

1-3 電気料金

ペルーには従来、多数の電気事業者が有り、しかも、その大部分は連系されずに孤立したままで電気の供給が行われていた。現在は、ペルー電力公社にほとんど統合されており、その他民間会社が電気事業を営んでいるが、料金制度はそれぞれ相違する。表4-5にペルー電力公社および、民間会社の電気料金（1978年5月18日発効）の一部を示す。

ペルー電力公社の場合、電力供給範囲が全地域にまたがっており、全国を4ブロック（Pliego Tarifario I から Pliego Tarifario IV）に分けて、それぞれ電気料金を決めている。

クスコ地区に適用される工業用電気料金は以下の通りである。（料金番号、№35）

- (1) 最大電力に対して…………… 569.70 S. /kW-月
- (2) 有効分電力に対して10時から22時まで…………… 2.65 S. /kWh
- (3) 有効分電力に対して22時から10時まで…………… 1.65 S. /kWh
- (4) 無効分電力に対して…………… 1.30 S. /Kvarh

表 4 - 5 電力料金表 (エレクトロ・ペルー, 電気事業者)

TARIFA NO.	Tipo de consumo y características del suministro	NIVELES TARIFARIOS Y SU APLICACION SEGUN EMPRESAS		
		1	2	3
33	Industrial: Carga contratada mayor de 999 kW. Suministro con alimentación nominal superior a 2,300 y menor de 30,000 voltios. Máxima Demanda (mínimo mensual facturable 60% de la carga contratada) Energía Activa: 10 a 22 horas 22 a 10 horas Energía Reactiva	S/ 728.00 kW-mes 3.15 kWh 1.90 kWh 1.90 Kvarh Empresa Energía de Piura Empresa Energía de Chimbote Coserelec: Sectores Ica, Chincha, Pisoc, Supe y Chiclayo.	S/ 727.95 kW-mes 3.15 kWh 1.90 kWh 1.90 Kvarh SEAL - AREQUIPA ELECTROLIMA S.I. de Huancayo ELECTROPERU: Todos los P.T.	5
34	Industrial: Carga contratada mayor de 999 kW. Suministro con alimentación a la tensión nominal de 30,000 a 60,000 voltios. Máxima Demanda (mínimo mensual facturable 60% de la carga contratada) Energía Activa: 10 a 22 horas 22 a 10 horas Energía Reactiva	S/ 633.00 kW-mes 3.00 kWh 1.70 kWh 1.65 Kvarh SEAL - AREQUIPA. ELECTROLIMA, ELECTROPERU - Todos los P.T.		
35	Industrial: Carga contratada mayor de 999 kW. Suministro con alimentación a la tensión nominal de más de 60,000 voltios. Máxima Demanda (mínimo mensual facturable 60% de la carga contratada) Energía Activa: 10 a 22 horas 22 a 10 horas Energía Reactiva	S/ 569.70 kW-mes 2.65 kWh 1.65 kWh 1.30 Kvarh ELECTROPERU, Todos los P.T.	S/ 569.70 kW-mes 2.65 kWh 1.65 kWh 1.25 Kvarh ELECTORRIMA	
36	Venta a Paramonga: Mínimo 1,300,000 kWh Exceso Caldero Eléctrico	S/ 35'954,400 Mes 2.45 kWh 0.88 kWh HIDRANDINA		

(出所) Ministerio de Energía y Minas

1-4 電源開発計画

1-4-1 発電計画

ペルーの電源開発計画は、動力鉱山省を中心に進められており、今後1990年までに水力発電所、火力発電所合計で約45の新設、増設計画がある。

電源開発計画は、主に中部地域を中心に進められており、ことに、リマ周辺の需要の増加を対象にした、マンタロ水力発電所の第1期工事（出力342 MW）は、すでに完成しており、今後このプロジェクトは、第2期（出力114 MW）、第3期（出力342 MW）と進められる予定である。表4-6に主要発電計画を示す。

1-4-2 送電計画

マンタロ水力発電所計画にともなう、関連送電線が完成すると、電圧220 kV、総延長955 kmにおよぶ大送電線となる。

また、現在リマと北部の工業都市チンボテ間約400 kmを電圧220 kV、1回線で連系する工事が実施されており、1981年に完成する予定である。このリマ・チンボテ連系送電線が完成することにより、中部地域と北部地域が連系されることとなり、電力の安定供給に大いに貢献するものと考えられる。

南部地域における計画として、タクナ・アレキパ間を結ぶ送電計画（電圧138 kV、亘長130 km）、マヘス計画による、マヘス・アレキパ送電計画（電圧220 kV、亘長85 Km）、マチュピチュ発電所からクスコ州南端で計画中のチンタヤ鉱山への送電計画（電圧138 kV、亘長308 km）がある。図4-3にマチュピチュ系統増設後の電気設備位置図、図4-4にマチュピチュ系統増設後の系統図を示す。

表 4 - 6

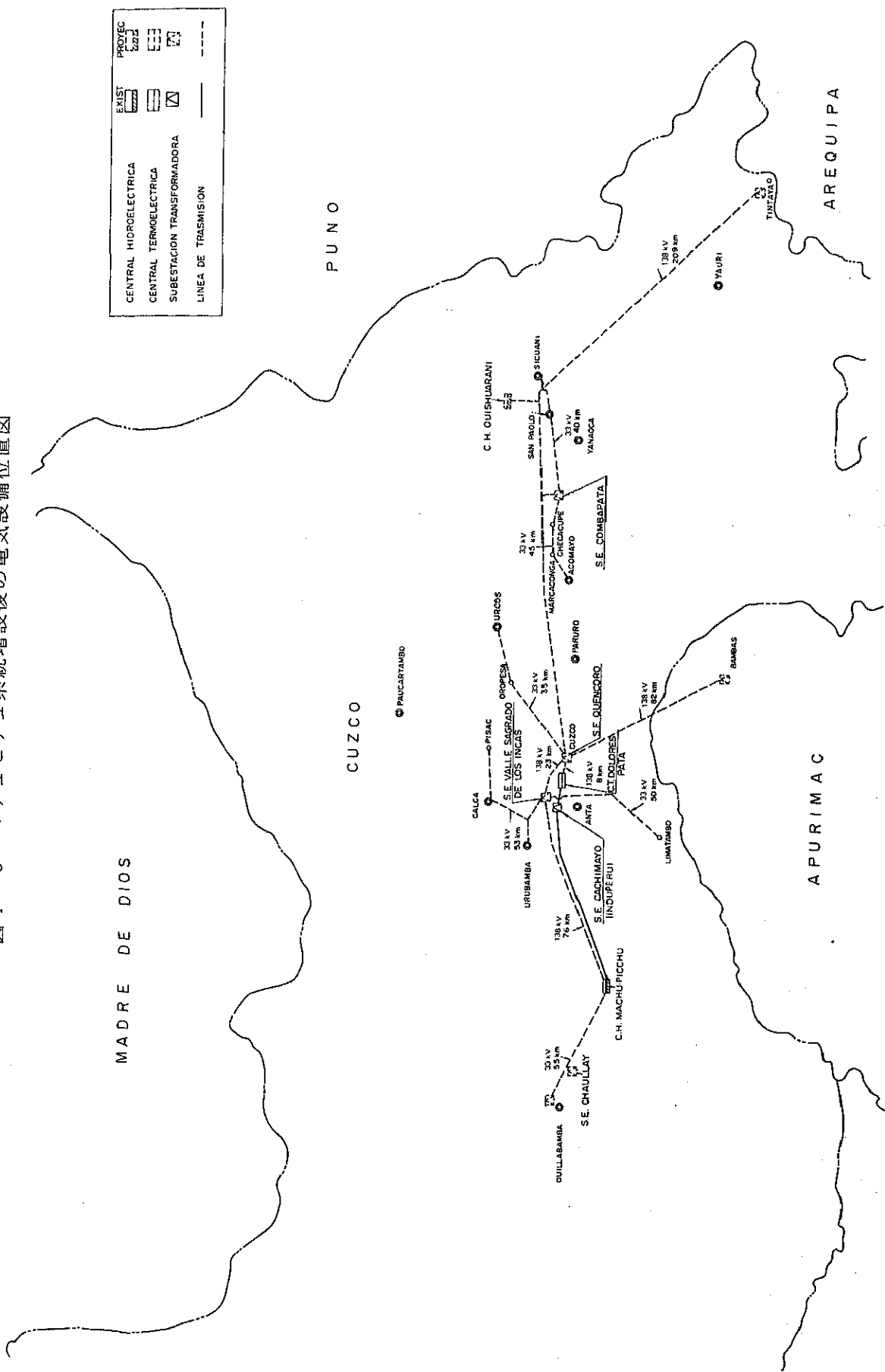
主 要 発 電 計 画

(単位： MW)

地 域 別	計 画 名	出 力	完 成 年	備 考
北 部	Alto Chicama 1号	160	1983	火 力
	Alto Chicama 2, 3 号	320	1984	"
中 部	Mantaro 4 号	114	1978	水 力
	Mantaro 5, 6, 7号	342	1979	"
	El Chorro	150	1985	"
	Yuncan	126	"	"
	Sheque 1号	150	1986	"
	Sheque 2号	150	1987	"
	Sheque 3, 4 号	300	1988	"
	Olmos 1号	151	1989	"
	Olmos 2号	212	1990	
南 部	Chilina 3 号	10	1979	汽 力
	Arequipa 1号	16.5	"	ディーゼル
	Ilo	66	1980	汽 力
	Arequipa 2号	16.5	1981	ディーゼル
	Chareani No. 5	135	1983	水 力
	Machu-Picchu 増設	69.9	1981	"
	Quishuarani	46	1987	"
	Lluta (Majes 計画)	274	1985	"
	Lluclla (Majes 計画)	382	1990	"

(出所) Ministerio de Energía y Minas

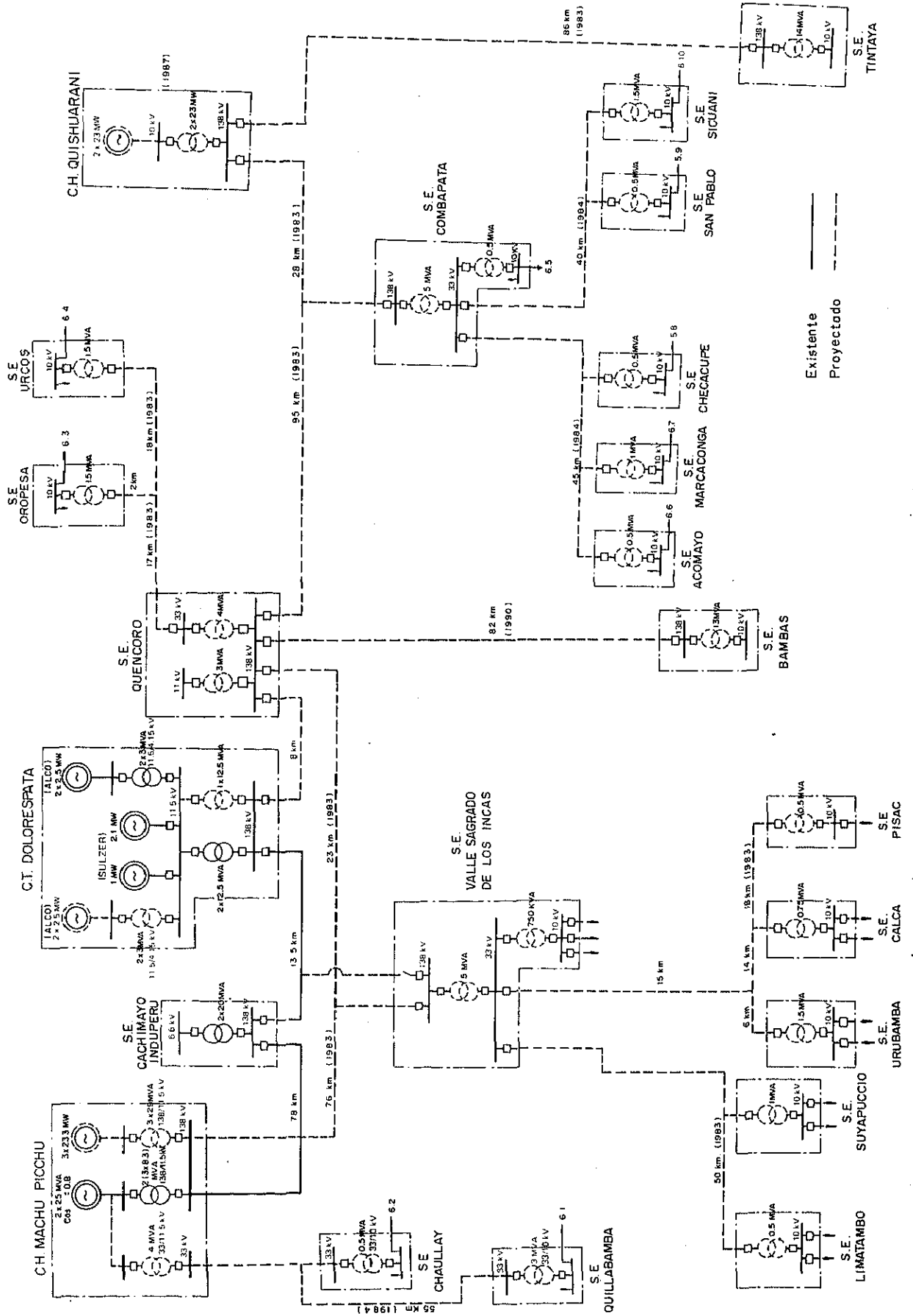
図 4-3 マチピチュ系統増設後の電気設備位置図



CENTRAL HIDROELECTRICA	EXIST	PROV. EC
CENTRAL TERMoeLECTRICA	EXIST	209 kV
SUBESTACION TRANSFORMADORA	EXIST	33 kV
LINEA DE TRASMISION	EXIST	209 kV

(出所) Ministerio de Energía y Minas

図 4-4 マチピチュ系統増設後の系統図



(出所) Ministerio de Energía y Minas

第2節 銅鉍山への電力供給計画

2-1 対象鉍山の電力需要

今回対象とする鉍山は、現在計画中である、チンタヤ、コロコワイコ、ケチュアであり、それらの電力需要想定値は表4-7の通りである。

表4-7 3鉍山の電力需要想定

項目 \ 鉍山名	単位	チンタヤ鉍山	コロコワイコ鉍山	ケチュア鉍山
操業開始	年	1982	1985	1988
操業度	トン/日	8,000	1,000	8,000
設備容量	kW	15,000	5,200	15,000
最大電力	kW	12,000	4,160	12,000
年間使用電力量	MWh	90,000	20,000	68,000

チンタヤ、ケチュア両鉍山の電力量のちがいは、鉍石の選鉍に用する電力量のちがいである。

上記、3鉍山とも銅鉍山であり、その主な電力需要は、破砕用、選鉍用、照明用、住宅用、用水取水用である。

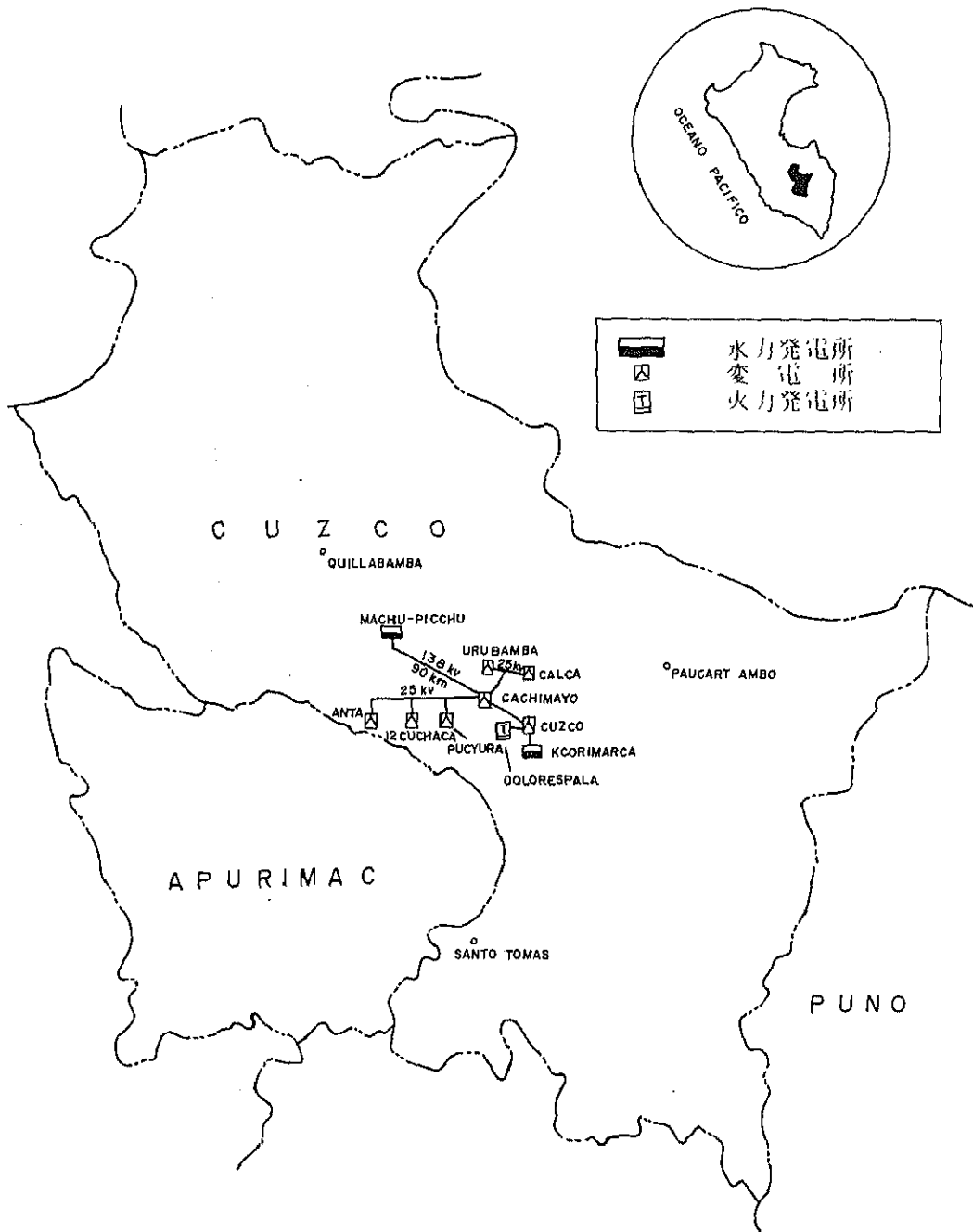
2-2 対象地域の需給バランス

クスコ州の1975年における発電設備は、表4-2(既出)によれば、水力、火力合計で51,644 kWにすぎない。その内、主な発電設備は、マチュピチュ水力発電所(出力40 MW)、ドロレス・パタディーゼル発電所(出力3.4 MW)である。その他は、各地区ごとに単独にディーゼル発電、小水力発電設備をもっている。

マチュピチュ電力系統図を図4-5、6に、1960年から1975年の産業別需要電力量および最大電力を表4-8に示す。また、1978年から1990年までのkWバランス想定値を表4-9、図4-7に、また、MWhバランスを表4-10に示す。

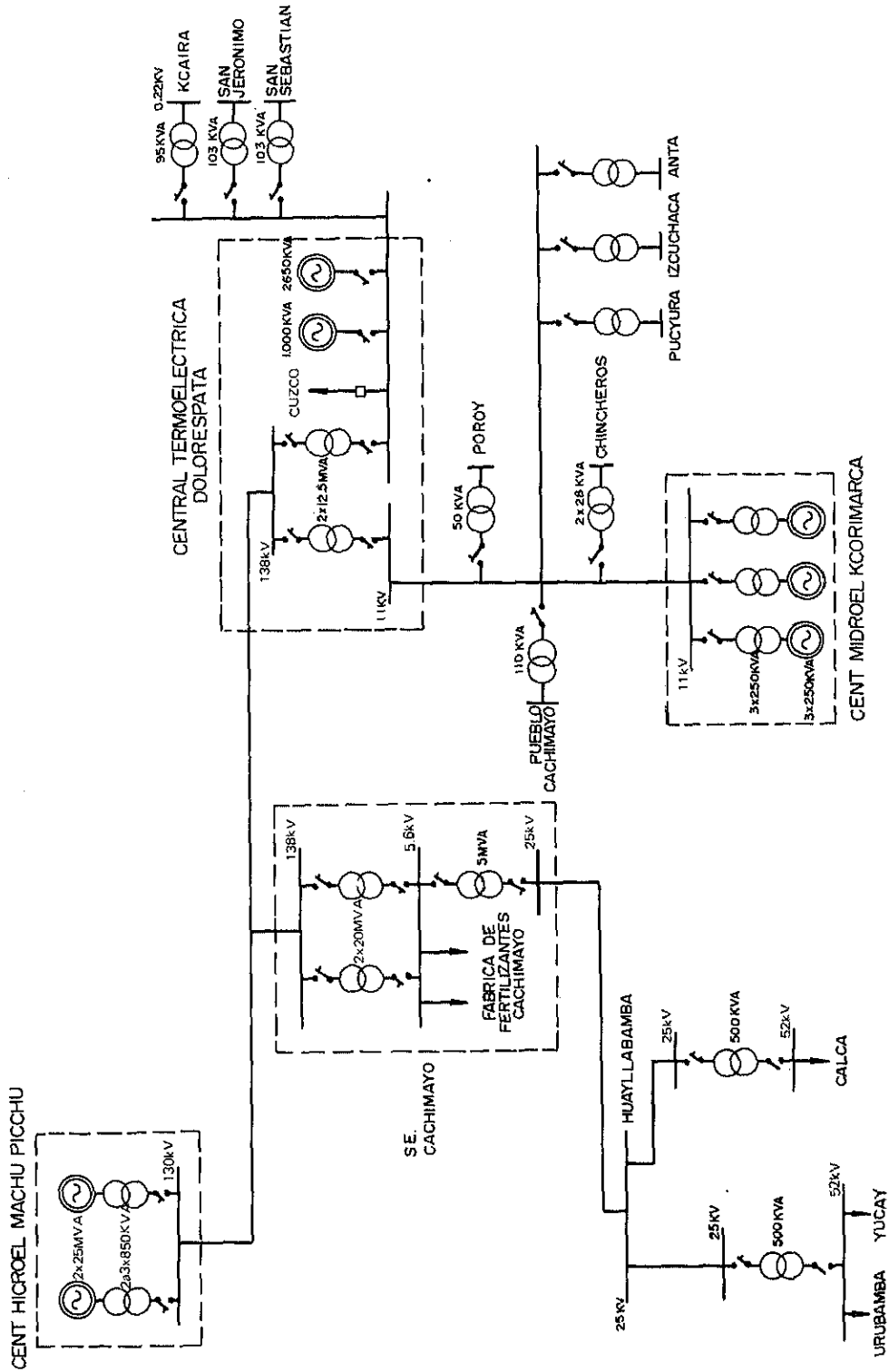
表4-9でみると、この系統で最も大きな負荷は、カチマジョ肥料工場で全体負荷の約65%を占めている。

図 4-5 マチュピチュ電気系統(クスコ州) 1975年



(出所) Ministerio de Energía y Minas

図 4-1-6 マチユピチュ電力系統図(クスコ州) 1975年



(出所) Ministerio de Energía y Minas

表 4 - 8 マチユピチュ系統に於ける産業別需要電力量と最大電力の推移 (クスコ州)

年	公共 照明	住宅 照明	商業	工業	Cachimayo 肥料工場	合計	損失 (MWh)	比率	総合計	最大電力 (kW)
1960	676	4,266	626	2,535		8,103	657	7.50	8,760	
1961	891	4,837	835	2,163		8,726	459	4.99	9,185	
1962	996	5,757	868	1,892		9,513	1,312	12.12	10,824	
1963	1,016	6,202	1,008	1,823		10,049	2,740	21.42	12,789	
1964	999	6,939	1,078	2,635		11,651	4,558	28.12	16,209	4,600
1965	1,118	8,117	1,337	2,221	71,642	84,435	7,964	8.61	92,399	23,000
1966	1,500	8,812	1,453	10,255	59,952	81,972	6,470	7.31	88,442	22,000
1967	1,876	10,000	1,489	3,823	59,713	76,901	6,298	7.56	83,199	21,200
1968	2,015	11,416	1,567	5,113	55,059	75,170	9,942	11.68	85,112	27,100
1969	2,077	12,367	1,607	8,273	149,240	173,564	8,491	4.66	182,055	31,200
1970	2,494	14,283	1,738	9,548	111,208	139,271	6,469	4.43	145,740	30,400
1971	3,490	15,292	2,075	7,615	133,969	162,441	10,702	6.18	173,143	30,700
1972	4,309	15,627	3,174	7,307	124,526	154,943	11,281	6.78	166,224	29,500
1973	4,416	17,186	4,203	7,816	160,175	193,796	14,180	6.81	207,976	34,700
1974	4,801	19,615	4,545	3,317	135,966	168,244	13,852	7.60	182,096	32,800
1975	4,896	21,933	4,828	4,230	162,660	198,547	16,875	7.83	215,423	37,000

(出所) Ministerio de Energía y Minas

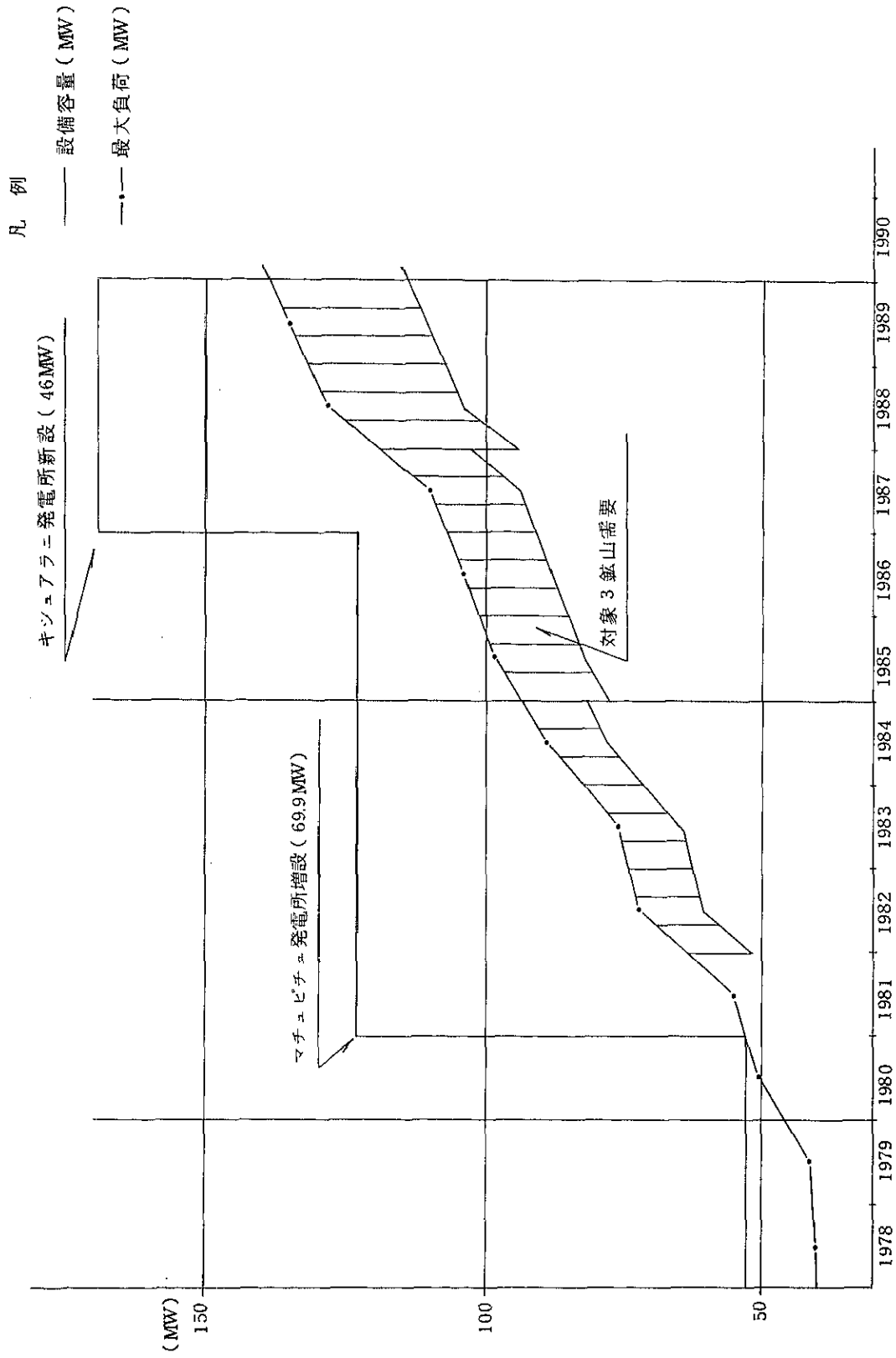
表 4-9 マチユピチユ系統 KW バランス

(単位: KW)

	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
DEMANDA MAXIMA (A)													
Cuzco - Valle Sagrado	14,323	15,476	16,714	18,051	19,495	21,054	22,729	24,558	26,522	28,644	30,956	33,410	36,083
Fertilizantes Cachimayo	26,000	26,000	34,000	34,000	34,000	34,000	34,000	34,000	34,000	34,000	34,000	34,000	34,000
Proyecto Minero Bambas	-	-	-	-	-	-	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000	11,000
Proyecto Minero Tintaya	-	-	-	-	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000
Proyecto Minero Corocohuayco	-	-	-	-	-	-	-	4,160	4,160	4,160	4,160	4,160	4,160
Proyecto Minero Quechua	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12,000	12,000	12,000
Fca. Tejidos Marangani	-	-	-	340	340	340	340	340	340	340	340	340	340
Quillabamba	-	-	-	-	1,510	1,640	1,704	1,772	1,843	1,916	1,993	2,072	2,155
Otros Núcleos Urbanos	-	-	-	2,237	6,284	6,915	7,357	7,671	8,003	8,145	8,505	8,781	9,064
Nuevos Proyectos	-	-	-	-	-	-	-	3,137	6,438	10,110	13,731	17,673	21,791
TOTAL SISTEMA	40,329	41,476	50,714	54,628	73,629	75,949	89,130	98,638	104,306	110,315	128,685	135,436	142,593
POTENCIA (B)													
Existente	53,100	53,100	53,100	53,100	53,100	53,100	53,100	53,100	53,100	53,100	53,100	53,100	53,100
Ampliación de C.H. Machu-Picchu	-	-	-	69,900	69,900	69,900	69,900	69,900	69,900	69,900	69,900	69,900	69,900
C.H. Quishuarani	-	-	-	-	-	-	-	-	-	46,000	46,000	46,000	46,000
TOTAL	53,100	53,100	53,100	123,000	123,000	123,000	123,000	123,000	123,000	169,000	169,000	169,000	169,000
(B)-(A)	+12,771	+11,624	+2,386	+68,372	+49,371	+47,051	+33,870	+24,362	+18,694	+58,685	+40,315	+33,564	+26,407

