

中 華 人 民 共 和 国

海 南 島

総 合 開 発 計 画 調 査

第10卷 エネルギー開発計画

1988年 5 月

最 終 報 告 書

日本国国際協力事業団

地	域
J	R
88-1(10)	

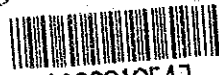
中 華 人 民 共 和 國

海 南 島

總 合 開 発 計 画 調 査

第10卷 エネルギー開発計画

JJICA LIBRARY



1066210[4]

17764

1988年5月

最 終 報 告 書

日本国国際協力事業団

国際協力事業団

17764

目 次

エネルギー開発計画 要約	1
1. エネルギーセクター需給現状/開発課題	7
1-1 海南島におけるエネルギー需給構造	7
1-1-1 商業用エネルギー需給構造	7
1-1-2 民生用エネルギー需給構造	9
1-2 海南島の経済発展とエネルギー消費	15
1-3 海南島エネルギーセクターの問題点とその改善方向	17
1-3-1 低エネルギー消費水準（エネルギー不足）	17
1-3-2 不安定なエネルギー供給	17
1-3-3 高価格エネルギー	18
1-3-4 錯綜するエネルギーセクター関連組織制度	19
1-4 海南島ベースエネルギーの問題	20
2. 未利用資源の存在と活用	23
2-1 島内賦存エネルギー資源	23
2-1-1 天然ガス・石油	23
2-1-2 石 炭	25
2-1-3 水 力	27
2-1-4 新・再生可能エネルギー	28
2-2 エネルギー供給オプション	29
2-2-1 エネルギー必要量	30
2-2-2 エネルギー供給オプション	30
2-3 天然ガスの価値	31
2-3-1 基本的問題点	31
2-3-2 推計方法	32
2-3-3 分析結果	35
3. エネルギー消費見通し	38
3-1 総エネルギー消費見通し	38
3-2 エネルギー源・セクター別消費見通し（推計方法・前提条件）	44

3-2-1	燃料消費見通し	44
3-2-2	電力消費見通し	59
4.	エネルギー供給開発戦略	64
4-1	海南島を取りまく移入エネルギー価格動向	64
4-1-1	石油	64
4-1-2	天然ガス価格	66
4-1-3	石炭価格	70
4-2	エネルギー需給構造の最適化	74
4-2-1	手法概要／消費コスト推計	74
4-2-2	分析結果／エネルギー供給戦略	78
5.	エネルギー源別供給計画／プロジェクト	83
5-1	化石燃料供給	83
5-1-1	移入石炭	83
5-1-2	褐炭	83
5-1-3	石油	83
5-1-4	天然ガス	85
5-2	電力供給	87
5-2-1	電源開発計画	87
5-2-2	送電網拡充	91
5-3	伝統的エネルギー供給	95
6.	計画実現プロジェクト実施への提言	97
6-1	地域エネルギー政策	97
6-2	組織・機構・資金調達	98
6-2-1	石油	98
6-2-2	天然ガス	98
6-2-3	移入炭	98
6-2-4	電力事業	98
	プロジェクト情報シート	101

図・表リスト

図1	エネルギー／電力部門調査作業フロー	6
図1-1	伝統的エネルギー需給	13
図2-1	天然ガスの経済価値／年間消費量	36
図3-1	海南島エネルギー消費見通し (1985年)	41
図3-2	海南島エネルギー消費見通し (2005年)	42
図3-3	民生エネルギー消費推移シナリオ	46
図4-1	エネルギー供給フロー／供給コストフロー	75
図5-1	年度別最大電力と電源開発計画 (送電端kWバランス)	90
図5-2	需給電力量バランス	92
図5-3	海南島送電系統図	93
図6-1	(参考) 海南電力公司組織図	106
表1-1	家庭におけるエネルギー消費 (1985年)	11
表1-2	伝統的エネルギー需給 (1985年)	11
表2-1	天然ガスの経済価値	36
表3-1	海南島エネルギー消費見通し	39
表3-2	エネルギー源別エネルギー消費見通し 天然ガス32.5億m ³ /年のケース	40
表3-3	電力量予測	40
表3-4	消費原単位農業セクターエネルギー消費見通し	49
表3-5	工業部門エネルギー集約度	50
表3-6	対工業部門付加価値総エネルギー集約度国際比較	50
表3-7	中国工業部門エネルギー集約度	51
表3-8	需要予測のための推計エネルギー集約度	52
表3-9	工業業種別組み分け	53
表3-10	工業セクターエネルギー消費見通し	54
表3-11	工業セクターエネルギー消費見通し ケースII (中国全土平均)	54
表3-12	規模別エネルギー集約度	55

表 3 - 13	業種別エネルギー集約度	5 6
表 4 - 1	移入炭価格予測	7 3
表 4 - 2	発電費用比較	7 6
表 4 - 3	エネルギー供給コストフロー	7 7
表 4 - 4	線型計画分析・インプット	7 9
表 4 - 5	線型計画分析結果	8 0
表 5 - 1 (1)	エネルギー開発プロジェクト一覧	8 4
表 5 - 1 (2)	電源開発計画	8 8
表 5 - 1 (3)	電力開発投資	8 9
表 5 - 2	2005年天然ガス消費推計	8 6
表 5 - 3	年度別供給力一覧表	9 4

熱量換算表

熱量等価換算表

	単位	当量値発熱量 (kcal)	標準炭換算 (kg)
電 力	kWh	860	0.123
ガソリン	kg	10,300	1.471
ディーゼル	kg	11,000	1.571
灯 油	kg	10,300	1.471
重 油	kg	10,000	1.429
残 油	kg	9,000	1.286
潤 滑 油	kg	10,000	1.429
コークス	kg	6,800	0.943
都市ガス	m ³	4,000	0.571
LPG	m ³	12,000	1.714
メタンガス	m ³	5,000	0.714
天然ガス*	m ³	7,400	1.057

伝統的一次エネルギー換算表

	単位	低位発熱量 (kcal)	標準炭換算 (kg)
石 油	kg	10,000	1.429
天然ガス*	m ³	7,400	1.057
油田ガス	m ³	10,000	1.429
豚 糞	kg	3,000	0.429
鶏 糞	kg	4,500	0.643
ワ ラ	kg		
イナワラ	kg	3,000	0.429
ムギワラ	kg	3,500	0.5
バ ガ ス	kg	3,300	0.441
木 柴	kg	4,000	0.571
草	kg	3,300	0.471
牧 草	kg	3,300	0.471
モラセス	kg	3,700	0.529
緑 肥	kg	3,000	0.429

注：* 釜歌海天然ガスを想定。一般的には
8,500kcal/m³で標準炭換算1.214kg
となる。

エネルギー開発計画 要約

海南島のエネルギー需給構造は、薪炭材・草・稲ワラ等の伝統的エネルギーが55%、石炭・石油・水力等の商業エネルギーが45%と推計され、伝統的エネルギー需給が非常に大きな役割を果たしている。石炭換算需給量は、1985年で268万トンであり、一人当たりエネルギー消費量は、石炭換算454kgで中国平均の約半分という低いレベルにとどまっている。一方、100元当たりの国民収入を得るのに必要なエネルギー（エネルギー集約度）も石炭換算で38.2kgであり、中国平均の約120kgに比較して、3分の1程度である。このように、エネルギー需給の上にも農業ならびに農村を中心とした経済構造が反映されており、他の途上国の事例を勘案すると発展段階の初期に位置していると見える。

