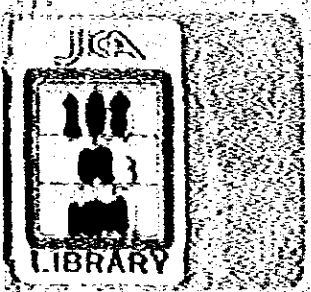


インドネシア共和国エネルギー需給計画 策定システム開発技術協力調査報告書

(要約)

1982年9月

国際協力事業団



総計表
S C
82 - 89

国際協力事業団

受入
月日 84.8.28

108

登録No. 14141

67

MPN

目 次

1	1981年度技術協力の経緯と作業概要	1
2	エネルギー需要予測モデルと予測シミュレーション	9
3	エネルギー供給モデル	16
4	コスト/技術データバンク・システム	21
5	インタラクティブ・システム	27

JICA LIBRARY



1034474(6)

国際協力事業団	
入 期 57.10. 4	2100
登録No. 15008	5593
	MPN

1 1981年度技術協力の経緯と作業概要

- (1) 1979年度および1980年度における「インドネシア共和国エネルギー需給データバンク計画調査」の技術協力を通じて、基礎的エネルギー需給データバンク・システムの設立とそれを利用したエネルギー需要予測モデル、エネルギー・バランス表作成システムの開発が実施された。この2年間にわたる技術協力の実施は、インドネシア・カウンターパートがエネルギー需給データバンクの予備知識を持たない状態から開始したにもかかわらず、多くの成果を結実し、インドネシア政府からも極めて高い評価を与えられた。
- (2) 1981会計年度よりインドネシアでは新経済5カ年計画REPBLITANがスタートするが、インドネシア政府は設立されたエネルギー需給データバンク・システムを有効利用した中、長期のエネルギー需給計画の基礎データ作成に大きな期待をかけている。
- (3) したがって、1981年度の技術協力は「インドネシア共和国エネルギー需給計画策定システム開発技術協力調査」と装いを新たにし、具体的にエネルギー計画を策定するために必要なサブデータバンクとモデルの開発を行なうことを目的として実施された。
- (4) 図1-1は全体のシステムフローを示したものであるが、点線わく内は1979年度および1980年度の技術協力によってすでに完成した基礎的エネルギー需給データバンクを示しており、右側実線わく内および下段2重線内のTSOシステム・ソフトウェアは1981年度協力によって完成した内容を示している。
具体的内容を概略すると以下の通りである。
- (5) 中長期エネルギー需要予測モデルの改善 現行のエネルギー需要予測・システムには、モデル構築法とシステム操作に習熟するため暫定的に作成したエネルギー需要予測モデルが設定してある。このモデルは、わが国における経験を基に作成しており、わが国とは消費構造の異なるインドネシアにおける中長期の需要予測を行なうには、いくつか改善を要する点がある。また、システム開発に重点が置かれていたため、前定条件の推定値は十分なものとなっていない。したがって、本年度は、経済計画、エネルギー開発計画などに関してインドネシア側との十分な検討に基づいて前定条件の推定を行ない、REPBLITAN策定に必要なエネルギー需要予測が得られるように一定の範囲でモデル方程式体系を変更、改善した。こ

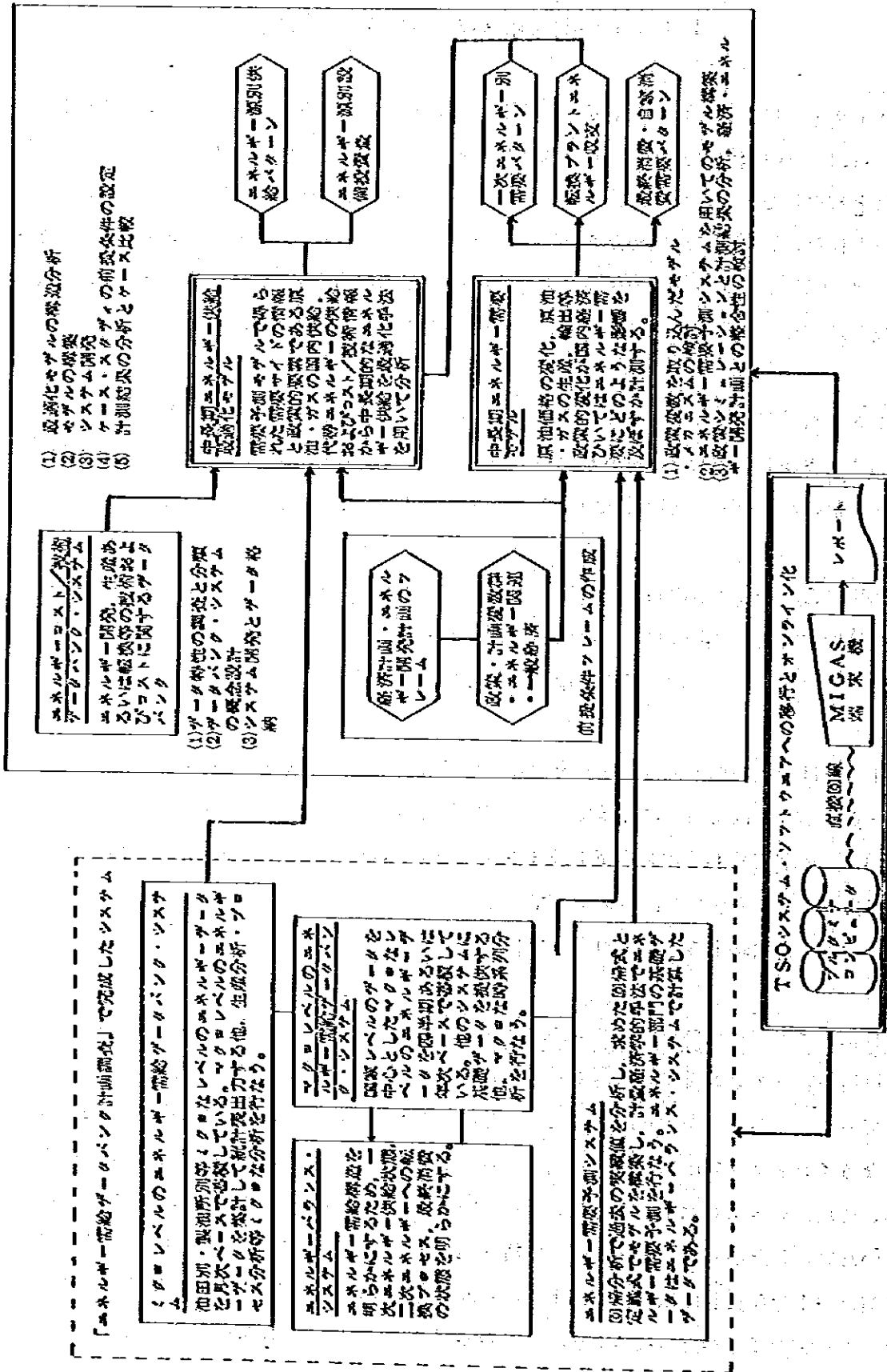


図 1-1 「エネルギー帯給計画策定システム開発技術調査」の内容

の際、各種の政策シミュレーションが可能となるよう配慮し、各種の政策目標に適合するようなケーススタディを実施した。

(6) 中長期エネルギー供給最適化モデルの作成 中長期のエネルギー需要に対応して適正な形でエネルギー供給を行なうことは、インドネシアにとって極めて重要である。すなわち、将来の代替エネルギー開発計画、石油、LNGの輸出計画等は、全て適正な国内のエネルギー供給計画の上に立って作成されるべきである。このため、中長期エネルギー需要モデルで得られた需要サイドの情報と、政策的要素である原油、ガスの国内供給、代替エネルギーの供給、およびコスト/技術情報から、中長期的なエネルギー供給を最適化手法を用いて分析するためのモデルを作成した。