(出所) Ministerio de Energía y Minas

図 4 - 7 マチュピチュ系統 (CUZCO) KW バランス (1978 ~ 1990)



(出所) Ministerio de Energía y Minas

表 4-10 マチュピチュ系統 MWh パランス

(単位: MWh)

	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
CONSUMO DE ENERGIA (A)													
Cuzco-Valle Sagrado	57,312	61,091	66,853	72,201	77,977	84,216	90,953	98,229	106,087	114,574	123,740	133,640	144,331
Fertilizantes Cachimayo	174,000	174,000	256,000	256,000	256,000	256,000	256,000	256,000	256,000	256,000	256,000	256,000	256,000
Proyecto Minero Bambas	-	-	-	-	-	-	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000
Proyecto Minero Tintaya	-	-	-	-	90,000	90,000	90,000	90,000	90,000	90,000	90,000	90,000	90,000
Proyecto Minero Chorochuayco	-	-	-	-	-	-	-	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000
Proyecto Minero-Quechua	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	68,000	68,000	68,000
Fca. Tejido s Marangani	-	-	-	893	893	893	893	893	893	893	893	893	893
Quillabamba	-	-	-	6,031	6,031	6,551	6,807	7,078	7,362	7,654	7,961	8,277	8,608
Otros Nucleos Urbanos	-	-	-	11,757	33,028	36,345	38,668	40,318	42,063	42,810	44,702	46,152	47,640
Nuevos Proyectos	-	-	-	-	-	-	-	16,488	33,838	53,138	71,170	92,889	114,533
Perdidas	17,411	17,756	24,737	32,216	33,277	33,851	38,209	38,838	43,946	44,717	45,460	46,224	47,123
Total	248,723	252,847	347,590	373,067	497,206	507,856	571,530	617,844	650,189	679,786	778,926	812,075	847,128
ENERGIA DISPONIBLE													
Producción Energetica (B)	372,124	372,124	372,124	372,124	372,124	372,124	372,124	372,124	372,124	372,124	372,124	372,124	372,124
(Año Nominal)													
(B) - (A)	+123,401	+119,277	+24,534	+550,148	+426,009	+415,359	+351,685	+305,371	+273,026	+565,797	+466,657	+433,508	+398,455
Producción Energetica (B')	372,124	372,124	372,124	744,124	744,124	744,126	744,124	744,124	744,124	1,066,492	1,066,492	1,066,492	1,066,492
(Año Seco)													
(B') - (A)	+123,401	+119,277	+24,534	+371,057	+246,918	+236,268	+172,594	+126,280	+93,935	+386,706	+287,566	+254,417	+219,364

(注) 発電可能電力量は3発電所(マチュピチュ, ドロスバタ, キシュアラニ)の供給能力を示す。

(出所) Ministerio de Energia y Minas

2-3 銅鉾山への電力供給方法

現在ヤウリの南方約20kmの地点にアタラヤ銅鉾山が操業中であり、その電力はディーゼル発電設備により供給されている。また、カナダのサイモンズ社が作成したチンタヤ鉾山のフィージビリティスタディー報告書によれば、チンタヤ鉾山用電力はディーゼル発電設備により供給することとなっているが、今回、チンタヤ、コロコワイコ、ケチュア3鉾山への電力供給について総合的に考えた場合、以下の5方法が考えられる。

- ① マチュピチュ発電所の出力増加
- ② マヘス計画による発電所からの電力供給
- ③ ディーゼル発電所の新設
- ④ 地熱発電所の新設
- ⑤ 水力発電所の新設

以下に、それぞれの方法について概要を述べる。

2-3-1 マチュピチュ発電所の出力増加

現在、動力鉾山省では将来の需要の増大に対処するために、本発電所の出力増加、チンタヤ鉾山までの138kV送電線の新設を計画中であり、この送電線をコロコワイコ、ケチュア両鉾山まで延ばして、それぞれの鉾山の電源とする方法である。

(1) 発電設備

ダムは現在のままとし、沈砂池、鉄管路1本を新設し、水車は出力23.3MWのベルトン水車3台を増設する。この結果、当発電所の出力は既設々備出力40MWと合せて109.9MWとなる。また、年間発生電力量は、280GWhから830GWhと増大する。

(2) 送変電設備

タスコにケンコロ変電所を新設、この変電所とマチュピチュ発電所を138kV送電線で結び、途中にロス・インカス変電所、バンパス変電所等が新設される。

また、ケンコロ変電所とチンタヤ鉾山を138kV送電線で結び、途中にコンババタ変電所が新設される。

上記計画の中には、チンタヤ鉾山の負荷15MW(MEM計画値)が見込まれている。しかし図4-7(既出)に示す通り、ケチュア鉾山が1988年に操業を開始すると電力不足となるため、この時期に、現在計画中のキシュアラニ発電所(第1期工事出力46MW)等の別電源の投入が不可欠である。

また、マチュピチュ発電所から鉾山までの送電線は亘長が308kmと長く、高地を通過するため、系統の安定度、コロナ損失、電圧降下などの電力供給上の信頼度に対する技術的検討を次期調査時に十分実施しなければならない。

2-3-2 マヘス計画による発電所からの電力供給

南部アレキープに、灌漑による大規模農業開発を中心とした総合開発プロジェクト「マヘス計画」がある。

この計画の主要目的は、以下の通り。

- 1) 6万ヘクタールの灌漑による、地域総合開発および農業生産量の増進。
- 2) 新たに開拓された土地への15万人の入植。
- 3) アレキープの鉱物資源、産業等の発展に資することを目的とした、60万kW以上の発電。

このうち、発電設備は、灌漑用水路の途中に、ジュタ発電所（出力270MW）、ジュクジャ発電所（出力382MW）の2つの新設が計画されている。電力供給対象地域は、アレキープ、セロ・ベルデ、モクグア、タクナ、ブノ、サンタ・ローサなどが考えられている。

このマヘス計画は、現在、一期工事のインフラ建設が進行中である。

2-3-3 ディーゼル発電所の新設

最も早く操業が開始されるチンタヤ鉱山に、出力5350kW（標高4000mにおける出力）のディーゼル発電機7台（内1台は予備機とする）を設置し各鉱山と66kV送電線で連系し電力を供給する方法である。

各鉱山に単独にディーゼル発電設備を設置する方法は、各鉱山に予備発電機を設置することが必要となること、燃料タンク、補機器クレーン等の共通設備を各鉱山独自に設置しなければならないことによる、工事費の増加、また、一カ所に設置する案に比して、保守人員が倍以上必要となり運転保守費の増加となること等の理由により今回は、3鉱山の中で最も早く操業が開始されるチンタヤ鉱山に発電設備を設置するという前提で検討を行った。

ディーゼル発電の場合、最大の問題点は、燃料油の確保であろう。3鉱山の操業が開始した時点で、1日最大使用量は約150キロリッターと予想される。燃料油の輸送は、マタラニ港からシクアニまでを鉄道で、シクアニから鉱山までを自動車で運ぶ方法が考えられるが、いずれの場合にも雨季には、道路が冠水する恐れがあり、関連する道路の整備が不可欠である。

2-3-4 地熱発電所の新設

ヤウリの南西、約30kmのキンコージョ地区に、地熱地帯の存在が確認されており、この地帯に、地熱発電所を新設し、66kV送電線で3鉱山に電力を供給する方法がある。

現在、各種の調査を行っているが、その可能性については、より詳細な調査結果を待たなければならないが、その出力いかんによっては鉱山用電源として、かなり有望と考えられる。

（詳細は第5章 地熱発電の項参照）

2-3-5 水力発電所の新設

鉦山の近くには、アブリマック川、サラード川が流れている。

今回の調査では現地調査は出来なかったが、地図を使用して、ヤウリ北方約2km地点の峡谷部における、3鉦山への電力供給を目的とした、ダム建設の可能性について検討を行ったが、その背水地域が、広域に亘って平坦であるため、多くの耕地、人家、道路が水没することとなり、この地点でのダム建設にはかなり無理があると思われる。

また、シクアニの南15kmの地点には、ランギ・ラヨ湖が有り、現在、この水を利用して、シクアニの電力を供給しているエルカ発電所（出力800kW）、マランガ=織物工場用のマランガ=発電所（出力736kW）が稼働中である。

この湖の流出口にダムを造り、その下流に発電所を新設、138kV送電線（亘長70km）で鉦山へ電力を供給する方法がある。

しかし湖の水位上昇により、多くの耕地、少なくとも2部落が水没することとなる。

現時点では、前記両案とも発電単独では、経済性の面からみて、発電所建設の可能性は少ないと思われるが、灌漑、その他用水を含めた多目的ダムとして検討をすれば経済性はよくなると思われるので、今後、地形図、水文などの検討資料を整備する必要がある。

2-3-6 比較

以上の5方法の優劣を比較検討すると、

- 1) 今後詳細な調査の上で可能性を検討しなければならないが、可能でありさえすれば、地熱発電が建設単価（30MWならば1kW当たり1.250ドル程度）、発電原価（0.03～0.04ドル/kWh）ともに最も経済的である。
- 2) 次いで有利であるのは、新增設予定の水力発電所からの送電線による電力供給である。マチュピチュ発電所からと、マヘス計画による発電所からと2通りの方法が考えられるが、距離の点から見て、後者が有利である。今回の調査で、このマヘス計画について知らされたのは現地調査終了間際であったため、十分な調査および関係各機関との意見調整ができなかった。しかし、地熱発電の可能性が未知である現在、マヘス計画の電力供給対象に本計画対象地域を考慮するように関係機関に要望致したい。
- 3) ディーゼル発電方式は、経費の点から買電方式に劣り、水力発電所新設方式は、鉦山所要電力量では規模の経済が実現しないので、最もコスト高になる。また、ダム新設によって水没面積が広域になるという難点を伴っている。

2-4 電力コストの比較

2-4-1 比較の前提条件

前項で、5つの電力供給方法について、それぞれ概略を述べたが、マヘス計画からの電力供給および地熱発電所案については、調査の進行状況からして、次年度に他案と比較することとし、また、水力発電所新設案については、多目的利用という観点から次期調査時に検討することとし、今回は、ディーゼル発電所の新設案、マチュピチュ発電所の増設案の2案について電力コストの比較をすることとする。

電力コスト算出のための前提条件は以下の通りとする。

- (1) 3鉱山の操業開始時期は、チンタヤ1982年、コロコワイコ1985年、ケチュア1988年とする。
- (2) それぞれの鉱山の寿命は15年とする。
- (3) ディーゼル発電設備、送電線設備等、電気関係設備の耐用年数は鉱山の寿命に合わせ、15年とする。
- (4) 主要機器および主要資材は輸入品とする。
- (5) 輸入される主要機器および主要資材に対する関税は、免除されるものとする。
- (6) 工事費精算に当たっては、現地工事の実績および、現状で妥当と考えられる、機器、資材の単価を想定して積算する。
- (7) 物価上昇率は、年間7%として積算する。
- (8) 経済コスト算出に当たり、割り引き率は10%とし、財務コスト算出に当たっては金利7%とする。
- (9) ディーゼル用燃量価格(B重油)のうち、財務コスト計算に使用する価格は、現在、アタラヤ鉱山で購入している価格である。
また、経済コスト計算に使用する価格は、カヤオ港渡しの国際価格(0.09ドル)に、輸送費(0.12ドル)を加えた価格である。^(注)
- (10) 電気料金は、表4-5の料金表のTARIFA, No 35を適用し、負荷曲線を表4-15のように想定した場合の電気料金とする。

(注) 経済コスト計算に使用した、カヤオ港における、ディーゼル燃料(B重油)価格は0.09 US\$ / litと想定した。

また、輸送費0.12 US\$ / litはタンクローリーによる、カヤオ～チンタヤ間の輸送費である。

2-4-2 ディーゼル発電所新設の場合の電力コスト

ディーゼル発電設備は、すべてチンタヤ鉱山に設置し、その投入方法は、各鉱山の操業開始

時期に合せ、3回に分ける。

電力設備概要および設備投入方法は、以下の通りとする。

第1期として、チンタヤ鉱山操業開始時期の1982年に、チンタヤ鉱山に出力5350kW（標高4000mでの出力）のディーゼル発電設備4台（内1台は予備機とする）、屋外開閉設備（しゃ断器、断路器等）および変圧器（容量18.75MVA）1台を設置する。

発電所建屋、クレーン（最大荷重40トン）、燃料タンク等の共通設備は、この時期にまとめて設置し、その建設費は3鉱山の使用電力に比例して分配する。

燃料タンク容量は、3鉱山操業開始時に6台の発電機で10日間運転可能な容量とする。

第2期として、コロコワイコ鉱山の操業開始時期の1985年に、ディーゼル発電設備1台（出力5350kW）、屋外開閉設備（しゃ断器、断路器）および変圧器（容量26MVA）1台をチンタヤ鉱山に設置する。また、チンタヤとコロコワイコ鉱山を結ぶ66kV送電線（亘長約11km）を建設する。コロコワイコ鉱山には、屋外開閉設備、変圧器（容量6.5MVA）1台を設置する。

なお、チンタヤに設置する屋外開閉設備、変圧器、66kV送電線の建設費は、コロコワイコ、ケチュア鉱山の使用電力に比例して分配する。

第3期として、ケチュア鉱山の操業開始時期の1988年に、ディーゼル発電設備（出力5350kW）2台を、チンタヤ鉱山に設置し、コロコワイコとケチュア鉱山を結ぶ66kV送電線（亘長約7km）を建設する。

また、ケチュア鉱山には、屋外開閉設置、変圧器（容量18.75MVA）を設置する。上記投入方法、電気設備を前提とした場合の系統図を図4-8に、ディーゼル発電機の場合の工事費を表4-11に、また、電力コストを表4-12にそれぞれ示す。

表4-11 ディーゼル発電の場合の工事費

（単位：1,000US\$）

	1978			1982	1985	1988	3 鉱山 合 計
	チンタヤ	コロコワイコ	ケチュア	チンタヤ	コロコワイコ	ケチュア	
ディーゼル発電所工事一式	13,726	4,623	10,834	16,814	6,935	19,913	43,662
変電所工事一式	281	382	984	344	573	1,809	2,726
送電線工事一式	-	68	386	-	102	709	811
合 計	14,007	5,073	11,754	17,158	7,610	22,431	47,199

図 4 - 8 ディーゼル発電の場合の電気設備および系統図

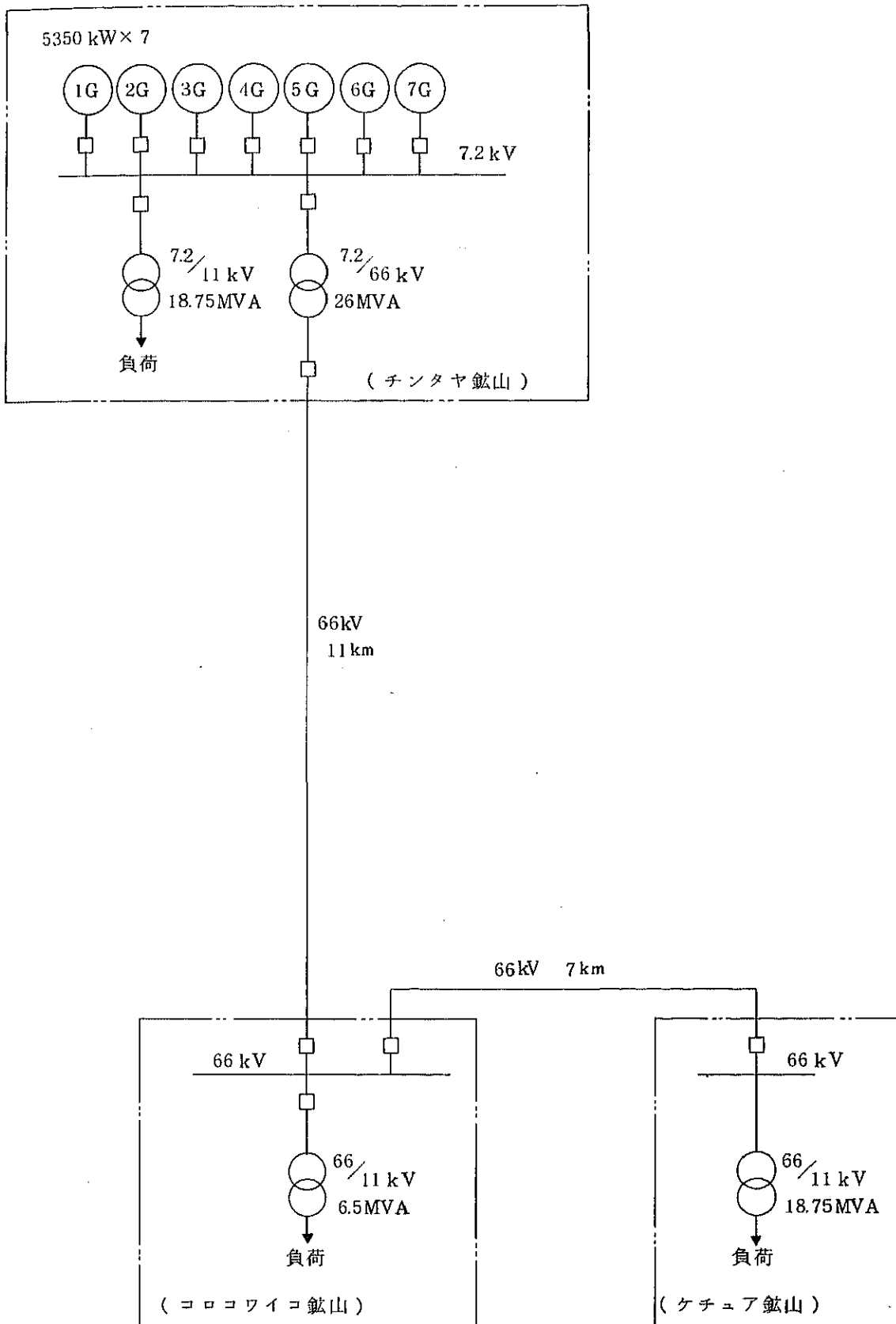


表 4 - 1 2 ディーゼル発電の場合の発電コスト

区 分	単 位	チンタヤ鉱山	コロコワイコ鉱山	ケチュア鉱山
年間使用電力量	MWh	90,000	20,000	68,000
操業開始年	年	1982	1985	1988
建設費	1,000 US\$	17,158	7,610	22,431
耐用年数	年	15	15	15
年経費率(経済コスト)	%	18.1	18.1	18.1
(財務コスト)	%	15.1	15.1	15.1
固定費(経済コスト)	1,000 US\$	3,106	1,377	4,060
(財務コスト)	1,000 US\$	2,591	1,149	3,387
燃料単価				
経済コスト	US\$/ℓ	0.21	0.21	0.21
財務コスト	US\$/ℓ	0.08	0.08	0.08
kWh当り燃料消費量	lit.	0.30	0.30	0.30
年 経 費				
経済コスト	1,000 US\$	8,776	2,637	8,344
財務コスト	1,000 US\$	4,751	1,629	5,019
発 電 コ ス ト				
経済コスト	US\$/MWh	97.5	131.9	122.7
財務コスト	US\$/MWh	52.8	81.5	73.8

2-4-3 マチュピチュ発電所の増設の場合の電力コスト

現在、動力鉦山省は、将来の需要増大に対して、マチュピチュ発電所の出力増加工事を計画
中である。この計画の中には、チンタヤ鉦山まで138 kV送電線を建設する計画があり、こ
の送電線を他の2鉦山まで延長(約18 km)して、3鉦山の電力を同発電所から受電した場合
の電力コストを算出する。(発電所の増設計画の概要は2-3-1項参照)

工事費の算出に当たっての送電線ルートは、クスコとシクアニ間は、ビルカノータ川沿いに、
シクアニとエル・デスカンソ間は、エルカ川沿いに、エル・デスカンソと鉦山間は、両点を結
ぶ直線とする。(図4-9参照)

送電線の経過地は、標高3500 m以上の高地を通過することになる。支持物は全区間とも、
鉄塔とする。

各鉦山の電気系統を図4-10に示す。

(1) 財務コストの算出

財務コストの算出に当たり、採用する電気料金は、1978年5月18日発効の電気料
金表(1-3, 電気料金の項参照)のTarifa № 35を適用し、クスコで買電する場合の
電気料金とする。

工事費は、クスコから3鉦山までの送電線の工事費を各鉦山の使用電力の比で分配した値
に、それぞれの鉦山の屋外開閉設備、変圧器の工事費を加えたものとする。

表4-13に買電の場合の電力(財務)コストを示す。

(2) 経済コストの算出

経済コストの算出に当たり、工事費は、下記(i), (ii), (iii)の合計工事費とする。

(i) マチュピチュ発電所増設工事費と発電所からクスコまでの送電線工事費の合計値を、
クスコと3鉦山の使用電力の比で分配し、3鉦山の電力に比例した工事費。

(ii) クスコから3鉦山までの送電線の工事費。

(iii) 各鉦山の屋外開閉設備、変圧器の工事費。

表4-14にマチュピチュ発電所増設工事費、表4-15に経済コストをそれぞれ示す。

図 4 - 9 送電線ルート概略図

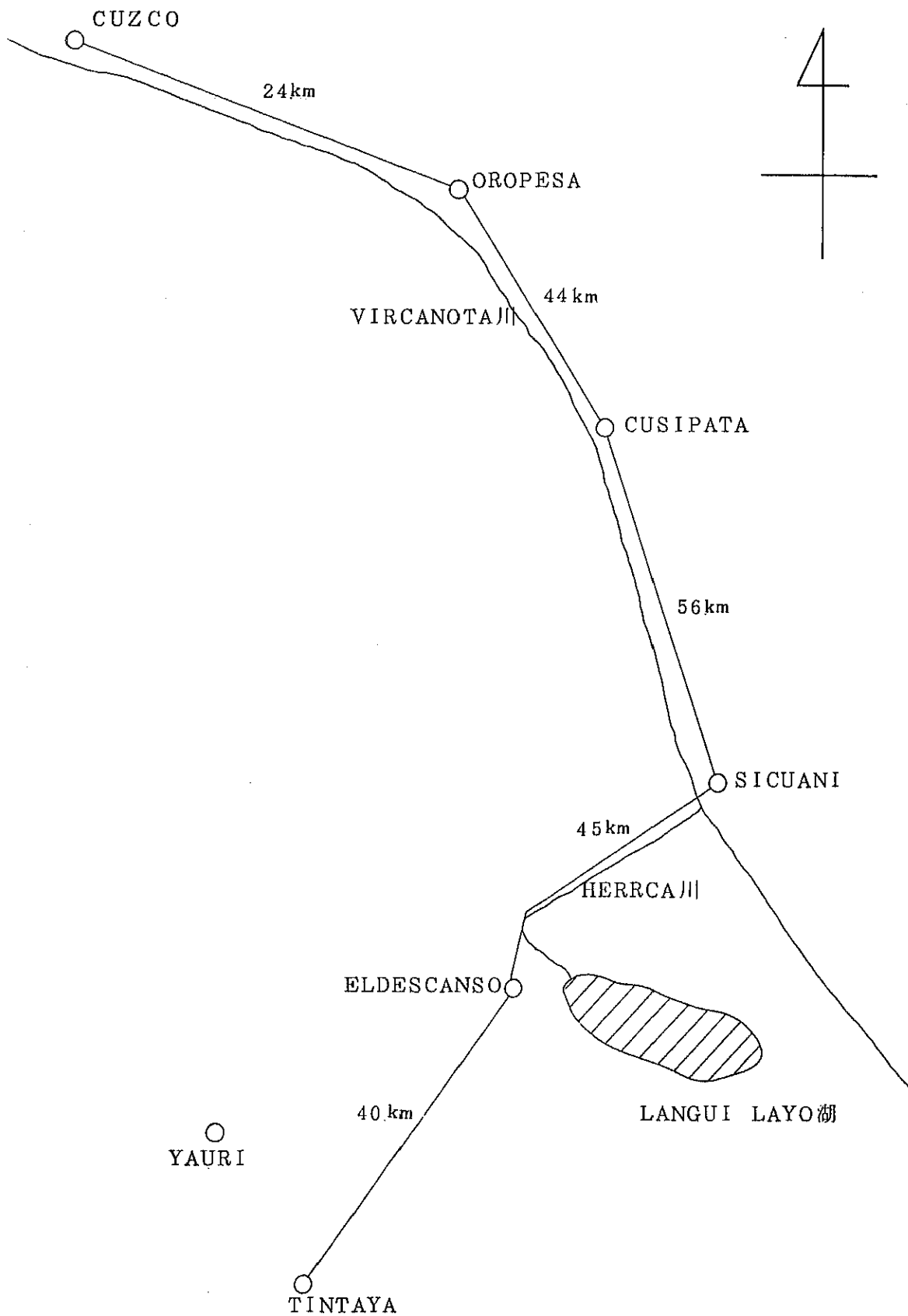


図 4 - 10 各鉦山の電気設備および系統図

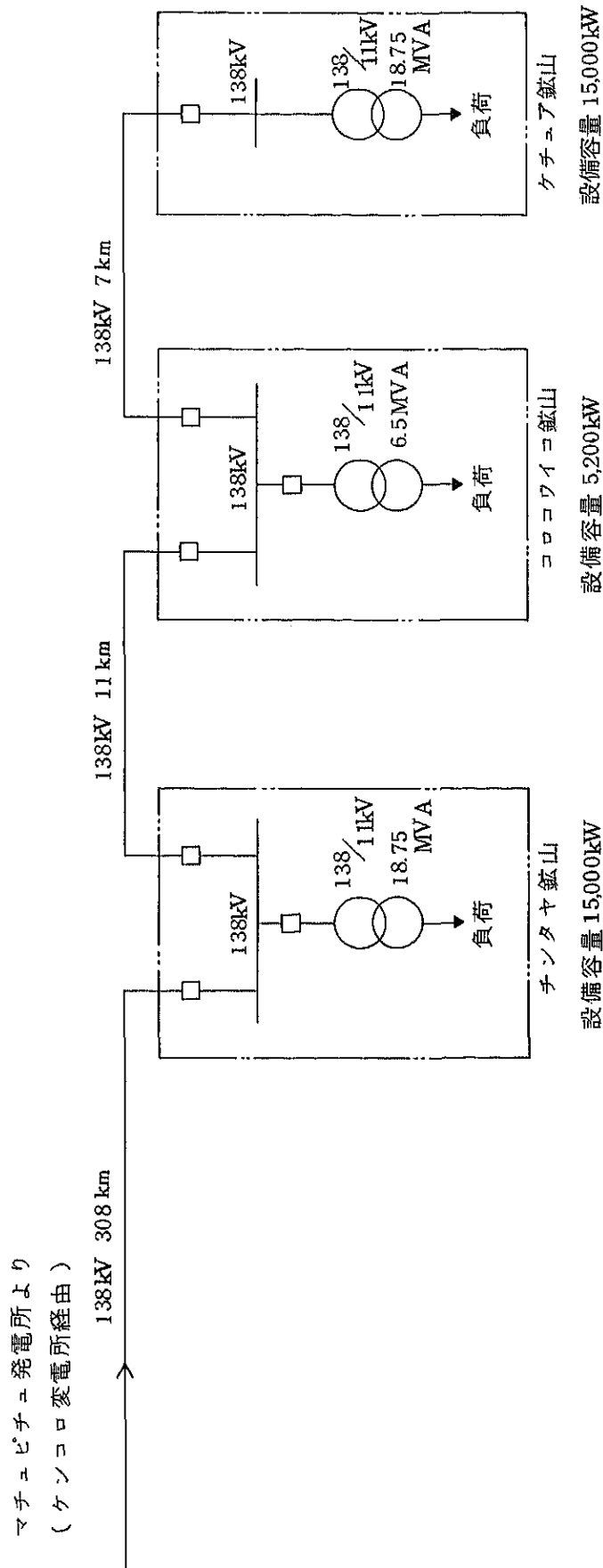
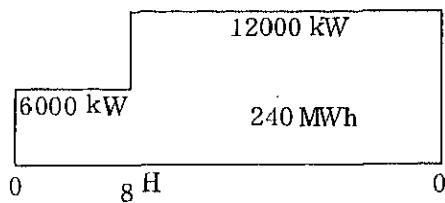


表 4 - 13 買電の場合の電力（財務）コスト

区 分	単 位	チンタヤ	コロコワイコ	ケチュア
年間使用電力量	MWh	90,000	20,000	68,000
操業開始年	年	1982	1985	1988
工 事 費	1,000US\$	8,061	4,851	12,168
耐 用 年 数	年	15	15	15
年 経 費 率	%	12.9	12.9	12.9
送 電 線 損 失 率	%	5	5	5
MWh 当り送電コスト	US\$/MWh	31.6	52.3	44.1
MWh 当り電気料金	US\$/MWh	20.8	20.8	20.8
買 電 コ ス ト	US\$/MWh	52.4	73.1	64.9

<チンタヤ鉱山の場合の電気料金>



kW 料金

$$569.7\text{S} \times 1/30 \times 12,000\text{kW} = 227,880\text{S}.$$

kWh 料金

$$2.65\text{S} \cdot \times 12\text{h} \times 12,000\text{kW} = 381,600$$

$$1.65 \times 8 \times 6,000 = 79,200$$

$$1.65 \times 4 \times 12,000 = 79,200$$

$$\text{有効分合計} \quad 767,800\text{S}.$$

無効分 (P.F. 0.9)

$$240 \times 10^3 \text{kWh} \times 0.43 \times 1.3\text{S} = 134,160\text{S}.$$

$$\frac{134,160 + 767,800}{240 \times 10^3} = 3,758\text{S}./\text{MWh}$$

$$= \underline{20.8 \text{US}\$/\text{MWh}}$$

表 4 - 1 4 マチュピチュ発電所増設工事費

(単位：1,000 US\$)