低エネルギー消費水準（エネルギー供給不足）の他にも不安定なエネルギー供給、高エネルギー価格は大きな問題である。これらの三重苦は相互に関連しており、総合的に解決されねばならない問題である。こうした海南島のエネルギー問題の多くは海南島のエネルギー資源賦存状況ならびに地理的辺境性・離島性に起因しており、今後も海南島独自でこの条件を変えることは出来ない。中央からの石炭・石油の供給制約、輸送経路の長距離性は、それぞれの価格を上昇させ、必然的に伝統的エネルギー多消費型とならざるを得ない面がある。例えば、草・稲ワラが民生用エネルギー供給の60%を担っている県も存在しており、漢区全県における伝統的エネルギーは、危機的様相を示している。また、エネルギー関連組織体系・制度は錯綜しており、それがエネルギー問題を包括的に分析し、総合的解決方法を見出すことを困難にしているという側面も見受けられる。

島内賦存エネルギー資源としては、石油、褐炭、水力、太陽エネルギー（薪炭、太陽光熱、風力）などが挙げられるが、いずれも今後の経済発展を支えるエネルギー供給の核とはなり得ない。有望視されている天然ガスは外貨建て支払い方式により、移入というよりは、輸入エネルギーといっても過言ではない。また北部湾および海南島北部地域の陸上油田探査は、現段階では大きな期待を寄せることはできない。

エネルギー開発案を島内賦存エネルギーと経済開発シナリオ案との関連で考慮すれば、①島内エネルギー資源を活用する分散型エネルギー整備、②大規模エネルギー移入システム型の2つの基本的に異なる方法が考えられる。経済開発シナリオI（緩行型）の場合には、農業中心の経済成長が中・長期的に想定されており、エネルギー整備の上からはエネルギー源の小規模分散化を図り、これらシステムの総体の上にエネルギー需要を満たし、

エネルギー移入による島内資金の島外流出を極力抑える自給促進型ともいえる。

経済成長加速型シナリオにおける電力需要は全ての既存計画供給量をはるかに凌駕する規模である。これは多分に想定する経済が工業中心の加速成長型であるために起因する。本経済シナリオ下でのエネルギーの需要を満たすには、小規模な島内エネルギー資源開発投資よりも、大規模集中移入エネルギー利用システムへの投資がその効率の向上をより期待できよう。このシナリオ下でのエネルギー供給の目的は経済の牽引車となるべき工業に競争力確保のための安価なエネルギーを安定的に供給することであり、その場合のエネルギー供給には1990年代前半より32億 m^3 /年の天然ガス利用を必要とする。大規模エネルギー資源開発、供給システム構築が本シナリオの前提となり、本シナリオ遂行には中央の全面支援が不可欠である。

海南島は熱作中心の農業主導経済構造で成長してきており、今後もこの対本土の比較優位に基づき経済開発が進展することは明らかである。しかしながら、海南島経済の加速成長には熱作中心農業のみでは対処し切れないことから、工業化が本計画で提案されている。それには、農業経済から工業経済への進展が多量のエネルギーを必要とすることから、伝統的エネルギー需給を主体とした需給構造からよりエネルギー効率のよい需給構造への移行を前提とする。

海南島のこれまでの農業主導型経済を支えてきたのは伝統的エネルギーである。全島エネルギー需給の50%が木柴、草にそのエネルギー源を依存している。これら伝統的エネルギーの実効熱効率は非常に悪く13%程度と推測される。現在の伝統的エネルギー主体の需給構造は限界にきていると言えよう。薪の価格高騰はこれを裏づけている。この伝統的エネルギー需給を主体としたエネルギー構造は効率の向上を考慮するとしても今後の海南島経済発展には適合し得ない。

途上国平均のエネルギー集約度（単位当たり付加価値ベースの総生産に必要とされるエネルギー量）は現在、1,000元当たり石炭換算で1,009kg、海南島のそれは僅か382kgである。今後の海南島開発の目標達成は多くのエネルギー消費そして移入エネルギー依存を前提条件とするのである。1920年以降の先進諸国工業化の進展は、豊富なエネルギー供給源、安価なエネルギー源が存在したうえで達成されたものであった。

海南島においては何をもちいてエネルギーベースとするかが深く検討されねばならない所である。低廉性、安全保障性（安定供給）はその際の判断基準となろう。産業構造が迂回生産過程の増加により進展する限り、エネルギーコストはどの生産段階でも加算される点に留意しなければならない。同様にエネルギー供給の中断は供給側の損失ばかりでなく、消費者側でのコスト増（生産機会の損失）となり経済全体にとっての中断コストは膨大なものとなる。また低廉性においてはベースとなるエネルギーが最終エネルギー消費に至るまでの必要な輸送・貯蔵・変換の容易さをも考慮に入れた総合効率の観点からの判断も必要となる。伝統的エネルギーベースからの移行、そして見込まれるエネルギー消費の増大を何のエネルギーベースで賄うか、中心エネルギー源を何にするかは大きな課題である。

策定された経済開発構想下のエネルギー総需要量（標準炭換算）は1985年の136万トンから2005年には6.1倍の824万トンに増加するものと見込まれる。中でも工業部門のエネルギー需要は34万トンから9.5倍の325万トンに増加しよう。電力需要は現在の740GWhから8倍の約5,900GWh程度の需要量となる。これらに対応するエネルギー供給体制の確立がなければ、社会総生産額目標の達成は不可能である。

1985年に島内で供給できたエネルギーは、マキ、ワラ等の伝統的エネルギー35万トン（以下すべて標準炭換算であることに注意）と水力発電の29万トンの合わせて64万トンであった。伝統的エネルギーは単に非効率であるのみならず、貴重な森林資源の破壊をもたらす。将来は減少させていくことを基本方針とすべきである。2005年における電力供給構成を考えると、水力発電は大型ダム建設をしても約75万トン分の供給能力にとどまる。2005年時点では、伝統的エネルギーと水力発電を合わせても約90万トンの供給能力しかもちえず、これは全需要量の1割程度にすぎない。その他の島内エネルギー資源としては長坡褐炭の存在がある。これは発電用として積極的に開発していくべきであろう。しかし、それも電力供給構成の関係から40万トン分に匹敵するにすぎず、以上の3者を合計しても約130万トン、2005年の総需要の16%にすぎない。その他に移入石油製品で賄えるのは116万トンと見込まれ、以上で総需要量の30%、246万トンとなる。

したがって2005年において標準炭換算で580万トンが他の移入エネルギーにより賄われねばならない。代替案は移入炭か、天然ガスかの2通りと考える。移入炭案においては、中国全体のエネルギー需給構造は石炭が70%を占め、石炭ならびに他のエネルギー賦存量から見ても、21世紀に向け石炭が依然としてエネルギーベースとなる。中国における石炭は北に偏在しており、全埋蔵量の75%が北部に存在する。このエネルギー資源賦存を前提

とすれば、海南島は、したがって、依然として安定供給は望めるものの他の地域に比較し割高な石炭に依存することとなる。長期的には産炭コストおよび輸送コストは上昇し、海南島の移入石炭消費に関する劣勢条件はそのまま継続しよう。また環境問題といった不利な点が存在する。

