

国際協力事業団
ボリヴィア共和国
運輸通信省

ボリヴィア共和国

エルアルト国際空港近代化計画

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

無調二
CR(1)
94-015

国際協力事業団
ボリヴィア共和国
エルアルト国際空港近代化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

02
157
RPS
RARY
15-015

JICA LIBRARY



111279411

国際協力事業団

26251

国際協力事業団
ボリヴィア共和国
運輸通信省

ボリヴィア共和国

エルアルト国際空港近代化計画

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

日本国政府はボリヴィア共和国政府の要請に基づき、同国のエルアルト国際空港近代化計画にかかる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7月26日から8月15日まで当事業団九州国際センター所長 細野 豊を団長とし、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、ボリヴィア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いたしました。帰国後の国内作業の後、当事業団無償資金協力調査部基本設計調査第二課の木邨 洗一を団長として、平成5年11月8日から11月19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 殿

今般、ボリヴィア共和国におけるエル・アルト国際空港近代化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致します。

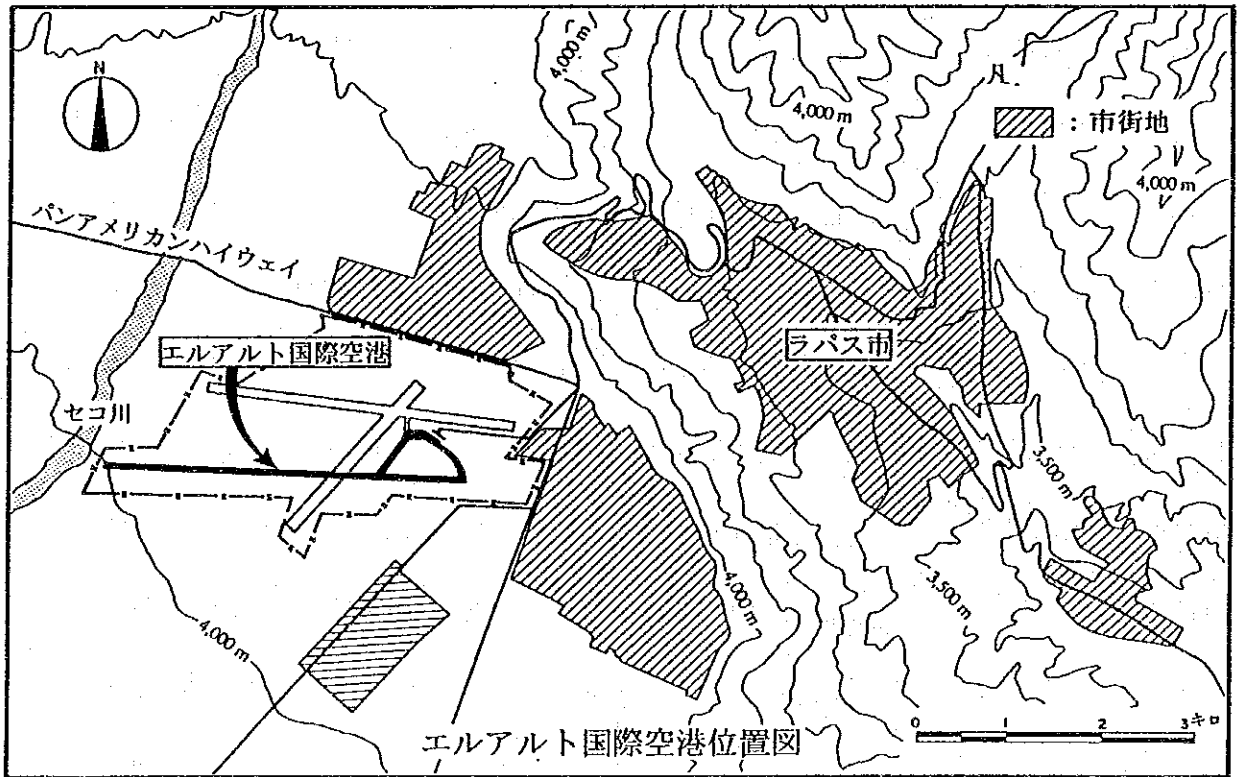
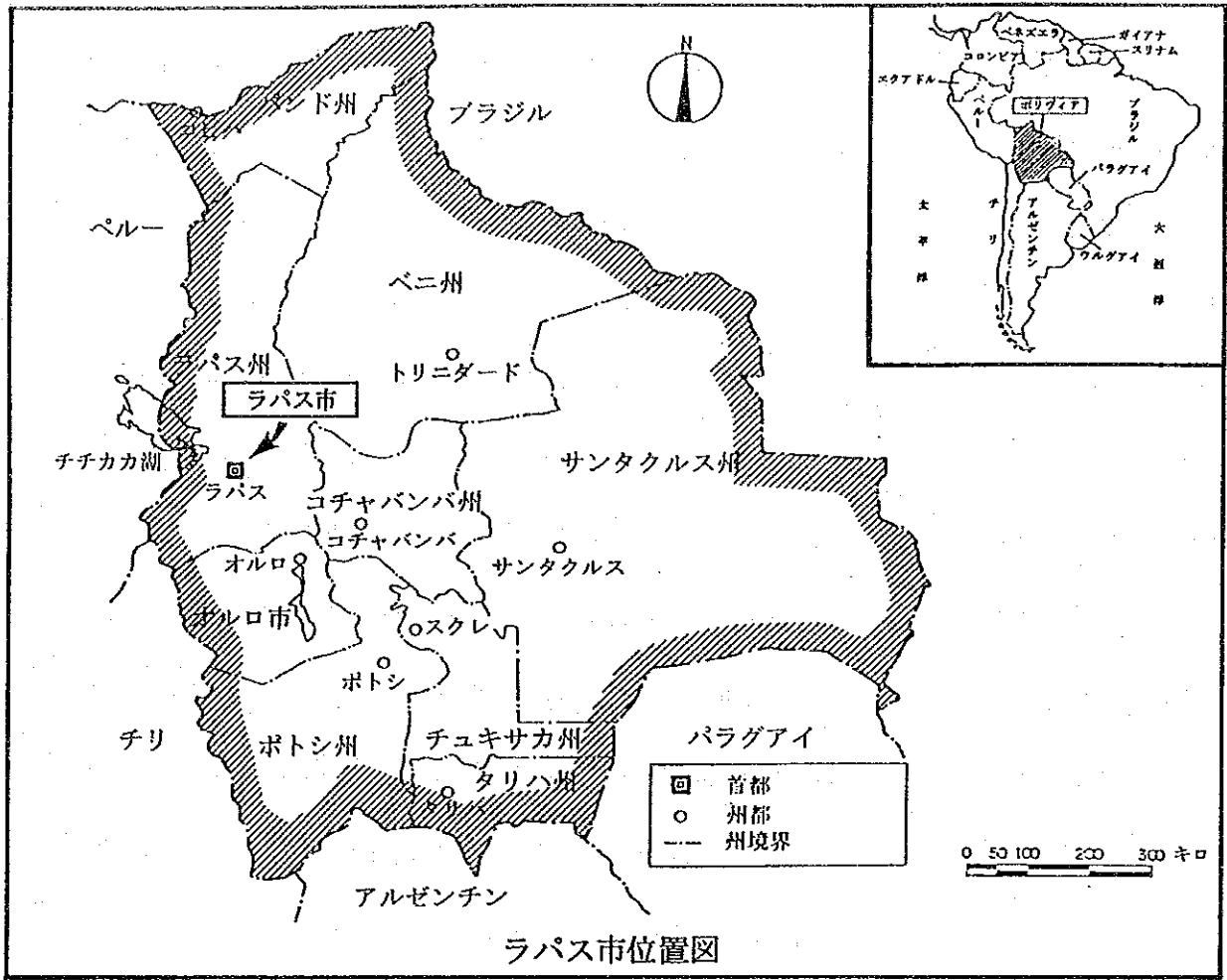
本調査は、貴事業団との契約に基づき、弊社が、平成5年7月20日より平成6年1月20日までの6ヶ月間にわたり実施してまいりました。今回の調査に際しましては、ボリヴィアの現状を十分に踏まえ、本計画の妥当性を検討するとともに、日本の無償資金協力の枠組みに最も適した計画の策定に努めてまいりました。

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り、お礼を申し上げます。また、ボリヴィアにおける現地調査期間中は企画調整省、運輸通信省および空港公団、JICAボリヴィア事務所、在ボリヴィア日本国大使館の貴重な助言とご協力を賜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致す次第です。

平成6年1月

株式会社パシフィック コンサルティング インターナショナル
ボリヴィア共和国
エル・アルト国際空港近代化計画
基本設計調査団
業務主任 田中 全人



調査位置図

要 約

要 約

ボリヴィア国は南アメリカ大陸の中央部に位置する内陸国である。国土面積は日本の約3倍の約110万km²、人口640万人（1992年）を有し、地理的に、高原地帯、溪谷地帯および低地地帯の3つの地域に分けられ、3階建ての国とも呼ばれている。エルアルト国際空港は、ラパス市の西方約15kmに位置している。ラパス市は憲法上の首都であるスクレ市に対し、ボリヴィアの政治、経済の中心であり実質的な首都である。

ボリヴィア国の運輸交通は人口が広い国土に分散していること、および、厳しい地形的条件により地上交通輸送機関の整備が立ち遅れていることから、ボリヴィアの航空輸送は国際および国内の効率的・効果的交通機関として重要かつ不可欠である。

ボリヴィアの航空輸送は首都ラパスに位置するエルアルト空港を中心に国際線路線網が設定され、また、ラパス、トリニダード、コチャバンバ、サンタクルス、スクレおよびタリハを基幹として国内線路線網が設定されている。

国際空港はラパスのエルアルト空港、サンタクルスのヴィルヴィル空港およびコチャバンバ空港の3ヶ所である。この他にも国内定期路線空港として、レイエス、ルレナバケ、サンボルハ、スクレ、タリハ、トリニダードの6ヶ所がある。さらに、この他にも滑走路だけの飛行場もあり、大小すべてを合わせると約40の飛行場がある。

これらの状況のもとに、制約のない国際線航空輸送を確保し、国際経済活動を促進するため、ボリヴィア第2の都市でありボリヴィアの工業開発の観点からみて、戦略上の地域であるサンタクルス市に1984年ビル・ビル空港が建設された。しかしながら、ボリヴィア国の表玄関であるエルアルト空港は、拡張整備が極めて重要であったにもかかわらず、困難な予算事情により1966年の現滑走路の供用開始以来需要および安全運航に対応するための積極的な改善がなされないままになっていた。このため、大部分の施設は老朽化し、安全性に対する信頼性も低下し、さらに増加する航空需要にも対応できない状況にある。

1987年にこうした問題を解決するために、国際協力事業団（JICA）による「エルアルト空港近代化計画調査」が実施され、この調査において、2005年を計画目標年次とした空港のマスタープランが策定された。この枠組みの中で1997年を目標年次とした第1期整備計画のフィージビリティが調査され、旅客ターミナル施設の拡張、滑走路、エプロンの改修および離着陸時の航行安全対策についての提言が行なわれた。しかしながら、この第1期整備計画は実現されないまま、現在に至っている。

1991年には、同空港周辺で貨物輸送機が墜落し、航空保安施設（本報告書では航空保安施設を広義に解釈して着陸援助施設、管制施設、通信施設、気象施設、航空灯火を含めるものとする。）の近代化の必要性が改めて重要視された。同空港に設置されている航空保安施設はほとんどの機材について、スペアパーツの入手が不可能になっており、故障が即、機能停止という憂慮すべき事態にあり、航空機の安全運航に不安を抱きながらの運用状況にある。また、機材の一部は機能低下による誤動作が発生し、航空会社から苦情を受けている。このため、航空機の安全な運航に不可欠な航空保安施設への信頼性は大幅に低下している。

ボリヴィア国政府は、同空港が抱えるこうした問題を解決するため、航空保安施設の整備を最優先項目として位置付け、日本政府へ無償資金協力を要請してきたものである。

日本国政府はボリヴィア国政府の要請に基づきエルアルト国際空港近代化計画のための基本設計調査を行なうこととし、国際協力事業団がこれを実施した。国際協力事業団は基本設計調査団を平成5年7月26日から8月15日までボリヴィア共和国へ派遣し、同国政府の要請について協議するとともに、必要な現地調査と資料収集、その分析を行なった。

その結果、航空機の安全運航を確保するために、必要最小限の機器、付帯施設、およびその更新に必要な付帯施設を対象として計画を行なうことが適当と判断された。

エルアルト空港は、ボリヴィア飛行情報区（FIR）内の航空交通管制（ACC）、飛行情報の提供（FIC）、ラパス管制区の管制（TMA）、エルアルト空港の飛行場管制（APP、TWR）の機能を持っており、これらの管制および通信業務および着陸援助に必要な航空保安施設（着陸援助施設、航空管制施設、航空通信施設、航空気象施設、航空灯火）および電源供給施設、機器を収容する管制機関、機器室用建物など、付帯施設を本計画の構成要素とする。

無償資金協力の対象となる、エルアルト国際空港近代化計画基本設計の内容は下記のとおりである。

- (1) 計器着陸装置、VHF全方向レンジ、距離測定装置、無指向性無線標識などの着陸援助施設の更新
- (2) 管制卓、交信記録装置、指向信号灯などの管制施設の更新
- (3) VHF対空通信施設、HF対空通信施設、その他VHF/HF通信施設、マイクロウェーブ回線、航空固定通信用飛行情報メッセージ交換機などの通信施設の更新

- (4) 滑走路自動気象観測施設、衛星ファックス受信装置などの気象施設の更新
- (5) 空港を休止せずに機材を更新するために必要な管制塔および機器室などの建築施設の建設
- (6) 滑走路灯、誘導路灯、風向灯、飛行場灯台、航空灯火制御・監視装置などの航空照明施設の更新
- (7) 滑走路ショルダー、ターニングパッドの新設
- (8) 上記施設に電力を供給する受変電施設、予備発電機などの電源施設の更新
- (9) 機材維持管理用測定器およびメンテナンス工具の整備

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より28ヶ月となる。また、概算事業費は37.04億円（日本国側負担経費36.91億円、ボリヴィア国側負担経費0.13億円）となる。

本計画実施後は、精度の良い、また信頼性の高い航法、着陸援助情報を提供することができ、管制、通信のサービスレベルの向上を通じ、航空機の安全な運航確保に大きく寄与することができる。

また、本計画が同国の表玄関として国際的にまた国内的に重要な拠点であるエルアルト空港において、安全な離着陸を確保し、航空交通手段を維持してゆくことは、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。さらに、本計画の運営管理についてもAASANAの体制は人員、資金とも十分で何ら問題ないと考えられる。

目 次

序 文
伝 達 状
調査位置図
要 約

	ページ
第1章 結 論	1
第2章 計画の背景	3
2. 1 社会・経済・自然条件	3
2.1.1 自 然	3
2.1.2 社 会	3
2.1.3 経 済	4
2. 2 運輸交通の現状	4
2.2.1 道 路	4
2.2.2 鉄 道	6
2. 3 航空交通の現状	8
2.3.1 空 港	8
2.3.2 路 線 網	8
2.3.3 航空旅客数	11
2. 4 空港施設・航空保安施設の現状	13
2.4.1 概 況	13
2.4.2 空港施設	13
2.4.3 着陸援助施設	14
2.4.4 管制施設	20
2.4.5 通信施設	20
2.4.6 気象施設	30
2.4.7 照明施設	30
2.4.8 電源システム	32
2. 5 関連プロジェクトの概要	36
2. 6 要請の経緯と内容	37
第3章 計画の内容	43
3. 1 目 的	43

3. 2	要請内容の検討	43
3. 2. 1	計画の妥当性・必要性	43
3. 2. 2	実施・運営計画	44
3. 2. 3	他国援助の内容	45
3. 2. 4	計画の構成	45
3. 2. 5	要請施設、機材の内容	46
3. 2. 6	技術協力の必要性	48
3. 2. 7	協力実施の基本方針	48
3. 3	計画の概要	48
3. 3. 1	実施機関および運営体制	48
3. 3. 2	計画地の位置および状況	51
3. 3. 3	施設、機材の概要	58
3. 3. 4	維持、管理計画	62
第4章	基本設計	63
4. 1	設計方針	63
4. 2	設計条件の検討	65
4. 3	基本計画	66
4. 3. 1	敷地・配置計画	66
4. 3. 2	施設計画	66
	(1) 着陸援助施設	66
	(2) 管制施設	69
	(3) 通信施設	71
	(4) 気象施設	76
	(5) 照明施設	77
	(6) 電源施設	81
	(7) 建築施設	82
	(8) 土木施設	87
4. 3. 3	基本設計図	89
4. 4	施工計画	114
4. 4. 1	施工方針	114
4. 4. 2	建設事情および施工上の留意事項	114
4. 4. 3	施工・管理計画	115
4. 4. 4	資機材調達計画	115
4. 4. 5	実施工程	116
4. 4. 6	概算事業費	119

資料編

- A. 調査団組織
- B. 調査日程
- C. 協議議事録
- D. 面談者リスト
- E. 収集資料リスト
- F. SCOPE OF WORK (計画範囲と数量)
- G. 航空会社からのヒアリング結果

略 語 表

A A S A N A (Administracion de Aeropuertos y Servicios Auxiliares a la Navegacion Aerea)	空港・航行援助施設管理公団
A B N (Aerodrome beacon)	飛行場灯台
A C C (Area Control Center)	航空交通管制 (部)
A F T N (Aeronautical Fixed telecommunications network)	国際航空固定通信網
A M (Amplitude modulation)	振幅変調方式
A P P (Approach Control)	進入管制 (所)
A P T (Automatic picture transmission)	自動画像送信
A T C (Air traffic control)	航空交通管制
A T S (Air traffic services)	航空交通業務
A T S D (ATS direct speech circuit)	航空交通業務直通回線
Cat.- I (Category- I)	精密進入を行う最低の高度が滑走路進入端を含む水平面の上方60m以上である運用
Cat.- II (Category- II)	精密進入を行う最低の高度が滑走路進入端を含む水平面の上方60m未満である運用
C C T (Constant Current Transformer)	定電流変圧器
C O B E E (Compania Boliviana de Energia Electrica)	ボリビア国電力公社
C W (Continuous wave)	連続波
D C (Direct current)	直流
D M E (Distance Measuring Equipment)	距離測定装置
E N T E L (Empresa Nacional de Telecomunicaciones)	ボリビア国電話社
F I C (Flight information center)	飛行情報センター
F I R (Flight information region)	飛行情報区
F M (Frequency modulation)	周波数変調方式
H M (High frequency)	短波 (3-30MHz)
I C A O (International Civil Aviation Organization)	国際民間航空機関
I L S (Instrument Landing System)	計器着陸方式施設
I L S / G P (ILS glide path)	グライド・パス
I L S / L L Z (ILS localizer)	ローカライザー
I L S / M M (ILS middle marker)	ミドルマーカ
I S B (Independent Sideband)	単側波帯
L A B (Lloyd Aereo Boliviano)	ロイド・ボリヴィアーノ航空
L T T (Landline teletypewriter)	有線テレタイプ回線
M A S (Manual Air Simplex)	A1の手送り単信方式
M E T (Meteorological)	気象の

M P X (Multiplexer)	多重化装置
N D B (Non-directional beacon)	無指向性無線標識
P A L S (Precision Approach lighting system)	精密進入灯
P A P I (Precision approach path indicator)	精密進入角指示灯
P C M (Pulse code modulation)	パルスコード変調
R E D L (Runway edge lights)	滑走路灯
R E H L (Runway end lights)	滑走路終端灯
R E I L (Runway end identification lights)	滑走路末端識別灯
R T F (Radio telephone)	無線電話
R T H L (Runway threshold lights)	滑走路末端灯
R V R (Runway visual range)	滑走路視程
R W Y (Runway)	滑走路
R X (Receiver)	受信機
S A M (South America)	南アメリカ地域に割り当てられた周波数
S C R (Sylister controlled regulator)	定電流調整器
S M C (Surface movement control)	地上移動管制
S S B (Single side band)	単側帯波
S S R (Secondary surveillance radar)	2次監視レーダー
T - D M E (Terminal DME)	ターミナル用距離測定装置
T M A (Terminal Control Area)	ターミナル管制区
T R X (Tranceiver)	トランシーバー
T W R (Aerodrome control tower)	飛行場管制 (塔)
T W Y L (Taxiway edge lights)	誘導路灯
T X (Transmitter)	送信機
U H F (Ultra high frequency)	極超短波
U P S (Uninterrupted power supply)	無停電電源供給装置
U S B (Upper side band)	上側側帯波
V F R (Visual flight rules)	超短波 (30-300MHz)
V H F (Very high frequency)	有視界飛行または管制塔上部の管制室
V O R (VHF Omni-directional Radio Range)	V H F全方向レンジ
W E F A X (Weather facsimile)	気象用ファックス

第1章 緒 論

第1章 緒 論

ボリヴィアの航空輸送は首都ラパスに位置するエルアルト空港を中心に国際線路線網が設定され、また、ラパス、トリニダド、コチャバンバ、サンタクルス、スクレおよびタリハを基幹として国内線路線網が設定されている。

同国の「空の玄関」であるエルアルト空港の重要性は極めて高い。当空港は1966年に現在の滑走路、誘導路およびエプロンが完成し、1970年に旅客ターミナルビルの供用が開始された。しかしながら、供用開始以降、空港施設の抜本的な改良・拡張がほとんど実施されなかったため、大部分の施設が老朽化し、安全性に対する信頼性も低下し、さらに増加する航空需要にも対応できない状況にある。1987年には、こうした問題を解決するため、国際協力事業団（JICA）による「エルアルト空港近代化計画調査」が実施された。この調査において、2005年を計画目標年次とした空港マスタープランが策定され、その枠組みの中で1997年を目標年次とした第1期整備計画のフィージビリティが調査された。しかしながら、この第1期整備計画は実現されないまま、現在に至っている。

1991年には、同空港周辺で貨物輸送機が墜落し、航空保安施設（本報告書では航空保安施設を広義に解釈して着陸援助施設、管制施設、通信施設、気象施設、航空灯火を含めるものとする。）の近代化の必要性が改めて重要視された。同空港に設置されている航空保安施設はほとんどの機材について、スペアパーツの入手が不可能になっており、故障が即、機能停止という事態を憂慮せざるを得ず、航空機の安全運航に不安を抱きながらの運用状況にある。また、機材の一部には機能低下による誤動作が発生し、航空会社から苦情を受けている。このため航空機の安全な運航に不可欠な航空保安施設への信頼性は大幅に低下している。

ボリヴィア国政府は、同空港が抱えるこうした問題を解決するため、航空保安施設の整備を最優先項目として位置付け、日本政府へ無償資金協力を要請してきたものである。

日本国政府はこの要請を受けて、本計画について基本設計調査を行なうこととし、国際協力事業団が国際協力事業団、九州国際センター所長 細野 豊 を団長とする基本設計調査団を、平成5年7月26日から8月15日までボリヴィア国に派遣し、空港・航行援助施設管理公団（AASANA）、その他同国政府関係者と本計画についての協議を通して下記の調査を実施した。

