれるが、空港周辺を険しい山脈で囲まれている関係から、これらの装置の設置、運用は困難である。

一方、カトマンズ盆地の気候は、雨期と乾期に明瞭に区分されており、特に雨期における気象条件が極端に悪化する傾向にある。前述の航空機事故もこの時期に集中しており、航行援助施設の整備が不可欠と認識されている。この事態を改善するため、空港監視レーダー施設の建設が計画されたものである。

本来、空港監視レーダーは、空港への離発着機の増加に伴う空域の過密状態下において、航空機相互の距離を適正に保ち、これを安全に誘導することを目的として設置されるものである。カトマンズ空港の航空交通量から判断すると、本格的なレーダー管制を必要とする時期には、しばらくの余裕があると考えられるが、地形的制約の中において、同空港の安全運航を確保するためには、空港監視レーダーの設置、運用が最も有効な手段であると考えられる。

このため、レーダーの運用目的も、着陸進入経路、進入復行経路および出発経路の監視、誘導に重点を置いており、現在のVOR/DME施設に加えて、空港監視レーダー施設を建設、運用することにより、同空港の安全性を飛躍的に向上させるものとなる。

3.2.2 実施運営計画

(1) 人 員

レーダー施設の設置に伴ない、新たにレーダー管制官16名および整備技術者20名の養成が必要である。民間航空局は、1994年末までに管制官要員12名および整備要員12名の増員を計画しているが、見積所要人員数に満たないため、協議の結果、1995年中期までに不足数を補充することになった。

必要な要員の内訳は、4.5「教育訓練計画」において述べる。

(2) 維持経費

レーダー施設の運用に伴ない、年間約13,000千ルピーの維持・運営経費が必要と見積られている。航空局の1993/1994年度総予算額は641,773千ルピーであり、年間予算が現状どおり推移すると仮定した場合、レーダー施設運営経費は総予算の約2%を占めることになる。

航空局は、1996年からレーダー施設およびレーダー教育施設の運営を前提とした予算計画を策定し、1995年度(1995年7月16日～1996年7月15日)予算要求を行なう予定であるが、上記の維持経費は、年間総予算額からみて無理のないものと考えられる。

また、カトマンズ空港の1992年/1993年の損益計算書は表3.2.2のとおりで、歳入が歳出を超過しており、大幅な黒字運営となっている。この黒字差益は、国庫に納入されてるが、この財務状況から判断するに限り空港維持費の予算化に有利に働くものと思われる。

表 3.2.2 カトマンズ空港の損益計算書

(単位：千ネパールルピー)

費 用	歳 入	歳 出
空港税	197,440	
着陸料	88,508	
ビル等スペースリース料	14,156	
その他	6,024	
人件費		10,032
光熱、水道、通信費		11,503
日常メンテナンス		8,614
消耗品等		2,437
その他		2,717
業務黒字		270,825
合 計	306,128	306,128

出典：カトマンズ空港財務統計資料

3.2.3 他国援助の内容

ネパール王国の航空関連に対する諸外国よりの援助の概要は次のとおりである。

オーストラリア国の無償援助による「Air Navigation Project」が1993年4月から2ヶ年計画で進行している。カトマンズ空港に関連する整備内容は、以下のとおりである。

- ・ 空港－カトマンズ電話公社間のマイクロウェーブ回線の新設
- ・ 超短波全方向式無線標識（VOR/DME）の更新
- ・ 気象観測機器（滑走路視距離計、雲高計）の新設

上記計画の他、滑走路・誘導路の嵩上げ、エプロン拡張、滑走路ショルダーの拡幅、および国内線ターミナルビル（計画）用駐車場等がアジア開発銀行のローンにより整備着手されており、1994年に完了する予定である。これらの計画は、現施設の不備改善が主たる内容で、この結果、現空港の機能強化が期待でき、安全性向上にもつながると考えられるが、本プロジェクトのような大規模な安全対策ではなく、プロジェクト相互の矛盾、競合はない。

3.2.4 計画の構成

本事業計画は、カトマンズ空港に空港監視レーダー施設を整備するとともに空港近辺の旧受信所敷地内にレーダーの管制、整備訓練施設を整備するものである。また、空港監視レーダーの整備に関連して、レーダー管制に必要な対空

VHF無線通信施設を現オペレーション器材室とプルチョッキ山対空無線中継局に設置するほか、既設通信装置の増設を実施する

3.2.5 対象施設および機材

空港監視レーダー装置は、レーダー送受信装置、二次レーダー装置およびこれらの信号を処理して表示する信号処理装置から構成される。なお、レーダー施設の維持・運営に必要な要員の教育訓練装置は、レーダー管制シミュレーター装置、整備実習機材等である。計画の背景となる空港監視レーダーの規模は次のとおりとする。

(1) レーダーの方式

空港周辺のように過密した空域においては、2次監視レーダー（SSR）のみによる管制は、航空機相互の距離離隔に問題があり、ICAOにおいても通常認めていない。反面、1次監視レーダー（ASR）のみでは、航空機の高高度情報等の重要な管制情報が欠落する等の問題があるため、両者（ASR/SSR）を組み合わせた方式とする。

(2) 覆 域

要求されるレーダー覆域として、空港の進入管制区を監視する必要がある。現在のカトマンズ空港の進入管制区は半径25海里であるが、これは現在の空港周辺の地形等を勘案し、ノンレーダー管制を前提として制定されたものであり、レーダー管制の導入に伴ない将来的には世界的標準の50～60海里に拡大されるべきである。したがって、レーダー覆域は空港監視レーダーの標準的性能である半径60海里を目標とする。

(3) 信号処理

ASRおよびSSRの信号を処理し、これを同一表示装置に統合表示する技術は、世界的に普及しており、運用上の利点が極めて大きいことから、本システムにおいてもこれを採用する。

(4) 訓練機材

整備・訓練用機材は、実際に運用されるレーダー装置と同一機材とし、二重化構成部分については、一重化賭する等、極力簡素化する。また、整備の実態から考え、CATCにおいて実習訓練の必要性が少ないと思われるアンテナ駆動部と信号処理装置は機材から除外する。