エネルギー供給は安定供給の保証と同時に最終消費者の負担費用の最小化を狙いとすべきである。またエネルギー利用がもたらす経済価値の最大化も検討すべきである。ここに長期的なエネルギー供給体制確立のための天然ガス利用の必然性がある。これまで中国側から提供されたデータに基づいて試算すると、天然ガスの価値は製造業部門での利用が最も高い、すなわち海南島経済に最大の効益をもたらす。それと同時に、電力供給源としては、天然ガス発電が最も効率的、すなわち最小費用ですむ。

天然ガス利用は今回の計画の基本に据えられている。すなわち、天然ガスは発電用エネルギーのみならず、工業用燃料と基幹工業の中心的存在である合成アンモニア、尿素生産の原料ならびに民生用エネルギー源として、海口、那大、三亚での都市ガス利用としても計画に組み込まれている。したがって、天然ガス利用が実現されない場合、単にエネルギー供給上の制約条件が解消されないのみならず、工業開発目標も達成できず、ひいては経済全体の発展諸目標も達成不可能となる。2005年においては工業原料として7億 m^3 /年、エネルギー源として25億 m^3 /年、合計32億 m^3 /年の天然ガス利用が計画に組み込まれている。

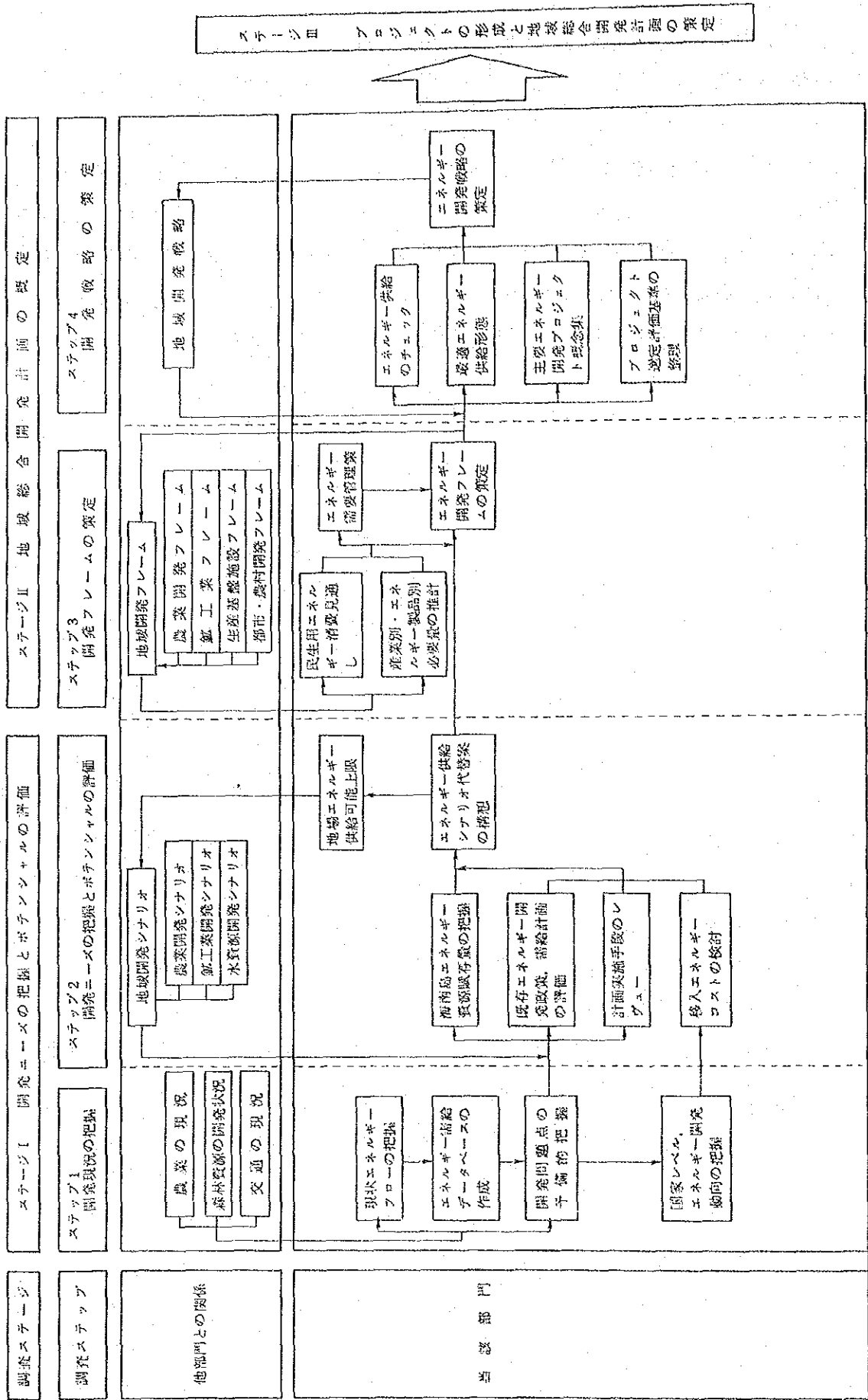
電力需要はすでに述べたように8倍の増加が見込まれる。これに対応した発電設備出力は1985年の310MWから2005年には4倍強の1,300MWが必要となる。その際、安定した電力供給体制を形成するためには、現在の水主火従（水力225MW、火力84MW）から火主水従（2005年では火力1,025MW、水力312MW）へと電力供給を変えていくことを基本方針とすべきである。1995年までは馬村石炭火力発電所の整備拡大に集中し、1995～2000年にかけて天然ガス発電2カ所（三亚地区）ならびに長坡褐炭発電を整備していくことが必要とされる。

天然ガス利用のスケジュールは主として洋浦における工業開発ならびに発電、民生用エネルギー供給の関係から、島内基本パイプラインの工事着工を1993年、建設完了供給開始を1996年と想定している。

移入炭および移入石油に関しては安定供給、島内への効率配送の観点より、備蓄基地および貯蔵施設が提案される。

エネルギー／電力部門の作業フローは図1の通りである。最適エネルギー供給形態並びにプロジェクトの形成はステージⅢにおいて行われた。またステップ4の開発戦略の策定においては本セクター計画において重要な要素である天然ガスの価値についての分析が行われた。これは当初作業項目としては存在しなかったが、上位計画の延期から海南島エネルギー需給の鍵となるため重要追加検討項目としてとり行われたものである。

図1 エネルギー調査作業フロー



1 エネルギーセクター需給現状 / 開発課題

1-1 海南島におけるエネルギー需給構造

海南島のエネルギー総需給量は、1985年では標準炭換算実効エネルギーベースで 135万トン（単なる石炭換算では 268万トン¹⁾）、全国消費量の0.14%を占める。海南島における一次エネルギー供給構造は石炭38.6%、褐炭 0.1%、石油14.5%、水力21.4%、薪炭材、草、稲ワラ等の伝統的エネルギー25.4%となっている。

海南島における一人当たり総エネルギー消費は単なる発熱量石炭換算で 454kg、中国全土平均 1,050kgの45%程となっている。薪炭材、草、稲ワラ等の伝統的エネルギーを除いた商業用エネルギーのみを対象とした一人当たりエネルギー消費は、海南島では 203kg、全国平均 652kgの約31%となっており、海南島での伝統的エネルギー需給の比重が高いことが伺われる。

海南島の賦存エネルギー需給量は上記 135万トンの需給量のうちの46.9%を占め、その過半を移入エネルギーに依存している。伝統的エネルギーを除いた場合、つまり商業エネルギーのみを対象とした場合の海南島内エネルギー需給率は21.4%へと極端に下降する。他は全て本土からの移入に頼る構造となっている。

