

フィリピン共和国
石炭鋳業技術開発マスタープラン調査
最終報告書
要約版

1988年8月

国際協力事業団



鋳計資
J R
88-100

18209

JICA LIBRARY



1067880[3]

フィリピン共和国
石炭鉱業技術開発マスタープラン調査
最終報告書

要 約 版

1988年8月

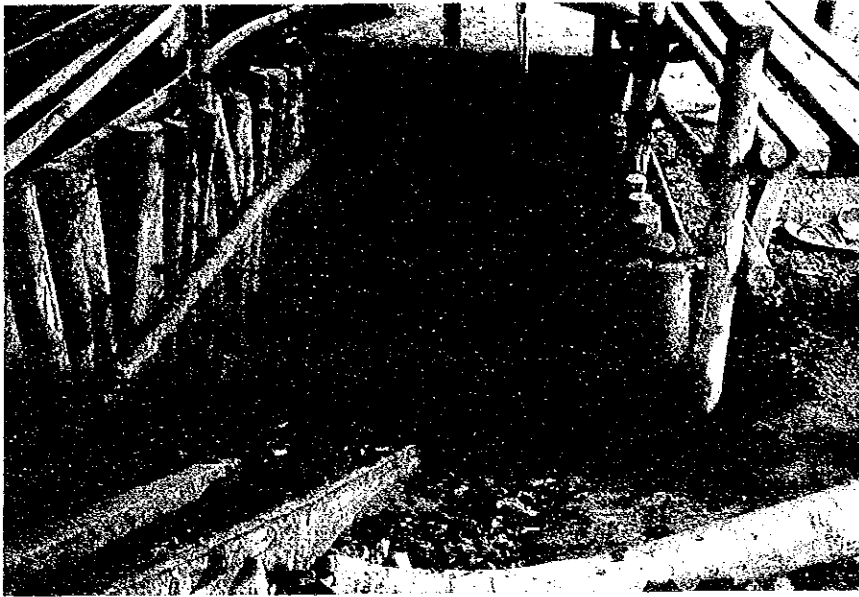
国際協力事業団

国際協力事業団

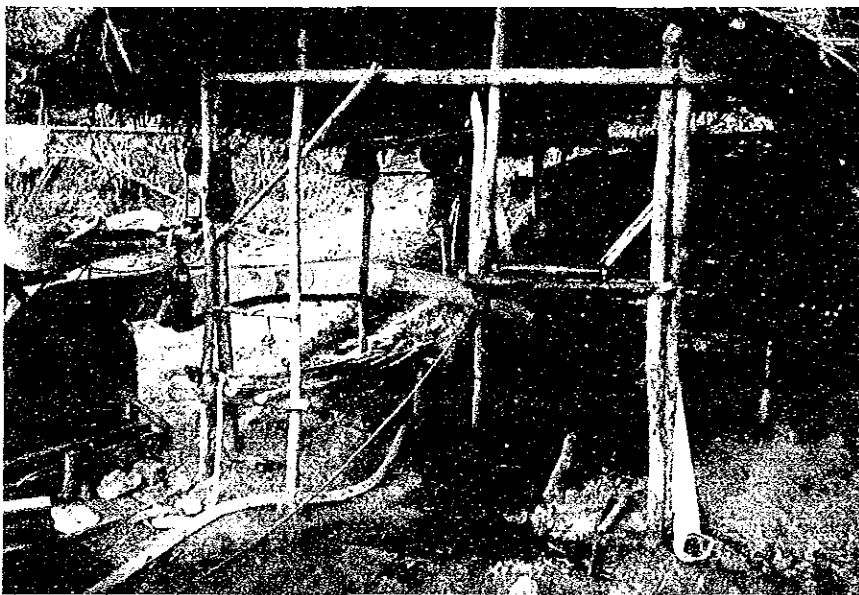
18209

目 次

1. 調査の目的と経緯	1
2. 調査の概要	2
3. 石炭産業の現状と石炭鉱業の活性化に関する調査（第1フェーズ）	5
1) エネルギー長期需要供給計画	5
2) 石炭開発に関する政策・方針	8
3) 石炭鉱山の現状	12
4) 石炭鉱業活性化のためのマスタープラン	16
5) 石炭鉱業活性化による経済効果	17
4. 石炭鉱業技術開発センター調査（第2フェーズ）	20
5. 勧 告	23



An Inclined Shaft of The J.D.A. Coal Mine



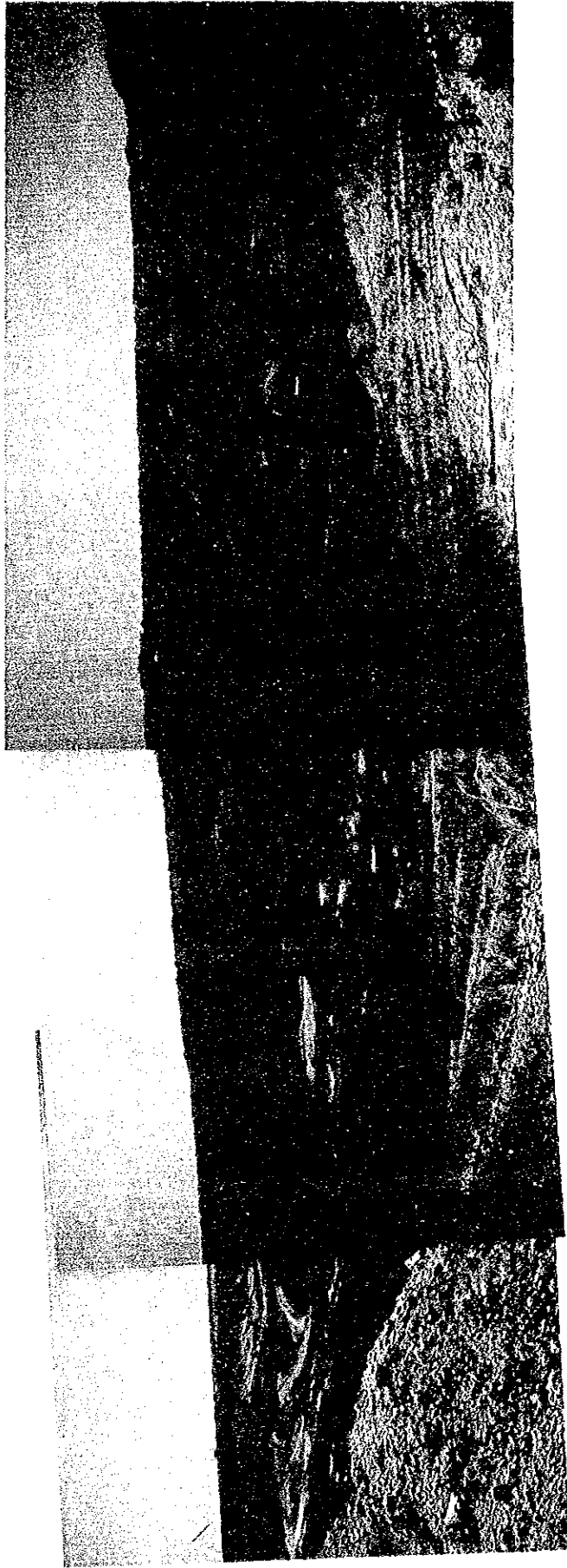
Forcing Ventilation (The Cebu Coal Mine)



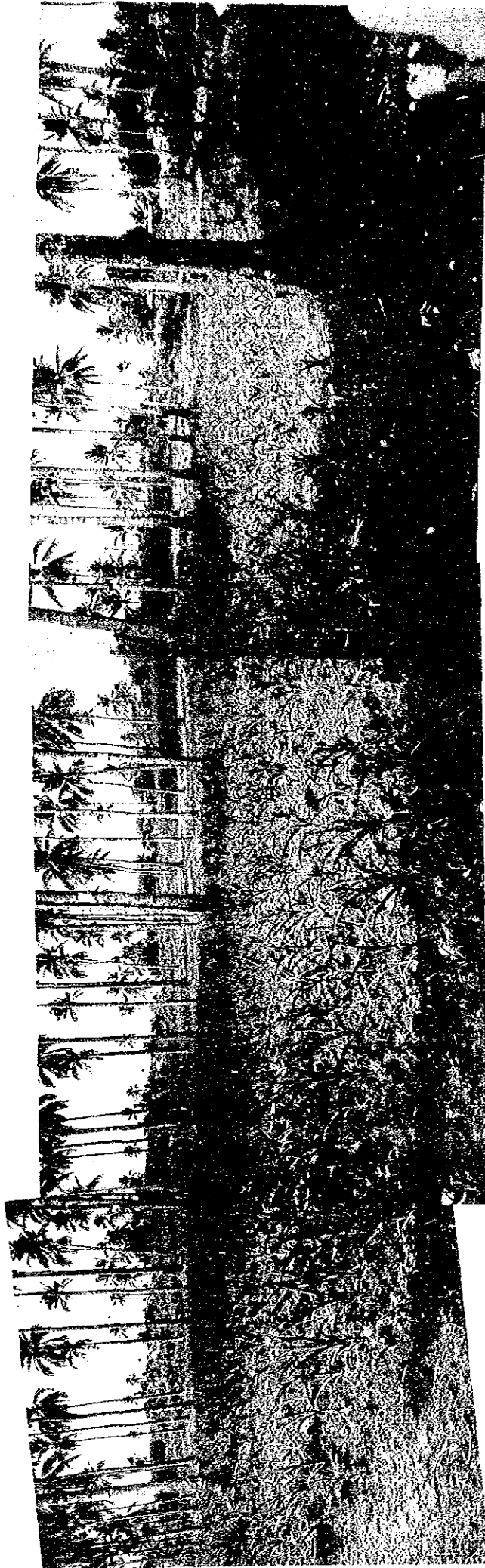
An Inclined Shaft of The Manguerra Coal Mine



A Simple Washing Equipment



Open Pit of The Semirara Coal Mine



Talisay Site for The Training Center

1. 調査の目的と経緯

1) 目的

本調査の目的は、フィリピン共和国における長期エネルギー展望の上にとってその中での国内炭開発利用の位置づけを明らかにし、要求される石炭需要の増大に対応するために石炭鉱業が取るべき道を明らかにすることと、そのために行わねばならぬ方策を策定することにある（石炭鉱業活性化のためのマスタープラン策定）。このためには、まず、石炭鉱業の現状をレビューし、石炭の探査・開発の促進、生産性の向上、保安の確保、石炭利用拡大のための必要な措置等につき検討解析し、今後石炭鉱業活性化の基幹となる石炭の増産とこれに必要な人材開発の手段、措置等につき取り纏める。