(7) コスト/技術サブデータバンク・システムの作成 中長期エネルギー供給最適化モデルを動かすための基礎データとして、各種エネルギーコストや、各種プラントコスト等のコストデータと、エネルギー転換プラントに関する各種技術係数等のエネルギー技術データは、欠くことができない。これらのデータを蓄積して利用するため、コスト/技術データのためのデータバンク・システムを開発した。

(8) 1979年度および1980年度の技術協力で設立されたエネルギー需給データバンク・システムを土台とし、以上3種の技術協力を加えることによって期待される主な成果は、

- ① いくつかのシナリオに従った中長期のエネルギー源別需要量子樹値
- ② エネルギー消費の拡大に対する国内の適正エネルギー供給システムのあり方(石油から非石油エネルギーへのシフト等)

等である。

(9) プルトミナーMIGASオンライン化促進のための技術協力 現在までに開発されたエネルギー需給データバンクとその利用システムは、全てプルトミナー本社内に設置されており、バッチ・ジョブ・システムの形態を取っている。しかし、今後このデータバンク・システムをより有効に活用していくためには、鉱山エネルギー省およびプルトミナーの地方における主要機関とを結ぶオンライン化が必要となる。このため、本年度はプルトミナーの主コンピュータと鉱山エネルギー省石油ガス局(MIGAS)との間をオンラインで結び、MIGAS内に端末機を設置できるようにするためのTSOシステム開発に協力した。

- 00 オペレーティング・マニュアルの作成 本年度の調査報告と合わせて、「エネルギー需給計画策定システム」の内容、運用の方法、運用上の注意、将来の改善点等を盛り込んだオペレーティング・マニュアルを国内作業で作成した。このようなオペレーティング・マニュアルは、システム開発時のインドネシア側関係者ももちろん必要としているが、将来システム管理者が交替したりする時、不可欠なものとなる。
- 01 これらの技術協力内容を具体的に実施するため、国内作業要員も含め13名で構成されるJICA専門家チームが、前後3回ジャカルタでの現地作業に参加した。これに対して、インドネシア側チームは、MIGAS、LEMIGAS、プルトミナの23名によって構成され、うち12名がわが国において作業にたずさわった。日本における国内作業は、インドネシア側の事情により来日が'82年に入ってからとなったため、第1次国内作業(1982年1月6日～2月3日)と第2次国内作業(1月18日～2月15日)が重なり、事実上1回の国内作業となった。また、この期間中に来日した研修員は、JICA受け入れの6名の他6名の合計12名に達した。
- 02 表1-1には技術協力の作業項目を、表1-2には人名別に担当項目と作業日程を示した。インドネシア側カウンターパートについては来日中の作業のみを記載したが、これ以外にジャカルタにおいては、データ収集作業等が技術協力実施期間を通じて継続的に行なわれた。

表1-1 技術協力の作業項目

協 力 項 目	作 業 項 目
I エネルギー需給予割のための前提条件の設定	① 経済計画, エネルギー開発計画のフレーム設定 ② 実績データの分析 ③ 外生変数の設計 ④ 前提条件とフレームの再評価
II エネルギー需要モデルの改善	⑤ モデル改善のための概念設計 ⑥ モデリング作業 ⑦ マクロ経済データの収集
III エネルギー需要モデルによるシミュレーション	⑧ エネルギー需要モデルによるシミュレーション
IV エネルギー供給最適化モデルの開発	⑨ 最適化モデルの概念設計 ⑩ 最適化モデルのソフトウェア作成 ⑪ 最適化モデルのテストラン ⑫ 最適化モデルによるケーススタディ
V コスト/技術データバンク・システムの確立	⑬ データバンクの概念設計 ⑭ データバンク・システム・ソフトウェアの開発 ⑮ データ整備
VI TSOシステムの開発	⑯ 概念設計 ⑰ TSOシステムへのプログラム変換
VII オペレーティング・マニュアル作成	⑱ オペレーティング・マニュアル作成

表 1-2 作業項目別、人名別作業工程表

氏名	担当項目	'81 8月	9月	10月	11月	12月	'82 1月	2月	3月
柴田 勝次	図取(JICA)	07 03							
宮地 栄次	ワーキング	07 03							
原 新次	ワーキング	04 03			03 03				
所沢 仁	ワーキング								09 03
真重 順次					06 03				02 03
木村 繁		04 03 (6)			06 03			03 03 (4)	
吉越 昌治		07 03			06 03			09 03 (4)	
小川 芳樹		04 03 (6)			06 03				
佐川 威人								03 03 (1)	
越智 昌之		04 03 (6)						03 03	03 03
浅井 功	業務調整(JICA)	07 03							
長田 新一									
十市 勉									

氏名	担当項目	'81 8月	9月	10月	11月	12月	'82 1月	2月	3月
Robali Sani	①② ワーゲンポート						③ ③	③	
Erwin Kasim	①② ワーゲンポート						③ ③	③	
Mrs. Sosparti Soediro	①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲⑳㉑㉒㉓㉔㉕㉖㉗㉘㉙㉚㉛㉜㉝㉞㉟㊱㊲㊳㊴㊵㊶㊷㊸㊹㊺						(6) ③	(3)	
Widartono	①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲⑳㉑㉒㉓㉔㉕㉖㉗㉘㉙㉚㉛㉜㉝㉞㉟㊱㊲㊳㊴㊵㊶㊷㊸㊹㊺						③ ③	③	
Mulyanto	①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲⑳㉑㉒㉓㉔㉕㉖㉗㉘㉙㉚㉛㉜㉝㉞㉟㊱㊲㊳㊴㊵㊶㊷㊸㊹㊺						(6) ③	③	
Pramono	①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲⑳㉑㉒㉓㉔㉕㉖㉗㉘㉙㉚㉛㉜㉝㉞㉟㊱㊲㊳㊴㊵㊶㊷㊸㊹㊺						③ ③	③	
Hendro Prawoto	①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲⑳㉑㉒㉓㉔㉕㉖㉗㉘㉙㉚㉛㉜㉝㉞㉟㊱㊲㊳㊴㊵㊶㊷㊸㊹㊺						③ ③	(3)	
Umar Said	①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲⑳㉑㉒㉓㉔㉕㉖㉗㉘㉙㉚㉛㉜㉝㉞㉟㊱㊲㊳㊴㊵㊶㊷㊸㊹㊺						③ ③	③	
Sumardi C. D.	①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲⑳㉑㉒㉓㉔㉕㉖㉗㉘㉙㉚㉛㉜㉝㉞㉟㊱㊲㊳㊴㊵㊶㊷㊸㊹㊺						③ ③	③	
C. Djoefri	①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲⑳㉑㉒㉓㉔㉕㉖㉗㉘㉙㉚㉛㉜㉝㉞㉟㊱㊲㊳㊴㊵㊶㊷㊸㊹㊺								
Razif Razak	①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲⑳㉑㉒㉓㉔㉕㉖㉗㉘㉙㉚㉛㉜㉝㉞㉟㊱㊲㊳㊴㊵㊶㊷㊸㊹㊺								
Rivai Hamzah	①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲⑳㉑㉒㉓㉔㉕㉖㉗㉘㉙㉚㉛㉜㉝㉞㉟㊱㊲㊳㊴㊵㊶㊷㊸㊹㊺								
Winaryanto	①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲⑳㉑㉒㉓㉔㉕㉖㉗㉘㉙㉚㉛㉜㉝㉞㉟㊱㊲㊳㊴㊵㊶㊷㊸㊹㊺								

氏名	担当項目	'81 8月	9月	10月	11月	12月	'82 1月	2月	3月
Amril K.	00								
Ikunten G.	00								
Toras P.	00								
Maman Widjaja	0000								
Santoso Koerdi	00000000					 (4) (3)	
Paico H.	0000								
Antonious Hariyanto	0000					 (4) (3)	
Djoko Widagdo	0000					 (4) (3)	
Mrs. Ratna	0000								
Miss. Dame Tobing	0000								

