ボリビア共和国

ビルビル国際空港計画
フィージビリティ調査

報　告　書

昭和52年11月

国際協力事業団

ボリビア共和国

ビルビル国際空港計画

フィージビリティ調査

報　告　書

昭和52年11月

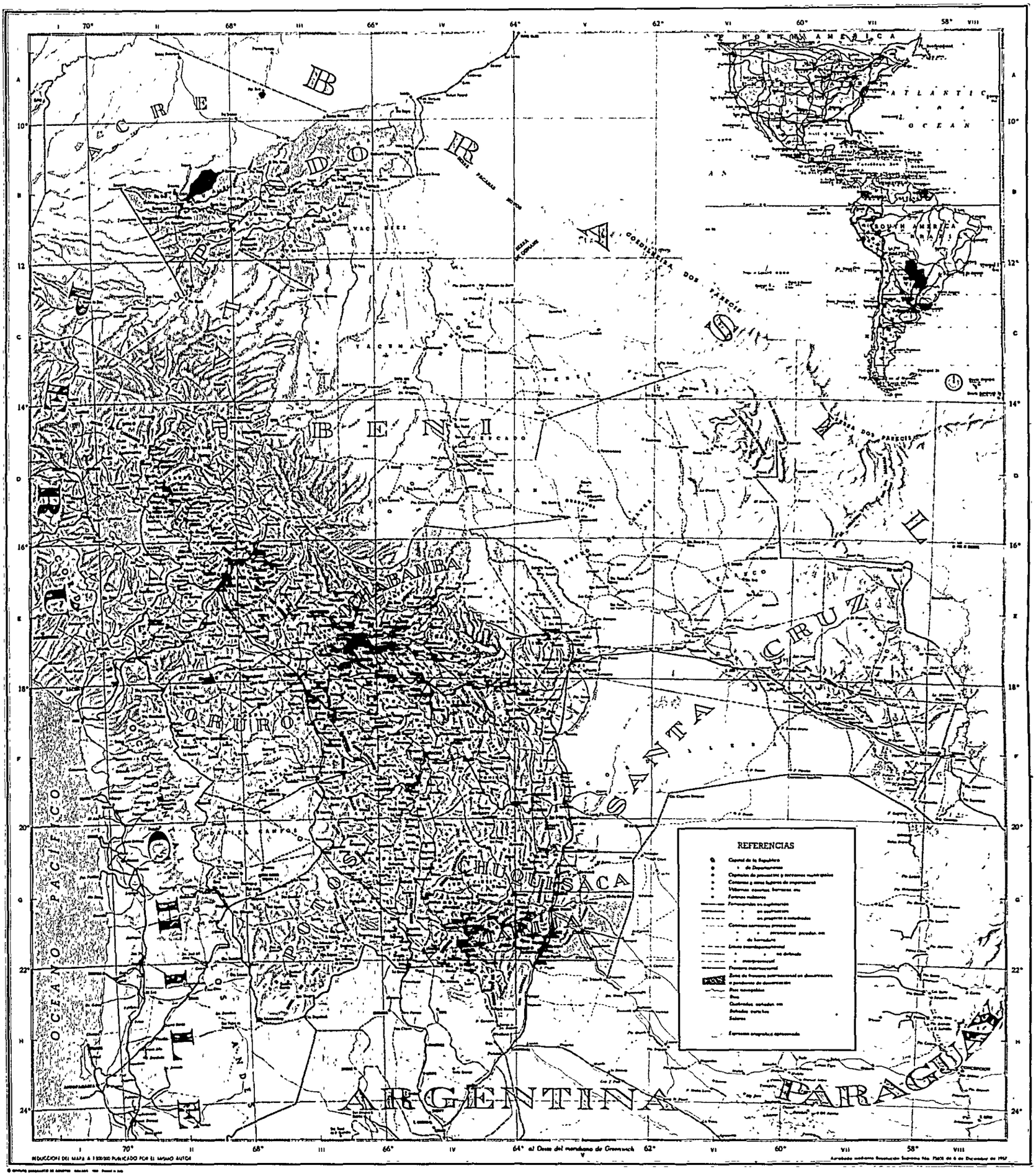
国際協力事業団

目　　次

〔別　冊〕

付　図　一　覧

付　属　資　料


ACRE
BOLIVIA
BENI
LA PAZ
COCHABAMBA
ORURO
POTOSI
CHUQUISACA
SANTA CRUZ
TARIJA
OCEANO PACIFICO
ARGENTINA
PARAGUAY
ATLANTIC OCEAN
SOUTH AMERICA
REFERENCIAS
REDUCCION DEL MAPA A 1:500.000 PUBLICADO POR EL MISMO AUTOR

要　約　と　結　論

目的

この調査は、ボリビア共和国Santa Cruz 市郊外に予定されている新国際空港建設計画のフィージビリティを確認することにある。

要約

1. プロジェクトの背景

ボリビア共和国における航空輸送需要は、ここ10年間に大幅に増加し、特にSanta - Cruz 空港における需要の伸びは著しいものがある。

現空港の施設は、将来の航空需要の増加に対応できなく、更に、市街地に隣接しているため、騒音問題や航空機事故による人身事故も起きており、空港の移転が大きな社会問題となっている。

このため、ボリビア政府は、長期的観点から、現空港に代わり得る新空港をビルビル地区に計画した。

マスタープランは1973年までに策定された。

しかし、諸般の事情から新空港の建設が遅れたため、最新のデータに基づき、航空輸送需要を再検討する必要が生じた。

また、このマスタープランは、部分的にややオーバーデザインであるため、施設規模を中心とした見直しを行い、新たな空港建設計画案を作成することとなった。

本プロジェクトは、早期開港を希望するボリビア政府によって、高いプライオリティーがあたえられている。

2. 航空輸送需要予測

Santa Cruz 空港における輸送需要予測は、ボリビア共和国全体の航空輸送需要と整合性を持つように、まず、国全体の航空旅客及び航空貨物需要予測を国内総生産との相関分析によって求めた。

これらの結果に基づき、Santa Cruz 空港の輸送需要の発展性を考慮した配分モデルによって同空港の輸送需要を予測した。

その結果は次のとおりである。

項目＼年	1980	1985	1990	1995	2000
年間旅客数（千人）	544	986	1,681	2,867	4,289
国内線旅客	381	631	1,004	1,579	2,214
乗降客	305	505	803	1,263	1,771
通過客	76	126	201	316	443
国際線旅客	163	355	677	1,288	2,075
乗降客	98	214	408	776	1,250
通過客	65	141	269	512	825
年間貨物量（トン）	5,040	9,690	18,700	26,400	37,000
国内線貨物	4,300	8,100	15,300	21,600	30,300
国際線貨物	740	1,590	3,400	4,800	6,700
年間発着回数（回）	29,830	43,880	62,970	95,670	132,060

3. 計　画　案

調査・検討の対象として、新空港建設計画案と新空港と同等のサービスが可能な代替案としての現空港拡張案を設定した。

2案の計画概要は次のとおりである。

(1) 計画要件

施設等＼計画年		1985	1990	1995	2000
飛行場施設	滑走路長さ (m) × 幅 (m)	3,200×45	3,500×45	3,500×45	3,500×45
	誘導路の幅 (m)	23	23	23	23
	旅客機用エプロン（バース）	5	8	10	13
	貨物機用エプロン（バース）	2	2	3	4
無線航行援助・通信・気象施設		CAT-I・ILS・VOR/DME・NDB・通信気象施設			
航空灯火施設		CAT-I・ILS精密進入空港に対応する施設			
建物施設	旅客ターミナルビル (㎡)	11,000	16,000	23,000	29,000
	貨物ターミナルビル (㎡)	900	1,800	2,600	3,600
	税関・検疫・郵便局（貨物用）・管制塔・大統領パビリオン・消火救難施設等				
道路・駐車場	道路（車線数）	2	2	2	4
	駐車場（台）	1,000	1,400	2,000	2,300
その他		都市設備・航空機給油施設			

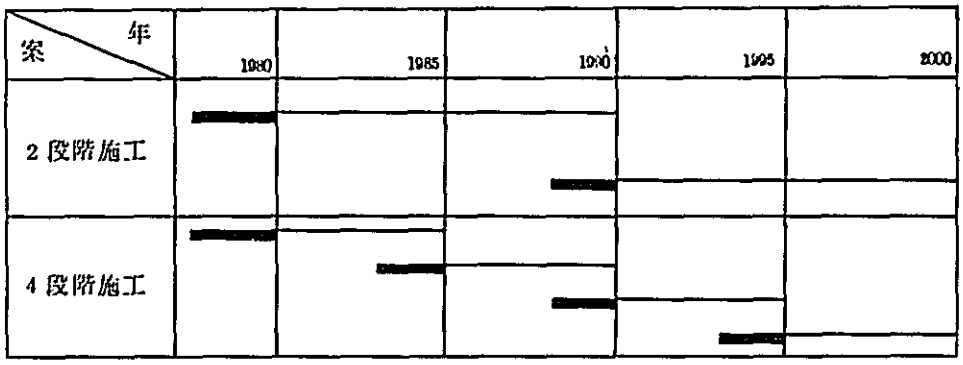
(2) レイアウト

新空港のレイアウトは、既マスタープランに基づいた。

現空港は、現滑走路を南側に延長し、ターミナル地域は、滑走路をはさんで、現ターミナル地域の反対側に滑走路に平行に配置する案とした（付図１～付図８）。

(3) 建設工程

２案の建設工程は、２０００年を目標とし、次のように設定した。



注）施工　供用

(4) プロジェクト費

各年次別のプロジェクト費を次に示す。

単位：百万米ドル

案 ＼ 計画年		１９８５	１９９０	１９９５	２０００
新空港建設計画案	２段階施工	－	８２	－	６９
	４段階施工	７１	１５	３６	４４
現空港拡張計画案	２段階施工	－	１０３	－	４８
	４段階施工	７９	２８	２４	３１

注１）プロジェクト費はいずれも用地費を含まない。

２）現空港拡張計画案のプロジェクト費は道路トンネル工事費を含む。

３）１ＵＳ＄＝¥２６０で換算した。

4. 経済分析

新空港建設案の経済的フィージビリティを明らかにするために、まず、国民経済的観点に基づく費用便益分析を基本案（現空港の現状施設水準の維持案）との比較によって行った。さらに新空港建設案自体が、同等の代替案中最適であるかどうかの検証を新空港建設案と現空港拡張案とについてそれぞれ１２％の割引率で割引いた純費用の比較によって行った。

その結果、新空港建設案の内部経済収益率は１５％となり、さらに新空港建設案と現空港拡張案との純費用の差は8.３９百万ドルとなった。したがって、新空港建設案は国民経済的にフィージブルであり、また、同等の代替案中最適であることが検証された。

5. 財務分析

新空港建設案の２０年間にわたる期待収入を現行料金水準に基づいて算出したところ、内部財務収益率は0.１５％となった。

この内部財務収益率は、極めて低率であるから、将来は現行の空港料金水準をあげることが望ましい。その１例として、１９８１年に２０％、１９８３年、１９８５年にそれぞれ１０％、累計４５％と料金水準を上昇させれば、内部財務収益率は約４％となる。

6. 結　論

(1) 新空港建設計画は、ボリビア共和国の経済の発展，社会的要請及び航空需要の増加等の見地から、実施の必要性が高い。

(2) ボリビア政府が新空港候補地として選定したViru Viru 地区は、極めて満足のいく候補地である。

(3) 新空港建設計画は、技術的・経済的にフィージブルである。

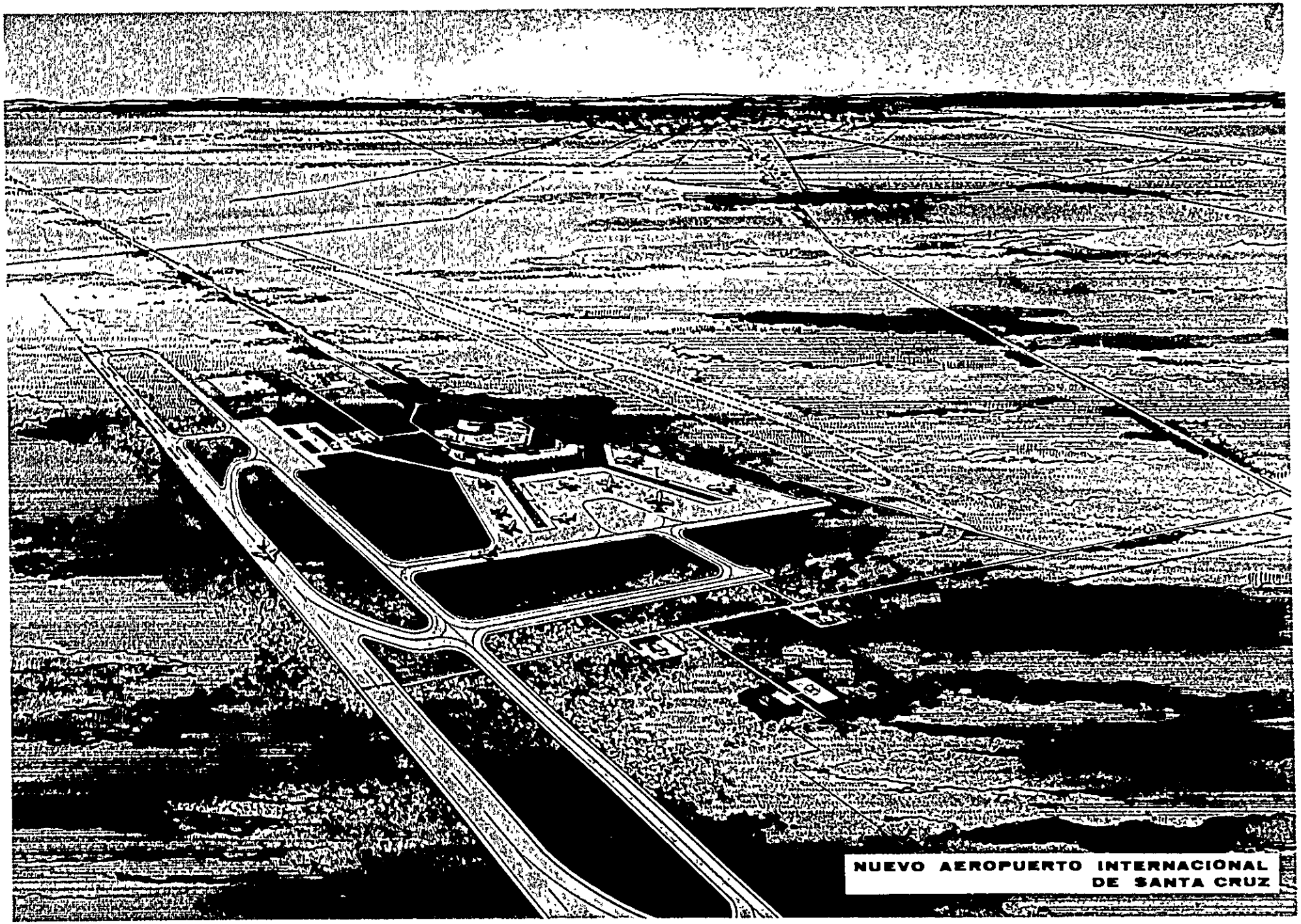
(4) 新空港建設計画の財務収益率を良くするために、現行料金の値上げ改定を行うことが望ましい。

(5) プロジェクトの運営及び安全性等プロジェクト遂行上の観点から判断して、プロジェクトは２段階に分け、第１期として、１９９０年の需要に見合う空港施設の建設を勧告する。

(6) プロジェクトを円滑かつ効率的に遂行するために、建設実施について十分な配慮が望ましい。

年次別の新空港建設計画一覧

項目	計画年	1985	1990	1995	2000	備考
新空港の基礎諸元		空港の位置 ： Santa Cruz 市街地の中心より北方17Km 標高 370メートル 滑走路方位 147°/327° 空港用地 2,370 ha				
航空需要予測値	国際線旅客	355,000人/年	677,000人/年	1,288,000人/年	2,075,000人/年	
	国内線旅客	631,000 〃	1,004,000 〃	1,579,000 〃	2,214,000 〃	
	計	996,000 〃	1,681,000 〃	2,867,000 〃	4,289,000 〃	
	航空貨物量	8,000トン/年	15,300トン/年	21,600トン/年	30,500トン/年	
	総発着回数	44,000回/年	64,000回/年	97,000回/年	135,000回/年	
航空機離着施設	着陸帯	3,320m²×300m	3,620m²×300m	3,620m²×300m	3,620m²×300m	
	滑走路	3,200m²×45m	3,500m²×45m	3,500m²×45m	3,500m²×45m	
	シュルダー	7.5m	7.5m	7.5m	7.5m	
	舗装	コンクリート	コンクリート	コンクリート	コンクリート	
	誘導路					
	幅員	23.0m	23.0m	23.0m	23.0m	
	シュルダー幅	10.5m	10.5m	10.5m	10.5m	
	平行誘導路	720m	1,600m	1,710m	3,500m	
	高速離脱	—		1本	3本	
	直角誘導路	貨物エプロン用1本 旅客 〃 2本 滑走路端取付	1本 2本 1本	1本 3本 1本	貨物エプロン用 1本 旅客 〃 3本 滑走路端取付 2本	
	間隔 滑走路・誘導路	210m	210m	210m	210m	Center to Center
	エプロン					
	旅客用エプロン	5バース(50,050m²)	8バース(50,050m²)	10バース(185,900m²)	13バース(230,900m²)	
	貨物用エプロン	2 〃 (22,800m²)	2 〃 (22,800m²)	3 〃 (40,350m²)	4 〃 (44,200m²)	
	一般航空用エプロン	65 〃 (9,300m²)	95 〃 (14,000m²)	140 〃 (20,000m²)	185 〃 (26,500m²)	
	舗装	コンクリート	コンクリート	コンクリート	コンクリート	
無線・通信気象施設	航空固定通信施設	1 式				
	航空移動通信施設	1 式				
	無線航空援助	ILS施設(Cat 1), VOR施設, DME施設等1式				
	航空気象	気象観測施設1式 気象通信1式				
航空灯火道路照明施設	航空灯火	進入灯・滑走路灯・誘導路灯・エプロン灯等1式				
	道路駐車場照明	道路駐車照明等1式				
建物施設	旅客ターミナルビル	11,000m²	16,000m²	23,000m²	23,000m²	
	貨物 〃	900m²	1,800m²	2,600m²	3,600m²	
	その他	税関・検疫・郵便局(貨物用)・管制塔・大統領パビリオン・消火救難施設等				
都市設備		特高変電所,66/11変電所, 電力配線路, 給水施設, 汚水排水施設 電話施設, ゴミ処理施設, ガス供給施設				電力施設69KV/10KV変電所等は第1期工事で建設し、増設はない。給水、汚水等の施設は増設を考える。
その他の施設		道路・駐車場、排水施設、ヘリポート、航空機燃料給油施設				


NUEVO AEROPUERTO INTERNACIONAL
DE SANTA CRUZ

第１章　プロジェクトの背景

1－1　一般的背景

1－1－1　ボリビアの航空交通

ボリビアの航空交通は、近年、国際線、国内線とも急速に発展した。1966 年から1975年に至る１０年間にボリビアの主要空港を利用した旅客の総数は、年平均11パーセントで増加している。この傾向は特にSanta Curz 空港において顕著であった。

この航空需要の発展は、ボリビア経済の年平均６パーセントを超す順調な発展、特にSanta Cruz州の急速な経済発展によるところが多かった。

しかしながら、航空交通がボリビアの交通全般に占める位置は決して高くはなく、また、必要にして十分な成熟にまで到達しているとはいえない。

ボリビアの交通全般は、次の２つの厳しい条件の下にある。

a. 内陸国であり、海上の出口を持たないこと。

b. 国内の地勢が西に高峻な山岳地帯、北及び東に広大な未開拓の地域の広がりを持ち、全土に極めて疎な人口が分散しており、十分な交通サービスを提供するのに極めて高額の費用が掛ること。

この２つの条件が、総体としての交通全般の発達を困難にしてきた。

例えば、道路網の総延長は約３８，０００kmあるが、そのうちアスファルト舗装部分は、わずかに1,600 km、砂利舗道が6,600 km あるのみである。

また、鉄道もこの広大な地域に総延長３，４００km を有するのみであって、しかもそれがLa Paz／Cochabamba を中心とする西のシステムとSanta Cruz を中心とする東のシステムに分離している（図１－１－１参照）。

その他に、若干の水路と、比較的よく発達した炭化水素パイプラインがあるが、国の大部分は一種類の輸送手段（モード）しか持っていない。

このような状態は、経済社会発展計画（１９７６年－１９８０年）に次のように表現されている。(*)

"適当な交通インフラストラクチュアの欠如は、国家の発展にとって重大な障害をなしている。交通部門の未発達は、自然資源の豊富な潜在力を持つ広大な土地を保有する我が国民の経済活動の統合を妨げ、その一体化を困難にし、外国貿易や観光の発展を制約している。"

まさにこういった事情こそ、ボリビアの民間航空に、通常の場合以上の貢献を要求するのである。

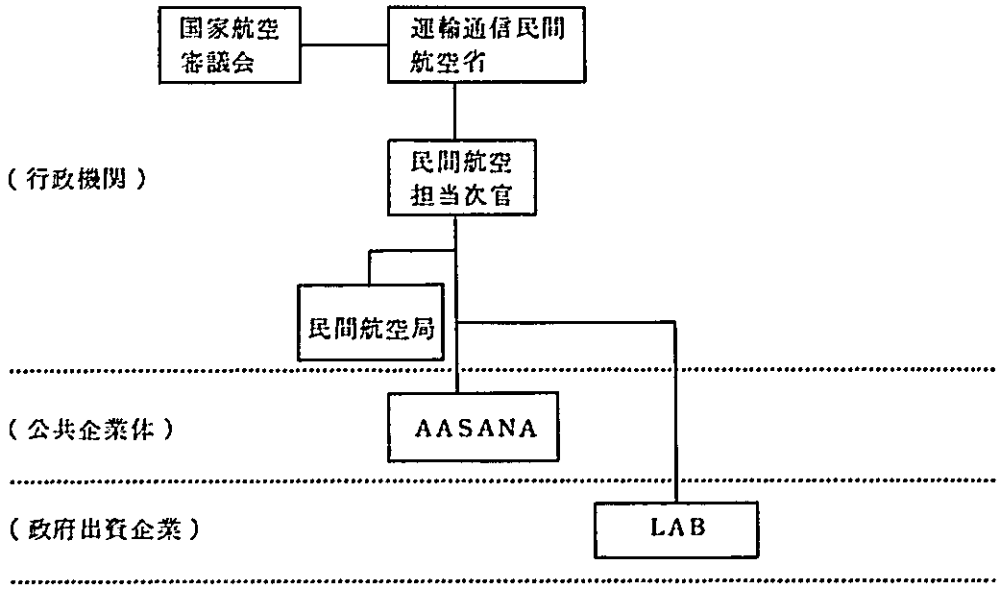
すなわち、国際的には、海上の出口を持たぬこと（la mediterraneidad）こそ、国際交

(*) Republica de Bolivia : Plan de Desarollo Economico y Social, Secundo Tomo, La Paz－Bolivia, 1976, 249ページ。

通・国際貿易にとっての航空部門の死活の重要性をもたらすものであり、また、国内的には北部・東部の広大な未開発地域との交通は、全国的な道路、鉄道のネットワークがまだ存在しない故に、航空輸送に頼らざるを得ないのである。

こういった重大な国民の負託にこたえるべきボリビアの民間航空は、その実施機関として、AASANA(Administración de Aeropuertos y Servicios Auxiliares a la Navigación Aérea)とLAB(Lloyd Aéreo Boliviano)を中心として発展してきた。AASANAは空港施設を、国の委任の下に管理あるいは所有して航空交通のインフラストラクチュアを提供し、一方LABは航空機を所有して貨客への輸送サービスを提供してきた。(AASANAの管理するボリビアの現有の諸空港とその諸元については表1－1－1を、LABの運航する路線については図2－1－1を参照)

なお、この両者を含むボリビアの航空全般の行政組織機構は次図のとおりである。



1－1－2　経済社会発展計画における航空交通

現在施行中の経済社会発展計画は、輸出振興(炭化水素、鉱産物、農産物、農産工業品等)を基軸として高率の経済成長を企図する野心的な計画案であるが、交通全般は先にも述べたとおり、ボリビア経済発展の最大のボトルネックと考えられ、発展戦略の最も重要な項目の一つとなっている。

交通全般には、5ケ年間の全経済の総資本形成の約15パーセントが予定されていて、各輸送モードが補完しあった斉合的な輸送システムを展開して、低廉・高信頼度・敏速・快適な輸送サービスを提供する任務を付与されている。(*)

(*) Republica de Bolivia : Plan de Desarollo Económica y Social, 1976－1980, Resumen, La Paz－Bolivia, 1976, 225ページ。