管制官訓練用機材は、カトマンズ管制空域の状況が設定可能なシミュレーター装置とする。教育用コンソール数は、現在のCATCの管制官コース当たり人員数および航空局のレーダー管制官養成需要数を検討した結果、1コース12名の養成規模により設定している。

これらの機材は、いずれも既施設に収容することができないため、レーダー局舎、電源局舎、レーダー運用局舎および教育訓練棟を新設する。施設の規模は、上記の機材の設置、運用に必要な最少限度の床面積に機材の更新に必要なスペースを加味して決定する。空港監視レーダーのシステム構成を図4.3.1に、また、各施設に収容される主要機材を表4.3.1に示す。

3.2.6 技術協力の必要性

本レーダー施設は、国内初の施設となるため、施設の維持・運用に関する経験者はいない。このため、レーダー管制官および整備技術者の養成が極めて重要であり、計画的教育・訓練により、所要の要員の質と量を確保する必要がある。特に、レーダー運用初期の段階においては、運用・整備面の経験がある海外専門家の技術協力が不可欠である。また、初期の要員に対する訓練は、国内の訓練施設も建設段階にあるため、国外における実習訓練も考慮する必要がある。

ネパール王国政府は、現在、空港で勤務する航空管制官および整備技術者の中からレーダー施設の運用、整備要員を選抜し、レーダーの運用開始に先立ち、上記技術協力を前提とした転換教育を予定している。これらの要員の質について、カトマンズ空港の運用現状から判断すると、航空管制技術および機器の保守・整備能力は低くない。現在の技術能力、管理能力は、ほとんどが実務経験と海外、主としてタイ国における教育に基づき蓄積されたものであり、レーダー施設の維持・運営においても、国内訓練基盤の整備と同時に、計画的な海外研修が必要となるものと考えられる。

3.2.7 協力実施の基本方針

本計画の実施については、以上の検討によりその効果、現実性、相手国の実施能力等が確認されたこと、本計画の効果が無償資金協力の制度に合致していることなどから、日本の無償資金協力で実施することが妥当であると判断された。よって、日本の無償資金協力を前提として、以下に計画の概要を検討し、基本設計を実施することとする。

3.3 計画の概要

3.3.1 実施機関および運営体制

本計画の実施体制は、図3.3.1に示すように、ネパール王国観光・航空省の航空局が一元的に計画を管理する。

計画が完了した後の機材、施設の維持・管理については、レーダー施設についてはカトマンズ空港が、また教育訓練施設については訓練センターが実施することになっている。しかしながら、現在の空港職員および訓練センターの職員数では本施設の維持・運営は困難であり、航空局は本計画に並行して、教育訓練計画に基づいて、空港職員の増強および維持経費等の予算措置を行なう予定である。

3.3.2 計画位置および状況

計画位置は、カトマンズ国際空港内、チミ旧受信所跡地およびプルチョッキ山対空VHF無線中継所である。計画地の概要は、次のとおりである。

(1) カトマンズ国際空港

カトマンズ空港内に、レーダー局舎、アンテナ鉄塔、電源局舎およびレーダー運用局舎を建設する。同空港内には、場周道路、給・排水設備および電力設備等が完備しているが、空港敷地が広大で、かつ、レーダー局舎（サイト）位置が飛行場の主要施設から離れているため、取付道路等一部の付帯工事が必要である。

レーダー局舎建設予定地周辺には、高層の構造物はないが、将来、近傍に整備格納庫等の建設が予定されているため、アンテナ鉄塔高を25mとした。なお、レーダー表示卓および通信卓を現オペレーションビルおよび管制塔に設置する。

(2) チミ旧受信所跡地

訓練施設の建設予定地であるチミ旧受信所跡地は、空港の東方約2.5kmに位置し、敷地内に受信局舎、鉄塔が現存しており、敷地内の一部が耕作地として年間契約されている。航空局は、受信局舎および鉄塔等を将来とも予備施設として維持していく考えであるが、敷地が広大なことから本計画との競合はない。耕作地についても、航空局と契約者との

関係が良好に保たれていること等から契約解除による用地確保は問題ないものと考えられる。敷地までの取り付け道路、電力施設として、在来の施設があるが、一部改修、更新が必要である。

給水施設は、敷地外の公道下に埋設されているが、供給能力が不足が予想されるため購入水を原則とするが、場合によってはネパール側が井戸の設置を行なうことになっている。

(3) プルチョッキ山対空VHF無線中継所

プルチョッキ山は、空港の南方約14kmに位置し、標高2,762mである。カトマンズ空港は、盆地の中にあるため、無線通信覆域に制約を受けているが、これを改善するため航空局はプルチョッキ山頂に対空無線施設を建設し、維持・運用している。本計画においては、この局舎に対空無線機材を増設し、空港内に設置する無線機とともにレーダー管制用無線装置として運用する。

現在の施設までは、アクセス道路が整備されており、電力供給および保安上の問題はない。局舎内およびアンテナ鉄塔とも十分なスペースがあり、機材の増設には問題ないものと考えられる。

計画位置を図3.3.2に示す。

3.3.3 施設・機材の概要

(1) 空港監視レーダー (ASR)

空港監視レーダー (Airport Surveillance Radar) は、空港周辺の空域にある航空機の進入管制および出発管制を行なうもので、管制空域の半径は概略60～70海里である。進入管制では、レーダー誘導により管制空域内の航空機を着陸進入経路上に誘導するほか、出発管制では出発機をレーダー誘導し、出発間隔の短縮を図ることができる。このほか、緊急機に対するレーダー助言、捜索、救難および気象情報の提供等が可能となり、利用範囲は広い。

(2) 二次監視レーダー (SSR)

二次監視レーダーは、地上から質問パルスを送信することにより、機上

の応答装置が航空機の固有識別符号、高度等の情報を地上装置に送信するもので、ICAOでは二次監視レーダー（Secondary Surveillance Radar）と定義しているが、厳密にはレーダーではなく、符号伝送装置である。しかしながら、近年は信号処理技術の発達に伴ない、符号の自動変換・表示が容易になり、装置自体も簡便なことから主力センサーとなりつつある。