- (1) 要請の背景の確認
- (2) 要請の具体的内容および規模の確認

- (3) 他国からの無償資金協力の内容の確認
- (4) 施設計画予定地の踏査
- (5) 運営・維持管理計画
- (6) ボリヴィア国の自然・社会・経済条件
- (7) エルアルト国際空港の現状
- (8) 建設事情一般

調査団は、平成5年8月4日にボリヴィア国政府関係者との間で調査結果に基づく双方確認事業について協議議事録を取り交わした。帰国後、調査団は現地での協議内容、収集資料等の検討、およびそれらに基づく基本設計を行ない、平成5年11月8日から19日にかけてボリヴィア国政府関係者へのドラフトレポートの説明を行なった。その結果、基本設計調査報告書(ドラフト)について基本的な合意に達し、11月16日に双方の代表者が協議議事録に署名した。本報告書は以上の調査結果を踏まえ、帰国後さらに国内において必要な検討と修正を行なって、その結果をとりまとめたものである。なお、調査団の構成、調査日程、主要面談者リストおよび協議議事録の写しは資料編に添付した。

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

ボリヴィア国は南アメリカ大陸の中央部に位置する内陸国であり、国土面積は日本の約3倍の約110万km²である。ボリヴィア国は地理的に、高原地帯、溪谷地帯および低地地帯の3つの地域に分けられ、3階建ての国とも呼ばれている。高原地帯は標高約4,000mの東西アンデス山脈に囲まれている。古くから鉱業開発が行なわれており、人口の過半数がこの地域に集中している。

溪谷地帯は標高1,500mから3,000mの、東アンデス山脈からアマゾンに広がる地域であり、人口の約30%がこの地方に居住している。この地域は穀物と果物を高原地帯に供給している。

低地地帯は、溪谷地帯の東からブラジルとパラグアイ国境に広がる熱帯の広大な低地である。この地域は他の地域と比較して開発が遅れており、人口の約20%がこの地方に居住している。

ボリヴィア国の気候は上記の3地域によって大きな違いがある。高原地帯は亜寒帯、溪谷地帯は温帯から亜熱帯、低地地帯は熱帯にそれぞれ属している。12月から3月の夏は雨期であり、この時期は毎日午後に激しい雨が降る。

事実上の首都であるラパス市は高原地帯のほぼ中央に位置し、標高3,600mにある世界最高所の首都である。人口は約119万人で、ボリヴィア国最大の都市であり、アンデス山系に取り囲まれた盆地にあり、市の東南には標高6,402mのイリマニ山がある。

2.1.2 社会

ボリヴィア国の人口は約640万人であり、アイマラ系、ケチュア系のインディオ55%、混血32%、白人13%の割合である。宗教はキリスト教徒が多く、国民の94%がカトリック、3%がプロテスタントである。言語はスペイン語が用いられているが、アイマラ語、ケチュア語も用いられている。

2.1.3 経 済

ボリヴィア国のGNPは45億 2,600万ドル（1990世界銀行）、1人当たりGNPは620ドルである。各産業のGNPに占める割合は、農業21%、製造業14%、鉱業9%、石油関連6%となっている。

主な輸出品は、鉱物資源、天然ガスそれに木材、砂糖が続いている。鉱物資源は輸出品全体の約41%、天然ガスは24%である。最近の傾向として砂糖、木材の比率が増えてきている。主な輸出相手国はアルゼンチン22%、アメリカ合衆国17%、イギリス7%、ペルー5%、ブラジル5%であり、日本は1%である。

輸入品目は、消費財21%、原材料および半製品39%、資本財40%である。輸入相手国は、アメリカ合衆国20%、ブラジル17%、アルゼンチン11%であり、日本は7%である。日本との貿易は総輸出の90%を鉱物資源が占め、他には木材8%、コーヒー2%となっている。日本からの輸入品は、自動車55%、電気機械・機器42%、残りは鉄鋼製品、鉄鋼3%である。

2. 2 運輸交通の現状

2.2.1 道 路

ボリヴィア国の道路は、幹線道路（Red Fundamental）、補助道路（Red Complementaria）、地域道（Red Vecinal）に分類されている。それぞれの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

道路種類区分	舗装道路	舗装率	砂利道	土 道	合 計
幹線道路	1,649	22.9%	3,394	2,169	7,212 (16.8%)
補助路線	95	1.5	2,407	3,638	6,140 (14.3%)
地域道	121	0.5	6,209	23,146	29,476 (68.8%)
計	1,865	4.4%	12,010	28,953	42,828 (100.0%)

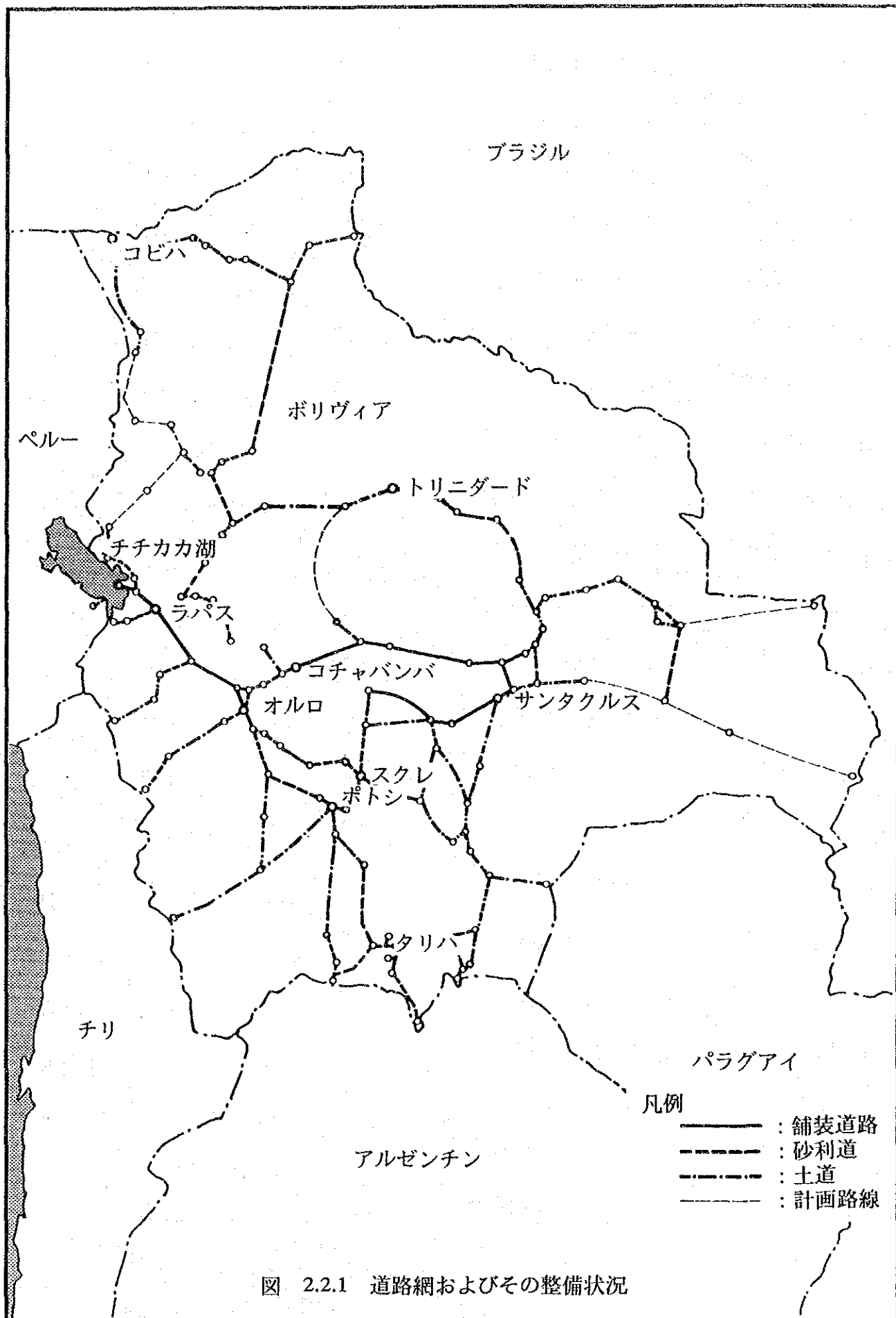


図 2.2.1 道路網およびその整備状況

この表から明らかなように、各道路の舗装率は非常に低い。土道は雨期の際に通行が遮断されることが多くある。

ボリヴィア国の道路網の基幹は3系統ある。第1系統はパン・アメリカンハイウェイの一部を成す、ペルー国境の町デサグアデロより発し、首都ラパス、オルロ、ポトシを通過してアルゼンチン国境ベルメホを結ぶ国道1号線である。第2系路はオルロからコチャバンバを通過し、サンタクルスへ至る国道4号線。第3系路はサンタクルス・ヤクイバ道路と呼ばれる補助路線で、サンタクルスからアルゼンチン国境へ向かって南下する国道9号線と6号線である。ボリヴィア国の道路整備は、鉱物資源に恵まれた高地部を中心に行なわれてきたが、高地部と低地部を結ぶ道路や都市間を結ぶ道路は、急峻な地形のために整備が著しく遅れている。

2.2.2 鉄 道

ボリヴィア国の鉄道網は西と東の2つのネットワークに分けられる。西はラパス、オルロ、ポトシ、チリおよびアルゼンチンを主とするアンデス線(2,373km)、東はブラジル国境から西へ進み、サンタクルスを通過後南下し、アルゼンチンに至る東部線(1,440km)である。鉄道網を図2.2.2に示す。

東西、各主要都市間のネットワークは道路交通網と比較するとよく整備されているが、地形的制約のために国土全域の鉄道網は完備されていない。特にサンタクルスとコチャバンバを結ぶ重要なルートがまだ完成されていない。また、北部地域には鉄道は無い。

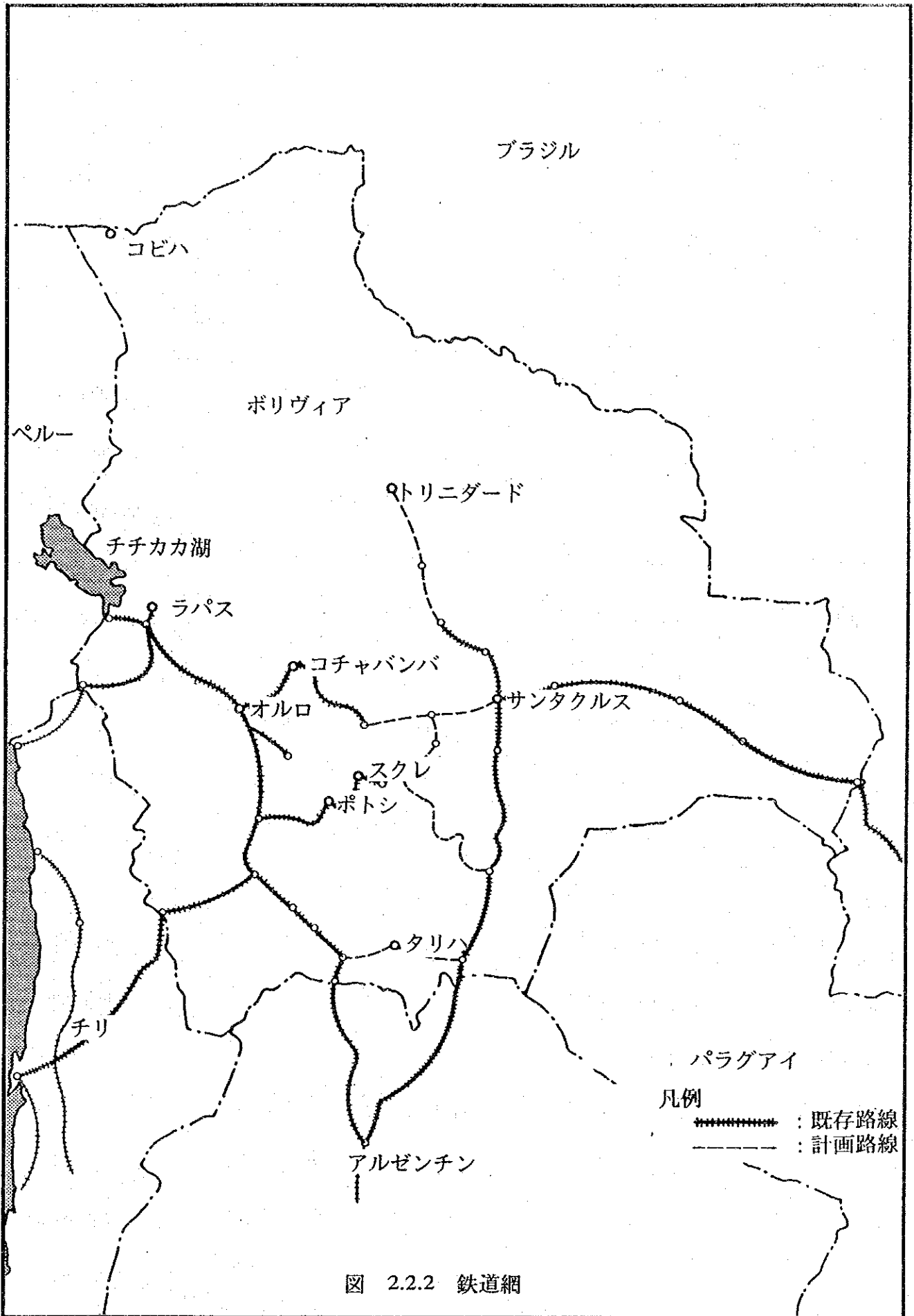


図 2.2.2 鉄道網

2.3 航空交通の現状

2.3.1 空 港

先に述べたように、地形的制約のため陸上交通の整備が遅れているので、航空交通はボリヴィア国内交通の重要な位置を占めている。特に陸上交通が良く整備されていない北東部低地帯の都市と中心都市間で発達している。

国際空港はラパスのエルアルト空港、サンタクルスのヴィルヴィル空港およびコチャバンバ空港の3ヶ所である。この他にも国内定期路線空港として、レイエス、ルレナバケ、サンボルハ、スクレ、タリハ、トリニダードの6ヶ所がある。さらに、この他にも滑走路だけの飛行場もあり、大小すべてを合わせると約40の飛行場がある。

2.3.2 路 線 網

国際線の路線網を図2.3.1に、国内線の路線網を図2.3.2にそれぞれ示す。

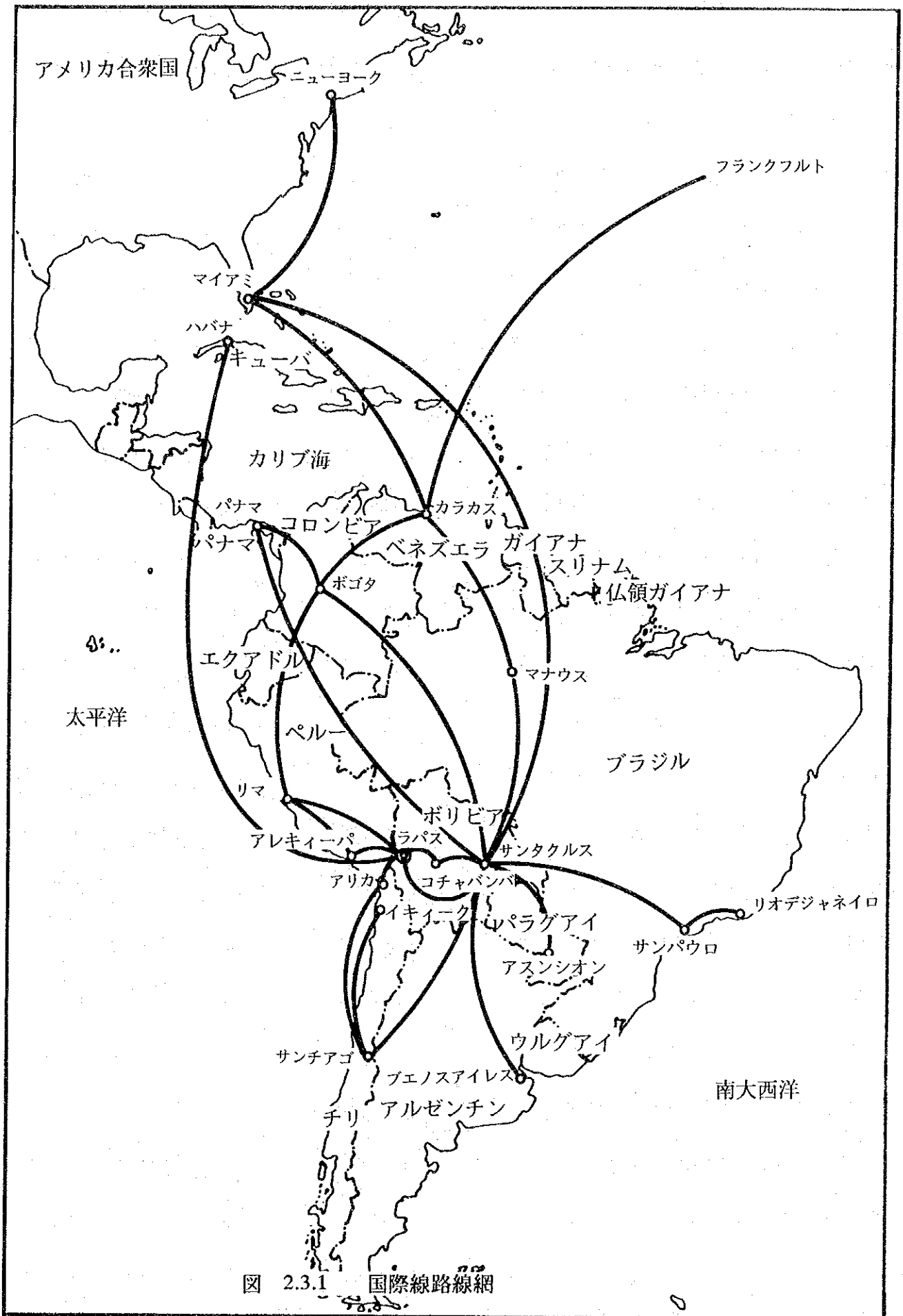


図 2.3.1 国際線路線網

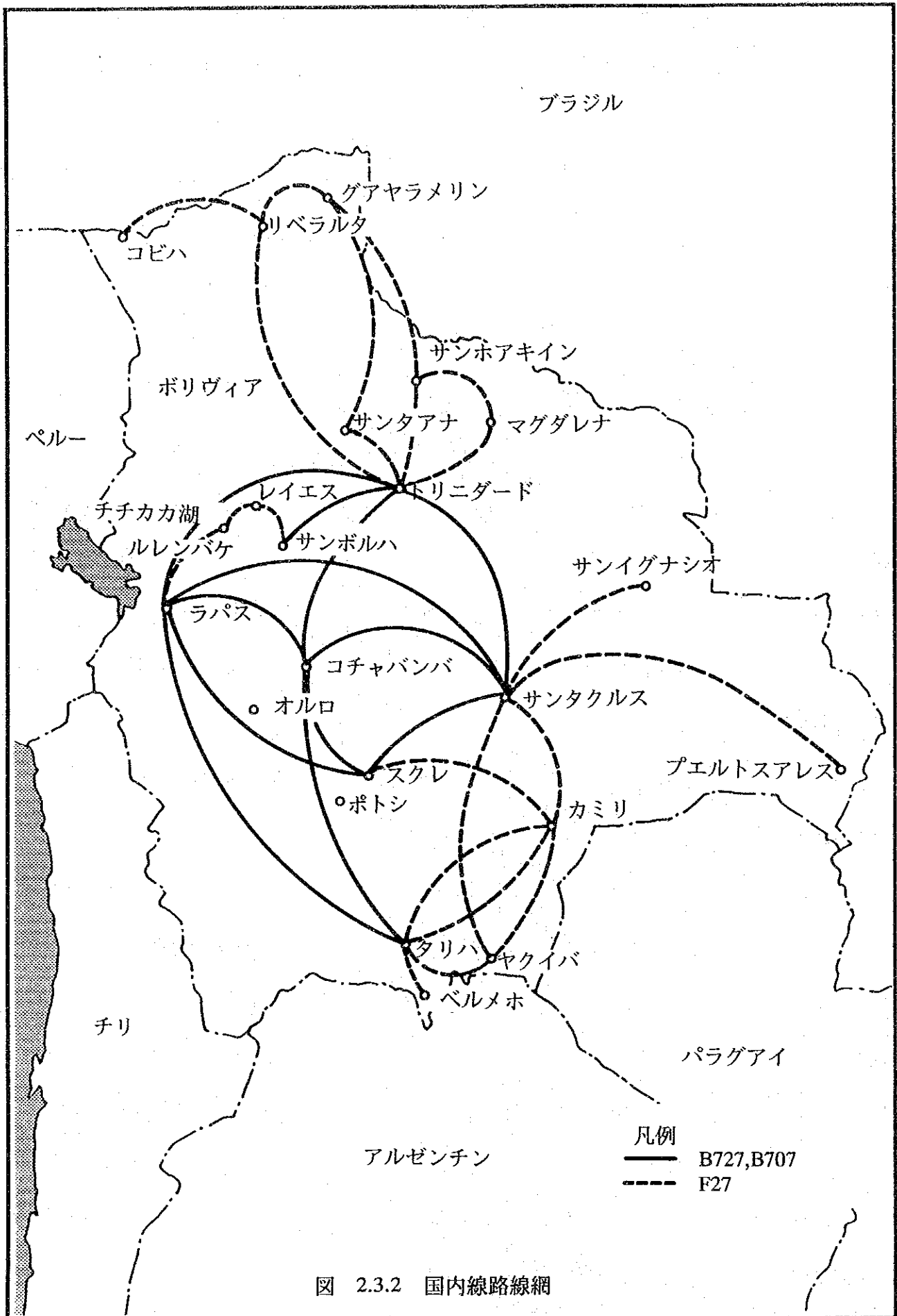


図 2.3.2 国内線路線網

エルアルト空港は国際線路線によって南アメリカ大陸諸国、アメリカおよびヨーロッパの国々と結ばれている。エルアルト空港に乗り入れている航空会社はロイド・ボリビアーノ航空（L A B）、ペルー航空、ルフトハンザ航空、アルゼンチン航空、チリ航空、ヴァリグ航空およびアメリカン航空の7社である。当空港に乗り入れている国際線は現在ほぼ満席状態であり、メキシコ、キューバ、エクアドル、スペイン等の国も乗り入れを希望している。就航機材はB727が多く、国際線路線で使用されている最大機材は、L A Bにより運行されているA310である。国内の都市間の定期便路線は主にL A Bによって運行されている。また、その他の大小国内航空会社が様々な小型機を用いて国内路線が運行されている。