00 — はシヤカルタでの作業

..... は東京での作業

() 数字は日付

■ の人名は JICA 受入れの研修員

担当項目番号は表 1-1 の作業項目番号を示す。

2 エネルギー需要予測モデルと予測シミュレーション

- (1) エネルギー需要モデルの改善 1979年度および1980年度に実施された技術協力で、インドネシア側カウンターパートと共に予備的なエネルギー需要モデルを構築したが、このモデルを土台として、エネルギー需要モデルに関するいくつかの改善を行なった。図2-1にモデルの全体フローを示す。
- (2) マクロ経済モデルでの重要な改善点は、
- ① 輸出に対して原油生産量を説明要因の一つとして織り込み、原油輸出の経済に対する影響をみられるようにした
 - ② 実質民間消費を説明する要因の一つとして、政府消費を導入し、原油輸出によって得られた政府予算が民間消費に与えるインパクトを把握できるようにした
 - ③ 鉱工業生産指数を政府消費支出と民間消費支出の双方で説明し、消費の産業へ及ぼすインパクトを把握できるようにした
 - ④ 民間消費デフレータを輸入デフレータのほか、一人当たり実質賃金の代理変数として一人当たり実質国民所得を導入して説明した
- の4点である。
- (3) エネルギー需要モデルの改善点は、民生用灯油、交通用軽油、産業用重油、民生用LPG、民生用電力といった変数に価格効果を導入し、エネルギー価格のエネルギー需要に及ぼす影響をできるだけ把握できるようにしたことである。エネルギー価格は灯油に対する補助金の問題など、インドネシアにおいては極めて重要な問題である。
- (4) 外生変数および前提条件の設定 前述のように改善したエネルギー需要モデルでエネルギー需要予測のケーススタディを行なうため、まずベースのケースとなる前提条件、外生変数の設定を行なった。マクロ経済の主要な外生変数としては名目政府最終消費支出、世界輸入、原油国内生産量等である。またエネルギー関連の外生変数は各エネルギー価格、および外生扱いにせざるを得なかった石炭需要量等となっている。これらの外生変数の設定については、インドネシア・カウンターパートとインドネシア政府の将来計画および各変数の過去のトレンド等について十分に協議を行なった結果得られたものである。

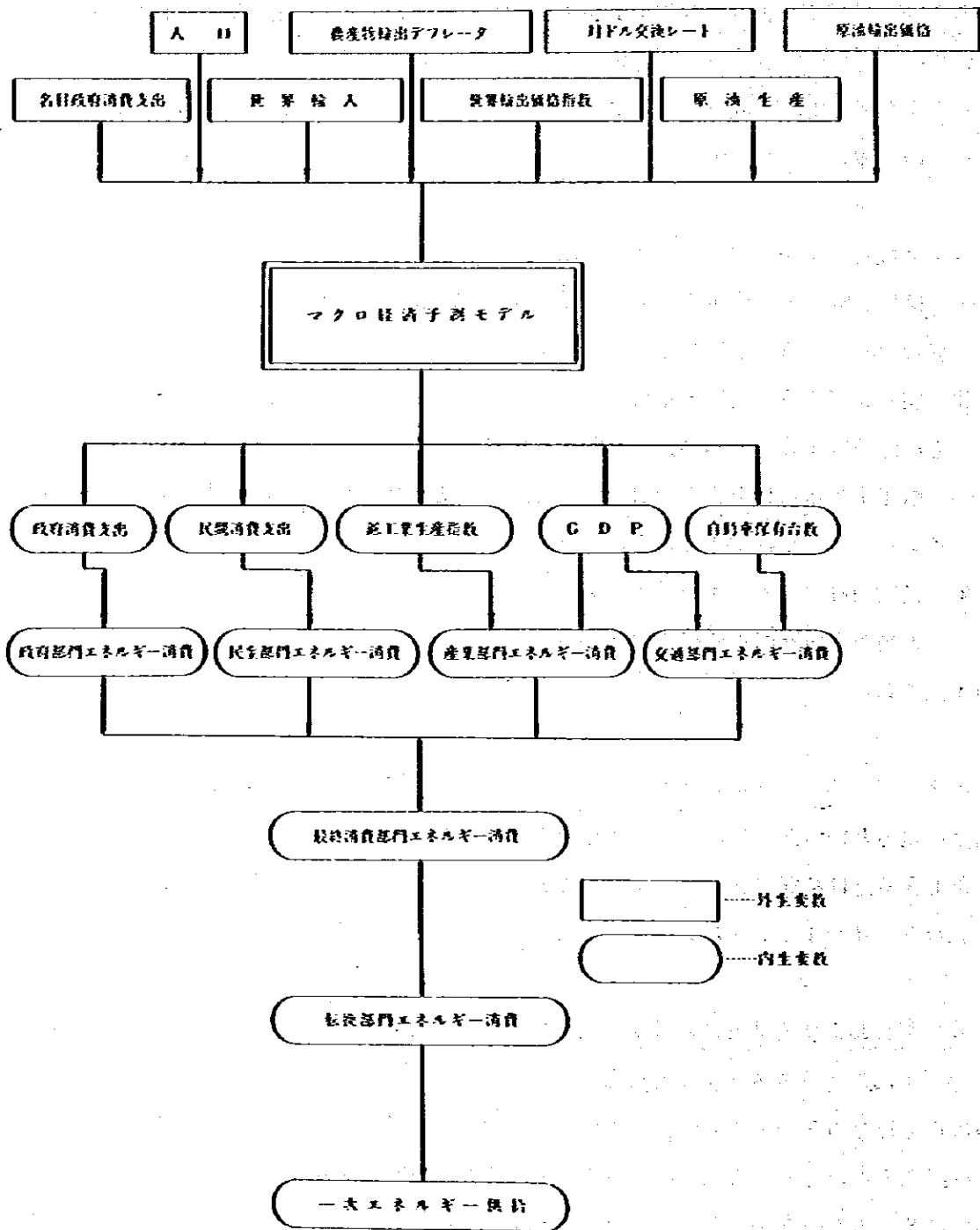


図2-1 インドネシア中長期エネルギー需要予測モデルの全体フロー

- (5) マクロ経済モデルでは、政策変数として名目政府消費支出の伸び率を1975~80年の平均35%に対し、最近の伸びの鈍化と将来の原油輸出の伸びの鈍化を考慮して81~85年20%、86~90年17.5%、90年以降15%と設定した。原油生産量は年平均2.0%、人口は伸び率2.3%から5年ごとに漸次減少するという形で、政府の政策に則って設定した。世界輸入と世界輸出については過去の傾向を根拠にそれぞれ伸び率を5.0%と設定した。残りの外生変数についても政府の政策と最近の経済動向を根拠に設定した。
- (6) エネルギー需要部門では、各エネルギー源の価格を補助金の負担部分の減少などを十分考慮しながら設定し、鉱山エネルギー省が力を入れている電力、セメント、アルミなどにおける石炭導入政策を反映した石炭消費を外生変数として設定した。エネルギー需要部門のその他の外生変数についても過去の傾向等を根拠として設定した。
- (7) エネルギー需要モデルによるケーススタディ エネルギー需要モデルによるケーススタディとして、ベースケース(BASE)のほかに、政府最終消費をふくらませて想定した経済高成長ケース(SIM1)とエネルギー価格を高めに設定したエネルギー高価格ケース(SIM2)の3種類についてケーススタディを行ない、予測結果を比較した。表2-1に各ケースの設定条件を、表2-2にシミュレーション結果の概要を示す。
- (8) ベースケースでは、マクロ経済変数を見ると、GDP成長率は1980~85年で年平均4.8%、同じく85~90年で6.3%、90~2000年で6.4%となっている。これを1971~80年の平均成長率7.8%と比較すると、成長率こそ若干の低下になるものの、原油生産量の伸びの鈍化にもかかわらず、ほぼ今後20年間順調な経済成長を遂げるという見通しになっている。この経済成長の要因となっているのは政府最終消費支出、総固定資本形成であり、輸出輸入はマイナス要因、民間最終消費支出はほぼ中立的な要因となっている。また貿易収支は黒字で推移すると予測されている。
- (9) 一方、この経済成長に対応するエネルギー需要の伸び率を国内一次エネルギー需要の伸び率で見ると、1978~85年で年率8.1%、85~90年で6.1%、90~2000年で6.6%となり、GDP弾性値で見ると、おのおの1.42、0.97、1.03、とほぼ1前後で推移している。これを1971~78年までの平均エネルギー-GDP弾性値0.91と比較すると、将来のGDP弾性値はやや増加する方向にあると言えよう。