表1－1－1　AASANA 管理下の空港諸元

空港名	滑走路方位	滑走路長 (m)	高度 (m)	緯度	経度	勾配 (%)	エプロン面積 (㎡)	滑走路の形状
La Paz	09-27　274/094	4,000×46	4,057	16° 31'	68° 11'	1,55	34,970	コンクリート舗装
Cochabamba	04-22　217/037	2,500×45	2,547	17° 25'	66° 10'	0,22	20,000	アスファルト舗装
Cochabamba	13-31　312/132	1,500×30	-	---	---	-,-	-,-	---
Santa Cruz	14-32　325/145	2,780×40	417	17° 48'	63° 11'	-,-	14,400	アスファルト舗装
Trinidad	13-31　314/134	2,600×30	154	14° 48'	64° 46'	0,00	16,200	アスファルト舗装
Riberalta	17-35　345/165	1,100×50	-	---	---	-,-	-,-	---
Riberalta	13-31　306/126	1,800×50	171	11° 00'	66° 07'	0,45	26,600	無舗装
Guayaramerin	16-34　342/162	1,800×50	169	10° 48'	65° 24'	0,23	6,600	無舗装
Sta.Ana de Yacuma	13-31　317/137	1,500×50	219	13° 46'	65° 27'	-,-	1,200	無舗装
San Borja	17-35　357/177	1,800×50	193	14° 52'	66° 52'	0,06	13,500	無舗装
Sucre	04-22　216/036	1,500×30	3,117	19° 03'	65° 16'	2,26	5,400	コンクリート舗装
Oruro	18-36　359/179	2,050×35	3,703	17° 57'	67° 07'	0,00	4,800	無舗装
Oruro	09-27　269/089	2,000×35	-	---	---	-,-	-,-	無舗装
Apolo	16-34　345/165	1,350×50	1,382	14° 43'	68° 30'	1,48	1,800	無舗装
Ascención de Guarayos	16-34　345/165	1,350×50	246	15° 56'	63° 08'	0,34	1,400	無舗装
Cobija	15-33　330/150	1,100×50	251	11° 01'	68° 47'	0,11	2,400	無舗装
Camiri	15-33　332/152	1,165×50	871	20° 01'	63° 33'	0,53	2,088	無舗装
Magdalena	15-33　336/156	1,400×50	236	13° 20'	64° 07'	0,16	2,400	無舗装
Yacuiba	01-19　195/015	1,500×50	641	21° 59'	63° 42'	0,16	7,200	無舗装
Rurrenabaque	18-36　360/180	1,300×50	274	14° 28'	67° 34'	0,88	2,100	無舗装
San Javier	18-36　360/180	1,450×40	579	16° 16'	62° 28'	0,00	2,100	無舗装
San Joaquin	14-32　328/148	1,100×50	199	13° 04'	64° 49'	0,16	7,200	無舗装
San Ig. de Moxos	14-32　322/142	1,300×50	240	14° 58'	65° 38'	0,07	3,200	無舗装
San Ig. de Velasco	17-35　352/172	1,200×40	399	16° 22'	60° 59'	-,-	4,000	無舗装
Tarija	14-32　320/140	2,000×46	1,861	21° 32'	64° 45'	0,72	3,520	無舗装
Tarija	15-33　335/155	1,220×80	-	---	---	-,-	-,-	---
Puerto Suarez	18-36　360/180	1,230×40	153	18° 57'	57° 52'	1,00	3,000	---
Roboré	16-34　348/168	1,200×40	266	18° 20'	59° 45'	0,00	2,800	---
Concepción	15-33　337/157	1,200×40	496	16° 15'	62° 03'	0,54	3,600	無舗装
San José de Chiquitos	17-35　352/172	1,200×40	299	17° 49'	60° 48'	0,00	3,000	無舗装
Potosí	05-23　237/057	2,100×60	3,934	19° 35'	65° 45'	1,46	2,400	無舗装
Reyes	18-36　360/180	1,350×40	245	14° 17'	67° 18'	0,00	5,400	---
San Ramón	16-34　340/160	1,200×40	213	13° 17'	64° 42'	0,21	1,100	---

出所：AASANA 土木部

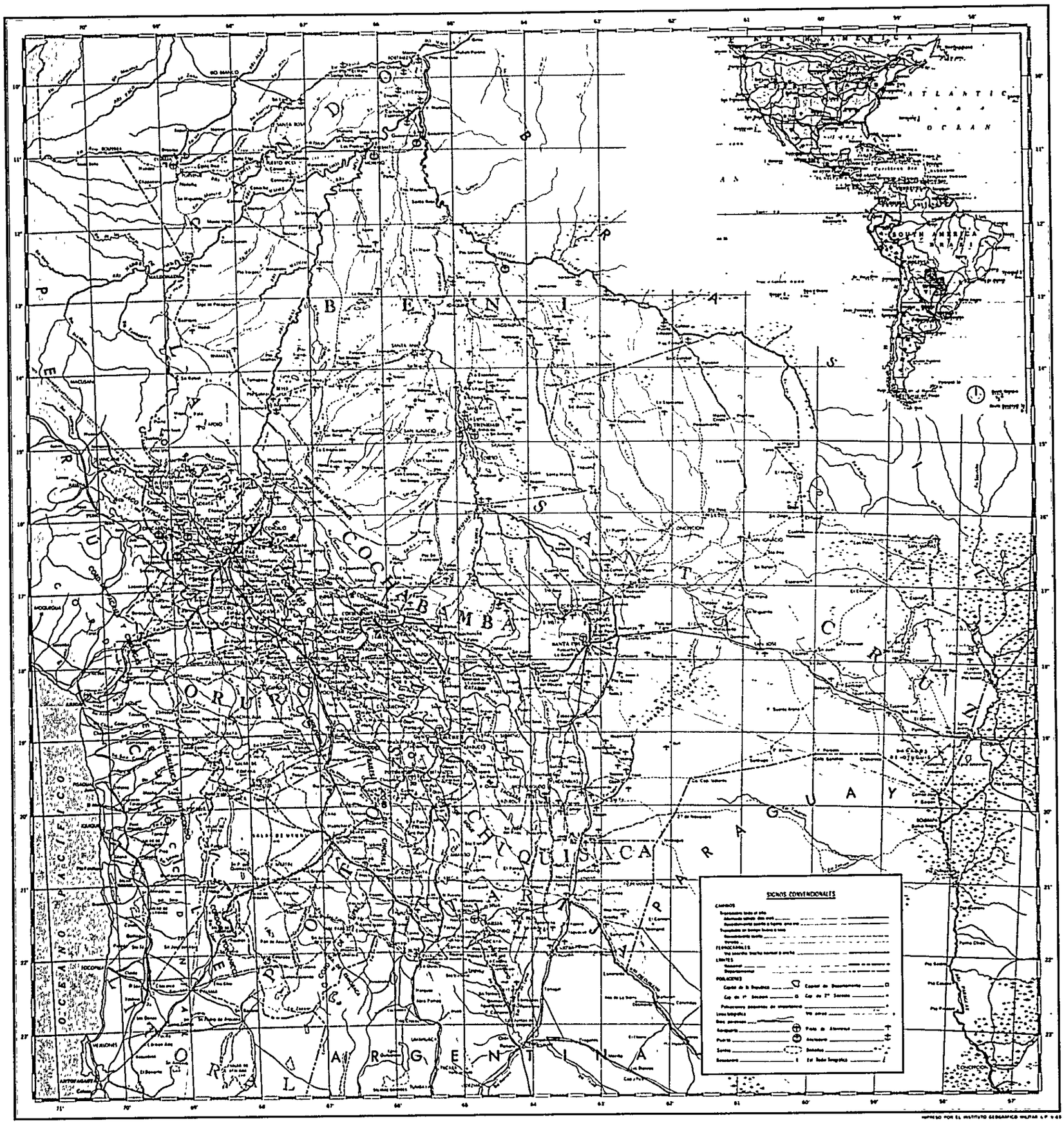


FIG.1-1-1 SISTEMA DE TRANSPORTES EN BOLIVIA

この約9億ドルにのぼると予想される交通全般における資本形成のうち、更にその約23パーセントが航空交通に向けられるべきであると考えられており、特に、La Pazを始めとする主要空港、更にはTarija, San Borja, Santa Ana, Riberalta等の地方空港（これに対しては世界銀行の2,500万ドルの借款が供与される）の整備・拡張、また、通信・航行援助施設、保守機材の整備等に当てられる、とされている。

1－1－3　本プロジェクトの意義

本プロジェクトは、上述のような状況のもとでAASANAを実施機関として立案された。

一般に空港プロジェクトが発生する背景には、

a. これまで空港の無かった地域に空港が建設される場合。

b. 現空港が狭隘化して需要を満たし得なくなり、拡張又は新空港の建設を必要とする場合の2つの場合があろう。

本プロジェクトは後者に属する。

本プロジェクトの空港は、国際面では、現在のEl Trompillo 空港の機能を継承するとともに、次第に混雑の度合を増しているLa Paz（El Alto)国際空港を補完しつつ、南米大陸の中心地点としての立地上の優位性を利用して、南北・東西の国際航路の"中継地点"としての意義を増加してゆくであろう。

また、国内空港としての意義は、他の地域に比してより急速な発展を続けている"発展の極"（pola de desarollo)としてのSanta Cruz 州のために、より高度の貨客サービスを提供することによって、その発展ポテンシアルを十分に実現せしめることに帰そう。更にまた、北部及び東部の広大な未開拓地域のための重要な航空ネットワークの基地となること、が付加的な任務として新空港に与えられることになろう。

1－2　現空港の問題点

1－2－1　現施設の問題

El Trompillo空港は、Santa Cruz市の中心から南方約2 kmに位置し、市街地を取りまく第2環状道路に近接している。

現空港の主な施設を表1－2－1に、また、空港施設平面図を図1－2－1に示す。

(1) 滑走路、誘導路、エプロン

滑走路の長さは2，780m、幅40mであるが、照明施設の不備のため、夜間の使用は2，075mに限られている。

現存の臨界航空機はB727－100であるが、将来就航が予想されるDC－8やB747を受け入れるためには、滑走路の延長、拡幅及び舗装構造の補強が必要である。

(2) 旅客ターミナルビル

1976年のピーク時便数は2便程度であるが、旅客ターミナルビルは、国際線と国内線のロビーが共用であり、送迎人も旅客1人当たり3人程度と比較的多いため、ターミナ

表1－2－1　現空港施設の現状

施設		諸元又は現状	備考
滑走路		2，780m×40m	アスファルトコンクリート
着陸帯		幅 150m	
誘導路		エプロンと滑走路を結ぶ誘導路がある。	
エプロン		5バース	
ターミナル施設	旅客ターミナルビル	2，440㎡	手荷物受渡所は屋外
	貨物ターミナルビル	580㎡	
	小型機格納庫	7，000㎡	約30機分（常駐約80機）
無線・通信・気象施設	航空固定通信施設	マイクロウェーブ回線	La Paz
		HF／SSB	〃　（予備）
		HF／MAS	国際回線 Campo Grande 国内回線 8空港
	航空移動通信施設	HF，VHF	対空通信
	航行援助施設	VOR，NDB，ロケータ	
	気象施設	風向・風速計、気圧計	
航空灯火施設		中光度滑走路灯	1式
		飛行場灯台	1式
		エプロン照明灯	3基

ルビル内の混雑はひどく、現状でもターミナルビルの容量は、すでに限界に近い状態である。

また、国内線の手荷物受渡所は野外にあり、雨天時には旅客に不便をかけている。

(3)　航行援助施設

航行援助施設としては、VOR、NDB及びロケータが設置されているが、全般的に施設及び使用機器はかなり老朽化している。

(4)　航空灯火

滑走路全長2，780mのうち、エプロン寄りの2，075mに中光度滑走路灯が設置されているが、施設はかなり老朽化している。

(5)　消火救難施設

消火救難施設は移動式の消火器があるのみで、消防要員の組織体も無い。

1－2－2　社会的問題

(1)　都市計画との不整合

Santa Cruz 公共事業委員会は、すでに1967年に、図1－2－2にみられるような1972年を目標とした都市道路計画を発表している。同計画は、新空港の建設を前提

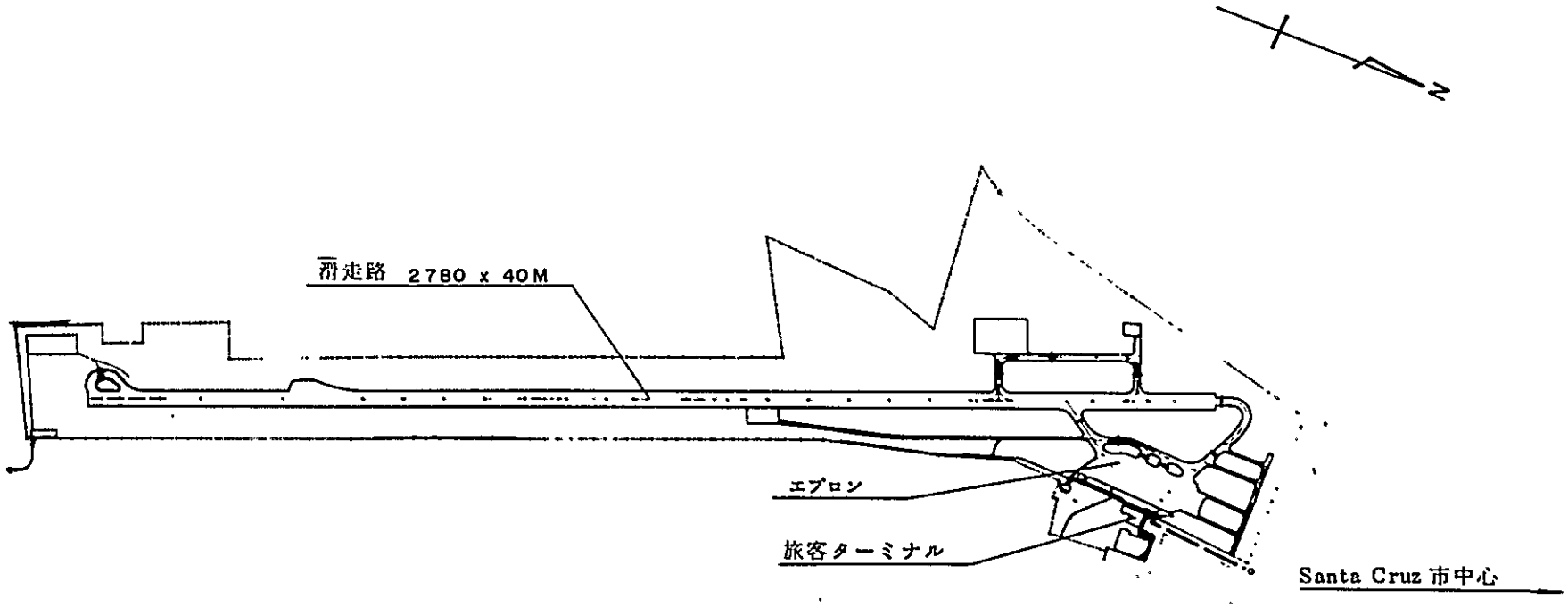


図1－2－1　Santa Cruz現空港施設平面図

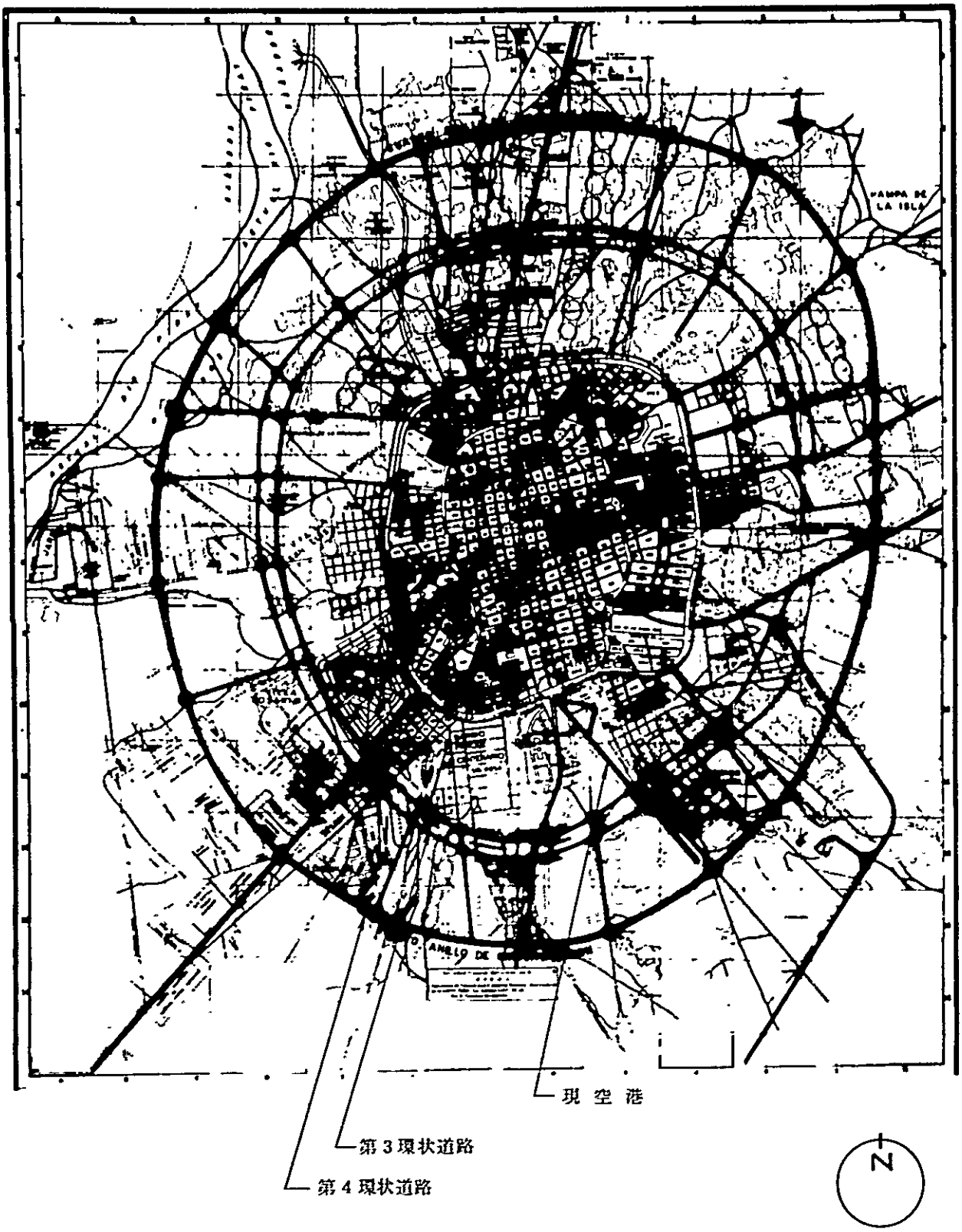


図１－２－２　Santa Cruz市都市計画図

とし、現空港の滑走路を北端（市の中心部に近い方）から約１，０００ｍに短縮して一般航空機用飛行場としての利用を図るとともに、　残地を緑地公園化することとしている。同計画の進捗状況はかなり遅れており、１９７７年現在、第３環状道路内側線の一部工区の舗装工事が着手されている段階である。このような計画の遅延の原因の一つとしては、現空港が継続使用されているため、　現空港の滑走路の存在が図１－２－２で明らかなように、計画第３環状道路（内側線と外側線）及び計画第４環状道路のそれぞれのリンクを妨げていることがあげられる。

(2)　航空機騒音問題

現空港は、市街地に位置しており、航空機の騒音が社会的問題になっている。

現在の航空機の離着陸回数程度においても、すでに住民からの苦情が出ており、将来、航空機の離着陸回数の増大に伴って、ますます社会的な問題となろう。

(3)　航空機事故問題

現空港は市街地に位置するため、事故が発生した場合、住民の受ける被害が大きい。１９７４年～１９７６年の３ケ年の航空事故は表１－２－２のとおりである。特に、表１－２－２には含まれていないが、１９７６年１０月にＢ７０７型貨物機が離陸失敗により市街地に墜落した事故においては、死者８０人、重軽傷者７８人、行方不明１１人の計１６９人が被害を受けている。

表１－２－２　Santa Cruz 空港における航空機事故統計

年　次	年間発着回数　(A)	航空機事故件数　(B)	死亡者数　(C)	$\frac{B}{A}$ ×1,000
１９７４年	18,216 回	５９ 件	２２ 人	３・２４
１９７５年	20,598	６９	１１	３・３５
１９７６年	20,000	４０	２１	２・００

出所：　AASANA

１－３　ボリビア政府のマスタープランのレビュー

日本政府調査団は、新空港適地をViru　Viruとしたボリビア政府のマスタープランのレビューを行った。

１－３－１　マスタープランの概要

このマスタープランは、１９９５年を最終目標年次とし、第１期目標年次を１９８５年とした２段階施工を計画している。マスタープランのレイアウトと概要は、図１－３－１と表１－３－１に示すとおりである。

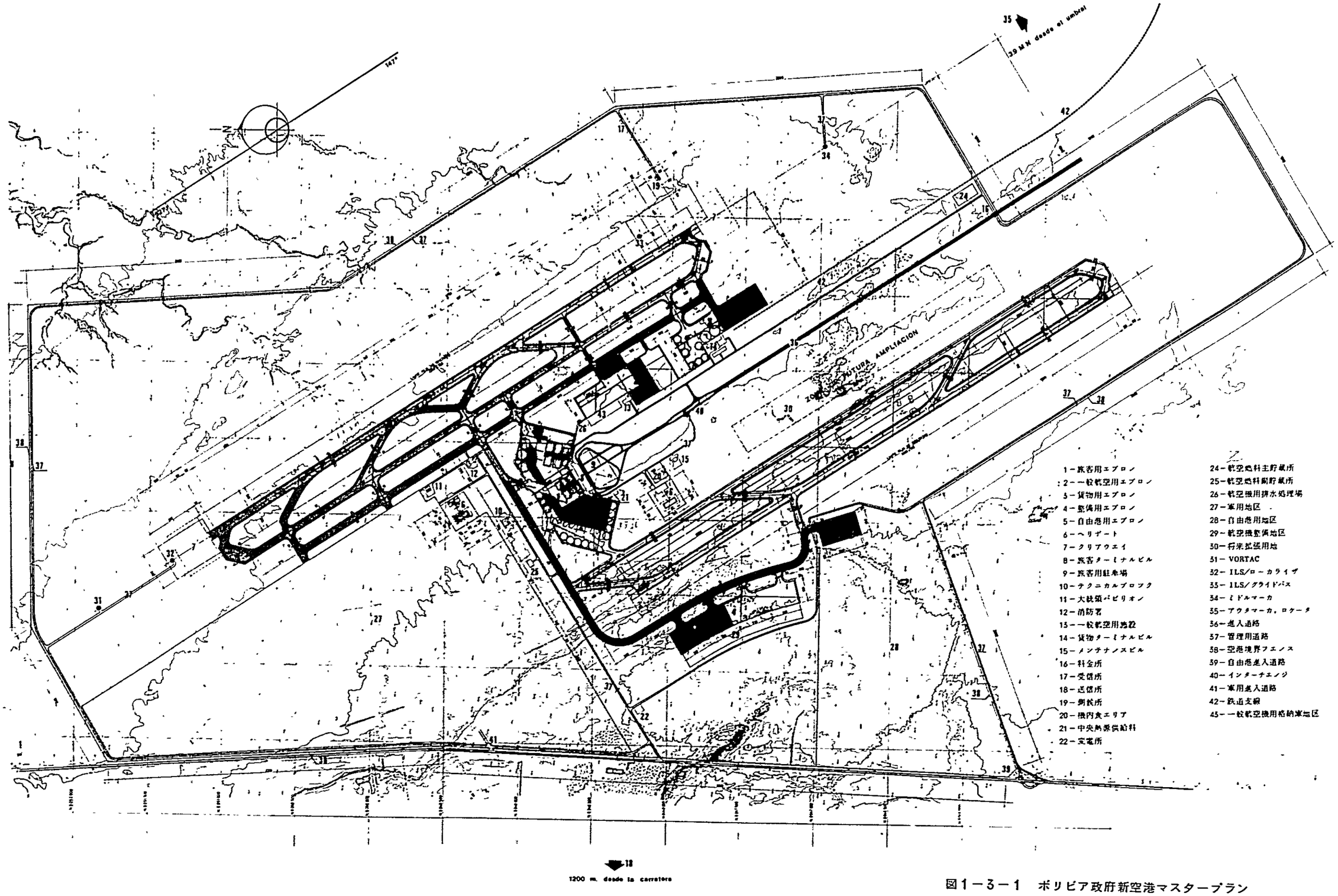


図1－3－1　ボリビア政府新空港マスタープラン

表1－3－1　マスタープラン概要

航空輸送需要予測、空港施設			1985年	1995年
航空輸送需要予測	旅客数	国内・国際	590,000人/年	1,840,000人/年
	貨物取扱量	国内・国際	10,000t/年	22,000t/年
	発着回数	定期・不定期	45,000回/年	97,000回/年
	バース数	旅客・貨物	20バース	36バース
航空機離着陸施設	着陸帯		3,820m×300m	
	クリアウェイ		350m×250m	
	滑走路	第1滑走路	3,700m×45m	
		第2滑走路		3,700m×45m
	誘導路	平行誘導路	1本	2本
		高速離脱誘導路	3ケ所	5ケ所
	間隔	滑走路	1,800m	
		滑走路と誘導路	250m	
		誘導路	150m	
無線航行援助施設	NDB VORTAC ILS		一式	増設
航空灯火			一式	増設
管制 航空通信 気象施設			一式	
建物施設	旅客ターミナルビル		21,000m²	増設
	貨物ターミナルビル		5,200m²	増設
	テクニカルブロック（管制塔を含む）		2,400m²	
	その他の建物 消火救難施設、大統領パビリオン 一般航空用建物、送信所 受信所、変電所		新設	増設
	ヘリポート		新設	
	道路、駐車場		新設	増設
	給油施設		新設	増設
	航空機整備施設			新設
	貨物輸送用鉄道		新設	
	自由港施設		計画	
	機内食工場			新設
	焼却所		新設	増設

1－3－2　レビュー結果概要

(1) 航空輸送需要予測

マスタープランの航空輸送需要予測は、１９７１年までの実績を使い、手法も過去の実績の単純な伸び率を適用したものなので、最近のデータを使って再検討する必要がある。

(2) 新空港の候補地

ボリビア政府は、新空港の候補地としてSanta Cruz の北約１７km付近のViru Viru地区を選定し、用地買収もすでに完了している。このViru Viru地区はSanta Cruz周辺における、新空港適地としての諸条件を満足しており、これに競合する適地はない。

(3) 滑走路長

マスタープランの航空輸送需要予測の結果及び第２章に述べる本調査の予測からして、また、航空機の運航技術面からみて、滑走路長は、再検討の必要がある。

(4) レイアウト

1) 一般航空機用の地区は、旅客ターミナル地区と貨物ターミナル地区の中間にあるため、旅客機より搬出入されるベリー貨物の貨物地区への移動に支障がある。

2) 貨物ターミナル地区に鉄道の引込み線が計画されているが、航空貨物の需要予測からみて、鉄道の導入は必要ない。

3) 予測される航空交通量からみて、ダブルの平行誘導路の必要性は少ない。

(5) 土木施設

1) 現地の自然条件（例えば地下水位が高い）、建設資材の入手事情（例えば砂利の入手が困難）等を十分配慮することなく、非経済的な排水計画、設計を行っている。

2) 盛土材は、空港用地外からの搬入を考えているが、排水工事等の現地発生土が使用できる。

3) 舗装設計において、路盤に用いられるソイルセメントのうちセメント添加量が多すぎる。

(6) 無線・通信・気象施設

マスタープランは、１９７３年に完成されたものであり、当時の状況に合わせた航空通信システムが計画されているので、AASANAの航空保安施設整備５ケ年計画（１９７７年～１９８１年）に適合した計画に変更する必要がある。