なお、上記マスタープラン策定作業において、「石炭鉱業技術開発センター」設置につき検討し、将来の石炭需要の増大に対応すべく、人材開発のための当該センターの設置、運営、教育訓練等の計画を作成する。又石炭鉱業活性化による、経済効果を分析し、最終報告書を作成するものである。

2) 経緯

フィリピン政府は、過度な石油依存からの脱却を目指して、石炭を中心とした代替エネルギーの開発を進めている。特に、原子力発電所の建設が中止されたことから、石炭の利用ウエイトは今後益々高まるものと見込まれる。このため、フィリピン政府は将来の石炭需要の増大に対応すべく国内炭の供給を確保するため、増産及び人材開発のための『石炭鉱業技術開発マスタープラン』の策定につき昭和62年度日比年次協議の際に、我が国に調査協力を要請してきた。

国際協力事業団は、カウンターパートであるOffice of Energy Affairs (OEA) と折衝の結果、同10月14日付で、次の内容のImplementing Arrangement (I/A) を結んだ。

作業は第1フェーズ（マスタープランの策定に必要な作業）及び第2フェーズ（石炭鉱業技術開発センターに関する作業）に区分され、第2フェーズへの移行は、第1フェーズにおいてセンター設立に関する調査の必要性を確認し実施するものとした。

（第1フェーズ）

- (1) 長期エネルギー需給見通し並びに国内炭生産計画のレビュー及び評価
- (2) 石炭開発に関する政策並びに措置のレビュー及び評価
- (3) 石炭鉱業の現状レビュー
- (4) 石炭利用の現状並びに利用拡大スキームのレビュー及び評価
- (5) 石炭鉱業活性化のためのマスタープランの策定
 - a) 探鉱、開発の促進、生産効率の向上及び炭質の改善策
 - b) 保安の確保策

- c) 炭鉱技術者並びに労働者の管理面での改善策及びマンパワーの開発策
- d) 石炭利用の拡大策
- e) 石炭鉱業技術開発センターの基本計画の策定（必要性が認められた場合）

(第2フェーズ)

- (1) 訓練カリキュラムの策定
- (2) 講師の確保計画
- (3) 設備の基礎的な設計，製図
- (4) 技術者及び炭鉱労働者の訓練，教育に必要な資機材の仕様作成
- (5) センター用地のレイアウト
- (6) センターの設計コストと運営コスト（内貨，外貨別）の見積り
- (7) センターの管理，運営マニュアルの策定
- (8) 経済分析

2. 調査の概要

1) 調査団の構成

各団員の担当，調査期間，所属を下表に示す。













第1-3-1表 調査団の構成と調査期間

氏名	担当	調査期間	所属
井上正昭	団長	一次（第1フェーズ）：S 63.1.25 ~ 2.20 二次（プロセス）：S 63.3.22 ~ 3.30 三次（第2フェーズ）：S 63.4.27 ~ 5.11 四次（ドラフトファイナル）：S 63.6.15 ~ 6.23	㈱ダイヤコンサルタント
崎山善平	採炭	一次～四次	㈱ダイヤコンサルタント
山崎博之	保安	一次	㈱ダイヤコンサルタント
南明	操業管理	一次	㈱ダイヤコンサルタント
湯本修一	選炭	一次，三次	㈱ダイヤコンサルタント
岡崎孝雄	石炭利用	一次，二次	㈱ダイヤコンサルタント
戸部裕	地質	一次	㈱ダイヤコンサルタント
東忠節	土木設計	三次，四次	イーテックコンサルテング㈱
田中茂	建設	三次，四次	ケイムエンジニアリング㈱
和田憲昌	経済	一次，三次，四次	日本エネルギー経済研究所

2) 調査工程

第1-3-2表 調査工程表

 WORK IN PHILIPPINES BY OEA
 WORK IN PHILIPPINES BY JICA & OEA
 WORK IN JAPAN

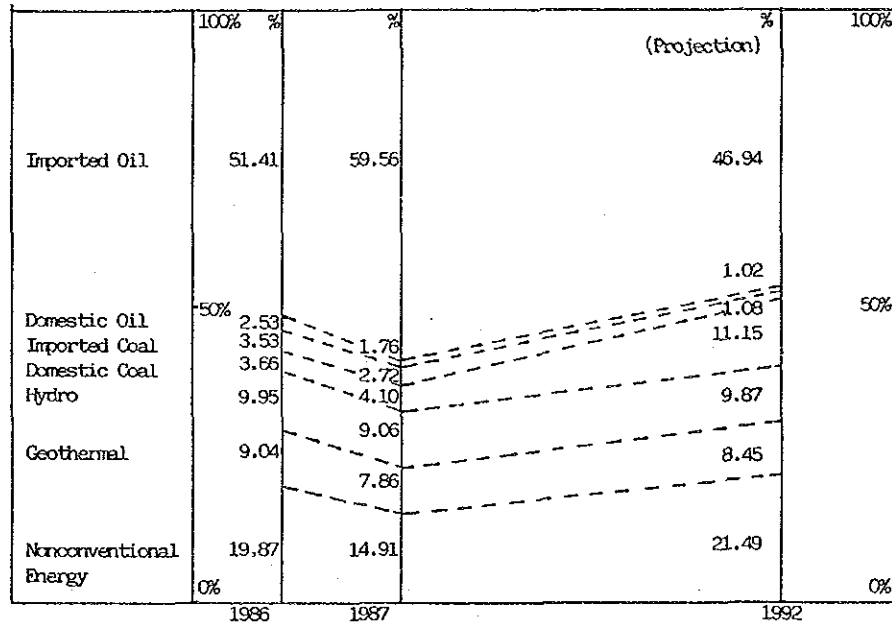
	1987			1988							
	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.
(PHASE I)											
Data Collection & Compilation				1/25	2/20						
Energy Forecast & Coal Production Program											
National Policy and Measures											
Present Conditions of Coal Mining Industry											
Coal Utilization Program											
Master Plan Formulation											
(PHASE II)											
STUDY FOR THE CENTER							4/27	5/11			
(REPORTS)											
Inception Report				1/25	1/29						
Progress Report						3/22	3/30				
Draft Final Report								6/15	6/23		
Final Report											▽

3. 石炭産業の現状と石炭鉱業の活性化に関する調査（第1フェーズ）

1) エネルギー長期需要供給計画

フィリピン経済は、1982年から1986年にかけて経済は停滞しGNP成長率は低下し続けたが、1987年にはGNPが5.1%に回復し、1988年の経済成長率についてはNational Economic and Development Authority (NEDA)は5.9~6.5%を予測した。アキノ政権は1986年に「フィリピン中期開発計画1987-1992年」で計画期間中の実質GNPおよび実質GDPの目標をそれぞれ6.8%、6.9%とした。

エネルギー消費に占める石炭の割合は1980年の1%より1987年の6.8%に上昇し1992年の目標を12.2%としている。この計画ではエネルギー全体の消費伸び年率4.1%に対して石炭消費の伸びは年率9.9%としている。



Source: Medium-Term Philippine Development Plan, 1987-1992

第1図 フィリピンにおけるエネルギー別消費割合

石炭の主なユーザーはNational Power Corporation (NPC), セメント産業, 非鉄金属鉱山会社である。

NPCは1987年末現在石炭火力発電所を3基保有し、(Calaca I 300MW, Naga I 50MW, Naga II 55MW), フィリピンの総発電量 (20,144GWH)の13.6%を占める。

Calaca Iの石炭使用量は約91万t (1987)でセミララ炭鉱よりの石炭 (60%)と輸入炭 (40%)の混炭を使用している。

Naga発電所は1987年、石油主体で操業していたため、石炭は6.3万トンしか使用していないが、1988年は石炭焚を予定し約16万トンを消費する予定である。

NPCの2000年までの石炭火力発電所計画は次の通りである。

1992年	Calaca II	(300MW)
1995年	Calaca III	(300MW)
1999年	Cagayan Valley	(300MW)
2000年	Cagayan Valley	(300MW)
	Mindanao(Bislig)	(100MW)

セメント産業は1987年現在13工場が稼働し、その生産量は約450万トン、石炭使用量約68万トンであった。

石油から石炭へのエネルギー転換は1983年に大部分が完了した。セメント需要は1986年後半からの景気の回復につれて、需要が増大し、1987年には供給不足の為緊急輸入(28万トン)し、1988年にも約10万トンの輸入が見込まれている。

セメント協会では1992年までの需要の伸びを平均5%と見ている。

アトラス(銅鉾山)は1983年に40MWの石炭焚流動床燃焼ボイラー2基を導入した。1987年の石炭使用量は約20万トンであったが、1988年には約28万トン使用を予定している。

OE Aは付表の如く2000年までの石炭需要を予測している。この予測では1988年から2000年にかけて石炭需要は年率平均11.3%で伸び、1987年石炭需要量180万トンが2000年には10,000BTU/1bベースで740万トン(原炭ベースで約1,040万トン)に達すると予測している。

フィリピンにおける石炭の本格的生産は第一次オイルショック後の1976年以降であってその歴史は浅い。1973年以降の国内炭生産実績を第1表に表す。

第1表 フィリピンにおける石炭生産実績 (1974-1987年: 10³トン)

地域名	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
Semirara	-	-	-	-	-	5	33	13	91	326	552	568	592	595
PNOC Area	-	-	-	-	2	14	42	58	145	275	283	253	178	204
Cebu	50	91	103	238	216	198	212	213	249	323	238	313	364	242
Batan	-	-	7	27	17	19	12	8	40	34	100	101	53	55
Others	1	14	11	20	20	27	30	39	33	62	51	27	49	73
Total	51	105	121	285	255	263	329	331	558	1,020	1,216	1,262	1,236	1,169

同表でわかるように、百万トン台に達したのは1983年からである。1987年の生産実績は原炭ベースで約117万トンであって(10,000BTU/1bベースでは約101万トン)、そのうち約53万トンが坑

第2-1-4表 石炭需給予測 (1988-2000)