表2-1 シミュレーションにおけるエネルギー各目価格の政府最終消費支出の設定値

	エネルギー価格						名目政府最終消費				
	灯	油	A	D	O	派		油	L	P	C
B	1985	117.2	124.0	119.1	341.5	523	14735				
A	1990	291.6	249.4	349.1	1089.2	843	35163				
S	1995	586.5	401.7	982.2	1754.1	1358	75460				
E	2000	944.6	646.9	2343.8	2825.1	2186	161938				
S	1985	117.2	124.0	119.1	541.5	523	15041				
I	1990	291.6	249.4	349.1	1089.2	843	36653				
M	1995	586.5	401.7	982.2	1754.1	1358	80360				
1	2000	944.6	646.9	2343.8	2825.1	2186	176185				
S	1985	2458	327.8	2185	99.6	1207	14735				
I	1990	1321.8	1217.2	1174.9	371.6	4480	35163				
M	1995	4907.6	4519.5	5867.8	923.5	16635	75460				
2	2000	18221.5	16780.7	21786.6	22980.9	6176.6	161938				

表2-2 シミレーション結果の概要

	1978	1985	1990	1995	2000	1985/1978	1990/1985	2000/1990	2000/1978
B A S E	C D P	9483	15073	20687	28062	39018	68	65	66
	国内一次エネルギー需要 (TCE)	88037	151497	203782	279995	385690	81	61	66
	エネルギー総輸出 (TCE)	101746	92678	79528	60348	13822	△13	△20	△161
S I M 1	C D P	9483	15248	21172	29088	40984	70	68	68
	国内一次エネルギー需要 (TCE)	88037	152458	206981	288070	405050	82	63	69
	エネルギー総輸出 (TCE)	101746	91712	76324	52356	△5544	△15	△26	-
S I M 2	C D P	9483	15073	20687	28062	39018	68	65	66
	国内一次エネルギー需要 (TCE)	88037	147688	195535	269197	352989	77	58	61
	エネルギー総輸出 (TCE)	101746	96482	87770	77230	46518	△08	△19	△62

- 00) またこれを部門別のエネルギー需要の伸び率でみると、1978～2000年の年平均伸び率で産業部門7.2%、民生部門5.7%、交通部門1.05%、政府部門0.6%、非エネルギー部門8.5%、エネルギー転換部門等6.4%となっており、交通部門、非エネルギー部門、産業部門の伸びが大きく、政府部門、民生部門の伸びは小さい。これを1971～78年の実績と比較すると、産業部門がインドネシア経済の今後の発展を反映して特に伸びの大きさが目立ち、逆に政府部門、民生部門の伸びが大幅に低下する形となっている。
- 00) 部門別エネルギー需要で特徴となっているのは産業部門、発電部門における固体燃料需要の伸びと発電部門における石油系燃料シェアの低下である。石油のシェアが低下しているのは主として発電部門であり、産業・政府部門では微減、その他の部門では増加する方向になっている。今後インドネシアの石油需要の伸びを抑制していくためには、民生・交通部門におけるエネルギー需要をいかに抑制するか、また産業部門における燃料転換をいかに押し進めて行くかが鍵となる。
- 02) 高経済成長ケースでは、1978～2000年での年平均GDP成長率が6.88%とベースケースの6.64%に比べ0.24%の上昇になっており、国内一次エネルギー需要量もベースケースの6.95%から7.18%へと上昇している。また、両ケースとも長期のエネルギーGDP弾性値は1.04強となっている。この両ケースともエネルギー純輸出は年々低下していくが、高経済成長ケースの方が低下割合が大きく2000年においてはインドネシアがエネルギー純輸入国となっている。
- 03) エネルギー高価格ケースでは、価格効果によりエネルギー需要の伸びは鈍化し、1978～2000年の平均伸び率6.52%となる。エネルギーGDP弾性値は0.98と1を割っている。またエネルギー純輸出も1995年までは年率1.6%の微減にとどまっている。
- 04) エネルギーの国内生産がある程度まで与件と考えられる以上、エネルギー純輸出の変化はエネルギー需要の変化よりも大きくなることは明らかであるが、試みに2000年のエネルギー純輸出を1978年と同じレベルに維持すると仮定すると、2000年のエネルギー需要を297766 10³TCEに抑える、言い換えればエネルギー需要の伸びを年率5.7%に抑えなければならないことになる。

09 モデルの評価と今後の課題 今年度におけるモデル改良の一つのねらいはできるだけ価格効果をモデルに取り入れ、エネルギー価格政策がエネルギー需要に及ぼす効果を分析できるようにすることであった。高エネルギー価格ケースのシミュレーションを行なったことはそれなりの成果をあげたものと考えられる。しかしながら時間の制約、データの制約等からまだ必ずしも十分なモデルビルディングを行なったとは言えない。今後、このモデルをベースとして下記のようないくつかの拡張を行なうことにより、より良いモデルを作ることができよう。主な改良および拡張方向はエネルギー需要モデル自体の改良、マクロ経済モデルの改良、地域別モデルへの拡張の3点だと思われるが、いずれの改良・拡張もかなりのモデル規模の拡大を伴うため、最も重要な点から逐次改良・拡張していかねばならない。

3 エネルギー供給モデル

(1) 1983年からの第4次国家経済開発計画におけるエネルギー需給計画策定に際し、現在のインドネシア共和国におけるエネルギー政策目標は、次の4項目に代表されている。

- ① 潜在エネルギー源の開発
- ② 省石油、エネルギー源の多様化
- ③ 省エネルギー
- ④ エネルギー利用の効率化

これらの政策目標のもとで、エネルギー需給分析におけるエネルギー供給モデルの果たす役割は、エネルギー需要モデルあるいは別の視点から推計されたエネルギー需要見通しに合致すべく、エネルギー供給を行なうために、どのようなエネルギー資源の供給・転換等が必要であるかを分析することである。

(2) 本モデルの手法としては、線型計画法を適用し、エネルギー最終消費までの各種コスト（一次エネルギー価格、転換コスト、国内輸送コスト等）を最小化することにより、供給分析ができるようなモデルの開発を行なった。エネルギー需給分析は、その特性からみて、非常に長期間を対象としているため、時系列型の線型計画モデルとし、長期的、かつダイナミックな分析ができるような構造を取り入れた。またインドネシア国内でのエネルギー需給に地域特性を織り込むことにより、上記の分析がより効果的であるとの考えから、インドネシア国内を図3-1のような3地域に分割した形でモデルの構築を行なった。