（３）レーダー管制シミュレーター

レーダー管制シミュレーターは、カトマンズ空港周辺の空域状況を設定して実際の航空機と同様の航跡を模擬し、基本訓練から高度な訓練まで実施可能である。特に、航空機の異常事態発生、レーダー機材の一部故障状況下における管制訓練等は、運用機材で実施することは極めて困難であり、本装置に依存するところが大きい。

（４）整備実習教材

レーダー整備技術者の実習用教材として、運用機材と同一装置の一部を設置する。

（５）通信施設

- ・ 対空VHF送受信機
航空機との通信手段として、レーダー管制専用波を設定したVHF対空無線機を既存の局舎に設置する。
- ・ 所内通信装置
レーダー管制に必要な通信を実施するための通信装置を設置し、既設の管制通信装置と接続する。

（６）電源施設

- ・ 受変電施設
レーダー運用局舎は低圧受電とし、その他の局舎は高圧受電とする。新設局舎に受変電施設を整備する。
- ・ 予備発電施設
レーダー局舎へ供給する非常用予備電源として、発動発電機を設置する。

無停電電源装置

信号処理装置等への電源の瞬断、変動を防止するため、レーダー局舎等に無停電電源装置、自動電圧調整器を設置する。

3.3.4 維持管理計画

カトマンズ空港において運用するレーダーシステムは、同国における最初のレーダーシステムとなる。このため、現在の空港の管制官はレーダー管制の経験がないが、現在のノンレーダー管制においては十分な技量を保持しており、将来レーダーが導入された場合においても、適当な教育訓練を実施することにより、所要の技量レベルに到達することが可能と考えられる。

また、整備技術においてはも維持の困難な旧式機器を含め、現空港の通信・航空保安無線施設等を良好に維持する技量を保持している。しかしながら、レーダーシステムには最新のテクノロジーが使われており、独特の技術が要求されることから、管制官のみならず整備技術者の養成のための訓練施設が必要である。

レーダー施設の建設に伴ない、必要となる予算措置を先行的に実施することも重要である。

(1) 要員養成計画

レーダーの運用に伴ない、次の要員が必要となる。

- レーダー管制官 16名
- レーダー整備技術者 20名

DCAは上記の要員確保を計画しており、1994年中には管制官および整備技術者をそれぞれ12名増員する予定である。しかしながら、整備技術者については、上記充足人員は現状の欠員状態の改善に充当する必要がある、レーダー整備技術者としてさらに20名の充足が必要となる。

(2) 予算計画

レーダーの運用開始に伴ない、次の維持経費が必要となることが予測される。教育・訓練施設の維持経費はこの中に含まれている。

表 3.3.1 年度別維持経費見積り

(単位：百万ネパールルピー)

内 訳	1997	1998	1999	2000	2001
人件費	0.8	1.7	1.9	2.0	2.3
機器維持費	1.8	9.8	9.0	8.5	8.0
施設維持費	0.7	1.4	1.4	1.4	1.4
光熱水料	1.0	2.0	2.0	2.0	2.0
合 計	4.3	14.9	14.3	13.9	13.7

注1：年度区分は1月1日から12月31日とした。

注2：人件費は年間10%の上昇を見込んでいる。

注3：機器維持費には定期修理等の経費は含まれていない。

3.4 技術協力

3.4.1 技術協力の必要性

本格的レーダー施設を維持し、運用するためには、従来の空港施設の運用とは異質の技術が要求される。特に航空管制においては、手順と目視による在来の管制方法と異なり、レーダー管制空域の設定をはじめとして、管制官の管制技量の適否が航空機の安全運航に直結している。また、レーダー装置の維持、整備においても、近代的な技術が適用されているため、高度の知識、技術が要求されている。

このように特異な技術が要求されているにも拘わらず、ネパール国内にはレーダー管制および整備の経験者が不在で、要員を教育するための指導者もない。したがって、専門家派遣等による技術協力が不可欠である。また、ネパール国外における技術訓練も考慮する必要がある。

3.4.2 技術移転

航空機の安全運航に密接に関連するレーダー管制官および整備技術者の技量を所要のレベルまで訓練し、向上させるためには長期にわたる技術移転教育が必要である。

レーダー管制開始後の初期の段階においては、ネパール国外において訓練を受けた管制官が、専門家の支援を受けて業務にあたることになる。この段階における管制業務は、レーダー監視および助言が主体となるが、管制官の技量向上にとともに将来的には完全なレーダー管制に移行すべきである。