1-1-1 商業用エネルギー需給構造

(1) 石油

石油は海南分公司により全量が供給される。1985年の需給量は19.7万トンで、このうち国家配給量は13.5万トンであり、残りは海南石油分公司が統制価格の 1.5倍で広東省石油公司等から調達し、必然的にこれらが最終消費者へ 1.5~2割高程度の価格で渡っている。石油製品は広州から 2,000トン前後の船型で移入され、海上輸送費はトン当たり20円で、陸上輸送費をも含めると海口、陵水のデポより 100km離れた所では広州に比ベトン当たり44~47元高の石油価格となっている。

1) 伝統的エネルギー熱量換算においては薪炭 4,000kcal/kg、標準炭 7,000kcal/kgを基礎とするが留意せねばならないのはその燃焼効率である。海南島における薪炭燃焼効率は極めて低く15%未満と推定される。商業エネルギー消費との比較上、この実効熱量に鑑みて、伝統的エネルギーは換算されている。したがって作業報告書No25では伝統的エネルギーが単なる熱量等価換算から本報告書においては実効熱量ベースになっている点に留意されたい。

消費部門構成は農業部門45.9%、工業部門42.0%、電力部門 3.3%、民生部門 8.8%となっている。交通・運輸部門は海南島では統計方法の違いにより設定されていない。しかしながら交通用内燃機関での消費が石油製品供給に鑑みて全石油製品の大宗を占めていると推定される。つまり、各生産部門における流通形態における消費である。

(2) 石 炭

石炭は海南行政区政府物資局管轄下の燃料会社が流通を受け持っており、全て本土よりの移入炭で構成される。1985年の石炭需給量52.4万トンのうち37.6万トンは燃料会社が取り扱う。残り14.8万トンは石碌鉄鉱、海南鉄道、農墾で消費され、中央からの直接供給となっている。移入炭は秦皇島経由の山西省炭60%と黄埔、湛江港よりの湖南炭40%とから構成されている。石炭においても国家配給実績は計画需給配給レベルを下回っている。石炭積み降し港は海口(26.3万トン)、八所(14.63万トン)、三垂(11.5万トン)である。石油と同様に海南島での石炭価格は流通経費がかさみ、山西省炭は山元価格31元/トンが海口で92元/トンとなっている。

消費部門構成は農業部門は15.3%(ゴム乾燥用が11.5%を占める)、工業部門61.7%、電力部門 6.3%、民生部門16.7%となっている。

褐炭は唯一の地場供給可能エネルギーであるが、熱量は低く2,500kcal/kg以下である。産炭は長昌炭鉱のみで、産出量は2万トン/年で副業のレンガ用自己燃料消費を除いた全てが、海口のタイヤ工場で消費されている。山元価格は20元/トンであるが採炭コストは32元で行政区政府補助金による赤字補充がなされている。この炭鉱の管轄は行政区政府の海南燃料化学工業局で、移入炭とその管轄系統を異にしている。

(3) 電 力

1985年の海南島における総発電量は738GWhで、水力によりその84%が発電され、発電設備容量は火力83.7MW(農墾47MW)、水力 225.4MWで水力偏重型となっている。水力の稼働率は30%程度と非常に高いが、これは発電用水を下流で再度貯水し、灌漑用水として利用するシステムによるものである。しかしながら乾期の尖頭負荷は雨期の2分の1に低下する。

海南島の一人当たり電力消費は126kWh（1985年）で、中国全土平均の305kWhの41%程度を占めているに過ぎない。ちなみに中国全土平均値は世界平均値の6分の1以下である。乾期に定期的な停電となる海南島の電力不足事情は、1985年から86年にかけて12MWの列車発電設備を出現させ、企業のほとんどに自家発電設備を持たせるという状況をもたらしている。部門別電力消費構成はデータ制約もあり明確に把握できていないが、農業部門6.3%、民生部門19.1%、工業部門58.7%、第三次部門15.9%と推定される。

電力サブセクターに係る組織は錯綜してはいるが3系統が存在する。漢区では発電と供電を行う海南電力会社が行政区政府の水利電力局から行政管轄、広東省電力工業局から業務管理を受けている。海南電力会社下には、各県レベルの配置/売電を行う県レベルの供給電力会社が存在し、県水利電力局と海南電力会社から、行政、業務管理それぞれを受けている。自治州にも漢区と同様の組織形態が存在する。第3の系統は国营農場（農墾）で、それぞれの国营農場は独自の電力供給システムを持っている。

1-1-2 民生用エネルギー需給構造

民生用燃料は伝統的エネルギーと石炭（練炭）から構成されている。1985年の伝統的エネルギー消費量は現物量293万トン（実効熱量ベース標準炭換算34.5万トン）と推定され、民生用石炭消費量は8.8万トンとなっている（そのうち海口での練炭消費は3万トン）。海南島では農村人口が全島人口の86.5%（1984年）を占め、農村では伝統的エネルギーにその民生用燃料を全面的に依存している状態である。

海口を初めとする琼山、澄迈、儋县、昌江、保亭の各城镇には練炭工場があり、上記都市での伝統的エネルギー供給不足にともない、練炭が普及している。しかしながら全都市人口に鑑みた練炭・石炭需要は14.3万トンであり上記消費量は60%をカバーしているに過ぎない（全島では8%の普及率となる）。また、海口にはLPGも見うけられるが、この消費量は無視出来るものと中国側は言及しており、かつ統計資料は現段階では入手していない。

都市部における世帯当たりの年間燃料消費は熱量換算で約 4.050×10^3 kcalで、農村部におけるそれは、約 8.550×10^3 kcalとなっている。この差は燃料源と燃焼器具による有効熱効率の差に基づくものと思われ、年間世帯当たり1トンの練炭消費と2.8トンの伝統

的エネルギー消費はほぼ同等と考慮できよう。¹⁾

漢区の農村部においては薪炭材の不足から草、稲ワラ等も民生用エネルギー源となっており、全島における伝統的エネルギー構成は薪炭材75%、草ワラ等25%となっている。

(1) 伝統的エネルギー

海南島全島の伝統的エネルギーを的確に把握するに十分と思われる資料は少なく、海南行政区統計局による『都市・農村燃料消費サンプル調査1985年』、および同林業局による1983年の燃料用木材消費推計調査は貴重な情報をもたらす。しかしながら前回報告書で提示した林業局調査は燃料用木材の需給ギャップの存在を明らかにしたものの、サンプル採取対象県が少なすぎて全島の姿を反映しきれない感があり、一方サンプル調査の方も（統計局調査結果は表1-1のように取りまとめられている）、各県の植物純生産量から考えても消費量が過大視されている傾向が伺える。

本調査では従って伝統的エネルギー需給構造を推測するに当り、土地利用、林業の各専門家とともに各県別植物純生産量の推計を行い、中国側提示各県別薪炭材消費量並びに上記サンプル調査の検討を踏まえ、表1-2に示される伝統的エネルギー需給構造を得た。

1985年の海南島全島における薪炭材消費量は現物量 207万トンで、消費構成は民生用87%、産業用（レンガ、ゴムのスモーク用等）13%と推計される。また薪炭材不足地域では大量の稲ワラ、草等が燃料用に使用されておりその消費量は76万トンで稲ワラ69万トン、草17万トンと推計される。したがって全島における伝統的エネルギー消費量は総計現物量 293万トン（実効熱量標準炭換算34.5万トン）となろう。