(7) 航空灯火施設

1) 滑走路末端灯の配列がＩＣＡＯの基準に適合していないので修正する必要がある。

2) 予定就航機種から、VASISは、３バー方式にすべきである。

3) 滑走路１５に対しては、簡易式進入灯の設置が望ましい。

(8) 電力施設

1) ６９ＫＶ／１０ＫＶ変電所が必要である。

2）旅客ターミナルビル、貨物ターミナルビルに対する予備電源の計画量が不十分である。

(9) 建物施設

旅客ターミナルビルは、2層方式でカーブサイドも2層で設計されているが、航空輸送需要予測の結果より判断すれば、その必要性は少ない。また、ターミナルビル全体にわたり需要増大に伴う拡張に対し柔軟性が無い。

1－3－3 結　論

以上のレビュー結果、日本政府調査団は、ボリビア政府の航空輸送需要予測を再検討をするとともに、このマスタープランに必要な修正を加え、新空港建設計画案を作成することとした。

第２章　航空輸送需要の予測

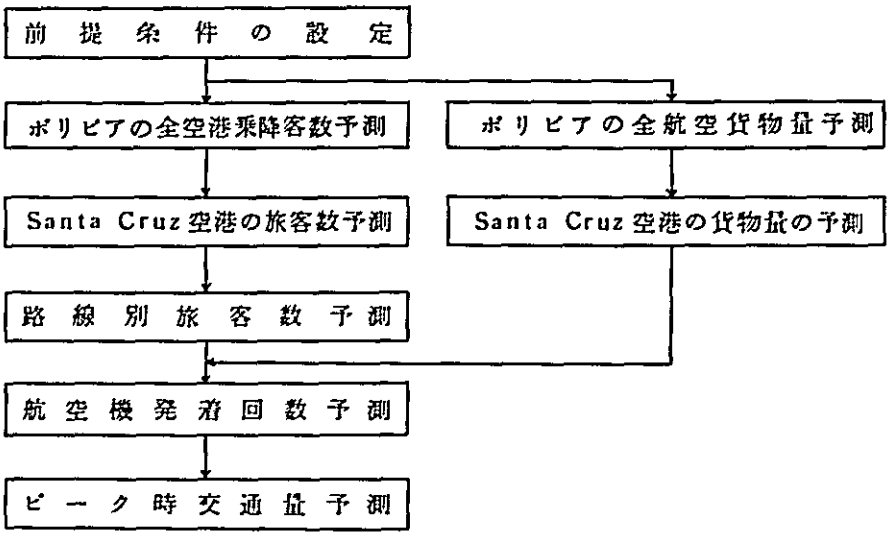
2－1　前提条件

2－1－1　予測の基本的考え方

ある特定空港の航空輸送需要予測を行う場合、その空港の過去の輸送実績データのみに依存する方法をとると、特に長期予測においては、過大評価あるいは過少評価をする危険性がある。これを避けるためには、その空港の属する地域あるいは国全体の航空輸送需要の将来予測をフレームワークとし、これと整合性をもった予測を行うべきである。

本報告書においては、予測期間を１９８０年～２０００年として、まずボリビア共和国全体の航空旅客需要及び航空貨物需要の将来予測を行い、次にこれらをSanta Cruz 空港の輸送需要の発展性を考慮して、同空港へ配分するという方法を採用した。ボリビア共和国全体の航空旅客需要予測及び航空貨物需要予測は、それぞれ、国内総生産との相関分析によって行った。

予測手順の概略は以下のとおりである。



2－1－2　国内総生産の推計

過去１０ケ年間（１９６５年～１９７５年）のボリビア経済は、比較的順調に推移してきた（表２－１－１参照）。国内総生産の年平均実質成長率は6.0％であり、これは同期間の南米諸国の平均5.3％ を上回っている。特に最近３ケ年（１９７２年～１９７５年）の経済成長は安定しており、国内総生産の年平均実質成長率は6.8％に達している。このような経済発展を支えた主な要因は、国内総生産の 14.4％を占める農業部門の生産力拡大、10.5％を占める鉱業部門の安定成長、15.0％を占める工業部門の生産性向上によるものとみられる。経済社会発展計画（１９７６年～１９８０年）においては；上記生産３部門の生産力発展をベースとして計画期間中の国内総生産の年平均実質成長率を7.7％に見込んでいる。

本調査においては，１９７５年～１９８５年の国内総生産の年平均実質成長率を上記の諸点を勘案して仮定し，１９８５年～１９９５年については，経済成長率の鈍下を見込んで表２－１－２に示すように推定した。これらの条件に基づいて，１９８５年及び１９９５年におけるボリビアの国内総生産を推計すると表２－１－３のとおりとなる。

表２－１－１　国内総生産の推移

単位：1970年価格ボリビアペソ

年	国内総生産	対前年増加率
１９６５	８，８８５	－　％
１９６６	９，５２２	7.2
１９６７	１０，１２３	6.3
１９６８	１０，９７４	8.4
１９６９	１１，４７６	4.6
１９７０	１２，０８０	5.3
１９７１	１２，５４０	3.8
１９７２	１３，１８１	5.1
１９７３	１４，０８６	6.9
１９７４	１５，０３４	6.7
１９７５	１６，０５７	6.8

出所：企画調整省

表２－１－２　国内総生産の成長率の仮定

単位：％

期間＼ケース	ケースⅠ	ケースⅡ	ケースⅢ
１９７５～８５	6.0	6.8	7.7
１９８５～９５	5.0	5.5	6.0

表２－１－３　国内総生産の推計

単位：1970年価格百万ボリビアペソ

年＼ケース	ケースⅠ	ケースⅡ	ケースⅢ
１９８５	28,756	31,001	33,715
１９９５	46,840	52,954	60,378

２－１－３　人口の推計

１９５０年及び１９７６年の国勢調査に基づくボリビアの人口は表２－１－４のとおりである。１９５０年～１９７６年の総人口の年平均増加率は2.14％であり，１９６５年～１９７４年の南米諸国の平均値2.5％をやや下回っている。

経済社会発展計画においては，生活環境条件の整備に伴って，出生率に対する死亡率の相対的低下を見込み，計画期間中の人口の年平均増加率を2.8％と想定している。

本調査においては、上記の諸点を勘案し、１９７６年～１９９５年の年平均人口増加率を、下限値2.14％、中間値2.5％、上限値2.8％とそれぞれ仮定した。これらの条件に基づいて１９８５年及び１９９５年のボリビアの総人口を推計すると表２－１－５のとおりとなる。

表２－１－４　ボリビアの各州及び州都の人口の推移

単位：人

州及び州都＼年	１９５０年	１９７６年	年平均増加率（１９５０～７６年）
全　国	2,704,165	4,687,718	2.14
La Paz 州	854,079	1,484,151	2.15
La Paz市	267,008	654,713	3.51
Oruro 州	192,356	310,983	1.86
Oruro市	58,558	124,121	2.93
Potosi 州	509,087	657,703	0.99
Potosi 市	43,306	77,233	2.25
Cochabamba 州	452,145	777,807	2.11
Cochabamba　市	74,819	204,414	3.94
Chuquisaca 州	260,479	357,717	1.23
Sucre 市	38,404	63,259	1.94
Tarija 州	103,441	187,791	2.32
Tarija 市	16,398	39,087	3.40
Pando 州	16,284	34,314	2.91
Cobija 市	1,711	3,649	2.96
Beni 州	71,636	164,850	3.26
Trinidad 市	10,607	27,583	3.74
Santa Cruz 州	244,658	712,402	4.20
Santa Cruz 市	41,461	255,568	7.25

出所：国家統計院

表２－１－５　総人口の推計

単位：人

ケース	年平均増加率	１９８５年	１９９５年
上限値	2.8 ％	6,010,000	7,922,000
中間値	2.5 ％	5,854,000	7,494,000
下限値	2.14％	5,672,000	7,009,000

2－1－4　Santa Cruz州地域経済の発展性

Santa Cruz 州はボリビアの東南部平原地帯にあって、面積は３７万km² を有し、ボリビアの各州のうち最大であるが、人口密度は１km²当たり 1.9 人で全国平均の１／２弱にすぎない。しかし、同州の人口増加は著しく、１９７６年の国勢調査では７１２千人に達し１９５０年の国勢調査時点からの年平均増加率は 4.2％で全国９州のうち最も高い（表２－１－４参照）。特に、中心都市Santa Cruz 市は、人口集中が激しく、１９５０年には全国で５番目の都市であったものが、１９７６年の国勢調査によれば人口２５６千人でLa Paz市に次いで２番目の都市に成長しており，年平均増加率も 7.25 ％と極めて高い。

このようなSanta Cruz 市の急激な人口増加の主たる要因は，石油，天然ガス及び綿花の輸出の好調，工業団地の生産の活発化等に支えられた労働力需要の増大にあるものとみられている。将来、ブラジルとの国境近くにある世界有数のマンガン鉱及び鉄鉱石の埋蔵量を有するといわれるMutún 鉱山の開発が順調に進めば、従来の石油生産と相俟ってSanta Cruz 州は、ボリビアの重化学工業の中心地となるであろう。更に、Grande川上流にダムを建設し、電力供給と１６万ヘクタールの地域に対するかんがい用水の供給を図るロシータ計画（Project Rosita）が実現化すれば、良好な気候条件と相俟って、Santa Cruz 州は大農業地帯として発展する可能性も有している。したがって、Santa Cruz 州はその地理的条件及び恵まれた資源条件からみて、ボリビアの中では最も発展可能性の高い地域であり、将来においても、他地域に比べ、高い人口増加率を維持していくものとみることができよう。これまでと同じ年平均人口増加率を仮定した場合の将来人口は、１９８５年においてはSanta Cruz州 1,０３２千人、Santa Cruz 市４８０千人、１９９５年においてはSanta Cruz州1,５５７千人、Santa Cruz市９６６千人にそれぞれ達するものとみられる。

2－1－5　空港整備計画

ボリビアの空港整備計画は、航空需要に応じて行われるものと仮定した。

2－1－6　航空路線計画

ボリビアの国内線航空路網の現状は図２－１－１に示されているようにかなりきめこまかく整備されている。Santa Cruz 空港を起点とする路線網については予測期間中における新規路線の開設の必要性は特に認められないので、現状どおりとした。

国際線航空路網の現状は図２－１－２において実線で示されているとおりである。Santa Cruz 空港については、現在LANCHILE（チリ）、IBERIA（スペイン）、AERO PERU（ペルー）の各外国航空会社が乗り入れ申請中であり、ＬＡＢも路線拡張を計画していることを考慮し、図２－１－２に示されているような新規路線を想定した。

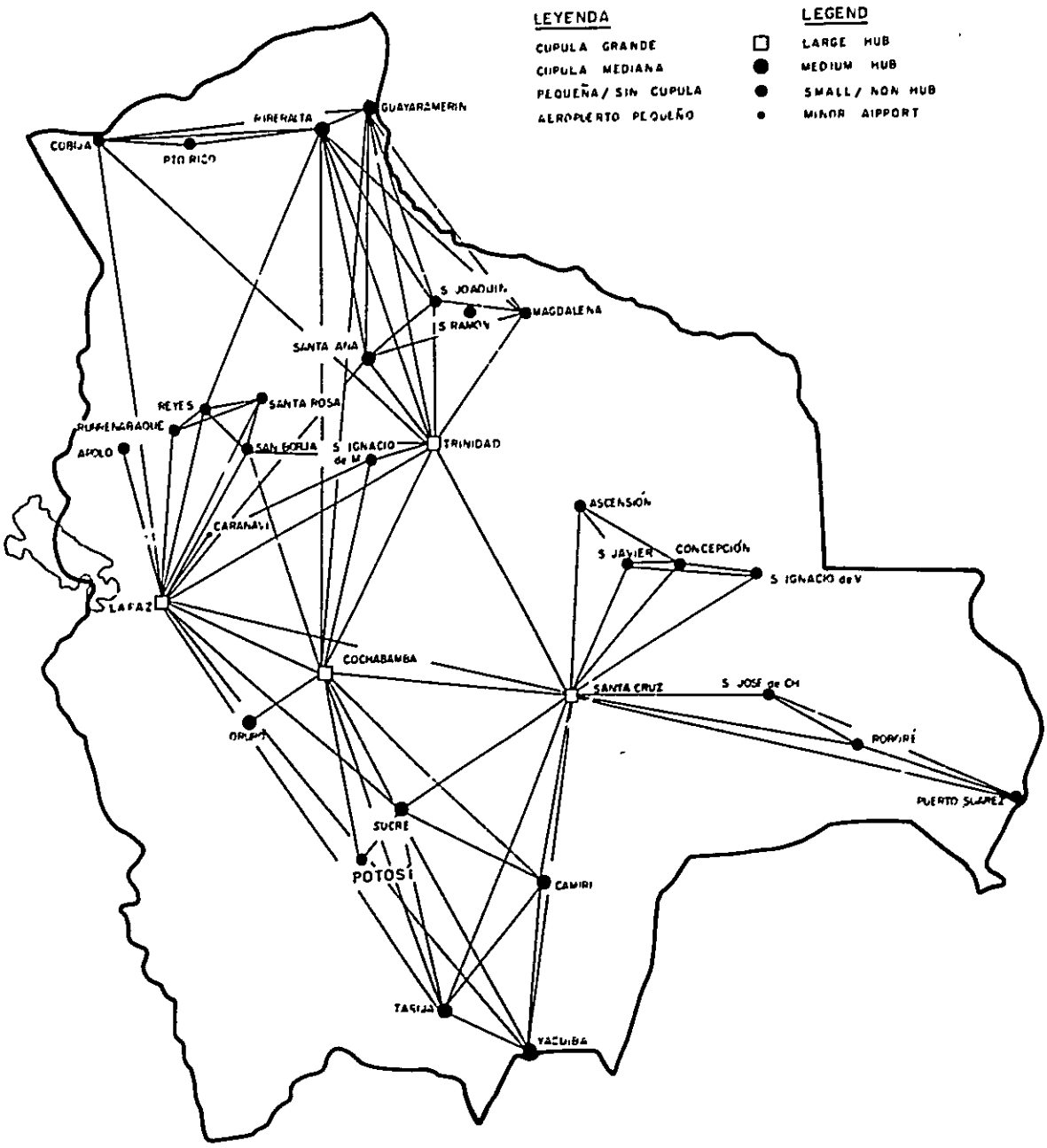


図2－1－1　国内航空路線図

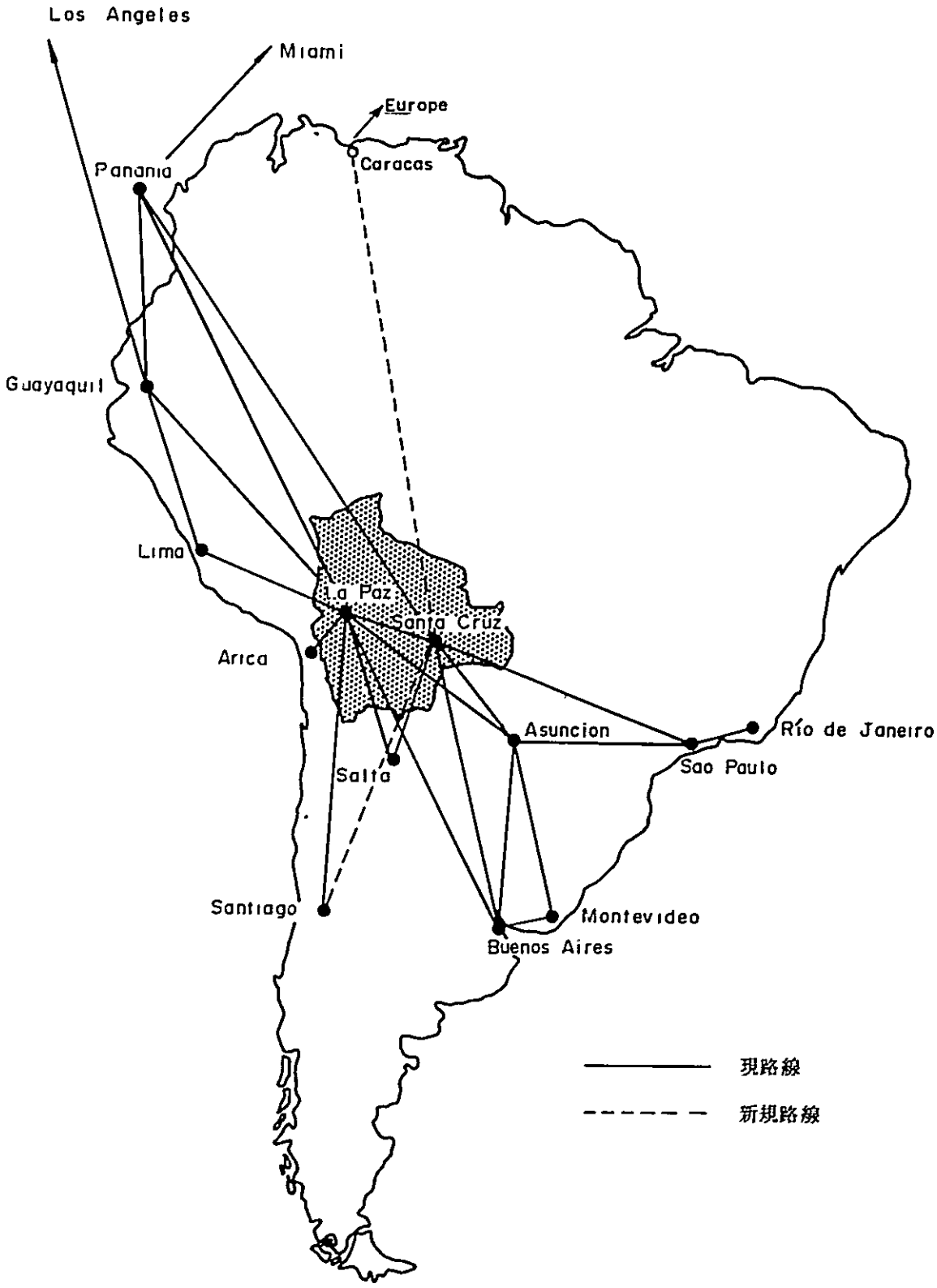


図2－1－2 国際航空路線図

2－2　航空旅客需要予測

2－2－1　航空旅客需要実績の推移

ボリビアの全空港乗降客数は、過去１０ケ年（１９６５年～１９７５年）において年平均１１％の増加率をもって順調に推移しており、１９７５年には９８７千人となっている（表２－２－１参照）。これについては、同期間における国内総生産の順調な発展による個人所得の増大が主要な要因となっているとみることができよう。特に、国際線旅客の増加率は年平均１４％と比較的高く、同国の地理的条件からみて、同国における国際線航空輸送の重要性は今後ますます増大するものとみられる。

Santa Cruz 空港の乗降客数は、１９７５年には２２４千人であって、La Paz 空港（３２６千人）についで第２位を占めている。過去１０ケ年間の年平均増加率も１５％と全国平均値を上回っており、特に国際線旅客の増加率は２１％とかなり高い。これに伴って、全国におけるシェアも年々増大しており（図２－２－１参照）、１９７５年で国際線乗降客数においては２３％、国内線乗降客数においても同じく２３％を占めている。今後、同空港の地理的条件、Santa Cruz 州の経済的発展可能性等からみて、同空港のシェアは、更に増大していくものみられる。特に国際線乗降客数については、Santa Cruz 空港のシェアの増大と La Paz 空港のシェアの相対的低下傾向が続くであろう。

表２－２－１　空港乗降客数の推移

単位：千人

年	Bolivia 全空港			Santa Cruz 空港		
	国際線	国内線	合　計	国際線	国内線	合　計
１９６５	４９	２５６	３０５	７	４１	４８
１９６６	５６	３０７	３６３	６	４９	５５
１９６７	６２	３３１	３９３	９	５５	６３
１９６８	６９	３６０	４２９	９	６２	７１
１９６９	７１	３８６	４５７	１１	６７	７８
１９７０	９１	４０３	４９４	１３	７２	８５
１９７１	１０３	４３４	５３７	１６	８１	９７
１９７２	１２３	４９５	６１８	２１	９６	１１７
１９７３	１２８	４５８	５８６	２３	９２	１１５
１９７４	１６０	６１８	７７８	３５	１３６	１７１
１９７５	１９５	７９１	９８７	４４	１８０	２２４
年平均増加率	１４％	１０％	１１％	２１％	１３％	１５％

注）通過客は含まれていない。

資料：　AASANA BOLETIN ESTADISTICO 1971～1975

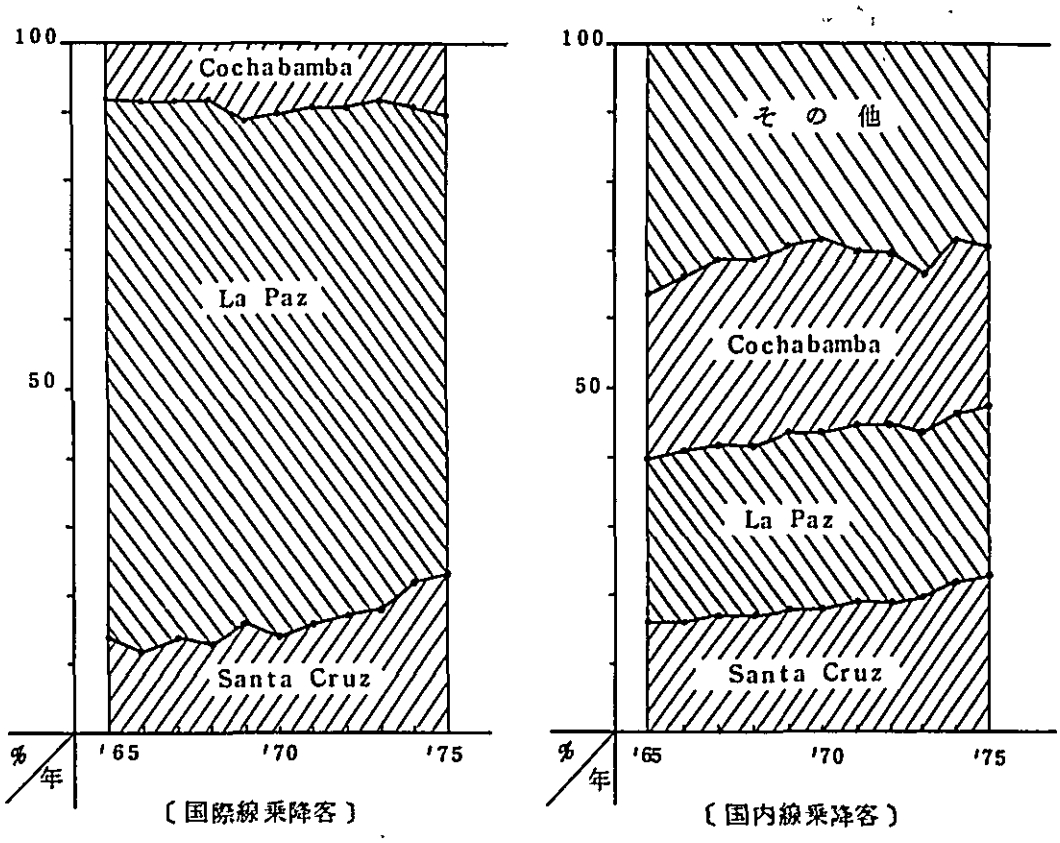


図2－2－1　主要3空港シェアの推移

2－2－2　ボリビアの空港乗降客数予測

航空旅客需要は、国民所得と強い相関関係にあるといわれている。ボリビアの国際線乗降客数と国内線乗降客数に関して、それぞれ別個に国内総生産との相関分析を行った結果、国際線乗降客数については相関係数0・987(注1)、国内線乗降客数については相関係数0・967(注2)といずれも比較的高い相関関係にあることが実証された。したがって、将来のボリビアの全空港乗降客数についても、国内総生産との高い相関関係が維持されると考える

(注1)　国際線航空旅客と国内総生産との相関分析結果

$\log Y_I = 2.356 \log X - 10.703$　①

ただし　Y_I：国際線総航空旅客数(単位：人)

X：国内総生産(単位：100万ペソ)

相関係数：0・987

使用データ期間：1965年～1975年

(注2)　国内線航空旅客と国内総生産との相関分析結果

$\log Y_D = 1.639 \log X - 2.443$　②

ただし　Y_D：国内線総航空旅客数(単位：人)

X：国内総生産(単位：100万ペソ)

相関係数：0・967

使用データ期間：1965年～1975年

表２－２－２　ボリビアの全空港乗降客数予測

〔国内総生産との相関分析による予測〕 単位：千人

ケース	１９８５年			１９９５年		
	国際線	国内線	合　計	国際線	国内線	合　計
ケースⅠ	719	1,766	2,485	2,268	3,928	6,196
ケースⅡ	858	1,997	2,855	3,029	4,803	7,832
ケースⅢ	1,045	2,292	3,337	4,126	5,955	10,081

のが妥当であろう。相関分析の結果得られた相関式によって、国内総生産推計のケースごとに１９８５年及び１９９５年における国際線乗降客数と国内線乗降客数を求めると、表２－２－２のとおりとなる。

更に、同表の結果について、ボリビアの国民１人当たりの航空利用度という面からの検証を行った。すなわち、ボリビアの総人口に対する全空港乗降客数の比率を、国民１人当たり航空トリップ数と定義する。この比率は、ボリビア国民１人当たりの航空利用度を表わす指標とみることができる。この比率を１９６５年～１９７５年の期間について求めると表２－２－３のように年々増大しており、１０ケ年間の年平均増加率は８％である。国民１人当たり航空トリップ数が、今後、同じ増加率で増大するとすれば、１９８５年には 0.5、 1995年には1.0に達するものとみられる。前項２－１－３の人口の推計結果に基づいて、国民1人当たり航空トリップ数の面から、ボリビアの全空港乗降客数を推計すると、１９８５年には2,800千人～3,000千人、１９９５年には 7,000千人～7,900千人となり、表２－２－２におけるケースⅡの数値と近似する結果が得られた。

表２－２－３　国民１人当たり航空トリップ数の推移

年	１人当たりトリップ数
１９６５	0.082
１９６６	0.096
１９６７	0.101
１９６８	0.108
１９６９	0.113
１９７０	0.120
１９７１	0.127
１９７２	0.143
１９７３	0.133
１９７４	0.173
１９７５	0.215

したがって、本報告書においては、表２－２－２におけるケースⅡの数値をボリビアの全空港乗降客数予測値の最適値とし、ケースⅠを下限値、ケースⅢを上限値とすることとした。

２－２－３　Santa Cruz 空港の旅客数予測

前項２－２－２で求めたボリビアの全空港乗降客数をSanta Cruz 空港へ配分する配分モデルは、前項２－２－１で示されている同空港のシェアの増加傾向が考慮されているものでなければならない。ボリビアの全空港乗降客数とSanta Cruz 空港の乗降客数との相関分析を行ったところ、相関係数は国際線乗降客数については0.988(注1)、国内線乗降客数については0.997(注2)、といずれも、かなり高い相関係数が得られた。したがって、相関分析の結果得られた相関式は、上記の点を十分に説明しうる配分モデルとみることができる。これによって、1985年及び1995年のSanta