このための技量向上訓練には、専門家による継続的な訓練、技術移転が必要で、最終的な目標は、現地空港職員によりすべての業務が独自に遂行できることにある。

この目標を達成するためには、航空局職員の技術レベルに適合した訓練計画を策定することも重要である。

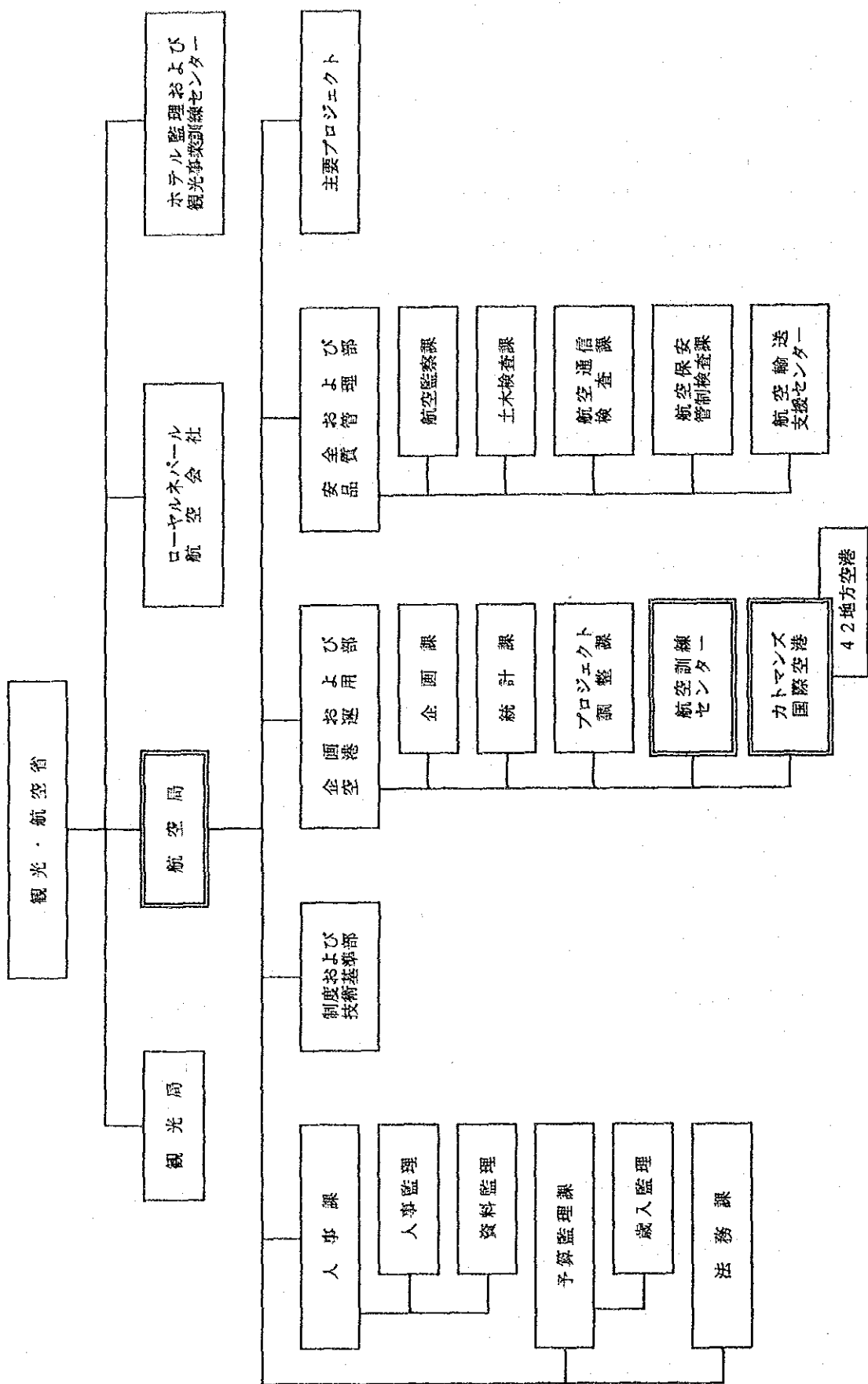


図3.3.1 観光・航空省 組織図

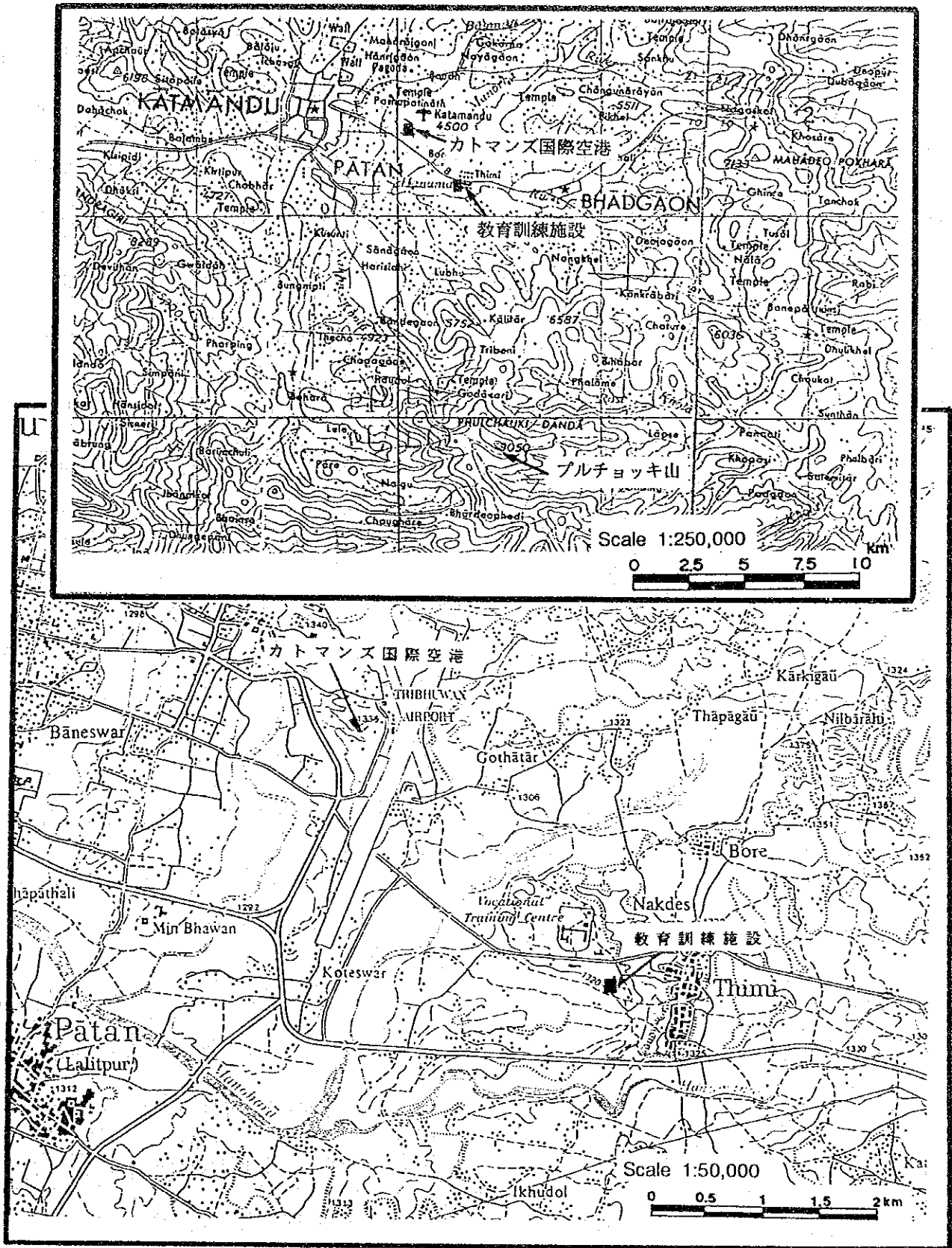


図 3.3.2 計画位置図

第4章 基本設計

第4章 基本設計

4.1 設計方針

4.1.1 基本構想

プロジェクトの性格上、本施設は至短時間に完成させ運用に供する必要がある。このため、機器の設計においては極力単純化を図るとともに、新規開発要素は避けることとする。また、機器を収容し運用するレーダー局舎等の設計・建設にあたっては、大規模な造成を避けるとともに、自然環境への影響を最小限に抑制する。

4.1.2 設計方針

設計対象は、第2章関連プロジェクトにおいて述べた「カトマンズ空港整備計画調査」において緊急整備案件として選定された項目の中から、調査団がネパール王国政府と協議した内容に基づき実施する。

具体的な設計対象施設は、空港監視レーダー（ASR/SSR）および同施設を維持、運用するために必要な既存通信施設の増設および教育訓練施設とする。設計の基本設計は、次のとおりとする。

- ・ レーダー機器の構成、基本性能および覆域は運用上の要求を満足することとする。
- ・ 空港監視レーダー施設および教育訓練施設は、現在の空港機能および将来計画と整合のとれたものとする。
- ・ レーダー施設は、短期間で建設が可能で、建設および維持・管理が容易なものとする。
- ・ レーダー装置は、要求性能を満足する範囲において単純な構成とし、整備が容易で維持経費が安価なものとする。

レーダーシステムおよび施設に対する設計の条件は次のとおりとする。

レーダーサイトの位置選定においては、各種の要素を検討する必要がある。ASR/SSR施設の配置は次の設計条件に基づき実施する。

(1) レーダー覆域に対する要求

- 主要フィックス（航空路上に設けられた架空の地点表示）
ターミナル管制区における航空路および主要フィックスは、レーダー覆域内にあることが望ましい。
- 出発および到着経路監視覆域
最終進入経路に対する監視覆域は、進入復行点まで必要である。また、離陸機は少なくとも滑走路末端から1海里（滑走路長約300フィート）において探知可能なこと。

(2) 建設上の条件

建設経費および保守の点から次の点を考慮する必要がある。

- 大規模な道路改修または新設の要否
- 電力および給水施設の負担工事
- 遠隔監視制御通信回路の確保
- 敷地造成、造園の規模
- 排水施設
- 進入道路の建設規模

(3) 技術的条件

ASR/SSRレーダービームを遮蔽するおそれのある構造物および電波を使用する航行援助施設、通信施設がレーダーサイト近傍にはないことが望ましい。

グラウンドクラッター現象を助長する地形および疑似目標発生の原因となる反射物がある場合には、詳細な事前、検討が必要である。