薪炭材供給源は農耕地、林地、草原地等における諸薪炭用材であり、また農耕地、草原地等は上記の稲ワラ、草等の伝統的エネルギーをも供給する。これら伝統的エネルギー総供給量は 301万トンと推定され、供給源別構成は林地51%、農耕地22%、草地27%となっている。

1) 日本における世帯当り厨房・給湯用エネルギー消費は科学技術庁資源局の調査資料によれば、1964年 $1,800 \times 10^3$ kcal、1969年 $4,500 \times 10^3$ kcalであり、食習慣・料理習慣（湯対水、なま物対炒物等）を加味すればこれらの数字は海南島民生燃料需要を推計する上でほぼ妥当な数値と言える。

表1-1 家庭におけるエネルギー消費(1985年)

	総収入 (元)	総支出 (元)	燃料費 (元)	電力費 (元)	合計 (元)
抽查合計	294,403.55	258,949.09	8,927.18	1,508.93	10,436.10
算術平均	3,590.29	3,157.92	108.87	18.40	127.27

	電力 (kWh)	石炭 (kg)	LPG (kg)	木材 (kg)	草 (kg)	稲草 (kg)	ガソリン (kg)	ディーゼル (kg)
抽查合計	4,211.99	1,858.33	0.00	167,615.35	15,544.05	73,328.16	232.43	4,142.60
算術平均	51.37	22.66	0.00	2,044.09	189.56	894.25	2.83	50.52

表1-2 伝統的エネルギー需給(1985年)

	総計	海口	琼山	文昌	琼海	万寧	定安	屯昌	澄迈
農耕地	67.12	0.64	7.80	6.01	4.82	4.29	4.04	3.24	5.27
森林	154.05	0.38	0.28	7.85	3.09	10.16	0.13	2.30	2.29
草地	79.68	0.30	1.22	4.08	3.07	2.79	1.70	2.94	5.47
供給合計	300.84	1.31	9.30	17.95	10.98	17.24	5.88	8.49	13.03
需要合計	293.39	1.88	32.83	23.30	14.41	28.30	13.08	10.98	23.48
需給ギャップ	7.46	-0.56	-23.54	-5.36	-3.43	-11.06	-7.20	-2.49	-10.45
燃料用木材	207.14	1.06	16.87	17.59	12.39	15.52	9.56	8.00	14.35
稲わら	69.01	0.82	15.97	5.71	0.00	12.78	3.52	0.00	9.13
草	17.23	0.00	0.00	0.00	2.03	0.00	0.00	2.99	0.00
伝統的エネルギー消費量/世帯	2.85	1.22	3.29	2.45	1.85	3.10	2.60	2.87	3.01
薪炭消費量/世帯	2.01	0.69	1.69	1.85	1.59	1.70	1.90	2.09	1.84
薪炭比率	0.71	0.56	0.51	0.75	0.86	0.55	0.73	0.73	0.61

	臨高	儋県	三亜	陵水	琼中	保亭	樂東	白沙	昌江	東方
農耕地	4.39	7.32	2.79	2.34	1.90	2.02	4.76	1.66	1.30	2.51
森林	0.14	3.80	11.42	6.01	24.55	14.98	20.96	17.69	10.29	17.74
草地	2.21	9.39	5.28	1.92	10.53	4.85	5.64	6.38	6.01	5.87
供給合計	6.74	20.52	19.50	10.27	36.98	21.85	31.36	25.73	17.59	26.12
需要合計	19.77	34.84	12.48	9.15	12.88	13.51	18.81	6.60	6.79	10.28
需給ギャップ	-13.03	-14.33	7.02	1.11	24.10	8.34	12.55	19.13	10.81	15.84
燃料用木材	11.96	14.35	11.70	9.15	12.88	13.51	14.59	6.60	6.79	10.28
稲わら	4.57	13.61	0.78	0.00	0.00	0.00	2.12	0.00	0.00	0.00
草	3.24	6.88	0.00	0.00	0.00	0.00	2.10	0.00	0.00	0.00
伝統的エネルギー消費量/世帯	3.34	3.33	2.70	1.98	3.88	3.67	2.94	2.40	2.60	2.30
薪炭消費量/世帯	2.02	1.37	2.53	1.98	3.88	3.67	2.28	2.40	2.60	2.30
薪炭比率	0.60	0.41	0.94	1.00	1.00	1.00	0.78	1.00	1.00	1.00

海南島全島で見た場合、上記のごとく伝統的エネルギーは需給均衡を保っているが、各県別の需給を見ると、山、県、臨高、万寧、澄では、伝統的エネルギー需給は危機的様相を呈している。自治州各県においては、陵水を除きその森林資源賦存量の大きさから需給バランスがとれているが、漢区各県においては反対に森林資源の賦存量の小ささから、稲ワラ等をもエネルギー源として消費している。これら漢区各県では伝統的エネルギー消費量が推定される供給量を上回り需給ギャップが生じている。上記5県においてはギャップの差が各県10万トン以上となっている。この状態が何を意味するかは以下のよう

にまとめることができよう。

① 土地の生産性の低下

草地、農耕地における伝統的エネルギー供給を推計するに際しては、これら土地での自然回復力を見込んだ植物循環を仮定しているが、需給ギャップの存在は漢区各県における土地の荒廃の進展を示していよう。