	1978			1982	1985	1988	3 鉱山 合 計
	チンタヤ	コロコワイコ	ケチュア	チンタヤ	コロコワイコ	ケチュア	
発電所増設工事一式 (3 鉱山合計)	6,726	2,243 (15,695)	6,726	8,239	3,365	10,089	21,693
変電所工事一式 (3 鉱山合計)	860	450 (2,165)	855	1,054	675	1,283	3,012
送電線工事一式 (3 鉱山合計)	10,200	3,400 (23,800)	10,200	12,495	5,100	15,300	32,895
合 計	17,786	6,093	17,781	21,788	9,140	26,672	57,600

(注) 発電所増設工事 15,695×10³ はマチュピチュ発電所の総工事費 3,000 万ドルを 3 鉱山の設備容量 (35.2 MW) と発電所増設分 69.9 MW の比で分配した値である。

(出所) Ministerio de Energia y Minas

表 4 - 1 5 買電の場合の電力 (経済) コスト

区 分	単 位	チンタヤ鉱山	コロコワイコ鉱山	ケチュア鉱山
年間使用電力量	MWh	90,000	20,000	68,000
操業開始年	年	1982	1985	1988
建設費	1,000 US\$	23,317	9,779	34,975
耐用年数	年	15	15	15
年経費率	%	15.1	15.1	15.1
年経費	1,000 US\$	3,521	1,476	5,281
買電コスト	US\$/MWh	39.1	73.8	77.7

2-4-4 工事費の負担

工事費の負担は、外貨65%、内貨35%の比率とする。

その比率については、内貨分は、国内労務者の賃金、外国人労務者の現地滞在費、セメント、鉄筋などの国内で調達できる資材費および輸入資機材のペルー国内での輸送費を考慮し、その他は、外貨に計上することとする。表4-16に、工事費の負担を示す。

2-4-5 電力コストの比較結果

ディーゼル発電による自家発電コストとマチュピチュ発電所からの買電コストを比較すると、現時点では、買電コストの方が経済的となった。しかし、マチュピチュ発電所は、渇水年の1時期、出力低下をする恐れがあり、鉱山の操業に影響を与える恐れがある。

また、現在、地熱発電所の可能性について調査継続中であり、3鉱山の電源として、どの方法を採用するかは、ディーゼル発電による方法も含めて、さらに詳細な調査を実施して、その電力コストの比較をしなければならない。

2-5 マチュピチュ系統に対する予備的検討

ペルー電力公社で計画されており、最も経済的で、かつ供給信頼度も高いと判断されるマチュピチュ水力発電所から電力を供給する場合の問題点について述べる。

本計画の基本的な送電計画は、マチュピチュ水力発電所の増設に合わせてマチュピチュ発電所よりケンコロ変電所まで138kV1回線を増設し、さらにケンコロ変電所よりチンタヤまで138kV送電線を1回線建設、チンタヤ、コロコワイコおよびケチュアの3鉱山に電力を供給しようとするものである。この電力系統の主要電源は、ケチュア鉱山が操業を開始する1988年までの間は、マチュピチュ水力発電所が唯一の電源であり、ドロレス・パタディーゼル発電所は、その規模からみて予備電源的な発電所であり、チンタヤ、コロコワイコ両鉱山への電力供給は、全てマチュピチュ水力発電所より、308kmの送電線を経て、供給されることになる。

従って、このような長距離送電は、電圧降下、フェラント効果およびコロナノイズの諸問題について一応の予備的検討がなされなくてはならない。

図4-11に1985年のクスコ電力系統の概要を示す。

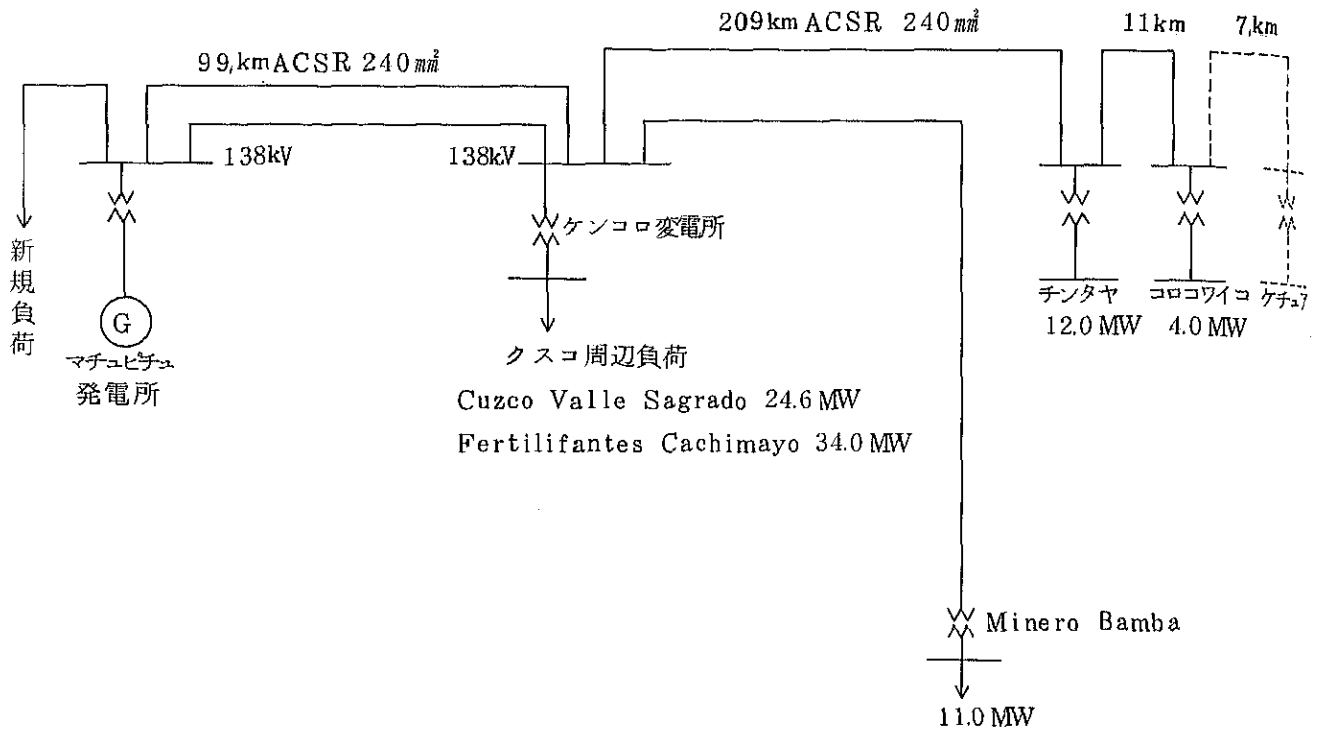
表 4 - 1 6

工 事 費 の 負 担

(単位： 1,000US\$)

	チンタヤ鉱山		コロコワイコ鉱山		ケチュア鉱山	
	外 貨	内 貨	外 貨	内 貨	外 貨	内 貨
ディーゼル発電所の新設	11,153	6,005	4,947	2,663	14,580	7,851
各鉱山合計	17,158		7,610		22,431	
3 鉱山合計			47,199			
マチュピチュ発電所の増設						
発電所増設	5,355	2,884	2,187	1,178	6,558	3,531
送電線新設	8,807	4,742	3,754	2,021	10,779	5,804
各鉱山合計	21,788		9,140		26,672	
3 鉱山合計			57,600			

図 4 - 11 クスコ電力系統 (1985年)



(出所) Ministerio de Energía y Minas

(1) 電圧降下

1985年における電圧降下は、ケンコロ変電所において約9%の電圧降下、チンタヤ変電所においては、ケンコロ変電所と同一電圧を保持することが可能と思われる。

すなわち、ケンコロ変電所とチンタヤ変電所間は、送電電圧に比較して電力需要が相対的に小さい為、電圧降下の問題はないが、マチュピチュとクスコ間の電圧降下は、電力需要が大きいため9%の電圧降下がある。9%の電力降下は、マチュピチュ発電所の変圧器タップを5%上昇させることによって、チンタヤ鉱山およびコロコワイコ鉱山の2次側電圧11.0 kV側を95%電圧に維持することが可能であり、鉱山操業のための、モーター負荷に影響を与えることはないと思われる。

(2) フェラント効果

チンタヤ鉱山、コロコワイコ鉱山、ケチュア鉱山の電力需要が事故等により、非常に小さくなった場合、チンタヤ鉱山の138 kV側機器は、送電線の対地キャパシタンスにより電圧が上昇する。この電圧上昇は、約4%と想定されるので、機器の設計上、特に留意

する必要はない。ただし、高標高であることによる耐絶縁設計は、別途考慮されねばならない。

(3) コロナノイズ

高標高による空気密度の減少に伴い、空気絶縁の破壊を伴う電線表面電位傾度は小さくなる。既設マチュビチュ電力系統では、ACSR240mm²の電線が選定されており、ケニコロ変電所よりチンタヤ鉱山までの138kV送電線に対しても同一電線サイズを選定することにより、コロナノイズ問題に対処するものとしたが、今後、送電線ルートとコロナノイズのラジオ障害が与える範囲について調査し、さらに電線サイズを検討することが望ましい。

2-6 通信計画

現在、3鉱山とも山元とリマとの通信連絡には、出力100W級の無線機を使用しており、操業開始後も、この無線機の使用が可能である。

3鉱山相互の連絡用として、送電線を利用する電力線搬送電話装置を設置し、また、各鉱山とも構内連絡用に、有線電話装置(40回線自動交換機)を設置することが望ましい。

通信関係工事費を表4-17に示す。

表4-17 通信関係工事費

(単位:1,000US\$)

項目	チンタヤ鉱山		コロコワイコ鉱山		ケチュア鉱山	
	外貨	内貨	外貨	内貨	外貨	内貨
通信機器一式 (工事費を含む)	133	71	163	87	199	107

第3節 次期詳細調査への提言

今回の調査結果は、マチュビチュ発電所から買電する方法が経済的となった。しかし、同発電所の増設計画に対する所要資金の調達目途が立っていないこと、キシユアラニ発電所新設計画の詳細(年間発生電力量、所要資金の調達目途)が現時点で明確でないことなどを含め、今回、調査出来なかった詳細調査を実施する必要がある。

マヘス計画は現在、農業関連工事のみ進行しているが、3鉱山用電源として採用可能と思われるので、ジュタ、ジュクジャ両発電所についても、送電線ルートを含め検討をする必要がある。以下次期詳細調査の実施にあたって、特に検討を行う必要がある項目を列記する。

(1) 地熱発電所の可能性に対する詳細調査

- (2) ディーゼル発電用燃料油輸送のための雨季における輸送路調査
- (3) マチュピチュ発電所増設計画、キシユアラニ発電所新設計画についての詳細調査、特に3 鉦山の操業開始時期に関連のある、両発電所の工事工程、運転開始時期、工事資金調達
の目途と、年間発生電力量
- (4) マチュピチュ発電所から鉦山までの送電線ルートの現地踏査
- (5) 上記送電線の系統技術的検討（電圧変動、コロナノイズ等）
- (6) マヘス計画のジュタ、ジュクジャ両発電所の詳細調査
- (7) 上記、ジュタ、ジュクジャ発電所から3 鉦山までの送電線のルート現地踏査

第 5 章

道 路 開 発

第 5 章 道路開発

第 I 節 ペルーの道路事情

1-1 道路網の現状

ペルーの国土はその中央部を平均標高約 4,000 m のアンデスの大山脈が南北に縦走しており、これによって海岸地帯、山岳地帯、森林地帯とはっきり分かれている。

ペルーの道路網をみるとこのような国土のきびしい地理的条件と経済活動の偏在による影響が顕著に表われており、幹線道路は海岸線に沿って南北に縦断するパンアメリカンハイウェイとこれから分岐して内陸部の主要都市へ連絡する横断道路が整備されているにすぎない。

経済拠点都市はパンアメリカンハイウェイに沿って海岸地帯に発達しており、特に首都リマ市周辺部は経済活動も集中し道路網も先進諸外国に劣らないほど整備されている。

これに比べて内陸部の諸都市は局部的な幹線道路によって海岸地帯と連絡しているのみであり、内陸部相互間の道路は整備が遅れている。特に森林地帯は未開発の状態にあり道路は全く未整備である。

このような道路状況のもとで道路交通は経済活動の進展に伴い輸送機関のなかで徐々にその比重を増して来ている。今後のペルーの経済発展にとって全国的な道路整備水準の向上は大きな課題であろう。

1-2 道路とその体系

1-2-1 道路の現況

ペルーの道路の総延長は約 57,000 km であり、このうち約 5,900 km が舗装されているにすぎない。海岸部を南北に縦断するパンアメリカンハイウェイの 2,650 km 全線が舗装されているため、残された内陸部の道路の舗装率は極度に低い状況である。

経済活動の集中している首都リマ市近郊部は、道路整備も進み 4 車線あるいは 6 車線の高速道路規格の区間もあるが、地方部では 2 車線または 1 車線の道路がほとんどである。

このうち山岳地帯および森林地帯の道路は雨期（12 月～4 月）には浸水、路面不良で通行が不可能になる区間も多数あり、交通の大きな障害となっている。

なお道路整備の財源を補うため 66 年から有料道路制度も採用されており現在全国で 15 路線が営業されている。表 5-1 にペルーの道路構造別延長の推移、図 5-1 にペルーの道路網図を示す。

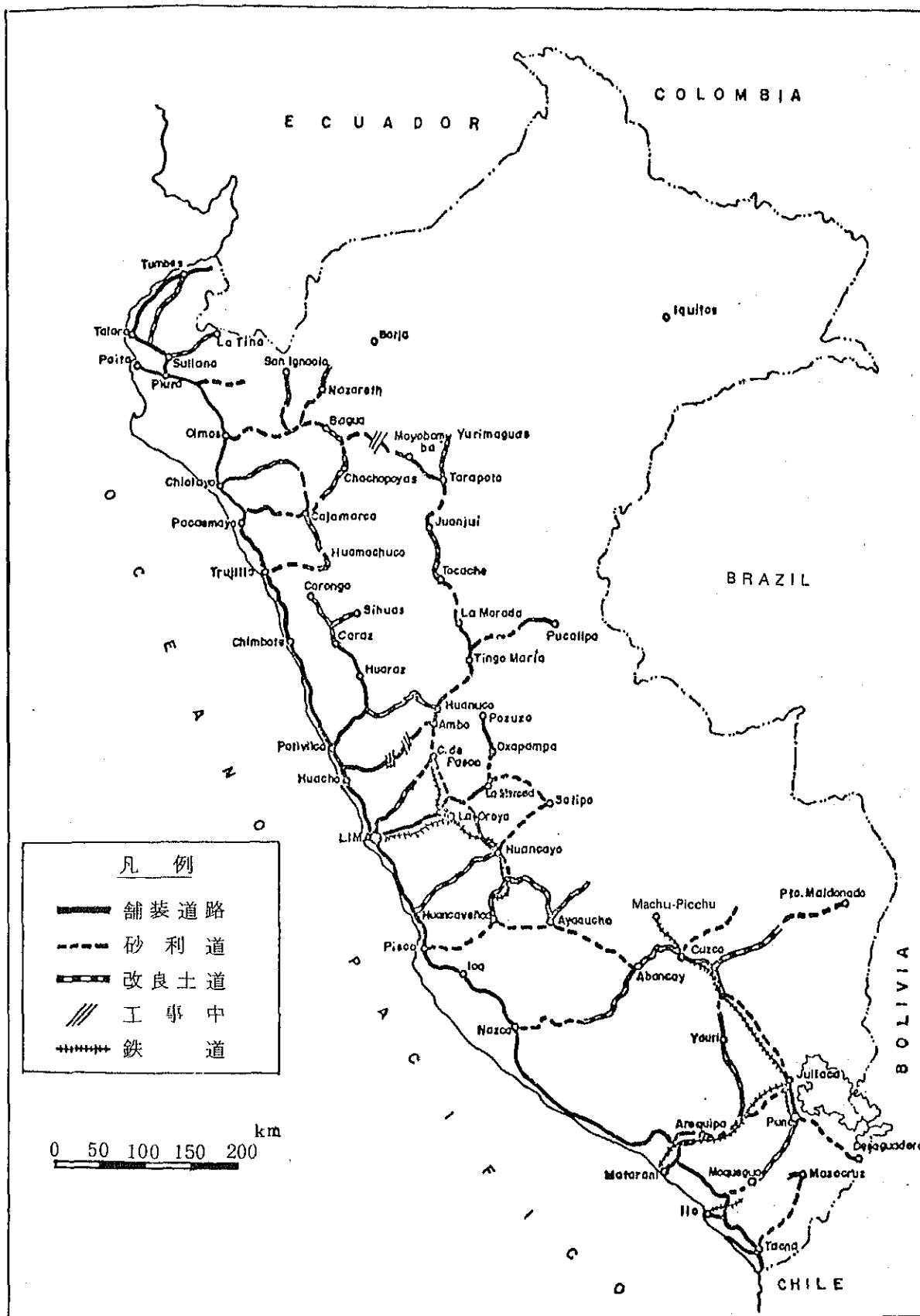
表 5 - 1 道路構造別延長の推移

(単位 : km)

年	舗装道路	砂利道	改良土道	未改良土道	合 計
1965	4,334	6,449	11,645	20,389	42,817
1970	4,857	8,654	13,905	22,889	50,306
1977	5,949	11,929	14,650	24,412	56,940

(出所) Ministerio de Transportes y Comunicaciones

図5-1 ペルーの道路網図



(出所) Plan Director de Transportes 1977-1986

1-2-2 道路網の体系

道路はその重要度、性格によって次のように体系付けられ建設、管理が行われている。

- (1) 国道—主要都市間、主要都市と港湾あるいは国境を連絡し国の利害に大きな影響を持つもの。
- (2) 県道—県庁所在地と県内の主要地点あるいは主要地域間を連絡し地域の経済、社会的に重要な役割を持つもの。
- (3) 市町村道—地方的なその他の道路。

さらに、道路のサービスレベルによって次のように体系付けられ整備の基準とされている。

- (1) 多車線道路（片側2車線以上の車線を有するもの）—計画交通量4,000台/日以上。
- (2) 1級道路—計画交通量2,000台/日～4,000台/日
- (3) 2級道路—計画交通量400台/日～2,000台/日。
- (4) 3級道路—計画交通量400台/日以下。
- (5) その他道路—計画交通量は規定しない。

なお、この基準は主として国道、県道に適用されるものであり、市町村道については上記の(4)、(5)を含み別の基準が定められている。

1-2-3 道路構造の現況

主要幹線道路は整備されているが、その他の大部分の道路は未整備の状態である。特に河川部においては橋梁のない箇所も多く、またあっても荷重条件が低く重量車の通行が出来ないものが数多く大きな障害となっている。

平原部においては地質条件の悪い箇所であっても路盤処理および排水処理がなされていないため雨期には浸水し通行が不可となる区間も多い。しかし乾期には維持がなされれば地形が平坦なためかなりの走行条件は確保されている。

山岳部は切土法面の処理が十分でなく崩落の危険性がある箇所が随所に見受けられ、また路肩部の処理もほとんどされていない上に防護柵が全くないため、通行の安全が確保されない区間が数多い。

舗装はすべてアスファルト舗装であるが最近施工された区間以外は路盤処理が十分でないためか破損あるいは不陸箇所が目立つ。

未整備道路のこのような状況に比して整備された道路は用地巾も広く確保され、また路肩も広く砂利道であっても良好な走行条件が得られている。

政府は道路設計基準を1970年に作成し整備の方向付けをしているが、その概略は次のとおりであり、比較的高いサービスレベルの確保を目標としている。表5-2に道路の巾員の基準値、表5-3に道路の幾何構造の基準値を示す。

表 5-2 道路の中員の基準値

交通量 設計速度	50台/h 以下		50 ~ 100		100 ~ 200		200 ~ 400		400 以上		路肩の幅員 (m)	
	1) a	2) b	a	b	a	b	a	b	a	b	標準値	最小値
30 km/h	5.5 m		5.5 m		5.5 m		5.5 m		5.5 m		1.20 m	0.75 m
40	5.5 m		5.5 m		6.0 m		6.0 m		6.0 m		1.20	0.75
50	5.5 m		5.5 m		6.0 m		6.0 m		6.0 m		1.80	1.20
60	5.5 m		5.5 m		6.0 m		6.0 m		6.6 m		1.80	1.20
70	5.5 m		5.5 m		6.0 m		6.0 m		6.6 m		2.40	1.50
80	5.5 m		5.5 m		6.0 m		6.0 m		6.6 m		2.40	1.50
90	5.5 m		5.5 m		6.0 m		6.0 m		7.3 m		3.00	1.80
100	5.5 m		5.5 m		6.0 m		6.0 m		7.3 m		3.00	1.80
110	5.5 m		5.5 m		6.0 m		6.0 m		7.3 m		3.00	1.80

(注) 1) a; 市町村道, 県道で通過交通の少ないもの

2) b; 重要な県道, 国道で通過交通の多いもの

(出所) Ministerio de Transportes y Comunicaciones

表 5 - 3 道路の幾何構造の基準値

設計速度 km/ h	最小曲線半径 (m)			最急縦断勾配 (%)		
	1	2	3注)	1	2	3
30	30	25	27	6.0	10.0	8.0
40	60	45	50	6.0	10.0	8.0
50	90	75	80	6.0	10.0	8.0
60	130	110	120	6.0	10.0	8.0
70	190	160	170	6.0	9.5	8.0
80	250	220	230	6.0	9.0	8.0
90	330	280	330	6.0	8.5	8.0
100	420	380	380	6.0	8.0	8.0
110	530	475	475	6.0	8.0	8.0

(注) 1. 望ましい値 2. 特例値 3. 大型車が多い場合の特例値

(出所) Ministerio de Transportes y comunicaciones

1 - 3 道路交通量

1 - 3 - 1 自動車保有台数

ペルーの自動車保有台数の推移は表 5 - 4 にみるように近年は 5 ~ 7 % の伸びを示しているが、保有水準は未だ約 3.5 人に 1 台と非常に低い水準にあり、車種的にも商用車の比率が高く乗用車の普及は都市部に限られている。

さらに最近では自動車価格およびガソリン価格の上昇が激しく保有台数の増加が鈍る傾向にある。しかし、今後経済が安定すれば大巾な増加の可能性は残していると言える。表 5 - 4 に自動車保有台数の推移を示す。

表 5 - 4 自動車保有台数の推移

(単位：1,000 台)

年	乗用車	商用車	合計	対前年比
1967	180	105	285	1.114
1968	191	107	298	1.048
1969	203	112	315	1.053
1970	213	116	329	1.044
1971	222	119	341	1.037
1972	234	124	358	1.052
1973	250	132	382	1.064
1974	266	140	406	1.064
1975	285	149	434	1.066
1976	301	155	456	1.052
1977	312	158	470	1.032

(注) 1977年ペルーの人口16,300千人 保有水準 $16,300 / 470 = 35$ 人/台

(出所) Parque de APIA informacion venta de vehiculos e importaciones

1 - 3 - 2 道路交通量

全国の主要道路の交通量は図5-2にみるように国道であっても数百台/日の区間が大半であり、主要都市間でも1,000~3,000台/日程度であり、都市内を除いては交通混雑の状況はみられない。

しかし、リマ市内においては鉄道網が発達していないため通勤、通学には自動車、バスが利用されており、朝夕のラッシュ時には相当な渋滞が随所に発生している。

1 - 4 道路の建設と維持管理

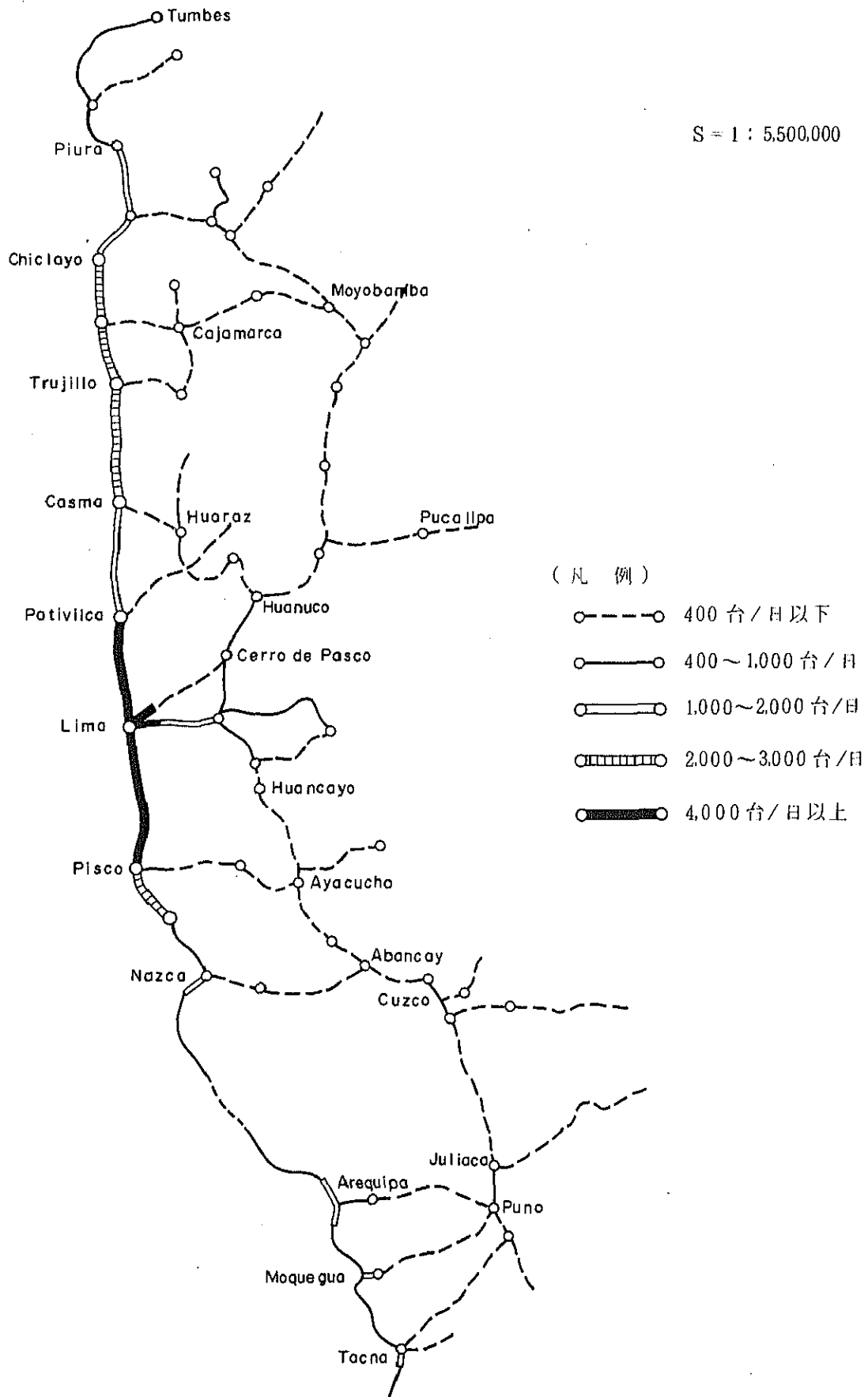
道路の建設と維持管理は中央政府で一元的に行われている。所轄は運輸通信省でありその組織系統は図5-3のとおりである。このうち道路を担当している部門は陸運総局である。

地方組織としては7つの地方本部と26の県事務所があり、実際にはここで国道、地方道の建設および維持管理を行っている。維持管理については地方本部が権限を持っているが、建設については中央で計画を立案し、設計が行われており、地方本部は実施のみを担当している。

その代表的な組織を図5-3(既出)、4に示す。

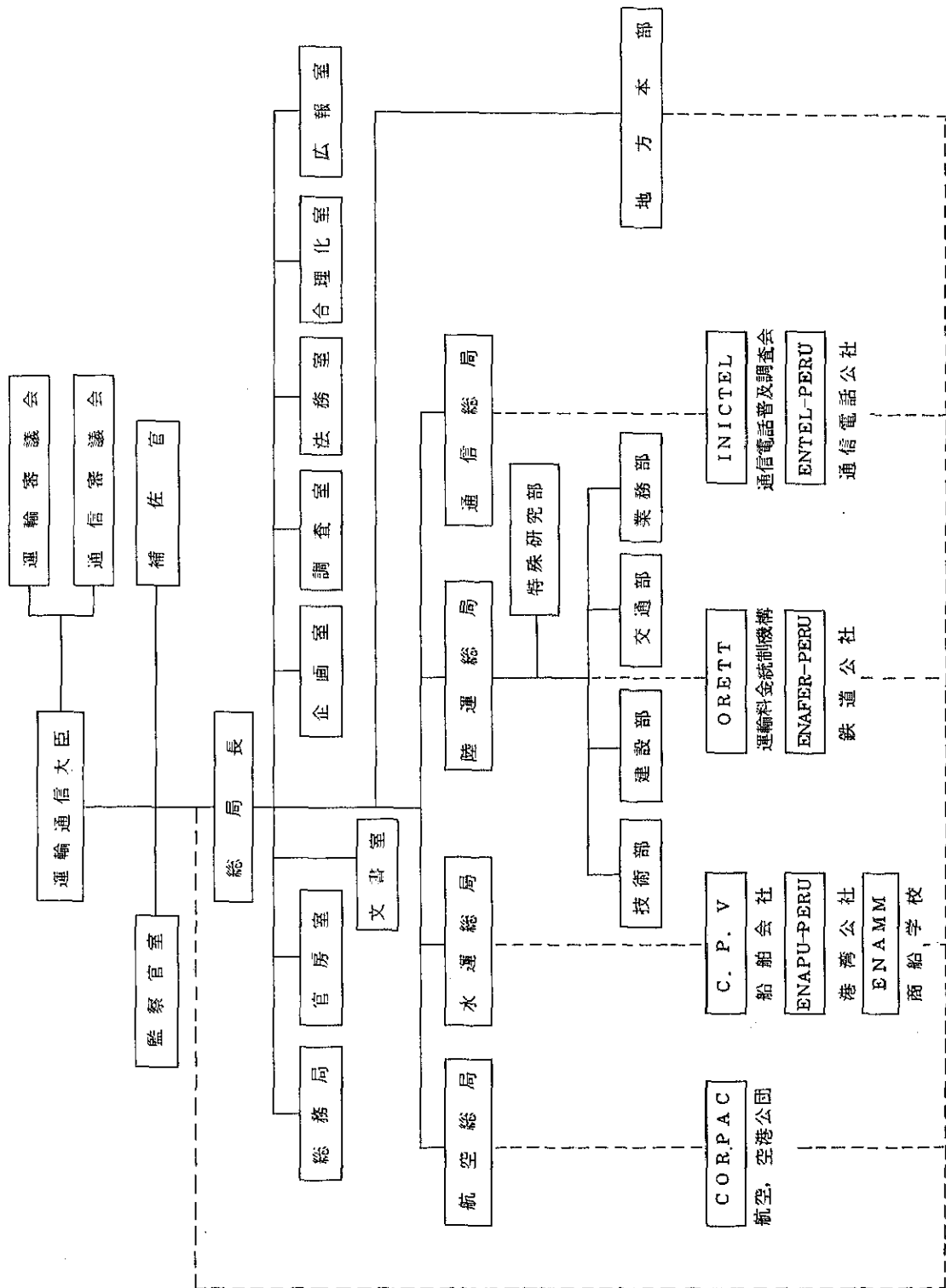
なお、道路の建設については陸軍による実施もかなりあるようである。

图 5-2 幹線道路交通量图 (1977 年)