2.3.3 航空旅客数

ボリヴィア国の国際線年間旅客数を図2.3.3に、年間貨物量を図2.3.4に示す。

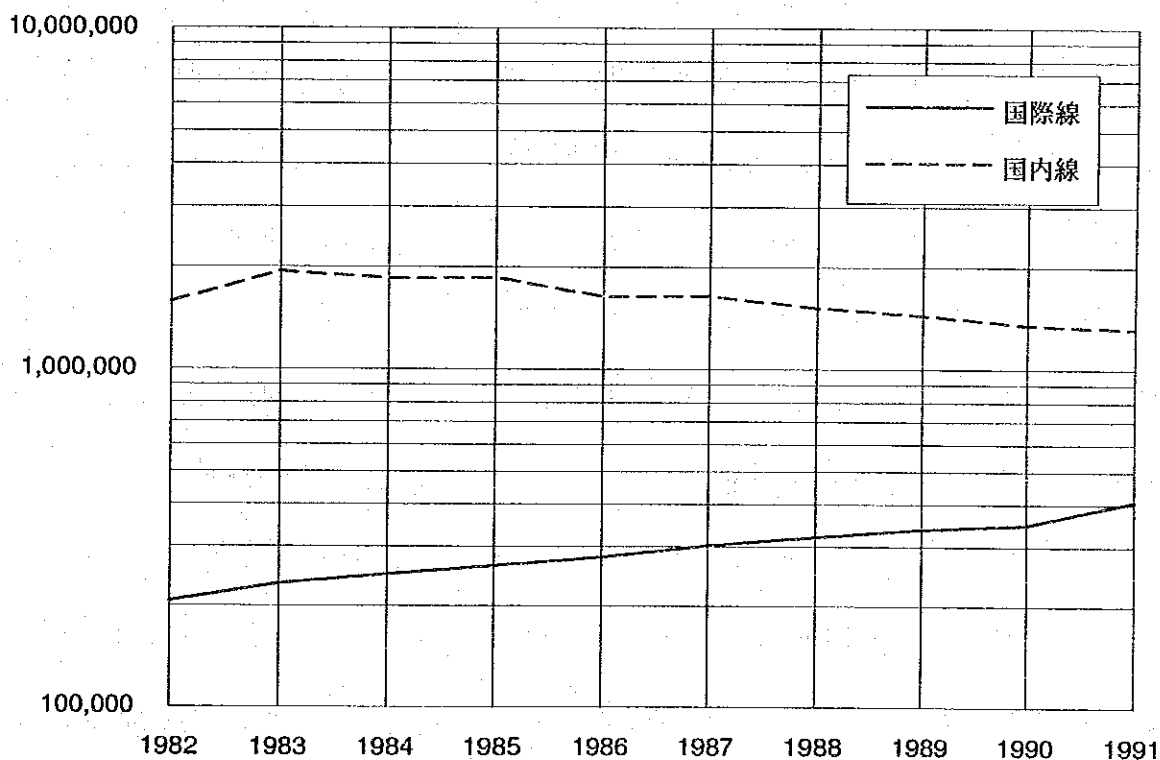


図 2.3.3 年間航空旅客

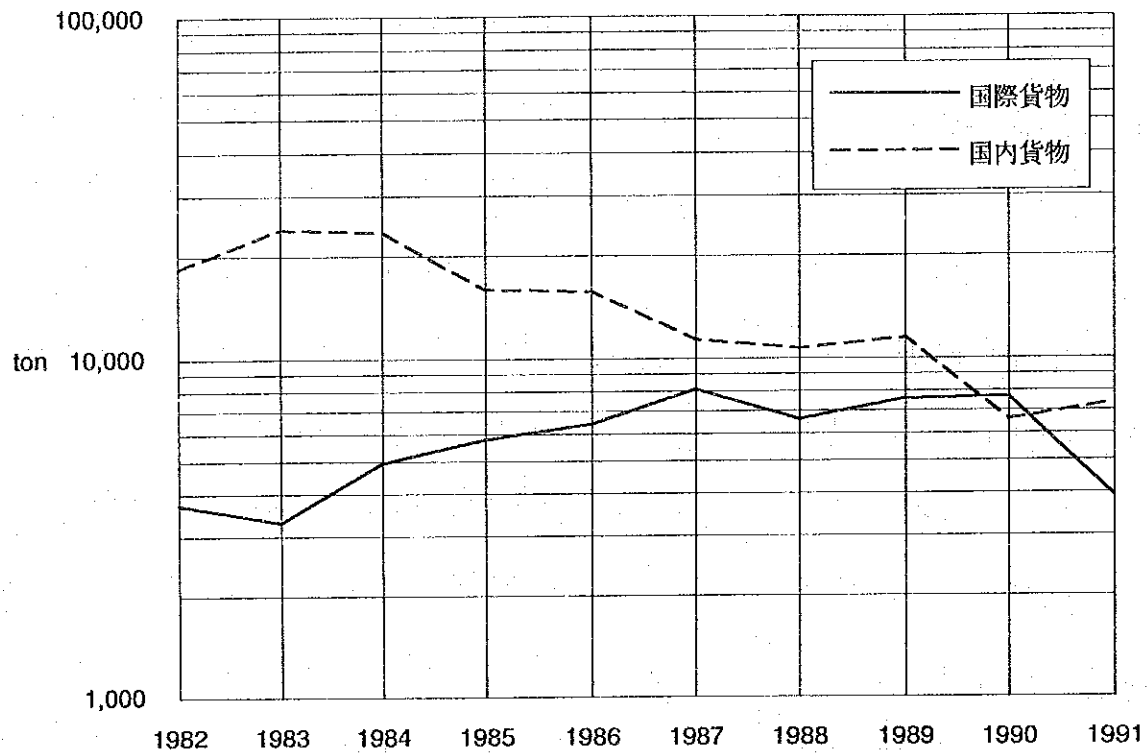


図 2.3.4 年間航空貨物

現在のエルアルト空港の取扱交通量を表2.3.1 に示す。

表 2.3.1 年間旅客数および貨物量

	年間旅客数 (1991)			年間貨物量 (トン)		
	国内線	国際線	計	国内線	国際線	計
ポリヴィア全国	1,316,724	406,420	1,723,144	28,616	6,418	35,034
エルアルト空港 (シェアー)	351,818 (27%)	165,809 (41%)	517,627 (30%)	7,355 (26%)	3,927 (61%)	11,282 (32%)

エルアルト空港は国内線旅客の27%、国際線旅客の41%、および全体の旅客の30%をそれぞれ占めている。

2. 4 空港施設・航空保安施設の現状

2.4.1 概 況

1930年ボリヴィア国政府より運航許可を受けたPAN AMERICAN GRACE AIRWAYS (PANAGRA) がボリヴィア国内の各地に飛行場を建設し、エルアルト空港を基地として、国内各州へのフライトおよびブエノスアイレス、ペルーのアレキパへの国際線を就航させていた。1965年PANAGRAと、1950年代より同じくエルアルト空港を基地に独自の通信施設、ターミナルビルを保有して航空輸送を運営していたBRANIFF航空会社の2社が合併し、その営業範囲を拡大した。そのなかで、エルアルト空港の航空輸送近代化のため、それまでの砂利を転圧したのみの簡易滑走路にかわって、コンクリート舗装の本格的な現滑走路が1966年に完成し供用を開始した。これと並行して、それまでPANAGRA とBRANIFF両社が所有していた無指向性無線標識施設 (NDB)、通信施設、管制塔を1967年10月16日にAASANAへ渡し、その管理・運営がAASANAに移管された。さらに、1970年には現ターミナルビルが供用を開始し、これに伴ない1970年代から1980年代にかけ、対空通信施設、着陸援助施設、航空灯火等も順次設置され国際空港としての機能、サービスが整備された。

しかし、現滑走路、ターミナルビルでの供用開始以降、ターミナルビルの抜本的な改良・拡張はなされず、合併会社より移管されたNDB、通信施設の老朽化は著しく、また、1970年代から1980年代に設置された対空無線施設、着陸援助施設、航空灯火等の機材はすでに旧式のものとなり、その機能の低下が著しいうえスペアパーツの入手さえ困難となっている。このため、これらの施設の老朽化による機能の低下は、航空機のエルアルト空港への飛行および着陸に際し、安全性に対する信頼性の低下を招いている。

2.4.2 空港施設

(1) 滑 走 路

滑走路は3本あるが、実際に使用されている主滑走路は09R/27Lである。他の2本の滑走路は舗装されておらず、稀に小型機が使用している。主滑走路は25年以上前にコンクリートスラブで建設され、滑走路長は4,000m、幅は46mである。現在以下の問題がある。

- 一 滑走路には多くのクラックがある。これは滑走路の舗装強度が不足しているためである。

- 勾配は1.55%であり、これは国際民間航空機関（I C A O）の勧告の1%を超えている。しかし、地形的な制約から勾配を改善することは難しい。
- ショルダーは舗装されていないので、エンジンプラストによる小石の吹き上げで機体に傷がついたり、滑走路灯が破損するなどの問題が報告されている。
- 滑走路09末端にターニングパッドが無いが、ターニングパッドは09側からの離陸と、27側からの着陸の際に必要である。

(2) 誘導路

滑走路と同様に誘導路も勾配がI C A Oの勧告を超えている。また、舗装強度も不足している。

(3) エプロン

旅客ターミナルビル前の定期使用のエプロンも、勾配がI C A Oの勧告を超えていて、舗装強度も不足している。また、駐機スポット数は需要に対して不足している。小型機使用事業および貨物使用のエプロンは舗装されていない。

(4) 旅客ターミナルビルディング

約23年前に建設された旅客ターミナルビルは、その寸法、基本的コンセプトなど現在のジェット機による航空輸送に合っておらず、約7,600㎡の床面積は現在の需要にさえ不十分で施設の容量限界を越えている。また、旅客ビル内の旅客の歩行動線が複雑であること、カーブフロント長が大幅に不足していること、旅客のための情報提供施設が不十分であること、ビルの電気、機械設備が老朽化しており、機能低下が目立っていること等、根本的な問題を抱えているが、既存ビルを抜本的に改良することは構造的に、経済的に極めて困難である。

2.4.3 着陸援助施設

(1) 空域利用

エルアルト空港に係る進入管制区は、図2.4.1に示すようにラパスV H F全方向レンジ/距離測定装置（V O R / D M E）を中心として半径55海里の空域が指定されており、航空路はラパスV O R / D M Eに集中して設定されている。

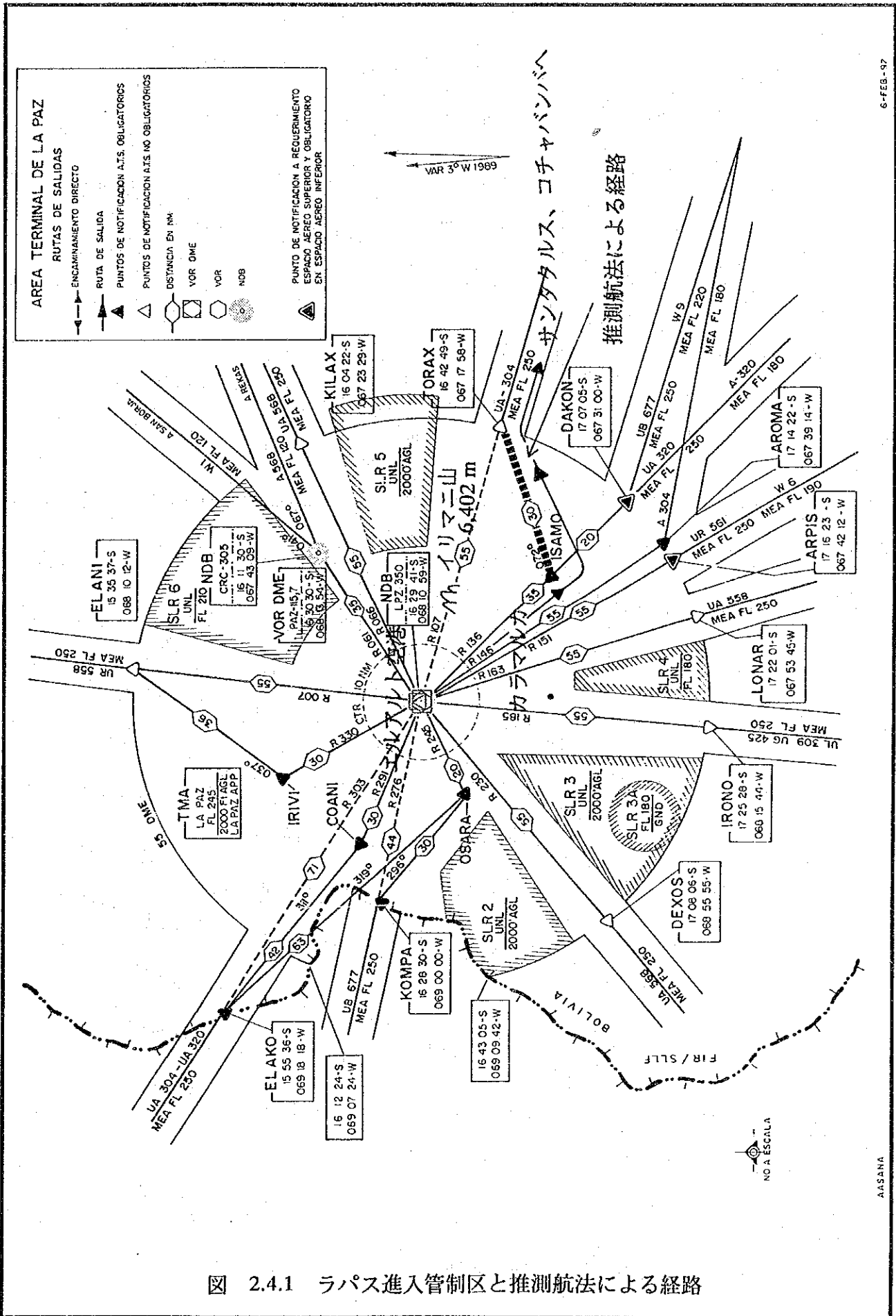


図 2.4.1 ラパス進入管制区と推測航法による経路

表2.4.1 着陸援助施設

機器名	周波数	出力	数量	設置場所	製造メーカー	設置年	電源供給	備考
ILS / LLZ	110.3 MHz		Dual	RWY 09	Philips	1983	DC 28 v	Category-I, one frequency Batteries capacity 2 hours
ILS / GP	335.0 MHz		Dual	RWY 09	Philips	1983	DC 28 v	GP=2.5 degree, Null reference
ILS / DME	40 X		Dual	RWY 09	Philips	1983	DC 28 v	Outer maker not provided
ILS / MM	75 MHz		Dual	RWY 09	Philips	1983	DC 28 v	
VOR	115.7 MHz	100 W	Dual	0.6 NM from RWY 09 THR	Philips	1982	AC 220 V with 15 KVA EG	Coverage 180 NM
DME	104 X	1 KW	Dual	Co-located with VOR	Wilcox	1975	Ditto	Tube type, coverage 195 NM
NDB	350 KHz	1 KW	Dual	Off-RWY	Federal Telephone & Radio Corp.	1945	AC 220 V with 20KVA EG	Coverage 250 NM, T type Antenna, 30 m high

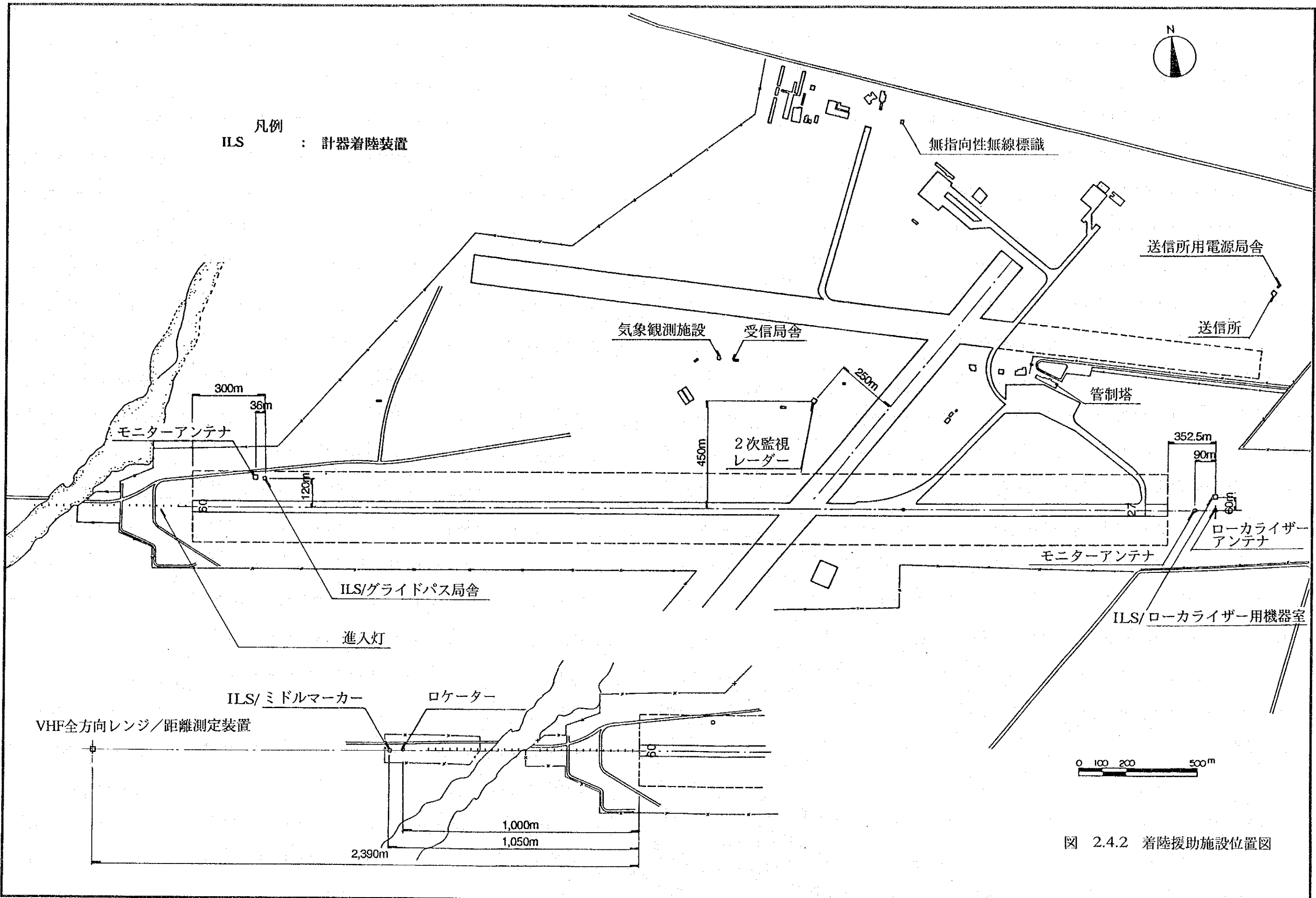


図 2.4.2 着陸援助施設位置図

同空港への進入は、すべてラパスVOR/DME上空に到着した後、定められた進入方式に従い同空港へ進入・着陸することとしている。

また、出発方式については同空港の東側約20海里にあるイリマニ山（海拔6,402 m/21,000フィート）があるため、サンタクルス方面に係る出発方式の一部分（ISAMO-TORAX）は同山を避けるため推測航法による経路となっている。この推測航法による経路はイリマニ山に対し、十分な安全間隔をとって設定はされているが、経路の安全性を更に高めるためにもこの経路を明確に示す航行援助施設の設定が急務と考えられる。

エルアルト空港に設置されている着陸援助施設は、計器着陸装置/距離測定装置（ILS/DME）、VOR/DME、無指向性無線標識（NDB）、およびロケータで、これらの施設の概要を表2.4.1に、また設置位置を図2.4.2に示す。

(2) ILS/DME

ILS/DMEは、滑走路09進入用に設置され、ローカライザーは1周波型、グライドパスは降下角2.5度のヌルリファレンス型である。アウターマーカーは、設置されておらず、代替として、DMEがグライドパスに併設されている。機器はフィリップスによって、1983年に設置されたものである。程度良く維持されているが、寿命であり、また設計そのものが1970年代と古く、スペアパーツの入手が不可能になっている。

(3) VOR/DME

滑走路09進入末端から、滑走路中心線延長線上約2.4kmの地点に設置された標準型（コンベンショナル）VORはフィリップス、1982年製、DMEはウィルコックス、1975年製である。いずれの機器も老朽化が著しく、特にDMEはセラミックチューブを使用した旧式のもので、維持費がかさむとともにスペアパーツの入手が困難となっている。VORの敷地条件は、周囲に障害物が全くなく、極めて良好である。

(4) NDB

NDBは滑走路の北側約1.7kmの場所に設置されており、航空路用とターミナル進入出発用に使用されている。機器はエルアルト空港内で最も古い機械の一つで、

1945年製の真空管使用のものである。NDBの敷地は空港用地外の借地であり、更新にあたっては、空港内に位置変更するよう強い要請が出ている。

(5) ロケーター

ロケーターは滑走路09の末端から約1kmの滑走路中心線延長線上にあり、小型機の進入用に使用されていたが、現在故障している。1968年に設置されたものであるが、製造年月日は不明で、回転式のトーン発生器を使用した極めて旧式の機器である。なお、ロケーターは更新の計画はなく、要請にも含まれていない。

2.4.4 管制施設

エルアルト空港の管制の組織は図2.4.3に示すように航空交通管制センター（ACC）、ターミナル管制（TMA）、進入管制（APP）、飛行場管制（TWR）の4ユニットから構成され、3直4交替の24時間勤務体制で管制官の総数は26名である。この他、管制通信官5名が飛行情報業務にあたっている。

管制センターはターミナルビル4階にあり、約45㎡のスペースにACC管制卓（2席）、ターミナル管制卓（1席）、コーディネーション卓（1席）、飛行情報センター卓（2席）およびスーパーバイザー席が設置されている。なおスペイン製、SSR指示器がターミナル管制卓わきに置かれている。

このスペースは運用するにも狭隘で、既存の運用を阻害せず、これらの管制卓の更新を行なうことは不可能である。

管制塔はターミナルビル5階にあり、約30㎡の広さである。ここに管制卓（3席）が設置されているが、ここも狭隘で、管制卓の更新スペースはない。すべての管制卓は、1968年に製作されたもので老朽化が著しく、ほとんどの機能が使用できなくなっている。

2.4.5 通信施設

航空無線通信施設として以下に述べるような施設があるが、概して機器の設置年代が古く（1945～1972年頃の機器）スペアパーツが入手できなくなっている。予備機からのパーツを抜き取り修理しているので、いずれも二重化（現用／予備）構成の予備機が使用できず、一旦現用機が故障すれば、即、また恒久的に航空管制、または航空通信を中止せざるを得ないような状況にあり、航空機の運航の安全確保の観点から大きな問題がある。

通信施設のまとめとして、機能別周波数表、機器概要をそれぞれ表2.4.2および表2.4.3に示す。またエルアルト空港を中心とする航空固定通信網（AFTN）と、管制用ホットライン（ATS直接通話回線）系統図を図2.4.4および図2.4.5に示す。