(4) 施設の設計条件

1) 自然条件に対する方針

カトマンズ盆地の月別平均気温は、10度から24度にわたり、季節による寒暖の差が大きいといえる。また、雨季と乾季の差が明確で、年間降水量の大半が雨季（5月～9月）に集中している。このことから自然条件に対する方針は、次のとおりとする。

- ・ レーダー等の電子機器の環境条件は、次のとおりとする。
 - 周囲温度 : 室内機器 0℃～45℃
 - : 屋外機器 -10℃～60℃
 - 相対湿度 : 室内機器 40℃にて90%
 - : 屋外機器 40℃にて95%
 - デューティサイクル : 連続
- ・ なお、すべての機器は、電磁的適合性、耐静電気特性を有するものとする。
- ・ 本施設はサイトの気象条件を考慮し、耐暑・耐寒性を考慮した建築様式とする。
- ・ 雨季の排水、地盤の改良を考慮した基礎方式とする。
- ・ 鉄塔、建物の耐風速は過去の気象データを参考に、最大風速約30m/sとする。
- ・ 建物の外壁は、ネパール王国で一般的に使用され、かつ周辺の景観とも調和のとれたブリック化粧とする。

2) 社会条件に対する方針

家畜の放牧、往来が盛んで敷地内への侵入も考えられるため、この防止対策を考慮する必要がある。

また、屋内および屋外において、野鼠によるケーブル被害が多く、露出ケーブルに対しては、防護対策を行なう。

ネパール王国は祭日が多く、特に10月および11月は長期に亘り祭日が続くため、工程管理上の配慮を行なう。

3) 建設事情

建築基準に対する法的規制が確立されていないため、日本の建築基準法および日本建築学会コードを参考に現地の状況を勘案し、決定する。

現地業者の施工能力は決して高くはないが、過去のターミナルビル建設の実績等から判断すると、十分な施工管理、監督があれば問題ないものと考えられる。

市内における労働力の確保は容易であるが、熟練技術者は事前手配が必要となる。なお、雨季の屋外作業は実質的には不可能である。

本プロジェクトの内容から判断し、現地業者が独自に参入できる範囲は極めて限られており、レーダー関連施設の建設および機材の製作については日本または第三国業者が主体となると思われる。

土木、建築および鉄塔工事に必要となる重機類は、現地建設業者の保有する機材により対応可能であると判断した。

建設用資材は、骨材、木材、セメントレンガ等を除き、大半がインドまたは第三国からの輸入に依存しており、早期手配が必要となる。また、国内生産資材についても供給量が安定していないため、事前の確認が必要である。

(5) 実施機関の維持・管理能力

実施機関として、空港監視レーダー施設はカトマンズ国際空港が、教育訓練施設は航空訓練センターが維持・運営することになる。在来機材の維持・管理の現状からみて、カトマンズ空港関連技術者の能力は高く、本プロジェクトにより設置されるレーダー機材等についても、維持経費の予算措置を十分講ずることにより可能である。ただし、レーダー機材の整備については、独自の技術が要求されることから、事前の教育訓練が重要である。