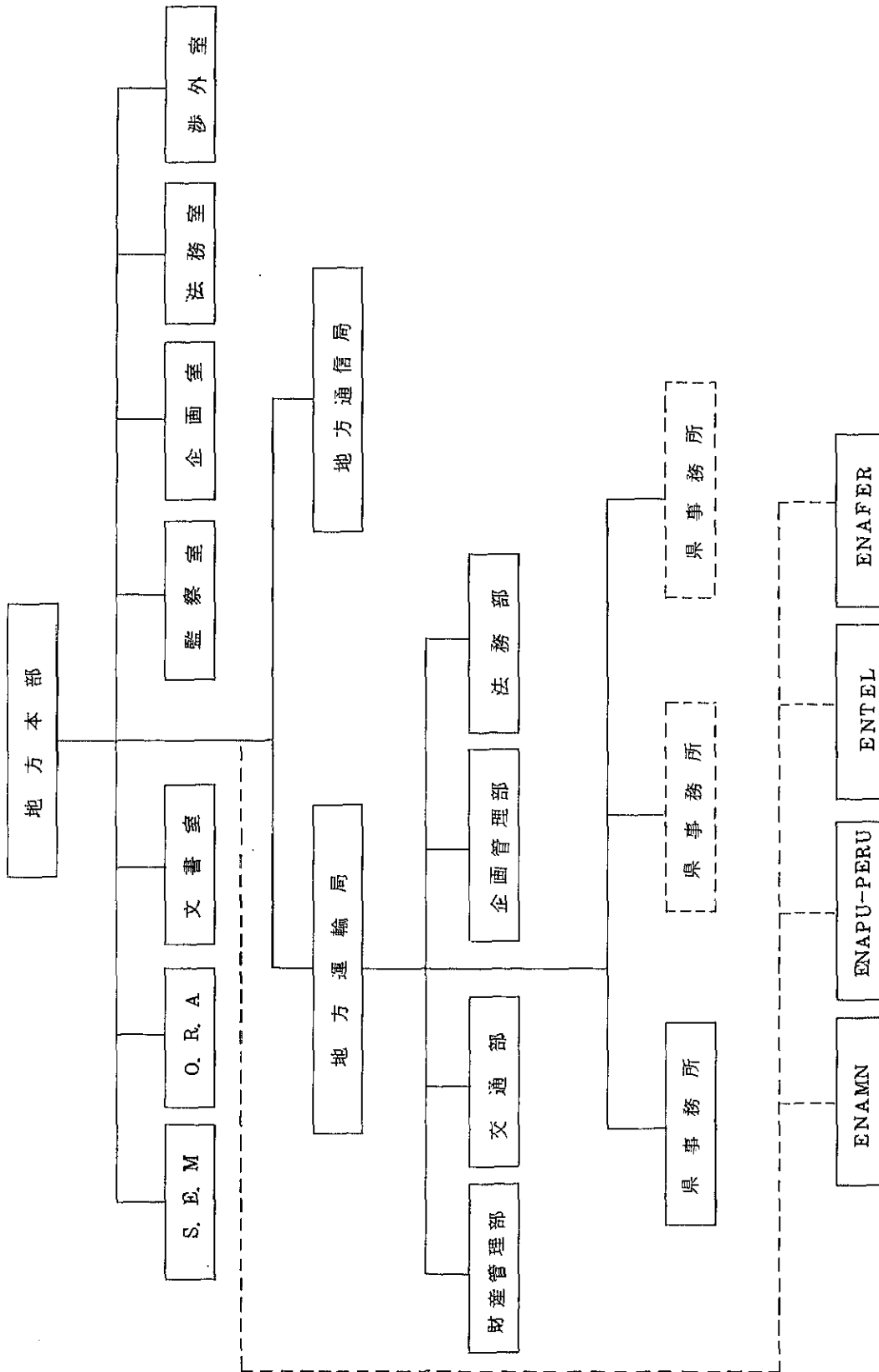
(出所) TRANSITO 1977 Ministerio de Transportes y Comunicaciones

図 5-3 運輸通信省 (M.T.C) の組織図



(出所) Ministerio de Transportes y Comunicaciones

図 5-4 運輸通信省の地方組織図



(出所) Ministerio de Transportes y Comunicaciones

道路関係の予算額は表5-5に示すが、国家予算に占める割合は低く十分な道路整備は望めない現状にある。

表5-5 道路関係予算額 (単位:百万ソール)

年	建設		改良		維持管理	
	延長(km)	予算額	延長(km)	予算額	延長(km)	予算額
1977	248	3,125注)	138	1,694	5,507	1,050
1978	271	3,962注)	175	1,930	6,642	1,270

(注) 改良と考えられるものも含む。

(出所) Ministerio de Transportes y Comunicaciones

1-5 道路整備計画

ペルー国の経済開発計画としては現在、75年にスタートした“新国家開発4カ年計画”が進行中であるが、これは78年をもって完了するため、政府では79年を初年とする新5カ年計画の策定準備中である。

現行4カ年計画においても、道路整備は経済の基盤として重点的な投資が計画されていたが、次の新5カ年計画においても引き続きこの方針は継続されると思われる。

なお、運輸通信省はこれらの国家計画と関連付けて、将来の輸送需要の増大に対処すべく、77~86年(継続年次)の間10カ年の輸送部門の整備計画を策定している。

ここで予定されている道路の整備計画は表5-6、7のとおりである。

表5-6 地域別道路整備計画(1977~1986)

(1976年価格)

地域名	舗装道	砂利道	合計	予算額
	(km)	(km)	(km)	(百万ソール)
北部	577	213	790	9,016
中央部	903	641	1,544	7,589
東部	0	134	134	1,049
南部	445	296	741	6,273
(Urcos ~ Pte. Inambari)		(296)		
(Puno ~ Ilave)	(56)			
(Moquegua ~ Mazocruz) (Desaguadero)	(389)			
合計	1,925	1,284	3,209	23,927

(注) 道路延長は完成延長を示す。

(出所) PLAN DIRECTOR DE TRANSPORTES 1977~1986

表 5 - 7

道 路 別 投 資 計 画 (1 9 7 7 ~ 1 9 8 6)

(単位：百万ソールズ 1976年価格)

		1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	TOTAL
	合 計	2,324	3,400	3,462	2,776	2,532	1,484	1,576	2,121	2,279	1,973	23,927
1	北 部 地 区	1,084	1,817	1,824	1,382	1,315	215	307	460	459	153	9,016
	Tambo Grande-La Tina								153	153	53	459
	Sechura-Desvio Lambayeque	100	221	221								542
	Acceso Bayovar											
	Olmos - Corral Quemado	435	715	715	715	715						3,295
	Corral Quemado-Quebrada Honda							195	195	195		585
	Quebrada Honda-Pte. Ingenio	50	60	-	-	-	111	112	112	111		556
	Rio Nieva - Tarapoto	239	70									309
	Corral Quemado-Ayar Manco	60	150	150	140							500
	Tembladera - Cajamarca	70	40									110
	Santa - Caraz			177	177							354
	Pativilca - Huaraz - Caraz	130										130
	Shorey - Pte. Pallar.		319	319								638
	Mejoramiento tramos criticos	-	242	242	350	600	104					1,538
	Panamericana Norte.											
2	中 央 部 地 区	1,145	1,185	1,039	717	717	340	340	832	637	637	7,589
	La Oroya - Las Vegas		282									282
	Cerro de Pasco-Huánuco	445	55									500
	Sayán - Ambo			192	192	192						576
	Huánuco-T. María-Pucallpa	700	663	662								2,025
	Las Vegas - La Merced									145	145	290
	Satipo - Pto. Ocopa								164	164	164	492
	Izuchaca-Huancavelica								164	164	164	492
	Huancavelica-Empalme Pisco-Ayacucho								164	164	164	492
	Pisco - Ayacucho				340	340	340	340	340			1,700
	Izuchaca - Ayacucho		185	185	185	185						740
3	南 部 地 区	20		200	500	500	929	929	829	1,183	1,183	6,273
	Nazca - Abancay									354	354	708
	Urcos - Pte. Inambari				300	300	300	300	300	300	300	2,100
	Pte. Inambari-Pto. Maldonado	20										20
	Urcos - Juliaca						277	277	277	277	277	1,385
	Puno - Ilave						52	52	52	52	52	260
	Moquegua-Mazocruz-Ilave-Desaguadero			200	200	200	300	300	200	200	200	1,800
4	東 部 地 区	75	398	399	177							1,049
	Tarapoto - Yurimaguas	25	176	177	177							555
	Campanilla - La Morada	50	222	222								494

(出所) PLAN DIRECTOR DE TRANSPORTES 1977 ~ 1986

第2節 銅鉱山開発に伴う道路開発

2-1 道路開発の位置づけ

開発予定の銅鉱山はクスコ州南部エスピナル郡に位置しているが、この地点は当地域の内陸部の中心都市であるクスコから直線距離で約180km、海岸部の拠点都市アレキパから同じく約180km、主要港湾のマタラニへは更に直線距離で約90kmと距離的にも孤立した地域であるうえに、標高約4,000mの高地にあるため交通網の整備も遅れており、特に雨期にはほとんど交通が途絶する状況にある。

鉱山の建設、操業に伴って大量の建設資材ならびに精鉱、燃料、資機材などを港湾あるいはアレキパ市との間で輸送する必要があるが、この輸送路としては現在マタラニ～アレキパ～フリアカ～クスコ間に鉄道および幹線道路が通じており、鉱山から約90kmの道路によって連絡は可能である。

しかし道路に関してはアレキパ～フリアカ間が急勾配で屈曲の非常に多い区間が続くため、また、鉄道に関しても道路と同一の悪条件に加えて将来の需要の増大を与えると鉱山からの輸送路としては十分なものとは決して言い難い。

このような状況から鉱山の立地のためには輸送条件の改善は必須と判断される。

ところで鉱山の輸送方法としては道路単独の場合と鉄道、道路併用の場合が考えられる。

どちらが有利かを決定するためには鉄道、港湾の条件を加味した総合的な検討が必要であるが、今回この部門は調査を行っていない。

従って、本報告書においては、これら2つの輸送方法各々について道路条件的にみた最良のものを検討した。

なお、当地域は周辺に鉱山も多く、また広大な平原を利用して農牧畜開発の可能性もあるため、輸送路としては単に当鉱山のみのものでとらえず、これらの開発に対しても寄与すべきであるとの認識で、将来のこの地域の発展の方向に合わせた道路開発の検討を行っている。図5-5に開発予定鉱山位置図を示す。

2-2 地域開発と関連プロジェクト

当地域は高地であり気象、地質条件的にも恵まれず、現在は牧畜と鉱業の他には特筆すべき産業もなく、下記のものを除いては具体的な開発計画もない。しかし広大な未開発の平原を有しており将来には農牧畜の開発の可能性は大きい。図5-6に関連プロジェクト位置図を示す。

(1) 鉱業開発

当地域一帯は図5-6(既出)にみられるように非常に鉱山の多い地域であり、今後の開発の可能性も大きい。これらはいずれも海岸部の精錬所あるいは港湾への輸送路として、道路または鉄道を利用することとなる。

图 5 - 5 开发予定鉱山位置图

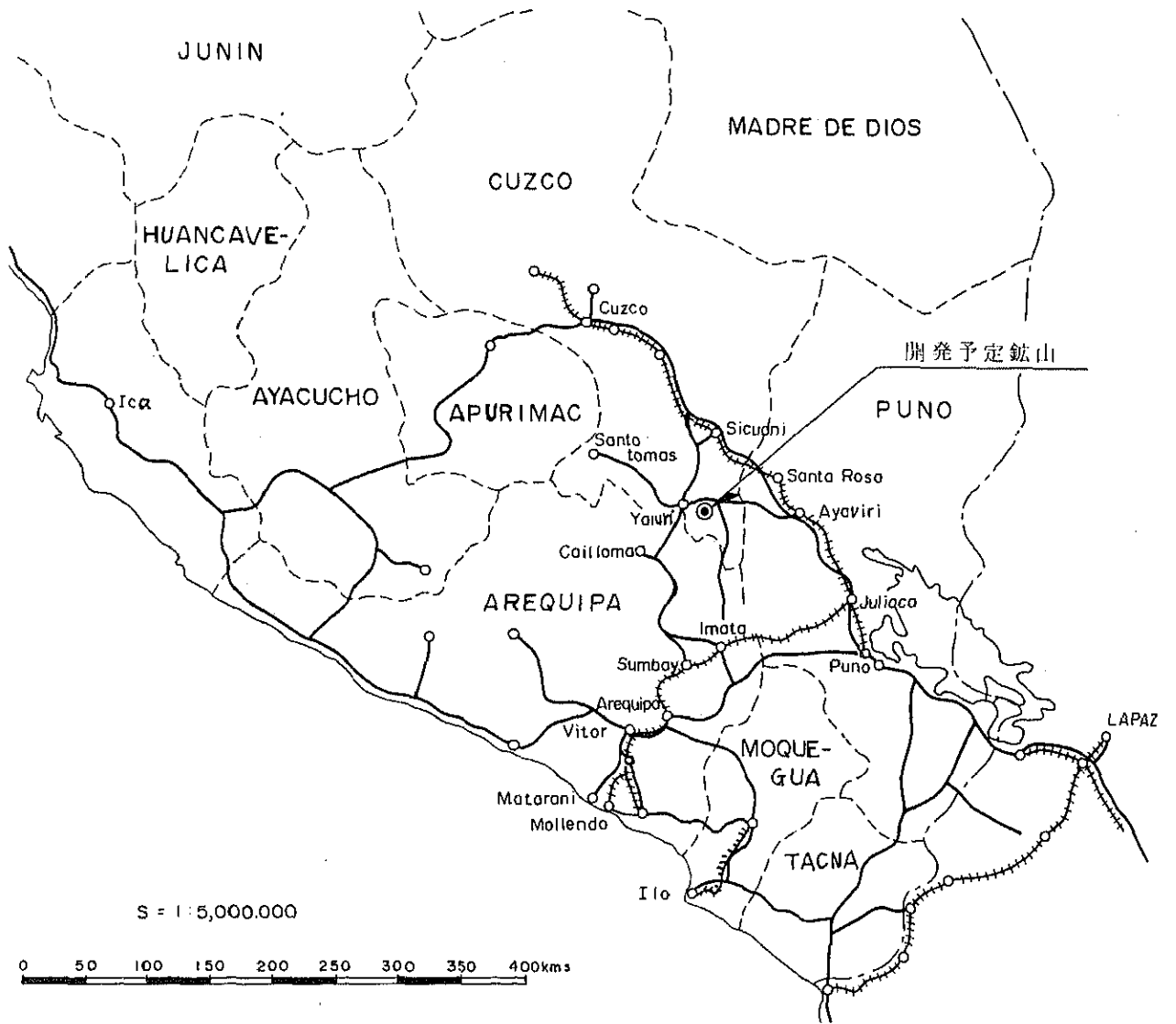
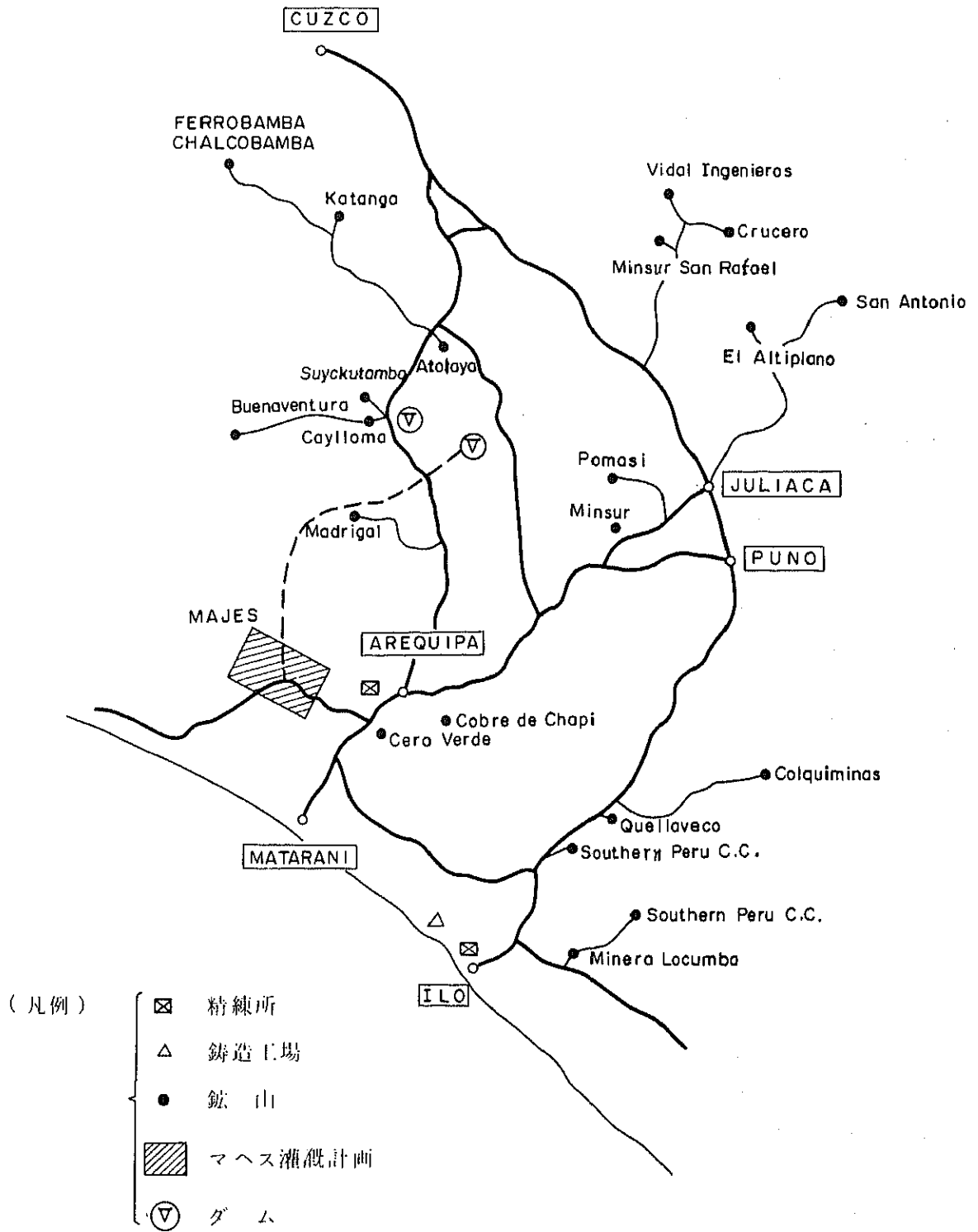


図5-6 関連プロジェクト位置図



(2) マヘス計画

アレキープ州西部のマヘス草原、シグアス草原一帯における灌漑による大規模農業開発を中心とした、ペルー南部の総合開発プロジェクトであり、その主な目的は次の通りである。

- ① 60,000ヘクタールの灌漑および関連サービス施設の整備による地域総合開発。
- ② 灌漑地への15万人の入植。
- ③ アレキープ州の鉱物資源開発、産業の発展に資することを目的とした60万KWの発電所建設。

全体計画としては、南米でも数少ない大規模な灌漑計画であり、工事期間は一期と二期に分けられる。現在一期工事のうちインフラの工事がほぼ完了し、コンドロマダムおよび導水路の建設工事に着手しており1982年頃に完成、引き続き二期工事に入り、1986年には全体計画が完成予定である。

計画の概要

- | | |
|---------------|-------------------|
| i) 灌漑面積：マヘス草原 | 35,000 Has. |
| シグアス草原 | 22,000 Has. |
| アチョマ地域 | 3,000 Has. |
| 計 | <hr/> 60,000 Has. |
- ii) ダム建設：コンドロマ 220百万m³
アンゴスツラ 1,000百万m³
- iii) 発電：600,000 kW
- iv) 生産物：農産物、畜産、乳製品他
- v) 計画人口：150,000人
- vi) 投資額：1,030百万ドル（現在価格）
- | | | |
|---|-----|------------|
| { | 50% | ペルー政府出資 |
| | (注) | |
| { | 50% | 5カ国の市中銀行出資 |
- vii) 施行者：マコン(MACON)

出資5カ国の建設会社が参加して設立したマヘス計画のコンストラクター。

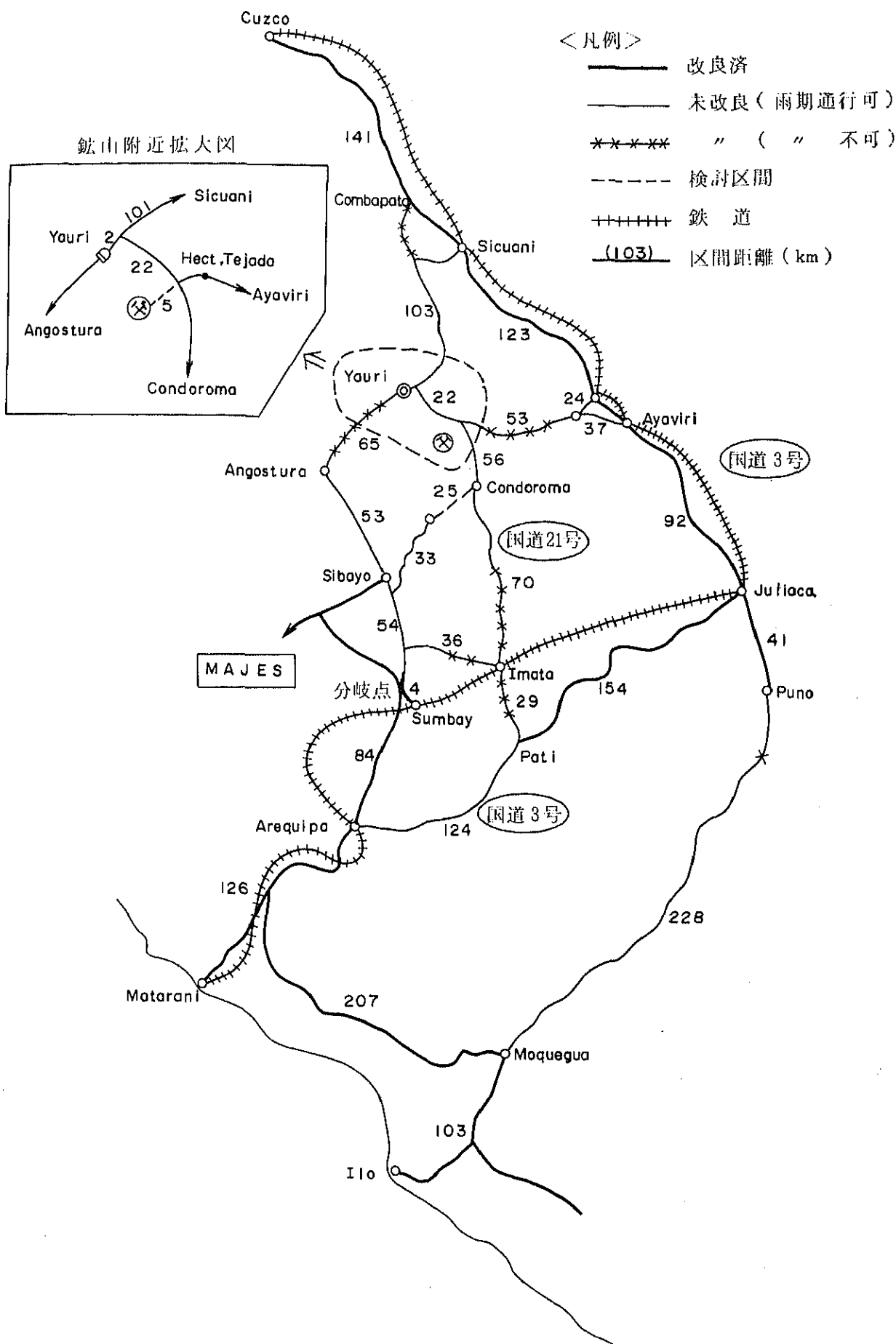
(注) スウェーデン、イギリス、スペイン、南アフリカ、カナダの5カ国。

2-3 輸送ルートとその現況

鉱山の輸送ルートとしては下記のルートが考えられる。(図5-7)

- (a) 鉱山(道路)シクアニ(鉄道)マタラニ
- (b) 鉱山(道路)アヤビリ(鉄道)マタラニ
- (c) 鉱山(道路)イマタ(道路, 鉄道)アレキープ(道路, 鉄道)マタラニ

図 5 - 7 輸送ルート現況図



- (d) 鉱山(道路)シバヨ(道路)スンバイ(道路, 鉄道)アレキバ(道路, 鉄道)マタラニ
(e) 鉱山(道路)アヤビリ(道路)ブノ(道路)イロ

なお、上記ルートのうち(e)ルートは港湾としてイロ港を使用するものである。マタラニ、イロいずれの港湾を利用するかは、道路、鉄道などの輸送手段および港湾自体の条件等により総合的な検討を行ったうえで結論を出すべき問題であるが、鉄道、港湾の調査は次回実施することになっているため、今回は連絡条件的に考えて現段階ではマタラニ港が適しているとの判断から、マタラニ港を利用するルートにしほって検討を行うこととした。

2-3-1 道路の状況

前記の輸送ルートの主要な区間毎の道路状況を次に記す。

(a) 鉱山-シクアニ(L=12.8km)

- ・現在、アタラヤおよびカタンガ鉱山の精鉱輸送路として通年使用されており、雨期には当地域に入れる唯一の道路となる。
- ・道路巾員は5~8m程度であるが、山岳地通過部が長く、屈曲の多いルートである。
- ・急勾配および急カーブの箇所は比較的少ない。
- ・路床の状態はおおむね良好であるが一部区間は置換え改良が必要である。
- ・橋梁は一応の整備はなされている。
- ・標高は3,650~4,350m。

(b) 鉱山-アヤビリ(L=9.5km)

- ・現在は乾期にジープで全線を通行出来る状態で雨期には通行は不能となる。
- ・道路巾員は特に山岳部で3m程度と狭いが平地部は5~6mと広がっている。
- ・山岳部は、急勾配で曲線半径も小さい。
- ・アヤビリ側の平原部は約3.7kmが一応の整備が農耕用に完了している。
- ・橋梁はあるが、荷重的に大型車の通行は不可能である。(橋梁4橋)
- ・鉱山側の区間は平原部であっても路床は非常に弱く排水処理もない。
- ・標高3,950~4,450m。

(c)-1 鉱山-コンドロマ(L=6.1km)

- ・平原部から一気に標高4,600mの高地に昇るが、この間に大岩塊があり巾員も狭く非常に危険な箇所がある。
- ・このルートは乾期にはエスピナル郡からアレキバ方面への連絡路として使用されており、定期バスも通行している。
- ・巾員は3~5mであるが山岳部は巾員も狭く曲線半径も小さく急勾配が続く。

- ・橋梁は1カ所が未整備である。
- ・標高3,950～1,700 m。
- ・平原部も路床が弱く、さらに沢の処理がないため雨期には通行は不可となる。

(c)-2 コンドロマ～イマタ (L = 70 km)

- ・以前はコンドロマに鉱山があり、また途中に灌漑用のダムも建設されたため、輸送路として使用されていた。
- ・標高4,450～4,700 mの高原地帯であるが、盆地状の箇所が多く乾期においても湿地となっている部分が多数あり、この部分の路床は非常に弱い。
- ・雨期には盆地部は湿地化し、通行は全く出来なくなる。
- ・地形に起伏が多いが、道路は直線的に通過しており、多数の上り下りを繰り返す。
- ・巾員は4～8 mと比較的広い。
- ・イマタで鉄道と連結する。

(c)-3 イマタ～アレキープ (L = 153 km)

- ・イマタ～パティ間はほとんどが砂漠地帯であり、道路の形状のない区間もある。
- ・パティ～アレキープ間は幹線道路の国道3号線であるが、標高差が2,100 mもあり、アレキープから約50km区間はヘアピンカーブが連続しており、かなりの区間が巾員も狭く路肩も弱く危険である。
- ・非常に断面の小さいトンネル ($l = 85 m$) があり、巾員は3.5 mしかなく、大型資材輸送の大きな障害となっている。
- ・巾員3.5～10 mと山岳部を除けば広い。
- ・標高2,350～4,450 m。

(c)-4 アレキープ～マタラニ (L = 126 km)

- ・整備された舗装道路である。
- ・トンネルが1カ所あるが断面は大きい。
- ・マタラニへ下る区間は急カーブが連結する。

(d)-1 鉱山～アングスツラ (L = 94 km)