(1) 地对空VHF通信施設

現在、ラパス管制センター、進入管制所、飛行場管制の管制機関と飛行情報センターに下記の無線周波数が設けられている。

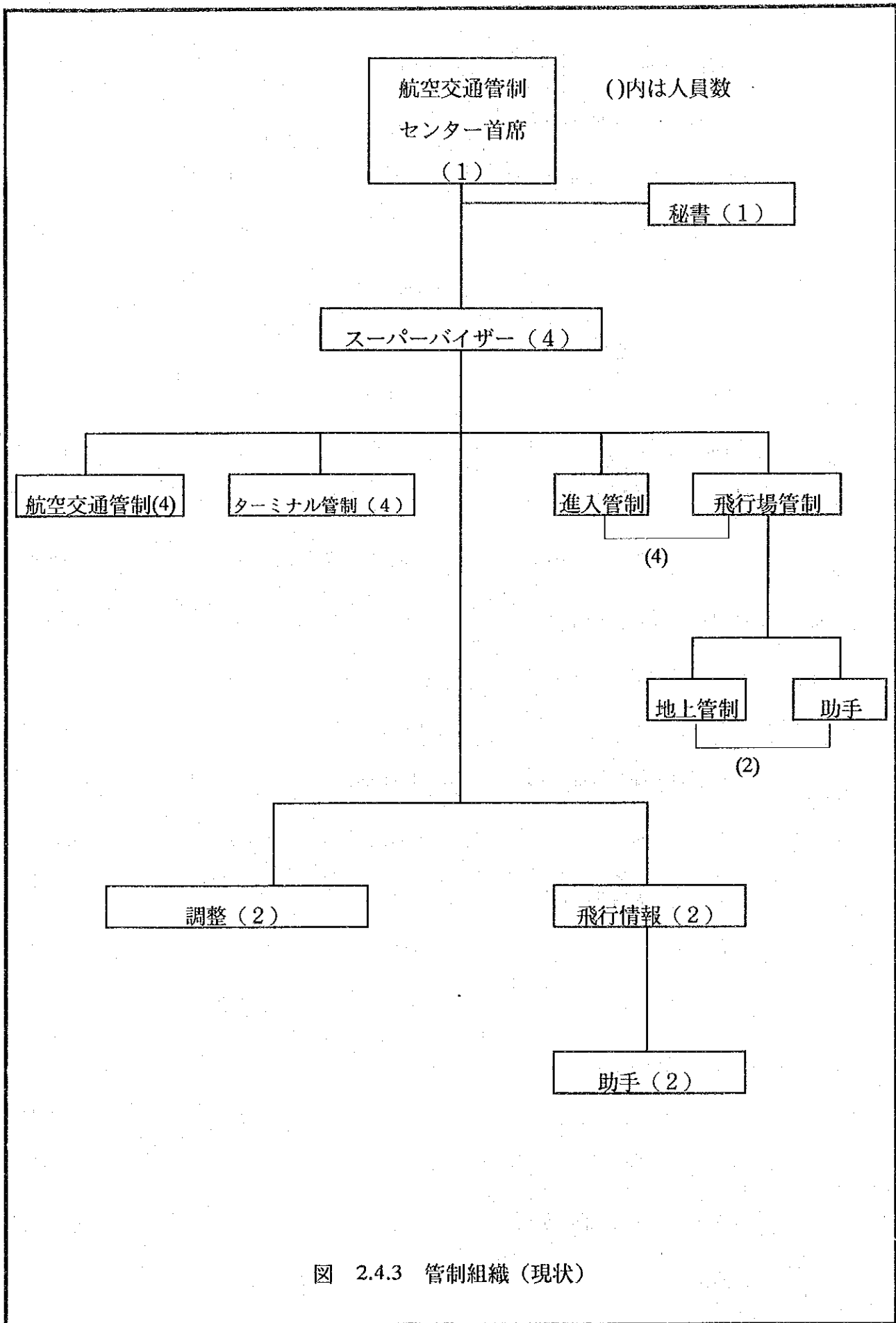


図 2.4.3 管制組織 (現状)

表2.4.2 機能別周波数表 (1)

項目	識別または相手局	チャンネルの形態	周波数		通信手段	備考
			送信周波 KHz or MHz	受信周波 KHz or MHz		
VHF Air-Ground	La Paz Information	A/G	127.1	127.1	VHF/AM	現在、運用休止中 La Paz Tower (118.3MHz) 用に使用している。予備機無し
	LaPaz Control	A/G	128.2	128.2	VHF/AM	エル・アルト空港およびフーノ局
	LaPaz Control	A/G	123.9	123.9	VHF/AM	予備機無し
	La Paz Approach	A/G	119.5	119.5	VHF/AM	予備機無し
	Emergency	A/G	121.5	121.5	VHF/AM	機材無し
	Surface Movement Control	A/G	121.9	121.9	VHF/AM	
	La Paz Tower	A/G	118.3	118.3	VHF/AM	故障中
HF Air-Ground	La Paz Radio	RTF	6,638.0	6,638.0	HF/SSB	3台中2台が動作している。1945年製、350ワット、周波数がICAOの割当にあわない。
	La Paz Control (SAM 1)	RTF	6,649.0 10,024.0	6,649.0 10,024.0	HF/SSB	2台中2台が動作している。1973年製、1KW
	La Paz Control (SAM 2)	RTF	5,526.0 8,855.0 10,096.0	5,526.0 8,855.0 10,096.0	HF/SSB	2台中2台が動作している。1973年製、1KW

表2.4.2 機能別周波数表 (2)

項目	識別または相手局	チャンネルの形態	周波数		通信手段	備考
			送信周波 KHz or MHz	受信周波 KHz or MHz		
AFTN	Lima	LTT	-	-	Microwave	問題無し
	Buenos Aires	LTT	-	-	Satellite	問題無し
	Santa Cruz	LTT	-	-	Microwave	問題無し
	Cochabamba	LTT	-	-	Microwave	問題無し
	Trinidad	LTT	-	-	Microwave	問題無し
	La Paz Regional Airports ; Apolo Charana Oruro Reyes Rurrenabaque San Borja	MAS (Simplex)	2,553.0 6,997.5	2,553.0 6,997.5	HF/CW	予備機無し、1945年製、250 W
	Ditto	RTT/RTF	2,553.0 3,441.0 5,232.0 6,750.0 8,910.0 10,065.0	2,553.0 3,441.0 5,232.0 6,750.0 8,910.0 10,065.0	HF/ISB	予備機無し、1972年製、1 KW
	National use (Back up of AFTN)	MAS (Simplex)	5,810.0	5,810.0	HF/CW	予備機無し、1945年製、250 W
	ATS direct speech	Lima	LTF	-	-	Microwave
Ezeiza (Argentine)		LTF	-	-	Microwave	問題無し
Santa Cruz		LTF	-	-	Microwave	問題無し
Cochabamba		LTF	-	-	Microwave	問題無し
La Paz Regional Airports ; Apolo Charana Oruro Reyes Rurrenabaque San Borja		RTF	4,495.0 7,647.5 13,552.0	4,495.0 7,647.5 13,552.0	HF/SSB Simplex	予備機無し 1972年製

表2.4.3 機器概要 (1)

機器名	周波数	出力	数量	設置場所	製造メーカー	設置年	電源供給	備考
VHF A/G La Paz Information	127.1 MHz	50 W	1	TX/RX STN	Collins	1972	AC 220 V	運用休止
VHF A/G La Paz Contorol	128.195 MHz	50 W	Dual	Juno STN	Collins	1972	AC 220 V	
VHF A/G La Paz Contorol	128.205 MHz	50 W	Dual	TWR EQ	Collins	1973		受信機：予備機無し
VHF A/G La Paz Contorol	123.9 MHz	50 W	1	TX/RX STN	Collins	1972	AC 220 V	
VHF A/G La Paz Approach	119.5 MHz	50 W	1	TX/RX STN	Collins	1972	AC 220 V	
VHF A/G Emergency	121.5 MHz							現在、機器無し
VHF A/G SMC	121.9 MHz	10 W	1	Tower	COMCO	1972	AC 220 V	トランシーバー
			1	Fire Stn				
VHF A/G Tower	118.3 MHz	50 W	1	TX/RX STN	Collins	1972	AC 220 V	
HF A/G La Paz radio	6,638.0	350 W	3	TX/RX STN	Aeronautical Com./USA	1945	AC 220 V	1台故障
HF A/G La Paz Control	SAM-1 6,649.0 10,024.0	1 KW	Dual	TX/RX STN	Scientific Radio Sys./USA	1972	AC 220 V	

表2.4.3 機器概要 (2)

機器名	周波数	出力	数量	設置場所	製造メーカー	設置年	電源供給	備考
HFA/G La Paz Control	SAM-2 3,749.0 5,526.0 8,855.0 10,096.0	1 KW	Dual	TX/RX STN	Scientific Radio Sys./USA	1972	AC 220 V	
HFG/G CW La Paz Regional	2,553.0 6,997.5	250 W	1	TX/RX STN	Western	1945	AC 220 V	
HFG/G ISB La Paz Regional	2,553.0 3,441.0 5,232.0 6,750.0 8,910.0 10,065.0	1 KW	1	TX/RX STN	SPT/UK	1972	AC 220 V	
HFG/G CW National	5,810.0	250 W	1	TX/RX STN	Western	1945	AC 220 V	
HFG/G ATSDS. Regional	4,495.0 7,647.0 13,552.0	1 KW	1	TX/RX STN	Scientific Radio	1972	AC 220 V	
Radio Link La Paz- Achchicala	408 MHz 420 MHz	5 W	Dual	TWR EQ room	Telectron	1983	AC 220 V	
Ditto- Repeater	—	—	1	TWR EQ room	Telectron	1983	AC 220 V	2 4 チャンネル
AFTN Exchange	—	—	3	COM center	MSL 8000	1975	AC 220 V	UPS for 2 hours
AFTN Teletype	—	—	20	Various	EXTEL			

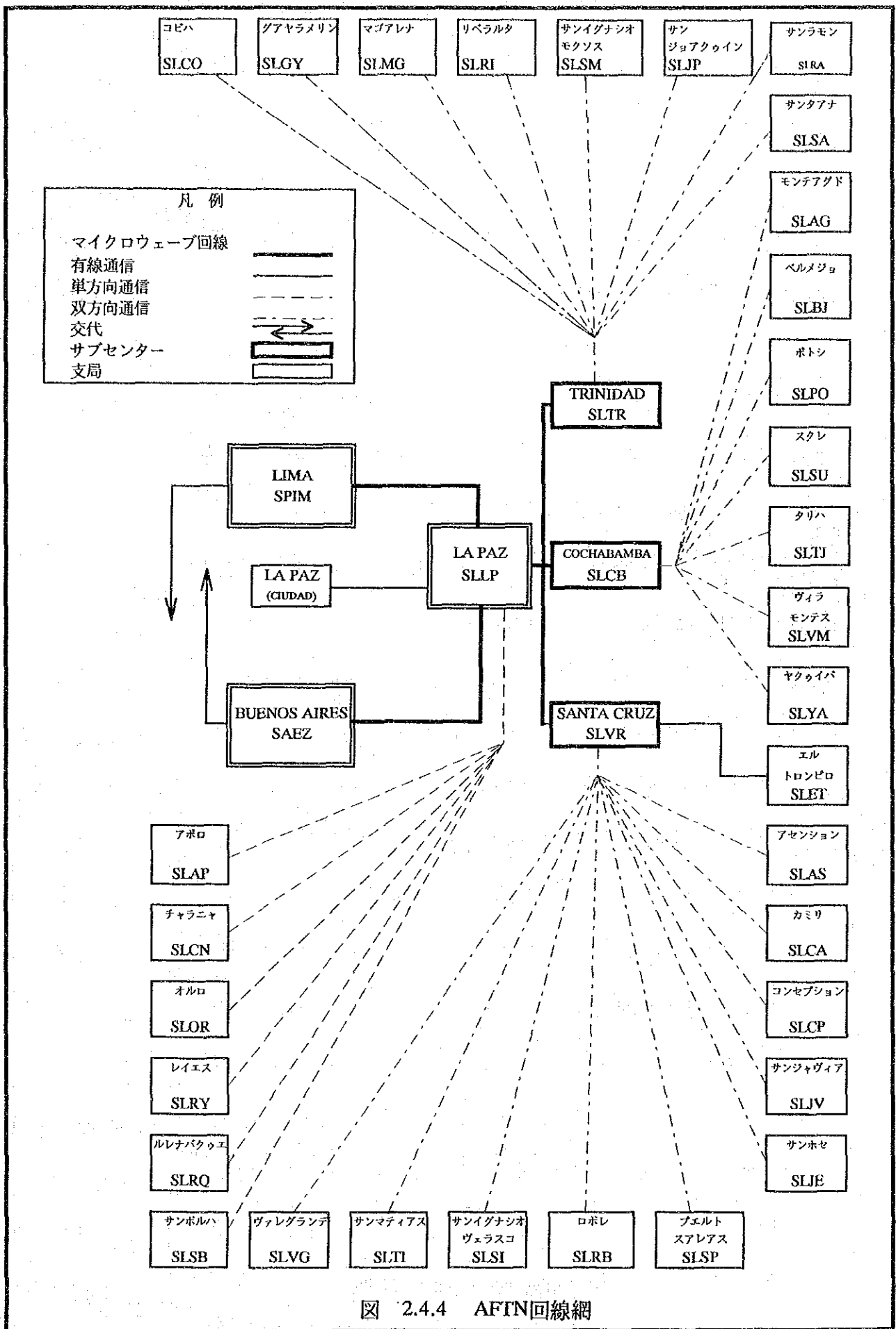


図 2.4.4 AFTN回線網

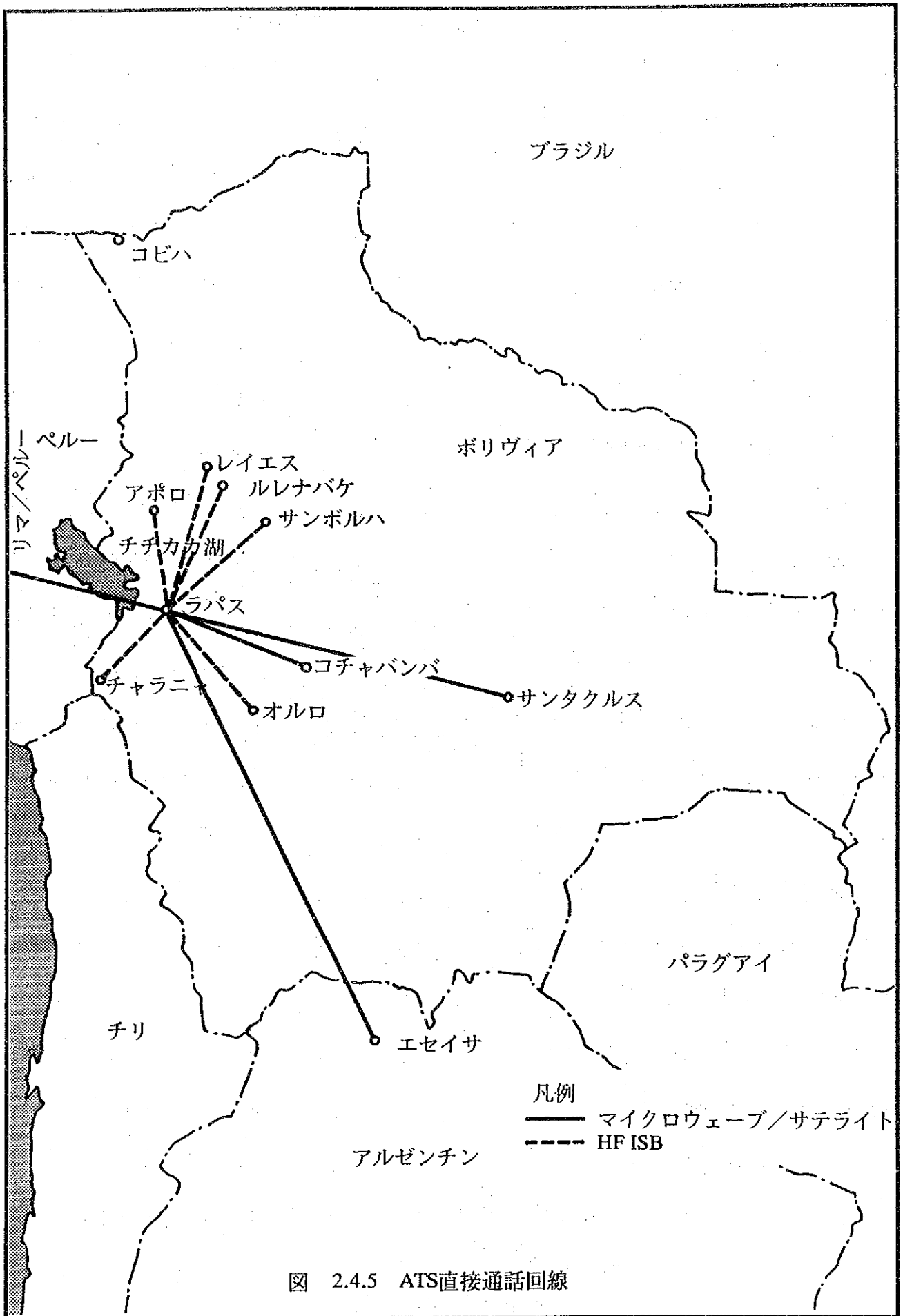


図 2.4.5 ATS直接通話回線

〔ラパス管制センター〕

- | | |
|-----------------|----------|
| ① ラパス コントローラー-1 | 128.2MHz |
| ② ラパス コントローラー-2 | 123.9MHz |

〔進入管制所〕

- | | |
|-------------|----------|
| ③ ラパス アプローチ | 119.5MHz |
| ④ 緊急用 | 121.5MHz |

〔飛行場管制〕

- | | |
|---------------|----------|
| ⑤ ラパス タワー | 118.3MHz |
| ⑥ 地上管制用 (SMC) | 121.9MHz |

〔飛行情報センター〕

- | | |
|-----------------|----------|
| ⑦ ラパス インフォメーション | 127.1MHz |
|-----------------|----------|

このうちラパス コントローラー-1の128.2MHzは、空港内とコチャバンバ近くのフーノ局に送受信所が設けられているが、ボリヴィア飛行情報区の空域すべてをカバーすることができず、ICAOからも被域の拡大が勧告されている。ラパス コントローラー-2は空港内に設置されており、ラパス空港周辺のみのカバーレージとなっている。これらの受送信機は1972年前後に設置されたものがほとんどで、老朽化が著しく、また、スペアパーツの入手が困難なために修理ができずに予備機のない通信施設が多い。また、飛行場管制用の118.3MHzは故障しているために、ラパス インフォメーション用127.1MHzの運用を休止し、これをタワー用の無線機として使用している。特に航空緊急周波数である121.5MHzにいたっては故障しており、修理が不可能で機器が全く使用できない状況にある。

(2) 対空HF通信施設

ラパス管制センターおよび飛行情報センター用に下記の周波数による対空通信施設が設けられている。

〔ラパス管制センター〕

- | | |
|----------------------|-----------|
| ① ラパス コントロール (SAM-1) | 6,649KHz |
| | 10,024KHz |
| ② ラパス コントロール (SAM-2) | 5,526KHz |
| | 8,855KHz |
| | 10,096KHz |

〔飛行情報センター〕

- | | |
|-----------|----------|
| ③ ラパス ラジオ | 6,638KHz |
|-----------|----------|

これらのHF送信機、受信機は、それぞれ空港内の送信所、受信所に設置されている。ラパス コントロール用の送受信機は1972年に設置されたもので、老朽化が著しい。ラパス ラジオ用の送受信機は1945年製で極めて古く、3台の送信機のうち、1台は故障しており、修理不可能である。また、この6,638KHzはI C A Oの割り当て周波数に合致しておらず、6,622KHzに変更する必要がある。

(3) 地対地HF固定通信施設

航空固定通信回線(AFTN)および管制用空港間ホットライン(ATS直接通話回線)のうち国際回線および基幹回線については、電話公社(ENTEL)のマイクロウェーブと衛星回線が使用されているが、地方空港用には経済性の観点から下記のHFが使用されている。

[AFTN]

- | | |
|-------------------|------------|
| ① ラパスー地方空港(6ヶ所) | 2,553.0KHz |
| (モールスによる通信) | 6,997.5KHz |
| | (HF/CW) |
| ② ラパスー全国地方空港 | |
| (マイクロウェーブの代替予備回線) | 5,810KHz |
| | (HF/CW) |

[ATS直接通話回線]

- | | |
|-----------------|---------------|
| ③ ラパスー地方空港(6ヶ所) | 2,553KHz 他5周波 |
| | (HF/ISB) |
| ④ ラパスー地方空港(6ヶ所) | 4,495KHz 他2周波 |
| | (HF/SSB) |

ラパス空港によって統括されている6ヶ所の地方空港(アポロ、チャラナ、オルロ、レイエス、ルレンバケ、サンボルハ)は交通量が少なく、公共電話回線をリースすることは不経済であり、HFによる一斉呼び出し電話、およびモールス回線を使用している。しかし、上記①と②の機器は1945年製で老朽化しており、予備機がない。

③、④の機器は機能として重複しているが、いずれの機器も1972年製で予備機がない。これらの更新にあたっては、③と④の周波数を統合し、1システムのHF送受信機とする必要がある。

(4) 地対地VHF回線

現在、空港内地対地のVHF施設はなく、管制塔と消防車両との交信に航空管制用無線（SMC、121.9MHz）を使用しているが、管制用の無線は使用すべきではなく、専用のVHF-FM回線が必要である。

(5) UHFリンク

エルアルト空港と公共通信網との接続は、UHFリンクと電話ケーブルにより行なわれている。しかし、電話ケーブルによる回線は回線品質が悪く、信頼性も低いため、航空管制、通信用には使用できない状況にある。したがって、空港がリースする管制通信用の電話回線は、すべてUHFリンクによっている。しかし、このリンクは1983年に設置された旧式のものでスペアパーツが入手できなくなっている。多重方式もENTELのPCM（パルスコード変調方式）と異なり、FDM（周波数多重方式）である。

この施設は、エルアルト空港と公共回線を結ぶ要であり、維持管理が容易で、信頼性の高い機器とすることが必要である。

2.4.6 気象施設

全ての空港用気象施設は、1969年から1973年の間に設置されたもので極めて老朽化している。現在使用されている観測施設はマニュアルかつコンベンショナルな施設で雲高測定器、透過率計は設置されていない。また、風向、風速計は管制塔の屋上に設置されており、4,000mの滑走路の風向、風速を示していない。

2.4.7 照明施設

エルアルト空港に整備されている航空灯火は以下のとおりである。

<u>灯火内訳</u>	<u>設置年度</u>
－ 進入灯（PALS、カテゴリーII）09側	1981年
－ 進入角指示灯（PAPI）09および27側	1985年（灯火のみ更新）
－ 滑走路末端識別灯（REIL）09および27側	1981年
－ 滑走路灯（REDL）	1992年（灯火のみ更新）
－ 滑走路末端灯（RTHL）	1992年（灯火のみ更新）
－ 滑走路終端灯（REHL）	1992年（灯火のみ更新）
－ 誘導路灯（TWYL）	1968年
－ 飛行場灯台（ABN）	1985年