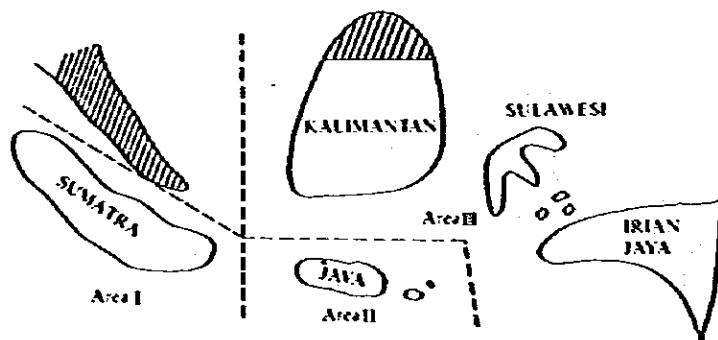


図3-1 地域分割

(3) 本モデルで対象としたエネルギー資源は将来を展望しているため、インドネシア国内では

新エネルギーとされているエネルギーを数多く取り込んでいる。したがって、モデルを運用し、シミュレーション結果から十分な分析を行なうためには、データ整備の面で不備な点がある。現段階では、ここで取り上げたエネルギー資源を全て網羅して分析することは困難であるが、将来の事を考えてモデルの構造、すなわちシステムとしては可能な型に整備してある。

(4) 供給モデルの一次エネルギー源、転換部門、および二次エネルギーの概略フロー・スキームを図3-2に示す。

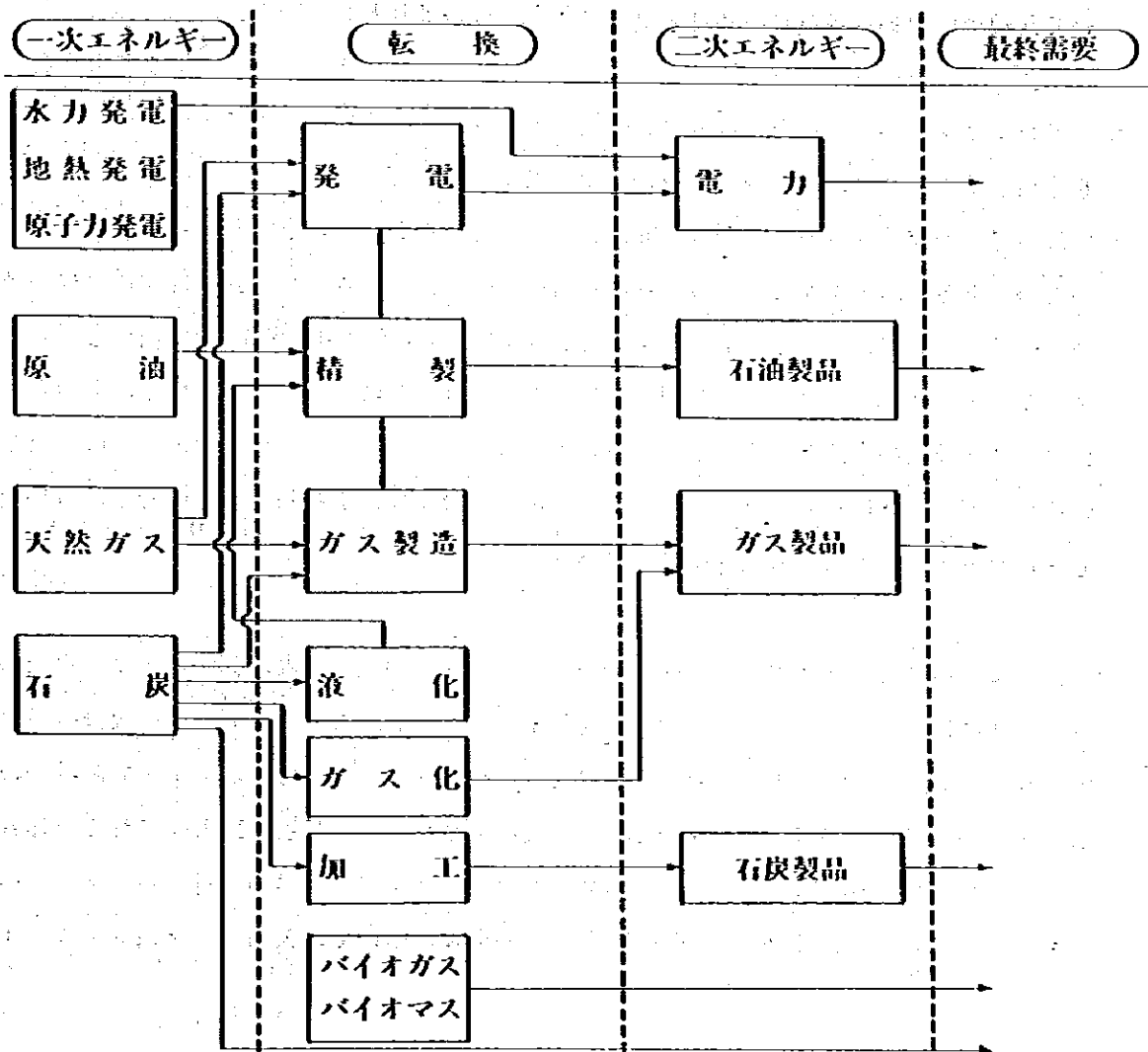


図3-2 ゼネラル・フロー

各種1次エネルギー源は、石油精製プロセス、ガス処理プロセス、石炭の配分プロセス、都市ガス製造プロセス、発電プロセス等のエネルギー転換プロセスを経て最終エネルギー製品となり、国内輸送の過程を経て最終需要セクターへと連結されている。

- (5) 最終需要セクターは、需要モデルにおける最終需要の分類およびインドネシア国内の統計分類等から、①民生部門、②産業部門、③交通部門、④政府部門、⑤非エネルギー部門の5セクターに分類した。需要セクターにおける最終需要量の単位としては石油換算バレル(BOE)を使用している。最終エネルギー製品製造の過程までは、そのエネルギーのもつ固有単位(BBL, TON, MSCF等)を適用し、最終需要につなげる際、変換係数を用いて共通単位であるBOEに熱量変換し全体を一つの流れとしている。
- (6) インドネシアのエネルギー政策目標の潜在エネルギー源の開発、エネルギー源の多様化等を分析するためには、長期レンジの中で、果たして、どのエネルギー源がどの時期にどの程度の量、商業化されることが国家経済上効率的であるか、という情報を基に検討することが有効である。本モデルでは、設定された期間の中で、設定された前提条件で最適なエネルギー供給パスを求めるようにデザインがなされている。すなわち、図3-2で概略を記したエネルギー・フロー・スキームを各期(1年~5年程度)毎にマトリックス化し、その期間全体のコスト要素の合計を最小化している。各期のマトリックスは大部分のところは独立しているが、図3-3に示すようにエネルギー生産設備の部分、すなわち設備の寿命、設備投資で各期のマトリックスは関係を保持している。
- (7) 供給モデルに必要な入力データは、①一次エネルギーの生産上限、②一次エネルギーの価格および運賃、③エネルギー生産設備の既存キャパシティ、④エネルギー生産設備の単位当たりのコスト、(運転コスト(変動+固定費)、投資コスト)、⑤エネルギー生産設備の機能、(インプット/アウトプットの関係)、⑥最終エネルギー製品別輸出入価格および運賃、⑦最終エネルギー製品別単位当たりの熱量、⑧最終エネルギー製品の最終需要セクターへの行き先、⑨セクター別最終需要等である。原油生産についての入力データ例を図3-4に示す。