- ・現在は整備状況が悪くほとんど通行車両もなく路面も劣悪である。
- ・アプリマック渓谷に沿って通過している区間は転石、岩塊が多く巾員も狭い。
- ・アプリマック川の他に河川を数回横断しているが橋がないため雨期には全く通行は出来ない。
- ・ヤウリ附近の平原部の路床は非常に弱い。
- ・巾員は3～6 mであるが、大部分は3～4 mと非常に狭い。
- ・標高3,950～4,500 m。
- ・勾配は一部を除いては平坦である。

(d) - 2 アンゴスツラ～シバヨ (L = 5.3 km)

- ・ 鉱石輸送, 生活道路として使用されており, 一応整備されている。
- ・ 将来はマヘス計画によりアンゴスツラにダム建設の予定があり, 道路も一層整備される。
- ・ 道路巾員は 4 ~ 6 m と比較的広い。
- ・ シバヨへ下る部分に一部急勾配のヘアピンカーブがある。
- ・ 標高 4,200 ~ 4,700 m。

(d) - 3 シバヨ～スンバイ分岐点 (L = 5.4 km)

- ・ マヘス計画の建設用道路として一応整備されている。
- ・ カヤリでマヘス計画のコンドロマダムへの連絡道路が 2 車線, 3 級規格で完成し分岐している。
- ・ シバヨ附近でマヘス計画の連絡道路と合流する。
- ・ 道路巾員は 4 ~ 8 m と一部を除き広い。
- ・ 路床は比較的良好である。
- ・ 沢の処理がないため, 雨期には一時的に通行は出来ない。
- ・ 標高 3,840 ~ 4,380 m。
- ・ スンバイへ分岐約 4km で鉄道と連結し, ここにはマドリガル鉱山の積換施設が設けられている。

(d) - 4 スンバイ分岐点～アレキーバ (L = 8.4 km)

- ・ マヘス計画の連絡道路として整備され, 又管理されている。
- ・ 道路巾員 7 ~ 12 m と広い。
- ・ アレキーバへ下る所でヘアピンカーブが長い区間があるが, 改良が進んでおり比較的問題は少ない。
- ・ 標高 4,300 ~ 2,350 m。

(e) - 1 アヤビリ～ブノ (L = 13.3 km)

- ・ 国道 3 号線でありアヤビリ～フリアカ間は砂利道で, フリアカ～ブノ間は舗装道路で整備が終っており, 良好な走行条件にある。
- ・ 道路巾員 9 ~ 12 m と広い。
- ・ 勾配もなく非常に平坦である。
- ・ 標高 3,950 ~ 4,050 m。

(e) - 2 ブノ～イロ (L = 33.1 km)

- ・ 現在整備が進められており, カリエンテ川の橋梁を除いてはかなりの走行条件は得られている。
- ・ カリエンテ川橋梁についても近年中には架橋予定。

・比較的勾配も緩く、将来は幹線と考えられている。

2-3-2 交通現況

輸送ルートおよび周辺地区の交通量の状況を図5-8に、自動車保有台数の状況を表5-8に示す。

この状況からわかるように、自動車保有台数においてもアレキパ州が全国平均を上回っているのみで、他は大きく下回っており、道路交通量をみても、クスコ州と海岸地帯との間の道路交通は、わずかに国道3号線によって連絡されているにすぎなく、この地域の道路交通は未発達と言わざるを得ない。

なお、観測データのない区間の交通量は、実走行による観測から推定した値を図に記載したが、これらの区間は雨期は通行が不可となる区間である。

表5-8 関連地域別自動車保有台数

(単位：台)

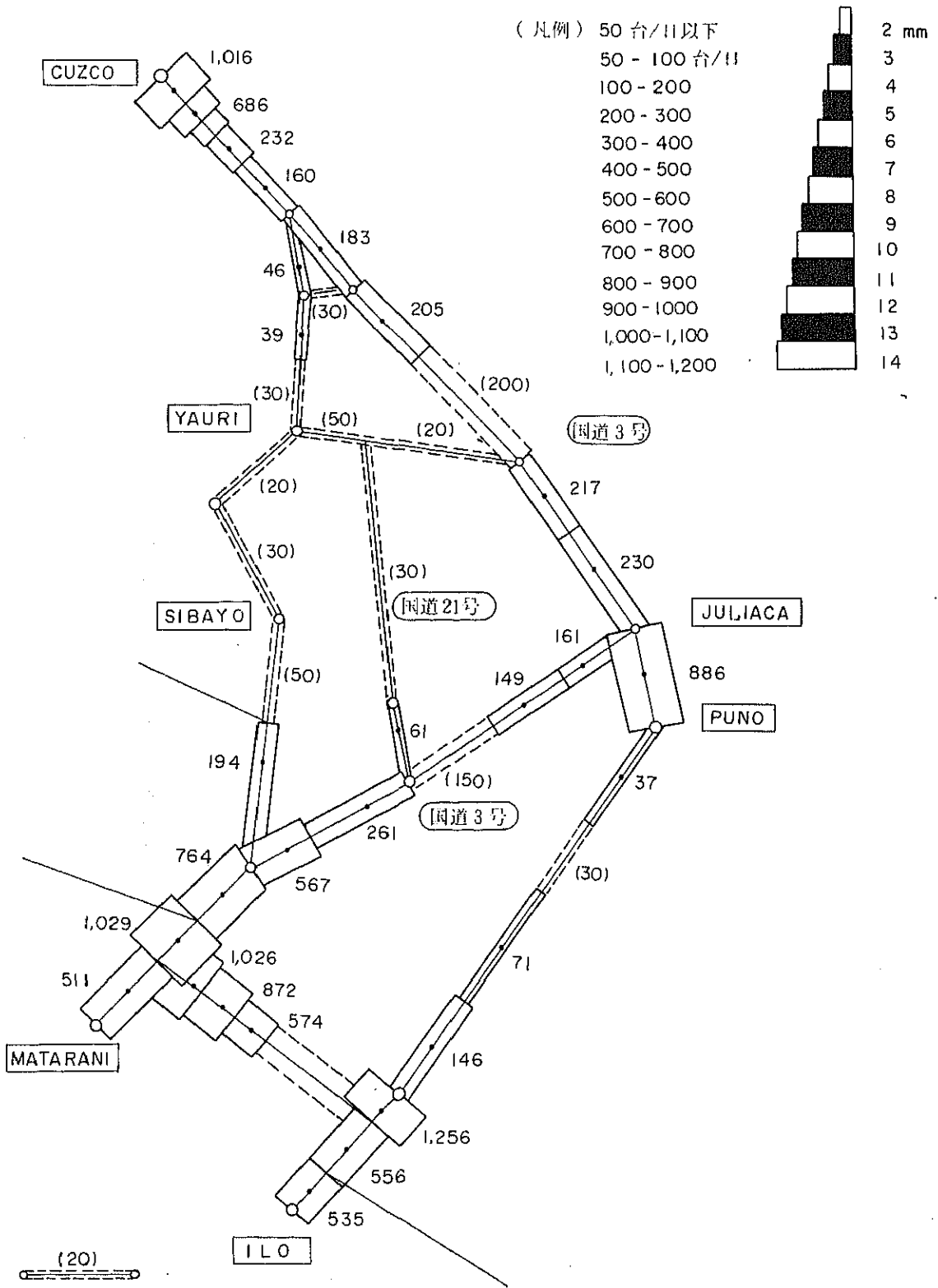
地域(州)	乗用車	商用車	合計	人口(千人)	保有率(人/台)
アレキパ	13,969	9,896	23,865	619	25
クスコ	6,683	8,835	15,518	829	53
マドレ・デ・ディオス	61	83	144	28	192
モケグア	637	613	1,250	86	68
プノ	2,650	3,338	5,988	897	149
全 国	312,314	158,377	470,691	16,300	35
リマ	217,618	69,409	287,027	4,339	15

(注) 1977年12月末現在

(出所) Parque de APIA informacion venta de vehiculos e importaciones

図 5 - 8 関連道路交通量図 (1977 年)

(単位 : 台/日)



• 交通量データがないため
 実測等による推定値である。

(出所) TRANSITO 1977

2-4 発生需要交通量

ここでは鉱山開発に伴って発生する交通需要について推定を行うが、この場合の鉱山関係の諸元は表5-9のとおり設定した。

なお、鉱山によって発生する交通量は次のように分類される。

- (1) 鉱山建設中の発生交通量
- (2) 鉱山操業中の発生交通量
 - (a) 精鉱，燃料，資機材輸送交通
 - (b) 鉱山都市の生活物資輸送，通勤，日常生活交通および業務交通

表5-9 鉱山に関する輸送諸元表

項 目	ア タ ラ ヤ	チ ン タ ヤ	コ ロ コ ワ イ コ	ケ チ ュ ア
(鉱 山 建 設)	-	'80 ~ '82	'83 ~ '85	'86 ~ '88
建設用資材(トン)	-	50,000	5,000	30,000
(鉱 山 操 業)	操業中	'83 ~	'86 ~	'89 ~
精 鉱(トン/年)	9,600	152,000	20,000	92,000
資機材(トン/年)	1,000	15,000	2,500	15,000
燃 料(kℓ/年)	1,600	45,000	6,000	34,000
(鉱 山 都 市)				
従 業 人 口(人)	-	900	600	650
関 連 人 口(人)	-	3,960	2,640	2,860
通 勤 人 口(人)	-	90	60	65

- 註 1. 建設用資材には骨材は現地産とし含まない。
 2. 燃料にはディーゼル発電用燃料は含まない。

2-4-1 鉾山建設中の発生交通量

鉾山開発期間に港湾あるいはアレキープ方面から鉾山へ運搬を要する資機材としては、建設および探鉱機械、選鉱場設備、受配電設備、付帯設備および住宅等建築用資材がある。

運搬用トラックは、12トン積を使用すると仮定すれば、次のとおりの交通量となる。

① チンタヤ（期間1980～82年）

$$\frac{50,000 \text{ トン}}{3 \text{ 年} \times 365 \text{ 日}} \div 0.7 \text{ (稼働率)} \div 12 \text{ トン} \times 2 = 12 \text{ 台/日}$$

② コロコワイコ（期間1983～85年）

$$\frac{5,000 \text{ トン}}{3 \text{ 年} \times 365 \text{ 日}} \div 0.7 \div 12 \text{ トン} \times 2 = 2 \text{ 台/日}$$

③ ケチュア（期間1986～88年）

$$\frac{30,000 \text{ トン}}{3 \text{ 年} \times 365 \text{ 日}} \div 0.7 \div 12 \text{ トン} \times 2 = 8 \text{ 台/日}$$

2-4-2 鉾山操業中の発生交通量

鉾山操業中に必要な輸送物資としては、鉾山に直接関連する精鉱、燃料、部品材料などの他に付随するものとして、食料、生活物資などがある。さらに鉾山都市に伴って生活、娯楽などの交通および業務上の交通も発生する。

a) 精鉱、燃料、資機材輸送交通

一般的に精鉱以外の物資は、精鉱運搬後の空車に積むことにより輸送が可能であるため、交通量としては発生しない。精鉱運搬用トラックとしては、鉾山の規模を考慮し、ケチュア鉾山は12トンとし、他は20トン積みと仮定する。

① チンタヤ（期間1983年～）

$$\frac{152,000 \text{ トン}}{365 \text{ 日} \times 20 \text{ トン}} \div 0.7 \text{ (稼働率)} \times 2 = 60 \text{ 台/日}$$

② コロコワイコ（期間1986年～）

$$\frac{20,000 \text{ トン}}{365 \text{ 日} \times 12 \text{ トン}} \div 0.7 \text{ (稼働率)} \times 2 = 14 \text{ 台/日}$$

③ ケチュア（期間1989年～）

$$\frac{92,000 \text{ トン}}{365 \text{ 日} \times 20 \text{ トン}} \div 0.7 \text{ (稼働率)} \times 2 = 36 \text{ 台/日}$$

b) 通勤交通

鉾山町は山元近くに建設される計画であるため、ヤウリ方面からの通勤者による交通量であるが、従業員1割が通勤者とし、45人乗りのバス輸送とする。

$$\frac{2,150 \text{ 人} \times 0.1}{45 \text{ 人/台}} \times 2 = 10 \text{ 台/日 (バス)}$$

c) 日常生活交通

生活交通の主なものは買物、娯楽である。

鉾山町にこれらの施設があるが、その他に月1回クスコ、フリアカあるいはアレキープ方面へ各世帯1名が外出すると考える。

$$\frac{2,500 \text{ 世帯}}{30 \text{ 日}} \times \frac{1}{45 \text{ 人/台}} \times 2 = 4 \text{ 台/日 (バス)}$$

d) 業務交通

鉾山採業に関する情報伝達のためにクスコ、フリアカあるいはアレキープへ1鉾山1日に1台が往復すると考える。

$$1 \text{ 台/日} \times 3 \text{ 鉾山} \times 2 = 6 \text{ 台/日 (乗用車)}$$

第3節 輸送ルートの選定

3-1 比較ルート

輸送ルートとして比較の対象とする路線としては、道路の現況、改良の可能性などの点から基本的には現道利用ルートに限られる。

そこで、これらについて次に示すように道路単独利用ルートと道路・鉄道連絡ルートに分けて比較ルートを整理すれば次のとおりとなる（図5-9）。

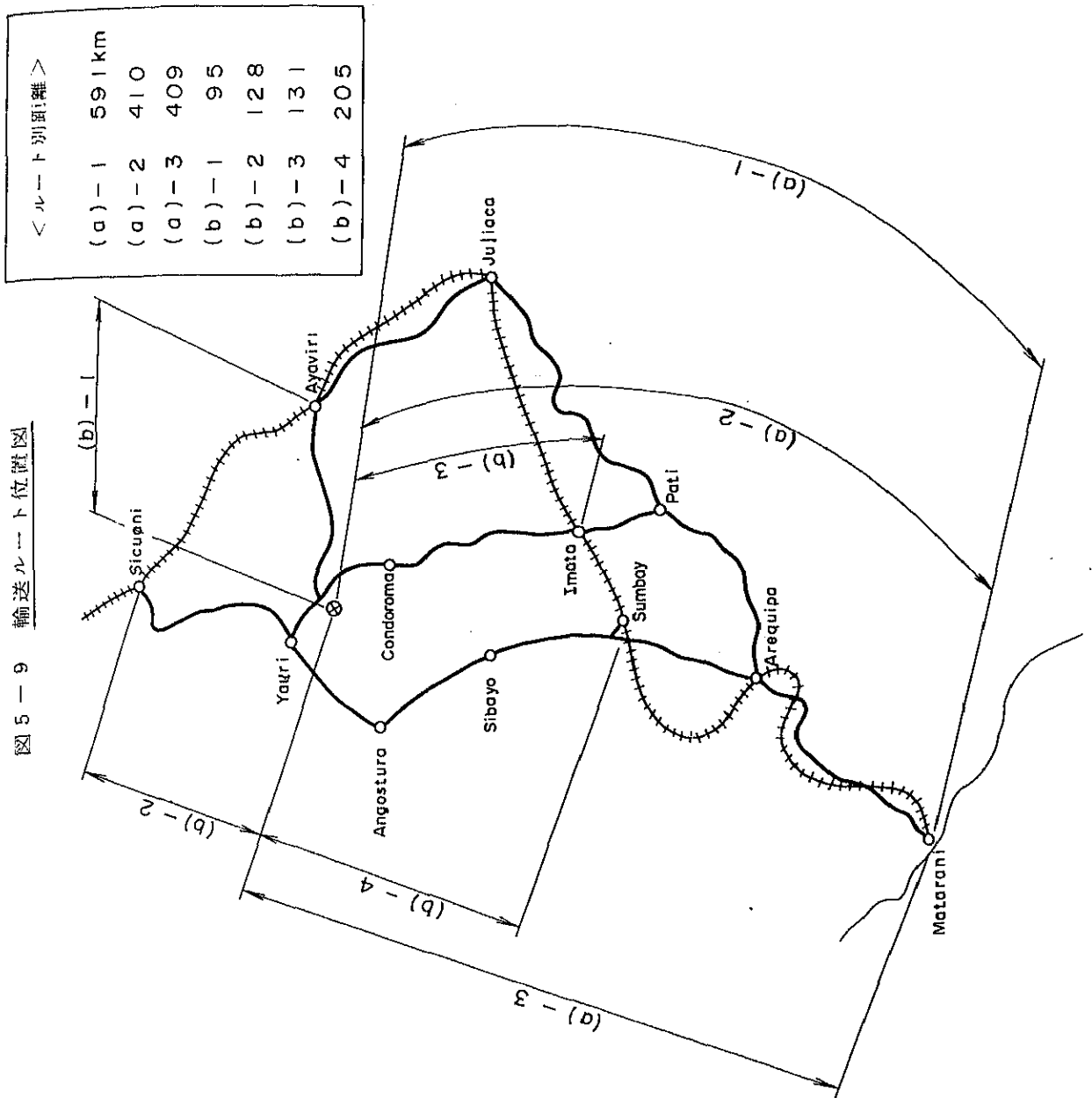
(a) 道路単独ルート

- ① 鉦山～アヤビリ～フリアカ～マタラニ
- ② 鉦山～コンドロマ～イマタ～マタラニ
- ③ 鉦山～シバヨ～アレキータ～マタラニ

(b) 道路，鉄道連絡ルート

- ① 鉦山～シクアニ～（鉄道）～マタラニ
- ② 鉦山～アヤビリ～（鉄道）～マタラニ
- ③ 鉦山～イマタ～（鉄道）～マタラニ
- ④ 鉦山～スンバイ～（鉄道）～マタラニ

図 5-9 輸送ルート位置図



3-2 道路単独ルート

前記の3ルートのうち(a)-①フリアカ経由ルートは鉱山〜アヤビリ間を除いては、現在すでにかなりの区間の整備がなされており、輸送路として一応の条件は備えていると言えよう。しかし、図5-9(既出)からも明らかなように、他に比べて大巾に距離が長いため、将来の大量輸送ルートとしては好ましくなく、また並行する鉄道との比較においても、一般的に運搬距離が同じならば、道路に比べて鉄道輸送が有利であることから考えて、このルートを輸送路として使用することは考えられない。

従って、(a)-②, ③の比較となるが、これを各項目別に比較すれば表5-10のとおりである。

表5-10 輸送ルート比較表

項目	(a)-③ 鉾山〜シバヨ〜アレキーパー	(a)-② 鉾山〜イマタ〜アレキーパー
距離(鉾山〜アレキーパー)	283 Km	284 Km
道路の平均標高	4,080 m (最高4,650 m)	4,140 m (最高4,720 m)
道路の建設費	18,059千US\$	16,944千US\$
トラックの走行費用	187US\$/台(大型トラック)	184US\$/台(大型トラック)
道路改良の問題点	<ul style="list-style-type: none"> ・アブリマック溪谷部の拡巾は、岩塊が多く難航が予想されるが、岩質は比較的軟質であり、決定的ではない。 ・マヘス計画により、現在アレキーパー〜シバヨまで一応の改良が終っており、今後更にアングスツラ迄改良の予定がある。 	<ul style="list-style-type: none"> ・平原部における改良に大きな問題点があり、地盤処理、浸水処理に適当な対策がない。 ・全般の地形は平坦であるが、部分的な起伏が多く、改良には小規模な迂回ルートをかなり採用する必要がある。
将来の維持管理	<ul style="list-style-type: none"> ・沿線の鉾山、マヘス計画と共用部分が多く、維持管理を分担出来る。 ・地質は比較的良好であり、改良されれば雨期通行の不安は少ない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・雨期には湿地化する地域の通過が長く、大型車の通行には不安が多い。 ・鉾山負担による維持管理となる。
地域開発の効果	<ul style="list-style-type: none"> ・(a)-②)ルートに比べ沿線には鉾山、農産業開発、マヘス計画、村落等が小規模ながらも数多くあり、今後の開発効果は大きい。 	<ul style="list-style-type: none"> ・エスピナル郡をアレキーパーと連絡させるのみで、周辺にはほとんど村落、産業がなく、今後開発の見込みは少なく効果は少ない。

これから判断されるように、距離、建設費、走行費用の点では両ルートに大差はない。この両ルートの差は、雨期の通行確保、地域開発効果および他のプロジェクトとの関係にある。

すなわち、(a)-②ルートはイマタ周辺部および高原地帯の盆地部において雨期には湿地状となる部分が多く、たとえ改良した場合にも雨期における大型車の通行条件の確保が難かしいのに比べ、(a)-③ルートは比較的地盤条件が良好なため、改良すれば雨期の通行に余り不安がない。

次いで、地域開発効果に関しては、(a)-②ルートは沿線地域には村落、農産業などがほとんど発達していないうえに、将来も発達の可能性が少ないのに比べ、(a)-③ルート沿線には現在すでに鉱山も開発され、また村落も多く、将来にはヤウリ平原における農牧畜の開発の可能性もあることから、(a)-③ルートがはるかに効果的であると思われる。

さらに、(a)-③ルートについて最も考慮すべき点としてマヘス計画がある。まず、アンゴスツラダム建設用道路として、今後シバヨ〜アンゴスツラ間が改良される計画があり、また将来も維持管理用道路として使用される予定であること、そしてスンバイ附近でマヘス計画の幹線道路が当ルートに合流するため、この地点からアレキ〜間はずでに2車線で整備が完了し、将来も使用される予定であることである。なおシバヨ〜合流点までについてもコンドロマダム等の建設用道路として一応の整備がなされている。

このような状況から、当ルートはマヘス計画との調整によって建設、維持管理コストの低減が図られると共に効率的な使用、管理が期待出来ることを考慮すれば、両ルートの比較においては、(a)-③ルートが勝れていると結論づけられる。

3-3 道路、鉄道連絡ルート

(b)-①ルートは現在すでに一応の整備が終っているが、将来の輸送ルートとしては不十分であり、拡巾改良を要する。(b)-②ルートはかなりの区間が未整備であるため、この区間については根本的な改良を要する。

このような両ルートの条件であるが、(b)-①ルートの改良は山岳地通過が長いため、建設コスト的にみれば、(b)-②ルートに比べ低廉ではあるが大きな差はない。

一方、輸送費用の点からみれば、(b)-②ルートは距離が大巾に短縮されるため、長期的には大きな節減となる。さらに地域開発効果についても、(b)-①ルートはほとんど期待出来ないのに比べ、(b)-②ルートはこの地域の商業的な中心地であるフリアカおよびポリピアとの交易地であるブノとエスピナル郡が連絡されることとなるため、相当な開発効果が期待されることを併せ考えれば、結論としては、(b)-②ルートの整備が効果的であると云える。

なお、(b)-③、④ルートに関しては、前記の道路単独ルートでの比較から、スンバイ連絡ルートが勝れていることは明白である。

(b)-②ルートと(b)-④ルートの比較においては、鉄道の走行費用、輸送力の条件を考慮に入れなければ評価は出来ないが、輸送距離が大巾に短い(b)-④ルートが有利と考えられる。しかし、この比較については、鉄道の調査を行ったうえで結論づけるべきである。

3-4 輸送ルートを選定

上記の検討結果から、輸送ルートとしては次のルートが望ましい。

④ 道路単独ルート

鉾山～シバヨ～アレキーパ～マタラニ

⑤ 道路、鉄道連絡ルート

鉾山～アヤビリ（以降鉄道利用）

なお、輸送ルートの整備については、この2つのルートを同時に整備する必要はない。今後の総合的な検討で道路主体の輸送が有利であれば、④ルートを第一に整備すべきであり、鉄道主体の輸送が有利であれば、⑤ルートを先ず整備すべきであるが、この場合においては、予備的な輸送路として、④ルートの整備も順次進めるべきと考えられる。

鉾山主体に考えれば、このような結論となるが、④ルートは先に述べたように海岸地帯とエスピナル郡の連絡の所要時間が大巾に短縮されることに加え、沿線の開発効果の期待が大きいことを考慮すれば、いずれの場合であっても、④ルートすなわち、鉾山～シバヨ～アレキーパ間の道路ルートの整備を進めるべきである。

第4節 道路開発計画

4-1 利用交通量の推計

4-1-1 地域の動向と交通の発生

当地域における交通の現状は、先にも述べたように、地域経済発展も遅れていることから、未発達の状態にあり、特にここで検討を行うアレキーパ市、あるいはアヤビリ方面との交通は、道路整備の遅れもあってほとんどないのが実情である。仮に道路が整備されたとしても、現状では当地域の産業、経済的なポテンシャルから判断して、多量の交通の発生は期待出来ない。

将来の交通の需要に関しても、今後の発展次第ではあるが、現状においては当鉾山の開発以外、わずかに農牧畜の発展が考えられる他には、産業の発達、あるいは都市の拡大等は、主体性がほとんどないと考えざるを得ない。

このような地域であることから、当鉾山の開発とそれに伴う交通の発生、道路の整備は、この地域の将来の発展に向けての強い引き金としての役割は、非常に大きいものと思われる。

4-1-2 交通量の推計

ここでは④、⑤ルートについて利用交通量の推計を行うが、推計する地点としては、単純化して次の区間について行う。

④ ルート ① 鉾山～ヤウリ

② ヤウリ～シバヨ

③ シバヨ～スンバイ分岐点

④ スンバイ分岐点～アレキーバ

⑧ ルート ① 鉾山～アヤビリ

交通量の推計の方法としては、0-D交通量調査を実施して交通の実態を把握し、これを基に、将来の地域の経済発展の見込みから、将来の0-D交通量を推定し、計画道路も含めた道路網に配分して、利用交通量を定める方法が一般的である。

しかし、ここでは0-D調査データもなく、また、このような精度の高い予測を必要とする発展状況にはない地域であるため、簡略的な推計方法として、交通を発生要因毎に次のように分類して、個々に推定する方法によることとする。

- 通常交通量（現在通行している交通）
- 転換交通量（道路整備に伴い、他の道路から転換する交通）
- 誘発交通量（交通条件の改善によって、自動車利用が誘発されることによる交通）
- 開発交通量（将来の地域開発によって、発生する交通）

この方法によって交通量を推定するためにも、交通および道路網がある程度発達し、交通データもあり、かつ将来のおおよその開発計画がなければならぬ。しかし、この地域においては、これらの条件がほとんど満たされていないため、鉾山による開発交通量以外は、類似地域の状況などから、大胆な仮定をして推計する以外に方法はないと考えられる。

1) 交通量伸び率

交通量の将来の伸び率については、関連道路の過去の交通量の推移によって推定する方法をとるが、国道3号線のクスコからアレキーバ間の主要地点の最近5カ年間の交通量の推移は表5-11のようになっている。

ここで77年の伸び率が各地点共に異常に低い値となっているが、これは前述のように経済変動による影響であり長期的にはこの値は除いて考えるべきと判断される。

その他の各年の伸び率は平均すれば約10%/年となる。しかし、自動車保有台数の伸び率は1-3節からみても全国平均で近年は5~7%/年程度であることから考えると、当地域でのこの値は長期的な推移としては高すぎると考えられるため、ここでは今後10年間は8%/年、その後は6%/年の等比による伸びがあると仮定する。

2) 通常交通量

当地域とアレキーバあるいはアヤビリ間の交通は、道路が整備されれば増加することは明らかと判断されることから、現状交通量においては、この要素を加味した推定値としているため、誘発交通も含んだものとなっている。

各ルート毎の交通量を整理すれば表5-12のとおりである。

表 5 - 1 1 関 連 道 路 交 通 量 の 推 移

(単位：台/日)

区 間	1973	1974	1975	1976	1977			平均 伸率	
					合計	乗用 トラック	バス		
Urcos	129	155	191	211	160	73	74	13	1.07 (1.18)
~ Combapata	-	1.20	1.23	1.10	0.76				
Sicuani	190	214	216	255	205	101	87	17	1.03 (1.13)
~ La Royá	1.21	1.13	1.01	1.18	0.80				
Pucara	265	250	262	288	230	103	115	12	0.97 (1.04)
~ Juliaca	1.05	0.94	1.05	1.10	0.80				
Juliaca	168	200	178	217	161	65	90	6	1.01 (1.10)
~ Pati	-	1.19	0.89	1.22	0.74				
Pati	242	235	211	268	261	105	135	21	1.03 (1.10)
~ Jesus	1.25	0.97	0.90	1.27	0.97				

(注) 1. 下段は対前年比伸率

2. 平均伸率の欄の () 内の値は1977年を除く平均値

(出所) TRANSITO 1977 Ministerio de Transportes y Comunicaciones

表 5 - 1 2 通常交通量

区 間	(単位：台／日)					
	1977 年	1980	1985	1990	1995	2000
㉠ - ①	50	63	93	131	176	235
②	20	25	37	52	70	94
③	50	63	93	131	176	235
④	194	244	359	508	681	910
㉡ - ①	20	25	37	52	70	94

3) 転換交通量

㉠ルートについては、クスコ市方面あるいはエスピナル郡からアレキーパ方面への交通は、現在の国道3号、21号利用に比べて大巾な時間および走行条件の改善となるため、これらの交通は㉠ルートにかなり転換することが予想される。

㉡ルートについても、エスピナル郡からフリアカ、ブノ方面への交通は現在のシクアニ経由の利用に比べれば大巾な時間短縮になることは明白であり、すべての転換が予想されるが、現状においては交通がほとんどない。

転換交通量算定の方法としては、転換率方式によるものが一般的である。ここでは表5-13により転換率を算定し、対象路線の間で転換交通量を推定した結果を表5-14に示す。

ここで各路線毎の転換対象交通量としては、国道3号が断面交通量の30%、国道21号が断面交通量の50%、そして㉡ルートに関しては誘発的要素も加味して30%と仮定している。