(1) 進入灯

滑走路09に精密進入カテゴリⅡの進入灯が設置されている。しかしながら、灯器の縦断勾配は滑走路末端から最初の300m部分でマイナス1.53%となっており、カテゴリⅡの必要条件を満たしていない。なお、当空港の運用は精密進入カテゴリⅠでカテゴリⅡの施設は必要がない。

(2) 進入角指示灯

1969年に設置されたV A S I Sの設備（定電流調整器、高圧ケーブル等）を利用し、灯器のみを設置したものである。

(3) 滑走路末端識別灯

1981年に設置され、現在滑走路末端09、27両サイドに設置されている。

(4) 滑走路灯

1968年に設置された設備（定電流調整機、絶縁トランス、高圧ケーブル等）を利用し、灯火のみ1992年に新型灯器（1990年のI C A Oの勧告による）で更新された。しかし、ショルダー部が舗装されていないため、ジェット機のプラストにより弾かれた小石のためレンズが破損し、機能していない灯火がかなり見受けられた。また、同滑走路にはターニングパットがなく、滑走路末端（特に09側）での無理な航空機の転回（車輪が滑走路を逸脱する）により、滑走路灯を破損している。破損を受けた灯器の補充は限られた予算のなかでおもうように補修されていない。たとえば、破損したレンズの代わりに透明な清涼飲料水の瓶を被せ、電球の保護をしている。なお、灯火の回路は滑走路09、27に対し、左右2回路となっており、千鳥化は図られていない。

(5) 滑走路末端灯および滑走路終端灯

1968年に設置された設備に灯火のみ更新したものである。しかし、灯火の数量および仕様はカテゴリⅠの基準を満たしていない。

(6) 誘導路灯

1968年に設置されたままである。予算の関係で破損した灯器の補充は十分行なわれていない。

(7) 飛行場灯台

1981年に設置され、現在、予備灯火への切り替えは機能していない。なお、空港識別ビーコンは設置されていない。

図2.4.6 にエルアルト空港の既設航空灯火の配置を示す。

2.4.8 電源システム

エルアルト空港は電力会社、COMPANIA BOLIVIANA DE ENERGIA ELECTRICA (COBEE) より6KVの架空線で以下の建物へそれぞれ受電している。

- 旅客ターミナルビル
- 送信所
- NDB局舎

(1) 旅客ターミナルビル

電力会社は6KVの架空で引き込み、ターミナル内の借室で3相4線 380/200Vに降圧後、空港・航行援助施設管理公団(AASANA)へ引き渡している。この電力を上記、送信所およびNDB局舎を除くすべての空港内電力負荷に供給している。負荷の位置がターミナルビルより離れている施設(ILS、VOR、SSR等)については、ビル内で一度6KVへ昇圧後、構内配電路として埋設ケーブルで送電している。これら施設は1970年のターミナル供用後一度も更新されておらず、施設の信頼性は著しく低い。また、構内配電路の埋設ケーブルには避雷設備が考慮されておらず、落雷によるケーブルの焼損を避けられない。

現在設置されている発電機は、旅客ターミナル用を含め以下のとおりである。

<u>供給負荷</u>	<u>容量</u>	<u>設置年数</u>
- ターミナルビル (ILS、SSRを含む)	470KVA	1978年
- VOR局舎	18KVA	1968年
- コントロールタワー	10KVA	1967年
- NDB	20KVA	1978年
- 送信所	110KVA	1974年
- 受信所	7.5KVA	1974年

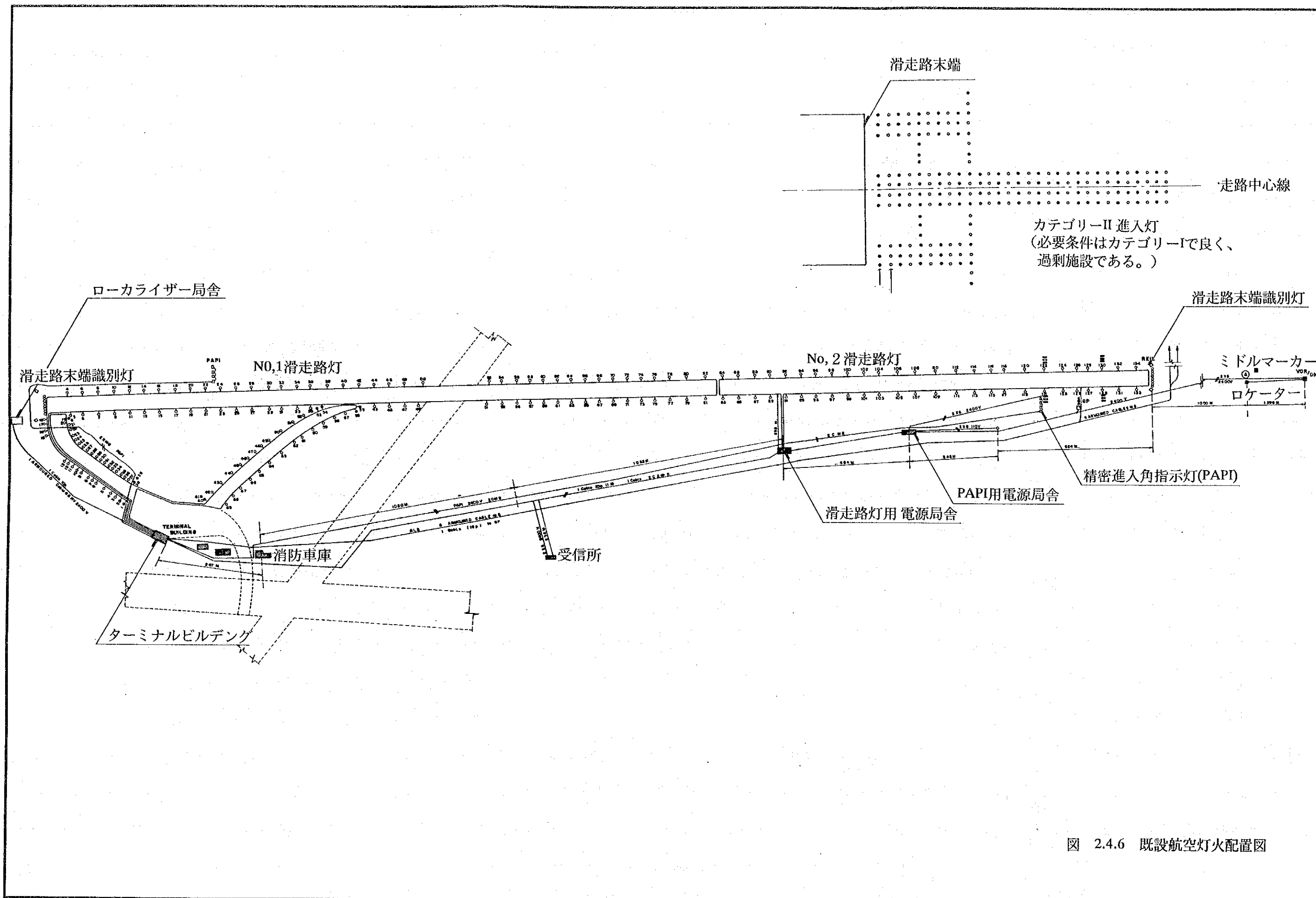


図 2.4.6 既設航空灯火配置図

現地ですべての発電機の起動試験を行なった。結果はどれの発電機も電圧確立までに40秒以上を要しており、カテゴリー I の着陸援助施設の非常電源として求められている I C A O の規定（15秒以内）を満足していない。なお、ターミナルビル用に設置された発電機の現在の負荷はビル関係200KVA、航空保安施設関係200KVAの計400KVAとなっている。

図2.4.7 にエルアルト空港既設電力供給系統図を示す。

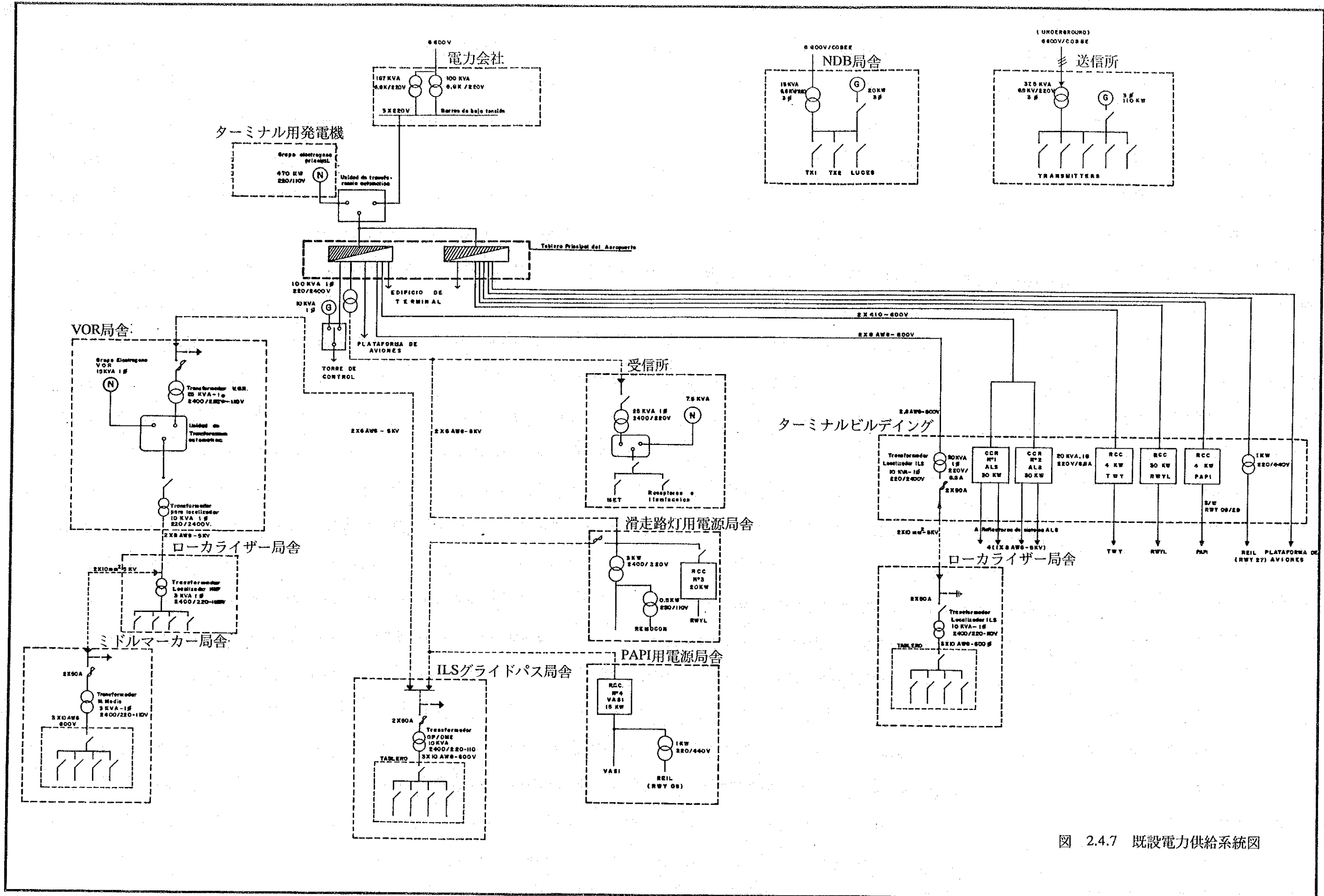


図 2.4.7 既設電力供給系統図

2. 5 関連プロジェクトの概要

1992年に発行された国家開発計画の中で、航空交通セクターにおいて、航空交通量の増大促進のために、全国空港の施設の整備が掲げられており、また、航空機の運航の安全確保のため全国的にバランスのとれた、かつ標準的な航空管制および通信施設の整備が重点目標となっている。しかし、具体的な計画が実施されているのは以下の4空港だけである。

(1) コチャバンバ空港

1987年5月、イタリア国政府の借款によりコチャバンバ新空港の建設が開始され、第1期工事として滑走路、雨水排水、航空灯火が1991年10月完成した。工事費42百万ドルのうち19百万ドルがイタリア国の借款である。また、1992年6月、第2期工事が開始された。第2期工事は新ターミナルビル、管制塔、管理棟、誘導路、エプロンを含み工事費は27百万ドルで現在進行中である。

(2) ドリニダード、コチャバンバ、サンタクルス空港

スペイン国政府の借款により3空港のレーダーおよび航空保安施設の建設計画が予定されている。予算はモノパルス型二次監視レーダー（SSR）、対空通信施設、気象観測施設を含み、21百万ドルの予定である。

2. 6 要請の経緯と内容

現滑走路、誘導路およびエプロンは1966年に完成し、ターミナルビルは1970年に供用が開始された。しかしながら、供用開始以降、空港施設の抜本的な改良・拡張がほとんど実施されなかったため、大部分の施設が老朽化し、増加する航空需要に対応できない状況にある。航空保安施設も当時のまま更新されることなく著しく老朽化しており、航空機へ提供する情報の信頼性低下が憂慮されている。

このような状況から、1987年にJICAによる「エルアルト国際空港近代化計画調査」が実施された。この調査において、2005年を計画目標年次としたマスタープランが策定された。このマスタープランは年間旅客数214万人（国際44万人、国内170万人）に対応する現ターミナル地域の開発展開コンセプト、最終的な開発計画規模および配置計画を示したものである。

このマスタープランの枠組みの中で、1997年の旅客数115万人（国際25万人、国内90万人）および運航回数（26千回）に対応する滑走路のオーバーレイ、一部平行誘導路の新設、エプロンの拡張、16,500㎡の新旅客ターミナルビル、約5,000㎡の新貨物ビル、新たな管制塔と4,000㎡のAASANA庁舎、航空保安施設の機材更新等を含む第1期整備計画のフェージビリティが調査された。しかしながら、この第1期整備計画は実現されないまま現在に至っている。

一方、同空港に設置された航空保安施設は、ほとんどの機材において、スペアパーツの入手が不可能となっており、故障、即、機能停止という事態の発生を憂慮せざるをえず、航空機の安全運航に不安を抱きながらの運用状況にある。また、機材の一部には機能低下による誤動作が発生し、航空会社から苦情を受けている。このため、航空機の安全な飛行に不可欠な航空保安施設への信頼性は大幅に低下している。1991年には、同空港周辺で貨物輸送機が墜落し、航空保安施設の近代化の必要性が改めて重要視された。ポリヴィア国政府は、同空港が抱えるこうした問題を解決するため、航空保安施設の整備を最優先項目として位置付け、日本国政府へ無償資金協力を要請してきたものである。要請された内容について調査団は、ポリヴィア国政府との協議により、本計画を航空機の出発から到着までの安全運航に限定した航空保安施設の近代化計画として位置付けたうえで協議を行なった。

なお、協議の中で、機器単位での要請を、更新機材がシステムとして最大限の機能を発揮できる構成となるよう運用システムを整理し、その中で必要と考えられる機材を最優先させた更新計画となるよう提言した。

また、現在ショルダー部が舗装されていないため、ジェット機のプラストで弾かれた小石による滑走路灯のレンズ破損、およびターニングパッドがなく、滑走路末端（09）での無理な航空機の転回（前輪が滑走路を逸脱する）による滑走路灯の破損等の問題に対し、更新後の灯器が再び同じ理由で破損されることのないようショルダー部の簡易舗装およびターニングパッドの設置を計画に含めることを合わせ提言した。

ボリヴィア国政府と協議のうえ、基本設計を実施することになった最終の要請内容を以下に示す。

要 請 内 容

1. 着陸援助施設

- | | |
|-------------------------------|----|
| 1.1 ILS (計器着陸装置)、DME (距離測定装置) | 1台 |
| 1.2 VOR (VHF全方向無線標識)、DME | 1台 |
| 1.3 機器監視・制御のための構内通信ケーブル | 1式 |
| 1.4 NDB (無指向性無線標識) | 1台 |
| 1.5 エルアルト空港外VOR | 1台 |

2. 管制施設

- | | |
|--|----|
| 2.1 管制用コンソールおよび通信制御装置 (インターフォンおよび必要な付属品を含む)
管制塔卓 (3席)
TMA (ターミナル管制) 卓 (1席)
ACC (航空交通管制) 卓 (2席)
調整卓 (1席)
FIC (飛行情報センター) 卓 (2席)
スーパーバイザー卓 (1席) | 1式 |
| 2.2 管制交信記録用テープレコーダー (40チャンネル) | 1台 |
| 2.3 指向信号灯 | 1台 |

3. 通信施設

3.1 VHF対空通信施設

- | | |
|------------------------------------|----|
| (1) ラパス飛行場管制用送信機および受信機 118.3MHz | 1台 |
| (2) ラパス進入管制用送信機および受信機 119.5MHz | 1台 |
| (3) ラパス・ターミナル管制用送信機および受信機 123.9MHz | 1台 |
| (4) ラパス・ターミナル管制用補助トランシーバー 124.7MHz | 1台 |
| (5) 航空情報用送信機および受信機 127.1MHz | 1台 |

(6) 航空情報用補助トランシーバー 127.7MHz	1台
(7) 地上管制用送信機および受信機 121.9MHz	1台
(8) 緊急用送信機および受信機 121.5MHz	1台
(9) ラパスACC用遠隔制御送信機および受信機 128.2MHz リベラルタ局、ロボレ局およびサマ局	3台
(10) ラパスACC用補助送信機および受信機 128.2MHz	1台

3.2 VHF地対地通信施設

(1) 管制-消防間通信用FMトランシーバー 148.5MHz、5台の車載セットを含む	1式
(2) 空港維持管理用FMトランシーバー 149.2MHz、5台の車載セット、10台のハンドトーカーを含む	1式

3.3 HF対空通信施設

(1) ラパスACC用送信機および受信機 6,622KHz、USB/AM500W	1台
(2) パスACC用送信機および受信機 SAM1、6,649、10,024KHz、SSB、500W	1台
(3) ラパスACC用送信機および受信機 SAM2、8,855、10,096、5,526KHz、SSB、500W	1台

3.4 HF地対地通信施設

(1) 航空交通業務(ATIS)直通通話用セルコール用トーンジェネレーター付送信機および受信機 7,647.5KHz、13,552.0KHz、SSB/AM、500W	1台
(2) 捜索救難用トランシーバー6チャンネル、プリセット型 SSB/AM、200W	1台
(3) 電話およびモールス局用インターフェース付トランシーバー HF/ISB、3,411、6,750、6,775、6,880、7,680、9,480KHz、200W	1台
(4) 地域電信ネットワークトランシーバー HF/CW、6,997、2,553KHz	1台
(5) モールス送受信コンソール卓(2席)	1台
(6) 基幹ネットワーク用トランシーバー 5,810KHz、2,593KHz、150W	1台

3.5 無線リンク回線

(1) ラパス空港、アチャチカラ局およびエンテル局間のパルスコード変調(PCM)マイクロ回線 (ラパス空港およびエンテル局30チャンネル多重化装置2セット、および音声および データ通信用インターフェースユニット5セット付)	1式
---	----

3.6 その他の通信施設

(1) 管制塔、送信所間および管制塔、受信所間構内通信ケーブル	1式
(2) 航空固定通信回線(AFTN)自動メッセージ交換機	1台

3.7 気象観測施設	
(1) 滑走路表面自動気象観測施設	1式
(観測地点3ヶ所、気象観測所、気象解析所、管制塔、進入管制所における表示装置を含む)	
(2) 滑走路視程測定装置	1台
(3) 雲高計	1台
(4) マニュアル観測器	1式
(5) 気象A P T衛星受信機	1台
(6) WEFAX 衛星受信機	1台
3.8 その他の工事	
(1) 管制塔、ACC等管制センター、および機器室の建設	1式
4. 航空灯火	
4.1 ショルダー舗装工事を含む滑走路灯	1式
4.2 滑走路末端灯および終端灯	1式
4.3 誘導路灯	1式
4.4 風向灯	1式
4.5 飛行場灯台	1式
5. 電力施設	
5.1 機器室の拡張および高圧ケーブルを含む高圧配電施設	1式
5.2 機器室の拡張を含む航空保安施設用緊急用発電機250KVA	1式
5.3 監視制御装置	1式
(進入灯、滑走路灯および精密進入角指示灯用定電流調整器、誘導路灯用トランス、リモートコントロールデスク、ローカルコントロールデスク、置き換えパネル継電器盤を含む)	
5.4 航空灯火用高圧ケーブル (5KV PN1C-6sq)	1式

6. その他

(1) 保守用工具

1式

(2) 保守用測定器

1式

第3章 計画の内容

第3章 計画の内容

3.1 目的

ボリヴィア国政府がエルアルト空港近代化計画の中で、最優先項目として位置付けた航空保安施設の更新を行なう。これにより、同空港への航空機の誘導、離着陸に際し安定した精度の高い情報を航空機に提供し、安全性に対する信頼性の向上を図ることを目的とする。

3.2 要請内容の検討

航空機の運航の安全性を高めるには、航空保安施設の更新・改良と滑走路など空港基本施設の改良が必要であるが、今回、ボリヴィア国政府からの要請内容はより緊急度の高い航空保安施設の更新とその更新に必要な付帯施設となっている。したがって、今回の計画を航空機の着陸まで、あるいは離陸後の安全確保に必要な機材・施設の更新・改良計画と位置付ける。

3.2.1 計画の妥当性・必要性

現在、エルアルト空港に設置された航空保安施設（着陸援助施設、管制施設、通信施設、気象施設、航空灯火）および電力供給設備などの付帯施設は、ほとんどの機材において老朽化が著しく、製造年月が古いためにスペアパーツが入手できず、機材の故障が即、機能停止という事態を憂慮しつつ、航空機の安全な運航確保に不安を抱きながらの運用となっている。機材の一部には経年劣化による性能低下が見られ航空会社からも苦情が出ている。また、1991年には同空港周辺で貨物輸送機が墜落し、改めて航空保安施設近代化の必要性が重要視されている。

したがって、ボリヴィア国の玄関空港である当空港の運用を停止することなく、同国にとって重要な役割を占める航空交通手段を確保してゆくと同時に、航空機の運航の安全性を高めてそれを維持していくためには、これらの航空保安施設の近代化による機器の性能、信頼性の向上、維持管理の簡素化が必要である。

このためには、航空保安施設および付帯施設についてシステムを構成する最小限度の機材を更新または整備していくことが急務である。

3.2.2 実施運営計画

本計画は基本的に、既存の航空保安施設の更新とその付帯施設の建設である。航空交通管制（ACC）の管制組織の一部の増強とそれに対応する管制卓1台の増設は含まれているが、航空機の管制方式も現在の方式を踏襲する。したがって、本計画実施後に管制・通信などの運用を行なう管制官、管制通信官および機材・施設の維持管理に係るメンテナンススタッフに人員の増加は必要ない。