	(1,000 tons, 10,000 BTU)											
	Actual				Forecast				Growth Rate (%)			
	80	83	87	88	93	95	2000	88/87	93/88	95/93	2000/95	2000/87
<u>Demand</u>												
NPC			830	1,054	1,925	2,873	5,034	27.0	12.8	21.3	12.2	14.9
Cement Industry			678	774	989	1090	1392	14.2	5.0	5.0	5.0	5.7
Atlas			197	275	359	413	635	39.6	5.5	7.3	9.0	3.2
Philphos			10	14	40	40	40	40.0	23.4	0	0	11.3
Others			133	119	173	211	340	-10.5	7.8	10.4	10.0	7.5
Total			1,848	2,236	3,486	4,587	7,441	21.0	9.3	14.7	10.2	11.3
<u>Supply</u>												
Semirara			429	630	1,440	2,160	2,592	46.9	18.0	22.5	3.7	14.8
PNOC Areas			210	353	402	402	402	68.1	2.6	0	0	5.1
Cebu			233	374	654	825	1,132	60.5	11.5	12.3	6.5	12.9
Batan			52	75	142	142	142	44.2	11.8	0	0	8.0
Others			88	164	464	719	2,300	86.4	23.1	24.5	31.2	30.5
Total			1,012	1,596	3,102	4,248	7,068	57.7	14.2	17.0	10.7	16.1
Surplus (Shortfall)			(836)	(640)	(384)	(329)	(373)					

第2-1-5表 石炭供給予測 (1988-2000)

	(1,000 tons, Run of Mine)											
	80	83	87	88	93	95	2000	88/87	93/88	95/93	2000/95	2000/87
<u>Supply</u>												
Semirara	33	326	595	875	2,000	3,000	3,600	47.1	18.0	22.5	3.7	14.9
PNOC Areas	42	275	204	310	350	350	350	52.0	2.5	0	0	4.2
Cebu	201	323	226	374	654	804	1,104	65.5	11.8	10.9	6.5	13.0
Batan	12	34	55	284	681	982	5,322	97.2	19.1	20.0	40.2	37.0
Others	41	62	89	284	681	982	5,322	97.2	19.1	20.0	40.2	37.0
Total	329	1,020	1,169	1,843	3,685	5,136	10,376	57.7	14.9	18.1	15.1	18.3

Source: OEA, Feb. 1988

内掘, 約64万トンが露天掘であった。石炭生産はSemirara炭鉱と PNOCC所属のMalangasや Uling 炭鉱などでは骨格構造や機械設備等が整っているが, Cebu島他の中小炭鉱については, 地表近くの露頭を中心に多くの坑口を設けて, 最小限の設備で生産しているのが現状である。

OE Aは1987-2000年の生産能率(t/man・shift)の伸びを坑内採掘0.23から0.4に, セミララ炭鉱を除いた露天採掘で0.75から 1.8に, セミララ炭鉱で1.92から 3.0を見て, 2000年までの石炭需要の大半を国内炭で賄うとの前提に立ち, 次のように予測している。

表2 フィリピン石炭生産量予測 (1988-2000年; '000 Ton; 10,000BTU/lbベース) (注1)

産炭地	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1995	2000
Semirara	630	648	720	720	1,440	1,440	2,160	2,592
PNOCC Areas	353	327	293	363	402	402	402	402
Cebu	374	483	570	606	630	654	825	1,132
Batan	75	130	142	142	142	142	142	142
Others	164	271	360	370	460	464	719	2,800
Total	1,596	1,859	2,091	2,201	3,074	3,102	4,248	7,068
(注2) (Run of Mine)	(1,843)					(3,658)	(5,136)	(10,376)

注1 ; 10,000BTU/lbは約5,500Kcal/kg
注2 ; 原炭

しかし, OE Aの生産予測は見直しが必要と考えられ, 本調査では今後の技術向上・改善を前提として年率10%の生産増が現実的な予測とした(図2-1-1)。

将来の新規開発区域の内露天掘炭鉱としては, セミララ炭鉱のヒマリアンとパニアンの一鉱区は豊富な埋蔵量を有し, 開発の可能性が高く生産量の増大に寄与するものと思われる。この他にカガヤンバレーの褐炭鉱床の内イギグ地区は燃焼テストの結果によっては露天炭鉱/山元発電として開発の可能性がある。

坑内掘炭鉱としてはミンダナオ島でPNOCC が保有するビスリグ炭鉱No.Ⅲ, インテグレートッドリトルバギオ炭鉱, およびラット地区はいずれも, 開発の可能性があるが, 企業化調査を必要とする。

本調査団による需要供給の予測は図2-1-2に示すとおりで, 本図によれば供給不足は1987年には約80万トンであったが, 1995年には 200万トンとなり, その後供給不足が拡大するものと予測される。

2) 石炭開発に関する政策・方針

1987年, アキノ新政権はエネルギー関係の組織を再編成し, エネルギー省を廃止し同省の統制

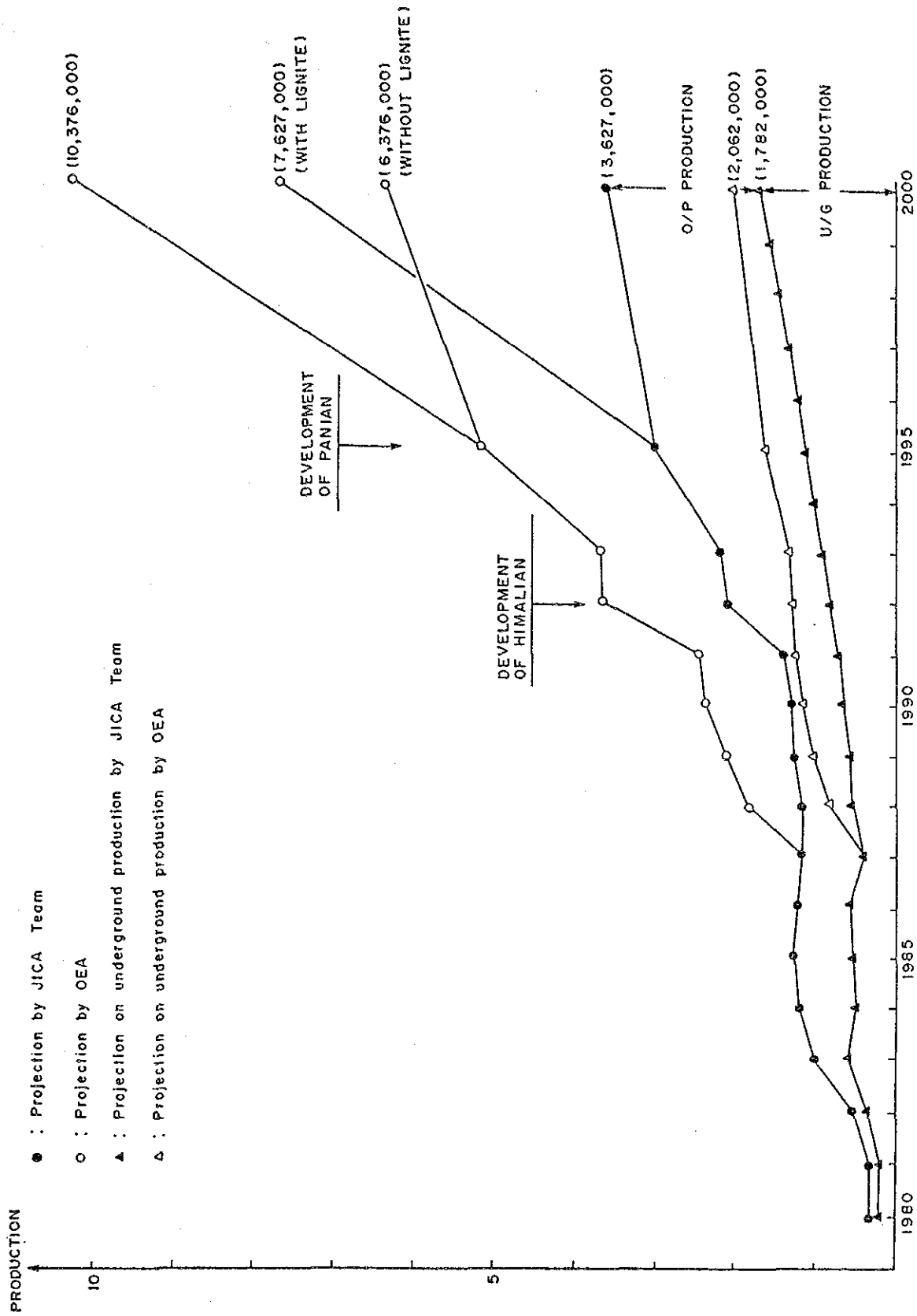


図 2-1-1 フィリピンにおける石炭生産量のプロジェクション (原炭ベース)