表2－2－4　Santa Cruz 空港乗降客数予測

単位：千人

	1985年			1995年		
	国際線	国内線	合　計	国際線	国内線	合　計
上限値	262	585	847	1,060	1,574	2,634
最適値	214	505	719	776	1,263	2,039
下限値	178	443	621	579	1,026	1,605

Cruz空港の乗降客数を予測した結果は、表2－2－4に示すとおりである。

表2－2－4の結果を、AASANAの予測値及びマスタープランの予測値と比較して図示すると図2－2－2のとおりとなる。

更に、最適値に関し、1980年、1990年及び2000年の乗降客数を、補間法ある

表2－2－5　Santa　Cruz空港の旅客数予測

単位：千人

	国　内　線		国　際　線		合　計
1980	乗降客	305	乗降客	98	403
	通過客	76	通過客	65	141
	計	381	計	163	544
1985	乗降客	505	乗降客	214	719
	通過客	126	通過客	141	267
	計	631	計	355	986
1990	乗降客	803	乗降客	408	1,211
	通過客	201	通過客	269	470
	計	1,004	計	677	1,681
1995	乗降客	1,263	乗降客	776	2,039
	通過客	316	通過客	512	828
	計	1,579	計	1,288	2,867
2000	乗降客	1,771	乗降客	1,250	3,021
	通過客	443	通過客	825	1,268
	計	2,214	計	2,075	4,289

（注1）　国際線航空旅客配分モデル

$Y_I = 0.259X_I - 8.477$

ただし　Y_I：Santa Cruz空港の国際線乗降客数（人）

X_I：ボリビアの国際線総航空旅客数（人）

（相関係数：0.988
使用データ期間：1965年～1975年）

（注2）　国内線航空旅客配分モデル

$Y_D = 0.270X_D - 34.098$

ただし　Y_D：Santa Cruz空港の国内線乗降客数（人）

X_D：ボリビアの国内線総航空旅客数（人）

（相関係数：0.997
使用データ期間：1965年～1975年）

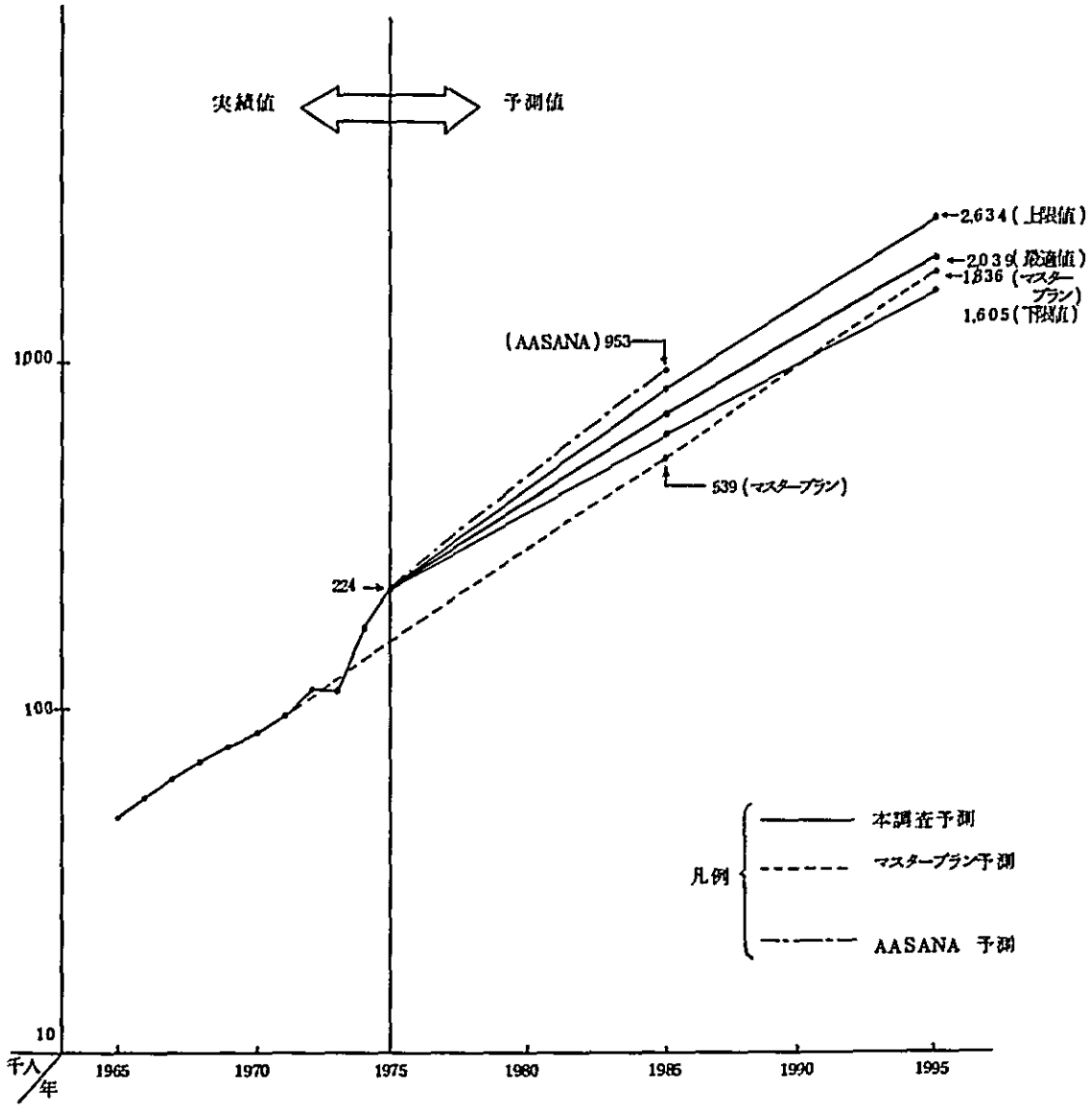


図２－２－２　Santa Cruz空港乗降客数予測値の比較

いは外挿法によって求めた。

また、通過客数の予測については次のように考えた。１９７５年の実績によれば、Santa Cruz 空港の乗降客数に対する通過客数の比率は、国際線においては０．６６、国内線においては０．２５ となっている。予測期間中においても、Santa Cruz 空港の地理的条件からみてこれらの比率は変わらないものとした。

以上の結果から、Santa Cruz 空港における旅客数を求めると表２－２－５のとおりとなる。

２－２－４　Santa Cruz 空港の路線別旅客数予測

(1) 国内線路線別旅客数予測

Santa Cruz 空港を起点とする国内線旅客数の路線別シェアは予測期間中においても現状と変わらないものとして，表２－２－６のとおりに路線別旅客数を予測した。

表２－２－６　Santa Cruz空港を起点とする国内線路線別旅客数需要予測値

単位：千人

路線＼年	１９８５	１９９０	１９９５	２０００
Santa Cruz-La Paz	１７２	２７１	４２６	５９８
-Cochabamba	２７９	４４１	６９５	９７３
-Trinidad	６７	１０７	１６８	２３６
-Sucre	１２	１９	３０	４２
-Camiri	１５	２３	３６	５１
-Tarija	5	8	１３	１９
-Yacuiba	4	6	9	１３
-Puerto Suarez	１２	１９	３１	４３
-San Javier	１４	２１	３４	４７
-Robore	5	7	１１	１６
-Ascención de Guarayos	１４	２２	３５	４９
-Concepción	１５	２４	３７	５２
-San Ignacio de Velasco	１８	２８	４５	６２
-San José	3	4	6	9
合　　計	６３１	１，００４	１，５７９	２，２１４

注）通過客を含む

(2) 国際線路線別旅客数予測

Santa Cruz 空港を起点とする国際線旅客の外国人と内国人の割合を予測期間中も現状と同じく６２：３８とした。このうち外国人については、出身国の主要空港から最短路線を利用してSanta Cruz 空港へ到着するものとし、内国人については、１９７５年の実績に基づくものとし、それぞれに路線別シェアを想定して表２－２－７のとおりに、路線別旅客数を予測した。

表２－２－７　Santa Cruz空港を起点とする国際線路線別
旅客数予測値

単位：千人

路線＼年	1985	1990	1995	2000
Santa Cruz-Panamá-Miami	69	132	251	405
Santa Cruz-Caracas	79	151	284	459
Santa Cruz-Sao Paulo-Rio de Janeiro	75	144	273	441
Santa Cruz-Asunción-Montevideo	9	17	32	52
Santa Cruz-Salta-Buenos Aires	66	126	239	386
Santa Cruz-Lima	38	73	138	222
Santa Cruz-Arica-Santiago	19	36	69	112
合　計	355	677	1,288	2,075

２－３　航空貨物需要予測

２－３－１　航空貨物需要実績の推移

ボリビアの航空貨物需要実績の推移は、表２－３－１のとおりであり、１９７５年においては、国内線貨物が94・1％に対し、国際線貨物は5・9％にすぎない。一方、表２－３－２に示されているように全体の８２・６％が国内線の不定期航空会社によって輸送されている。また、空港別シェアをみると、国内線貨物については、地方空港が５８・３％で最も多く、Santa Cruz 空港は、3・4％にすぎず、国際線貨物についてはLa Paz空港が８６・３％を占め、Santa Cruz 空港は8・7％となっている。

表２－３－３によってSanta Cruz 空港における実績をみると全貨物量の伸びは停滞しているが、国内線及び国際線の定期航空会社による輸送量は、増加傾向にあり、一方、不定期航空会社による輸送量は減少傾向にある。

表２－３－１　ボリビアの航空貨物需要の推移(1)

単位：トン

項目＼年	1971	1972	1973	1974	1975	シェア
国際線貨物	3,155	3,697	3,259	3,971	4,602	5.9%
La Paz	2,039	2,007	2,526	3,429	3,848	(83.6)
Cochabamba	37	92	194	204	356	(7.7)
Santa Cruz	1,079	1,598	539	339	398	(8.7)
国内線貨物	44,620	39,596	42,990	73,434	73,137	94.1%
La Paz	20,072	14,816	14,660	17,685	20,327	(27.8)
Cochabamba	3,957	4,255	6,265	9,434	7,676	(10.5)
Santa Cruz	2,050	2,422	2,056	2,946	2,505	(3.4)
その他空港	18,541	18,103	20,009	43,369	42,629	(58.3)
合　計	47,775	43,293	46,249	77,405	77,739	100

資料：ASSANA BOLETIN ESTADISTICO 1971～1975

表２－３－２　ボリビアの航空貨物需要の推移②

単位：トン

項目＼年	１９７４年		１９７５年	
	貨物量	シェア	貨物量	シェア
国際線貨物	3,971	5・1％	4,602	5・9％
国内線貨物	73,434	94・9	73,137	94・1
定期航空会社	9,546	12・4	8,950	11・5
不定期航空会社	63,888	82・5	64,187	82・6
合計	77,405	100	77,739	100

資料：AASANA BOLETIN ESTADISTICO 1971～1975

表２－３－３　Santa Cruz空港の貨物取扱実績

単位：トン

項目＼年	１９７１	１９７２	１９７３	１９７４	１９７５	75／71
国際線貨物	1,079・3	1,597・5	539・3	338・6	398・3	△22・1％
定期航空会社	358・9	356・0	468・4	338・6	398・3	2・6
不定期航空会社	720・4	1,241・5	70・9	－	－	－
国内線貨物	2,050・2	2,421・9	2,055・5	2,945・8	2,505・3	5・1
定期航空会社	1,380・5	1,563・0	1,931・0	2,278・9	1,955・6	9・1
不定期航空会社	669・7	858・9	124・5	666・9	549・7	△4・7
合計	3,129・5	4,019・4	2,594・8	3,284・4	2,903・6	△1・9

資料：AASANA BOLETIN ESTADISTICO 1971～1975

２－３－２　航空貨物需要予測

ボリビアの全航空貨物量と国内総生産との回帰分析を行った結果、次の回帰式を得た。

Y＝１０・８４３X－９５，２５６　①

Y：ボリビアの全航空貨物量　（単位：トン）

X：国内総生産　（単位：百万ペソ）

相関係数：０・８７４

使用データ期間：１９７１年～１９７５年

上式①によって、１９８５年及び１９９５年のボリビアの全航空貨物量を予測すると次のとおりになる（表２－３－４）。

表２－３－４　ボリビアの全航空貨物量予測

年	航空貨物量	年平均増加率
１９７５年	77,739ton	－
１９８５年	241,000	12・0％
１９９５年	479,000	7・1

表２－３－５　航空貨物配分比の想定（１９９５年）

ボリビアの全航空貨物総量		Santa Cruz空港のシェア
１００％（T）	国際線　１０％（A）	（A）の１０％
	国内線　９０％（B）	（B）の　５％

表２－３－６　Santa　Cruz空港貨物量需要予測

単位：トン

項目＼年	１９８５	１９９０	１９９５	２０００
ボリビア全航空貨物	241,000	340,000	479,000	611,000
国際線貨物	24,000	34,000	48,000	61,000
国内線貨物	217,000	306,000	431,000	550,000
Santa Cruz空港貨物量	9,690	18,700	26,400	37,000
国際線貨物	1,590	3,400	4,800	6,700
国内線貨物	8,100	15,300	21,600	30,300

更に、国際線と国内線の配分比及びSanta Cruz　空港のシェアを将来動向を考慮して表２－３－５のように想定する。

表２－３－５の配分比によってボリビアの全航空貨物量を配分して、Santa Cruz　空港の航空貨物需要予測値を求めると表２－３－６のとおりとなる。

２－４　航空機発着回数予測

２－４－１　Santa Cruz　空港の発着回数実績

Santa Cruz　空港における航空機発着回数実績は、表２－４－１のとおりである。

表２－４－１　Santa Cruz空港における発着回数実績　　単位：回

項目＼年	国際線 旅客便注1）	国内線 旅客便 注2）	不定期 注3）	一般航空 注4）	その他 注5）	合　計
１９６６	・・・	・・・	・・・	・・・	・・・	5,970
１９６７	・・・	・・・	・・・	・・・	・・・	6,690
１９６８	・・・	・・・	・・・	・・・	・・・	7,888
１９６９	・・・	・・・	・・・	・・・	・・・	7,632
１９７０	・・・	・・・	・・・	・・・		7,588
１９７１	728	2,946	2,342	2,488	684	9,188
１９７２	628	2,874	1,261	6,306	2,016	13,080
１９７３	719	3,386	630	6,971	2,630	14,336
１９７４	785	3,512	1,621	8,876	3,422	18,216
１９７５	1,486	4,360	994	10,384	3,374	20,598

〔注〕　・・・未入手

注１）　Cruzeiro Do Sul, Lineos Aéreas Paraguayas,Aerolineas Argentions 及びLloyd Aereo Boliviano

注２）　Lloyd Aéro Boliviano

注３）　その他の民間機（主として貨物輸送機）

注４）　エアタクシー、個人機、訓練機、その他６トン以下の小型機

注５）　政府関係諸機関の航空機

資料：AASANA　BOLETIN　ESTADISTICO　1971～1975

2－4－2　国内線旅客便発着回数予測

(1)　国内線投入機種

国内線に投入される機種は表2－4－2のとおりの4機種とし、搭乗率は平均60％とする。

表2－4－2　国内線投入機種

機　　種	現存該当機材	搭乗率	運航座席数
160席クラス	B 727－200, etc.	60％	96席
120席クラス	B 727－100, B737etc.	60	72
60席クラス	YS-11, etc.	60	36
40席クラス	F－27, etc.	60	24

(2)　路線別機材投入基準

路線別の機材投入基準は、表2－4－3のとおりとする。

表2－4－3　路線別機材投入基準

機　　種	路　　線	備　　考
160席クラス	年間旅客数100,000人以上	
120席クラス	〃　20,000～100,000人	72席×52週×6便＝22,464
60席クラス	〃　7,500～20,000人	36席×52週×4便＝ 7,488
40席クラス	〃　7,500人以下	1986年以降はリタイヤする

(3)　国内線路線別機種別発着回数予測

表2－2－6の路線別旅客数を表2－4－3の基準によって分類し、表2－4－2の機種別運航座席数で旅客数を徐して得られた結果は、表2－4－4に示すとおりである。

表2－4－4　Santa Cruz空港国内線機種別発着回数予測

単位：回

機種＼年	1980	1985	1990	1995	2000
160席クラス	2,820	4,672	8,548	13,444	18,758
120席クラス	664	1,100	1,916	3,440	4,798
60席クラス	－	2,420	1,256	1,124	1,564
40席クラス	2,598	674	－	－	－
合　　計	6,082	8,866	11,720	18,008	25,120

2－4－3　国際線旅客便発着回数予測

(1)　国際線投入機種

国際線に投入される機種は表2－4－5のとおりの4機種とし、搭乗率は平均50％とする。

表２－４－５　国際線投入機種

機　　種	現存該当機材	搭乗率	運航座席数
３６０席クラス	B747	５０％	１８０席
２７５席クラス	DC-10，L10－11，etc.	５０	１３８
１６０席クラス	B707，DC-8，B727－200，etc.	５０	８０
１２０席クラス	B727－100，B737，etc.	５０	６０

(2)　国際線機種構成

予測目標年次別の機種構成を表２－４－６のとおりに設定する。

表２－４－６　国際線機種構成

発着回数比率：％

機種＼年	１９８０	１９８５	１９９０	１９９５	２０００
３６０席クラス	－	－	５	１０	１０
２７５席クラス	－	３０	４５	５０	５０
１６０席クラス	５０	５０	５０	４０	４０
１２０席クラス	５０	２０	－	－	－

(3)　国際線機種別発着回数予測

上記(1)及び(2)の前提に基づいた国際線機種別発着回数予測値は、表２－４－７のとおりとなる。

表２－４－７　国際線機種別発着回数予測値

単位：回

機種＼年	１９８０	１９８５	１９９０	１９９５	２０００
３６０席クラス	－	－	304	1，082	1，744
２７５席クラス	－	1，140	2，736	5，410	8，720
１６０席クラス	1，164	1，902	3，040	4，328	6，976
１２０席クラス	1，164	760	－	－	－
合　　計	2，328	3，802	6，080	10，820	17，440

２－４－４　貨物便発着回数予測

国際線貨物については旅客機と貨物機による輸送配分を、将来動向を考慮して、２：１とし、貨物機の機種をＤＣ－８－６２Ｆ、ロードファクータを５０％と想定した。

国内線貨物については、ＬＡＢと他の不定期航空会社との輸送配分を１：１とし、ＬＡＢについては旅客機と貨物機の輸送配分を４：１とした。貨物機の機種はＬＡＢについては、Ｂ７２７－１００ＱＣとし、その他についてはＹＳ－１１クラスの貨物輸送機とした（表２－４－８参照）。

２－４－５　一般航空（General Aviation）発着回数予測

Santa Cruz 空港における一般航空は、エアタクシーを中心とするものであり、国内線

定期航空輸送を補完する役割を果たしている。１９７２年～１９７５年における国内線定期便の増加率に対する一般航空の増加率の弾性値を求めると、1・086 となる。この数値を基に１９９５年における一般航空の発着回数を求めると４６，６００回となり、年平均増加率は7・8％となる。更に中間年次については等率で補間して予測値を求めた（表2－4－8参照）。

２－４－６　その他の航空機発着回数予測

Santa Cruz 空港に発着するその他の航空機は、着陸料を免除されている主として政府関係諸機関の航空機である。定期便、不定期便（貨物便）及び一般航空の発着回数の合計に対するその他の航空機発着回数の比率を求めると、１９７２年～１９７５年はほぼ一定しており、平均0・2となる。この比率は予測期間中においても変わらないものとして、その他の航空機発着回数予測値を求めた（表２－４－８参照）。

表２－４－８　Santa Cruz空港航空機発着回数予測

単位：回

年	１９８０	１９８５	１９９０	１９９５	２０００
旅客便	8,410	12,670	17,800	28,830	42,560
国際線	2,330	3,800	6,080	10,820	17,440
国内線	6,080	8,870	11,720	18,010	25,120
貨物便	1,350	1,900	2,670	4,280	5,290
国際線	50	70	100	150	200
国内線	1,300	1,830	2,570	4,130	5,090
一般航空	15,100	22,000	32,000	46,600	62,200
その他	4,970	7,310	10,500	15,960	22,010
合　計	29,830	43,880	62,970	95,670	132,060

２－５　ピーク時交通量予測

ピーク時集中率を推定するに当たっては、非常に近似しているＦＡＡ及び日本の航空局の年間旅客数に対するピーク時旅客数の割合の分布データをもとにして表２－５－１のように想定した。

表２－５－１　ピーク時集中率

年	１９８０	１９８５	１９９０	１９９５	２０００
国内線　旅客便	1／4・6	1／5・6	1／6・2	1／7・2	1／7・9
国際線　旅客便	1／2・6	1／3・6	1／4・7	1／6・0	1／7・2
貨物便	1／2・0	1／2・0	1／2・8	1／3・8	1／4・3

ピーク日係数を1/315として、ピーク時旅客数及びピーク時便数を算出すると、それぞれ表2－5－2及び表2－5－3のとおりとなる。

表2－5－2　ピーク時旅客数予測

単位：人

年		1980	1985	1990	1995	2000
国内線	乗降客	210	290	411	557	712
	通過客	52	71	103	139	195
	計	262	361	514	696	907
国際線	乗降客	120	189	277	410	511
	通過客	81	125	180	272	364
	計	201	314	457	682	875

表2－5－3　ピーク時便数予測

単位：便

年	1980	1985	1990	1995	2000
国内線　旅客便	4	5	6	8	10
国際線　旅客便	3	4	4	6	8
貨物便	2	3	3	4	4

第3章　計画案の策定

3－1　計画条件の設定

3－1－1　計画案の選定

第1章1－2－1で検討したように、現在のEl Trompillo 空港はすでに狭隘化しているため、現施設水準のもとでは将来需要を満たすことができない。このため第2章で予測されたSanta Cruz空港において、今後増大する航空輸送需要に対処する計画案として、新空港建設計画案及び現空港拡張計画案の2案を選定した。

新空港建設計画案についてはVIRU-VIRU 地区を建設予定地として計画した。現空港拡張計画案については、現施設の有効利用を図りながら、新空港案と同一のサービス水準を与えるように設定した。

計画要件は次項のとおりである。

3－1－2　計画の要件

本調査においては、1981年～2000年の20年間を4期に分けた5年毎の空港施設の要件を次のように設定した。

(1) 飛行場施設

1) 滑走路長

滑走路の決定にあっては、a) ボリビア政府の要件、b) 就航機材、c) 離陸必要滑走路長、d) 航空路線、を考慮した。

a) ボリビア政府の要件

ボリビア政府は、Santa Cruz ～New York直行路線の開設に強い期待を寄せており、Madrid,Frankfurt等への直行便の必要性も示唆しており、DC－8－62/63 またはB747-SP によるアメリカ合州国への直行便を想定した滑走路長を計画することを強く要望している。

b) 就航予想航空機

現空港で就航している定期便の主な機種はB727クラスであるが、2000年までを見通すと、B747クラスの航空機が就航するものと予想される。

c) 離陸必要滑走路長

各航空機の離陸必要滑走路長は、表3－1－1のとおりである。

表３－１－１　離陸必要滑走路長（最大離陸重量）

航　空　機	離陸必要滑走路長	備　考
B727－200	3,000 m	航空機製造会社資料
DC－8－62／63 B747－SP	3,200 m	
B747－200	3,500 m	
DC－10－30	3,800 m	

d）最長路線

ボリビアとアメリカ・ヨーロッパの経済・社会の交流は今後とも強く、ロイドボリビア航空（ＬＡＢ）の航空機整備がMiamiで行われていること等を考慮し、最長路線は、当面Santa Cruz–Miami を考え、１９８０年代後半からはSanta Cruz–New York とした。

したがって、表3－1－1により、Ｂ７４７クラスの大型ジェット機が大きな運航上の制限を受けずSanta Cruz–New Yorkの直行飛行が可能であることを要件と考え、本プロジェクトにおける最適必要滑走路長は3,５００ｍとする。

なお、Santa Cruz–Miami路線とボリビア政府の希望するＤＣ－８－62/63，Ｂ７４７－ＳＰを滑走路長決定の最低要件と考え、当面の滑走路長は3,２００ｍとする。

2）滑走路・誘導路の幅

滑走路長3,５００ｍにみあう滑走路、誘導路の幅はＩＣＡＯ　ANNEX１４の勧告に基づき表３－１－２に示すとおりとする。

表３－１－２　滑走路・誘導路の幅

単位：m

項　目	幅
滑走路	45.0
ショルダー	7.5
誘導路	23.0
ショルダー	10.5

3）エプロン

航空輸送需要予測に基づいたピーク時における便数を推定した上で予備バースを考慮し、旅客機用エプロン、貨物機用エプロン及び一般航空機用エプロンのバース数を表３－１－３に示すとおりとする。

表３－１－３　エプロンバース数

項目＼年	１９８５	１９９０	１９９５	２０００
旅客機エプロン	5	8	１０	１３
貨物機エプロン	2	2	3	4
一般航空機エプロン	６５	９５	１４０	１８５

なお、エプロンの占有時間は、国際線旅客機９０分、国内線旅客機は４５分とした。

(2) 無線航行援助施設及び通信施設

新空港へ離発着する航空機及び新設が予定されているSanta Cruz FIR内を航行する航空機の航行の安全と効率的運航を確保するため、下記の前提条件のもとに無線、通信、気象システムの設置が必要とされる。

a．ボリビヤ国航空保安施設整備５ケ年計画（１９７７－１９８１年）におけるSanta Cruz空港通信施設設備計画を満足するシステムであること。

b．ＩＣＡＯ　ＡＮＰ（Air Navigation Plan）を尊重したものであること。

c．新システムは，現Santa Cruz空港周辺通信システムと整合したものであること。

d．施設を構成する主要機器は、二重構成または予備機を備えたものであること。

(3) 航空灯火施設

ＣＡＴ－１　ＩＬＳ　精密進入空港に対応した視覚援助施設の設置が必要とされる。

(4) 建物施設

年次別需要量に対応する施設規模は、表３－１－４のとおりである。

表3－1－4　建物施設規模　　単位：m²

項目＼年		1985	1990	1995	2000
旅客ターミナルビル	国内線	5,400	7,700	11,000	14,000
	国際線	5,700	8,300	12,000	15,000
	計	11,100	16,000	23,000	29,000
貨物ターミナルビル	国内線	675	1,275	1,800	2,500
	国際線	265	570	800	1,120
	計	940	1,845	2,600	3,620
税関・郵便局庁舎（貨物用）	税関庁舎	150	230	340	460
	郵便局	200	270	400	540
	計	350	500	740	1,000
消火救難施設		700	900	900	1,000
格納庫（小型機）		5,300	7,750	11,420	15,100
大統領パビリオン		350			
管制塔		1,890			
変電所（№1）		1,000			
AASANA事務所		200	300	400	500
送信所		600			
受信所		260			
OM局舎		80			
ILS用エンジン局舎		45			
VOR/DME用エンジン局舎		45			
メンテナンスビル		500			
料金所		50	50	100	150