しかし更新後、機材、施設を適正なレベルに維持していくためにはスペアモジュール、スペアパーツ、消耗品の常備が必要であり、機材部分に係る投資規模から判断して毎年約2百万ボリビアーノ（約5千万円）の予算化が必要である。

一方、AASANA/ラパス局の損益計算書によれば過去歳入が歳出を超過しており、財務状況は良好である。1992年を見ると、主な歳入は、空港税、着陸料、ビルスペース等リース代、エプロンでの地上支援業務料、航行援助施設利用料などで14.5百万ボリビアーノ（約3億6千4百万円）また、主な歳出は人件費、修理材、ガソリン代、消耗品など維持管理費で11.5百万ボリビアーノ（約2億8千8百万円）と約3百万ボリビアーノ（約7千6百万円）の歳入超過となっている。

1992年 (単位：千ボリビアーノ)

	歳入	歳出
空港税	5,860	/
着陸料	4,178	
ビル等リース	1,476	
地上支援サービス	1,067	
その他	1,967	
人件費、社会保険他	/	7,321
修理・ガソリン、消耗品		3,377
その他		878
合計	14,548 (359百万円)	11,576 (286百万円)
業務黒字		2,972 (73百万円)

歳入の増加は、本計画が既存施設の更新であるために期待できないが、歳入超過分で、今回計画する更新機材のスペアモジュール、スペアパーツ、消耗品の購入費用を賄うことが可能と考えられる。

3.2.3 他国援助の内容

エルアルト空港に対する他国の援助内容は下記のとおりであり、日本への援助要請と重複するものはない。

援助国名 : カナダ
 援助内容 : 空港セキュリティ施設
 - セキュリティフェンス
 - 監視カメラ
 - X線探知器
 - 旅客用金属探知器
 その他
 - 消防用無線機
 - 消火用安全服、酸素マスク他
 実施時期 : 1993/1994
 予 算 : 9.2百万米ドル(借款)

また、過去に他国よりエルアルト空港に援助された主な既設設備は下記のとおりである。

援助国名	アメリカ合衆国	スペイン
援助内容	ボーディングブリッジ	二次監視レーダー(SSR)
実施時期	1987年	1987年
予 算	供 与 (マイアミ空港の中古品)	1.2百万米ドル(供与)

3.2.4 計画の構成

エルアルト空港は、ボリビア飛行情報区(FIR)内の航空交通管制(ACC)、飛行情報の提供(FIC)、ラパス管制区の管制(TMA)、エルアルト空港の飛行場管制(APP、TWR)の機能を持っており、これらの管制および通信業務および着陸援助に必要な航空保安施設(着陸援助施設、航空管制施設、航空通信施設、航空気象施設、航空灯火)および電源供給施設、機器を収容する管制機関、機器室用建物など、付帯施設を本計画の構成要素とする。

3.2.5 要請施設・機材の内容

航空保安施設の計画内容は空港に必要な標準的な航空保安施設、国際民間航空機関（ICAO）の設置基準等に照らし、航空機の安全運航確保のために必要最少限度（機能上設置および更新が必要な機材、機能上設置することが必要であるが設置されていない機材）の機材の更新、電源供給施設などの付帯施設、およびその更新のために必要となる機械室等建物などに限定した。

機材については、単品の購入として位置付けることなく、航空機の安全運航確保のために必要なシステムの構成要素と考え、管制、通信業務の実態および組織計画を念頭に過剰な機材更新計画とならぬよう配慮している。具体的な施設・機材の計画内容を表3.2.1に示す。

表 3.2.1 要請施設・機材の内容

注：● 精密進入カテゴリー I (パイロットが着陸するか否かを決定する高度が60m以上、滑走路視距離が800m以上である運用)で規定のある施設

施設・機材名	現況	国際民間航空機関の基準または航空交通管制センター、飛行情報センター、カテゴリー I の空港に必要となる施設	要請の有無	調査団の評価
1. 着陸援助施設 (1) ILS/DME (2) VOR/DME (3) NDB (4) 空港外 VOR/DME	老朽化 老朽化 著しく老朽化 × (取直ははいてい)	● (カテゴリー I で必要) ○ (必要) ○ × (設置について特別の定めが無い)	○ (有り) ○ ○ ○ VORのみの要請有り	○ (更新が必要と判断し計画する) ○ ○ ○ ○ (経路設定のため要と判断し、VOR/DMEとして計画する)
2. 管制施設 (1) 管制卓、通信制御装置 (2) 管制用テープレコーダー (3) 指向信号灯	著しく老朽化 老朽化 "	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○
3. 通信施設 (1) 対空 VHF 送受信機 (2) 対空 HF 送受信機 (3) 地上用 VHF 送受信機 (4) 地上用 HF 送受信機 (5) PCMMマイクローチェーブ回線 (6) AFTNメッセージ交換機	老朽化、1部バックアップ周波数予備機なし 老朽化 × 老朽化 " 老朽化	○ ○ × ○ × ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ (空の維持管理上必要と判断し、計画する) ○ ○ ○ (空への公共回線の要として必要とあり、計画する)
4. 気象施設 (1) データ自動収集システム (2) 衛星ファックス受信機 (3) マニユアル観測機器	× × 老朽化	● ○ ×	○ ○ ○	○ ○ ○ (自動システムの手置として計画する)
5. 測定器	完備していない。	×	○	○ (検定管理のため要と判断する)
6. 建築施設 (1) 管制塔および機器室	機器の更新スペースが無い。	○	○	○ (空の運用を止せずに施設を更新するため必要と判断し、計画する)
7. 照明施設 (1) 滑走路灯 (2) 滑走路末端灯、終端灯 (3) 誘導路灯 (4) 飛行場灯台 (5) 航空灯火・制御監視設備	I部機能していない。回路が干渉化されていない。 配置がカテゴリー I の基準を満たさない。 I 次側回路の絶縁不良 老朽化 "	● ● ○ ○ ○ ●	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○
8. 土木施設 (1) 滑走路ショルダーおよびターニングパッド	×	○	○	○
9. 電源施設 (1) 受変電施設 (2) 予備発電施設 (3) 構内高圧回路	老朽化 カテゴリー I の基準を満足しない。 老朽化	○ ● ○	○ ○ ○	○ ○ ○ (管理用など算入を含め計画する)

3.2.6 技術協力の必要性

調査団はAASANAのメンテナンススタッフとの協議を通し、持ち合わせている技術的背景から、また、限られたスペアパーツで行なっているが程度の良いメンテナンスの状況から判断し、彼らの持つ技術レベルは更新機材を維持管理するのに十分と判断した。また、更新対象となる機材はすべて現在運用中であるか、同じ機材の数量的追加である。よって、更新機材の操作方法さえマスターすれば現在のスタッフで十分運用、維持ができると判断される。さらに、メンテナンスについては現在の機材はすべてモジュール化されており、故障モジュールの検出ができる測定器および予備のモジュールが用意されておれば、故障モジュールの交換のみで作業は完了する。よって引き渡し時のAASANAスタッフへのトレーニングを充実し、スペイン語によるオペレーションマニュアルおよびメンテナンスマニュアルを整備すれば、本計画に対しての技術協力は必要ないと考えられる。

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に示すようにボリヴィア共和国運輸通信航空省、空港・航行援助施設管理公団（AASANA）で、計画が実施された後の機材・施設の維持管理運営はAASANAが実施する。AASANAのラパス局の現在の職員数は289名である。特に管制組織については図3.3.2に示すごとく管制センター（ACC）および飛行情報センター（FIC）を増強することが計画されている。今回の計画は、基本的に現存の機材の更新であり、計画実施後も十分維持・管理・運営のできる体制であると考えられる。

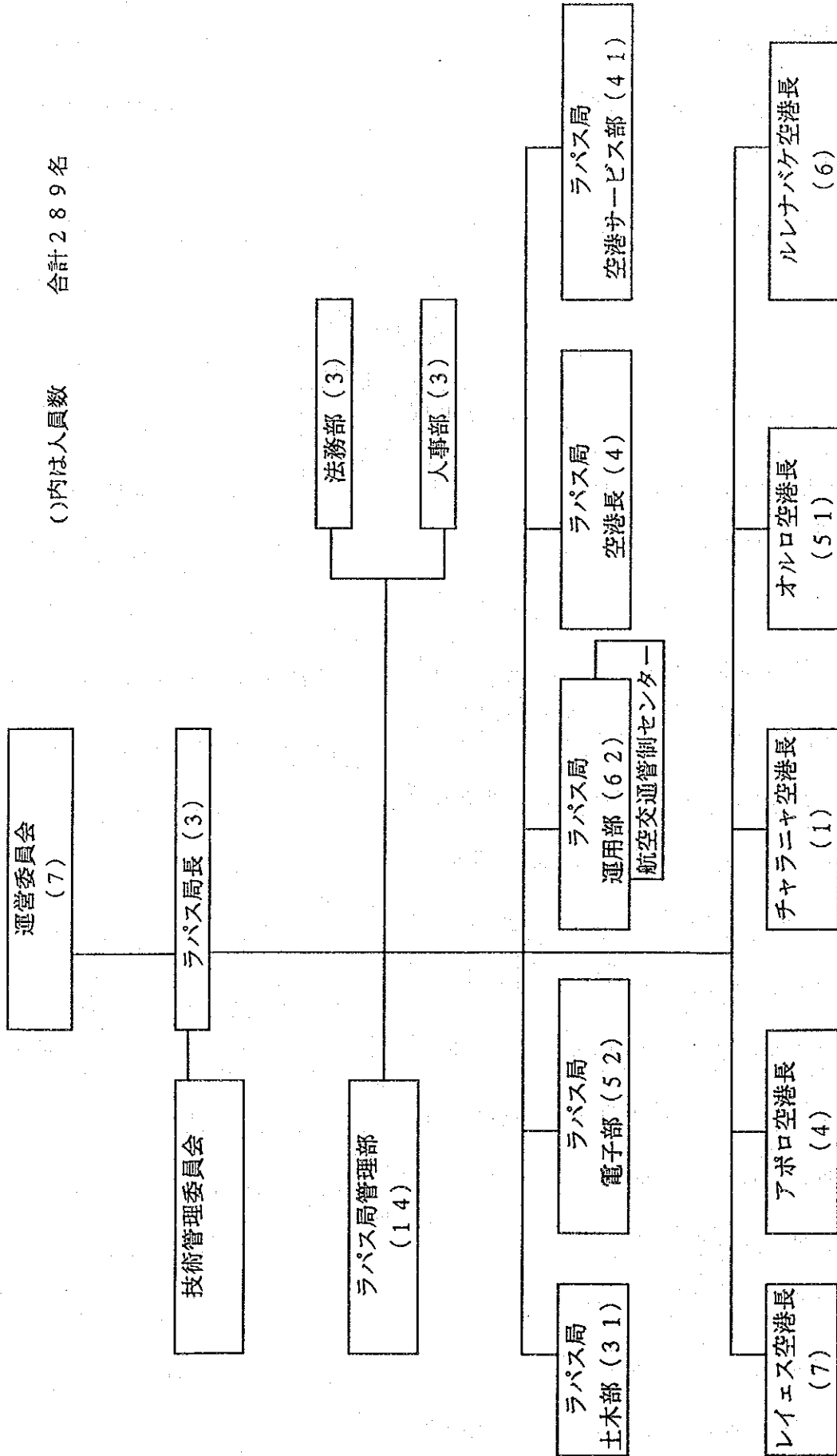


図 3.3.1 AASANA組織図

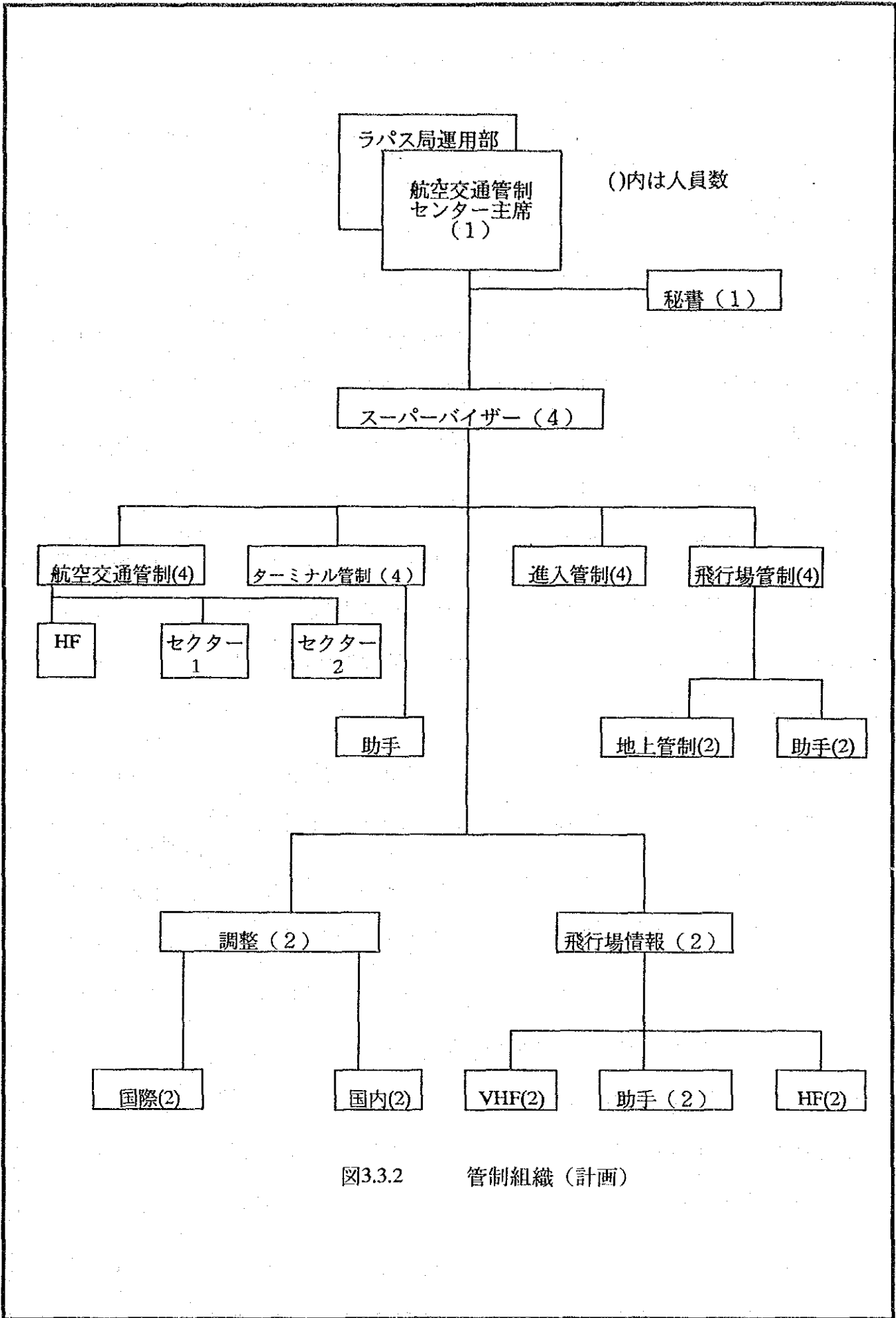


図3.3.2 管制組織 (計画)

3.3.2 計画地の位置および状況

本プロジェクトの計画位置はエルアルト国際空港内であるが、一部の機材が空港外に計画され、概要は下記のとおりである。

(1) 遠隔VHF対空送受信所

リベラルタ、ロボレ、サマにACC用の遠隔VHF対空送受信所を計画する。これらの位置を図3.3.3～図3.3.6に示す。これらの位置は現在ENTELの中継所がある場所でアクセス、電力線等が完備している。AASANAはENTELの局舎、電源の共用について協議することになっているが、万が一ENTELの施設を共用できない場合、AASANAが局舎、フェンスの建設、電源供給等を実施することになっている。この場合、用地は国有地かENTEL用地で土地収用上の問題はない。

(2) PCMマイクロ回線中継所

図3.3.7に示すように、エルアルト空港から約7km北東に位置するアチャチカラのマイクロの中継所、およびラパス市内のENTEL局内の機材を更新する計画である。

アチャチカラ中継所はENTELの管理用地内にあり、アクセス、局舎、電力線が整備されている。しかし、局舎は狭隘で更新スペースがないのでAASANAがENTEL敷地内に新設することになっている。ENTEL局では、ENTEL所有の建屋の機械室内で機器を更新する。

(3) ラパスターミナル区域内の進入・出発ルート設定のためにターミナルVOR/DMEをカラマルカに計画する。カラマルカは図3.3.8に示すようにエルアルト空港から南に約60kmの町で、VOR/DMEは標高4,300mの丘の上に設置する計画である。ここにはENTELのマイクロウェーブ中継基地があり、アクセス、電力線、電話線が整備されている。AASANAが国有地上に局舎を建設し、電力線および電話線を引き込むことになっている。

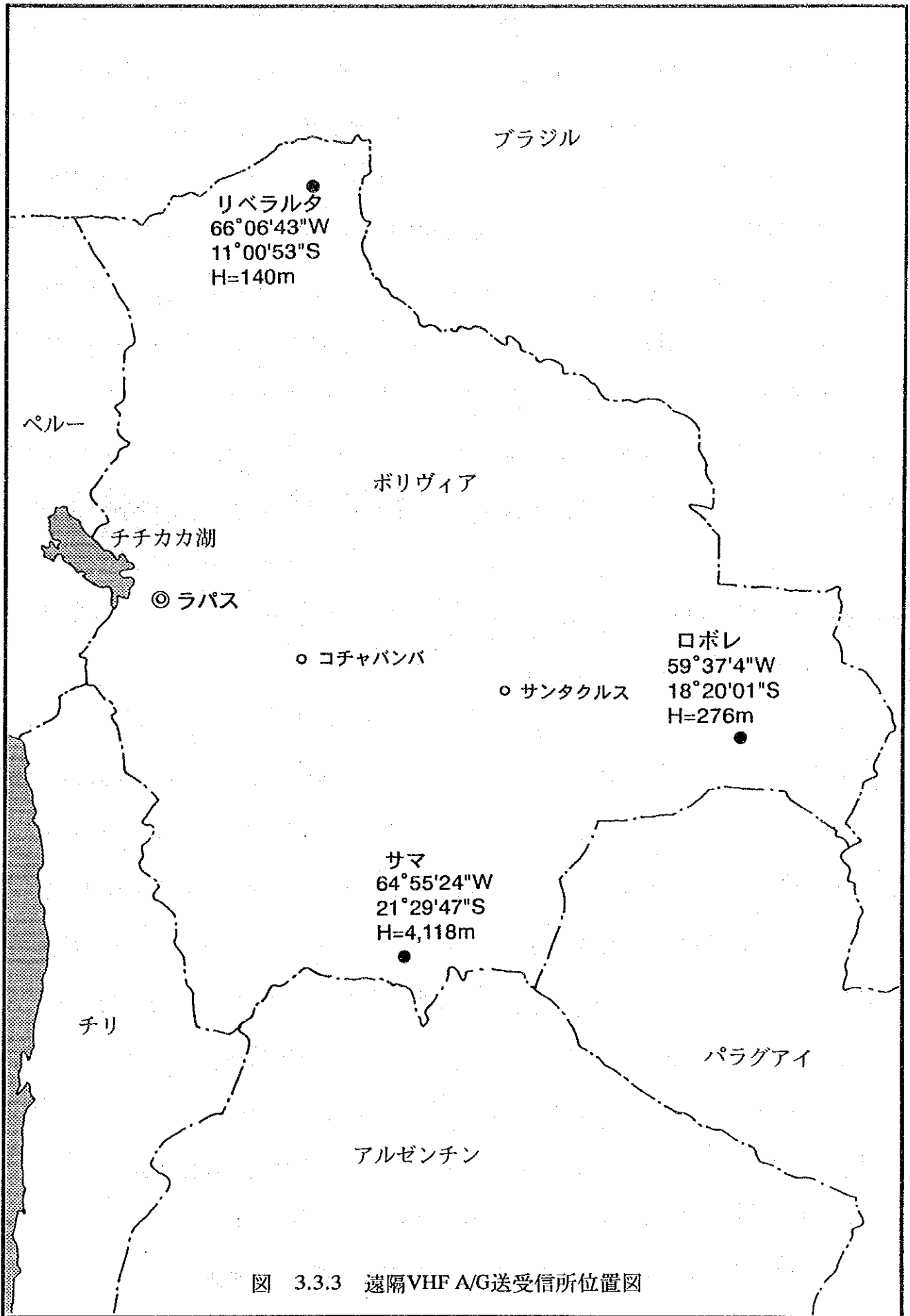
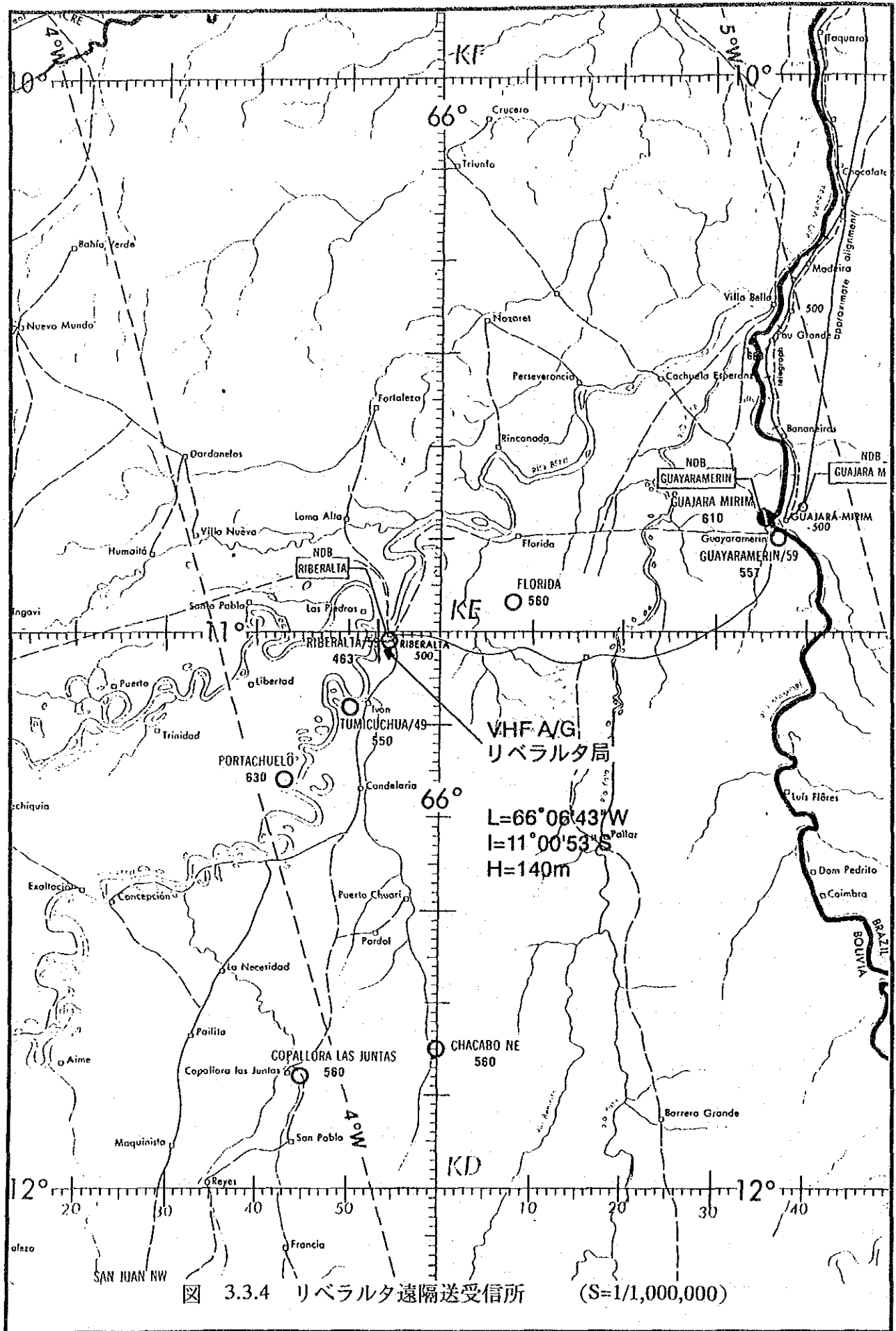