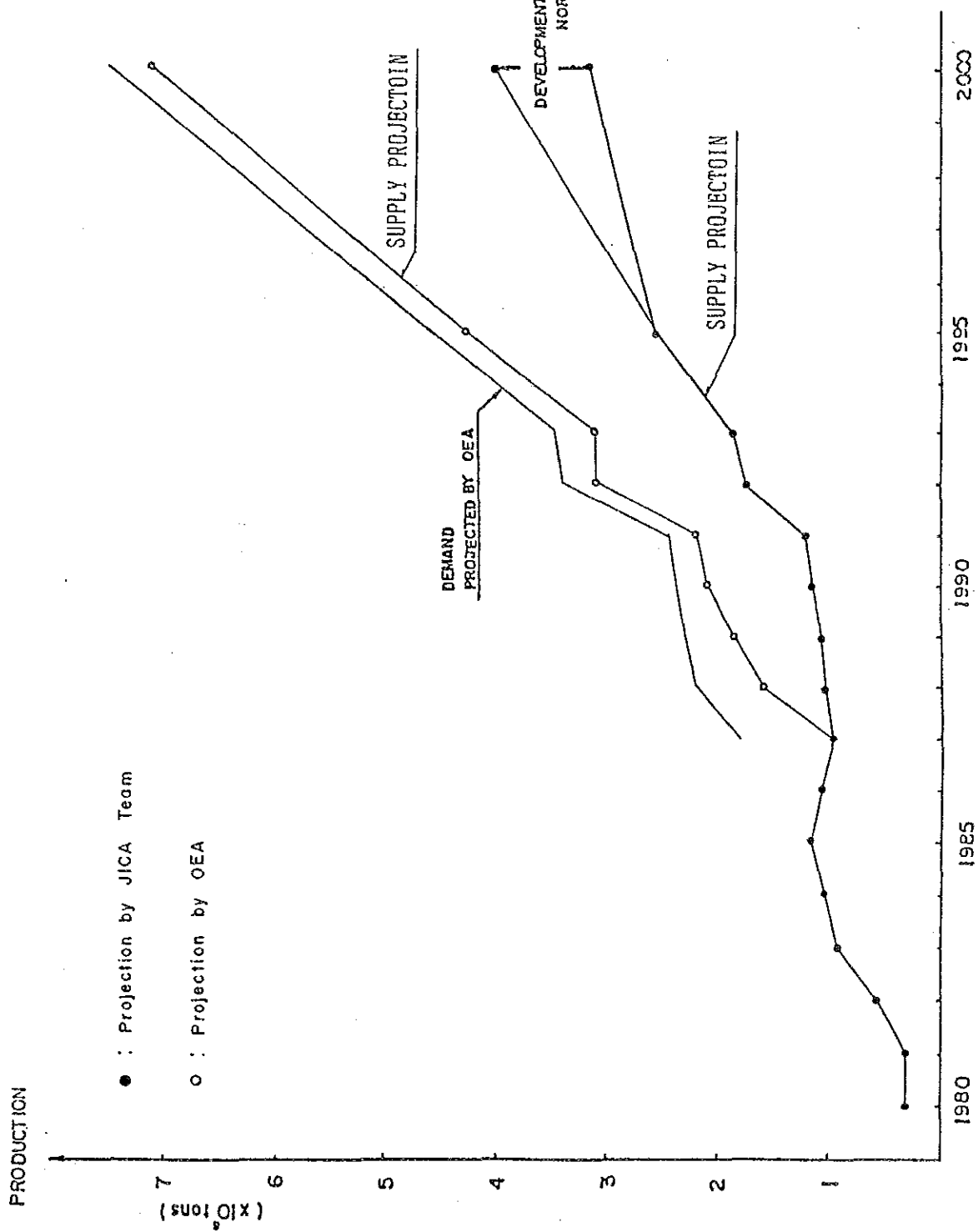


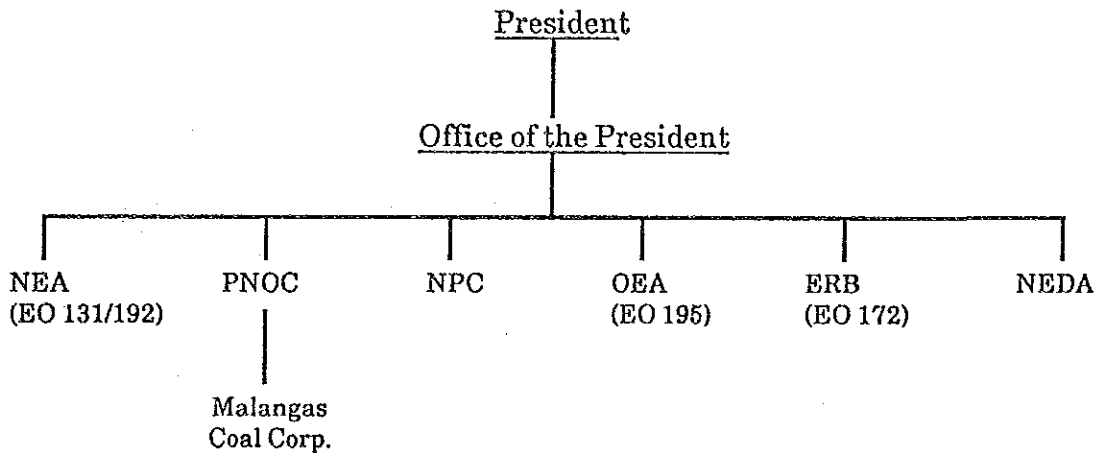
図2-1-2 フィリピンにおける需要・供給のプロジェクトン (10,000BTU/1b)

(含リグナイト)

機能はEnergy Regulatory Board (ERB)に移管された。

新組織図は次の通りである。

Government Organizations Responsible for Energy.



Note: NEA; National Electrification Authority
NEDA; National Economic and Development Authority
The NEDA co-ordinates energy policies and energy-related projects from the point of view of the Philippine economy as a whole.

石炭資源の開発を促進するため、政府は、「1976年石炭開発法」(Presidential Decree-972)を制定し、石炭生産契約制度を設けた。

OEAは石炭生産契約の規定にしたがって生産者に炭鉱を採鉱、開発する独占的権利を与えることができる。又契約生産者に対するインセンティブが「1976年石炭開発法」(PD 972)に次のとおり盛り込まれた。

- ① 所得税を除くすべての税金の免税
- ② 石炭生産に直接必要でかつ石炭専用として用いられる機械、設備、部品、資材の輸入に対して、輸入税および関税の免税
- ③ 加速償却
- ④ 外人技術者・専門家の入国
- ⑤ 石炭に対する優先的政府貸付け
- ⑥ 外国借款に対する元本および利子の支払いのための外貨送金

一方石炭生産者は所得税の他に納付金を政府に納め(OEAシェア)次の式で算定される。

$$\text{OEA シェア} = (G - M - O) \{ 1 - (\text{BOF} + \text{SOA}) \}$$

$$= (G - M - O) \{ 1 - (0.4 + 0.4) \} = 0.2 (G - M - O)$$

G : 売上高

M : 販売経費

O : 操業費実績または売上高の90%のうち、いずれか低い金額

BOF : 生産者基礎控除

SOA : 生産者特別控除

石炭利用の面では民間企業の石炭転換を促進するため、政府は税制その他の奨励策をとっている。加速償却、必要設備の輸入免税措置などがPD 972で認められている。

政府は石炭価格を直接規制していないが、輸入炭に対しては関税（CIF価格の20%）、ERB手数料（CIF価格の0.1%）、トン当たり10ペソの特別税、付加価値税（関税等を含む揚地コスト合計の10%）を課している。これは国内炭価格が輸入炭CIF価格より約2倍近く割高となる為である。セミララ炭と輸入炭とで比較すると次の通りである。

セミララ : 40\$ / t, CIF 7,200 BTU/lb

輸入炭 : 30\$ / t, CIF 12,000 BTU/lb

3) 石炭鉱山の現状

フィリピン石炭鉱山の現地調査ならびに資料分析により以下の項目につき検討し、それぞれが解決すべき問題等は下記の通りである。

探鉱・開発活動

フィリピンの炭層は、第三紀始新世から鮮新世に堆積した。始新世の石炭は、Catanduanes島に発達し、漸新世の石炭は、Cebu島の一部にみられる。この国に広く分布する大部分の石炭は、中新世に属している。これらの石炭と対照的に若い鮮新世の褐炭が、ルソン島北部のCagayan Valleyに分布している。

全般に炭層は、小さくて、せまい堆積盆に堆積しているので、岩相変化がしばしばみられる他、一般に、炭層は、薄化、肥厚、分裂等の側方変化がみられる。しかしながら稼行可能な層厚の炭層は、大部分の区域で経済的に採掘されている。例外的に、Semirara島のNo.5層とNo.6層のように10m以上の層厚も存在し稼行されている。

フィリピンで採掘される大部分の石炭は、高水分の亜瀝青炭である。高揮発分から、中揮発分、部分的に亜無煙炭となる瀝青炭は、Catanduanes炭田、Polillo炭田、Batan炭田、Cebu炭田、Masbate炭田、Malangas炭田に産出が知られている。一方、褐炭はCagayan ValleyとSamar島にみられる。これらのうち、高炭化度の石炭は、火成岩の貫入と地域的構造の変形と相関関係があり、一方褐炭は、比較的若い堆積盆にみられる。

1986年、OEAによって予測された最新の埋蔵炭量統計は、それぞれ確定炭量として2億8千391万t、推定炭量として1億2千871万t、可採炭量として2億9千611万t及び地山炭量と

して、3億6千937万tを計上している。

探鉱の現状は、政府の子会社であるPNOC-CCによって開発されたMalangas炭鉱やUling炭鉱では、開発に先立って十分な探鉱（ボーリング間隔平均100m）が行われ、これによって長期計画に基づく骨格構造が確立されており、設備、施設の機械化、近代化が行われている。しかし、大半の中小炭鉱は地質およびボーリング探査も不十分で、いきなり地表の露頭から坑道に入って探炭しているため、これら炭鉱では浅部の炭量が少なくなっており、今後はボーリングによる深部の探炭が必要となる。

今後の新規開発炭鉱としてセミララ島のHimalian及びPanianの露天探掘対象区域があり、可採埋蔵炭量はそれぞれ3,750万t（剝土比11.3m³/t）および4,580万t（剝土比8.4m³/t）である。

OEAの予想出炭計画によれば、Himalian地区の開発は1992年までにまたPanian区域の開発は1995年までに開始される予定となっている。

もう一つの新規露天開発予定地域はカガヤンバレイ（Cagayan Valley）に分布する第四紀の低品位褐炭で、NPC長期計画によると地域南部のイサベラ（Isabera）地区と北部のイギグ（Iguig）地区がそれぞれ1999年、2000年に開発を予定されている。イサベラ地区は現在の地質資料では剝土比が高く経済性に問題があると思われる。イギグ地区は1986年西独政府の技術援助によりOEAと共同で調査を終了しており、燃焼試験等今後なすべきことは残っているが、山元発電の可能性はある。

坑内探掘対象新規地域としては、ミンダナオ島にPNOC-CC保有のビスリグ（Bislig）炭鉱、マランガス炭鉱に近接している総合リトルバギオ炭鉱、マランガス炭鉱西方のララット炭鉱、リアンガ地域北部のサンミゲール地区等が挙げられる。

操業管理と経営

フィリピンでは探鉱技術は三つの大学と二つのカレッジで教授されているが、教課は主に金属探鉱技術に重点がおかれ、石炭探掘を選択する学生数は少数で又炭鉱での実習機会が少ない状況であり、企業内教育も中、小炭鉱においては十分なされていない。

労働者の補充は近くの農民から雇用するケースが多く、中小炭鉱では最初一日だけ保安の説明をして、後の一週間は後山から始めてオンザジョブトレーニングを通じて育成している。

マンパワーの定着率は一般に悪く、約85%の常雇用労働者が2年以内にやめている。この理由として次のものがあげられる。

- ・若い労働者はより高い報酬が別の職種で期待出来れば新しい職場へうつる。
- ・労働者は農業出身者であるため、農作業の忙しい季節に退職する。
- ・経験労働者を遠地より採用しても長期間滞在するのを望まない。