なお、各施設規模の算定根拠は以下のとおりである。

1）旅客ターミナルビルの規模は、国際線、国内線のピーク時旅客1人に対し、それぞれ30m²/PHP，15m²/PHPとして算出した。

2）貨物ターミナルビルの規模は、年間貨物取扱い量に対し、その処理能力を国内線12t/m²，国際線6t/m²として算出した。

3）税関、郵便局（貨物用）

税関庁舎は、職員数とボリビア政府のマスタープランを参考にして算定した。郵便局はSanta CruzとLa Paz空港の郵便取扱い量と職員数及びボリビア政府のマスタープランを参考として算出した。

4）消火救難施設の規模は、ICAO規準の飛行場類別8に合致する車両より判断し、所要スペースを算定した。

5）一般航空機用格納庫の規模は、予測常駐機数の３５％を収納できる規模とした。

6）管制塔、変電所及び送受信所の各施設は、それぞれの機能を発揮するための機器室と事務室等を収納できる規模とした。

7）大統領パビリオン及びAASANA事務所規模は、ボリビア政府のマスタープランに準じた。

(5) 道路、駐車場

1）道　路

道路交通量は航空輸送需要予測等に基づいて算出すると表３－１－５に示すとおりである。

表３－１－５　道路交通量予測

項目＼年	1985	1990	1995	2000
年間空港乗降客数（千人）	719	1,211	2,039	3,021
平均日来港者数（人）	8,100	13,700	23,100	34,300
ピーク時来港者数（人）	1,300	2,400	4,100	6,100
ピーク時発生交通量（台）	340	630	1,060	1,580

2）駐車場

駐車場の容量は、表３－１－６に示すとおりである。

表３－１－６　駐車場容量

項目＼年	1985	1990	1995	2000
駐車台数（台）	960	1,400	1,960	2,320
駐車場面積（㎡）	24,000	35,000	49,000	58,000

(6) 都市設備

給水、排水等の都市設備の需給量は航空輸送需要予測に基づいて算出すると表３－１－７に示すとおりである。

表３－１－７　都市設備の容量

項目＼年	1985	1990	1995	2000
給水量（㎥／日）	450	770	1,320	1,970
汚水排水量（㎥／日）	450	770	1,320	1,970
電話回線数（回線）	112	166	232	295
ゴミ排出量（ton/月）	59	87	124	157
ガス使用量（LPG-ton/月）	5.0	7.0	9.7	12.1

(7) 航空機給油量

航空輸送需要予測に基づく航空機の給油量は表３－１－８に示すとおりである。

表３－１－８　航空機給油量

単位：kℓ／日

項目＼年	1985	1990	1995	2000
国内線	54	86	135	185
国際線	158	440	510	822
計	212	526	645	1,007

３－２　新空港建設計画案

３－２－１　レイアウト・プラン

新空港計画は1985年、1990年、1995年及び2000年の各年次を設定し、計画要件に合わせてレイアウトを行った（図３－２－１参照）。

空港施設配置の基本となる滑走路は、真方位147°E の方向に１本設置した。1985年～1990年の旅客ターミナルとエプロンは、フロンタル方式とし、1995年～2000年では、旅客ターミナル、エプロンの集中化を計るためフィンガー方式に移行させ、将来建設が予想される第２の平行滑走路との関係を考慮して配置した。貨物機用、一般航空機用のエプロンターミナルビルは滑走路に平行に配置した。

誘導路はエプロンと滑走路間を航空機が円滑に走行できるように出口と入口を分離するように計画した。

進入灯は、航空機の進入が主として南側進入となるので標準式進入灯を滑走路の南側に、簡易式進入灯を北側に配置した。

進入道路はSanta Cruz-Monteroを結ぶMontero 街道に接続するように計画し、1990年以降はSanta Cruz-Monteroを結ぶ高速道路が建設されているものとして、そこからの進入道路を計画した。

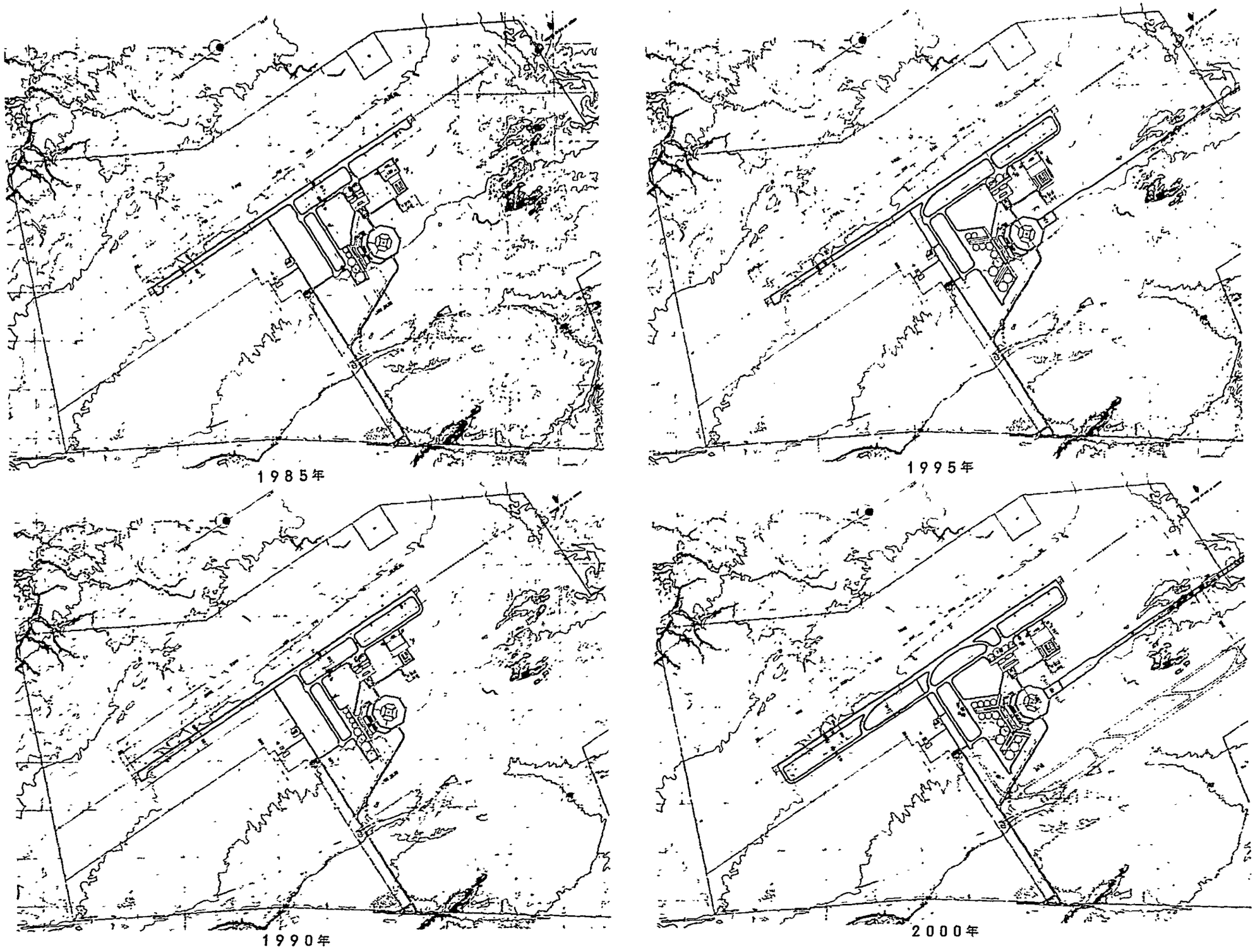


図3－2－1　新空港建設計画図

3－2－2　施設計画

(1)　飛行場施設

1）舗　装

滑走路、誘導路、エプロンの舗装は全部をセメントコンクリート舗装にする場合とエプロン及び滑走路の両端部だけをセメントコンクリート舗装とし、その他はすべてアスファルト舗装とする場合の２つが考えられるが、舗装単価の比較検討の結果、前者を採り、すべてをセメントコンクリート舗装とした。（図３－２－３，図３－２－４を参照）なお、舗装厚算出の条件を表３－２－１に示す。

表３－２－１　舗装厚算出の条件

項　　目	条　件
臨界航空機	ＤＣ－８－６３
路床土ＣＢＲ	１０％
路　盤　材	ソイルセメント

表３－２－１に基づいて舗装厚を算出すると表３－２－２に示すとおりとなる。

表３－２－２　舗　装　厚　　単位：cm

	コンクリートスラブ	ソイルセメント
滑走路・誘導路・エプロン	３３	２０
ショルダー（舗装部）	１０	２０

2）用地造成

計画地点は地形が平坦なので土工量は少ない。そこで平均運搬距離が最短となり造成敷地内で切土量と盛土量のバランスがとれるように計画した。

3）排　水

排水施設は、場外の雨水排水の流入を妨げるように飛行場施設の周辺に開水路をめぐらし、空港用地の外側の低湿地に放流するように計画した。空港排水の設計の確率降雨年は、通常５年が用いられており、本計画でも５年を採用した。なお、年間降雨量は、小さいが降雨強度が大きいので、流出係数はやや大きい数値を用い、細砂の素堀水路の設計流速は、河底のエロージョンを配慮して小さく採った。

計画地点は雨期になると地下水位が上昇し、場所によってはＧＬ－２０cmにもなるので舗装路盤より地下水位が下がるようにして、舗装強度の保持を図るため開水路は十分に深く計画した。なお、それに伴う掘削土量の増加分は盛土材として使用する。

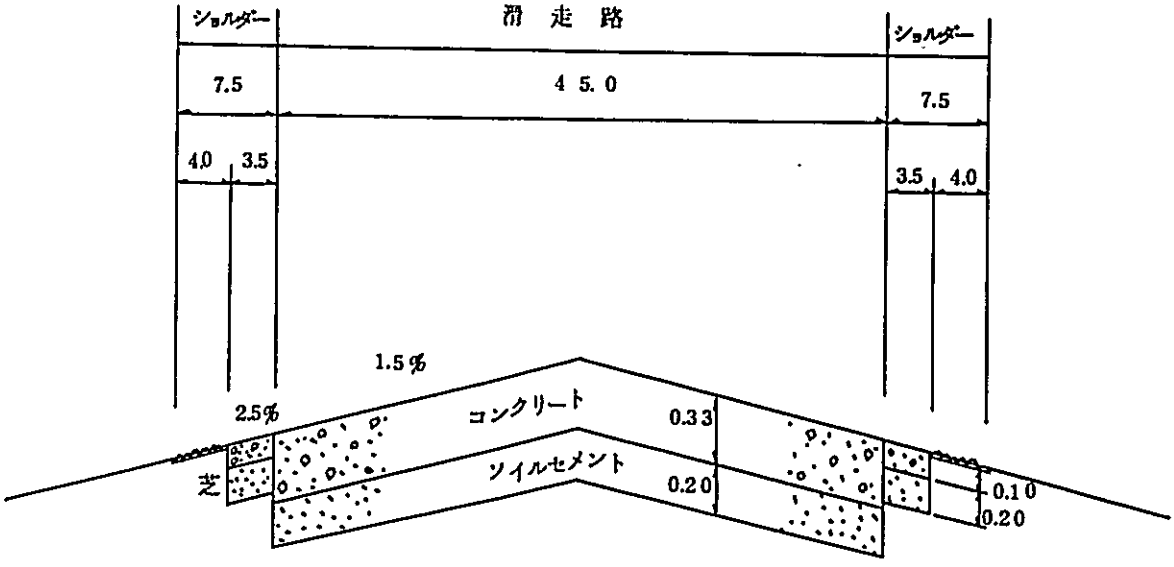


図 3 － 2 － 3　滑走路標準断面図

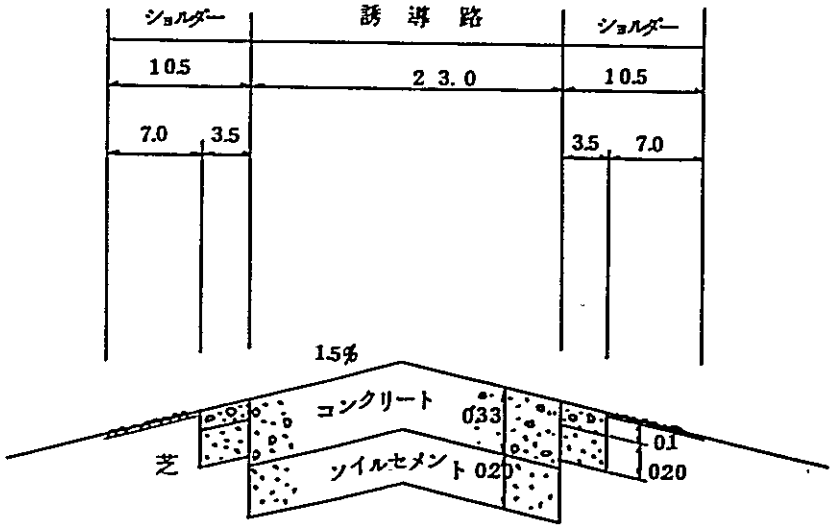


図 3 － 2 － 2　誘導路標準断面図

(2) 無線、通信、気象施設

無線、通信、気象システムを前に述べた計画要件に基づいて表３－２－３に示すとおり計画した。また、本計画のシステム図及び施設配置図を付図９及び付図１０にそれぞれ示す。

表３－２－３　無線、通信、気象施設計画

項　目	施　設	
航空固定通信施設	HF／ISB国際通信〔対Asunción, Campo Grande Córdoba 及びPort Velho〕	4式
	HF／ISB国内通信〔対La Paz（マイクロウェーブ回線の予備）及び国内空港〕	4式
	空港内通信〔テレタイプ、電話〕	1式
航空移動通信施設	HF／SSB対空通信〔対SW-SAM, SE-SAM及びSanta Cruz FIR〕	3式
	VHF／UHF 対空通信〔飛行情報サービス、飛行場管制 地上管制、進入管制、緊急管制〕	1式
	ATIS	1式
航行援助施設	VOR/DME, ILS(CAT1), NDB, ロケータ	1式
気象施設	風向／風速計、温湿度計、降雨強度計	1式
	シーロメータ、RVR計、APT受信機	
	ラジオゾンデ、気象レーダ、気象ファクシミリ	

(3) 航空灯火施設

ICAO, ANNEX-14, ICAO, 飛行場マニアル第４部の基準に基づき表３－２－４に示す施設を付図９～１４のように計画した。

表３－２－４　航空灯火施設

項　目	方式と数量
進入灯	滑走路３３側　カルバート方式　９００m
	滑走路１５側　簡易式　４２０m
進入角指示灯	滑走路３３側　１５側とも３バー方式
滑走路灯	高光度地上型　１式
滑走路末端灯	高光度埋込型　１式
滑走路終端灯	高光度埋込型　１式
誘・導路灯	中光度地上型　１式
飛行場灯台	１　基
風向灯	２　基
エプロン照明灯	１　式

(4) 建物施設

1) 旅客ターミナルビル

旅客ターミナルビルは、将来の需要増に順応できるように施設の拡充に対する柔軟性を配慮して計画した。旅客ターミナルビルの形態は集中方式(国内・国際)を原則とし旅客のターミナルビル内でのプロセシングは一層半(One And a Half)方式とした。旅客の航空機への搭乗は歩行を原則としたが、ターミナルビルのレイアウトは、将来フィンガーを取付け、航空機への搭乗にボーディング・ブリッジの使用が可能なように配慮した(付図－２１参照)。

2) 貨物ターミナルビル

貨物ターミナルビルは、国内と国際貨物を同一上屋で取り扱うように計画した。出発・到着貨物は、その性質により、貨物ターミナルビル内でのプロセシングを明確に区分して必要施設を配置した。なお貨物のハンドリングは、特殊な機械化を行わないものとした(付図－２２参照)。

3) 税関庁舎と郵便局(貨物用)

税関(検疫を含む)及び郵便局は、機能的にも、将来の需要増に対応する施設展開の面からも貨物上屋と分離するのが望ましいと判断し、独立した建物を計画した(付図－２２参照)。

4) 消火救難施設

建物施設は化学消防車、給水車及び器材等の収納部と職員の待機室、食堂及び訓練室等を計画した(付図－２２参照)。

5) テクニカルブロック

テクニカルブロックは、無線、通信、ＡＣＣ、及び気象システムを内包する管制塔と空港の施設への電力供給のための電力システムを内包する変電所より構成される。

これらの施設は、防災保安の確保及びシステム管理の簡素化を考慮し、旅客ターミナル等の施設と独立した場所に集中して設置することとした(付図－２２参照)。

(5) 道路・駐車場計画

Montero 街道より車線幅 3.5 m、車線数２の進入道路を計画する。将来、道路交通量の増大に伴い、1995年にはSanta Cruz-Monteroを結ぶ高速道路より、車線幅3.5 m車線数２の進入道路を新設し、2000年には４車線とする。なお、旅客ターミナルビルへ通ずる道路は１方通行としカーブサイドで２車線、通過交通のために1車線の計３車線とする。

駐車場はそれぞれの施設に至便な位置に計画した。

表３－２－５　道路の車線幅と車線数

項目＼年	１９８５	１９９０	１９９５	２０００
車線幅（m）	3.5	3.5	3.5	3.5
車線数	2	2	2	4

道路排水は両側に深さ１m前後の素掘水路を計画し、雨期における地下水位の上昇に配慮した。

なお、夜間照明も計画することとした。

舗装は、セメントコンクリート舗装とし、舗装厚は表３－２－６に示すとおりとした。

表３－２－６　道路舗装厚　　単位：cm

項　目	コンクリート・スラブ	ソイルセメント
道路・駐車場	２０	２０

(6)　都市設備

1）電力施設

空港入口付近に特高変電所を設置し、ENDE(Empresa Nacional de Electricidad S.A.)の６９ＫＶ送電線から受電する。

受電電力を１０ＫＶに降圧し、№１変電所に配電する。

ここから空港内に適宜設置する変電所及びＩＬＳ／ＯＭに配電する。送信所には特高変電所から直接１０ＫＶで配電する。

航空保安施設 及び 建物の非常照明、重要設備に対しては、自動起動、自動停止型の予備発電機を計画した。

電力系統を図３－２－４に示す（電力設備の概要は別冊参照）。

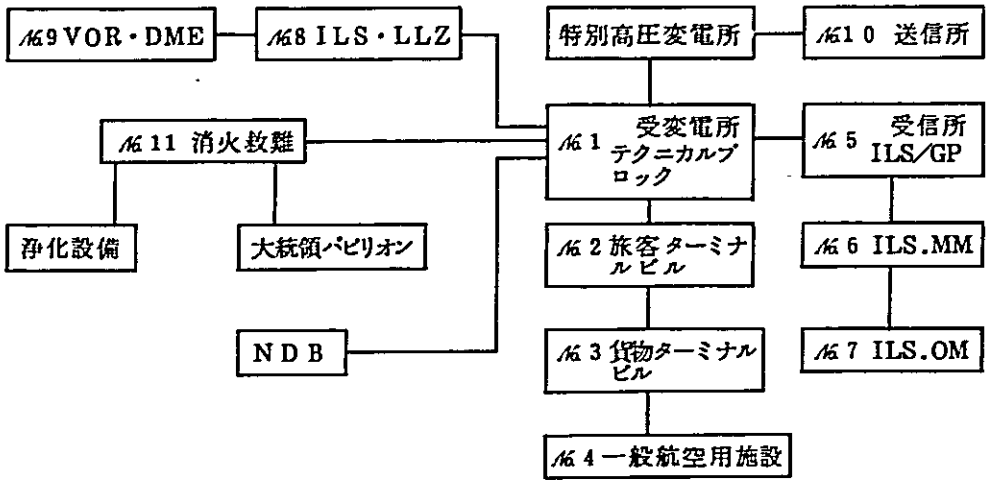


図３－２－４　電　力　系　統　図

2) 給水施設

給水システムは、場内の深井戸より地下水を受水槽へ受水し、給水塔より場内へ配管により給水する方式とした。なお、送信所及び受信所はそれぞれ独自の給水施設を計画した。

3) 汚水排水施設

汚水排水処理システムは、場内各施設から排出される汚水、雑排水を、下水管で汚水処理施設(土壌浄化法)まで導き、ここで浄化後、最寄の排水路に放流するよう計画した。なお、送信所及び受信所はそれぞれ個別に汚水処理槽を設けるものとした。

4) 電話施設

空港内から外部への電話通話は、COTAS(注)(Cooperative de Teléfonos Automáticos de Santa Cruz)社の局線と結んで行うことが必要である。したがって空港内で電話を必要とする施設の責任分界点までは、COTAS社がその施設の計画及び建設をすることとなる。

(注) COTAS社はSanta Cruz 州を営業圏としている。

5) ゴミ処理施設

空港内から排出されるゴミは、Servicio de Limpieza 社(注)により、収集処理を行うものとした。また、空港独自の処理用として、全体排出量の10%処理可能の焼却炉を計画した。

(注) Servicio de Limieza 社はSanta Cruz 市のゴミ収集処理業務を行っている。

6) ガス供給施設

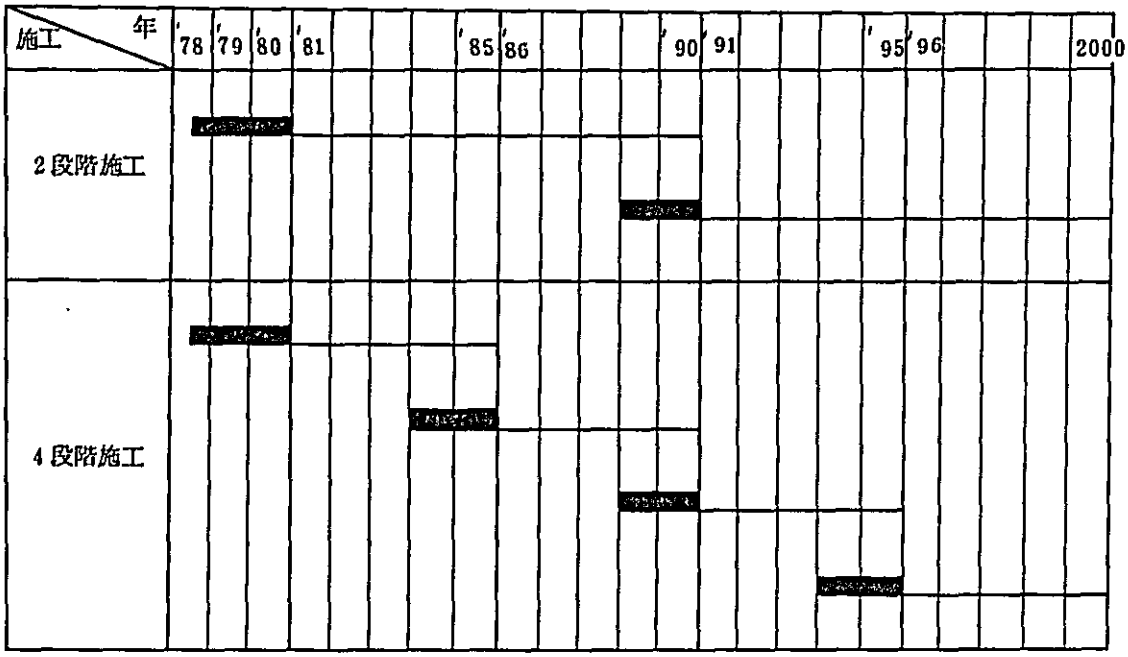
空港内ではLPGを使用するものとし、各建物毎にLPGボンベを設置する個別方式とした。

(7) 航空機給油施設

給油施設の貯油量は10日分とし、タンク施設と、スポットに対応するハイドラント施設を計画した。なお、Santa Cruz 市内の貯油所から新空港までは、パイプラインにて搬送する計画とした。また、小型機に対してもAV-GASの貯油タンクとハイドラント施設を計画した。

3－2－3 建設工程

本計画案においては図3－2－5に示すとおり2段階施工と4段階施工を設定した。これらはいずれも第一期工事において30ケ月を要するので直ちに事業に着手したとしても空港の供用開始は1981年初頭となろう。



注）施工
供用

図３－２－５　工　程　表

３－２－４　プロジェクト費

プロジェクト費は、２段階施工と４段階施工の２つのケースについて空港施設別に工事費を算出し、その合計の６％を技術費とみた。なお予備費は技術上の予備費（physical contingency）に１０％、価格上昇に伴なう予備費（price contingency）は年率６％で計算した。このように算出したプロジェクト費を内貨，外貨にわけ表３－２－７、表３－２－８に示す。

表３－２－７　２段階施工プロジェクト費（新空港建設計画案）　単位：千米$

項目 ＼ 年	1990 内貨	1990 外貨	1990 計	2000 内貨	2000 外貨	2000 計
土木施設	10,549	17,308	27,857	5,115	9,593	14,708
建物施設	6,812	9,032	15,844	4,572	6,073	10,645
無線、通信、気象施設	644	5,800	6,444	0	0	0
電力、照明施設	1,755	7,020	8,775	247	1,986	1,233
都市設備、給油施設	645	2,583	3,228	369	1,477	1,846
小計	20,405	41,743	62,148	10,303	18,129	28,432
技術費（６％）	1,224	2,505	3,729	618	1,088	1,706
小計	21,629	44,248	65,877	10,921	19,217	30,138
予備費（技術）（１０％）	2,163	4,425	6,588	1,092	1,922	3,014
予備費（価格）（年率６％）	3,344	6,790	10,134	12,929	22,986	35,915
合計	27,136	55,463	82,599	24,942	44,125	69,067