図 3.3.3 遠隔VHF A/G送受信所位置図



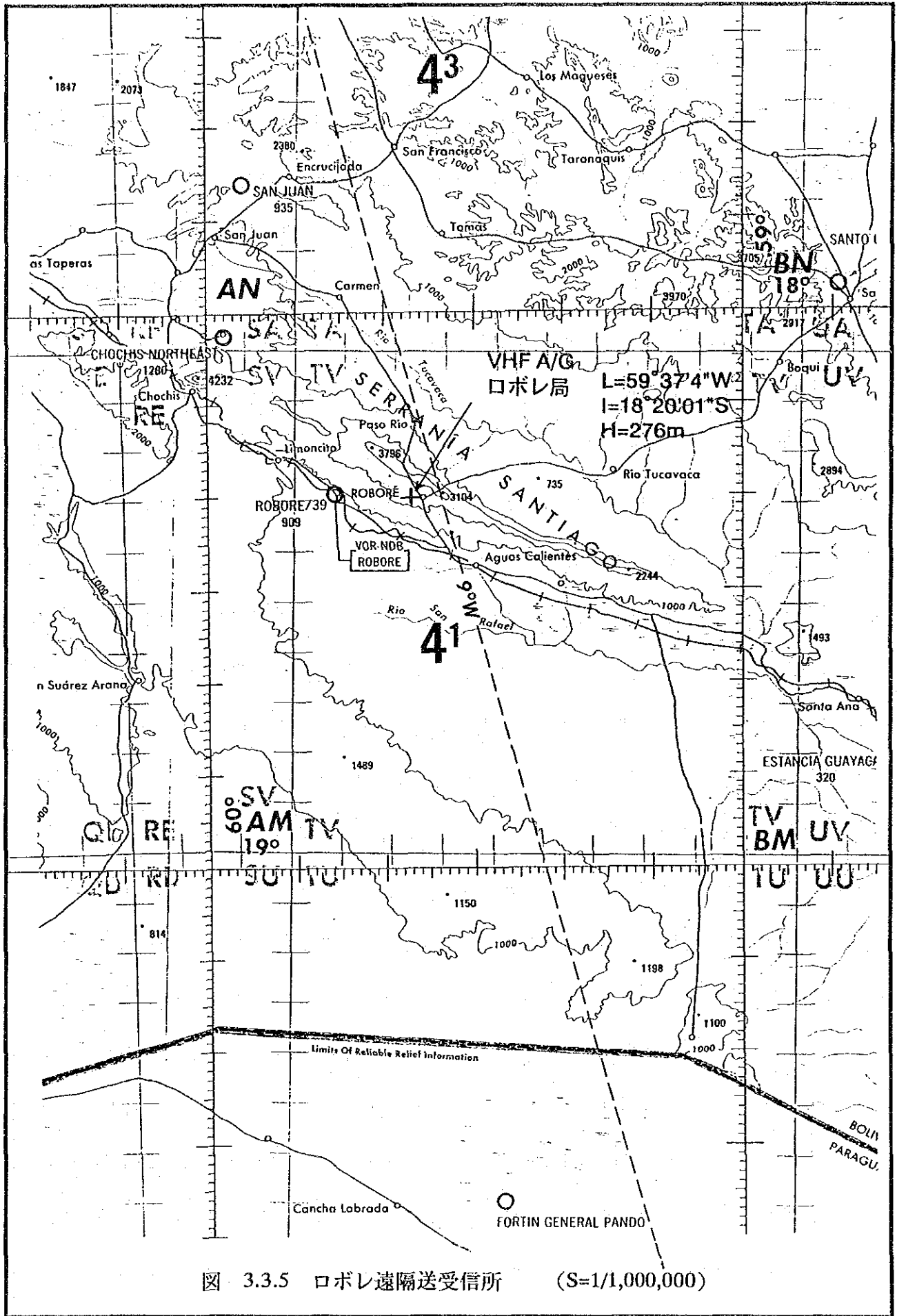


図 3.3.5 口ボレ遠隔送受信所 (S=1/1,000,000)

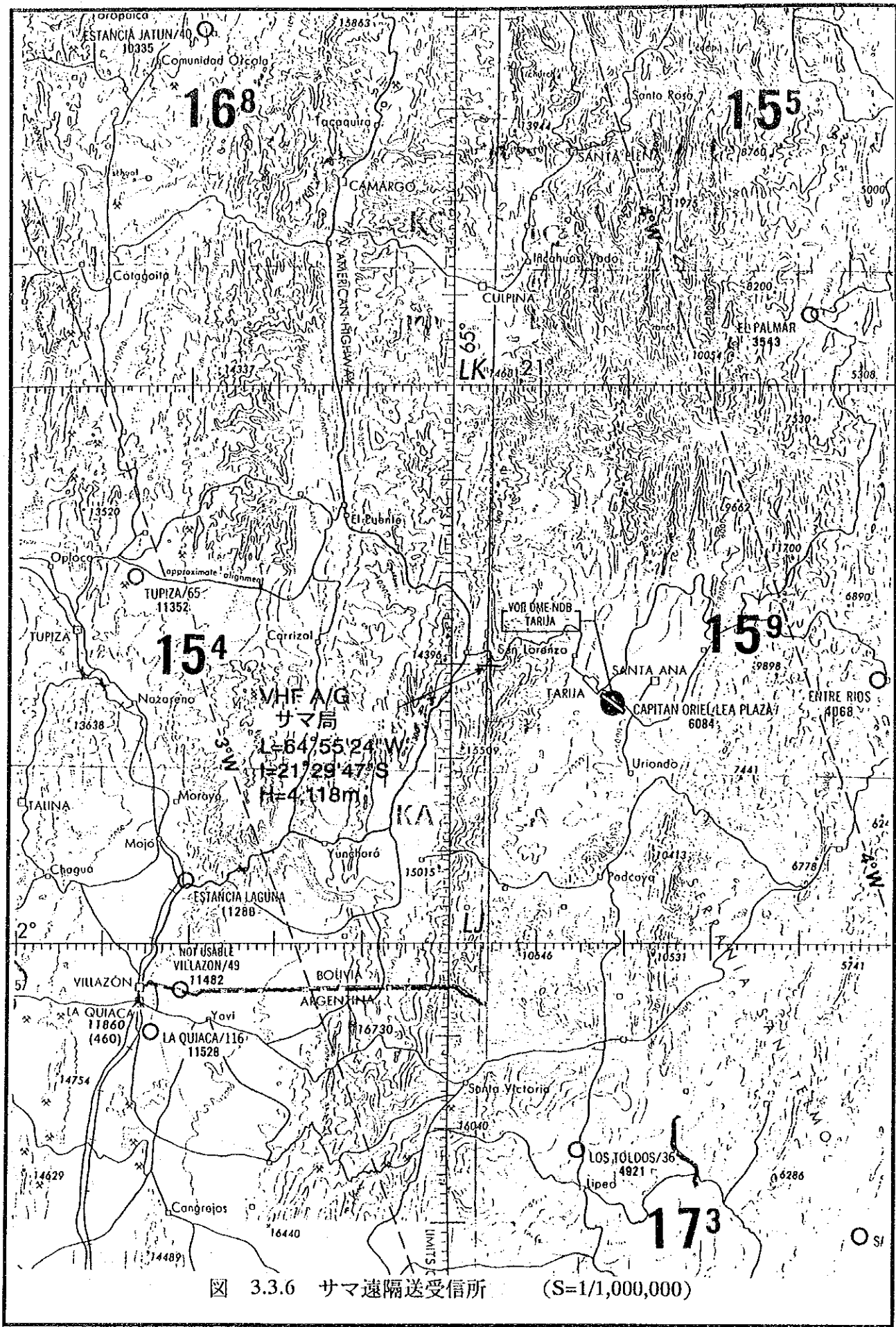


図 3.3.6 サマ遠隔送受信所 (S=1/1,000,000)

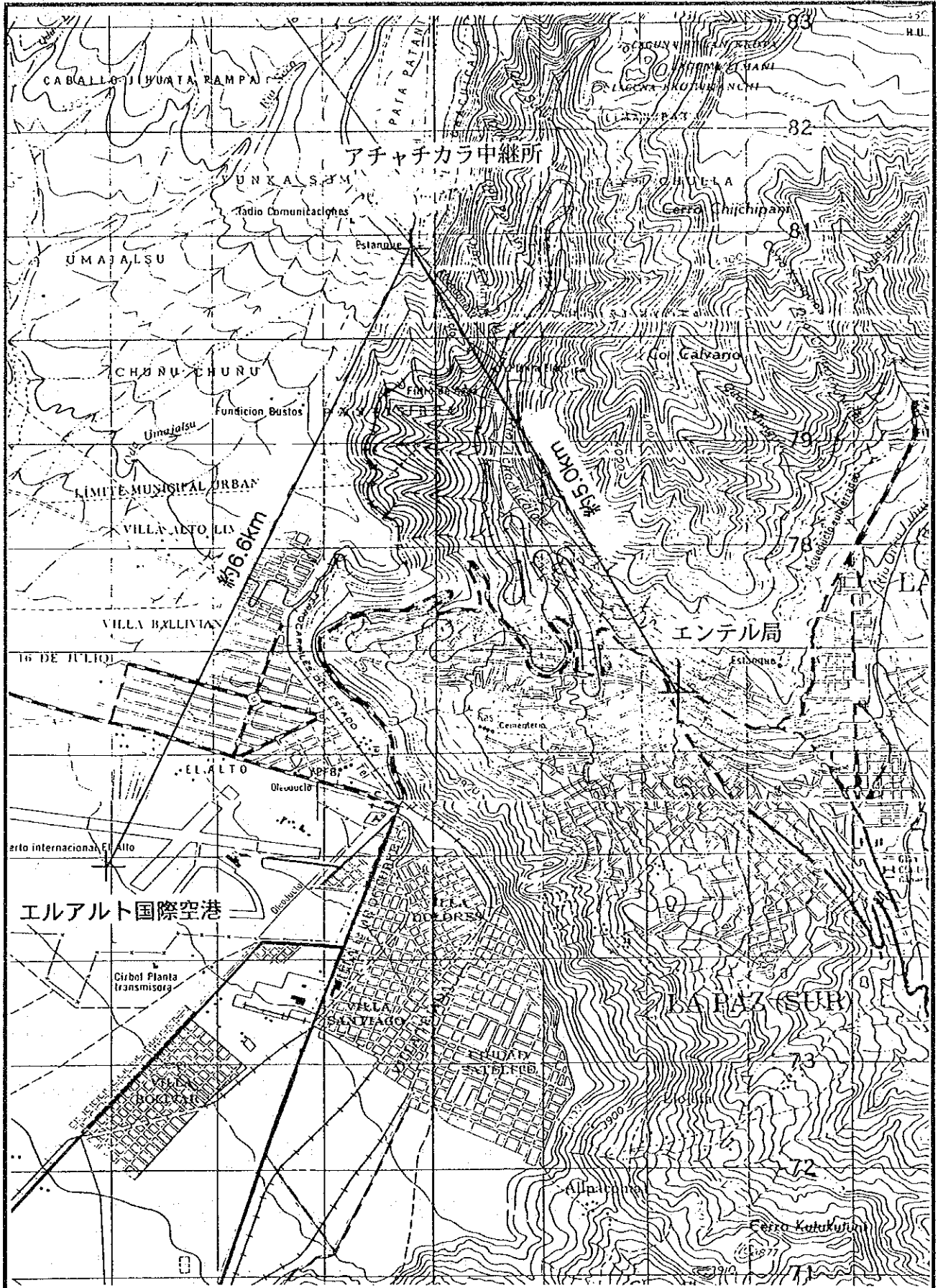


図 3.3.7 アチャカラPCMマイクロ回線中継所 (S=1/50,000)

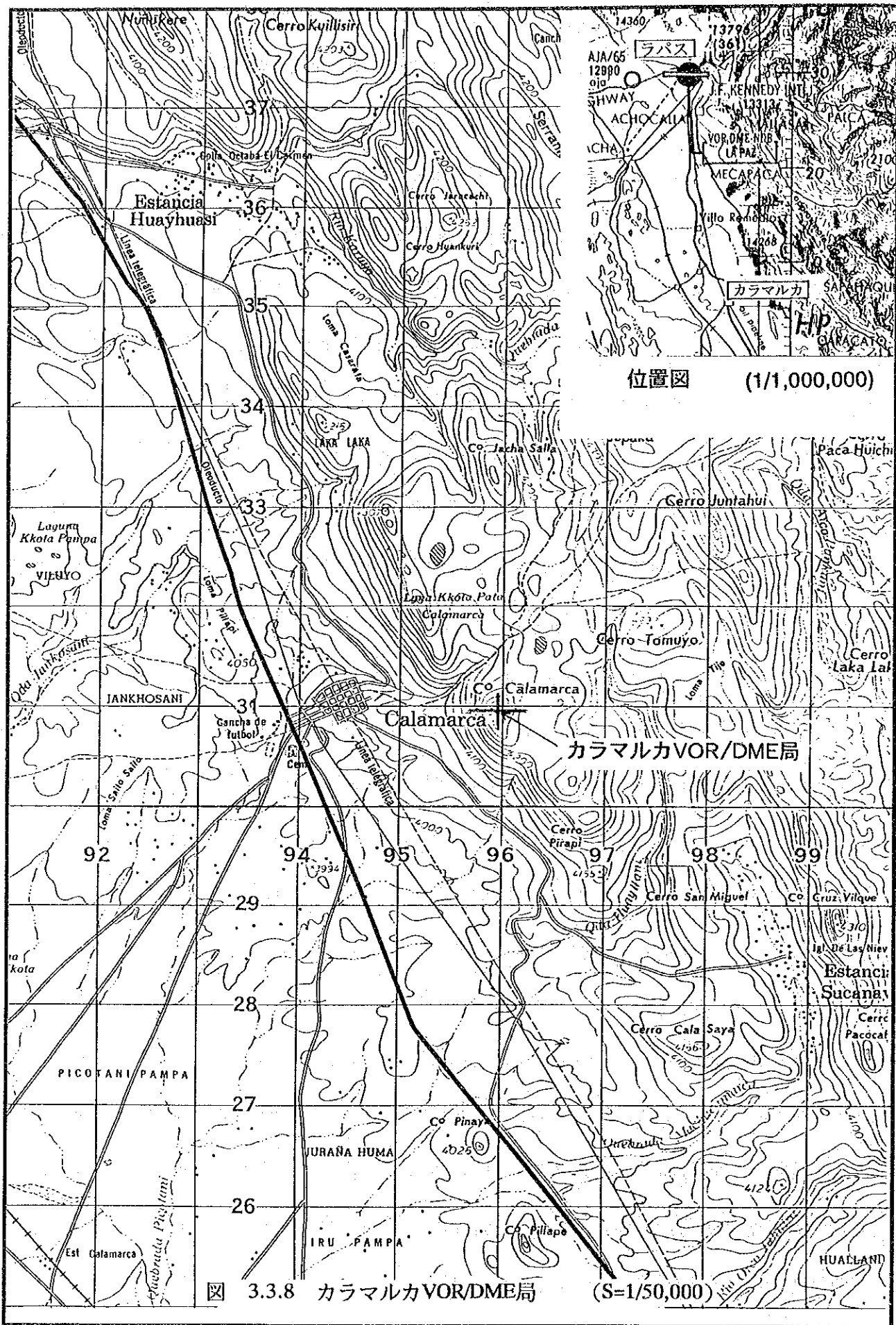


図 3.3.8 カラマルカVOR/DME局 (S=1/50,000)

3.3.3 施設・機材の概要

計画する施設・機材とその使用目的は下記のとおりである。また、エルアルト空港の航行援助施設の運用例を図3.3.9に示す。

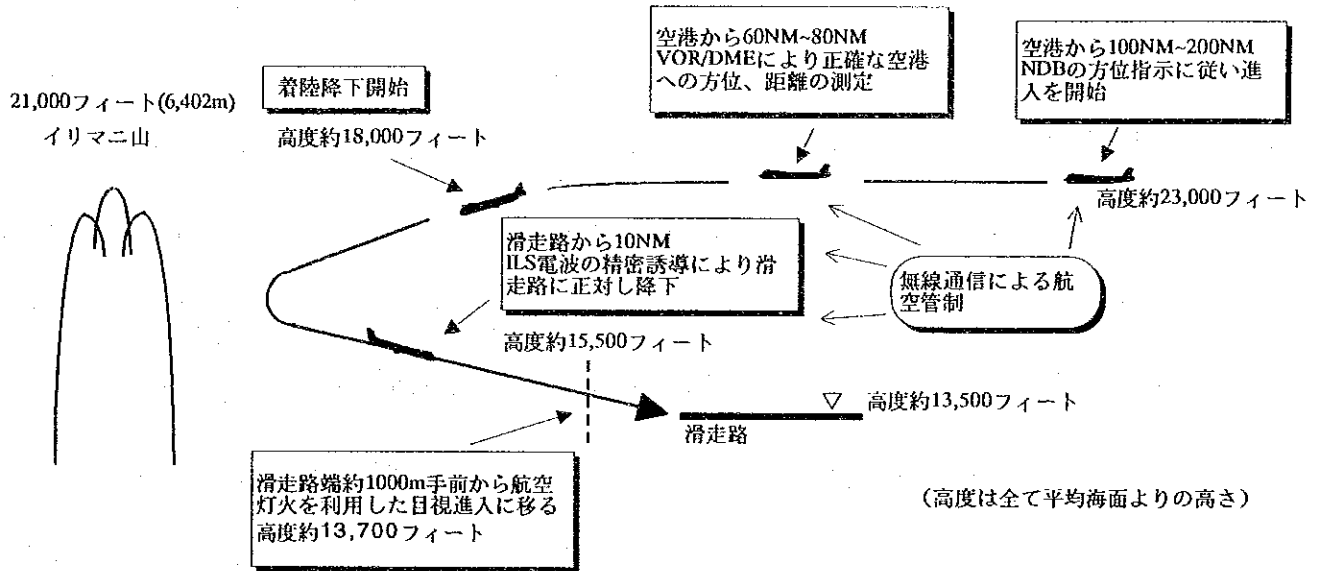


図3.3.9 エル・アルト空港航行援助施設の運用例

(1) 着陸援助施設

- 計器着陸方式施設/距離測定装置 (ILS/DME) : 滑走路09側精密進入用として、方位および高度情報を与えるILSおよびアウトマーカ-の代替として距離情報を与えるDMEを更新する。
- VHF全方向レンジ/距離測定装置 (VOR/DME) : 空港進入出発用として、方位、距離情報を与えるVOR/DMEを更新する。
- 無指向性無線標識 (NDB) : 空港進入出発および航空路用NDBを更新する。
- VHF全方向レンジ/距離測定装置 (VOR/DME) : ラパスターミナル管制区域内で進入・出発経路を設定するために方位、距離情報を与えるVOR/DMEを空港外に新設する。

(2) 管制施設

- － 管制卓および通信制御装置 : 航空路管制、ターミナル管制、進入管制、飛行場管制、飛行情報センター用の既存管制卓および通信制御装置を更新する。
- － 管制用テープレコーダー : 事故解析等に使用する交信記録用テープレコーダーを更新する。
- － 指向信号灯 : 滑走路周辺の車両と管制塔間の光シグナル通信用指向信号灯を更新する。

(3) 通信施設

- － 対空VHF送受信機 : 航空機とのVHF通信用として、VHF 8波の機材を更新する。
- － 対空HF送受信機 : 航空機とのHF通信用として、HF 3システムの機材を更新する。
- － 地上用VHF送受信機 : 管制塔と航空消防とのコーディネーション用および空港内維持管理用として、2システムの機材を更新する。
- － 地上用HF送受信機 : 管制用ホットライン (ATSD)、航空固定通信回線、通信センターのコーディネーション、捜索救難用として4システムの機材を更新する。
- － PCMマイクロウェーブ回線 : エルアルト空港と電話公社 (ENTEL) との中継回線として、既存FDM/UHF回線をPCM/マイクロに置換える。
- － 航空固定通信回線 (AFTN) : 航空固定通信回線 (AFTN) に必要なメッセージ交換機を更新する。

(4) 気象施設

- － 滑走路気象データ自動収集システム : 滑走路の気象データ（温度、露点、風向、風速、気圧、雨量、滑走路視程、雲高）を測定するためデータ収集および表示システムを新設する。
- － 衛星ファックス受信機 : 気象衛星からの天気図受信のために移動衛星用、静止衛星用2システムの受信装置を新設する。
- － マニュアル観測機器 : マニュアル読み取り用観測センサーを更新する。

(5) 測定器

- : 上記機器の維持管理に必要な測定器を更新する。

(6) 建築施設

- － 管制塔および機器室 : 飛行場管制用の管制塔（約29m高）および管制・通信機器、発電機、変電所の機器更新スペースとして建屋（約1,200㎡）を建設する。

(7) 照明施設

- － 滑走路灯 : 現在機能していない灯火を更新する。また、ICAOの精密進入カテゴリ-Iの基準に合わせ1次側高圧回路を千鳥化する。千鳥化に合わせ絶縁トランスを更新する。
- － 滑走路末端灯および滑走路終端灯 : カテゴリ-Iの基準に合わせ09、27両滑走路末端および終端を示すため末端灯および終端灯を整備する。

- 誘導路灯 : 1次側回路の絶縁不良を改修すると共に、破損灯器の更新をする。
- 風向灯 : 現在の風向指示器を夜間でも視認できる照明付き風向指示器に更新する。
- 飛行場灯台 : 飛行場位置を知らせる灯台を灯柱を含め、更新する。
- 航空灯火制御・監視設備 : 灯火運用卓、操作盤、定電流調整器および定電流変圧器を更新する。