以上の理由により各社は経験のある労働者を長期にわたって雇用するのが困難で、このため技術の蓄積に支障をきたしている。

小規模炭鉱に於いては厳しい探掘条件の下で収益をあげるために最善の探炭法をとり入れている。

る。

炭鉱によってとられている基本的な手段は設備投資を最小限におさえ、比較的安い労働力をもちいて操業費を低減させることである。

全般的にみて、小規模炭鉱の経営は現在のマーケットでもある程度の利益をあげているが、半機械化された坑内採掘炭鉱では総コストをどうにかカバー出来る状態であり、完全機械化されたセミララ露天炭鉱では大規模投資により 130万 t 生産を計画したが、実際には計画をはるかに下回る生産量のため収益は出ない状況にある。

採掘技術

フィリピンの石炭生産は露天炭鉱としてはSemirara炭鉱がフィリピン最大の生産量を誇る炭鉱であり、Bucket Wheel Excavator を用いて剝土並びに採炭を行ない、1987年の生産量は59万 5 千トンである。Semirara炭鉱以外の露天掘炭鉱即ち Batan島の2つの炭鉱ではトラック & ショベルによる剝土・採炭を行ない、約4万 4千トンを生産している。

一方坑内掘については PNOCC傘下のMindanao島にあるMalangas炭鉱が生産規模としては最大であり、1987年には16万 5千トンの出炭実績がある。残りは主としてCebu島にある小規模坑内掘炭鉱からの出炭である。

フィリピンの坑内掘炭鉱の特徴としては、PNOCC傘下の炭鉱以外の炭鉱は労働集約型の人力採炭であり、巻設備以外には殆んど機械設備はなく、又採掘計画も炭層賦存状況を十分調査の上、検討・立案されたものではない。

中小の坑内掘炭鉱の採炭法は通常“Camote採炭法”や“柱房式採炭法”と呼ばれるところの人力により採炭・積み込み・運搬を行なう非常に原始的方法を用いている。したがって、生産性・効率・実収率は非常に低く、1987年の坑内掘・露天掘の生産性実績は各々0.29、1.59トン/人方（稼働延時間を8時間で割り、更にこれで生産量を割った値；1980年～1987年の坑内掘平均能率0.23トン/人方）であり、坑内、露天掘を合わせた全体の平均生産性は0.58トン/人方であった。又、実収率については殆どの炭鉱において5割を下回っている。

PNOCC の各山は骨格構造が出来ていて、坑道の掘進方式、採炭切羽の設備、運搬、通気および排水等、一応機械化、近代化ができています。

品質管理

地質構造の複雑さや炭層の多様性から、また、採炭技術の拙劣さから、原炭の品質にバラツキが多いばかりでなく、品位が低く、ユーザーから受け取りを拒否されるケースがある。山元で簡単な選炭を行っているところもあるが、非効率的である。今後生産量が合理化によって増せば集中選炭の検討が必要となる。

フィリピン全出炭量の約半分を占めるセミララ炭は、ASTM規格亜歴青炭Cに属し、高水分、低カロリー、高アルカリでまた、非常に自然発火し易い品質の石炭である。1984年、この石炭をNPC (National Power Corporation) Calaca発電所で燃焼させたところ、高水分に起因したハン

ドリングトラブルと灰中のアルカリ分の高いことにより生じたスラッキング・ファウリング等、燃焼装置に大きなトラブルが発生した。後者についてはボイラー効率を著しく低下させ、セミラ炭単味での運転では経済的に成立しないことが判明した。1985年1月よりNPCとSCC (Semirara Coal Corporation) はその対策として高カロリー、低アルカリのオーストラリア炭と混炭して使用している。

鉱山保安

石炭関係の保安監督行政機関はOEAの中のEnergy Development Service部内に属するCoal & Nuclear Minerals Division である。

フィリピン国内の全炭鉱に対して坑内掘は3ヶ月毎の立入検査、露天掘は年2～3回の立入検査がOEAの15人の監督官により実施され、坑内状況の検査、保安委員会の開催頻度、保安機器の整備状況、災害状況のチェック等を多項目にわたり実施し、点数制度による表彰、懲戒等が定められている。また、OEAの監督官は立入検査結果如何ではCoal Operating Contract を取り消すことができ、更には保安基準に大きく違反した場合には即座に炭鉱を閉鎖する権限を与えられている。

過去10年間(1978-1987年)の死亡事故統計は154人(内ガス爆発72人、落盤26人、ガス窒息18人、その他38人)で、重・軽傷者の統計は1,240人であった。同一期間内の出炭百万トン当りの災害率を日本と比較すると、次の様になる。

	日本	フィリピン
死亡災害率	2.74 人	20.1 人 (約8倍)
死・重・軽傷者全体の災害率	56.94 人	181.94人 (約3倍)

今回調査で問題となった主要事項は次の通りである。

- 掘進切羽詰延天井でCH₄ガス4.5%を測定している。これは圧気による濃度低下が不十分なため、非防爆機械使用につき危険である。
- 木柱支保で炭層のみ掘進するため十分な坑道断面がとれず、荷が来ると狭溢となり落盤災害を起こし易い。
- 水平坑道で排水勾配についての考慮なく、水溜まりが多いため感電災害を起こしている。
- 自然発火多し。骨格構造と通気に問題があり、かつ、計測と対策が不十分。
- 保安機器不足。

石炭利用

政府の指導と推進策により、セメント産業においては17のセメント工場が1984年3月までに石油から石炭への転換を完了した。一方石炭火力発電所の稼働については、NPCのNaga発電所が1981年に、同Calaca発電所が1984年に、またAtlasの自家発電所(流動床ボイラー)が1983年に運転を開始した。

1987年度の石炭消費量は約180万tで、その内訳の主なものとしては、NPCが47%、セメン

ト産業が97%またAtlas が11%となっている。尚 180万 t の石炭供給のうち、輸入外国炭が60万 t あり、そのソースとしては豪州が66%、中国が31%また、インドネシアが3%となっている。

4) 石炭鉱業活性化のためのマスタープラン

目 的

フィリピンの石炭鉱業における生産量の推移を見ると、1974年の5万トンから1983年に100万トンに達し、1987年には120万トンを生産している。しかし、この増産は技術の蓄積向上より、むしろ安い労働力により達成されたもので、特に、坑内採掘における生産能率は過去10年間フィリピン平均で0.23t/人・方と低い。この生産性は、わが国の昭和20年代のレベル以下にある。これは、フィリピンの石炭鉱業がオイルショック以来本格的に展開を始め、その歴史が浅いことによる。

石炭の増産は電力・セメント・その他産業において石油より石炭へのエネルギー転換を促進し、これより一応輸入石油消費を減少させ、外貨節約に貢献したが、今後、政府の国内炭供給の目標を達成するためには、輸入炭価格と競合（国内炭は輸入炭よりトン当たり200ペソ高）し得るよう生産能率を向上させる必要がある。また、増大する石炭需要に対し安定的に石炭を供給するために、保安の確保、労働条件の改善等、炭鉱経営者が長期的経営方針を確立する必要がある。

フィリピンにおける石炭鉱業の現状をレビューした結果、政府系の炭鉱を除いては、生産能率の伸びをこのままの状況で望むことは難しい。また、有望な新開発区域も少ない（Semirara島の新区域、Cagayan Valleyの褐炭）ので、生産量もそれらの開発を除いては急増の可能性はない。

今回の調査でOEAの生産見通しの前提となる生産能率の向上について検討を行った。その結果、露天炭鉱では既に機械化が進んでおり問題が少ないので、問題の多い坑内掘炭鉱の生産能率の改善を対象とした。一方、露天掘については、その生産量の大半がSemirara炭鉱によるものであり、坑内掘に比べて生産設備および技術者のレベルも高く、生産性改善の下地はある。しかしながら今回の調査では、今後の能率向上を見通すに足るデータの収集が困難であったので、現状の生産能率が横這いで推移するものと仮定した（従って、今回行った生産量の見通しは達成可能な下限を示すものである）。

これによりOEA生産量の再検討を行い、以下の通り予測した。

2000年における生産量プロジェクトの対比

	<u>2000年(10³トン)</u>
OEAプロジェクト	6,376(除リナバ4,000)
調査団 プロジェクト	3,627(同上)

炭鉱（特に坑内掘炭鉱）の生産性向上の具体策としては、坑内骨格構造の改善を含めて、採炭法・切羽集約・保安・運搬・通気・排水等の技術改善を行うことが第一であって、これによって、現在の能率を2000年までに今回調査で設定した0.6t/人・方に伸ばし、坑内掘炭鉱からの生産量

を現在の3倍の約200万トンに増産可能であると判断した。

なお、これを達成するには、次に述べるような措置や方策が必要である。

- a) 体質改善に必要な技術について、フィリピンに技術素地のない部門や、技術的、経験的に未熟な分野については、過渡的措置として、外国の類似探炭条件に精通した専門家の援助をうけて、共同で改善の指導を行い、この間にフィリピン専門家への技術移転を行う。
- b) 坑内掘中小炭鉱の骨格構造改革に当たっては、これに先立って探炭ボーリングを行い、基幹坑道の方式や展開を決定するに足る地質、炭質のデータをうる必要がある。また、この経費は中小炭鉱には重荷となるので、OEAが試錐機を1台保有し、これにより通常より安い値段で探炭を実施できるようにすることが望ましい。探炭に当たっては、試錐の位置、深度の決定や試錐データの解析について、トレーニングを兼ねた外国専門家による指導が必要である。できれば、政府の助成制度を設けることも一策である。
- c) 上記中小炭鉱の体質改善に当たっては、これに先立ってかなりの投資が必要となるので、石炭鉱業に対する何らかの財政上の援助措置やオーナーあるいはマネージャークラスの炭鉱経営に対する考えを変えるための教育が必要であり、適宜、セミナー等を開催して、体質改善による効果を説明すると共に、その具体案作成の相談に応じることが必要である。体質改善によって企業収益の好転、生産性の向上、保安の確保、労働条件の改善等が行われることが認識されれば、炭鉱経営者が長期的経営方針を持つようになると思われる。
- d) 上記のような各種の体質改善を実施するに当たっては、新しい坑内探炭システムによるオペレーションに要求される諸新技術の実施に対応できるよう訓練されたあるいは新技術に精通した技術者や労働者が多数必要となる。