② 天然林、人工林の盗伐

水源涵養林、保安林の減少は水供給の不安定化を促すであろうし、防風林の減少は農産物生産の低下をもたらすであろう。

③ 家具・建築用材の燃料転化

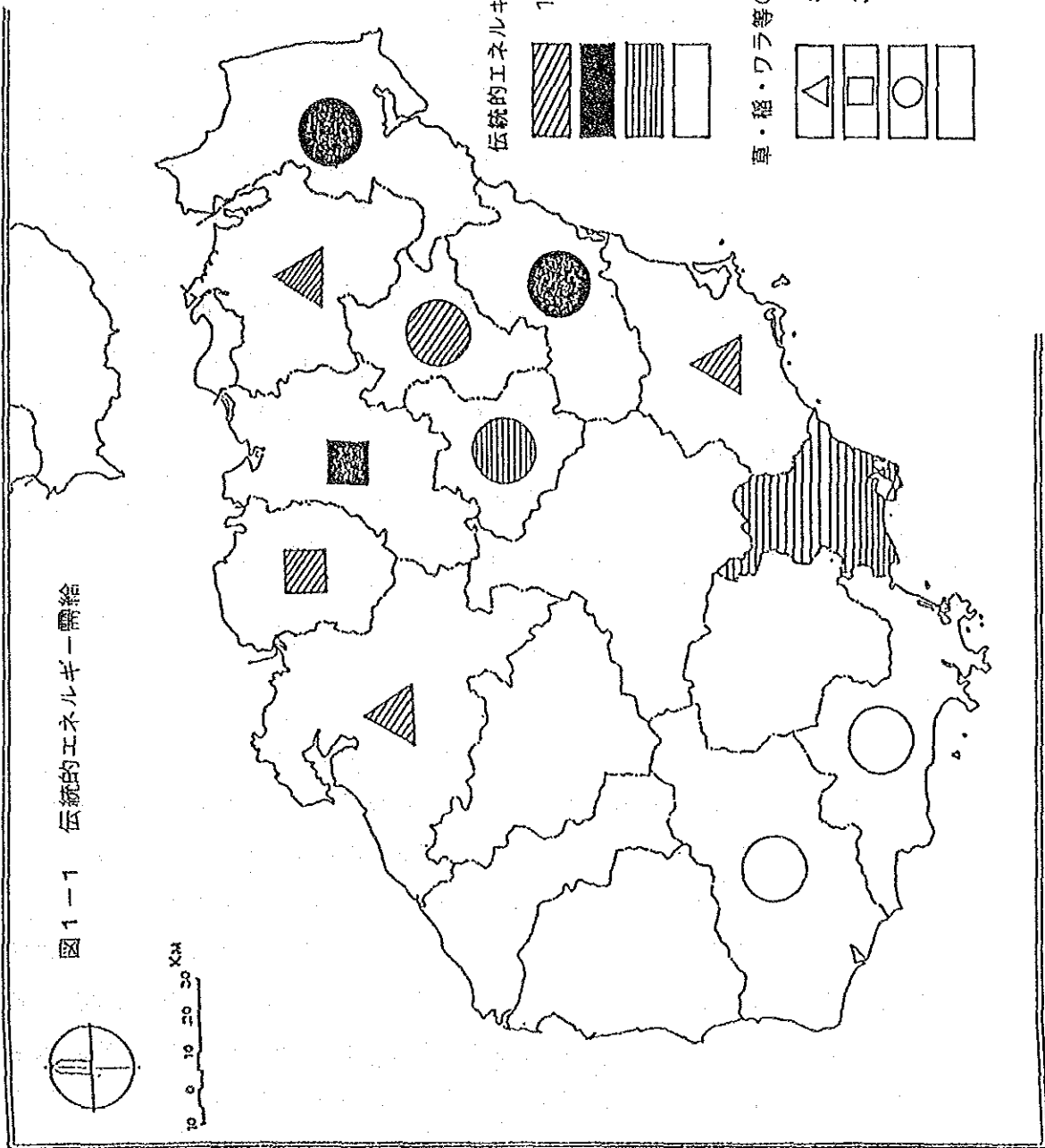
用材の燃料転化は木材加工業の低成長に帰結しようし、これら市場への悪影響をもたらす可能性大である。

④ 薪炭価格の急騰

薪炭価格の上昇は燃料費の増大となり地場産業の衰退（一次資源加工の付加価値増加策へのブレーキ）、また民生の圧迫化をもたらそう。統計局サンプル調査資料から、琼山、儋県、臨高、万寧の各県においては、1kg当たりの燃料用木材価格はそれぞれ0.17元、0.12元、0.11元、0.08元となっており、標準価格とされる0.06元を大幅に上回っている状態が既に存在する。

これらの問題に行政区政府は十分に留意し造林計画を展開しているが、需給ギャップの大きさは人工林の生存率を65%にとどめていることに鑑みても、より一層の問題解決努力が必要とされよう。伝統的エネルギー需給を図示すると図1-1となる。

図1-1 伝統的エネルギー需給



(統計局・1985年サンプル家計調査に基づく)

問題解決策は薪炭用材の供給増と薪炭燃料需要の他エネルギーによる代替の2つである。薪炭用材の供給増は六・五計画により1982年から大規模に開始されているものの、その効果が期待できるのは1990年代に入ってからであり、また輸送コストを考慮すると長期的にも薪炭用材が民生用エネルギーの主力となるとは考えにくい。現行の各種民生用エネルギーの1,000kcal当たり価格は下表のようになっている。

	民生用エネルギー 単位熱量当たりの価格 (1985)	オリジナル ユニット価格
薪 (琼山県の場合)	0.053元/1,000kcal	0.17 元/kg
練炭 ¹⁾	0.012元/1,000kcal	0.054 元/kg
2)	0.031元/1,000kcal	0.14 元/kg
電力	0.233元/1,000kcal	0.20 元/kWh
L P G ³⁾	0.030元/1,000kcal	0.33 元/kg
4)	0.089元/1,000kcal	1.00 元/kg
天然ガス ⁵⁾	0.029元/1,000kcal	0.26 元/m ³

- 注：1) 現行の配給価格下 (製造コスト 122元/トンに対し、68元/トンの補助金が必要)
- 2) 現行の市場価格下 (補助金なし)
- 3) 配給価格 (広州)
- 4) 自由価格 (広州)
- 5) 井戸元価格 (中央統制価格は 0.1元/m³)

(2) 練炭

冒頭で述べた様に練炭は燃料用材不足をきたしている城鎮で普及している。その製造方法はいたって簡単で粉炭を固めるための紅泥と粉炭を2:8の割合で混入し、形成器で水を入れつつ圧縮するものである。このように製造方法が簡単であるにもかかわらず普及率が低い理由は練炭配給が補助金を必要としていることである。配給価格は海南行政区物資局により54元/トンとされるが、製造コストは122元/トンであり、トン当たり68元の補助金となる。また製造コストのうち原料費、粉炭は75元/トンで60%以上を占める。大陸からの高価格移入炭に依存するとの海南島エネルギー供給構造は、民生用エネルギー需給にも大きな問題を投げかけている。

練炭の市場価格は 136元/トン（海口）でありこの価格は熱量等価換算価格では薪の不足地の薪価格よりも安価となっている。薪需給ギャップ回避および練炭の補助金の撤廃はトレードオフの関係にあると言えるが家計所得における光熱費比率（最低は海口で2%、最高は万寧の5.7%、全島では3%となっている）との関係に留意し諸施策を採る必要がある。

1-2 海南島の経済発展とエネルギー消費

海南島の工農業総産値は1980年代に入って、加速化してきており、その年間平均成長率は12.8%を記録している。この成長率は、1980年代に同様に高成長を示した中国全体での12.1%、広東省の9.6%/年を凌駕している。高成長を遂げた海南島経済に関し留意せねばならない点は、①工農価格差の是正を目指した農産品買上げ価格の引き上げ効果、②海南島国民収入に占める農業部門の比率が中国、広東省に比し20%も高くなっている、③国民収入の対社会総産値比率は海南島では依然として高く、迂回生産過程がそれほど進展していないことなどである。

海南島の経済構造はしたがって熟作を中心とした農業突出形で、今後の経済発展には経済部門の分化、産業の深化・進展を期待せねばならない状態にある。海南島の現行経済構造が必要としたエネルギー消費については単位国民収入を得るのに必要とするエネルギー消費水準が低く、かつその消費増加率も対工農業総産値伸び率との比率で見た場合中国平均よりも低くなっている。

エネルギー集約度，粗弾性値（1985年）

	海南島	中国全体
エネルギー集約度 ¹⁾ (100元当り石炭換算kg)	38.2	121.7
粗エネルギー弾性値 ²⁾	0.60	0.72

注： 1) エネルギー集約度 = $\frac{\text{エネルギー消費量}}{\text{単位当り国民収入}}$

海南島の数字は1985年、中国全体は1984年の値である。

2) エネルギー粗弾性値 = $\frac{\text{エネルギー消費伸び率}}{\text{経済成長率（工農総生産額）}}$

ここでは1980～84年の期間とっている。

出所：日中合作海南島調査団作成。

ここで海南島の各商業エネルギー消費と工農総生産値を分析してみると以下のような
 る。分析方法は回帰分析で、データは採取可能であった1980～85年の各時系列データであ
 る。

	弾性値	値	相関決定係数
石 油	0.400	(8.97)	0.95
石 炭	0.903 ¹⁾	(3.37)	0.74
電 力	1.207	(15.19)	0.98