(8) 土木施設

- 舗装工事 : 滑走路灯の破損防止のため、滑走路ショルダーの舗装およびA300対応のターニングパットの設置を行なう。

(9) 電源施設

- 受変電施設 : 新機器室で高圧受変電施設を更新する。また、空港内着陸援助施設用高圧受変電施設を更新する。
- 予備発電施設 : 更新する着陸援助施設用バックアップ電源として予備発電機を設置する。
- 構内高圧回路 : 構内着陸援助施設への高圧配電路を更新する。新規高圧ケーブル埋設にあたり避雷用導体を合わせ埋設する。

3.3.4 維持管理計画

本計画実施後、機材・施設の初期性能の維持、迅速な故障修理、機材寿命までの有効利用をはかるため、下記のような管理計画を策定することが必要である。

- (1) 日常、特別、定期点検、清掃などマニュアルの完備
- (2) 操作マニュアル、メンテナンスマニュアル、竣工図の管理
- (3) 機器インベントリーの作成と故障履歴の記録
- (4) フライトチェックの定期的実施とそのデータ管理
- (5) 最小限度のスペアモジュール、スペアパーツ、消耗品の保有とその管理、およびこれらの購入のため恒常的予算措置

第4章 基本設計

第4章 基本設計

4.1 設計方針

第3章「3.2.5 要請施設、機材の内容」について、調査団がボリヴィア国政府と協議し整理した内容に基づき設計を行なう。なお、標高4,000mの内陸地に位置するエルアルト国際空港の自然条件を十分認識し、機材、施設、建物等の基本設計を行なう。

(1) 自然条件

昼間の平均気温は年間を通じ大きな変化はなく、約7℃から11℃の範囲である。しかし、昼夜間の温度差は大きく、乾期（4月から11月）の夜間の最低温度はマイナス5度、同日中の最高気温は20度を越え、昼夜間で約25度の温度差がある。このため、特にコンクリート舗装の設計には、この温度差を十分考慮し、ひび割れ防止の対策等を講じる。また、夜間のコンクリート打設は凍結を招き、コンクリート強度に影響を及ぼすため、飛行場の運用時間を確認・調整し、夜間のコンクリート打設作業は行なわない。

降雨量は約140mmが降る1月が最高で乾期にはほとんど降らない。よって、降雨量に対する特別な仕様は必要ない。過去30年の最高風速は39m/secであり、地震はない。設計する建物、アンテナマスト等の構造はこれらの条件を踏まえて、経済性を考慮したものとする。

高度4,000mに位置するため落雷の被害は多い。このため、設計する建物および埋設ケーブルに対し、避雷設備が必要である。また、計画する発電機、蓄電池等は4,000mの高度を考慮した仕様とする。

(2) 社会条件

本計画は航空保安施設の機材更新が主な目的である。機材更新に伴ない、一部建物の建設が必要となる。この建物は機材の維持管理に支障がない限り、経済的な仕上がりで、機能的にシンプルな仕様の建物とする。

(3) 建設事情

ボリヴィア国では、主にアメリカのASTM（米国材料試験協会）に準拠して

建物を設計している。なお、現地の建設会社、コンサルタントの技術的技量はかなり高いといえる。しかし、概して建設工期は長く（資金の問題もあるようだが）工程管理および品質管理は十分とは言えない。

ラパス市における建設労働力は十分確保でき、その技量は、建設現場を見る限り、スーパーバイザーが管理指導すれば、かなり高い施工能力を期待できる。しかし、作業スピードは遅く、工程管理には特に注意を要する。

(4) 現地業者

本計画の内容は現在の機材の更新である。機材の調達は、その内容から現地では不可能である。しかし、更新機材を設置する建物、管制塔の建設および舗装工事は、その工事内容および規模から判断して現地建設業者で十分施工できると思われる。

土木および建物工事に必要となる大型施工機械類は、本計画の中でその工事規模が小さいため、現地建設業者保有の機材で施工できると考えられる。

建設用資材は、骨材、セメントを除いてほとんどがブラジルからの輸入となっており、現地輸入業者の在庫はさほど多くなく、注文を受けての手配となる。このため、本工事で使用する建設資材は、上記の材料を除きほとんどが輸入となる。

(5) 実施機関の維持・管理能力

本計画実施後の運営機関はAASANAとなり、3.2.6でも述べたように機材更新後の維持管理は技術的には問題ないと考えられる。しかし、機器の性能を維持するために必要となるスペアパーツの補充は定期的な購入を行ない、交換時に一度に重い財政負担とならないための予算措置が必要である。

(6) 機材、施設の範囲

本計画の機材計画は、基本的に既存機材の更新であり、また、航空保安施設としての基本動作、その運用方法等はICAOで規定されており、運用上の問題は発生しない。よって、エルアルト国際空港の航空保安施設をカテゴリーIの基準で整備し、航空機の安全運航に対する信頼性を高める。

(7) 工 期

本計画で更新される航空保安施設の機器には汎用品はほとんどなく、受注後、部品の手配から始まる。よって、工期の構成は大きく分けて下記のとおりとなる。

- － 機器の製作図作成（部品の手配をこの期間で行なう）
- － 機器の製造
- － 機器設置・試験調整

機器の製作図作成および製造でおおよそ13ヶ月かかる。これに入札業務、製作図面の確認および梱包輸送日数を加えると、工事の入札案内から機器が現場に到着するまで約20ヶ月かかる。これに、機器の据え付け、試験調整およびAASANAスタッフへの操作習熟の期間を経て完成、引き渡しとなる。機器据え付け・試験調整および操作習熟を含め、おおよそ6ヶ月必要である。さらに、既設機器の撤去は引き渡し後となるため、撤去期間1ヶ月を含める必要がある。機器更新に必要な建築工事および土木工事は機器の製造期間中にはほぼ完了でき、全体の工期に対し影響は及ばさない。なお、詳しい事業実施工程表は「4.4.5 実施工程」の中で述べる。

4. 2 設計条件の検討

航空保安施設の更新にあたり、着陸援助施設および航空照明施設は、同空港が現在提供している精密進入滑走路カテゴリーIで整備する。また、航空通信施設、航空管制施設、航空気象施設も既設の持つ機能と同じとするが、各々の施設・機材の設計仕様、条件等はICAOの付属書3、10、14、同じく空港設計マニュアルに準拠して行なうものとする。本工事は空港を運用しながらの機器の更新がスムーズに行なえるよう、更新機材を設置する機器室を新たに計画する。これにより、現空港の管制業務に対し工事期間中の特別な処置は必要ない。ただし、航行援助機材更新は工事期間の中で一定期間の停波を前提に計画する。よって、工事工程を確認後速やかにノータム（航空局が発行する航空機の運行に必要な情報、この場合は航行援助機材が更新中で利用できない旨を伝える）の処置をAASANAは行なう必要がある。以上より、施設の更新にあたり、工事に伴う空港の閉鎖（運用休止）は行なわない。

4. 3 基本計画

4.3.1 敷地・配置計画

本計画は、JICAにより1987年に行なわれた「エルアルト空港近代化計画調査」の中で策定された、2005年を計画目標年次とした空港マスタープランに適合するよう整備する。特に、本計画の中で建設する管制塔は将来のターミナル地域の展開に支障がなく、かつ運用上の不都合が発生しない位置とする。

上記条件に基づき、現地でタワーの位置についてAASANAと協議するとともに、空港敷地内を視察した。その結果、タワーとしての機能を最大限に発揮でき、かつ将来の空港整備計画を考慮すると、タワーの位置はマスタープラン通りで計画することが一番効率的であると判断した。これにより、二次監視レーダー（SSR）など一部既設の施設に支障がでるが、これはAASANA側の責任で移設作業を行なうこととする。

また、既設受信所の移設が必要となる。本計画の中で受信所の機材はアンテナを含め、すべてが更新の対象となっており、受信所をマスタープランの位置に新設しても事業費の増減はない。よって、マスタープランの位置で受信所を計画することとした。

空港内のその他施設は、基本的に既設位置での更新である。なお、場外に設置する施設については、AASANA側の負担工事として機材を収める局舎を用意することで合意した。

4.3.2 施設計画

要請内容に基づく機材、および施設の計画は以下に述べるとおりである。また、これらの配置計画、平面計画、システム系統図等は基本設計図にまとめた。

なお、本計画の範囲と数量を解りやすくするために、資料編に「SCOPE OF WORKS」を集約したので合わせて参照されたい。

(1) 着陸援助施設

1) ILS/DME

滑走路09用カテゴリーIのILS/DMEを既存の位置に、既存の諸元で更新する。また、更新にあたってはコストを押さえる観点から、既存の

I L S / D M E を工事期間中停波するものとする。I L S / D M E の他に V O R / D M E 等を含めた着陸援助施設の監視制御装置を管制塔下の通信機械室に設置し、また表示盤を管制塔内の管制卓に組み込み、常時、管制塔から制御、監視できるようにする。

〔主要スペック〕

I C A O によるカテゴリー	:	カテゴリー I
システム構成	:	2重化
ローライザー	:	1周波型、周波数110.3MHZ
グライドパス	:	ヌルフェレンス型、周波数335.0MHZ、 パス角2.5度
D M E	:	グライドパスに併設する周波数40X、 出力100ワット（ピーク）
ミドルマーカ	:	周波数75.0MHZ
アウターマーカ	:	設置せずにD M E にて代替
無停電電源	:	チャージおよびバッテリーによるD C 供給可能時間を2時間とする。

2) V O R / D M E (空港内)

既存のV O R はコンベンショナル型であるため、現在のV O R 近くに新規のV O R を建設することは、既存V O R に対する電波障害の観点から困難である。また、既存のV O R 位置を大きく移動させる理由はない。したがって、工事期間中のV O R / D M E の停波を前提として、現在の位置、諸元のまま更新する。なお、停波の期間の約は3ヶ月を予定している。既存のV O R / D M E 建屋は再使用する。

制御・監視は、V O R / D M E から構内ケーブルで航行援助施設の監視制御装置に接続し、I L S とともに制御、監視する。

〔V O R〕

形 式	:	コンベンショナル型
周 波 数	:	115.7MHZ
出 力	:	100ワット
構 成	:	2重化

(D M E)

形 式 : ターミナル用
周 波 数 : 104X
出 力 : 1.0キロワット (ピーク値)
構 成 : 2重化

(電源供給)

無停電電源装置 (UPS) による供給
供給時間20分

3) N D B

NDBは2.4.3項に述べた理由により、現在位置から送信所に移し、機材を更新する。主要スペックは下記のとおり現状のままであるが、真空管式を改めてすべてソリッド・ステート (半導体タイプ) とする。

(N D B)

用 途 : ターミナルおよび航空路用
周 波 数 : 350KHZ
出 力 : 1.0キロワット
アンテナ : T型アンテナ
構 成 : 2重化

4) VOR/DME (空港外、カラマルカ局)

2.4.3項で述べたとおり計器出発方式の経路を明確にするため、およびスクレ、タリハ、サンタクルスおよびコチャバンバ方面からの進入機を進入管制区内において効率的にコントロールするため、AASANAはエルアルト国際空港の南約25海里にあるカラマルカ (Calamarca) 付近に新VOR/DMEを設置し、同空港にかかるゲートとしたい意向を持っている。同地点付近に新VOR/DMEを設置することにより、エルアルト国際空港付近の航空交通の混雑を解消し、また、進入出発機に対し、新VOR/DMEを利用した新たな到着、出発経路を設定することにより効率かつ安全性の高い航空管制の実施が可能と考えられる。

カラマルカの丘の上には、ENTELのPCMマイクロ中継所があり、アクセス道路、電力引き込み、通信線の引き込み上の問題点はない。いずれにしても、AASANAが土地収用、電力線・通信線の引き込み、局舎の建設を実施する。

なお、AASANAからの要請はVORのみとなっているが、上記目的のためにはDMEを併設することが必要であるので追加することとする。

〔V O R〕

形 式 : コンベンショナル型
周 波 数 : 112.00-117.90MHZ
出 力 : 100ワット
構 成 : 2重化

〔D M E〕

形 式 : ターミナル用
周 波 数 : 57X-126X
出 力 : 1.0キロワット (ピーク)
構 成 : 2重化

〔電源供給〕

UPSによる無停電供給

供給時間 : 2時間

非常用発電機AC220V1φ10KVAを設置する。

(2) 管制施設

1) 管制卓

下記管制機関の管制卓をすべて更新する。ただし、3.3.1に述べたように、管制センター(ACC)には管制官の増強計画があるので、管制卓の席数を現在の1席から2席に増やすものとする。

管制機関

管制卓名

飛行場管制 (TWR)	① 進入管制卓
	② 飛行場管制卓
	③ 地上管制卓
ターミナル管制 (TMA)	④ ターミナル管制卓
航空交通管制センター (ACC)	⑤ 航空交通管制卓 (1)
	⑥ " (2)
飛行情報センター (FIC)	⑦ 飛行情報卓 (1)
	⑧ " (2)
コーディネーション	⑨ コーディネーション卓
スーパーバイザー	⑩ スーパーバイザー卓

設置場所は飛行場管制用の卓はコントロールタワー内にその他は新設する。
ACC/FIC/TMA室とし、これらの卓の制御を行なう通信制御装置を
管制塔機器室に設置する。

また、これらの管制卓には下記の機能を含めるものとする。

- ① 管制用時計
- ② 管制卓間のインターフォン
- ③ マイクロフォン
- ④ ヘッドフォン
- ⑤ フットスイッチ

現在、ターミナル管制席わきに設置されているスペイン製のSSRの指示器
はAASANAが新しいACC/FIC/TMA室に移設する。

2) 管制記録用テープレコーダー

事故解析等に使用する管制官の交信記録用テープレコーダーを更新し、管制
塔機器室に設置する。テープレコーダーは2重化構成とし、再生機を含むも
のとする。

3) 指向信号灯

管制塔から滑走路周辺の車両のコントロール用として指向信号灯（ライトガン）を更新し、管制塔に設置する。

(3) 通信施設

1) V H F 対空通信施設

下記用途のV H F - A M対空通信施設を更新する。送信機は既設送信所に、受信機は新設受信所に設置し、通信制御装置を介して管制卓から制御および通信する。ただし、ラパス管制センター用（ラパスコントロール）128.2MHZは、図4.3.1に示すようにリベラルタ、ロボレ、サマの空港外に設置する（フーノ局は既設である）。この3ヶ所にはすでにE N T E Lの中継所があり、AASANAはE N T E Lとアクセス道路、電力線、通信線、局舎の共用について協議することになっているが、いずれにしてもこの3ヶ所の送受信局に係るアクセス道路、土地収用、電力線引き込み、通信線の引き込み、局舎の建設はAASANAが実施することになっている。

通信施設の更新は、機器を新設し、調整および試験完了後、既存システムから新システムに切り替えるものとする。現在のアンテナはポール上に設置されておりメンテナンスが容易でないために、昇降可能なアンテナ架台を新設し、すべてのアンテナはこの架台上に設置し、メンテナンスを容易にする。なお、各周波数に対応するV H F - A M送信機、受信機は2重化構成とし、アンテナ、同軸ケーブル、アンテナ切替器等、機能を満足させるための付属品を一式含むものとする。

- ① 飛行情報センター “La Paz Information” 用127.1MHZ、100ワット
- ② 飛行情報センター（バックアップ）用 “La Paz Information” 127.7MHZ
100ワット
- ③ 管制センター用 “La Paz Information” 128.8MHZ、100ワット、リベラルタ、ロボレ、サマの3ヶ所の遠隔対空通信局に設置する。
- ④ 管制センター（バックアップ）用 “La Paz Information” 128.2MHZ、
100ワット
- ⑤ 管制センター用 “La Paz Information (2)” 123.9MHZ、50ワット

- ⑥ 管制センター（バックアップ）用 “La Paz Information (2)” 124.7MHZ、50ワット
- ⑦ 進入管制用 “La Paz Approach ” 119.5MHZ、50ワット
- ⑧ 非常通信用 “Emergency ” 121.5MHZ、100ワット
- ⑨ 空港地上用 “S M C” 121.9MHZ、25ワット
- ⑩ 飛行場管制用 “La Paz Tower” 118.3MHZ、25ワット

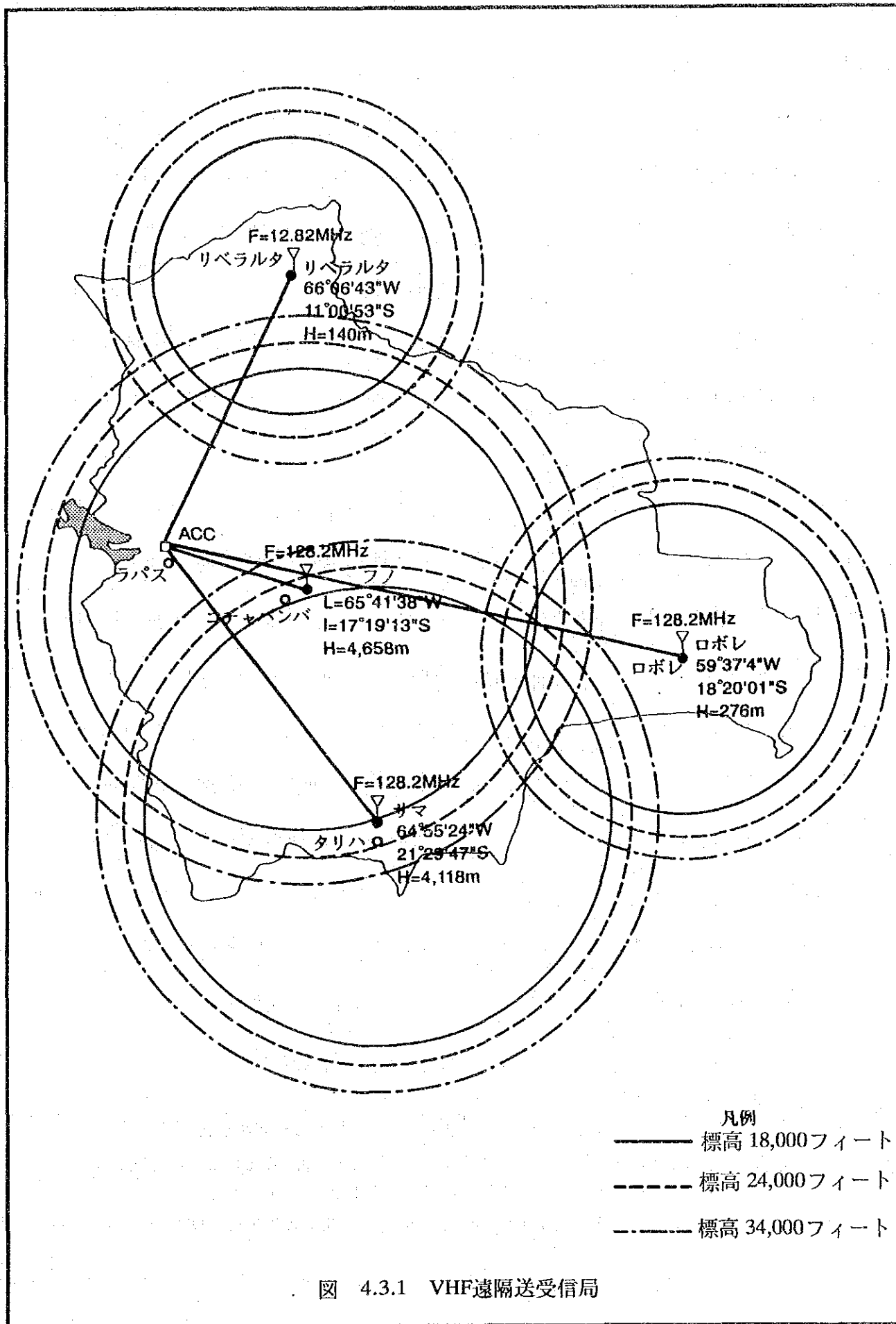


図 4.3.1 VHF遠隔送受信局

2) HF対空通信施設

下記用途のHF対空通信施設を更新する。送信機、受信機の設置場所、制御、通信の方法は、VHF通信施設と同じとする。また、アンテナは無指向性のマルチバンドアンテナとする。

- ① 飛行情報センター用“La Paz Radio” HF-USB/AM 6,622KHZ、500ワット、2重化構成
- ② 管制センター用“La Paz Control” HF-SSB 6,649、10,024KHZ (SAM-1)、500ワット、2重化構成
- ③ 管制センター用“La Paz Control” HF-SSB 5,526、8,855、10,096KHZ (SAM-2)、500ワット、2重化構成

3) HF地対地通信施設

下記用途のHF地対地通信施設を更新する。送信機は送信所に、受信機は受信所に設置し、管制塔下の通信センター内のモールスコンソールから制御・通信する。なお、捜索救難用トランシーバーは管制センター内に設置する。

- ① ラパスー地方空港間航空固定通信網(AFTN)用

HF-USB/USB送受信装置300ワット、2重化構成、2,553、3,441、5,232、6,750、6,997.5、8,910、10,065KHZの7波切り替え方式

- ② ラパスー全国空港間AFTNのバックアップおよび各空港の通信局間の業務連絡用

HF-USB/USB送受信装置300ワット、2重化構成、2,553、2,593、3,441、5,810、6,750、6,775、6,880、6,996.5、7,680、9,480 KHZの10波切り替え方式

- ③ ラパスー地方空港用ATS直接通話回線

HF-SSB/USB送受信装置、500ワット、2重化構成、セルコール(SELCAL)用トーンジェネレーター付、4,495、7,647.5、13,552KH

④ 捜索救難用HF回線

HF-SSBトランシーバー、200ワット、6周波プリセット型

- ⑤ モールス通信およびボリヴィア国内通信局間の業務連絡用コンソール、2席

4) VHF地対地通信施設

現在、管制塔と消防所および消防車両間の通信には航空管制用無線を使用しているが、目的、用途が異なるので、下記VHF-FM通信施設を新設する。また、空港維持管理用通信施設は現在なく、新設する必要がある。

① 管制塔と消防所および消防車両との通信回線

VHF-FM送受信装置、および車載用トランシーバー、10ワット、148.5MHZ

- ② 空港維持管理用施設、VHF-FM送受信装置、車載用トランシーバー(10ワット)および手持ちトランシーバー、1～3ワット、149.2MHZ

設置場所は、①項施設は管制塔および消防車両、②項施設は通信センターおよびメンテナンス用車両とする。

5) PCMマイクロウェーブ施設

エルアルト空港～アチャチカラ～ENTEL市内局の中継線施設をFDM(周波数多重)からPCM(パルスコード変調)に変更し、機器を更新する。現在、空港側の機器は管制塔内の機器室に設置されているが、更新スペースがないので、新管制塔に設置することとする。この時、空港(新管制塔)～アチャチカラ局間の見通し線は確保することができる。アチャチカラ局には、UHF送受信機、搬送端局装置、電源供給装置、バッテリー、アンテナ鉄塔が設置されているが、建物に更新スペースがないため、AASANAが建物を新設する必要がある。

ENTEL市内局側では、既存の機器室、アンテナ鉄塔が使用可能であり、AASANAとENTELで協議し、AASANAが準備することになっている。マイク