これらの体質改善を実施するには、上記のようにオーナーやマネージャーの教育に始まって、技術者、労働者に至るまでの基礎教育が必要であり、しかも、これを早急かつ組織的に実施する必要がある。また、政府系の炭鉱、即ち、PNOC-CCの所有するMalangas炭鉱、Uling炭鉱（以上坑内掘）あるいはSemirara炭鉱のUnong坑（露天掘）等では、ある程度近代化、機械化が進んでおり、技術者や労働者の教育も必要最小限山元で行われているが、依然として充分とはいえない。したがって、これら石炭鉱業の技術開発のための教育を集中的かつ効果的に実施することが必要である。

フィリピンにおいて今後石炭鉱業を活性化するために必要な対策を項目別に要約し第3、4図に示す。

5) 石炭鉱業活性化による経済効果

石炭鉱業活性化による経済効果は産業レベルと国家レベルの両面にもたらされる。

産業レベルの経済効果として次のものがあげられる。

- ・現在の坑内掘炭鉱に対し近代化投資を行うことにより石炭価格は輸入炭と競争しうるレベル

第3図 調査の結果

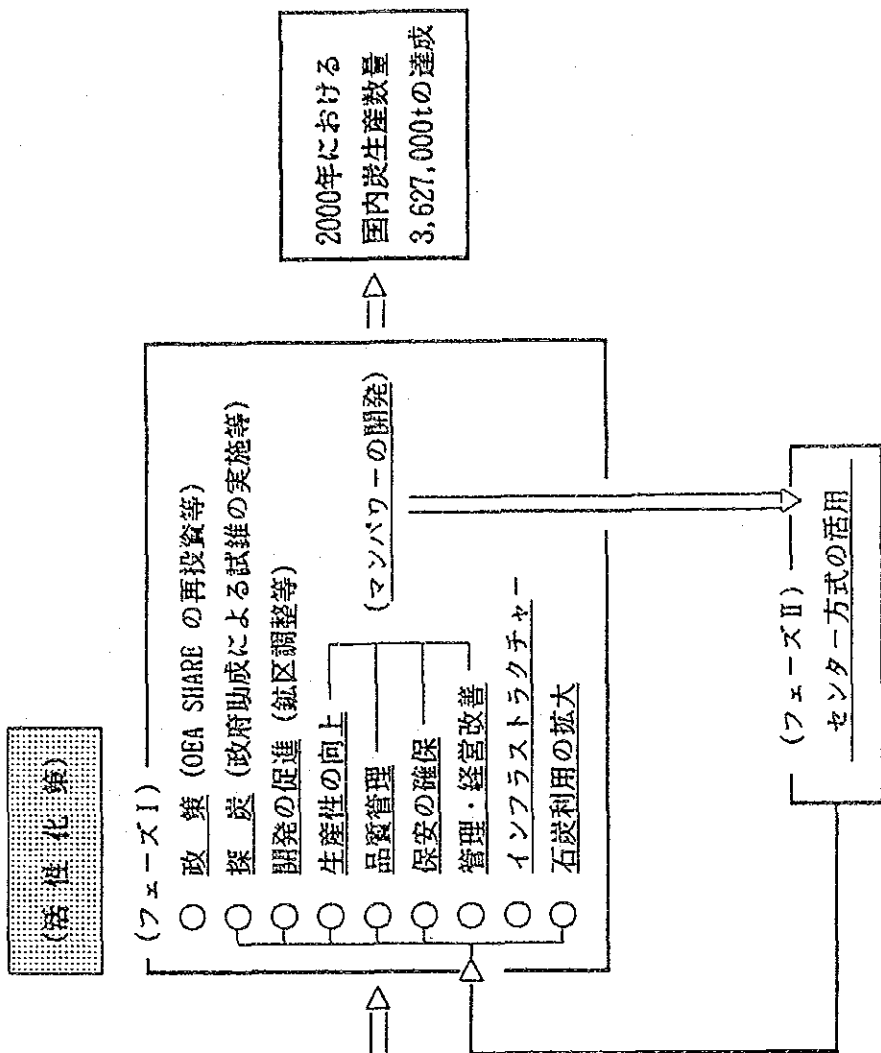
一次エネルギーの供給

	1987年	1992年	2000年
石炭	(3.7%) 6.8% 1,169,000t	(11.2%) 12.2% 3,656,000t	10,376,000t

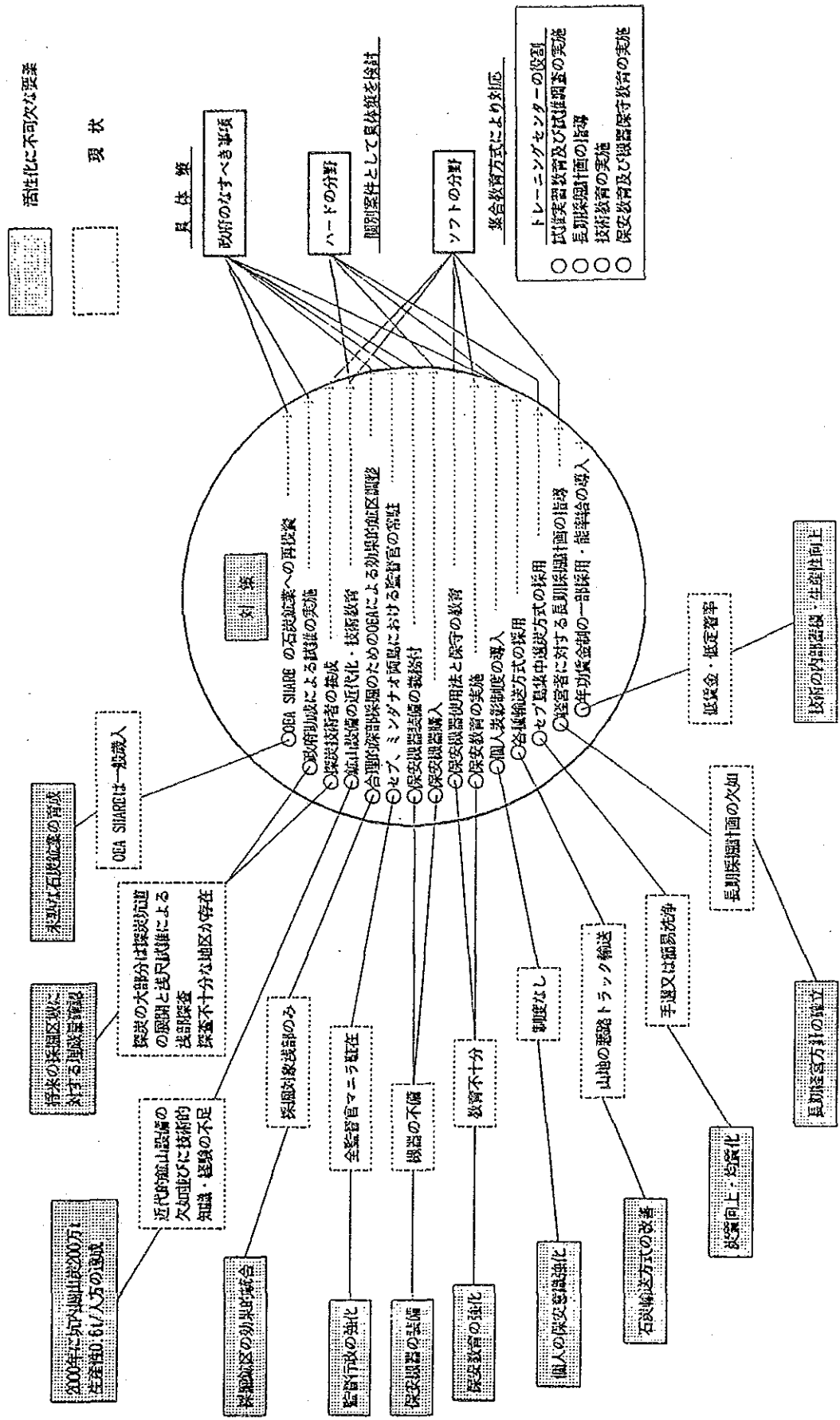
() 内国内炭

出典：Medium -Term Philippine Development Plan,
1987～1992, P303

石炭生産数量はOEAによる出炭計画 (R.O.M)



第4図 石炭鉱業活性化のためにとるべき措置及び具体策



まで下がる可能性がある。

- ・OEAシェアは生産増大にスライドして増加し、これは石炭鉱業の活性化の特定財源となりうる。
- ・石炭鉱業における雇用数の拡大（約8,000人/1987年→約13,000人/2000年）
- ・鉱山技術の向上により事故発生率の低下

国家レベルの経済効果として次のものがあげられる。

- ・生産増大によるGNPに対する生産額の比率の上昇
- ・石炭輸入節約による外貨節約が1988-2000年の13年間で約9億ドルとなる。
- ・エネルギー自給度における国内炭の比率が1987年の4.1%から2000年には11~12%と上昇する。

生産増大に伴い鉱山機械の輸入増がマイナス面としてあらわれるので、機械自給度の向上が課題となる。

石炭鉱業活性化による経済効果の相関関係は第5図に示す通りである。

4. 石炭鉱業技術開発センター調査（第2フェーズ）

政府の国内炭供給の目標達成という観点から石炭鉱業の現状を見ると、現在のフィリピンにおける石炭鉱業は我が国の昭和20年代の技術レベルにあり、特に坑内掘生産能率は平均0.23t/人方と低い。この現状を改善し輸入外炭価格と将来競争出来る様にするためには現在の生産能率の改善を計らなければならない。我が国の石炭鉱業の歴史に照らし、現在の生産能率を2000年迄に0.6t/人・方（年10%の伸）に高める事は可能で、このレベルでの価格競争力は十分つくものと予測される。このため今後必要とする技術改善、新技術導入に対してはフェーズIの調査結果よりトレーニングセンターを設置し炭鉱経営者から技術者・労働者に対し集中的に効果的な教育を実施することが必要である。

センターの目的はフィリピン石炭鉱業において、生産性の向上を実現するため鉱山技術の改善を主目的とし、経営者から労働者迄を対象に教育を行う。

実施に当たっては、特に改善効果の大きい坑内掘の内、中小炭鉱に重点を置いたものとする。

センターの構成は坑内炭鉱が最も多数存在するセブ島に設け、講義室、ワークショップを有するメインセンター（セブ市）と坑内実習を目的とした実験炭鉱（PNOC-CC Uling炭鉱内）からなる。