4) 誘発交通量

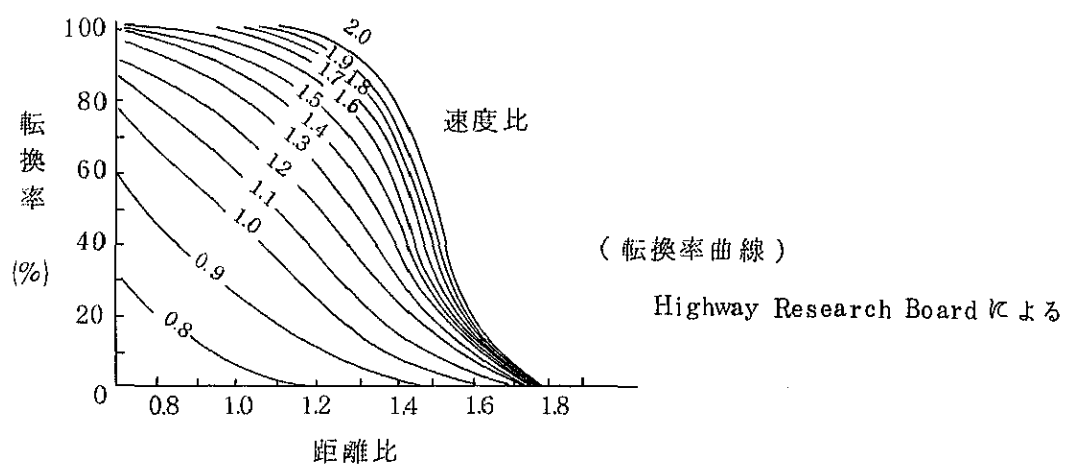
道路の整備に伴って自動車利用が促進されることによる交通量は、特に㉠ルート沿線ではある程度期待出来る。しかし、この地域の経済状況の現状からみて、定量的に扱うことは困難である。そこでここでは、通常および転換交通量においても、この要素を加えた考え方をとっているため、誘発交通量としては見込まないこととする。

5) 開発交通量

当鉱山の開発以外の具体的な開発計画としては、マヘス計画がある。これは㉠ルート沿線に交通を発生させるが、大きな交通量となるのはスンバイ附近でマヘス開発道路と合流する地点以西であり、以東については、将来ダム管理用の車両が通行するのみである。現在この計画は施工中であり、㉠ルートには、建設用の車両の交通が相当に発生している現状にあるため、将来の開発交通としては改めて見込まず、通常交通として扱うこととする。

その他の開発としては、農牧畜、他の鉱山が考えられるが、現段階では具体性に乏しく

表 5 - 13 転換率算定結果



比較区間	比較ルート	延長 (km)	距離比	所要時間 (h)	速度比	転換率
① ヤウリ	国道 3 号	482		11.2		
	① ルート	256	0.53	7.0	1.6	100%
アレキープ	国道 21 号	301		7.9		
	① ルート	256	0.85	7.0	1.1	70
② ヤウリ～ アヤビリ	国道 3, 21 号	226		5.3		
	② ルート	112	0.43	2.5	2.1	100

表 5 - 14 転換交通量

(単位: 台/日)

転換ルート	対象交通量 (台/日)	転換率 (%)	転換交通量					
			1977 ^年	1980	1985	1990	1995	2000
① 国道 3 号より	150 × 0.3 = 45	100	45	57	83	118	158	211
① 国道 21 号より	30 × 0.5 = 15	70	11	14	20	29	39	52
② 国道 3, 21 号より	30 × 0.3 = 9	100	9	13	19	26	35	47

交通量の算定が不可能であるため、ここでは見込まないこととする。

鉾山の開発交通については、2-4で算定した交通量をまとめれば表5-15の通りとなる。

表5-15 鉾山開発交通量

(単位：台/日)

種 別	1980～82年	1983～85年	1986～88年	1989年以降
アタラヤ鉾山	(6)	(6)	(6)	-
チンタヤ鉾山	(12)	60	60	60
コロコワイコ鉾山	-	(2)	(14)	(14)
ケチュア鉾山	-	-	(8)	36
小 計	18	68	88	110
通 勤 交 通	-	[6]	[8]	[10]
生 活 交 通	-	[2]	[2]	[4]
業 務 交 通	-	<2>	<4>	<6>

- (注) 1. 通勤交通は鉾山～ヤウリ間のみ
 2. () : 12トン車, [] : バス, < > : 乗用車
 他は20トン車

6) 将来交通量

以上の結果をまとめると表5-16となるが、この交通量は、不確定な開発あるいは誘発的な要素をほとんど見込んでいないものであるため、特に④ルート of ヤウリ～スンバイ間については、過少の傾向が強いと考えられ、他の区間についても最低レベルの値と言える。

従って将来のこの地域の発展次第では、相当の交通量の増加が両ルート共に期待出来ると考えられる。なお、転換交通量に関しては、シクアニあるいはコンパタよりヤウリ間のルートの整備が大きな鍵を握っており、この区間の整備が進めば、④ルートは、クスコ州とアレキパ州を結ぶ第一の主要幹線となるであろう。

表 5 - 16 将来利用交通量 (全車)

(単位：台/日)

区 間	種 別	1977年	1980	1985	1990	1995	2000
① - ①	鉦山輸送	-	12	62	110	110	110
	鉦山関連交通	-	-	10	20	20	20
	通常交通	50	63	93	131	176	235
	転換交通	-11	-14	-20	-29	-39	-52
	計	39	61	145	232	267	313
① - ②	鉦山輸送	-	18	68	110	110	110
	鉦山関連交通	-	-	4	10	10	10
	通常交通	20	25	37	52	70	94
	転換交通	56	71	103	147	197	263
	計	76	114	212	319	387	477
① - ③	鉦山輸送交通	-	18	68	110	110	110
	鉦山関連交通	-	-	4	10	10	10
	通常交通	50	63	93	131	176	235
	転換交通	56	71	103	147	197	263
	計	106	152	268	398	493	618
① - ④	鉦山輸送交通	-	18	68	110	110	110
	鉦山関連交通	-	-	4	10	10	10
	通常交通	194	244	359	508	681	910
	転換交通	56	71	103	147	197	263
	計	250	333	534	775	998	1,293
② - ①	鉦山輸送交通	-	18	68	110	110	110
	鉦山関連交通	-	-	4	10	10	10
	通常交通	20	25	37	52	70	94
	転換交通	9	13	19	26	35	47
	計	29	56	128	198	225	261

4-2 道路開発計画

4-2-1 地質、気象の概況

道路開発の予定地は、ほとんどがアンデス山脈中の標高4,000 m以上の高地であり、その中間部には標高4,700 mクラスの山岳地帯が連なっている。しかし、山岳地帯以外は比較的緩やかな丘陵、あるいは平原地帯が多い。

地質的には、山岳および溪谷部は凝灰岩系の岩質が多く、丘陵、平原部は氷河堆積物層あるいは沖積層により形成されている。

山岳部の岩質は比較的軟らかく、掘削には大きな障害とはならないが、平原部の沖積層、湖沼堆積物層の個所には腐蝕土の表土層が被っており、これらの厚い区域は非常に軟弱である。

気象は、高原部においては12月から4月が雨期であるが、年間降雨量は約800 mm程度であり多くはない。海岸部に近づくに従って降雨量は減少し、海岸地帯は雨期もなく、年中を通じて降雨のほとんどない砂漠地帯となっている。

気温は、高原部では年平均3~8℃であるが、最高気温が20℃であっても、最低気温がマイナス10℃近くなるなど、1日の温度差が非常に大きいことが特徴である。しかし、降雪はあっても積雪は余りなく、また路面凍結も短時間に止まるため、道路的に考えれば、問題とはならない。表5-17に鉱山地域の気象状況を示す。

4-2-2 道路規格とその構造

④、⑤ルート共に一部急峻な地形の地域を通過するが、大部分は緩やかな地形が主である。このため、道路としては、標準的な基準値を適用することにより、建設コスト等よりみても難点はない。しかし、一部の急峻地で、建設コストも非常に大きい区間については、暫定的な施工も考えるべきであろう。

このような考えに基づき、開発道路の規格は次のとおりとする。

(1) 規格

④ルート (鉱山～スンバイ分岐点) - 3級国道
(スンバイ分岐点～アレキーバ) - 2級国道

⑤ルート 3級国道

(2) 設計速度

平地部 80 km/h
丘陵部 60 km/h
山岳部 40 km/h
(暫定部 30 km/h)

(3) 車線数

2車線(ただし、暫定部は1車線とし将来2車線に拡巾する。)

(4) 舗装

砂利道(砂利厚:平均20 cm程度)

(5) 橋梁荷重

20 tonトラック

表5-17 鉾山地域の気象状況

種別	年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
気温 (°C)	平均気温	1975	7.6	8.8	8.9	8.5	6.1	4.1	2.6	4.4	7.5	6.8	8.1	8.5
		1976	8.0	8.1	8.8	6.6	5.0	3.2	4.0	5.0	6.4	7.1	7.1	9.0
		1977	8.9	7.5	8.9	7.0	5.1	2.9	4.2	4.5	-	-	-	-
月間最高 月間最低 (°C)	月間最高	1975	18.9	15.7	16.5	17.5	15.5	15.5	15.3	18.0	18.0	20.1	20.1	18.2
		1976	15.0	16.9	17.5	16.9	17.0	15.9	16.7	18.7	18.5	20.7	20.2	20.2
		1977	18.9	18.8	16.5	17.3	17.7	16.4	17.5	18.8	-	-	-	-
雨量 (mm)	月間雨量	1975	-2.4	1.1	1.1	-4.3	-5.3	-10.2	-13.2	-10.7	-9.2	-8.8	-8.8	-0.2
		1976	0.3	-1.9	-3.2	-7.0	-8.6	-10.6	-11.5	-12.5	-6.4	-8.8	-7.1	-4.2
		1977	2.2	-2.8	-0.5	-7.0	-9.8	-12.2	-10.2	-12.0	-	-	-	-
1日最大	1日最大	1975	167	174	134	38	36	3	0	2	42	29	50	243
		1976	272	159	157	31	17	6	0	16	53	5	0	114
		1977	103	93	196	4	2	0	8	0	0	-	-	-
	1975	22	22	19	16	8	0	0	0	0	11	12	34	
	1976	29	20	27	17	5	4	0	9	9	4	0	29	
	1977	18	18	35	4	2	0	8	0	0	-	-	-	

(出所) コロコワイコ鉾山 観測データ

4-2-3 道路計画

㊤、㊦ルート共に、現道はかなりの区間で目標とする幾何構造基準値を満足しないが、大部分は現道を改良することによって、改良は可能であり、この場合の計画道路は、図5-10、11の条件となる。なお、この計画においては次の点の詳細な検討を要する。

1) ㊤ルート

アブリマック川溪谷通過部は大きな岩塊が多く、さらに渡河部の地形が険しく、拡巾、改良には多額の費用を要するため、部分的には当初は暫定構造とすることもやむを得ないと考えられる(写真5-1)。

アングスツラ平原には、将来マヘス計画によりダム建設が予定されているため、迂回ルートが必要であるが、比較的容易に建設が可能と思われる。

なお、これらの個所を避けるルートとして、マヘス計画により建設されたコンドロマダムへの連絡道路を利用し、シバヨ附近から国道21号へ連絡するルートも、図上の検討では可能と判断されるが、コンドロマダムから国道21号へ連絡する迄の区間の道路の新設が必要であることに加え、急勾配部が長く、標高の高い区間の通過が多いことから、決して勝れたルートとは言えない。しかし鉾山からの距離は最も短くなる可能性もあるため今後一応の検討の要はあろう。

写真5-1 アブリマック溪谷部の現道状況

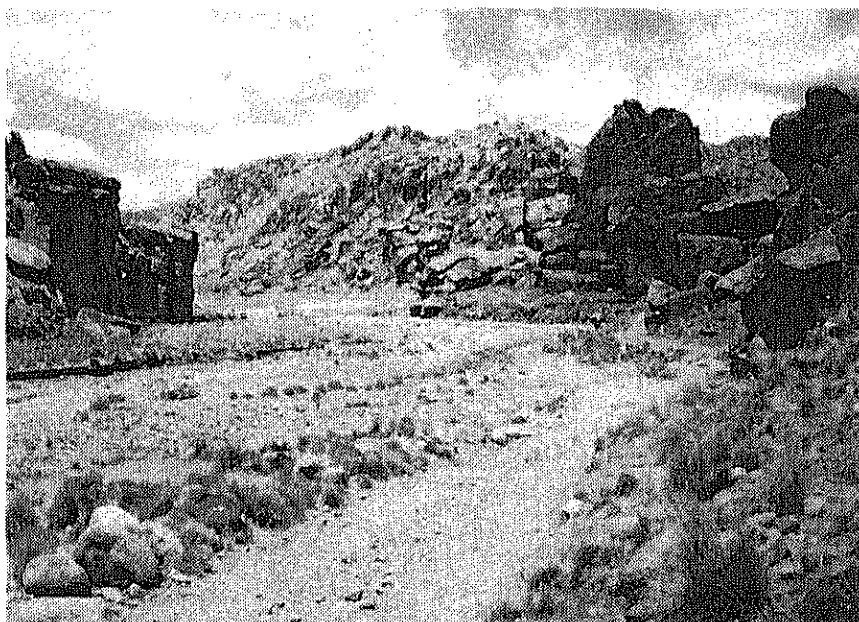


図5-10 道路条件一覧表 ④ルート

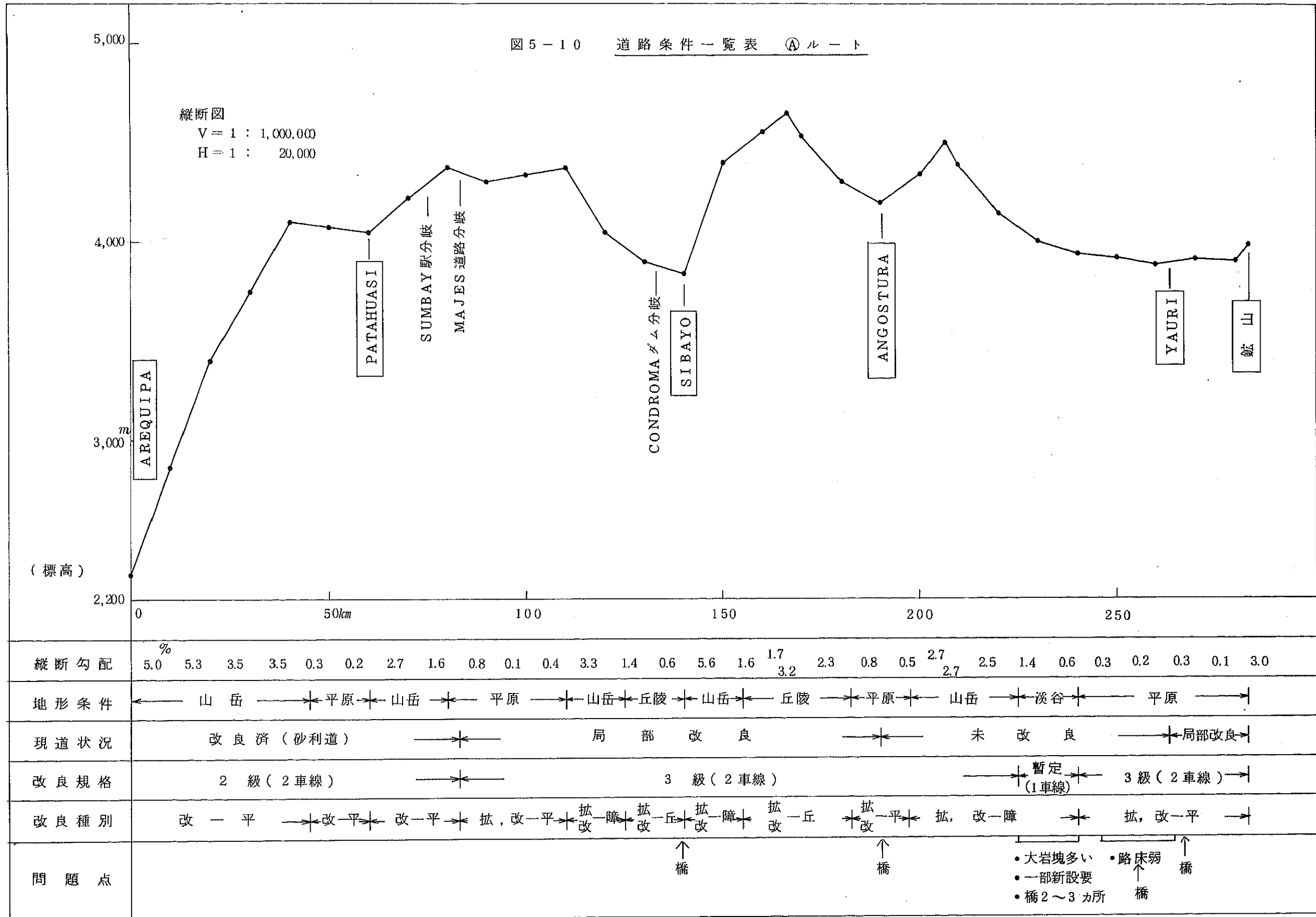
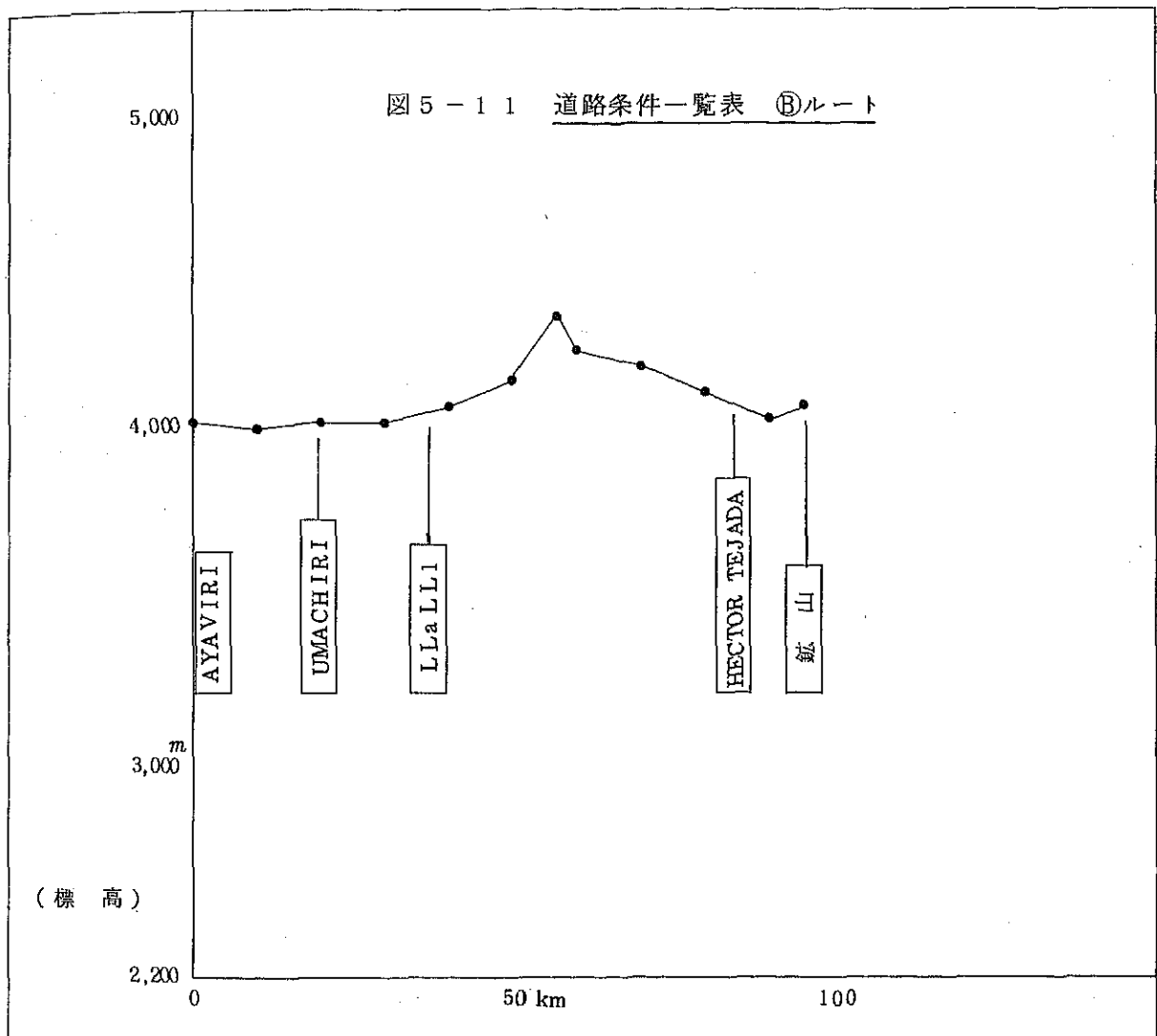


図 5 - 1 1 道路条件一覧表 ⑧ルート



縦断勾配	0.2% 0.2 0.1 0.5 0.8 4.0 5.0 0.4 0.8 0.8 25
地形条件	平 原 ——— 山 岳 ——— 平 原 —
現道状況	局 部 改 良 ——— 未 改 良 —
改良規格	3 級 (2 車 線) —
改良種別	改 一 平 ——— 拡 改 一 丘 ——— 拡 改 一 降 改 一 丘 ——— 拡 , 改 一 平 —
問題点	↑橋 ↑橋 ↑橋 • 線型改良 ↑橋

2) ㊸ルート

特に詳細な検討を要する区間はないが、山岳部が幾何構造的に非常に貧弱であるため、一部については迂回路を設けなければならない区間もある。なお、このルートには、チュキバンビージャでの鉄道連絡案もあるが、基本的には同ルートであるため、当ルートで代表させることとする。

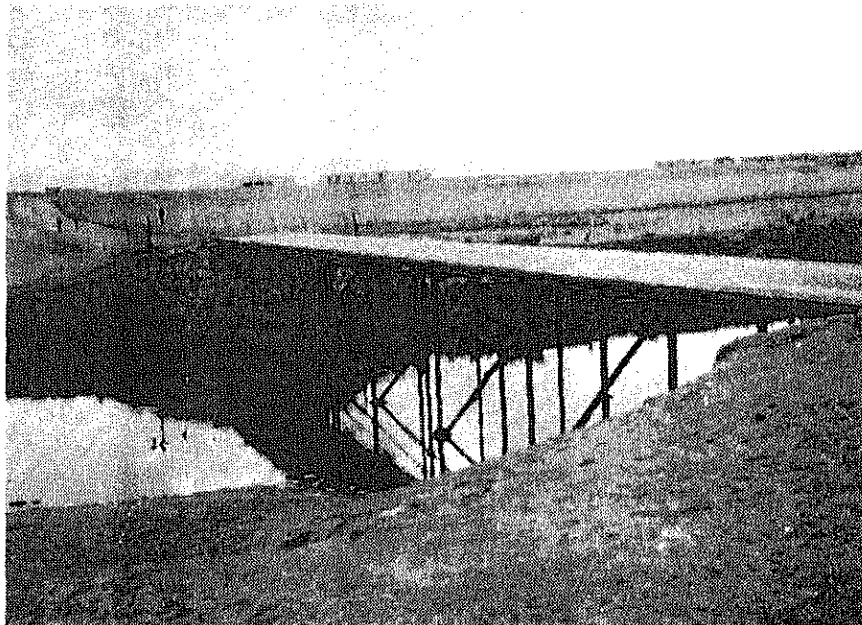
基本的には以上の点が問題であるが、現道の現況から判断して、今後の改良計画において留意すべきポイントを記しておく。

1) 橋梁

㊸、㊸ルート共に、現在の橋梁はすべて、重量車の通行には耐えられず、改良の必要がある。なお、雨期の通行には、橋梁が必要な個所であっても現在は架橋されていない地点も多く、現在の橋梁の他にかなりの新設橋梁あるいはカルバートの設置を要する。

これらの設計にあたっては、河川断面の決定について、正確な気象データの分析あるいは雨期の状況の把握が必要であろう（写真5-2）。

写真5-2 古レールを使用した軽橋梁



2) 排水処理

乾期にはほとんど排水の必要がないため、排水処理がされている個所が非常に少なく、雨期の出水によって道路が損傷を受けている個所が多い。雨期の通行のためには排水処理が必要であり、特に切土区間の路肩、低盛土部への側溝設置、流水横断個所への横断管の設置は最低限必要である（写真5-3）。

側溝については、地質的に砂礫層の部分が多いため、素堀りの側溝で十分と思われる。

写真 5 - 3 排水処理が悪く道路が負傷を受けた例



3) 切土法面処理

地質および気象条件的にみて、植生による法面保護は考えられず、ほとんどの法面は無処理となるが、法面の崩壊の危険性は地滑り等がほとんど認められぬため少ない。しかし、小規模な崩落の可能性は大きい。

対策としては、法勾配を出来る限り緩くし、また側溝等により路肩の巾を十分に取って、崩落土から交通を守るようにする配慮が必要である。

4) 安全対策

高地通行が長いため、運転の疲労度が高く事故の危険性は大きい。ガードレール等の安全対策が全くない現状である。

今後、輸送路として使用するためには、危険箇所へのガードレールの設置および路肩部の整備が必須である。なお、暫定1車線での施工部には適当な間隔で待避所の設置が必要である。

4-2-4 道路建設費の推定

道路建設費の算定に関しては、両ルート共に10万分の1地形図に基づく推定となるため、具体的な土工、橋梁、構造物などの工事数量を算出することが出来ない。

このため、主として地形、地質の状況による改良工事の難易度により、区間を分割し、それぞれの区間毎の建設単価を現在までの類似工事の実績値から推定することにより求める方法とした。

建設単価については、ペルー政府が71～75年の間において実施した2車線の道路建設の実績値の平均を基本としているが、当ルートが非常な高地であり、さらに建設労働者の居住地から遠隔の地にあるため、労働条件、資機材の供給条件を考慮し、単価の割増しを10%見込むこととした。

なお、78年から建設期間までの単価の上昇率は、年7%（金利分のみ）の等比と仮定し、建設期間は両ルート共に82年には建設を完了することとしているため、投資重心年は81年となり、建設費としてはこの年までの単価上昇を見込んだものとする。

ペルーにおける過去の実績に基づく平均単価は表5-18の通りであり、これらを用いて当道路建設に使用する標準単価を求めれば表5-19となる。

この標準単価を用いて④、⑤両ルートの建設費を算定すれば、図5-10、11（既出）に示す現道条件、地形条件に基づき下記のとおりである。

㊤ルートの建設費

(1) 新設区間	(障害地)	5 km × 3 9.2 百万ソールス/km = 1 9 6.0 百万ソールス
	(丘陵地)	1 5 × 3 0.4 = 4 5 6.0
(2) 拡張, 改良区間	(障害地)	6 8 × 1 6.9 = 1,1 4 9.2
	(丘陵地)	2 8 × 1 4.4 = 4 0 3.2
	(平地地)	8 4 × 8.7 = 7 3 0.8
(3) 改良区間	(平地地)	8 3 × 3.8 = 3 1 5.4
計		3, 2 5 0.6 百万ソールス(1 8,0 5 9千US\$)

表5-18-1 2車線道路建設価格(1) (単位:百万ソールス/km)

種 別	地 形	単 価	備 考
新 設	障害地	1 5.6 3	巾員W = 1.8 m以下の現道がある場合も含む
	標準地	1 3.3 4	
拡 張	障害地	3.9 2	未改良土道を砂利道にする場合
	標準地	3.3 3	
改 良	障害地	3.0 9	同 上
	標準地	2.6 7	

- (注) 1. 高地(標高1,500 m以上)における価格である。
 2. 砂利道建設の価格である。
 3. 1976年価格

(出所) ORDES O資料

表5-18-2 2車線道路建設価格(2) (単位:百万ソールス/km)

地 形	資料-①	資料-②	備 考
平 田 地	1 5	2 0	舗装費を20~25%含む
起 伏 地	3 0	2 8	
障 害 地	4 0	3 5	

- (注) 1. 1978年価格
 2. 新設に対するものである。

(出所) Ministerio de Transportes y Comunicaciones

㊦ルートの建設費

(1) 新設区間	(丘陵地)	2 km × 3 0.4 百万ソールス/km = 6 0.8 百万ソールス
(2) 拡張, 改良区間	(障害地)	8 × 1 6.9 = 1 3 5.2
	(丘陵地)	2 3 × 1 4.4 = 3 3 1.2

表5-19 道路建設の標準価格(砂利道)

(単位:百万ソールレス/km)

種別	地形区分	1982年価格	1978年価格	算出根拠
新設	障害地	39.2	32.0	$\frac{40 + 35}{2} \times 0.775 (\times 1.07^3) \times 1.1$
	丘陵地	30.4	24.8	$\frac{30 + 28}{2} \times "$
	平坦地	18.3	14.9	$\frac{15 + 20}{2} \times "$
拡張	障害地	9.4	7.7	$3.92 \times \frac{\left(\frac{29.1}{15.63} + \frac{22.5}{13.34}\right)}{2} (\times 1.07^3) \times 1.1$
	丘陵地	8.0	6.5	3.33 x "
	平坦地	4.9	4.0	$3.33 \times \frac{13.5}{22.5} \times "$
改良	障害地	7.5	6.1	$3.09 \times \frac{\left(\frac{29.1}{15.63} + \frac{22.5}{13.34}\right)}{2} (\times 1.07^3) \times 1.1$
	丘陵地	6.4	5.2	2.67 x "
	平坦地	3.8	3.1	$2.67 \times \frac{13.5}{22.5} \times "$

(平坦地) $2.5 \text{ km} \times 8.7 \text{ 百万ソールス/km} = 217.5 \text{ 百万ソールス}$
 (3) 改良区間 (平坦地) $3.7 \times 3.8 = 14.06$
 計 $885.3 \text{ 百万ソールス (4,918千US\$)}$

(注) 外貨換算レート (1 US\$ = 180 ソールス; 1978年価)

4-2-5 道路の走行費用

道路の走行費用を算出する基礎データとしてはペル政府で1976年に調査分析を行った結果(表5-20)を用いることとするが、勾配による補正値が得られなかったため、日本における同種の調査結果による値を使用した。㊶、㊷両ルートについて、整備完了後の自動車1台当りの走行費用を算出すれば次のとおりである(表5-21)。

㊶ルート(鉱山〜アレキバ)

1) 普通トラック (0~2%) $17.6 \text{ km} \times 25.32 \text{ ソールス/km} = 4,456 \text{ ソールス}$
 (2~4%) $7.7 \times 30.38 = 2,339$
 (4~6%) $3.0 \times 32.92 = 988$
 計 $7,783 \text{ ソールス (136.5 US\$)}$