注：1) 新データでは1.07となる。

上記分析式はいずれも統計上の制約を満足しており、各エネルギー源と工農業総生産値の
 関係をよく反映していると言えよう。上記各弾性値から過去6年間は発展の速度の0.4倍
 で伸び、電力消費は発展の速度よりも加速的に消費されてきたことがよみとれる。

以上を勘案すると海南島経済は、商業エネルギー少消費型であり、商業エネルギーの限
 界生産性は高く、石炭、電力にその商業エネルギー源を依存していると言える。しかしな
 がらこのようにエネルギー効率の高い経済構造は、エネルギー供給制約を受けていたこ
 と、多量の伝統的エネルギーをも商業エネルギー消費と同時に消費してきている点に留意
 しなければならない。今後海南島経済が次の段階へ脱皮しつつあること、その必要性が
 存在することを想定すれば、これまでの農業を中心とした高エネルギー効率を持つ海南島
 エネルギー需給構造が大きく変わることは必至であろう。工業化を中心とした経済発展の
 初期段階においては、上記のエネルギー集約度は上昇し、粗エネルギー弾性値も1.0以上
 となることは他の途上国の事例、また工業諸国の経験からも明らかである。

伝統的エネルギー需給のひっ迫、移入エネルギーに頼らざるを得ない島内賦存エネル
 ギー資源量は、海南島開発シナリオを検討する上で十二分に焦点が当てられるべきと考
 える。選択肢は、低経済成長ながらも、商業エネルギー高効率下の発展路線か、高経済成長
 下の移入エネルギー依存型開発路線かである。

1-3 海南島エネルギーセクターの問題点とその改善方向

1-3-1 低エネルギー消費水準(エネルギー不足)

既に述べたように、各エネルギーサブセクター(電力、石炭、石油の各商業エネルギー)において、海南島の消費水準は非常に低く、本土よりの配給量はしばしば海南島計画需要量を下回っている。渇水期の停電、石油・石炭不足は、海南島での工業化を原材料の物的制約、生産コストの上昇(稼働率の低下)といった形で阻害していると言える。したがって、水力、伝統的エネルギー主体の所与の条件下で熱作中心の農業特化が海南島では進展してきたわけであるが、漢区における各県では伝統的エネルギー需給ひっ迫の諸状況を呈している。今後、このエネルギー不足という制約条件が取り除かれねば、海南島経済発展の加速化は望むべくもないと考える。

1-3-2 不安定なエネルギー供給

上記問題と密接に関連している問題であるが、石油、石炭に関しては本土よりの移入に全て依存しているため、「安全ストック・レベル」の考え方が必要と思われる。現在、石油貯蔵能力はガソリン、軽油それぞれ8,000トンとされるがこれは現行の消費水準では30日前後¹⁾のストックがあることを示している。しかしながら1984年には台風のため4、5月にかけてストックが底をつくという事態が出現している。石油製品需要の季節変動をも勘案した海南島への石油移入システム(搬入、貯蔵、流通)は改善を必要としよう。

石炭貯蔵能力は12万トンと現行の消費レベルからみても十分なものである。しかしながら、問題は、海南島への移入炭流通を一手に引き受けている広東省海運局の用船計画と海南島港湾状況(台風、もしくは他の物資による占有)から計画需要量が配送されていない事態が存在していることである。²⁾ 今後中国が石炭をその経済発展の主力エネルギーとして開発していく状況下、かつ海南島の石炭需要が大幅に増加する環境下において、海南島が独自に石炭輸送船を購入し(船型1,000トンクラスを湛江用、1万トンクラスを秦皇島用に)、用船計画を立案し、流通コストの軽減、安定供給の確立を図ることは現状を大いに改善できよう。

1) この量は多分に軍関係のものを含んでいると考えられる。

2) 石炭の品質の問題により、海南島が配給を回避するケースも存在するが、多くは輸送の問題で石炭の不安定供給が現実の問題となっている。

電力サブセクターにおける不安定供給は水力、火力の設備容量のアンバランスにその一大原因があろう。火力の増設により現行の電力不足、不安定供給を解消するとともに、水力の欠点である渇水期・年に対処する方策が必要である。また、現在電力は電圧の不安定性が目立つが工業化進展のためには、これを解決せねばならず送・変電設備の拡充も必要である。また、現有の小水力発電システムの有効利用、今後の地域ロードセンターへのピーク時電源としての活用はこれら施設の経営管理水準の引き上げを必要としよう。

民生用エネルギー供給における不安定要因は薪炭代替として1980年に登場した海口市民用煤会社に代表される練炭に係る補助金である。森林資源保護、民生用エネルギー安定供給の観点より練炭配給が都市部で開始されたが、原料価格の倍増、低レベルに押し止められた練炭価格は既述のようにトン当たり68元の補助金を必要とする。トン当たり配給価格が54元であることからして、いかに補助金負担分が大きいかがわかる。したがって都市部での民生用エネルギー供給は補助金予算額により制約を受けることとなる。このような状態が続くと仮定すると海口市のみでも今後10年で 2,700万円¹⁾の規模の補助金負担となろう。このような財政負担は海南島にとって大きな開発投資需要に制約を加えることは必至であろう。

本来補助金政策は国民公正のために存在するが、都市部での練炭価格と、漢区農村部における薪価格の乖離²⁾から都市部有利の傾向にある。現行の練炭自由市場価格をもってしても薪需給ひっ迫地域における熱量換算薪価格の方が高価となっている。したがって、補助金負担、国民公正の観点よりこの補助金はその速度、方策は種々あろうが、撤廃されるべきと考える。またこの補助金負担額を見越した民生用エネルギー供給計画への投資、あるいは新システム（例えば、天然ガスの民生用利用）の導入に際し、その利用容易度から若干価格を高く設定し、その分を農村部での練炭普及に必要となる補助金へ回す等の方策も考えられよう。

1-3-3 高価格エネルギー³⁾

商業エネルギーを全面的に移入に依存する海南島は、その地理的辺境性、離島性から必

1) 元の価値の時間的変化は考慮していない。つまり現在価値には直していないが補助金負担のインパクトが知れよう。

2) 前節を参照されたい。熱量換算で需給のひっ迫している地域の薪価格は 0.053元/1,000kcalで練炭は 0.012元/1,000kcal。

3) 前節に述べたエネルギー製品価格に留意されたい。石炭は3倍、電力はkWh 当たり0.04元高となっている。

然的に輸送コストが上昇し、高価格エネルギー移入製品を消費せねばならない状況にある。また、配給不足分は現行の二重価格制下で割高な市場価格（配給価格の1.5～2倍）で海南島は調達せねばならない状況である。

本来エネルギー政策はエネルギーの安定供給、コスト効率、供給における安全保障に根ざし、総合的に経済構造の効率化を目標とし、種々の手段（価格政策、助成策等）をもって達成されるべきと考える。今後中国は2000年に向けてその主力エネルギー源を石炭に依存する方針を持つ。したがって海南島開発もこの前提を踏まえねばならないが、上記高価格エネルギー移入に対処するため、辺境・離島性のギャップを解消するには、海南島独自のエネルギー政策の形成が肝要となろう。一条系統一級定価、複条系統三級定価等の価格決定方式において、先の補助金の問題をも加味した価格政策が海南島独自の背景の上に成り立つことが望ましい。そこでは移入ではなく輸入エネルギーも必然的に検討されるべきと考える。配給不足分のエネルギーについて海南島の各関連機関が自由市場価格で調達せねばならない現状も、海南島独自のエネルギー政策の形成により総合的に対処され効率向上を必要としよう。