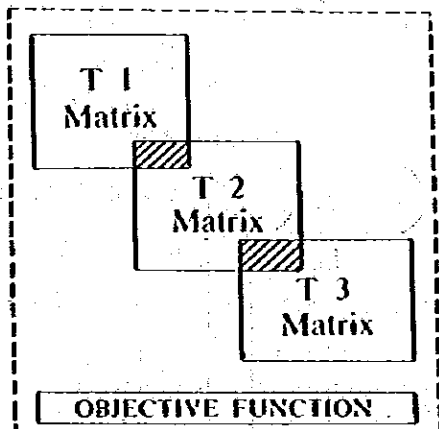


図3-3 時系列マトリックス

***** CRUDE OIL PRODUCTION			
CO NAME	1980	1981	1982
0601RANFAU	6447	6531	5552
0701SLC/MINIS	278495	282115	297757
0601TAP/LIRIK	11531	11681	11915
0901PEJADA	435	442	451
1001SPALEMBANG	8205	8313	8477
1101ARUN	24432	24750	25265
1202ARJUNA/AR3	47082	47594	48668
1302JATI BARANG	8053	8163	8326
1403UANG	6755	6844	6981
1503ATIKA	33637	34125	34903
1603BEKAPAI	12965	13133	13396
1703HANDIL	59809	60587	61799
1803BULA	313	317	323
1903SEPIGGAN	3505	3653	3726
2003BATAK	8532	8583	8816
2103SANGASANGA	1560	1580	1611
2203VALIO	19864	20122	20524
2302CINTA	39077	39470	39979
2403MIXED CRUD	14462	14550	14943
2504ARABLIQHI	22375	22375	22375
26 COAL LIQ.			
9999			

図3-4 原油生産の入力データ例

- (8) 供給モデルからの基本的な出力情報は、①時系列な一次エネルギー供給、②エネルギー生産設備の新・増設スケジュールおよび投資額、③時系列な最終エネルギー製品需要量、④最終エネルギー製品の評価額(シャドウ・プライス)、⑤最終エネルギー製品の輸出入量等である。以上の情報は地域毎およびインドネシア全体として、供給モデルから得ることができる。
- (9) 供給モデルの運用システムを図3-5に示す。線型計画法によるモデルを解くソフトウェアとしては、IBMのアプリケーション・プログラムであるMPSX/370(Mathematical Programming System Extended/370)を使用している。マトリックス・ジェネレータは、入力しやすい形でエネルギー供給モデルに必要な入力データを読み込み、MPSX/370の入力形式に合致するマトリックスに変換して、ファイルに出力する。レポート・ジェネレータは、MPSX/370が出力する最適解を読み込み、各種のレポート・テーブルに編集して、エネルギー供給モデルの解を出力する。
- (10) 本プロジェクトでモデルの概念設計からスタートし、システム開発までの共同作業を行った。インドネシア専門家にとっても、線型計画法でエネルギー・モデルを構築することは概念的には理解できるが、いざ具体的にシステム開発となると、若干未経験な面が見え、開発したシステムを用いて各種ケーススタディの実施は十分には行ない得なかった。したがって、運用面での習熟が今後の大きな課題となっている。

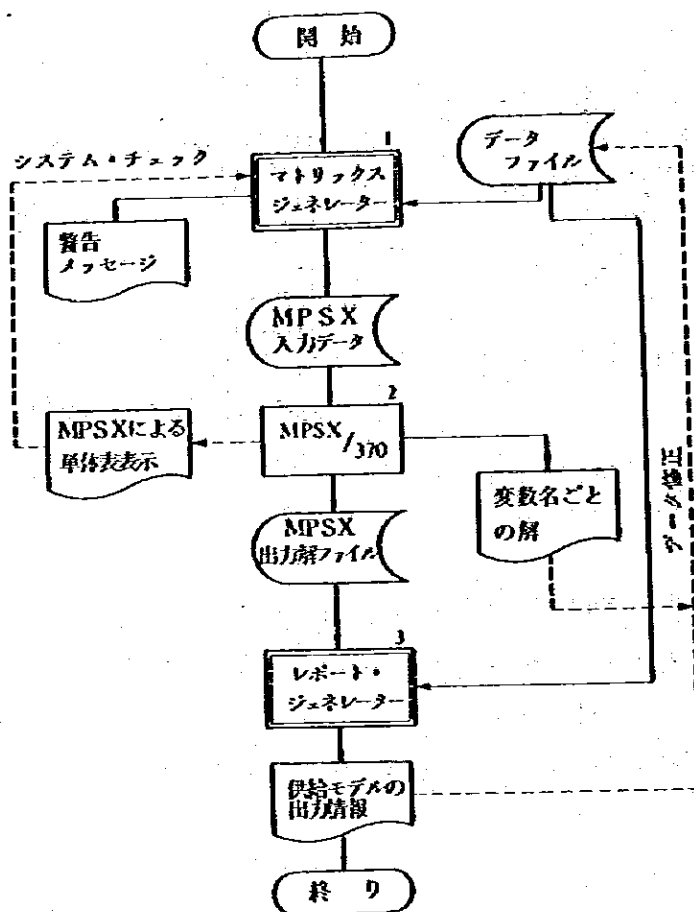


図3-5 供給モデル・システムの構成

4 コスト/技術データバンク・システム

- (1) コストデータと技術データは、エネルギー関連のデータの中で、エネルギー需給データと並んで重要なデータの一群を形成している。一次エネルギー生産として、油田、ガス田、炭田、地熱源、水力源等の、二次エネルギー転換として、製油所、LNGプラント、LPGプラント、都市ガスプラントなどの投資コスト、オペレーション・コストがコストデータに該当する。技術データとしては、同じく一次エネルギー生産源および二次エネルギー転換プラントの能力、得率、稼働率、熱効率、自家消費率等が掲げられる。これらコストデータおよび技術データは、コストを最小化することによって最適解を求めるエネルギー供給モデルに、極めて重要な基礎データの1つとなる。また、投資コストやオペレーション・コストの時系列変化を見たり、各種の比較を行なったりするためにも、これらのデータを蓄積しておくことは必要である。
- (2) インドネシア側カウンターパートと十分な検討を行なった結果、コストデータおよび技術データを表4-1に示すような5種の観点から大分類し整理することとした。

表4-1 データの分類

1.	データ・カテゴリー
2.	フィールド
3.	会社
4.	期種
5.	データ属性

各大分類は、それぞれさらに細かい中分類・小分類を持っており、これらの分類情報がキーワードとなって各データに付されている。

- (3) データの属性としてコストデータを特徴付けている特性は、総投資コスト、あるいは総オペレーション・コストを頂点として木構造を取る種々のコスト成分が存在することである。一次エネルギー生産に関する総経費の一般的な木構造を図4-1に示す。三文字に略されたコスト成分の説明は省略するが、各コストデータは、このような複雑な木構造の形で整理さ