表３－２－８　４段階施行プロジェクト費（新空港建設計画案）

単位；千米ドル

	1985年			1990年			1995年			2000年		
	内貨	外貨	計	内貨	外貨	計	内貨	外貨	計	内貨	外貨	計
土木施設	9,229	15,060	24,289	1,320	2,248	3,568	2,837	5,268	8,105	2,278	4,325	6,603
建物施設	5,001	6,630	11,631	1,811	2,402	4,213	2,415	3,201	5,616	2,157	2,872	5,029
無線・通信・気象施設	644	5,800	6,444	0	0	0	0	0	0	0	0	0
電力・照明施設	1,712	6,847	8,559	43	173	216	81	322	403	166	664	830
都市設備・給油施設	583	2,334	2,917	62	249	311	161	646	807	208	831	1,039
小計	17,169	36,671	53,840	3,236	5,072	8,308	5,494	9,437	14,931	4,809	8,692	13,501
技術費（6%）	1,030	2,200	3,230	194	304	498	330	566	896	289	521	810
小計	18,199	38,871	57,070	3,430	5,376	8,806	5,824	10,003	15,827	5,098	9,213	14,311
予備費（技術）（10%）	1,820	3,887	5,707	343	538	801	582	1,000	1,582	510	921	1,431
予備費（価格）（年6%）	2,802	5,954	8,756	2,155	3,370	5,525	7,147	12,170	19,317	10,332	18,369	28,701
合計	22,821	48,712	71,533	5,928	9,284	15,212	13,553	23,173	36,726	15,940	28,503	44,443

3－3　現空港拡張計画案

3－3－1　レイアウトプラン

現空港拡張計画におけるレイアウトプランも新空港建設計画案と同様に4期の建設計画に基づいて行った（図3－3－1参照）。

現空港拡張計画におけるレイアウトプランの基本的な考え方は、まず滑走路を3,500 mに延長する。延長方向は、滑走路北側の住宅密集地を避けて南方向とした。しかも、無線施設であるローカライザと航空灯火の簡易式進入灯を、現空港の用地内で設置可能とするよう北側の滑走路末端は現在の滑走路より南へ300 mずらした。そのため、滑走路の延長に伴い現在の鉄道は南へ500 m迂回させることにした。

ターミナル地区は、現空港の南西部の集落のまばらな地域に計画し、旅客機用、貨物機用のエプロン並びにターミナルビルは滑走路に平行に配置した。なお、旅客機用エプロンは、フロンタルタイプとしたので、旅客ターミナルは、国際線用と国内線用にそれぞれ分離し並列に配置した。

また、一般航空機用のエプロンは現在の一般航空用と旅客用（国際・国内）の施設をそのまま利用することにした。

航空灯火の標準式進入灯は、新空港建設計画同様に南側に配置した。

空港アクセスは、Santa Cruz 市内の第2環状道路の枝線を利用することとした。

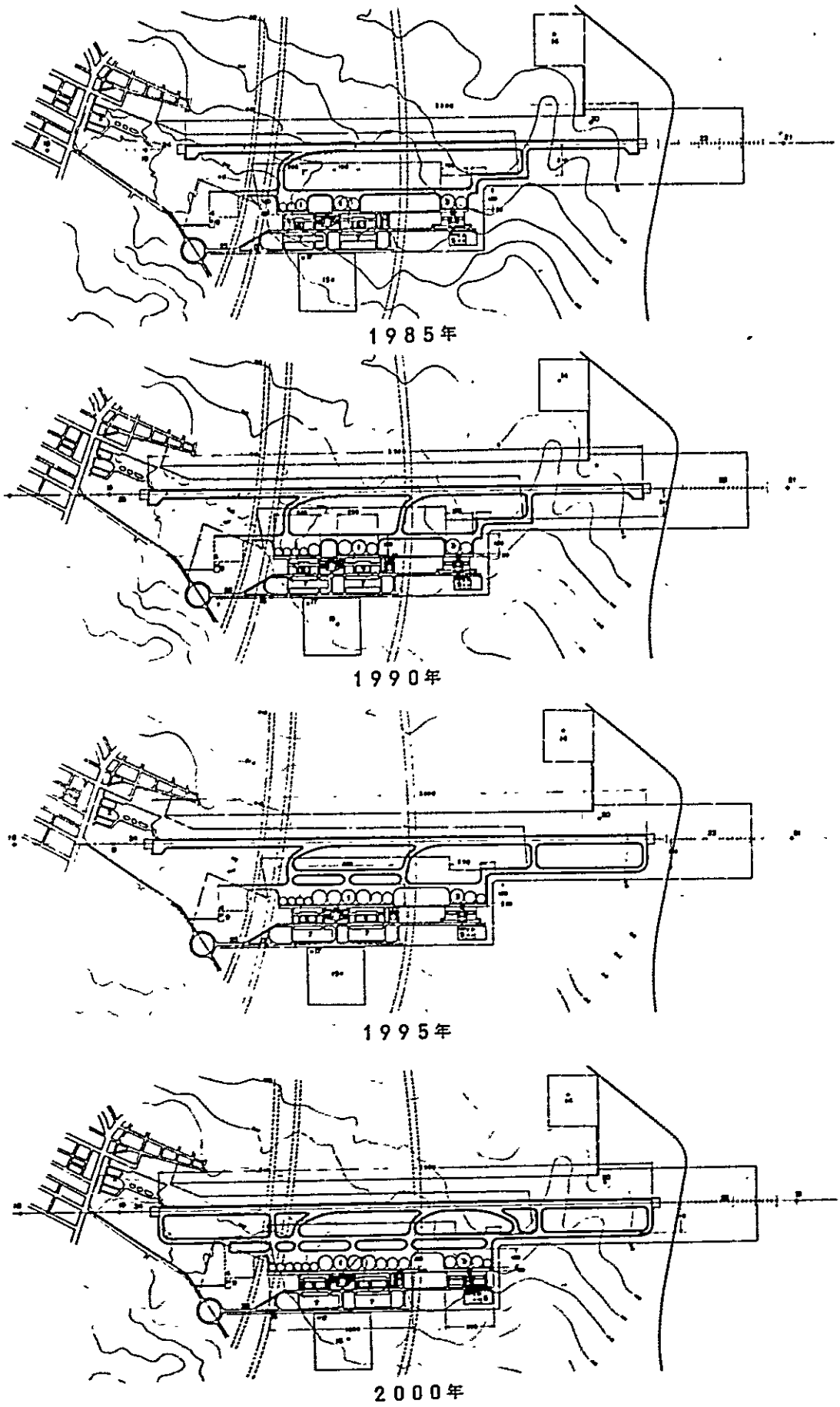


図3－3－1　現空港拡張計画案

3－3－2　施設計画

(1)　飛行場施設

1）舗　　装

現在の滑走路は、幅４０ｍ、長さ２,７８０ｍのアスファルト舗装で、臨界航空機はＢ７２７－１００である。そこで全幅４０ｍにわたってかさあげを行い、ＤＣ－８－６３の荷重に耐えるようにする。更に滑走路幅は４５.０ｍに拡幅し、拡幅部分の５.０ｍはアスファルト舗装にした。

滑走路の延長による新設部分と誘導路、エプロンは新空港建設計画の場合と同様に、同一の舗装厚によるセメント・コンクリート舗装とした。図３－３－２に現在の滑走路のオーバーレイ及び拡幅による改良を行った標準断面図を示す。

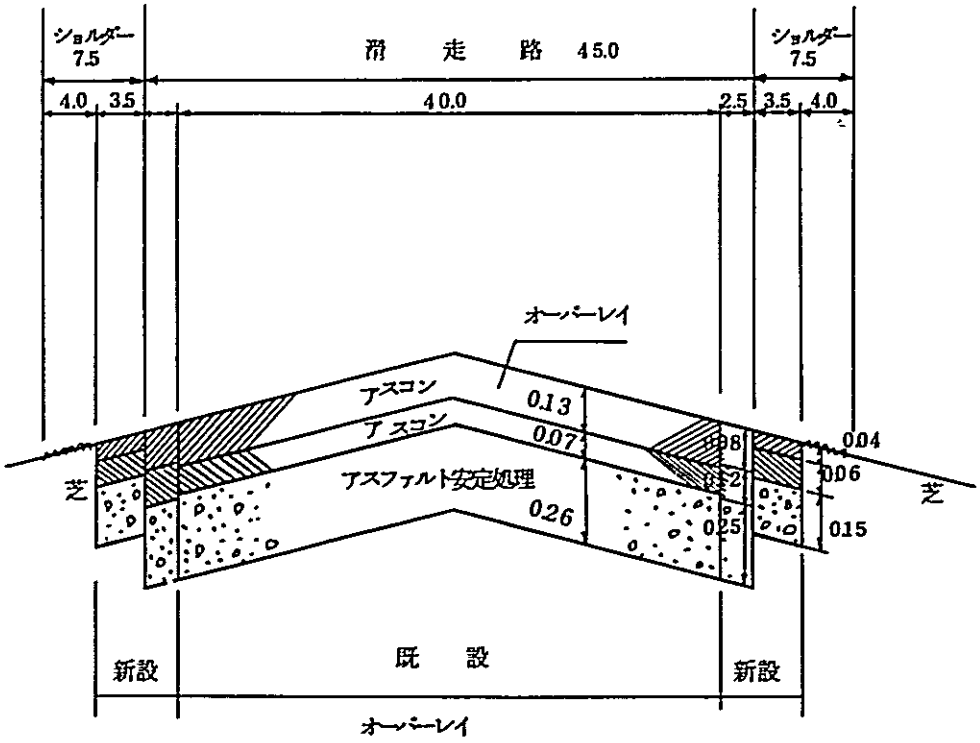


図３－３－２　滑走路標準断面図（改良部）

2）用地造成

改良後の滑走路の計画高は、現在の滑走路のかさあげ高さに合わせるものとし、新空港建設計画案と同様の考え方で、計画を行った。

3）排　　水

排水施設は、新空港建設計画と同様の考え方によったが、雨期における地下水位の上昇は地形上少ないと考えられるので地中排水に格別の考慮はしていない。

(2) 無線、通信、気象施設

現Santa Cruz 空港の無線、通信、気象施設は老朽化がはなはだしく、早急に更新する必要があるので、空港拡張に際しては現施設はすべて撤去し新たに施設を整備する。

新施設計画は、前に述べた新空港計画案と同様とし、施設配置は付図１１に示すとおりとする。

(3) 航空灯火施設

滑走路の拡張に伴い現在の施設は撤去し新設する必要がある。新設の施設計画は、新空港建設計画案と同様とする。

(4) 建物施設

1）ターミナル地区

ターミナル地区の計画は以下にのべる３つの案が考えられるがⅢ案が将来の拡張性を含め相対的により機能的で建設費も安いものとなるのでこれを採用することとした。

表３－３－１　ターミナル地区計画案

ターミナル／案	旅客ターミナル		貨物ターミナル	一般航空用ターミナル
	国際線	国内線		
Ⅰ　案	現地区	現地区	現　地　区	現　地　区
Ⅱ　案	現地区	新地区	新　地　区	現　地　区
Ⅲ　案	新地区	新地区	新　地　区	現　地　区

なお、Ⅰ案は、現在のターミナルエリアの拡張によるものであり、密集した住宅地に囲まれて、ほとんど拡張の余地はなく現実的でない。

Ⅱ案は旅客ターミナルの国内線ターミナルビルを新サイトへ、国際線ターミナルビルを現サイトに分離して計画する案であり、既存施設の最大利用を図るという点で望ましいと考えられるが、旅客の国内線から国際線への乗り換えによるバス輸送コストの発生、航空機の地上走行時間の増加によるコスト増により維持管理費が高くなる。

2）旅客ターミナルビル

旅客ターミナルビルの位置は、2000年までの規模を考慮して、第３環状道路と第４環状道路との間とした。また、旅客ターミナルビルは、エプロン配置形態に合致するよう国際線と国内線ターミナルビルを分離して配置し、航空旅客の歩行距離の短縮を計った。航空旅客のターミナルビルでのプロセシングは、新空港建設計画案と同様、一層半方式

(One and a half)とし航空機への搭乗は、歩行を原則とした。

3) 貨物ターミナルビル

貨物ターミナルビルの位置は、第4環状道路をはさみ旅客ターミナル地区に隣接する地区とした。なお、貨物ターミナルビルのレイアウトと規模は新空港建設計画案と同様とした(付図－22参照)。

4) テクニカルブロック

テクニカルブロックの位置は、国際線と国内線ターミナルビルの拡張を考慮して、その中央にとした。なお、管制塔と変電所のレイアウトおよび規模は、新空港建設計画案と同様とした(付図－22参照)。

5) その他の施設

その他の施設として、消火救難、大統領パビリオン、送信所、受信所及び給油施設等があるが、これらの施設規模は新空港建設計画案と同様である。なお、各施設の配置は付図－5～8に示すとおりである。

(5) 道路、駐車場

道路、駐車場計画は、新空港建設計画案の場合と同様の考えによった。第2環状道路の枝線から分岐する進入道路は約500mあり、1995年規模までは車線幅3.5m2車線とし、最終段階では同幅2方向2車線とした(表3－3－2参照)。

表3－3－2 道路の車線幅と車線数

項目＼計画年次	1985	1990	1995	2000
車線幅(m)	3.5	3.5	3.5	3.5
車線数	2	2	2	4

管理道路は新空港案と同様に各計画年次とも車線幅2.75m、2車線の対面交通方式とした。

(6) 都市設備

1) 電力施設

電力はターミナル地区に最寄りのCRE(Cooperativa Rural de Electrificación)の10KV配電線から供給を受ける。

旅客ターミナルビル及びテクニカルブロックに隣接して、受電用変電所を建設し、CRE配電線から受電し、ここより、空港内に適宜設置する変電所及びILS/OMに配電する。

航空保安施設、及び建物の非常照明、重要設備に対しては、自動起動、自動停止型の予備発電機を計画した。

電力設備の概要を付図に、新設電力系統を図3－3－3に示す。

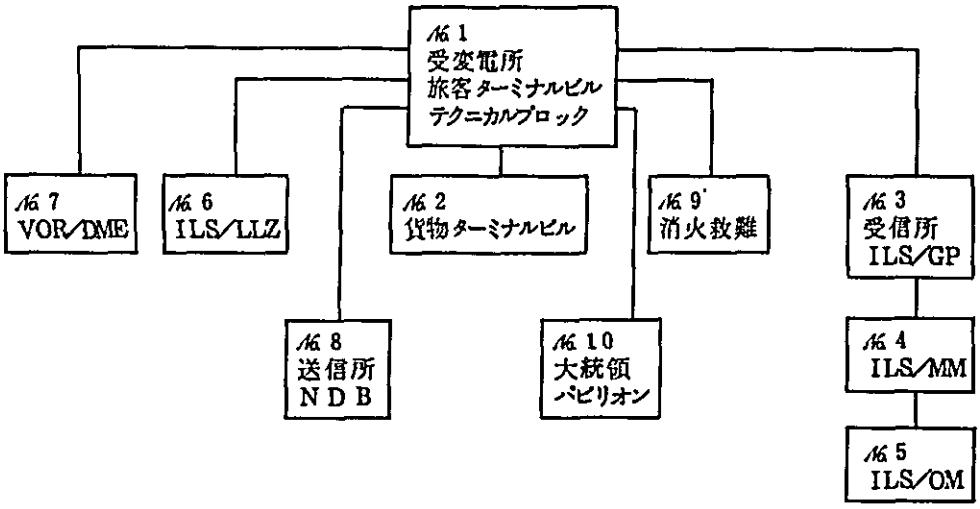


図３－３－３　新設電力系統図

2）給水施設

給水システムは、SAGUAPAC（Servicio de Agua Potable Y Alcantarillado Santa Cruz）の上水道管より分岐配管して各施設へ給水する方式とした。

3）汚水排水施設

汚水排水システムは場内各施設から排出される汚水、雑排水を配管でSAGUAPACの下水道管に放流する方式とした。

4）電話施設

新空港案と同じである。

5）ゴミ処理施設

新空港案と同じである。

6）ガス供給施設

新空港案と同じである。

(7)　航空機給油施設

現給油施設のうち、一般航空用のものを残し、新サイトへ展開するものとした。Santa Cruz 市内の貯油所からＰＯＬまでのパイプラインは２Km程度となる。

(8)　都市計画道路と鉄道

1）道路トンネルの新設

都市計画道路と鉄道の概要は第１章に述べたとおりであり、現空港を横断する都市道路計画がある（図３－３－４参照）。すなわち、計画第３環状道路（内回りと外回り）と計画第４環状道路は、現在の滑走路を３箇所で横断することになる。これらの計画道路の完成は大幅におくれているが、道路周辺の現在の人口密度との関連から、計画第３環状道路の内回り線が１９８０年初、外回り線が１９８５年、計画第４環状道路が１９９０年初には完成するものと設定した。また、これらの都市計画道路の路線を変更し、空港用地を迂回することは理論的には可能であるが、現在、建設が具体的

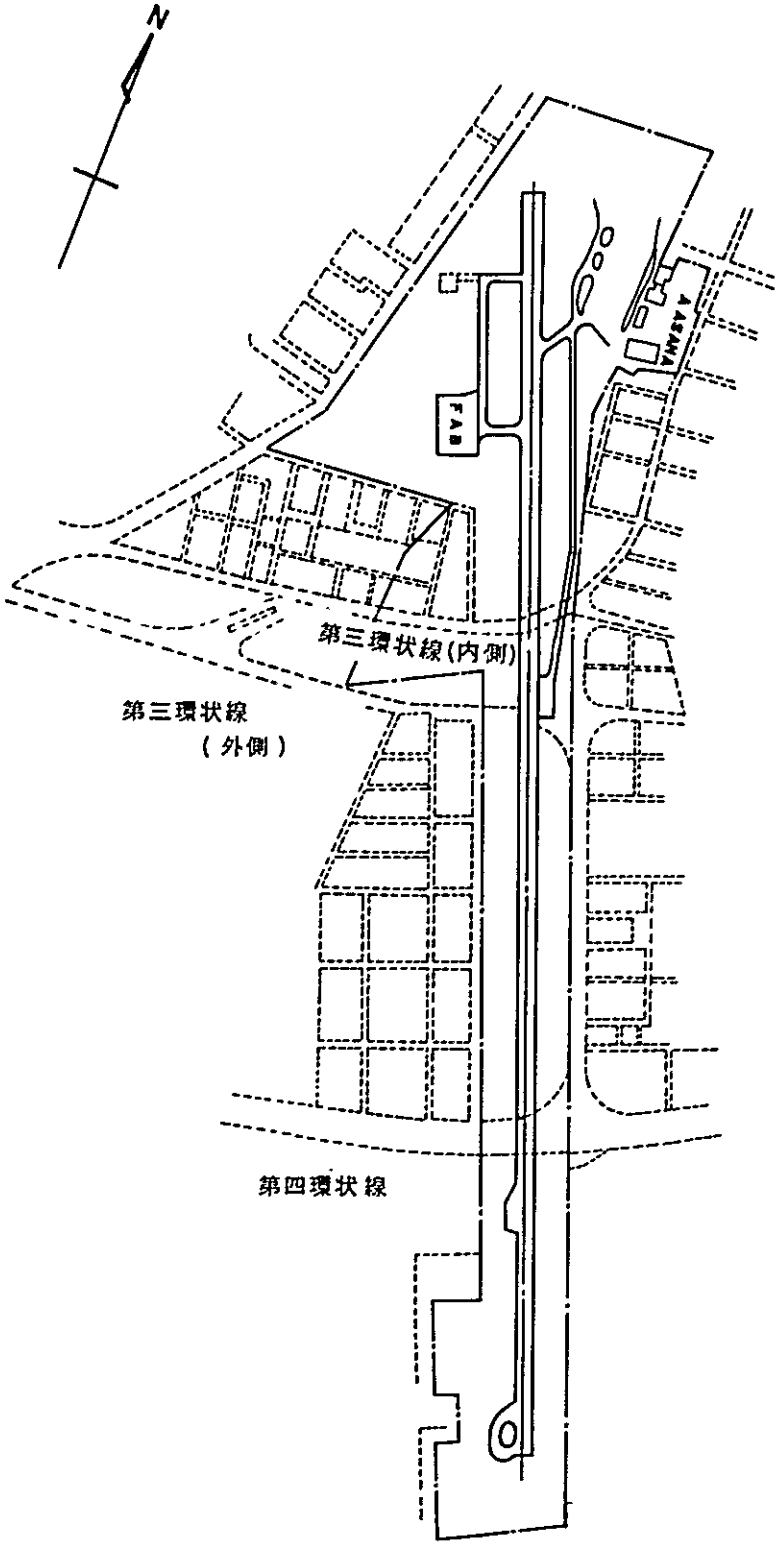


図3－3－4　現空港附近道路計画図

に進行している以上現実的でない。そのため空港用地を横断する道路トンネルを計画した。横断道路トンネルの車線数と車線幅は表３－３－４に示すとおりである。

の道路計画があり建設が具体的に進行している以上現実的でない。そのため空港用地を横断する道路トンネルを計画した。横断道路トンネルの車線数と車線幅は表３－３－４に示すとおりである。

表３－３－４　滑走路横断トンネルの車線数と車線幅

道路＼項目	車線数	車線幅(m)
計画第３環状道路（内回り）	2	3.5
計画第３環状道路（外回り）	2	3.5
計画第４環状道路	4	3.5

そこで施工方法としては、現在の滑走路直下のトンネルは、シールド工法により運用を休止することなく施工することとし、平行誘導路の直下部のトンネルについては開削工法により平行誘導路の設置前に施工するものとする。

なお、平行誘導路の直下部のトンネルは鉄筋コンクリート構造のボックスカルバートとし、それ以外の個所は鉄筋コンクリート構造による擁壁からなる堀割として計画する（図３－３－５参照）。

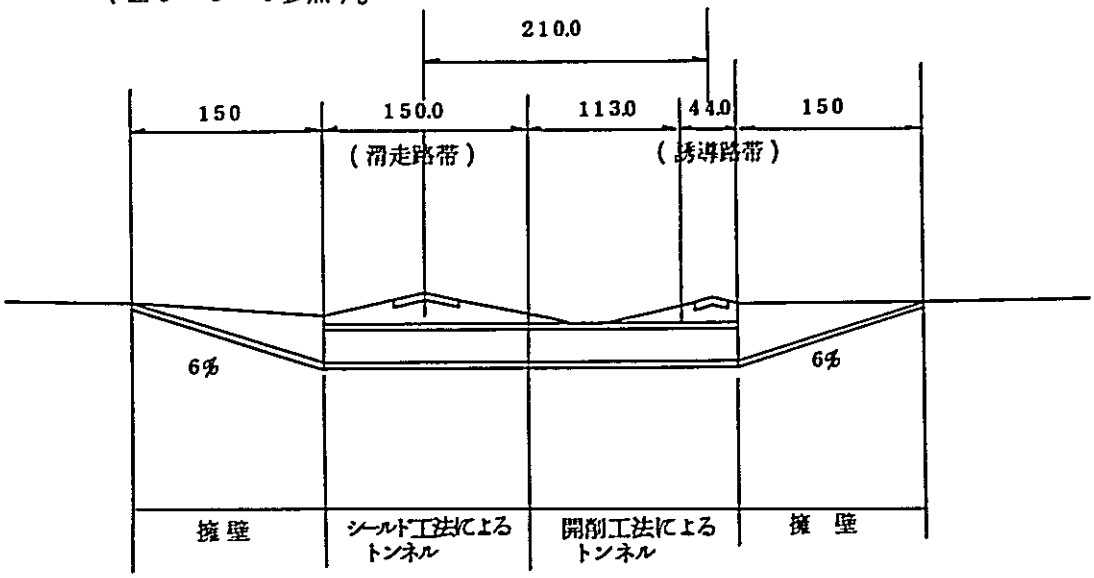


図３－３－５

2）鉄道の切替え

現空港の滑走路の南端より南に７００ｍの地点をSanta Cruz よりVillamontesに通ずる鉄道が通っている。そのため、滑走路が3,５００ｍに拡張されると鉄道と交差することになるのでこれをさけるために延長3,０００ｍにおよぶ鉄道の迂回を計画した。

３－３－３　建設工程

現空港の拡張計画も新空港建設計画案と同様の考えに立ち、建設工程を計画し、図３－２－５と同一とした。

3－3－4　プロジェクト費

プロジェクト費の算出は新空港建設計画案と同様の方法で行った。ただし、現空港拡張に伴う鉄道切替えは土木施設の工事費に計上しているが、道路トンネルはプロジェクト費に計上していない。

表3－3－5と表3－3－6にそれぞれ、2段階、4段階施工方式によるプロジェクト費を示す。

表3－3－5　2段階施工概算工事費（現空港拡張計画案）

単位：千米ドル

項目 ＼ 計画年次	1990年			2000年		
	内貨	外貨	計	内貨	外貨	計
土木施設	10,625	17,335	27,960	2,963	5,502	8,465
建物施設	6,813	9,031	15,844	4,576	6,065	10,641
無線・通信・気象施設	617	5,554	6,171	0	0	0
電力・照明施設	1,295	5,178	6,473	167	670	837
都市設備・給油施設	376	1,503	1,879	145	582	727
小計	18,665	39,662	58,327	7,442	13,231	20,673
技術費（6%）	1,120	2,380	3,500	447	794	1,241
小計	19,785	42,042	61,827	7,889	14,025	21,914
予備費（技術）（10%）	1,979	4,204	6,183	789	1,403	2,192
予備費（価格）（年率6%）	2,764	5,874	8,638	8,544	15,189	23,733
合計	24,527	52,121	76,648	17,222	30,617	47,839

表3－3－6　4段階施工概算工事費（現空港拡張計画案）

項目＼計画年次	1985年			1990年			1995年			2000年		
	内貨	外貨	計	内貨	外貨	計	内貨	外貨	計	内貨	外貨	計
土木施設	9,231	15,062	24,293	1,357	2,310	3,668	1,415	2,627	4,042	1,548	2,875	4,423
建物施設	5,001	6,629	11,630	1,812	2,401	4,213	2,415	3,201	5,616	2,162	2,867	5,029
無線・通信・気象施設	617	5,554	6,171	0	0	0	0	0	0	0	0	0
電力・照明施設	1,253	5,011	6,264	42	167	209	103	411	514	65	258	323
都市設備・給油施設	314	1,254	1,568	62	249	311	62	250	312	83	332	415
小計	15,976	33,950	49,926	3,276	5,125	8,401	3,774	6,710	10,484	3,668	6,522	10,190
技術費（6%）	958	2,037	2,995	197	307	504	226	403	629	220	391	611
小計	16,634	35,987	52,921	3,473	5,432	8,905	4,001	7,112	11,113	3,888	6,913	10,801
予備費（技術）（10%）	1,693	3,599	5,292	347	544	891	400	711	1,111	389	691	1,080
予備費（価格）（年6%）	2,350	4,994	7,344	1,982	3,101	5,083	4,401	7,824	12,225	7,054	12,542	19,596
合計	20,978	44,579	65,557	5,803	9,076	14,879	8,802	15,647	24,449	7,055	24,422	31,477