教育訓練施設の維持・管理については、本計画による施設が従来の施設と比較してその規模および整備に対する技術要求レベルが格段に高くなることから、十分な予算措置と整備要員の確保が必要となるが、上記カトマンズ空港レーダー整備要員の教育と合わせて、訓練機材の整備要員を養成することにより施設の維持・管理は可能と思われる。

なお、機材の保守・整備に必要な消耗性部品および重要部品については、初度部品として新設機材に含めて取得される予定であるが、これらの部品が消耗された後の部品補充の為の予算確保も重要であり、この点の認識を徹底させる必要がある。

(6) 工期

計画対象機器は、受注生産のため機器の製作工程が全体工期に占める期間が長く、計画管理上特に注意を要する。機器に関連する工期は、概略次の構成に区分される。

- 機器設計
- 製造・検査
- 設置・調整・試験

特に、新規の設計・開発要素を伴わない場合の概略工期は次のとおりである。

- 設 計 約 2 ヶ月
- 製造・検査 約 1 2 ヶ月
- 設置・調整・試験 約 3 ～ 7 ヶ月

機器を収容する施設は、最大約 1 0 ヶ月の工期が必要であるが、施設に付帯する設備器材（空調機器、受配電機器）等は、据付開始に先行した製作、輸送期間が必要である。上記施設は機器の据付開始までに完成させる必要があるが、全体工程の中では機器関連工程より短いので、工程上の整合は容易である。

細部は「4.4 施工計画」の中で述べる。

4.1.3 ネパール王国側の負担工事

以下の工事は、ネパール王国側の負担工事として本計画の工程に合わせて実施されるものとする。

(1) レーダーサイト

- レーダーサイトへの電力は空港の主変電所から 3 相 11KV により給電する。これに必要な高圧切替盤の設置スペースは、ネパール政府が主変電所内に準備する。
- 既存給水本管からの分岐工事
- 新局舎に設置する構内電話機のための交換機内線トランクの準備

(2) 運用局舎

- 運用局舎に給電するための低圧電力（重要負荷用）の準備
- 既存給水本管からの分岐工事
- 運用局舎に設置する構内電話機のための交換機内線（中継線）トランクの準備

(3) 訓練センター

- 既存11KV高圧送電線から敷地構内への引き込み工事
- 建物電話端子箱まで局線電話回線の引き込み工事
- 既存取付道路の改修工事

(4) 検 査

- 飛行点検

4.2 基本計画

4.2.1 施設配置位置の選定

空港監視レーダーは、レーダー局舎に設置する送・受信施設とレーダー運用局舎に設置する信号処理および表示装置から構成される。

レーダー運用局舎は、現在の運用施設に近接して配置することが望ましいが、送・受信施設は、レーダー覆域、施設配置上の条件および建設上の条件を考慮して決定する。

航空局は、現在の航空訓練センター（CATC）施設を将来、旧受信所区域に移転することを考えている。このため、新しく整備するレーダー訓練施設は、当該移転予定地に建設し、将来計画との整合を図る。

レーダー局舎の建設位置については、数ヶ所の候補地を選定し、設計方針において述べた条件を満足するサイトを検討した。この結果は次に示すとおりであり、最適位置として空港内サイトが選定された。検討した候補地の位置は、図4.2.1に示すとおりである。

(1) プルチョッキ山候補地

レーダーアンテナの特性に起因して、下方領域に対する覆域が不足する。このため、空港に離発着する低高度航空機のレーダー探知が不可能となる。

(2) ナガラコット山候補地

プルチョッキ山の遮蔽により水平覆域が不十分である。また、遮蔽区域がシアアラプローチ（南方からの主進入路）にかかっている。

覆域図は図4.2.2のとおりである。

(3) チャングナラヤン候補地

チャングナラヤン候補地は近傍遮蔽障害が予想されるため、25m以上のアンテナ鉄塔が必要である。また進入道路の改修および空港とサイト間に多重通信回路の新設が必要である。覆域図を図4.2.3に示す。

(4) トレピーア候補地

本候補地に対する実地踏査は実施されていないが現在の状況から判断して、大規模な進入道路の建設が必要と思われる。覆域図を図4.2.4に示す。

(5) 空港候補地

プルチョッキ山およびチャングナラヤン山によりレーダー覆域に影響を受けるが、南方からの主進入コースは監視可能である。覆域図を図4.2.5に示す。

4.2.2 施設配置計画

カトマンズ空港のレーダー運用局舎、レーダー局舎および教育訓練施設の配置にあたっては、将来計画との整合、建設の容易性、建設工期等を考慮し、図4.2.6から図4.2.10のとおりとした。

4.3 施設計画

4.3.1 空港監視レーダー施設の基本構成

空港監視レーダーは、1次レーダーと2次ビーコンレーダーシステムから構成され、基本的にはレーダー信号およびビーコン信号の送・受信を行なうレーダーヘッド部門とこの信号を遠隔受信して信号処理表示をして運用する運用部門に区別される。

レーダーヘッドを構成する各機器およびアンテナは、レーダーサイトのレーダー局舎に設置され、信号処理、表示機器は運用局舎に設置される。

両者の間は、信号伝送および遠隔監視のため信号制御ケーブルで接続される。

システム設計において、特に配慮すべき点は次のとおりである。

(1) レーダー覆域

レーダー覆域としては、下記条件下において少なくとも高度25,000フィート、最大探知距離60海里の性能が要求される。

— 目標の有効反射面積	2 m ²
— 探知確率	80%
— 誤警報率	10 ⁻⁶

(2) クラッター対策

カトマンズ盆地の地形から判断して、強力なグランドクラッターが予想される。このため、

- I. Q理論に基づくコヒーレント移動目標検知 (MTD)
- 近距離利得制御 (STC) による固定反射の消去

等の技術の適用も考慮する。

(3) 2次レーダー情報による警報

2次レーダーからの信号を処理することにより、次の機能を付加することが望ましい。

- MSAW (最低安全高度警報)
- CN (航空機の衝突予告警報)