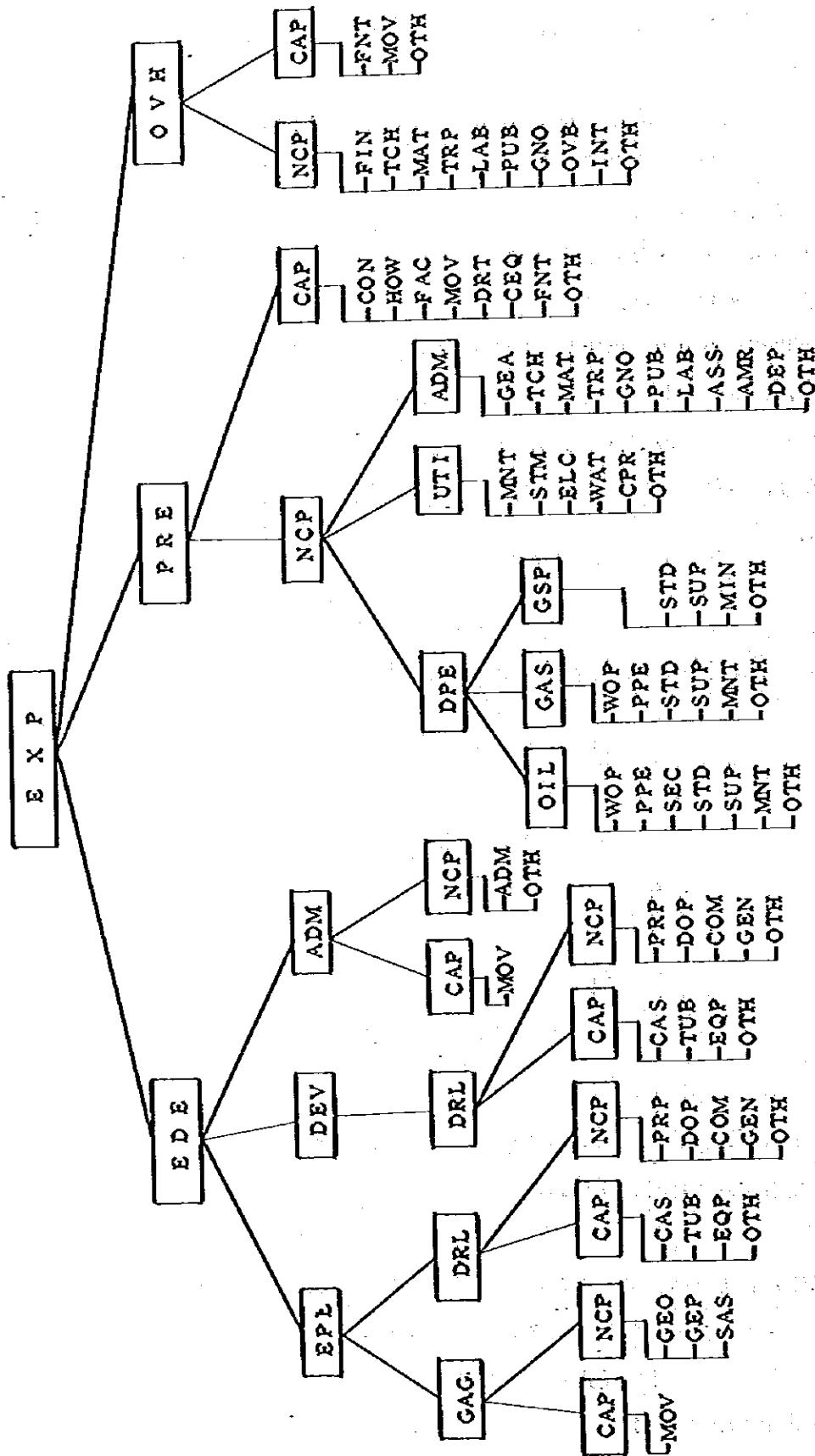


図 4 - 1 一次エネルギー生産に関する総経費の木構造

れる。コストデータの場合、木構造における上のレベルの数値は、足を出している下のレベルの数値の和によって求められることが大きな特徴となっている。技術データの場合にも、能力、得率、稼働率、自家消費率等は、生産場所あるいは転換プラント等を構成するユニット別に木構造を構成しているとみることができる。ただし、技術データの場合には、コストデータの場合と異なって、上のレベルの数値が必ずしも足を出している下のレベルの数値の和になっているとは限らない。

- (4) コスト/技術データバンク・システムの構成図を図4-2に示す。すでに述べたようなデータ分類とデータ特性を十分考慮して、次のような9種類のファイルでデータバンクは構成されている。入力されるコスト/技術データを処理する際に参照するための辞書テーブルファイルとしては、マスター テーブル、ネーム テーブル、トリネーム テーブル、レベルネーム テーブル、ユニット テーブルの5種類がある。実際のデータを格納するためのファイルとしては、エレメントヘッダー ファイルとエレメントデータ ファイルの2種類があり、検索の効率を上げるために、主検索ファイルと検索インデックス ファイルの2種類が用意されている。
- (5) システムを構成するソフトウェアは、各辞書テーブルの生成・更新を行なうTBL、データバンク・ファイルの生成・更新を行なうDBS、会話形式により必要なデータを検索し、検索データの編集出力を行なうREDの3種である。
- (6) データバンクの検索は、ディスプレイ端末を利用して会話形式で行なうことができる。データ検索のキーはすでに述べたような大分類・中分類・小分類に対応するコードであるが、このコードは必ずしも覚えている必要はない。コマンドで指示すれば、ディスプレイ端末上に表示されるので、REDソフトウェアの指示に従って順次簡単な応答を与えながら検索を進めてゆくことができる。
- (7) 検索したデータの編集に関しても、行と列に並べたいコードの情報を端末から与えてやることにより、検索者の希望する形のテーブルに編集することが可能である。また、データバンクに登録した時とは異なった単位を指示した場合、変換可能であれば、ソフトウェアが自動的に単位変換を行なうようになっている。

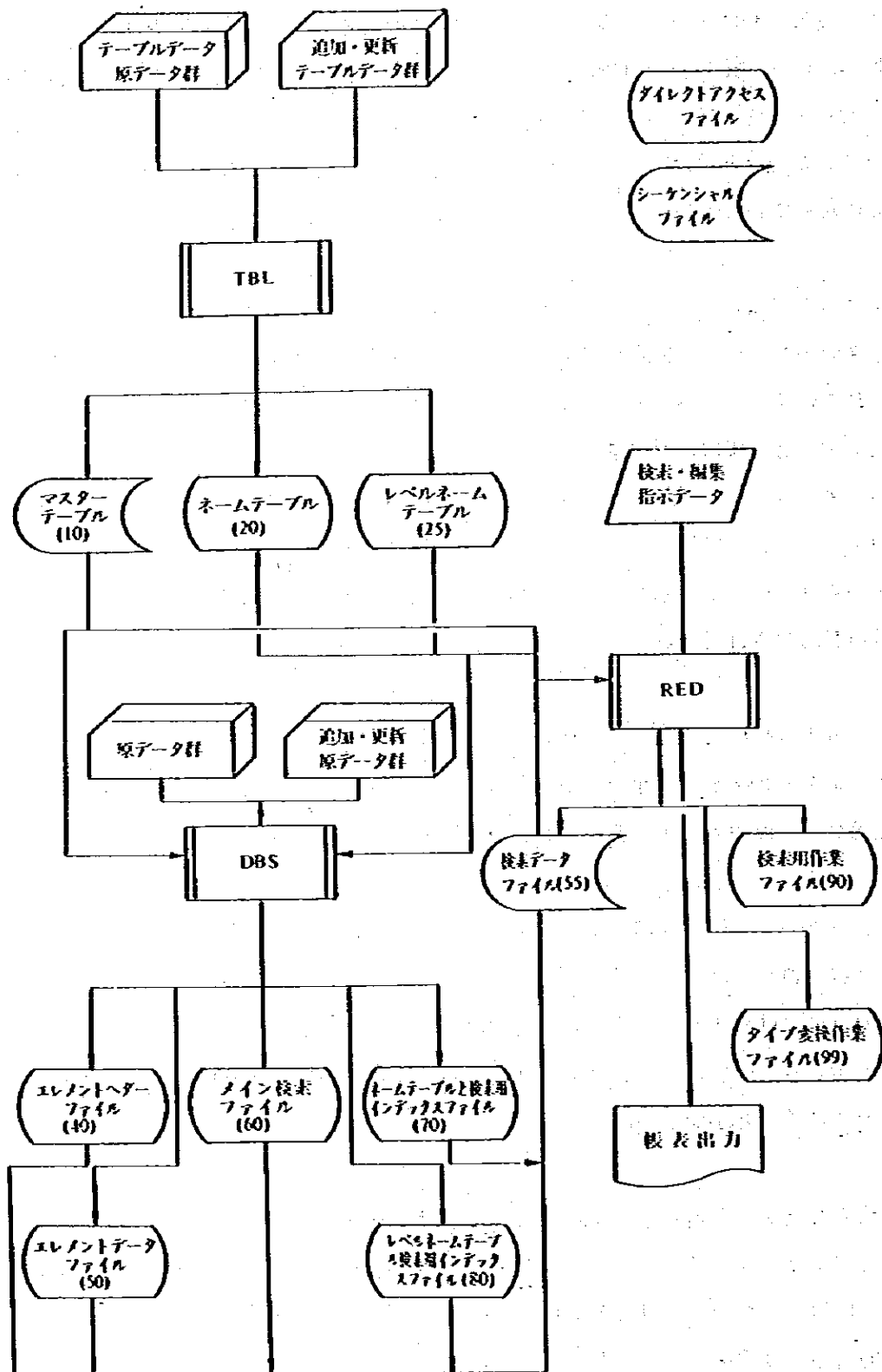


図 4 - 2 システム構成図

(8) データの加工機能としては、検索・編集した生データの2次元マトリックスをベースとして、①構成比の計算、②伸び率の計算、③四則演算、④数値のプロット・プリントといったことが容易に行なえるようになっている。