第4章　経 済 分 析

4－1　基本的考え方

本章の目的は、まず、Santa Cruz に、新空港を建設すること自体に国民経済的な意義があるか否かを、測定可能な便益によって考え、その上にたって、新空港建設案が最小費用となる最適案かどうかについて検討するにある。以下、その基本的な考え方について述べる。

(1) 新空港の建設プロジェクトが経済的にフィージブルであるかどうかを知るためには、まず新空港の建設自体に経済的な意義があるかどうか、すなわち、どのような経済的便益をもたらすかを、その費用と比較して検証しなくてはならない。そのため、新空港建設案と現空港をそのまま継続して使用する、いわゆる"Without-project"案とを比較してその便益を算出した。なお、このさいの便益、非便益は計測可能なものにかぎられている。

(2) 次に新空港建設案が果して最小費用、かつ最適なものかどうかについて、現空港を拡張して使用する案と比較した。この代替案は、新空港と同質、同等のサービスを供与し得ると考えた。

(3) プロジェクトライフを２０年とし、(1)の評価基準は、内部収益率、(2)の最小費用案の選択は、割引率を１２％とした場合の純費用比較によるものとする。

(4) ボリビアの公定為替レートは、ここ数年来１米ドル＝２０ボリビア・ペソに安定しており、実勢レートとの差はない。さらにSanta Cruz 州の顕在及び潜在の失業率は比較的低く、労働市場の需給は均衡し、現在の賃金率は、よく労働の限界生産性を表わしているものとみられる。したがって、本章の経済分析においてはシャドウ・プライスを使用しない。

(5) 本プロジェクトの外地調達資材は、ボリビア政府の方針によって関税が免除されることになっている。また、内地調達の原材料にかかる税金は無視できる程度のものとみられる。したがって、プロジェクト費用の計測に際してトランスファーとしての税金に関する配慮は行わない。

4－2　基本案の設定

現空港を現状の施設水準の状態で維持していく場合を基本案とする。現空港施設の現状は第１章１－２－１において述べられているとおりである。ただし、空港としての機能を維持していくために必要な施設の更新は行うものとする。

ところで、第２章で予測されているSanta Cruz 空港の航空輸送需要は、その潜在需要であって、空港施設がこれに対応して整備されることによって顕在需要となるものである。

現在の旅客ターミナルビルの規模は２,５００㎡であって、ピーク時にはＢ７２７型機が２機集中している。この時の旅客１人当たりの面積は１２.５㎡で通常の標準所要面積を下回っている。

すなわち、現在の旅客ターミナルビルの処理能力は限界に達している。しかし、旅客ターミナルビルは現状の混雑度のままでもフライト・スケジュールの調整によって年間を通じピークが均される時点までは利用可能である。

その時点の年間旅客数は、通過客を含め、876千人と推定され、表4－2－1によると、その時点は1984年となる。したがって、1985年以降予測されている旅客需要はみたされず、オーバーフローすることになろう。

表4－2－1　Santa Cruz 空港年次別旅客需要予測

単位：千人

年	乗降客数			通過客数			合計		
	国際線	国内線	計	国際線	国内線	計	国際線	国内線	計
1980	98	305	403	65	76	141	163	381	544
1981	115	337	452	76	84	160	191	421	612
1982	134	373	507	88	93	181	222	466	688
1983	157	413	570	104	103	207	261	516	777
1984	183	456	639	121	114	235	304	570	874
1985	214	505	719	141	126	267	355	631	986
1986	244	554	798	161	139	300	405	693	1,098
1987	277	608	885	183	152	335	460	760	1,220
1988	315	667	982	208	167	375	523	834	1,357
1989	359	731	1,090	237	183	420	596	914	1,510
1990	408	803	1,211	269	201	470	677	1,004	1,681
1991	464	879	1,343	306	220	526	770	1,099	1,869
1992	527	965	1,492	348	241	589	875	1,206	2,081
1993	600	1,058	1,658	396	265	661	996	1,323	2,319
1994	682	1,161	1,843	450	290	740	1,132	1,451	2,583
1995	776	1,263	2,039	512	316	828	1,288	1,579	2,867
1996	854	1,351	2,205	564	338	902	1,418	1,689	3,107
1997	939	1,446	2,385	620	362	982	1,559	1,808	3,367
1998	1,033	1,547	2,580	682	387	1,069	1,715	1,934	3,649
1999	1,136	1,656	2,792	750	414	1,164	1,886	2,070	3,956
2000	1,250	1,771	3,021	825	443	1,268	2,075	2,214	4,289

4－3　新空港建設計画の経済評価

本項においては、国民経済的立場にたった費用便益分析を行って、新空港建設計画の妥当性を検証する。

4－3－1　費用の計測

費用の計測は、1977年価格に基づいて以下のとおりに行った。

(1)　空港建設費

技術予備費を含めた年次別空港建設費は、表4－3－1に示すとおりである。

表 4－3－1　新空港建設計画空港建設費

単位：千米ドル

年＼施工	2段階施工	4段階施工
1978	13,517	11,601
1979	28,717	25,430
1980	30,231	25,746
1981	－	－
1982	－	－
1983	－	－
1984	－	2,519
1985	－	7,168
1986	－	－
1987	－	－
1988	－	－
1989	13,608	3,359
1990	19,544	14,050
1991	－	－
1992	－	－
1993	－	－
1994	－	3,031
1995	－	12,711
合計	105,617	105,615

(2)　空港維持管理費

空港維持管理費は、表4－3－2に示すとおりである。

なお、算出基準は次のとおりとした。

①　土木施設、建物施設、都市設備、給油施設については、各工事費の1％を見込んだ。

②　無線・照明・電力施設については、各工事費の5％を見込んだ。

③　人件費については、現空港における1976年の実績をベースにして算出し、航空輸送

需要の増大に対処するための人員の増加に伴う経費の上昇を年間２％見込んだ。

表４－３－２　新空港維持管理費

単位：千米ドル

年＼施工	２段階施工	４段階施工
１９８１	1,５４１	1,４６２
１９８２	1,５４７	1,４６８
１９８３	1,５５７	1,４７５
１９８４	1,５６１	1,４８２
１９８５	1,５６７	1,４８８
１９８６	1,５７５	1,５７５
１９８７	1,５８２	1,５８２
１９８８	1,５８９	1,５８９
１９８９	1,５９６	1,５９６
１９９０	1,６０５	1,６０５
１９９１	1,９６７	1,７９８
１９９２	1,９７５	1,８０６
１９９３	1,９８２	1,８１３
１９９４	1,９９０	1,８２２
１９９５	1,９９９	1,８３０
１９９６	2,００８	2,００８
１９９７	2,０１７	2,０１７
１９９８	2,０２６	2,０２６
１９９９	2,０３５	2,０３５
２０００	2,０４４	2,０４４

(3)　アクセス交通費用

新空港は、Santa Cruz 市の中心部から北方１７Kmに位置し、一方、現空港は、同じく中心部から南方２Kmに位置する。したがって、中心部からのアクセス距離では、新空港は現空港に比べ１５Km遠くなる。しかし、Santa Cruz 市の市街地は次第に北部へと発展しており、しかも、新空港は最近、人口の増加が目覚ましいMontero 方面の利用者には有利な位置にある。

将来の空港利用者の発生源分布は、十分知られないが、ここでは一般に北部からの利用者の増加を考えて、新空港は発生源の重心的位置になると設定した。したがって、アクセス交通の時間費用の増加は算入しなかった。

一方、市街地から新空港までのアクセス道路としては、Montero までの既存道路の他

に、新しいバイパス道路が、空港プロジェクトとは別に計画されており、この２本の道路によって2,０００年までの道路交通量を十分に処理できるものとみられる。したがって、アクセス道路の追加投資は必要としない。

４－３－２　便益の計測

新空港を建設・使用する便益としては、新空港を建設しない場合、すなわち、現空港をそのまま継続して使用する場合と比較して、次のようなものが考えられる。

a）新空港によるサービス水準の向上による便益、主として時間節約による便益である。

b）乗客のトリップ需要が満たされることによる効用の増加としての便益。現空港をこのまま継続して使用すると、やがてトリップ需要が供給を超過し、乗客はオーバー・フローする。新空港はこのオーバー・フローすべき需要を満たすことができ、それを新空港のもたらす便益と考えることができる。

この便益の計測には、現行の空港使用料と航空運賃との重復をとりのぞいた額が、少くとも個々の利用者が支払う意図（willingness to pay）のあった最少額、すなわち利用者の便益の最低量をあらわすものと考え、それを使用した。

この便益を、内国人の国内及び国際トリップについて積算した。外国人の便益は溢出（spill over）する便益であるとして算入しなかった。またこれら便益には、消費者余剰（コンスューマーズ・サープラス）を考えていないから、真の便益はより大きくなるであろう。

c）新空港の建設により、そうでなければかかる現空港の継続維持管理費用を節約しうる。

d）新空港の建設により、現空港の継続使用によって発生する社会的費用（道路・トンネル工事費、騒音対策費・事故発生にともなう費用）を節約しうる。

以上の項目以外にも、観光収入等外国人旅客の外貨および外国航空機が外貨で支払う燃料代等の支出の純分とその乗数効果、また、失うべかりしトリップを享受した旅客が、ボリビア経済に直接・間接にもたらす便益（例えば貿易の振興、情報の獲得等）、また、新空港の建設および運用が地域の経済開発にあたえる２次的な誘発効果は捕捉が困難なため、計測しなかつた。

以下、新空港建設計画の便益のうち、計量化可能なものを逐条記述したい。

(1)　サービス水準の向上による便益

新空港は、現空港に比べ空港施設がすべて更新されるため、空港利用者に以下のような便益をもたらす。

①　手荷物取扱施設の改良および新設によるサービスの向上。

②　直行ルートの開設による時間短縮

③　航行援助施設の改良及び新設による安全性の増大

④　機材の大型化による飛行費用の減少

⑤　旅客ターミナルビル内での快適性の増大等、一般に現空港の継続使用に伴い、増加す

る航空機発着、ターミナルビルの混雑度の増加がもたらす不便をとり除くことができる。

上記のうち、計量化可能な①、②及び④のうち、時間便益と考えられる①及び②について計測を試みた。

1）手荷物取扱施設の改良による時間節約

現空港においては、国内線の到着手荷物の受渡しは屋外で行われている状態であり、旅客が空港へ到着してから手荷物で受取るまで平均して４５分を要し、しかも、空港の混雑度が増すと共に、旅客の待ち時間が長くなる。これが新空港の場合には、平均１５分に短縮されることになり、差引少くとも３０分の時間節約となる。内国人航空旅客の平均時間価値は、１時間２ドルと推定されるので、手荷物取扱施設の改良による内国人に帰属する時間節約の便益は表４－３－３のとおりに計測できる。

2）直行ルートの開設による時間短縮

新空港の滑走路長（３,５００ｍ）のもとでは、現状の路線に比べ、以下の直行ルートの開設が可能となり、時間短縮をもたらす。

	時間短縮
Santa Cruz-Miami	0.８３時間
Santa Cruz-Montevideo	0.６７
Santa Cruz-New York	4.５８

上記の各路線における内国人に帰属する時間短縮の便益は、表４－３－３に示すとおりである。

表４－３－３　サービス水準の向上による便益

単位：千米ドル

項目 / 年	手荷物施設の改良による時間節約	直行ルートの開設による時間短縮	計
１９８１	１７４	１２	１８６
１９８２	１９４	１３	２０７
１９８３	２１６	１６	２３２
１９８４	２４０	１８	２５８
１９８５	２６８	２１	２８９
１９８６	２９６	２５	３２１
１９８７	３２６	２８	３５４
１９８８	３６０	３２	３９２
１９８９	３９７	３６	４３３
１９９０	４３９	４１	４８０
１９９１	４８４	４６	５３０
１９９２	５３４	５３	５８７
１９９３	５９０	６０	６５０
１９９４	６５２	６８	７２０
１９９５	７１６	７８	７９４
１９９６	７７１	８６	８５７
１９９７	８２９	９４	９２３
１９９８	８９３	１０４	９９７
１９９９	９６１	１１３	１,０７４
２０００	１,０３５	１２５	１,１６０

(2)　旅客のトリップ需要を満すことによる便益

４－２で述べたように、新空港では現空港を継続して使用する場合にオーバーフローしてしまう旅客のトリップ需要を満すことが可能になる。

本来ならば満されずに失われてしまうトリップの、需要者にもたらす効用は、旅客が支払う意図のあった空港使用料と航空運賃の和でもってその最少額を表しうるであろう。これは頂度、空港が徴集する諸々の空港使用料収入と、航空会社が受取る航空運賃との和から、航空会社が空港に支払う空港使用料を差引いたものに等しいであろう。

もちろん、旅客がトリップを行い得ないことによって失われる効用の総額は、さらに消費者余剰の部分も含めれば更に大きくなる。この便益のうち、運賃の形で計測しうる内国人利用者の効用は、一人当たり平均、国際線利用者１０６ドル、国内線利用者２２ドルとなる。その合計は空港使用料の部分を含めて表４－３－４のとおりとなる。

表4－3－4　旅客のトリップの効用

単位：千米ドル

項目 / 年	空港使用料として	航空運賃として			総　計
		国際線	国内線	小　計	
1981	－	－	－	－	－
1982	－	－	－	－	－
1983	－	－	－	－	－
1984	－	－	－	－	－
1985	371	1,272	968	2,240	2,611
1986	741	2,438	1,936	4,374	5,115
1987	1,143	3,816	3,014	6,830	7,973
1988	1,592	5,300	4,180	9,480	11,072
1989	2,092	7,102	5,434	12,536	14,628
1990	2,676	9,010	6,864	15,874	18,550
1991	3,543	11,342	8,382	19,724	23,267
1992	4,265	13,886	10,076	23,962	28,227
1993	5,081	16,748	11,924	28,672	33,753
1994	5,994	20,140	13,948	34,088	40,082
1995	7,031	23,850	15,972	39,822	46,853
1996	7,858	27,030	17,710	44,740	52,598
1997	8,770	30,422	19,602	50,024	58,794
1998	9,759	34,238	21,604	55,842	65,601
1999	10,850	38,372	23,760	62,132	72,982
2000	12,035	42,930	26,026	68,956	80,991

以上の効果は、さきに述べたように、内国人のみに限りかつ消費者の余剰（コンスューマーズ・サープラス）は含まれていない。したがって、それらを算入すればこの効用の額は2倍以上となろう。

表４－３－５　Santa Cruz 新空港外国人，内国人別乗降客数

単位：千人

項目 / 年	国際線			国内線			合計		
	外国人	内国人	計	外国人	内国人	計	外国人	内国人	計
1981	71	44	115	34	303	337	105	347	452
1982	83	51	134	37	336	373	120	387	507
1983	97	60	157	41	372	413	138	432	570
1984	113	70	183	46	410	456	159	480	639
1985	133	81	214	51	454	505	184	535	719
1986	151	93	244	55	499	554	206	592	798
1987	172	105	277	61	547	608	233	652	885
1988	195	120	315	67	600	667	262	720	982
1989	223	136	359	73	658	731	296	794	1,090
1990	253	155	408	80	723	803	333	878	1,211
1991	288	176	464	88	791	879	376	967	1,343
1992	327	200	527	97	868	965	424	1,068	1,492
1993	372	228	600	106	952	1,058	478	1,180	1,658
1994	423	259	682	116	1,045	1,161	539	1,304	1,843
1995	481	295	776	126	1,137	1,263	607	1,432	2,039
1996	529	325	854	135	1,216	1,351	664	1,541	2,205
1997	582	357	939	145	1,301	1,446	727	1,658	2,385
1998	640	393	1,033	155	1,392	1,547	795	1,785	2,580
1999	704	432	1,136	166	1,490	1,656	870	1,922	2,792
2000	775	475	1,250	177	1,594	1,771	952	2,069	3,021

表４－３－６　現空港でオーバーフローする乗降客数

単位：千人

項目 / 年	国際線			国内線			合計		
	外国人	内国人	計	外国人	内国人	計	外国人	内国人	計
1980	－	－	－	－	－	－	－	－	－
1981	－	－	－	－	－	－	－	－	－
1982	－	－	－	－	－	－	－	－	－
1983	－	－	－	－	－	－	－	－	－
1984	－	－	－	－	－	－	－	－	－
1985	19	12	31	5	44	49	24	56	80
1986	38	23	61	10	88	98	48	111	159
1987	58	36	94	15	137	152	73	173	246
1988	82	50	132	21	190	211	103	240	343
1989	109	67	176	28	247	275	137	314	451
1990	140	85	225	35	312	347	175	397	572
1991	174	107	281	42	381	423	216	488	704
1992	213	131	344	51	458	509	264	589	853
1993	259	158	417	60	542	602	319	700	1,019
1994	309	190	499	71	634	705	380	824	1,204
1995	368	225	593	81	726	807	449	951	1,400
1996	416	255	671	90	805	895	506	1,060	1,566
1997	469	287	756	99	891	990	568	1,178	1,746
1998	527	323	850	109	982	1,091	636	1,305	1,941
1999	591	362	953	120	1,080	1,200	711	1,442	2,153
2000	662	405	1,067	132	1,183	1,315	794	1,588	2,382

(3) 現空港維持管理費の節約

新空港が開港した場合には、現空港の維持管理費が節約できる。現空港を現状施設水準のままで維持する場合においても空港としての機能を維持していくために、滑走路及びエプロンの補強工事、老朽化した無線及び照明施設の更新が必要となる。現空港の1975年における実績をもとに算出した年次別維持管理費は、表4－3－7のとおりとなる。

表4－3－7　現空港の維持管理費の節約

単位：千米ドル

年	維持費	改良工事費	計
1981	273	6,649	6,922
1982	278	－	278
1983	284	－	284
1984	290	－	290
1985	296	－	296
1986	301	－	301
1987	307	－	307
1988	314	－	314
1989	320	－	320
1990	326	－	326
1991	333	1,506	1,839
1992	339	－	339
1993	346	－	346
1994	353	－	353
1995	360	－	360
1996	367	－	367
1997	375	－	375
1998	382	－	382
1999	390	－	390
2000	398	－	398

(4) 道路トンネル工事費の節約

1－2－2で述べたように、現空港の滑走路は、第3環状道路及び第4環状道路を横切る形で存在している。

現空港を定期航空用空港として継続使用する場合、空港を拡張すると否とにかかわらず、Santa Cruz 市の都市計画を遂行するために、3－3－2で検討したような道路トンネル工事が必要となる。一方、新空港が建設された場合には、現空港の滑走路は、約1,000

mに短縮され、道路トンネルの必要がなくなり、表4－3－8の費用は節約されることとなる。

表4－3－8　道路トンネル工事費

環　状　線	工　事　費	最適完成年次
第3環状内側線（2車線）	6,344千米ドル	1980年
第3環状外側線（2車線）	6,344	1985
第4環状線　（4車線）	12,688	1990

(5)　航空機騒音対策費の節約

1－2－2で述べたように、現空港を維持使用する場合には、拡張すると否とを問わず航空機騒音による被害に対する補償が必要となってくる。

ICAO　ANNEX　16に準拠してWECPNLを騒音の計測単位として使用することとし、第2章の航空機発着回数予測に基づいて、WECPNLを計測した。2000年におけるWECPNLコンターは図4－3－1に示すとおりである。

ボリビアにおいては、まだ航空機騒音に対する補償基準がないため、日本における基準を適用することとする。日本が法律に基づいて補償する基準は次のとおりである。

WECPNL　85～90　家屋防音工事費

WECPNL　90以上　家屋移転補償費

対象地域の面積は、1万分の1市街地図により算定し、補償対象世帯数は、1976年の国勢調査によるものとした。したがって、対象地域内への新規移入世帯に対する補償はみないものとした。

以上の基準によって、現空港における航空機騒音対策費を計測すると表4－3－9のとおりとなる。ただし、基本案においては1985年以降の航空機発着回数の増大は見込まれないので、1985年以降の騒音対策費は必要としない。

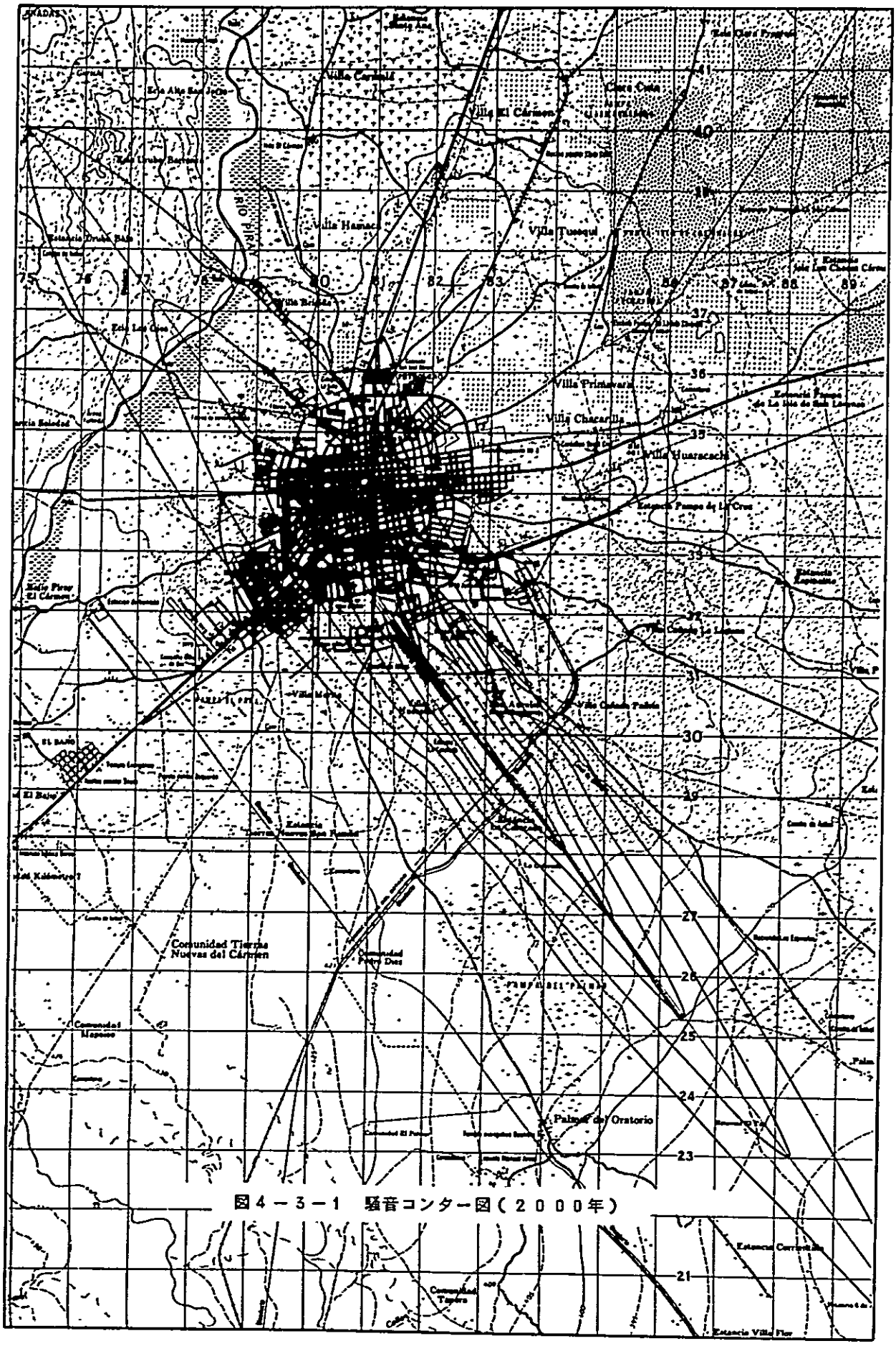


図４－３－１　騒音コンター図（２０００年）

表４－３－９　航空機騒音対策費

単位：米ドル

費目＼年	１９８５	１９９０	１９９５	２０００
防音工事費	９８,７００	１４３,３５０	７８１,９００	１,６５０,７００
移転費	－	２９６,０５０	８９５,９５０	１,８０１,５００
土地買収費	－	１５０,７００	４５０,７００	８６１,０００
家屋費	－	７０,０００	２２０,０００	５１０,０００
跡地整備費	－	７５,３５０	２２５,３５０	４３０,５００
合計	９８,７００	４３９,４００	１,６７７,８５０	３,４５２,２００

注）　基本案における騒音対策費は１９８５年までとした。

(6)　航空機事故対策費の節約

１－２－２で述べたように、現空港を継続使用する場合には、航空機事故の発生する確率が多く、新空港建設の具体的動機の一つもここにある。事故に対する補償費は、事故の程度によって異なるが、現空港の環境条件を考えると、市街地に航空機が墜落した場合には、前記のような大事故となる可能性が強い。１９７７年８月に、この事故に対する損害賠償請求裁判の判決が米国Miami地方裁判所で言い渡され、被害者あるいは家族に対して総額約５,０００千米ドルの補償費が支払われることになった。したがって、この判例が同程度の事故に対する補償費の目安になるといえよう。

前記のような大事故が発生する確率を推定することはかなり困難である。しかし、前項１－２－２で示したように、現在、発着回数１,０００回に対し３回の割合で事故が発生している状況を考慮すると、１０年に１度前記のような大事故が発生する可能性があるとみても大きな誤りではないとみられる。