なお、レーダー運用のためのVHF対空無線周波数割当および機器の新設が必要である。この無線機はプルチョッキ山に設置し、十分な覆域を確保する。また、予備無線機は現オペレーション局舎に設置する。

レーダー運用のためには、上記無線施設のほかにレーダー管制卓とACC、管制塔の既設管制卓との間に所内通信回線が必要である。

システム概念図を図4.3.1に示す。

4.3.2 施設計画

カトマンズ空港の現施設は、新レーダー施設を収容するためのスペースがないため、レーダーの運用に必要なレーダー局舎、電源局舎およびレーダー運用局舎を空港内に新設する。

また、レーダー管制官および整備技術者の養成施設をチミ旧受信所敷地内に新設する。

(1) 施設概要

1) レーダー局舎および電源局舎

・ 延床面積	
レーダー局舎	198 m ²
電源局舎	104 m ²
アンテナ鉄塔	25 m
・ 階数	平屋建

2) レーダー運用局舎

・ 延床面積	648 m ²
・ 階数	2階建

3) 教育訓練棟

・ 延床面積	690 m ²
・ 階段	平屋建

(2) 主要機器

各施設に設置する主要機器を表4.3.1に示す。

(3) 機器の主要スペック

1) ASR

送信出力	500KW
周波数	Sバンド (2,700 ^{MHZ} ～2,900 ^{MHZ})
発振方式	クライストロン

雑音指数	4.0 dB以下
距離分解能	25海里にて200m以下
方位分解能	25海里にて1.5度以下
誤差	50mおよび0.5度以下

2) SSR

－ 基本性能

モードA	: 8±0.2 μs	識別及び追跡モード
モードC	: 21±0.2 μs	自動気圧高温・送信に対しトランスポンダーの応答を要求

－ 要求性能

ICAO Annex 10の要求性能を満足すること。

3) 信号処理装置

処理範囲	約60海里
処理信号	ASR/SSR
接続表示装置	最大6台
処理機数	120機
アンターブロック表示	ビーコンコード 航空機識別コード 高度/コースト/管制移管 速度/航空機形式 異常表示
リスト表示	26行
RDP接続	オプション
運転方式	デュアル

フライトプラン作成、最低安全高度警報、疑似目標発生および異常接近警報機能があること。

4) 電力設備

レーダー運用局舎およびレーダー局舎への電源は、空港の主電源局舎から低圧および高圧電源によりそれぞれ供給される。各施設への電源は、非常用発動発電機によりバックアップするとともに重要負荷に対しては、無停電電源装置から給電する。

主要諸元

- レーダーサイト : 無停電電源装置 15KVA 15分間保持
非常用発動発電機 120KVA
- レーダー運用局舎 : 無停電電源装置 30KVA 15分間保持

遠隔監視装置

レーダーサイト電源局舎の受配電状況を運用局舎において監視するため、次の項目の監視が可能な遠隔監視装置を設ける。

- (1) 高圧回路遮断器の作動
- (2) 非常用発動発電機の作動状況

訓練センターは高圧受電とし、変圧器により低圧にステップダウンさせる。

5) 教育訓練装置

① 管制官訓練シミュレーター

訓練規模	エリア数 10以上 プログラム数 20
環境設定	風向 360度 風速 0-200ノット クラッター、機器故障状況設定可能
パイロット席	フライトプラン設定 100以上 航跡設定 20プログラム以上 レーダーコントロール航跡数 10以上

② 整備実習教材

ASR	送受信装置 (シングル)	本機に同じ
SSR	送受信装置 (シングル)	同上
実習用教材		

(4) 建築施設

次の計画に基づき建築設計を行なう。

1) 敷地配置計画

① レーダーサイト

レーダーサイトにレーダー局舎、電源局舎およびアンテナ鉄塔を配置する。レーダー局舎と鉄塔の間の距離は、アンテナ整備作業に支障のない範囲で極力近接させ、導波管損失を少なくする。また、鉄塔周辺に作業スペースを確保する。レーダー局舎前面には、車両の回転、駐車スペースを設ける。サイト周辺に囲障、照明設備を設ける。レーダー局舎と電源局舎の配置は、アクセス性を考慮する。

② レーダー運用局舎

レーダー運用局舎は、現空港運用ビル近傍に配置し、両者の間を歩道で接続する。運用局舎前面に駐車スペースを設けるとともに、空港外道路と接続するアクセス道路を設ける。

③ 教育訓練施設

チミ地区にある旧受信所敷地に訓練棟を配置する。訓練棟敷地は、受信所内道路に隣接配置し、周辺に植栽スペースを確保する。

2) 平面計画

① レーダーサイト

レーダー局舎および電源局舎は独立棟とする。各棟の出入口は、機器の搬出入を考慮して、十分な開口面積を確保する。レーダー局舎に機器室、整備員室、トイレおよび湯沸室を設ける。電源局舎は、発動発電機室、無停電電源室および蓄電池室に区分し、屋外に燃料タンクを設置する。レーダーアンテナ鉄塔には、昇降用階段を設け、最上部に作業用スペースと転落防止手すりを設ける。

② レーダー運用局舎

2階建構造のうち、1階を機器室、2階を運用室とする。1階には、床面荷重の大きいレーダー機器、無停電電源装置、蓄電池等を設置する他、トイレ、湯沸室を設ける。2階は、動線を

考慮して、レーダー運用室およびOJT室を配置する。各階には、関係する事務室等を設ける。

③ 訓練棟

訓練棟は平屋建とし、その機能を管制実技訓練と整備訓練に大別して、それぞれ左右にゾーニングする。実習訓練室に教室と隣接させて動線の交差を少なくするとともに、図書室、教官室、事務室、会議室等を設ける。教育施設の特性からトイレ、出入口のスペースを十分に確保し、中央部を中庭とする。