トレーニングコースは経営者コース、技術者コース、労働者コースの3コースからなる。

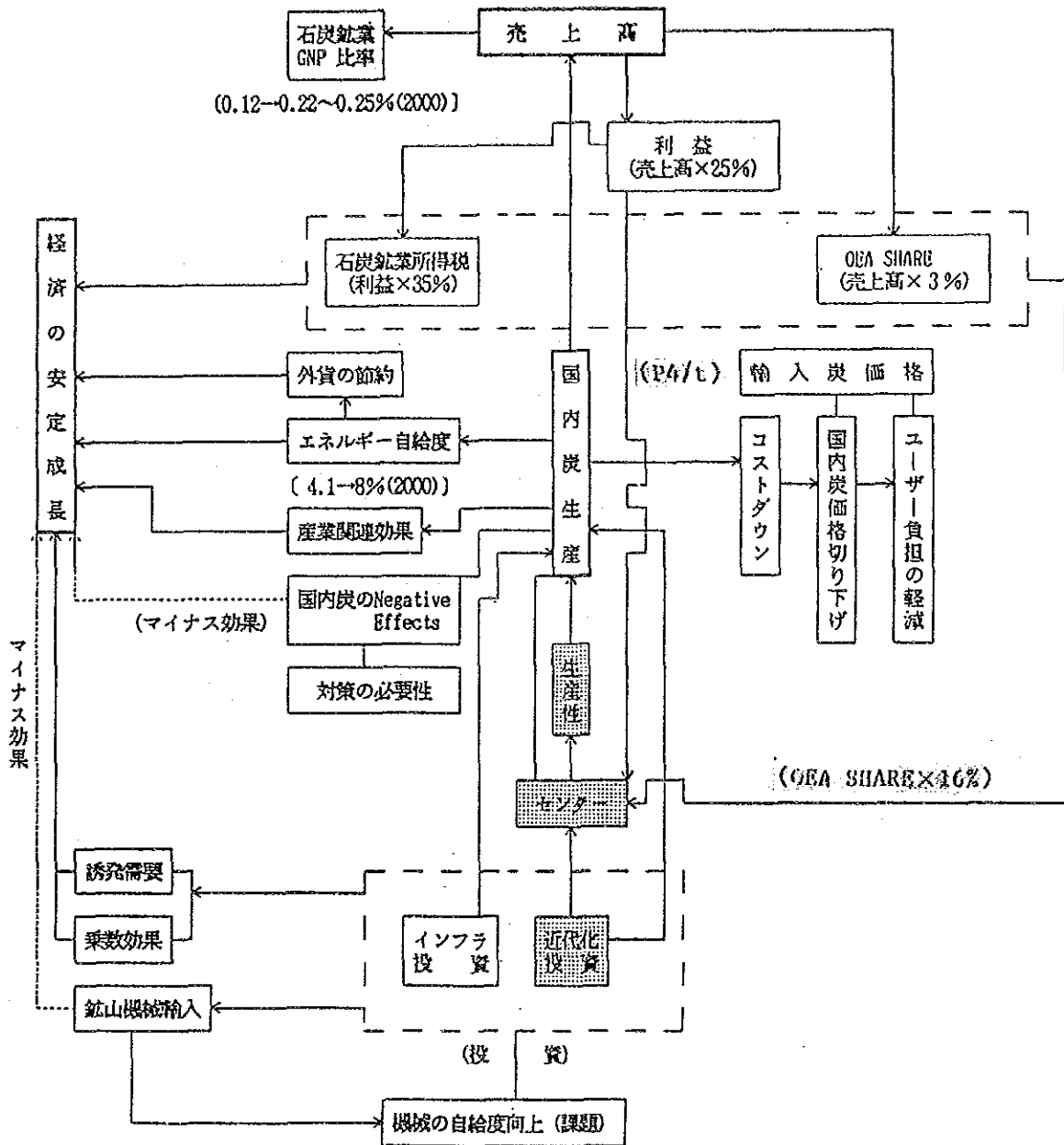
〈経営者コース〉は投資決定法、経営管理、長期計画策定につき年数回のセミナー形式のコースを開催する。

〈技術者コース〉については講義および実技教育を通じて問題解決の手法を学習し、各自の炭鉱で技術改善、新技術の導入を独自に行なえるようにする。コースは試錐、地質、探炭、保安、

第5図 石炭鉱業活性化による経済効果

国レベルの経済効果

産業レベルの経済効果



(参考)

	1988	2000	(1988~2000) 計
近代化投資			1,525百万ペソ
OEA SHARE	29百万ペソ	69百万ペソ	
外貨節約(輸入炭に対して)	37百万ドル	108百万ドル	935百万ドル
石炭鉱業所得税	86百万ペソ	200百万ペソ	
ユーザー負担減			50百万ドル

設備保守，石炭の品質管理・利用の6教科につき，年1～2回のコースを開催し，各教科は4～6週間のプログラムで教育する。各教科の受講者数は最大15名とする。

〈労働者コース〉は保安，掘進，採炭，設備保守の4教科で，実験炭鉱，ワークショップでの実技教育を主体とする。保安教科は特に年4回のコース開催とし，他教科は1～2回とする。各教科の最大受講者は25名とする。

上記各コースへの参加受講者数は経営者コースをのぞいて年間410名となる。

講師の確保についてはフィリピン専門家がなることを前提とすべきである。しかし，フィリピンに技術素地のない部門や，技術的・経験的に未熟な分野については態勢を整えるまでの過度的措置として海外よりの専門家の援助をうけ共同でセンターの教育・実習の指導を行う。そして，技術および教育方法が移転された時点で全講師はフィリピン専門家になる。

センターのロケーション中メインセンター用地はLahug（セブ市空港用地）が建設立地条件として良好であるが，利用計画が未定のため，時期的にまにあわなければ，Talisay地区（セブ市の南方11km，フィリピン大学トレーニングセンター用地）に設置するのが適当である。

実験炭鉱はTalisay地区の西方に位置するPNOC-CC Uling炭鉱内に設置する（第3-4-1図）。

センターの基本設計はメインセンターについては管理・訓練棟（950m²），石炭分析棟（420m²），ワークショップ（700m²），宿舍棟（990m²），車庫（100m²）よりなる。宿舍の最大収容人員は60名とする。

実験炭鉱の坑外建物はメイン棟（270m²），食堂（90m²），ワークショップ（140m²）よりなる。坑内実験炭鉱はメイン斜坑と水平坑道および，緩傾斜と急傾斜モデル払を含む。

センターの建物コストはメインセンターおよび実験炭鉱の建屋コストと造成コストおよび実験炭鉱土木工事費合計で8,382万ペソ（現地発注ベース）又は1億4,555万ペソ（国際発注ベース）となる。実験炭鉱については実用性と可能性とから実験炭鉱をウリン炭鉱浅部炭層中に新設するものとする。

教育・訓練用資機材はメインセンターと実験炭鉱に調達すべきものを含む。必要な資機材は大別して教育・訓練用機材と建物に附属する機材に分けられる。トレーニングに関する教育機材のうちメインセンターに予定する機材は緊急度により一次と二次に分けて調達するが実験炭鉱に準備するものはすべて一次に調達するものとする。

資機材の概算見積額は次の通りである。

	1次		2次		計	
	外貨	内貨	外貨	内貨	外貨	内貨
メインセンター	2,155	1,682	0,933	—	3,088	1,682
実験炭鉱	2,605	—	—	—	2,605	—
合計	4,760	1,682	0,933	—	5,693	1,682

単位：外貨（百万ドル），内貨（百万ペソ）
換算レート：21.04 P/\$

管理運営にあたってはOEAが管轄し、センターの基本方針を決定する運営委員会（委員長はOEA長官、メンバーとして需要家、供給家、学識経験者、センター、海外専門家の代表者）と、実務上の管理・運営にかかる実施計画を立案する管理委員会（委員長としてセンター所長）を設置する。

センター職員数は33名を要し、その他に海外専門家4名、センター内下請9名からなる（第3-7-1図）。

センター運営コストは年間480万ペソと試算される。OEAはこの資金調達にOEAシェア（石炭売上高の約3%）の一部をあてるべく法改正を試みている。しかしながら、法改正には時間を要することが予想されるため、その対応策として、OEAの予算増加を要求すると共に、石炭会社からの寄付（生産トン当たり約4ペソ）を得る考えで、石炭業界の賛同をほぼとりつけている。

センターの建設スケジュールの決定にあたってはフィリピン側で行うべき事項の内、次の条件を満たす事を前提とする。

- イ) OEAシェアの一部を使用しうよう法令の変更が行われ得ること。
- ロ) イ) が遅れた場合各炭鉱より生産量に応じトン当たり4ペソ前後の寄付が得られること。
- ハ) メインセンター用地が無償で確保できること。

これらの事項に要する期間と詳細・実施設計に要する期間を考慮して、センターの建設開始時期を1989年5月と予測した。建設期間は一年とし、その間に資機材の設置を行なう。（第3-31図参照）

5. 勧告

1) フィリピン共和国石炭鉱業の存亡は、一にその活性化及び改善に向けての本マスタープランが着実に実施できるかどうかにかかっていると云える。

前述したように、既存炭鉱、特に、対象となり得る坑内掘炭鉱においては、採掘区域が深部化していく状況にあることもあり、下記項目の改革あるいは改善を早急に実行する必要がある。

- 1) 探掘計画の作成 (新規F/S作成)
- 2) 新技術対応のためのトレーニング
- 3) 必要機器の更新・追加購入 (坑道の追掘を含む)
- 4) 新規開発区域の探炭の促進

OEAはこれら新規投資の財源の一部としてOEAシェアーの還流のため現行法規の一部改正を計画しているが、必要投資額はOEAシェアーの還流だけでは不十分と思われるので、低利の外部資金の導入を計ることを提言する。

2) マスタープランに挙げた政府のなすべき事項 (第4図参照) について、これらを実行に移すため、法改正、制度の創設等を図る必要がある。その際、保安確保策に当たっては、実行可能なものから順次導入するといった早急な対応が必要である。

また、政府助成による試錐及び鉱区調整に当たっては、探査と開発を有機的に進めるため、近代的探炭法導入の経験をもつPNOC-CC及び個々の異なった地質条件下で開発・生産の実績をもつPHILCOALの協力の下でOEAが中・長期計画を策定し、計画の実施に当たっては三者による定期的な委員会方式により実施計画を決定して推進していくことを提案する。