４－３－３　費用便益計算結果

４－３－１、４－３－２において計測された費用及び便益に基づいて費用便益計算を行った結果は、表４－３－１０に示すとおりであり、内部収益率は１５.０％となる。

したがって、新空港建設計画は、十分な国民経済的便益があると考えうる。

なお、感度分析の一環として、航空事故費用を除いたものを考えてみると、その内部収益率は、１４.７％となる。

なお、４－３－２　ｄ）で述べたように計測されなかつた便益を包含すると、プロジェクトの便益はより大きなものとなろう。

表４－３－１０　新空港建設計画費用便益分析のキャッシュ・フロー（新空港の建設使用と現空港の非拡張継続使用との経済比較）　　単位：千米ドル

項目／年	費用			便益						
	新空港の建設費	新空港の維持費	小計	サービス水準向上の便益	旅客便益の増加	現空港維持費の節減	道路トンネル工事費の節減	騒音対策費の節減	事故対策費の節減	小計
１９７８	13,517	－	13,517	－	－	－	－	－	－	－
１９７９	28,717	－	28,717	－	－	－	6,344	－	－	6,344
１９８０	30,231	－	30,231	－	－	－	－	－	－	－
１９８１	－	1,541	1,541	186	－	6,922	－	20	－	7,128
１９８２	－	1,547	1,547	207	－	278	－	20	－	505
１９８３	－	1,557	1,557	232	－	284	－	20	－	536
１９８４	－	1,561	1,561	258	－	290	6,344	20	－	6,912
１９８５	－	1,567	1,567	289	2,611	296	－	20	－	3,216
１９８６	－	1,575	1,575	321	5,115	301	－	－	5,000	11,778
１９８７	－	1,582	1,582	354	7,973	307	－	－	－	8,634
１９８８	－	1,589	1,589	392	11,072	314	－	－	－	11,788
１９８９	13,608	1,596	15,204	433	14,628	320	6,344	－	－	21,725
１９９０	19,544	1,605	21,149	480	15,858	326	6,344	－	－	25,700
１９９１	－	1,967	1,967	530	18,534	1,839	－	－	－	25,636
１９９２	－	1,975	1,975	587	23,267	339	－	－	－	29,153
１９９３	－	1,982	1,982	650	28,227	346	－	－	－	34,749
１９９４	－	1,990	1,990	720	40,082	353	－	－	－	41,155
１９９５	－	1,999	1,999	794	46,853	360	－	－	－	48,007
１９９６	－	2,008	2,008	857	52,598	367	－	－	5,000	58,822
１９９７	－	2,017	2,017	923	58,794	375	－	－	－	60,092
１９９８	－	2,026	2,026	997	68,601	382	－	－	－	66,980
１９９９	－	2,035	2,035	1,074	72,982	390	－	－	－	74,446
２０００	－	2,044	2,044	1,160	80,991	398	－	－	－	82,549
合　計	105,617	35,763	141,380	11,444	566,071	14,787	25,376	100	10,000	624,804

４－４　最適案の選定（新空港建設計画と現空港拡張計画の比較）

前項で新空港建設が経済的に意義があるとすれば、つぎにこの計画案が果して同種の案のうち最良のものであるかどうかをテストしなくてはならない。そこで新空港建設案をそれにつぐ次善案と考えられる現空港拡張計画案と比較してみた。そのさい、さきにのべたようにこの両案が等量のサービスを提供する、すなわち等量の便益をもたらす如くにした。両計画の比較は、したがって、それぞれの費用の現在価値化をもって行うことになる。

４－４－１　新空港建設計画の費用

(1)　空港建設費

４－３－１(1)のとおりである。

(2)　空港維持管理費

４－３－１(2)のとおりである。

４－４－２　現空港拡張計画の費用

(1)　空港建設費

技術予備費を含めた年次別空港建設費は、表４－４－１に示すとおりである。

表４－４－１　現空港拡張計画建設費

単位：千米ドル

年＼施工	２　段　階
１９７８	２７,４１０
１９７９	２８,２８１
１９８０	２７,６４９
１９８１	－
１９８２	－
１９８３	－
１９８４	－
１９８５	－
１９８６	－
１９８７	－
１９８８	－
１９８９	９,９６１
１９９０	１４,１４５
１９９１	－
１９９２	－
１９９３	－
１９９４	－
１９９５	－
合　　計	１０７,４４６

(2)　空港維持管理費

空港維持費は、表４－４－２のとおりである。

なお、算出基準は４－３－１(2)と同一とした。

表４－４－２　現空港拡張計画維持管理費

単位：千米ドル

年次＼施工	２　段　階
１９８１	1,４１４
１９８２	1,４２０
１９８３	1,４２７
１９８４	1,４３４
１９８５	1,４４０
１９８６	1,４４８
１９８７	1,４５５
１９８８	1,４６２
１９８９	1,４６９
１９９０	1,４７８
１９９１	1,７２５
１９９２	1,７３３
１９９３	1,７４０
１９９４	1,７４９
１９９５	1,７５７
１９９６	1,７６６
１９９７	1,７７５
１９９８	1,７８４
１９９９	1,７９３
２０００	1,８０２

(3)　道路トンネル工事費

４－３－２(6)と同じである。

(4)　航空機騒音対策費

４－３－２(7)の表４－３－９のとおりである。

(5)　航空機事故対策費

４－３－２(8)と同じである。

４－４－３　純費用の比較

以上で得られた費用を、ボリビア経済社会の時間選好率をあらわすとおもわれる割引率１２.０％で現在価値化してみた。

２段階施工についての結果は表４－４－３のとおりである。

この結果をまとめると次のようになる。

新空港建設と現空港拡張の費用比較

新空港建設計画の純費用 (A)		82,310千米ドル
現空港拡張計画	〃 (B)	90,700
純費用の差	(B−A)	8,390

したがって、新空港建設計画は、次善案と考えられる現空港拡張計画に比べて、20年間について現在価値にして800万ドル以上の純費用の差がある。 したがって、新空港建設案は、同等のサービスを提供しうる代替案のうち最良のものといってよかろう。

なお、以上の経済計算では、土地の費用(用地費)あるいは価値は、国民経済的に考えるとその保有主体を変えるだけで費用の発生あるいは価値の変化を斎すものではないと考え全く算入されていない。

もし、費用を財務的に"アウト・オブ・ポケット"(Out of pocket)費用の形で考えると、実際には土地の取得には費用が発生する。ここで新空港予定地の地価を0.2ドル/平方米※、現空港拡張に必要な土地の地価を市街地である故に25ドル/平方米※とすると、用地費だけで、新空港の場合5,000千ドル、現空港拡張使用の場合、拡張用地取得費だけでも43,000千ドルとなり、38,000千ドルの追加費用を必要とする。

なお、以上と関連して、新空港自体を、二期に建設するのと、四期にわけて建設することとの優劣を検討した。 割引率12.0%を用いて両案の現在価値化された費用は次のとおりである。

新空港の2段階建設と4段階建設(1978年〜2000年)

新空港の2段階建設 (A)	82,310千米ドル
新空港の4段階建設 (B)	76,005
純費用の差 (B−A)	6,305

※ Santa Cruz公共事業委員会(COOPP)が最近実施した土地単価調査結果による。

表４－４－３　新空港建設計画と現空港拡張計画の比較

単位：千ドル

項目 / 年	新空港建設計画費用〔A〕			現空港拡張計画費用〔B〕						現在価値（割引率 12%）	
	建設費	維持管理費	合計	建設費	維持管理費	道路トンネル工事費	騒音対策費	事故対策費	合計	〔A〕	〔B〕
1978	13,517		13,517	12,080					12,080	13,517	12,080
1979	28,717		28,717	28,281		6,344			34,625	25,644	30,920
1980	30,231		30,231	27,649					27,649	24,094	22,036
1981		1,541	1,541		1,414		20		1,434	1,097	1,021
1982		1,547	1,547		1,420		20		1,440	984	916
1983		1,557	1,557		1,427		20		1,447	883	820
1984		1,561	1,561		1,434	6,344	20		7,798	791	3,953
1985		1,567	1,567		1,440		20		1,460	710	661
1986		1,575	1,575		1,448		88	5,000	6,536	636	2,641
1987		1,582	1,582		1,455		88		1,543	571	557
1988		1,589	1,589		1,462		88		1,550	512	499
1989	13,608	1,596	15,204	9,961	1,469	6,344	88		17,862	4,364	5,126
1990	19,544	1,605	21,149	14,145	1,478	6,344	88		22,055	5,435	5,668
1991		1,967	1,967		1,725		336		2,061	450	472
1992		1,975	1,975		1,733		336		2,069	405	424
1993		1,982	1,982		1,740		336		2,076	363	380
1994		1,990	1,990		1,749		336		2,085	324	340
1995		1,999	1,999		1,757		336		2,093	292	306
1996		2,008	2,008		1,766		691	5,000	7,457	261	969
1997		2,017	2,017		1,775		691		2,466	234	286
1998		2,026	2,026		1,784		691		2,475	211	257
1999		2,035	2,035		1,793		691		2,484	189	231
2000		2,044	2,044		1,802		691		2,493	170	207
合計	105,617	35,763	141,380	92,116	32,071	25,376	5,675	10,000	165,238	82,137	90,700

第5章　財務分析

この章においては、現行のボリビアの空港に適用されている空港料金制度をレビューし、これに基づいて、Santa Cruz 新空港プロジェクトの財務的な収益性を分析する。分析に当たっては、Santa Cruz 新空港を一つの独立採算を要請される公企業体と考えることとする。

5－1　現行料金体系及び空港運営収入予測

現行の1975年7月21日付閣議決定№686/75 によるAASANA の料金体系は次の項目からなっている。

1. 着陸料（及び空港照明料、エプロン駐機料）
2. 航空保安及び航空路施設使用料
3. メッセージ送信料
4. 空港利用税
5. 空港入場及び駐車料
6. コンセッション

元来、AASANA の空港使用料金水準は、政府の航空発展政策のもとに、低くおさえられてきたが、1975年に至り国際線の着陸料60％の値上げを含む料金の改定が行われ、南米諸国の平均的水準に到達した。

例えば、AASANA の料金体系のうち、その国際線着陸料を近隣の他の国々と比較すると表5－1－1のようになる。

表5－1－1　着陸料比較

単位：US$

国　名	DC-8-62 (152t)	B747-200 (352t)
アルゼンチン	570	1,590
コロンビア	547	1,267
チ　リ	486	1,114
ボリビア	464	1,074
ベネズエラ	354	821
ブラジル	322	732
エクアドル	291	528
平　均	433	1,018

注）着陸料は、各国の主要国際空港における昼間着陸料を示す。

資料："Manual of Airport and Air Navigation Facility Tariffs, 1976 Edition" International Civil Aviation Organization

以上のような料金体系とSanta Cruz 新空港の航空需要予測に基づいて新空港の収入を予測したのが、表5－1－2である。

表5－1－2　Santa Cruz 空港運営収入予測（現行料金体系による）　単位：千米ドル

項目／年次	着陸料	空港照明使用料	エプロン駐機料	空港利用税	空港入場料	コンセッション	メッセージ送信料	航空保安及航空路施設使用料	合計
1981	651	59	195	372	45	811	18	41	2,192
1982	747	67	224	428	51	811	19	45	2,392
1983	908	82	272	496	57	811	21	49	2,696
1984	1,061	95	318	572	64	811	23	55	2,999
1985	1,234	111	370	661	72	811	25	61	3,345
1986	1,434	129	430	749	80	811	25	64	3,722
1987	1,632	147	489	845	89	811	27	70	4,110
1988	1,863	168	559	954	98	811	30	78	4,561
1989	2,113	190	634	1,080	109	811	32	85	5,054
1990	2,436	219	731	1,221	121	811	36	94	5,669
1991	2,742	247	823	1,380	134	1,292	39	104	6,761
1992	3,094	278	928	1,559	149	1,292	43	114	7,457
1993	3,500	315	1,050	1,765	166	1,292	47	126	8,261
1994	3,967	357	1,190	1,998	184	1,292	52	139	9,179
1995	4,511	406	1,353	2,256	204	1,292	58	154	10,234
1996	4,931	444	1,479	2,473	221	1,292	62	166	11,068
1997	5,392	485	1,618	2,709	239	1,292	67	179	11,981
1998	5,894	530	1,768	2,969	258	1,292	73	193	12,977
1999	6,446	580	1,934	3,254	279	1,292	79	208	14,072
2000	7,051	635	2,115	3,568	302	1,292	85	225	15,273

5－2　財務収益率の計測

以上の収入予測に基づき、かつ第4章におけるプロジェクトの投資費用及び維持管理費を使用して、本プロジェクトの財務収益を算出する。

表5－2－1及び表5－2－2にその20年間の詳細なキャッシュ・フローを、考えられる投資とともに示してあるが、財務収益率は予備費（技術）を含めた場合、次のように極めて低い。

2段階施工	0.15％
4段階施工	0.28％

Santa Cruz新空港が一つの公企業体として独立採算を要求されるかどうかは国の政策次第であつて、現段階では予測できない。

一般的には、財務上の健全さを貫くことが、公企業の経営の効率性を保証するのに役立つことを考えると、ある程度の独立採算制をとることが望ましい。

そのためには、空港料金の値上が1つの有力な措置であり、AASANAの現行料金体系には若干その余地がある。

次に2つの場合について試算した。

① 20年にわたる期間で、財務収益率が約4％になるような所要収入額を与える料金値上げ率の1例として次のような料金体系(B)が考えられる。

	個別増加率	累積増加率
1981	20％	20％
1983	10	32
1985	10	45

② 20年にわたる期間で、財務収益率が約7％になるような所要収入額を与える料金値上げ率率の1例として次のような料金体系(A)が考えられる。

	個別増加率	累積増加率
1977	20％	20％
1979	20	44
1980	10	58
1982	10	74
1984	10	92

以下の財務収益率計算はすべて、2000年までに、その間の需要の増加を満たすための追加投資をも含めた総キャッシュ・フローに基づいて行われた。この結果を取りまとめると、次のとおりとなる。

	2段階施工	4段階施工
現行料金体系	0.15%	0.28%
料金体系(A)	4.13	4.62
料金体系(B)	7.17	8.03

以上のいかなる料金体系を採用するかは、新空港の資金調達の際の資金源の利子率及び"公企業体"としての独立採算制の必要性に基づいて決定されることになろう。

表５－２－１　新空港建設計画財務分析（２段階施工）

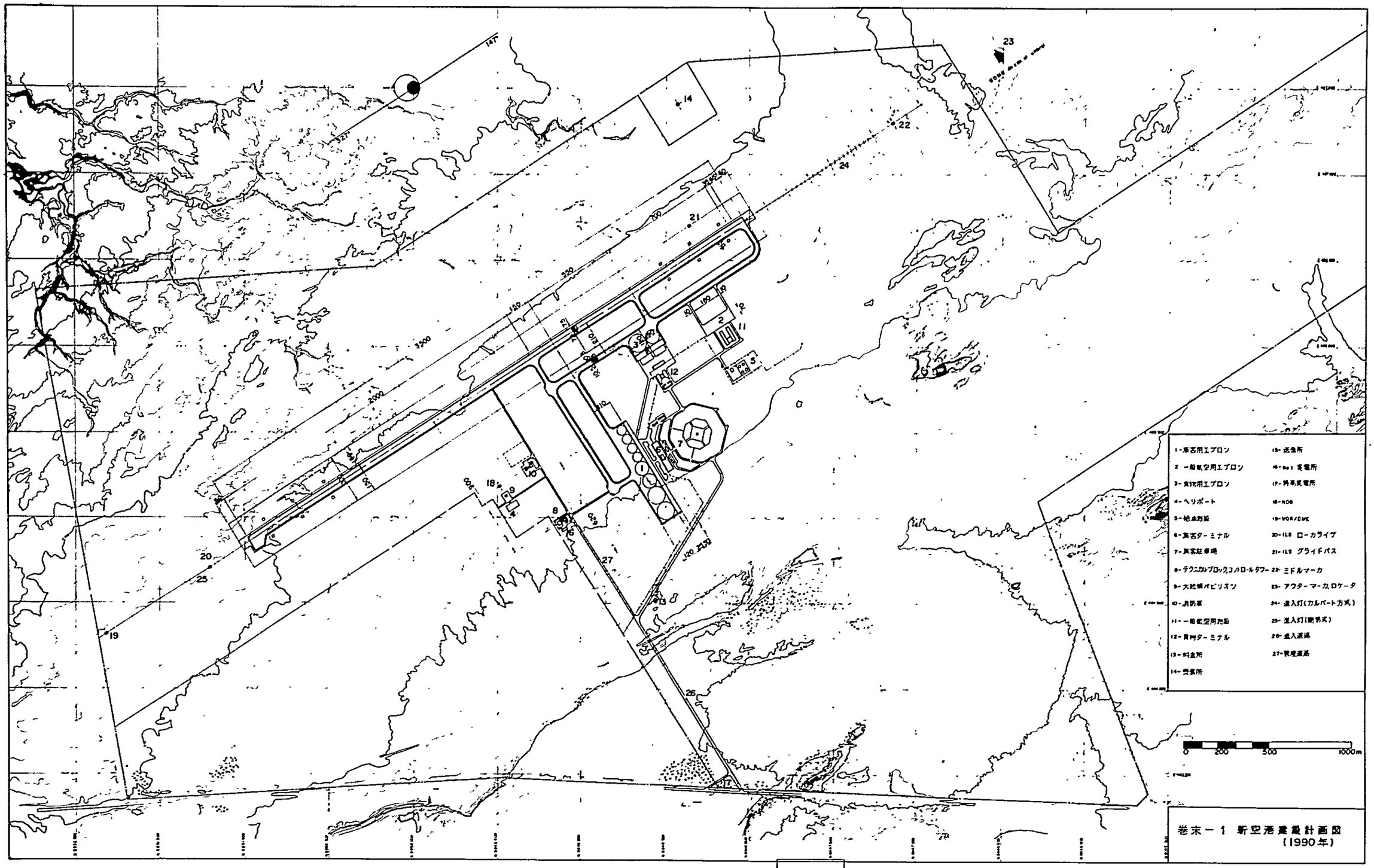
単位：千米ドル

項目 / 年	投資額			支出	収入			収入－支出		
	予備費を除いた場合〔Ⅰ〕	予備費（技術）を含めた場合〔Ⅱ〕	予備費（技術及び価格）を含めた場合〔Ⅲ〕	維持管理費	現行料金体系	料金体系（A）	料金体系（B）	現行料金体系	料金体系（A）	料金体系（B）
1978	(12,288)	(13,517)	(14,328)							
1979	(26,106)	(28,717)	(32,266)							
1980	(27,483)	(30,234)	(36,005)							
1981				1,541	2,191	2,629	3,462	650	1,088	1,921
1982				1,547	2,392	2,870	4,162	845	1,323	2,615
1983				1,557	2,696	3,559	4,691	1,139	2,002	3,134
1984				1,561	2,999	3,959	5,758	1,438	2,398	4,197
1985				1,567	3,344	4,855	6,420	1,777	3,288	4,853
1986				1,575	3,722	5,404	7,146	2,147	3,829	5,571
1987				1,582	4,110	5,968	7,891	2,528	4,386	6,309
1988				1,589	4,560	6,621	8,755	2,771	5,032	7,166
1989	(12,371)	(13,608)	(26,130)	1,596	5,055	7,340	9,706	3,459	5,744	8,110
1990	(18,325)	(20,159)	(40,920)	1,605	5,669	8,231	10,884	4,064	6,626	9,279
1991				1,967	6,761	9,817	12,981	4,794	7,850	11,014
1992				1,975	7,457	10,828	14,317	5,482	8,853	12,342
1993				1,982	8,261	11,995	15,861	6,279	10,013	13,879
1994				1,990	9,179	13,328	17,624	7,189	11,338	15,634
1995				1,999	10,234	14,860	19,649	8,235	12,861	17,650
1996				2,008	11,068	16,071	21,251	9,060	14,063	19,243
1997				2,017	11,981	17,396	23,004	9,964	15,379	20,987
1998				2,026	12,977	18,843	24,916	10,951	16,817	22,890
1999				2,035	14,072	20,433	27,018	12,037	18,398	24,983
2000				2,044	15,273	22,176	29,324	13,229	20,132	27,280
合計	(96,590)	(106,251)	(148,751)	35,763	144,001	207,183	274,820	108,238	171,420	239,057

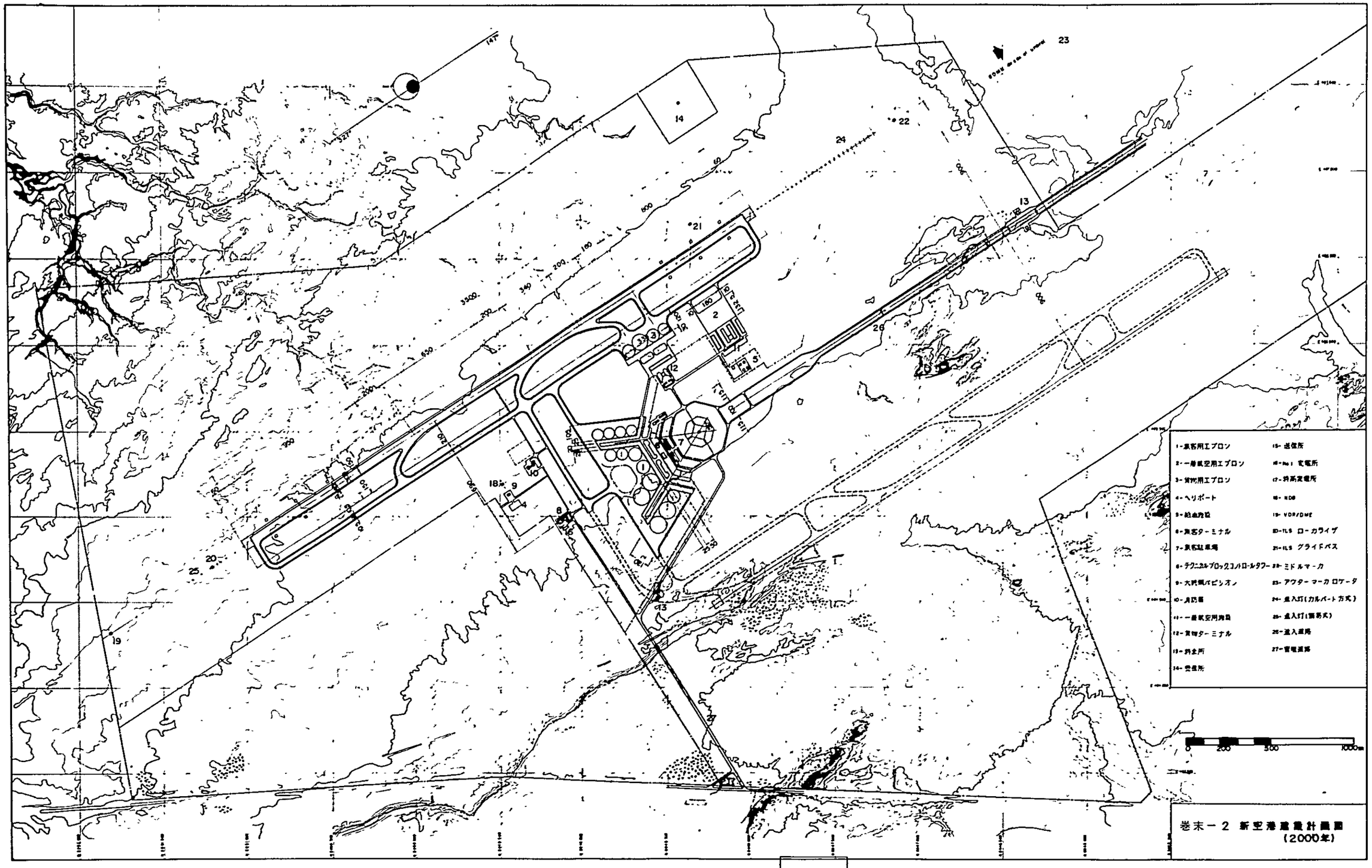
表５－２－２　新空港建設計画財務分析（４段階施工）

単位：千米ドル

項目 / 年	投資額			支出	収入			収入－支出		
	予備費を除いた場合〔Ⅰ〕	予備費（技術）を含めた場合〔Ⅱ〕	予備費（技術及び価格）を含めた場合〔Ⅲ〕	維持管理費	現行料金体系	料金体系（A）	料金体系（B）	現行料金体系	料金体系（A）	料金体系（B）
１９７８	（１０,５４６）	（１１,６０１）	（１２,２３４）							
１９７９	（２３,１１８）	（２５,４３０）	（２８,２７４）							
１９８０	（２３,４０６）	（２５,７４６）	（３１,０２５）							
１９８１				１,４６２	２,１９１	２,６２９	３,４６２	７２９	１,１６７	２,０００
１９８２				１,４６８	２,３９２	２,８７０	４,１６２	９２４	１,４０２	２,６９４
１９８３				１,４７５	２,６９６	３,５５９	４,６９１	１,２２１	２,０８４	３,２１６
１９８４	（２,２９０）	（２,５１９）	（３,６７３）	１,４８２	２,９９９	３,９５９	５,７５８	１,５１７	２,４７７	４,２７６
１９８５	（６,５１６）	（７,１６８）	（１１,５３９）	１,４８８	３,３４４	４,８５５	６,４２０	１,８５６	３,３６７	４,９３２
１９８６				１,５７５	３,７２２	５,４０４	７,１４６	２,１４７	３,８２９	５,５７１
１９８７				１,５８２	４,１１０	５,９６８	７,８９１	２,５２８	４,３８６	６,３０９
１９８８				１,５８９	４,５６０	６,６２１	８,７５５	２,９７１	５,０３２	７,１６６
１９８９	（３,０５４）	（３,３５９）	（６,４５０）	１,５９６	５,０５５	７,３４０	９,７０６	３,４５９	５,７４４	８,１１０
１９９０	（１２,７７３）	（１４,０５０）	（３０,２７６）	１,６０５	５,６６９	８,２３１	１０,８８４	４,０６４	６,６２６	９,２７９
１９９１				１,７９８	６,７６１	９,８１７	１２,９８１	４,９６３	８,０１９	１１,１８３
１９９２				１,８０６	７,４５７	１０,８２８	１４,３１７	５,６５１	９,０２２	１２,５１１
１９９３				１,８１３	８,２６１	１１,９９５	１５,８６１	６,４４８	１０,１８２	１４,０４８
１９９４	（２,７５５）	（３,０３１）	（７,６９５）	１,８２２	９,１７９	１３,３２８	１７,６２４	７,３５７	１１,５０６	１５,８０２
１９９５	（１１,５５６）	（１２,７１１）	（３６,７４８）	１,８３０	１０,２３４	１４,８６０	１９,６４９	８,４０４	１３,０３０	１７,８１９
１９９６				２,００８	１１,０６８	１６,０７１	２１,２５１	９,０６０	１４,０６３	１９,２４３
１９９７				２,０１７	１１,９８１	１７,３９６	２３,００４	９,９６４	１５,３７９	２０,９８７
１９９８				２,０２６	１２,９７７	１８,８４３	２４,９１６	１０,９５１	１６,８１７	２２,８９０
１９９９				２,０３５	１４,０７２	２０,４３３	２７,０１８	１２,０３７	１８,３９８	２４,９８３
２０００				２,０４４	１５,２７３	２２,１７６	２９,３２４	１３,２２９	２０,１３２	２７,２８０
合計	（９６,０１４）	（１０５,６１５）	（１６７,９１４）	３４,５２１	１４４,００１	２０７,１８３	２７４,８２０	１０９,４８０	１７２,６６２	２４０,２９９



巻末－1 新空港建設計画図
(1990年)



巻末－2 新空港建設計画図
(2000年)