3) 断面計画

① レーダー局舎

機器の最大高を2,500mmと仮定すると、機器の上部に導波管およびケーブルラダー設置スペースとして1,000mmの空間が必要となる。上記機器関連設備と照明器具の離隔距離を考え、有効天井高を4,500mmとする。

② 電源局舎

発動発電機の本体高を1,800mmと推定し、上部空間に消音装置を設けると、2,700mmの有効天井高が必要となる。なお、無停電電源装置の高さは概略2,300mm以下であり、2,700mmの有効高があれば問題はない。

③ 運用局舎1階

機器の最大高を2,000mmとし、上部に500mm以上の空間を確保することにより、有効天井高は2,500mm必要となる。なお、設置機器のケーブルは、すべて床面ピットによる布設を前提としており、ケーブルラダーによるアクセスはない。

④ 運用局舎2階

局舎2階においては、高い寸法の機器は設置されず、ケーブル布設も床下布設を前提としている。このため、各室の有効天井高は2,500mmとする。

⑤ 訓練棟

訓練棟に設置する機器の寸法は、上記各局舎に設置する機器と同じである。このうち、最大寸法の機器はレーダー送・受信機器の高さ2,500mmであると考えられるが、訓練機器の場合は、導波管、ケーブルラダーの必要高に代えて、ダミーロードの取付高が必要となる。このことから、有効天井高は3,500mm確保すれば十分である。

レーダー関連施設の断面計画はすべて機器の設置および保守に必要な有効天井高の要求にかかっている。したがって、断面計画は機器が確定した時点で見直しが必要である。

各施設の平面図および断面図を図4.3.2から図4.3.10に示す。

4) 意匠計画

原則として、化粧レンガによるシンプルなデザインとする。特に、運用局舎においては、既存のターミナル施設等と調和するデザインおよび外装とする。

5) 構造計画

建物は日本建築学会規格コードにより構造設計する。RCはラーメン構造とし、外壁は仕上材は現地産の外装用レンガ積とする。基礎構造は土質調査の標準貫入試験等の結果に基づき設計する。屋根は陸屋根RCスラブ(1/50勾配)とする。

— 自然条件	
地耐力	10~20t/m ² (土質調査の結果による)
風荷重	最大30m/sec
地震荷重	地震係数 K=0.15
— 材料条件	
鉄筋コンクリート	FC=210kg/m ²
無筋コンクリート	FC=135kg/m ²
鉄筋	SD30/JIS

6) 設備計画

① 換気設備

レーダー機器室、シミュレーター室、運用室、無停電電源室にパッケージ型空調設備を設置する。蓄電池室には、防爆型換気扇を設置する。機器の防塵のため、特別な場合を除きルーバーは設けず、外部開口部は密閉可能な構造とする。

② 給排水衛生設備

電源局舎を除く各棟にトイレおよび湯沸、給水施設を設ける。汚水、雑排水はし尿浄化槽で処理後、地下浸透層へ放流する。運用局舎の雨水および汚水は、空港の雨水排水槽および污水管に接続し処理する。

内部仕上表を表4.3.2に示す。

4.4 施工計画

4.4.1 施工方針

本計画はレーダーおよび関連機器の設置、運用を目的としており、建物はこれを運用、維持するための施設として位置付けられる。したがって、施工計画は最終的には機器単体がシステムとして機能を発揮するよう総合的に管理する必要がある。このため、次の点を施工方針とする。

- (1) レーダー機器本体は最長の工程期間を必要としていることから、これを工程上のクリティカルアイテムに指定し、設計、製造、据付、調整および試験の各工程を厳密に設定する。他の機器および施設は、上記の工程に整合させて所望の時期に完成させる。
- (2) ほとんどの機器が汎用性がなく、かつ輸送に長期を要することから、現場における機器の保管、取り扱いを厳格に実施し、欠品、不具合品の発生を抑制する。
- (3) 工事現場が空港内にわたり、また運用中の機器との接続も考えられることから、空港の運用に対する影響がないよう配慮する。このためには、空港の関係者との密接な連携が不可欠である。

(4) 工事は建築、設備、土木工事等を主体とする施設工事と機器の製造、設置、調整工事に大別されるが、施設工事に対する要求の大部分が機器の維持、運用面からの要求に基づいている。しかしながら、現場における工程は、施設工事が先行しているため、両者の密接な調整が不可欠となる。

4.4.2 建設事情および施工上の留意事項

本計画を実施する上で、ネパール王国における工事上の大きな問題点はなく、工事範囲もDCAの管理する敷地内にあるので、新たな用地取得等もなく、工事工程への影響はないものと思われる。

工事区域は空港内2ヶ所、空港外2ヶ所となるが、運用局舎区域を除き道路の状況が悪く、車両は4輪駆動車を原則とする。また、雨期には雨量に関係なく道路の決壊、水没がみられ、一般的に地質も安定していない。したがって、このような現地状況を十分考慮した機材配備、工程管理を行なうものとする。

4.4.3 施工計画

本計画のように、各種の分野にまたがる施工においては、相互の密接な調整と工程上の連携が重要である。詳細設計の後、施設建設に着手するが、建設工程は機器の製造工程と現地における施設建設、およびこれに続く機械の据付、調整の工程に大別できる。

機器の調整試験は、構成品単体の試験から順次総合的な性能試験へと移行することとし、試験段階における工程上の手戻りを最小限に留めるように留意する。総合試験終了後は、飛行試験を含む運用試験を実施するが、この試験はレーダーの各種性能について実運用と同一条件下で試験し、性能の限界を確認するものである。施設の完成、引き渡しは、全試験が終了し仕様書に規定する性能を満足することが確認された後となる。なお、工程の各段階における主要な活動は、次のとおりである。

(1) 詳細設計

詳細設計は、基本設計に基づき現地調査を踏まえて実施する。なお、設計分野が多岐にまたがるため、設計全体の矛盾、欠落を避けるための相互調整が重要である。

(2) 機器製造

契約後機器の製造が開始されるが、工場製作段階においては、少なくとも