3) ハード分野での具体案は個別案件として個々にその具体策を検討すべきと考えるが、今回の調査結果により、いくつかの具体的改善策を例示すれば以下の通りである。

(輸送方式の改善)

有望な炭鉱の中には、輸送がネックで生産が抑制されているものもある。例えば、セブ島南部のルビミン炭鉱では、輸送路の改善が成功すれば生産量を倍以上に上げることが可能である。このようなプロジェクトは周辺の炭鉱との組合わせで外部資金を導入して隘路を解決することが必要で、この度のF/Sを行う必要がある。

(集中選炭方式の採用)

本文内でセブ島の中央部に集中選炭機を設置して品質を安定化させることを提案したが、誰が実施主体になるかが問題となろう。政府の直営でやるか、またはPNOC-CC等の政府系会社あるいはPHILCOAL等に外部資金を斡旋して買炭・選炭・ブレンディングを行わせ低コストでNPCナグラントに供給することが望ましい。これに関しても今一度F/Sを行い実現性の有無を再検討する必要がある。

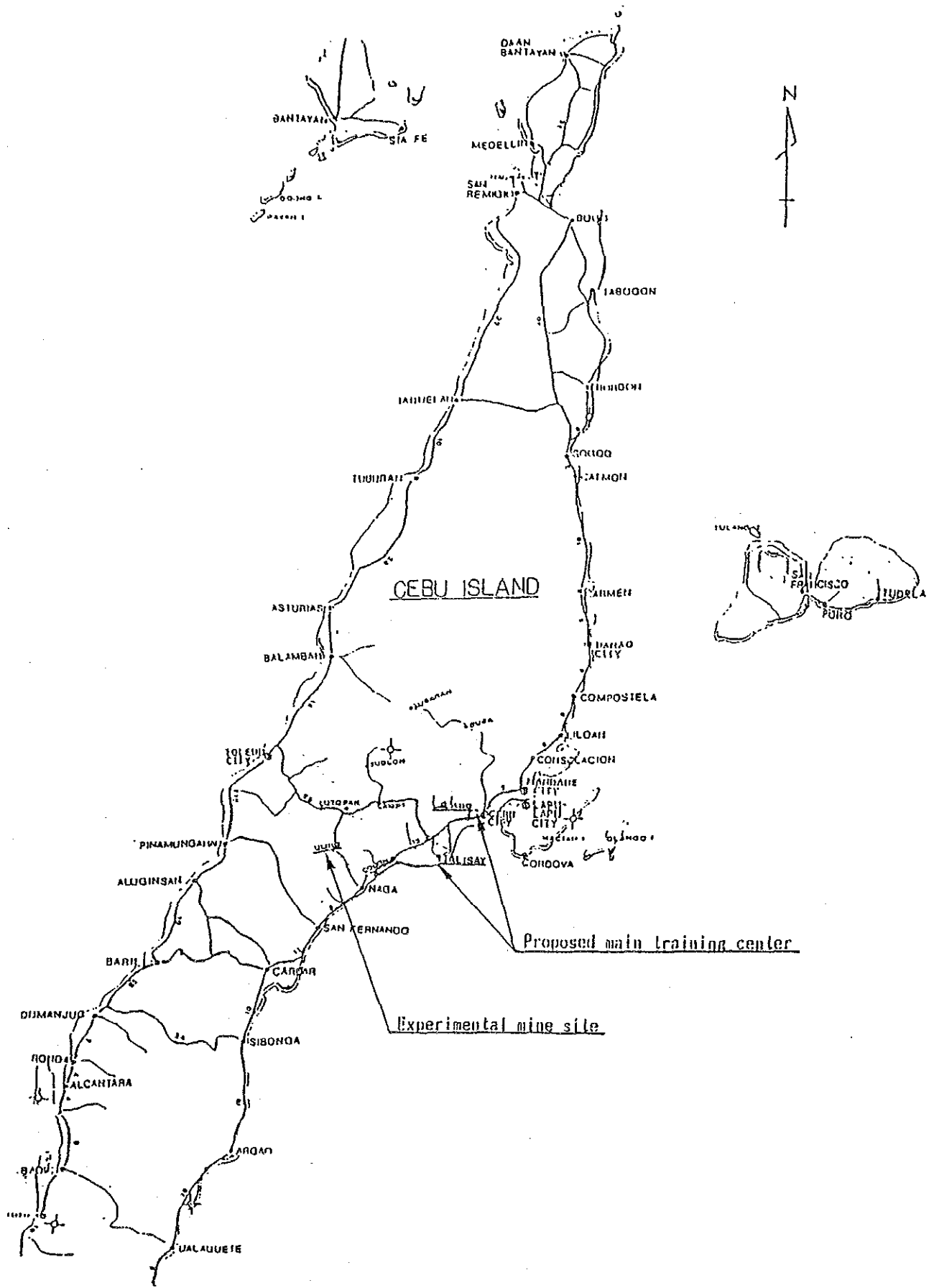
(ビスリグ炭の開発)

ビスリグ炭の開発については、山元発電ではNPCの受電計画の関係で当面不可能との結論がなされているが、同炭は燃焼性も良く、自然発火の特性を除いてはセメント用にも使用可能と判断され、マランガス炭とのバランスでミンダナオ島でのセメント用炭として開発を再検討する必要がある。

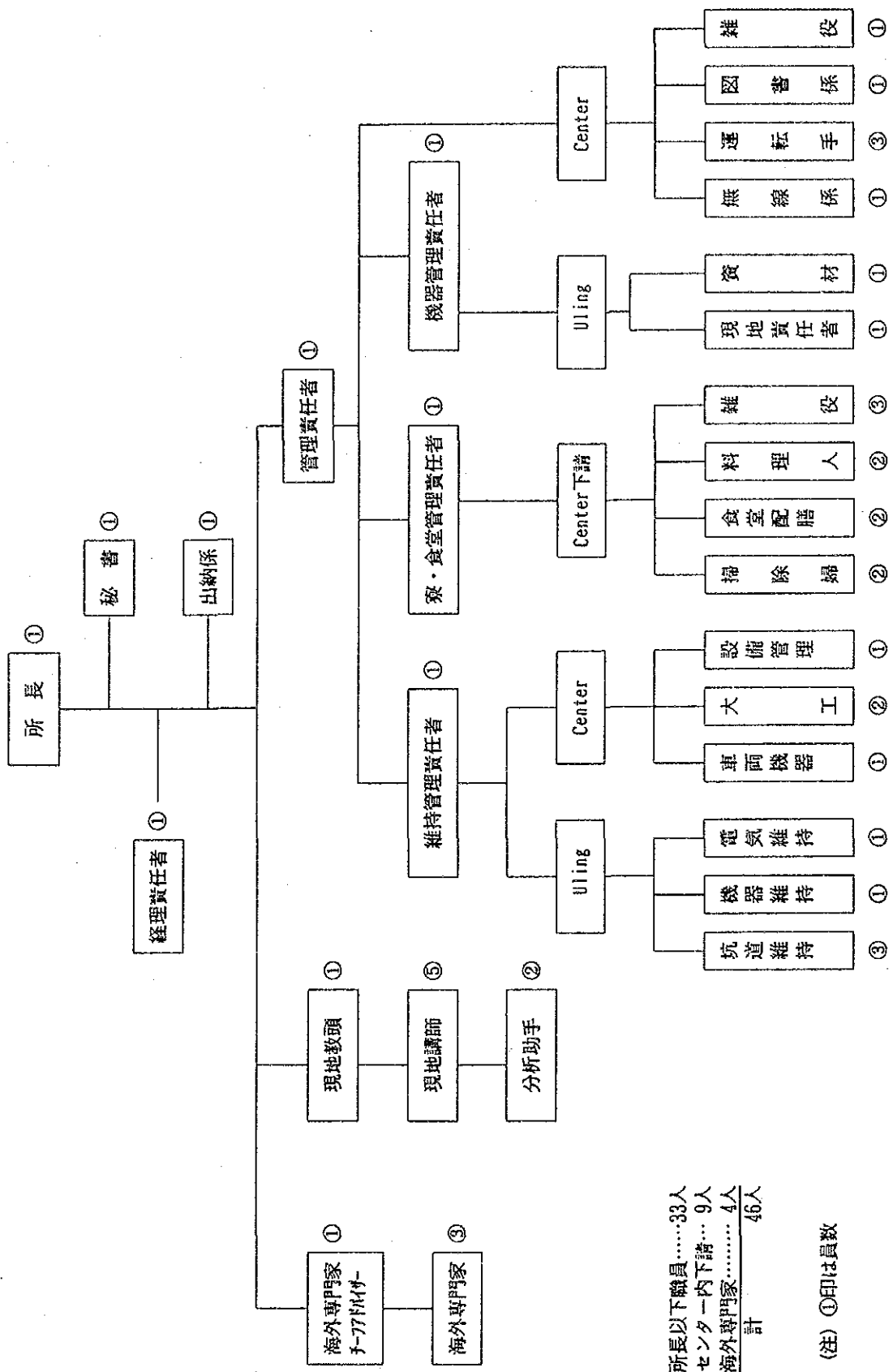
(低品位炭の利用)

フィリピン炭の中には生成時代の新しい、水分を含有し易い低品位炭がまとまって存在するケースがある。例えば、カガヤンバレーのイギグ地区の褐炭やサマール島のバガカイ地区の褐炭等で、低品位ではあるが炭層がまとまっていれば、露天掘により低コストで採掘できるので、利用の目鼻がつけば開発が可能である。したがって、これら低品位炭の燃焼・液化・ガス化あるいは脱硫等の試験を本格的に実施できる試験機関を持って、これらの試験を行うことが必要である。これらの需要は現時点では1999年ないし2000年と予測されているので、これに合わせて準備しておくことを提案したい。

- 4) ソフト分野での対策としては、本調査の第2フェーズで集合教育方式の具体例としてその効果が確認されたトレーニングセンターの活用により、石炭鉱業の体質改善を行うための自国技術者の養成を図るべきである。



第3-4-1 圖 石炭鋳業技術センター及び実験炭鋳位置図



所長以下職員……33人
 センター内下請……9人
 海外専門家……4人
 計 46人

(注) ①印は員数

第3-7-1 図 センター組織図

JICA