2) 大型トラック (0~2%) $17.6 \text{ km} \times 34.70 \text{ ソールス/km} = 6,107 \text{ ソールス}$
 (2~4%) $7.7 \times 41.64 = 3,206$
 (4~6%) $3.0 \times 45.11 = 1,353$
 計 $10,666 \text{ ソールス (187.1 US\$)}$

㊷ルート

1) 普通トラック (0~2%) $8.0 \text{ km} \times 25.32 \text{ ソールス/km} = 2,025 \text{ ソールス}$
 (2~4%) $5 \times 30.38 = 152$
 (4~6%) $1.0 \times 32.92 = 329$
 計 $2,506 \text{ ソールス (44.0 US\$)}$

2) 大型トラック (0~2%) $8.0 \text{ km} \times 34.70 \text{ ソールス/km} = 2,776 \text{ ソールス}$
 (2~4%) $5 \times 41.64 = 208$
 (4~6%) $1.0 \times 45.11 = 451$
 計 $3,435 \text{ ソールス (60.2 US\$)}$

(注) 外貨換算レート (1 US\$ = 57 ソールス; 1976年価)

表5-20 自動車の走行費用単価表

(単位:ソールス/km)

項 目		普通トラック	大型トラック
走行費	燃 料 費	8.208	3.869
	油 脂 費	0.342	0.422
	タイヤ, チューブ費	2.929	4.574
	維 持 費	3.869	5.397
	減 価 償 却 費	2.661	7.490
	小 計	18.002	21.752
固定費	人 件 費	2.769	3.000
	税 金	2.075	5.842
	保 険 費	1.252	2.733
	検 査 費	0.072	0.129
	一 般 管 理 費	1.150	1.246
	小 計	7.318	12.950
合 計		25.320	34.702

- (注) 1. 1976年調査
 2. 砂利道の値
 3. バスは普通トラックと同一値とする。
 4. 勾配による補正值は

}	0 ~ 2 %	1.00
	2 ~ 4 %	1.20
	4 ~ 6 %	1.30
	6 ~ 8 %	1.40

(出所) Ministerio de Transportes y Comunicaciones

表 5 - 2 1 鉾山関連走行費用計算表

年	割引率 7%/年 (α)	操業期間	④ ルート (鉾山〜アレンキ〜パ間)		⑤ ルート	
			普通トラック(x_1)	大型トラック(x_2)	普通トラック(y_1)	大型トラック(y_2)
1978	1.000			$\alpha \times (x_1 \times 136.5 + x_2 \times 187.1)$		$\alpha \times (y_1 \times 44.0 + y_2 \times 60.2)$
79	0.935		8台/日	8,771	8台/日	2822
80	0.873		8	8,204	8	2,640
81	0.816		8	7,674	8	2,470
82	0.762		28	8,759	28	2,819
83	0.712		22	7,741	22	2,492
84	0.666		22	7,228	22	2,326
85	0.623		14	9,440	14	3,038
86	0.582		14	8,823	14	2,839
87	0.544		14	8,247	14	2,654
88	0.508		60台/日	7,710	60台/日	2,481
89	0.475		60	7,194	60	2,315
90	0.444		60	6,736	60	2,168
91	0.415		60	6,300	60	2,027
92	0.388		96	5,883	96	1,893
93	0.362		96	5,504	96	1,771
94	0.339		36	2,231	36	718
95	0.317		36	2,092	36	674
96	0.296		36	1,954	36	629
97	0.277		36	1,421	36	457
98	0.258		36	1,327	36	427
99	0.242					
2000	0.226					
01	0.211					
02	0.197					
鉾山関連走行費用 (1978年価)			$\sum \{ (x_1 \times 136.5 + x_2 \times 187.1) \times \alpha \} \times 365 \text{日} \times 0.7$ $= 122,239 \times 365 \times 0.7$ $= 31,488 \text{千US\$}$		$\sum \{ (y_1 \times 44.0 + y_2 \times 60.2) \times \alpha \} \times 365 \text{日} \times 0.7$ $= 39,660 \times 365 \times 0.7$ $= 10,133 \text{千US\$}$	

第5節 道路の輸送費用と官民負担区分

5-1 道路の輸送費用

鉱山開発の経済性を総合的に評価する場合には輸送費用についても考慮する必要があるが、これは道路の建設費、維持管理費および車両の走行費を含んでいる。

これらについて78年価格換算で鉱山操業完了までに要する輸送費用を算出した結果は表5-22のとおりである。

5-2 道路建設費の官民負担区分

道路建設費、維持管理費の官民負担区分については、両ルート共に地域開発的な要素をかなり持つ道路であるため、道路開発に伴う地域へのインパクトを考慮して決める必要があるが、現段階においては、具体的な地域開発の計画も立案されていないためその割合を決めることは困難である。

従って、ここでは現在、道路通行の必要性がほとんどなく、主として鉱山を開発するために道路開発の必要がある区間について全額鉱山負担とする考え方を取ることとすれば、④ルートについては鉱山～ヤウリ～アンゴスツラ間、③ルートについては鉱山～ヘクトールテハダ～ヤイヌエボ間となる。

なお、維持管理費については鉱山の重量車の割合が大きいと考えられることから、全区間について1/2負担とする。

この考え方とした場合の道路建設費の公共負担分は、78年価格で表5-22に示すとおりである。

表5-22 鉾山関連輸送費用(1978年価格換算)

(単位:1,000US\$)

輸送費項目	㊤ルート(鉾山～マタラニ間)	㊦ルート(鉾山～アヤビリ間)
建設費	鉾山負担 5,774	鉾山負担 2,820
	公共負担 8,968	公共負担 1,195
	小計 14,742	小計 4,015
維持管理費	鉾山負担 1,270	鉾山負担 426
	公共負担 1,271	公共負担 427
	小計 2,541	小計 853
走行費用	(鉾山～アキバ) 3,148.8	1,013.3
	(アキバ～マタラニ) 7,907	
合計	56,678	15,001

- (注) 1) 輸送費用は道路の耐用年数を20年とし、1983～2002年までの間の値である。
- 2) 鉾山操業は、チンタヤ(1983～97年)、コロコワイコ(1986～2000年)、ケチュア(1989～2006年)、アタラヤ(1978～86年)の期間とする。
- 3) 道路建設は1982年に完了と仮定する。
- 4) 維持管理費は200万ソールズ/年・km(1978年単価)を使用する。
- 5) 現価換算の割引率は7%/年とする。
- 6) 1978年時点のUS\$換算レートは(1US\$ = 180ソールズ)とする。
- 7) 走行費用については1976年でドル換算し、上昇は考えない。

第6節 次期詳細調査への提言

この調査においては、鉾山のインフラストラクチャーの一部門として道路のみについて調査を行ったものである。

鉾山の輸送の問題を検討する場合には、当然であるが道路だけでは評価することは出来ない。この地域では、鉄道、港湾と一体となった検討がなされたうえで、総合的な評価を行って輸送ルートを決定する必要がある。

従って今後早急に鉄道および港湾部門の調査を実施し、その関連において、道路計画についても、新たな視点から総合的に見直す必要があると思われる。

また、道路のみの問題についても、今回の調査は限られた短期間の調査であったため、今後検討すべき事項も多い。主なものを以下に列記する。

- (1) 提案した輸送ルートに限らず、この地区の道路の最大の欠陥は、雨期（12月～4月）における通行の障害である。今回の調査は乾期であったために雨期の状態を調査することが出来なかった。

今後具体計画を策定するためには、雨期の状況の詳細な調査が是非とも必要である。

- (2) 道路単独ルートである④ルートについては、かなりの区間が何らかの形でマヘス計画と共用となる。

今後の改良、維持管理においてはこの点をふまえて、密接な計画調整を図って行く必要がある。特にアンゴスツラダム建設のための道路改良については調整が必要である。

- (3) ④ルートのアプリマック渓谷通過部に関しては、建設コストも大きくまた将来も通行に支障の恐れが強いため、雨期の状況も正確に把握したうえで詳細な図面にに基づき、慎重な検討を必要とする。当初は暫定施工とし、順次改良を加えて完成に持ってゆく方式を検討すべきである。

- (4) 道路建設等のコストに関しては、現在ペルー国では異常なインフレが進行しているため、将来のコストの推定は不可能な状態にあるため、具体計画検討時には、コストの時点修正が是非必要である。

- (5) ④、③両ルート共、この地域の将来の発展に大きな影響を及ぼすものと考えられるため、これらの道路整備を前提として、この地域の将来の開発、発展の位置付けを政府において立案すべきであろう。これによって計画道路もより一層の効果を発揮することになる。

第 6 章

鉦山都市開発

第 6 章 鉾山都市開発計画

はじめに

鉾山都市開発計画においては、チンタヤ、コロコワイコ、ケチュアの3鉾山を一体的にとらえつつ、鉾山の経営および地域開発効果の両面から開発形態について最適解を求めるとともに、鉾山都市の立地および規模、施設の内容等について検討を加えた。

第1節 地域の現況

1-1 広域的条件

ペルーの国土は、大きく北部、中央部、東部、南部の4地域に区分されるが、今回の検討対象地域は、南部地域のほぼ中央に位置し、首都リマから東南へ約850kmの距離にある。一帯は標高約4,000mの高山地帯で、年平均気温10℃以下、年間降雨量800~1,000mm(12月~4月の雨期に集中する)といった気候条件にある。

南部地域はアレキープ、クスコなど7州によって構成され、ペルー第2の都市アレキープ(人口30.5万人)がその中心を成し、クスコ、プノがこれに次ぐ中核都市を形成している。対象地域は、クスコ州の最南端のエスピナル郡に属しており、クスコ市からは東南へ約180km(進路距離260km)の位置にある。

中央政府の行政は、クスコ、マドレ・デ・ディオス、アブリマックの3州を一体の地域(ZONA DE ADMINISTRACION)として行われており、クスコに各省庁の施設が置かれている。また、現在この3州の地域開発を統轄する組織として、東南地域開発機構(ORDESO: ORGANISMO REGIONAL DEL DESARROLLO DEL SUR ORIENTE)が設置されている。この東南地域一帯は、現状では海岸地帯と結ぶ交通網に恵まれず、このため近代産業の立地は勿論、資源開発の面においても後進的な位置にあり、反面、農業開発、鉱物資源開発など今後の開発の可能性を多く残している地域であると言える。

エスピナル郡をはじめとする高山地帯は、粗放的な牧畜を主産業とする地域で、生産物は主としてアレキープ方面に送られている。また、日常生活物資等もアレキープから輸送されており、この意味で地域一帯はアレキープ経済圏に属していると考えてよい。図6-1に検討対象地区の位置を示す。

1-2 人口・産業

表6-1は、クスコ州の郡別人口分布の状況を示したものである。州全体の人口は、61年70万5,000人、72年71万5,000人とこの間ほぼ横ばいの傾向を示している。またORDESOの資料によれば78年現在の州人口は85万人となっている。61年以降の約10

图 6 - 1 検討対象地区位置图



年間についてみれば、全国平均出生率が4.1～4.2人/千人・年(1970年)^{注1)}、死亡率が1.5人/千人・年(1961年)^{注2)}であり、人口増加率は年間2.6～2.7%と推定されることから、この間州域から大都市地域への人口流出が進んだものと推測される。州内でも、明瞭な人口増加を示しているのはクスコ郡のみであり、エスピナル、カンチスなど高山地帯をはじめとする諸郡においては、既に人口減少の現象が現われており、人口流出の傾向が著しいことを示している。

エスピナル郡は面積4,418 km²を有するが、1972年国勢調査による人口は41,000人に過ぎず、人口密度は1ヘクタール当たり9.4人、と隣接する諸地域に比べても稀薄である。さらに、1977年時点では40,253人、とわずかではあるが人口減少の傾向が続いている。^{注3)}住民の85%以上が散村部に居住しており、都市人口は極めて少ない(表6-2参照)。人口の年齢別構成についてみれば、表6-3にみるように、全国的なピラミッド型構成に近似した構成を示しているが、65才以上の老令人口の割合が高いことが、その特徴として指摘できる。

一方、就業人口構造に関して示したものが表6-4、5である。総人口に対する就業人口の割合は約30%であり、クスコ州全体では就業人口の60%以上が農林牧畜業に従事しているが、エスピナル郡では高山地帯であるにもかかわらず、その割合が30%以下であり、製造業、商業従業者の割合が高い点はその特色としてあげられる。既述のとおり、農林業の主体を成すものは粗放的な生産方式による牧畜であり、生産性が低いことから、農業従事者の10～20%が、雨期には季節労働者としてアレキパ方面に出稼ぎに出ているのが現状である。こうした面から、農業の生産性の向上、あるいは新たな就業機会の創出、といったことが地域開発の主要課題となっているといえる。

注1) "ESTUDIO DE LA POBLACIÓN PERUANA" I.N.P. 1972

注2) LA POBLACIÓN DEL PERÚ 1974

注3) PLAN MICROREGIONAL DE DESARROLLO PARA PROVINCIAS
ATLAS EN EL BICENTENARIO DE LA REVOLUCIÓN DE
TUPAC AMARU (INP) による。

表 6 - 1 クスコ洲の郡別人口分布および動態 (1961 - 72 年)

郡 名	1961年人口 (人)	1972年人口 (人)	増減率 (%)	面 積 (km ²)	'72年 人口密度 (人/km ²)
CUZCO	118,789	143,343	20.7	523	27.4
ACCOMAYO	33,049	29,980	-9.3	934	32.1
ANTA	50,163	46,330	-7.6	1,858	24.9
CALCA	43,999	46,191	5.0	3,148	14.7
CANAS	30,970	31,546	1.9	1,604	19.7
CANCHIS	76,856	75,616	-1.6	4,178	18.1
CHUMBIVILCAS	56,358	58,312	3.5	5,239	11.1
ESPINAR	41,586	41,461	-0.3	4,418	9.4
LA CONVENCION	81,138	84,161	3.7	36,974	2.3
PARURO	34,644	31,536	-9.0	1,929	16.3
PAUCARTAMBO	30,405	29,983	-1.4	6,448	4.6
QUISPICANCHIS	69,080	62,155	-10.0	7,138	8.7
URBAMBA	35,663	34,623	-2.9	1,833	18.9
ク ス コ 洲 計	702,700	715,237	1.8	76,225	9.4
全 国 計	7,906,746	13,558,208	71.5	1,285,216	10.5

(出所) CENSOS NACIONALES 1961, 1972およびATRAS HISTORICO GEOGRAFICO Y DE PAISAJES PERUANOS (I.N.P.)

表 6 - 2 市街地・非市街地別人口 (1972 年)

郡 名	市街地人口 (URBANA)		非市街地人口 (RURAL)		計 (人)
	(人)	(%)	(人)	(%)	
CUZCO	131,386	91.7	11,957	8.3	143,343
ACCOMAYO	13,829	46.1	16,151	53.9	29,980
ANTA	11,751	25.4	34,579	74.6	46,330
CALCA	10,193	22.1	35,998	77.9	46,191
CANAS	3,644	11.6	27,902	88.4	31,546
CANCHIS	23,718	31.3	51,898	68.7	75,616
CHUMBIVILCAS	5,739	9.8	52,573	90.2	58,312
ESPINAR	5,845	14.1	35,616	85.9	41,461
LA CONVENCION	14,093	16.7	70,068	83.3	84,161
PARURO	11,077	35.1	20,459	64.9	31,536
PAUCARTAMBO	3,674	12.3	26,309	87.7	29,983
QUISPICANCHIS	16,178	26.0	45,977	74.0	62,155
URBAMBA	11,695	33.8	22,928	66.2	34,623
ク ス コ 洲 計	262,822	36.7	452,415	63.3	715,237

(出所) CENSOS NACIONALES 1972

表 6 - 3 年令別人口 (1972 年)

項 目	全 国		C U Z C O 州		E S P I N A R 郡	
	(人)	(%)	(人)	(%)	(人)	(%)
0 - 4 才	2,201,014	16.2	117,666	16.4	7,682	18.5
5 - 9	2,022,740	14.9	106,888	14.9	6,324	15.3
10 - 14	1,713,510	12.7	84,718	11.8	4,652	11.2
15 - 19	1,410,312	10.4	64,867	9.1	3,292	7.9
20 - 24	1,150,589	8.5	52,371	7.3	2,795	6.8
25 - 29	929,550	6.9	46,854	6.5	2,651	6.4
30 - 34	771,727	5.7	42,084	5.9	2,517	6.1
35 - 39	729,091	5.4	41,893	5.9	2,621	6.3
40 - 44	606,999	4.5	34,841	4.9	2,170	5.2
45 - 49	487,965	3.6	28,665	4.0	1,499	3.6
50 - 54	388,618	2.9	22,179	3.1	1,212	2.9
55 - 59	299,975	2.2	16,117	2.3	928	2.2
60 - 64	274,570	2.0	16,826	2.4	889	2.2
65 才以上	522,485	3.9	37,881	5.3	2,190	5.3
不 明	28,063	0.2	1,387	0.2	39	0.1
計	13,558,208	100.0	715,237	100.0	41,461	100.0

(出所) CENSOS NACIONALES 1972

表 6 - 4 産業別就業人口 - 6才以上 - (1972年)

項 目	CUZCO州		ESPINAR郡	
	(人)	(%)	(人)	(%)
農 林 業	133,451	61.6	3,665	28.8
漁 業	42	0.0	2	0.0
鉱 業	913	0.4	468	3.7
製 造 業	19,814	9.2	3,887	30.7
電 気 ・ ガ ス ・ 水 道	165	0.1	3	0.0
建 設 業	5,348	2.5	245	1.9
商 業	15,526	7.2	1,480	11.7
運 輸 業	3,510	1.6	87	0.7
金 融 業	969	0.4	17	0.1
サ - ビ ス 業	22,800	10.5	464	3.7
そ の 他	14,038	6.5	2,371	18.7
計	216,576	100.0	12,689	100.0

(出所) CENSOS NACIONALES 1972

表 6 - 5 職業別就業人口 - 15才以上 - (1972年)

項 目	CUZCO州		ESPINAR郡	
	(人)	(%)	(人)	(%)
専 門 職	9,087	4.3	230	1.8
高 級 職	237	0.1	9	0.1
管 理 職	3,901	1.9	62	0.5
商 業 ・ 販 売	13,144	6.3	1,416	11.3
サ - ビ ス 職	11,976	5.7	281	2.2
農 林 職	128,665	61.4	3,544	28.4
農 業 以 外 の 労 務	30,835	14.7	4,635	37.1
そ の 他	11,764	5.6	2,318	18.6
計	209,609	100.0	12,495	100.0

(出所) CENSOS NACIONALES 1972

1-3 対象地域の都市開発の現況

つぎに、今回検討対象とした3鉱山を含むエスピナル郡の市街化および都市施設などの現況について述べる。エスピナル郡の行政区画は、6つの地区(DISTRITO)に区分され、チンタヤ、コロコワイコ、ケチュアの各鉱山は、いずれもエスピナル(ヤウリ)地区に属している。(図6-2)

各地区の人口分布は、表6-6に示すとおりであるが、このうちまとまった市街地を形成しているのは、エスピナル郡の中心都市(CAPITAL DE PROVINCIA)ヤウリ(人口約4,000人)およびパイパタ地区の中心地ヘクトール・テハダ(人口約900人)のみであり、他はいずれも小規模な集落地の居住人口である。集落地の規模をエスピナル地区についてみると、表6-7に示すように100戸以上の集落地・市街地はヤウリ市とアタラヤ鉱山だけで、人口の4分の3は100戸以下の集落地に居住し、約40%は20戸以下の小集落地に居住している。地域の人口は季節労働者の流出等により季節的に変動するほか、多くの住民が市街地部と散村部の双方に住居を持ち、必要に応じて住み分けているため、市街地部の人口も必ずしも一定していないというのが現状である。

住宅事情に関してみると、所有形態は大部分が持ち家であるが、2寝室以上を持つものは総戸数のわずか20%程度であり、また住宅としての設備にかける堀立小屋に住む人口が60%以上に達するなど、居住水準は他地域に比較しても著しく低い(表6-8, 9参照)。

主要都市施設の現況は以下のとおりである。

まず交通施設について、幹線交通網の概要を図6-3に示す。現在南部の海岸部のマタラニからアレキーバ、フリアカを経てクスコに至る鉄道路線が整備されていて、この地域の物資輸送の主軸となっている。また幹線道路としては、クスコ～アレキーバ間を結ぶ国道(RUTA NACIONAL)3号および21号がその骨格を形成している。エスピナル郡は、これら幹線ルートを経由地として重要な位置にある。鉄道を利用した地域への物資輸送の方法としては、アヤビリから州道(RUTA DEPARTAMENTAL)104号を経由するルートと、シクアニから国道21号を経由するルートの2つがあるが、前者は雨期には通行不能となるため、シクアニからのルートが主に利用されている。現在カタンガ鉱山、アタラヤ鉱山など近隣の既存鉱山の精鉱輸送もこのルートによって行われているほか、カンチス郡の中心都市であるシクアニ(総人口3万6,000人、市街地人口1万3,000人)とこの地域とは経済活動の面でも密接な関係を持っており、このルートの拡充・整備が、道路網整備に関する当面の課題となっている。(なお地域の道路事情の詳細については道路計画の項を参照のこと。)

つぎに教育施設についてみると、政府の教育普及の努力により、義務教育施設は散村部に至るまで整備されており、図6-4に示すように、人口約500人に1校の割合で基礎学校が分布している。小学校(EDUCACION BASICA 1 & 2 CICLO)に関しては就学率は極めて高い水準にあり、年令6才～14才の児童の就学率は1974年81.8%、1977年では93.9%に達している。^{注)}ただし、72年からすすめられている教育制度改革は現在実施途上^{注)}V REGIÓN EDUCACIÓN 1977 による。

図6-2 クスコ州南部概況図

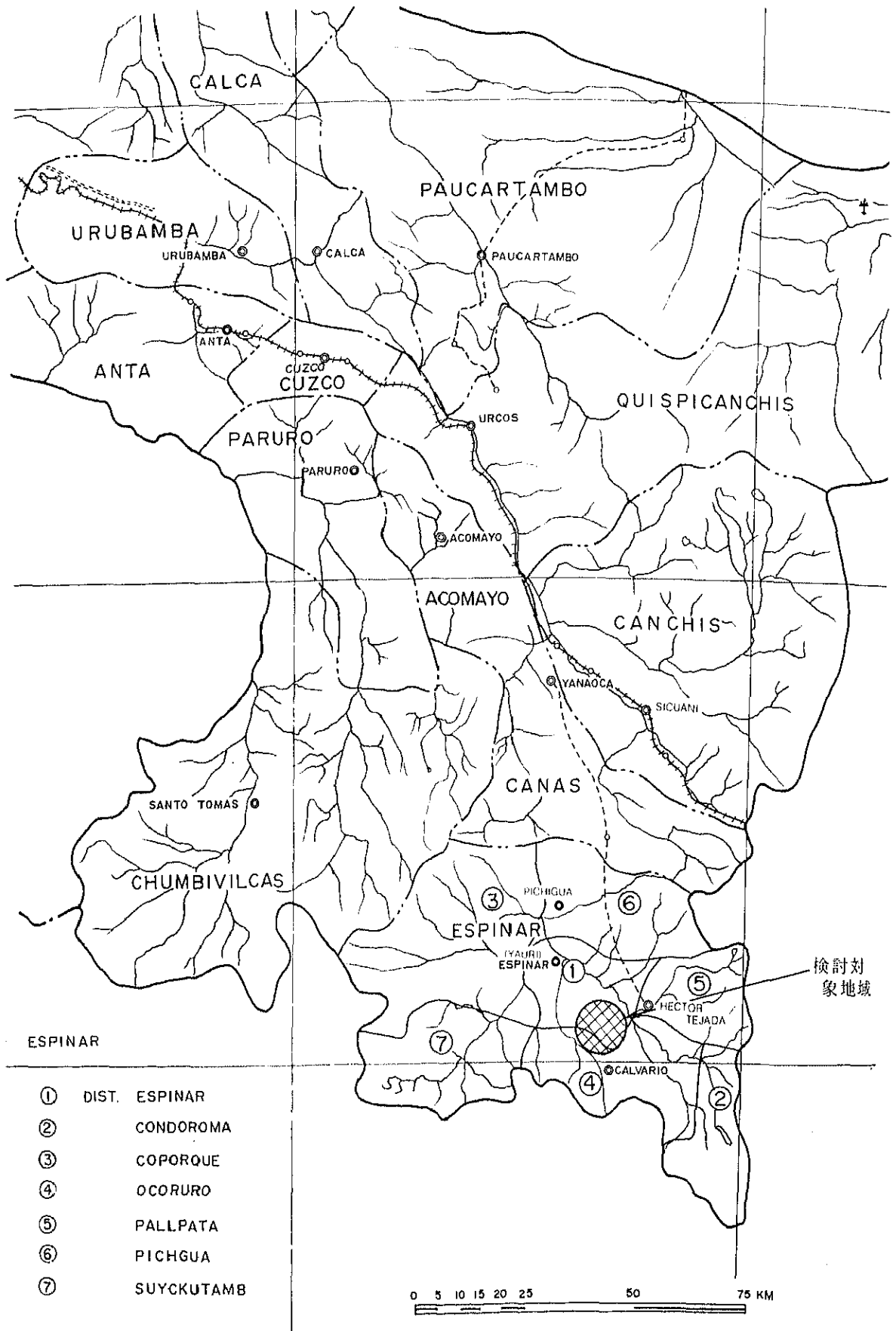


表 6 - 6 エスピナル郡の地区別人口 (1972)

(単位 : 人)

区 分	市 街 地 部	非 市 街 地 部	計
YAURI (DIST. ESPINAR)	3,972	11,969	15,941
DIST. CONDOROMA	211	839	1,050
COPORQUE	326	10,643	10,969
OCORURO	212	1,381	1,593
PALLPATA	915	3,463	4,378
PICHIGUA	202	5,348	5,550
SUYCKTAMB	7	1,973	1,980
計	5,845	35,616	41,461

(出所) CENSO NACIONAL 1972

表 6 - 7 ヤウリ (エスピナル郡) における集落分布

集 落 規 模	集 落 数	戸 数 (戸)	人 口 (人)
1 - 5 戸	505	974	4,808
6 - 10	47	398	1,723
11 - 20	33	406	2,172
21 - 50	14	405	1,785
51 - 100	4	271	1,211
100 戸以上 ¹⁾	2	1,061	4,242
計	605	3,515	15,941 ²⁾

(注) 1) ATALAYA 鉱山 (104 戸 , 270 人) および YAURI 市街地 (957 戸 , 3,972 人)

2) 平均戸当り人員 4.54 人 / 戸

(出所) CENSOS NACIONALES 1972 より作成

表 6 - 8 タイプ別住宅数

(単位 : 戸)

	ク ス コ 洲			エスピナル郡		
	URBANO	RURAL	TOTAL	URBANO	RURAL	TOTAL
独立住宅	34,924	58,172	93,096	1,248	1,822	3,070
アパート	952	-	952	3	-	3
長 屋	477	-	477	-	-	-
間 借	19,248	504	19,752	97	9	106
未規格住宅	157	388	545	2	27	29
掘立小屋	2,238	41,457	43,695	25	5,755	5,780
非住宅	264	222	486	17	24	41
その他	14	34	48	-	1	1
計	58,274	100,777	159,051	1,392	7,638	9,030

(出所) CENSOS NACIONALES 1972

表 6 - 9 寝室数別住宅数

(単位 : 戸)

	ク ス コ 洲			エスピナル郡		
	URBANO	RURAL	TOTAL	URBANO	RURAL	TOTAL
0 寝室	25,655	41,108	66,763	342	2,086	2,428
1	18,456	43,453	61,909	776	4,099	4,875
2	7,633	8,403	16,036	195	780	975
3	3,025	1,112	4,137	30	165	195
4	990	264	1,254	5	34	39
5 以上	390	127	517	2	6	8
不明	2,115	6,310	8,425	42	468	510
計	58,274	100,777	159,051	1,392	7,638	9,030

(出所) CENSOS NACIONALES 1972

図 6 - 3 幹線交通網図

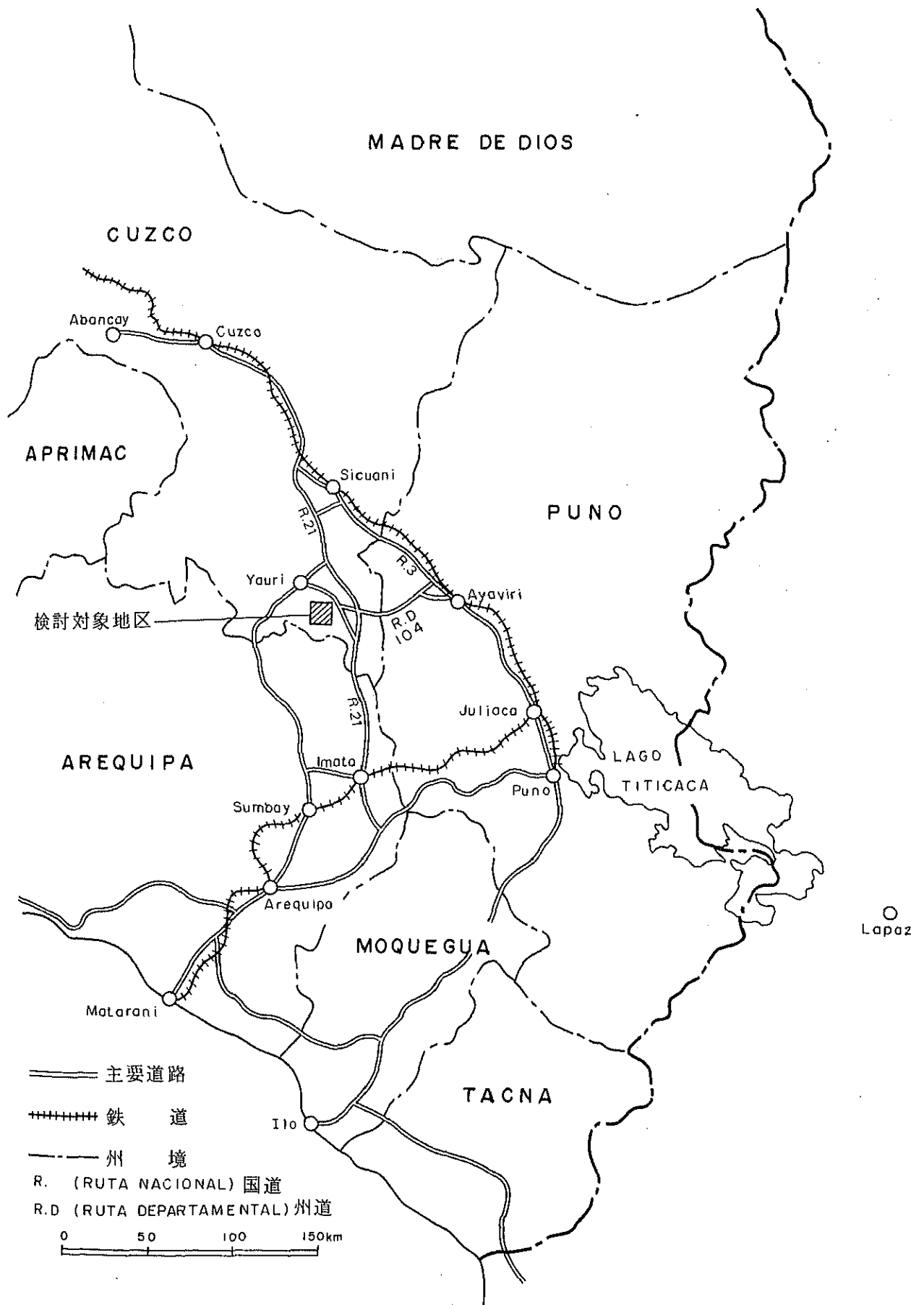


図 6 - 4 エスピナル群における教育施設の現況 (1978 年 10 月)