(9) 以上述べたようなデータバンク・システムの各種機能を駆使し、簡単応答によってコスト/技術データバンクから各種のテーブルと加工データを出力させることが可能である。実際の出力例を図4-3に示す。

(a) 各ワーキング・エリアの総経費の成分比較

	S. SUPATE		S.B		E. TR. IFA		TOTAL
	FA	SEA	TOTAL	IFA	NTAN		
EXP EIE EFL GGS							
MCP EEO	262.00		262.00	31.00	631.00	924.00	
EXP EIE EFL GGS							
MCP EEP	111.00		111.00	55.00	2727.00	2993.00	
EXP EIE EFL GGS							
MCP SAS	2.00	100.00	102.00		73.00	125.00	
EXP EIE EFL IGL							
CAF EIP		232.00	232.00		278.00	510.00	
EXP EIE EFL IGL							
MCP ICF	9383.00	7284.00	17187.00	824.00	5787.00	23521.00	
EXP EIE DEV IGL							
CAF ESP	1112.00	2550.00	3672.00	445.00	1385.00	5510.00	
EXP EIE DEV IGL							
MCP ICP	3220.00	4511.00	12391.00	4723.00	6273.00	24327.00	
EXP EIE MCP IEE							
OIL EEE	7718.00	10402.00	18120.00	4222.00	4824.00	27438.00	
EXP EIE MCP IEE							
GAS EEE					163.00	163.00	
TOTAL	24335.00	29526.00	52081.00	9972.00	23707.00	85656.00	

(b) 上記合計のプロット比較

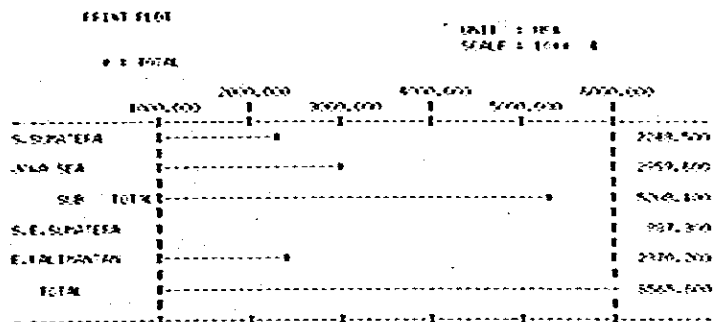


図4-3 データバンク・システムからの出力例

00 データの整備量としてはまだ十分な量に達していないが、システムの技術内容の移転としては完了しており、時間をかけて十分な蓄積を進めてゆくことがインドネシア側の今後の大きな課題である。

5 インタラクティブ・システム

- (1) 計量経済手法による需要予測モデルの構築。運用に際し1979年度および1980年度の技術協力により次の2つのソフトウェアが開発された。第1のソフトウェアは、回帰分析プログラムである。予測モデルを構築する場合、変数間の因果関係を構造方程式と呼ばれる統計式で表わす必要があり、その統計式の推計に用いられる。第2のソフトウェアはモデルのシミュレータである。先の構造方程式および定義式で構成されたモデル体系に対し、それらの方程式をデータとして与えることによって、モデルを作動させるシステムを我々はシミュレータと呼んでいる。
- (2) 構造方程式を作成する際には、ある変量(変数)を説明するのにどの要素(変数)を用いるのが一番説明力が高いかを調べるため、一本の構造方程式を作成するのに数多くの回帰分析を行なう必要がある。また、数多くの推計結果が即時的に得られるなら、そのパフォーマンスはより高くなるとの理由から、回帰分析プログラムを会話形式プログラムに変換することとした。すなわち、端末機から説明変数(独立変数)、被説明変数(従属変数)、回帰分析に用いるデータの期間等をタイプインすることにより、その推計結果を端末機にアウトプットするシステムが開発された。
- (3) 回帰分析プログラムを会話形式に変換する一方で、計量モデル運用の効率を数段向上させるため、サブデータ・バンクのメンテナンス機能と構造方程式・定義式の転送機能の付加も同時に行なわれた。
- (4) シミュレータに関しては、構造方程式を回帰分析プログラムで自動的に転送できるようにしたため、1つの被説明変数に対して複数式をEquation File上に保持し、ケース・バイ・ケースで、どの式を用いるかを選択できるようにすると共に、シミュレーション・タイプ、期間、外生変数値等のシミュレーションに必要な他のデータ群も端末機で変更できるようにした。図5-1に会話形式になった新しいシステムにおけるファイル構造を示す。
- (5) 新しい会話形式のシステムでは、「REG」あるいは「REV」といった簡単なコマンドでプログラムに与えることにより、順次ディスプレイ端末に次の指示が表示され、一本一本回帰式の意味を確かめながら回帰分析を行なうことが可能となっている。

(6) プログラムを動かすためのコマンドも、マクロ・コマンドプロシージャの形で整理してファイルに登録してあるので、EXECUTE コマンドを1回打ち込むだけでシステムを稼働させることが可能である。図5-2にコマンド・プロシージャを示す。

```

00100 PROC 2 DISPX,TSOIOX
00200 FREE F(FT01F001,FT02F001,FT03F001,FT04F001,FT05F001)
00300 FREE F(FT06F001,FT10F001,FT12F001,FT14F001,FT16F001)
00400 ALLOC F(FT01F001) DA('F69, SUB08') OLD VOL(BTS001)
00500 ALLOC F(FT02F001) DA('TRPX') NEW SPACE (20,10) TRACKS DELETE
00600 ALLOC F(FT03F001) DA('&TSOIDX..PSUB') &DISPX SPACE(1000,100) BLOCK(20)
00700 ALLOC F(FT04F001) DA('&TSOIOX..EQFILE') &DISPX SPACE(20,10) TRACKS +
00800 VOL(CRCHK3)
00900 ALLOC F(FT05F001) DA(*)
01000 ALLOC F(FT06F001) DA(*)
01100 ALLOC F(FT10F001) DA(*)
01200 ALLOC F(FT12F001) DA('N0289.NETOS') OLD VOL(CRC001)
01300 ALLOC F(FT14F001) DA('&TSOIDX..NETOP') &DISPX SPACE(10,10) TRACKS +
01400 VOL(CRCHK1)
01500 ALLOC F(FT16F001) DA('&TSOIDX..EQHEAD') &DISPX SPACE(10,10) TRACKS +
01600 VOL(CRCHK1)
01700 CALL '&TSOIDX..REG02.LOAD'
01800 FREE F(FT01F001,FT02F001,FT03F001,FT04F001,FT05F001)
01900 FREE F(FT06F001,FT10F001,FT12F001,FT14F001,FT16F001)
END OF DATA

```

図5-2 回帰分析システム運用のコマンド・プロシージャ

(7) 会話形式へ移行するためのソフトウェア面での技術協力は、会話形式によるコスト/技術データバンクの検索・編集ソフトウェアをも含めて以上のような内容で完了した。これらのシステムに関しては、ブルタミナに設置されたディスプレイ端末からテストランを繰り返して、走る事が確認されているので、釜山エネルギー省から直接回線で結ばれたディスプレイ端末のもとでも問題なく稼働すると考えられる。また、本システムについては、インドネシア側専門家がシステム面でも運用面でも完全に自分のものとしているので、今後についてはほぼ不安はないと言える。



JICA