学 区	学 校 数	生 徒 数	教 員 数
06-54 ESPINAR	39	4,915人	122人
12-54 COPORAQUE	28	2,577	52
16-54 HÉCTOR TEJADA	25	2,473	53
ESPINAR郡計	92	9,965	227

(出 所) 教 育 省 資 料

にあり、未だ多くが旧制の5年制の小学校である。中学校(3 CICLO)を含む9年制の学校は、ヤウリ、ヘクトール・テハダなど主要都市にしかない。また、高等学校(ESEP)は新教育制度で初めて位置づけられたもので、現在州下にもクスコ市に1校設置されているのみである。教育省では、将来(81年)のESEP就学率の目標を、40%にしているということであった。

つぎに医療施設についてみると、この地域では、病院は現在ヤウリとアタラヤ鉱山の2カ所にあるのみで、重病患者はシクアニまで送らなければならない状況にある。表6-10に示すように医師・ベッド数ともに他地域に比較して極めて低い水準にあると言わなければならない。

表6-10 医師数および医療施設の現状

項 目	人 口	医 師 数	病 床 数	人口1万人当り	
				医 師 数	病 床 数
全 国注1) (1969年)	13,170,000	6,870	30,596	5.2	23.2
東南地域注2) (1978年)					
CUZCO	850,220	110	858	1.3	10.1
MADRE DE DIOS	25,615	7	58	2.9	23.0
APURÍMAC	280,302	9	185	0.3	6.5

(注)1) PLAN DEL PERU 1971~75

2) ORDESO 作成資料

このほか、各鉱山に近接するヤウリおよびヘクトール・テハダの市街地の都市施設現況について整理したものが、表6-11である。各市街地とも上水道、電気など都市基盤の整備が最も大きな課題であり、ヤウリにおいても、上水道の水質に問題があり、また電力容量が著しく不足し、使用時間制限を行っている等、改善を要する問題が少なくない。鉱山開発に伴うインフラストラクチャーの整備とあわせて、これらの点を改善していくことが望まれる。

表 6 - 11 ヤウリおよびヘクトール・テハダの概要注1)

項 目	Y A U R I (D I S T . E S P I N A R)	H É C T O R T E J A D A (D I S T . P A L L P A T A)
人口 (1 9 7 2 年 国勢調査)	URBANO 3,972 人 RURAL 11,969 TOTAL 15,941	915 人 3,463 4,378
住宅戸数 (1 9 7 2 年 国勢調査)	URBANO 957 戸 RURAL 2,558 TOTAL 3,515	250 戸 738 988
行政管理施設	エスピナル郡庁 ヤウリ市役所 郵便局	
教育施設	幼稚園 普通学校 (9 年制) 旧制技術学校 (S E G U N D A R I A T E C N I C A)	幼稚園 普通学校 (9 年制)
医療施設	国立病院注2) (ベッド数 12 医師1 歯科医1 看護夫2 衛生士1)	診療所 (医師・歯科医がシクアニ から巡回, 看護夫および インターン常駐)
宗教施設	教会	教会 牧師はヤウリから巡回
商業施設	常設店舗 70店 市場 (毎周日曜開設)	常設店舗 25店 市場 (毎週木曜開設)
その他	旅館 2 映画館 1	
都市基盤施設	上水道 電気設備 (水力 12 kW ディーゼル 24 kW)	

(注) 1) 都市施設の現況はいずれも現地でのアヤリングによる。

2) このほかアタラヤ鉱山に10ベッド(医師1人)の病院がある。

1-4 地域の将来計画

ペルー共和国における地域開発計画としては、現在

○ 国家発展長期計画-1990 (PLAN NACIONAL DE DESARROLLO A LARGO PLAZO-1990, 経済企画庁)

○ 都市発展長期計画 (PLAN NACIONAL DE DESARROLLO URBANO 住宅省)
の2つが並行して策定されつつある。

前者は社会経済的側面を中心に、後者は都市計画を中心に地域開発の長期計画を明らかにしようとするもので、いずれも

- 第1段階 : 研究段階
- 第2段階 : 政策の方向づけ
- 第3段階 : 国家計画の作成
- 第4段階 : 地域別計画の作成

といった手順で段階的に検討がすすめられつつある。78年秋現在、第2段階までが完了し、今後1~2年以内に第4段階を終了することが予定されている。

都市発展長期計画では、南部地域の開発の目標の一つに、現在アレキパーに集中している都市機能を、プノおよびクスコの両都市に分散させ、多核的な地域構造を形成していくことがとり上げられている。これに伴って、各都市間を結ぶ交通網の整備が、大きな課題となるものと考えられる。

また、この計画では90年を目標年次とした標準都市機構 (SISTEMA URBANO NACIONAL NORMATIVO) が設定されており、第1~第8級までの都市等級および各都市の性格づけが行われている。ヤウリは、この中で第6級の小都市 (CENTRO PRINCIPAL DE AREA NUCLEADA URBANA) として位置づけられている具体的な都市開発計画は、今後策定される (住宅省でのヒアリングではヤウリの開発計画は1979年中に策定されるということであった) が鉾山都市計画の策定にあたっては、これらの計画との相互調整を、十分考慮する必要がある。

第2節 鉾山都市の開発形態と立地の検討

鉾山都市の建設に関しては、鉾山一般法および関連法規を充足し、各鉾山の効率的運営が可能となるような計画の策定が求められるが、同時にこの場合、今後新たに開発されるチンタヤ、コロコワイコ、ケチュアの各鉾山および既に操業しているアタラヤ鉾山を加えて4つの鉾山が相互に近接して立地していることを考慮し、その集積のメリットを最大限に生かすとともに、ヤウリをはじめとする既存の地域社会の生活水準の向上に寄与し得る開発形態が求められるべきである。

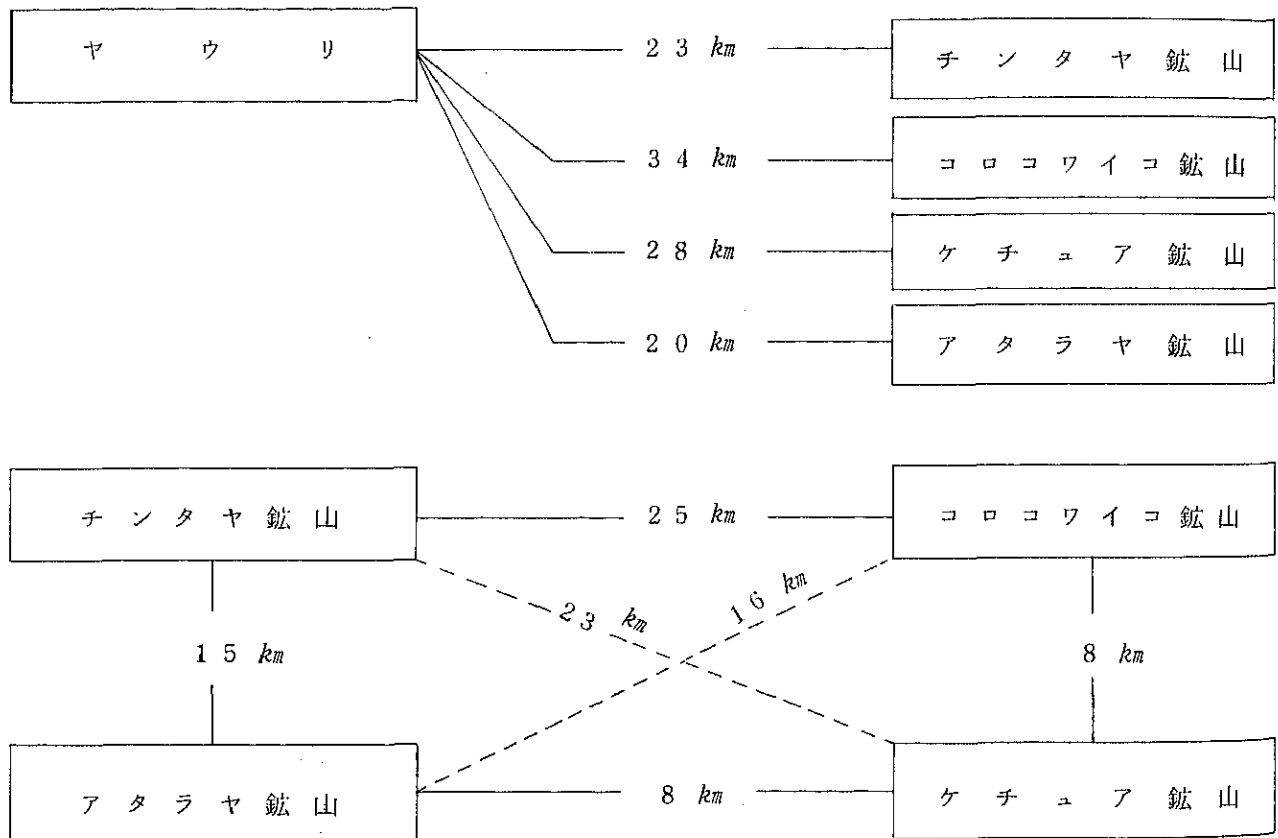
ここでは各鉾山の立地条件および既存市街地との関連などふまえながら、鉾山都市の開発形態に関する可能性を分析し、あわせてその規模や立地について検討を加えるものとする。

2-1 各鉱山の立地条件と既定計画

図6-5は各鉱山および既成市街地の立地関係など検討対象地域の概況を示したものである。地域一帯は標高3,900mから4,700mの間にあり、概ね3,900~4,000mの間は緩やかな平野もしくは河岸段丘地形を示し、4,000m以上では山地地形を示している。ヤウリ、ヘクトール・テハダの市街地は、いずれも4,000m以下の平坦部に位置する。

一帯は大きく、この地域を東南から西北に向かって流れるサラード川の流域と、その支流であるカニピア川の流域に分かれる。アタラヤ、ケチュア鉱山はカニピア川流域に属し、チンタヤおよびコロコワイコ鉱山はサラード川流域の支谷に位置する。2つの流域を標高4,700mの CERRO CCALUN CCOIME が分割している、この間の容易な連絡を阻んでいる。コロコワイコ~ケチュアの両鉱山の間には連絡道路はあるが、約300mの上り下りを要する。これに対してサラード川に沿っては、州道(RUTA DEPARTAMENTAL)104号があり、チンタヤ、コロコワイコの両鉱山はこれと地方道(RUTA VECINAL)565号とによって、比較的容易に結ばれる位置関係にある。

ヤウリ市街地および4鉱山間の道路距離による関係を示すと、およそ次のとおりである。



つぎに鉱山都市計画の前提となる各鉱山の操業規模等の諸元を、鉱山部門の検討結果から再整理したものが、表6-12である。

图 6 - 5 檢討对象地域概況图

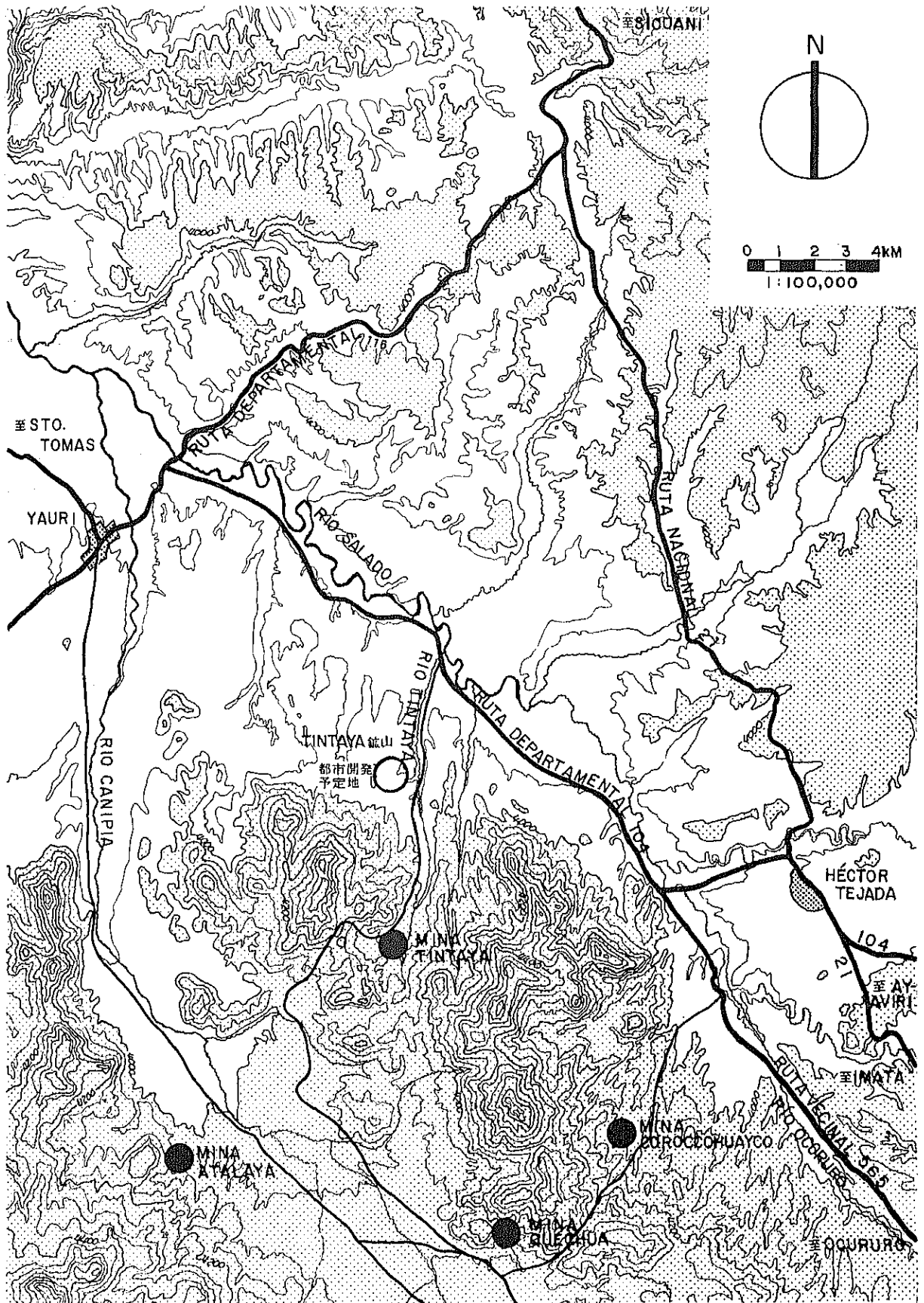


表 6-12 各鉱山の開発計画諸元

	チンタヤ鉱山	コロコワイコ鉱山	ケチュア鉱山	アタラヤ鉱山
操業度トン/日	8,000	1,000	8,000	450
精鉱生産量トン/年	152,000	20,000	92,000	9,600
従業員数人	900	600	650	262
建設期間 (推定)年	1980 ~ 82	1983 ~ 85	1986 ~ 88	-
鉱山寿命年	15	15	15	8

4 鉱山の諸元を比較してみると、生産規模、従業員数などあらゆる面から、チンタヤ鉱山がこれら鉱山の中で中核を成す位置にあると言える。また、チンタヤ鉱山は、地理的にみても、将来の地域人口分布の重心的な位置にあると言ってよく、こうした点を配慮しつつ、各鉱山都市の開発形態を検討していく必要がある。

図 6-6, 7, 8 には、現在操業しているアタラヤ鉱山の施設現況および既にベーシックエンジニアリングの段階まで開発計画のすすんでいるチンタヤ鉱山の都市施設計画の概要を示している。図に示すようにアタラヤ鉱山の住宅サイトは鉱山サイトと一体にあり、チンタヤ鉱山の住宅サイトの北方約 5 km チンタヤ川左岸の丘陵地に計画されている。

図6-6 アタラヤ鉱山の概要(1978年)

粗 鉱 生 産 量	450トン/日
精 鉱 生 産 量	9,600トン/年
操 業 期 間	1970~1985年
就 業 人 口	職員24人, 労務者233人, 教員5人, 計262人 労務者のうち単身者73人, 既婚者160人
主 要 施 設	住宅(職員社宅2棟, 労務者用社宅24棟) 学校(5年制, 児童数280人) ホテル(1棟) 病院(10ベッド, 医師1人, レントゲン技師1人) 供給所および一般店舗(6~7店) パン工場 食堂およびクラブハウス 労働組合事務所 <電力設備 (ディーゼル発電 最大電力使用料1100kW/hr)

(出所) MINERA ATALAYA S.A

主要施設配置図

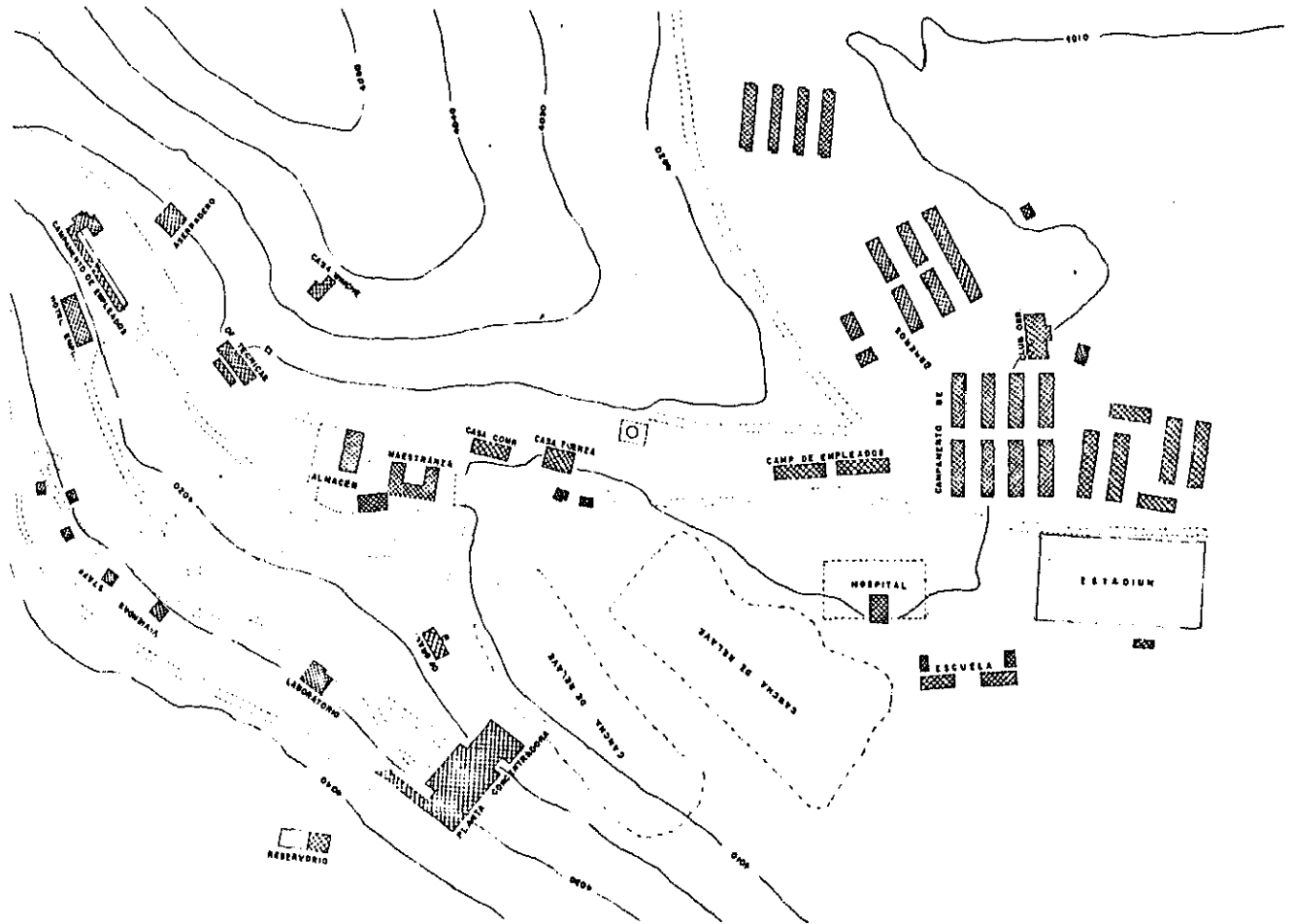


図6-7 チンタヤ鉱山開発計画の概要

粗 鉱 生 産 量	8,000トン/日
精 鉱 生 産 量	152,000トン/月
就 業 人 口	単身者 180人 既婚者 720人 計 900人
鉱山都市人口	3,780人 (Full 操業開始時)
主要都市施設	住 宅 教育施設 (幼稚園, 普通学校, 技術学校) 医療施設 (病院) 社会サービス施設 (託児所) コミュニティセンター (ミーティングホール, 図書室等) レクリエーションセンター 商業施設 (市場, 一般店舗, 銀行, レストラン, ガスセンター) 教 会 行政・管理施設 (郵便・電信・電話局, 消防署, 警察所) 労働組合事務所<電力設備 (ディーゼル発電, 設備電力15,000kW)

(出所) TINTAYA PROJECT F/RおよびMINERO PERU

主要施設配置計画図

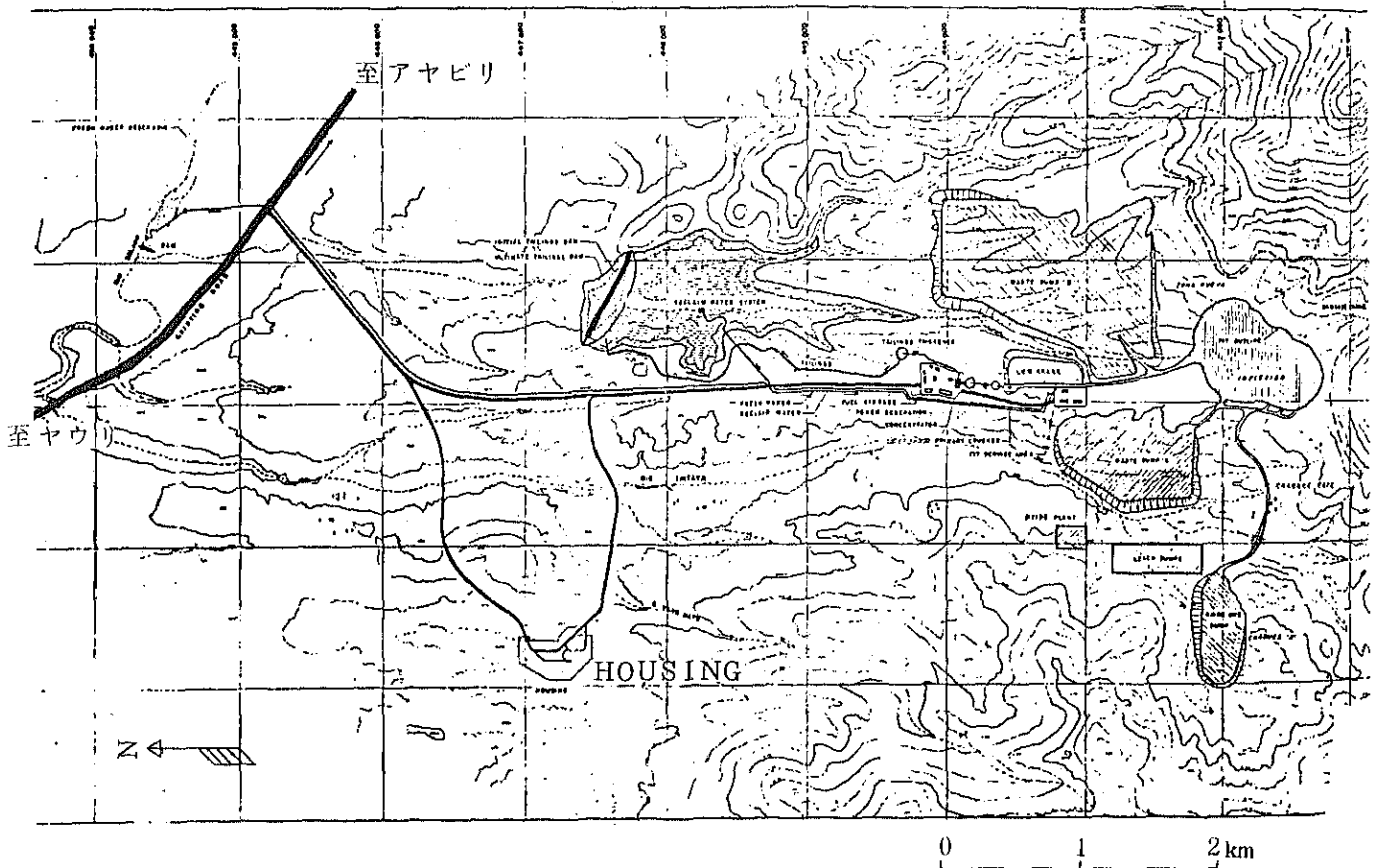
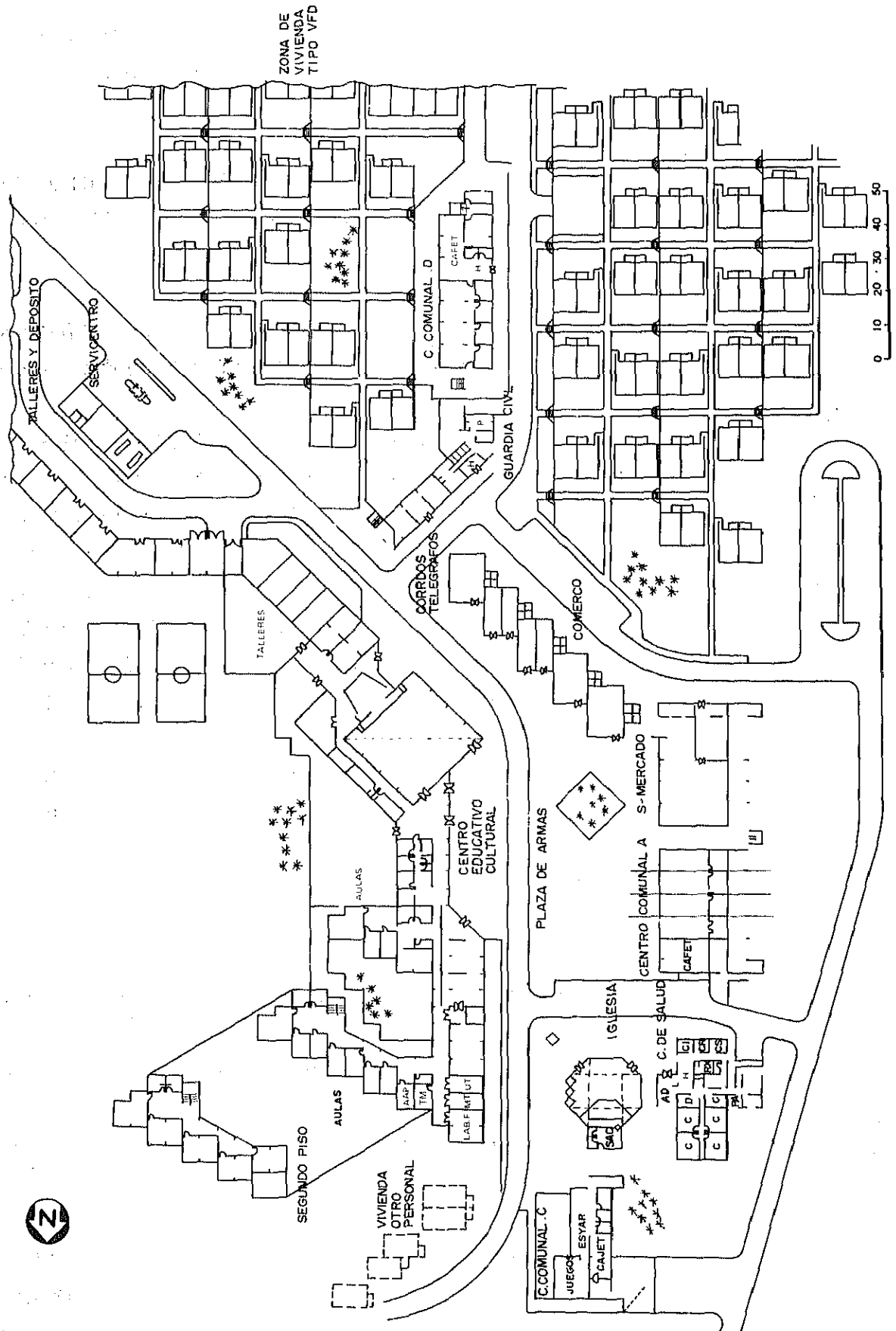


図 6 - 8 チンタヤ鉱山住宅サイトの施設配置計画



(出所) Tintaya Project F/R