1-3-4 錯綜するエネルギーセクター関連組織制度

エネルギー関連データの収集の際、エネルギーセクター関連組織が錯綜しており、鮮明なセクター像把握は時間を必要とする。既存エネルギーセクター組織体系下では、セクター運営の効率向上が困難なものとなる可能性が存在する。

既存のエネルギー需給構造が産業構造変化につれ、どのように変化するかまたその変化にどのようなエネルギー供給パターンを形成するのかは、縦割りの政策実施機関体制では適切な対処が困難であろう。上述の「エネルギー不足」、「不安定供給」、「高エネルギー価格」は総合的に対処されるべきと考える。価格の二重制の存在、補助金、エネルギー製品価格の決定方法の問題も、総合的アプローチの中にその解決策が見出されるべきものであろう。

これらの問題解決に必要なものがエネルギーセクター全体の需給データベースである。残念ながら海南島にはエネルギーセクターの全貌を把握するに十分なデータベース作成力が欠けていると言わざるを得ない。特に民生部門でのエネルギー消費、産業部門別エネルギー消費データが不足している。今後はこのデータベースの作成とそれに立脚したエネ

ギーセクター計画が計画委員会下に、構成メンバーを各エネルギーサブセクター実施機関とし水平思考型機関のもとで立案されることが望ましいと考える。

1-4 海南島ベースエネルギーの問題

海南島は既に明らかにされたように、エネルギー需給に関し、供給不足、高価格、供給の不安定さという問題を持つ。これらの三重苦は相互に関連しており、総合的に解決されねばならない問題である。こうした海南島のエネルギー問題の多くは海南島のエネルギー資源賦存状況ならびに地理的辺境性（エネルギー供給源からの遠距離）に起因しており、今後も海南島独自でこの条件を変えることはできない。

海南島は熱作中心の農業主導経済構造で成長してきており、今後もこの対本土の比較優位に基づき経済開発が進展することは明らかである。しかしながら、海南島経済の加速成長には熱作中心農業のみでは対処し切れないことから、工業化が本計画で提案されている。それには、農業経済から工業経済への進展が多量のエネルギーを必要とすることから、伝統的エネルギー需給を主体とした需給構造からよりエネルギー効率のよい需給構造への移行を前提とする。

エネルギー集約度（単位当たり付加価値ベースの総生産に必要とされるエネルギー量）は現在、途上国平均で 1,000元当たり石炭換算で 1,009kg、中国全土平均で 1,217kgであり、海南島のそれは僅か 382kgである。今後の海南島開発の目標達成は多くのエネルギー消費そして移入エネルギー依存を前提条件とするのである。1920年以降の先進諸国工業化の進展は、豊富なエネルギー供給源、安価なエネルギー源が存在したうえで達成されたものであった。

海南島においては何をもちエネルギーベースとするかが深く検討されねばならない所である。低廉性、安全保障性（安定供給）はその際の判断基準となろう。産業構造が迂回生産過程の増加により進展する限り、エネルギーコストはどの生産段階でも加算される点に留意しなければならない。同様にエネルギー供給の中断は供給側の損失ばかりでなく、消費者側でのコスト増（生産機会の損失）となり経済全体にとっての中断コストは膨大なものとなる。また低廉性においてはベースとなるエネルギーが最終エネルギー消費に至るまでの必要な輸送・貯蔵・変換の容易さをも考慮に入れた総合効率の観点からの判断も必要となる。

海南島のこれまでの農業主導型経済を支えてきたのは伝統的エネルギーである。全島エネルギー需給の50%が木柴、草にそのエネルギー源を依存している。¹⁾ これら伝統的統的エネルギーの実効熱効率は非常に悪く13%程度と推測される。²⁾ 現在の伝統的エネルギー主体の需給構造は限界にきていると言えよう。薪の価格高騰はこれを裏づけている。この伝統的エネルギー需給を主体としたエネルギー構造は効率の向上を考慮するとしても今後の高成長を見込む海南島経済発展には適合し得ない。

伝統的エネルギーベースからの移行、そして見込まれるエネルギー消費の増大を何のエネルギーベースでもって賄うか、中心エネルギー源を何にするかは大きな課題である。代替案は移入炭か、天然ガスかの2通りと考える。

中国のエネルギー需給構造は石炭が70%を占め、石炭ならびに他のエネルギー賦存量から見ても、21世紀に向け石炭が依然としてエネルギーベースとなる。中国における石炭は北に偏在しており、全埋蔵量の75%が北部に存在する。このエネルギー資源賦存を前提とすれば、海南島は、したがって、依然として安定供給は望めるものの他の地域に比較し割高な石炭に依存することとなる。長期的には産炭コストおよび輸送コストは上昇し、海南島の移入石炭消費に関する劣勢条件はそのまま継続しよう。

第2の代替案はエネルギーベースを鶯歌海の天然ガスとする案である。天然ガス利用に関しては基本的な問題が存在する。中国国民経済全体の観点より、①国はこの資源を開発利用して何がしたいのか、②国は当該資源開発利用に関し何ができるのか、③何が国にとって最大の便益を生ずるのか、④どのようにしたら国は最良の結果を得ることができるのか、との問いに答えねばならないことである。

これらの問いに十分に答えることは、地域総合開発計画の一つのセクター計画の検討範囲を越えるものである。しかしながら上記に一般的に答えると、①中国経済における天然ガス利用価値の最大化、②技術的に可能な利用代替案の網羅、③前記①で設定された判断基準に基づく②のリストからの最良案の選択、④その最良案の実行方法、実行戦略の策定となる。

1) 本調査結果ならびに統計局サンプリング調査結果からの推計による。熱量等価換算で伝統的エネルギー実効熱量換算を本調査では21%としている。

2) 広東省能源研究中心による農村エネルギー調査結果による。また、現地踏査によるヒアリング結果はこれを裏づけるものであった。

次章においてはベースエネルギー問題および上記の問いに鑑み、海南島における天然ガス利用の価値について検討し、さらに第4章においては供給コストの最小化の観点より、今後の海南島エネルギー供給構造を検討し、この今後の海南島開発におけるベースエネルギーを何とするかの問題にアプローチする。

2. 未利用資源の存在と活用

2-1 島内賦存エネルギー資源

(エネルギー源別エネルギー賦存量の把握、地場エネルギー供給可能上限)

2-1-1 天然ガス・石油

(1) 鶯歌海

a. 賦存量と利用計画

鶯歌海の天然ガス埋蔵量は1986年の2本の評価井の追加により、1,000億 m^3 に近いものであると確認されつつある。したがって、現在天然ガス利用公司 (GUC)を中心に進展している天然ガス利用計画の基礎数字である産量32.5億 m^3 /年、産出期間20年間は十分に確信が持てる数字と言えよう。鉱物資源セクター調査もこの点を確認済みである。既にこの天然ガス利用計画は広東省中央でのエネルギー不足に答えるべく、また深圳、香港への供給を目指した1,000kmにも及ぶパイプライン敷設計画へと形づくられている。計画実施はGUCがいかにか消費者との消費契約をとり結べるかに係っている。上記利用計画下で海南島における天然ガス利用計画は年平均発電用3.4億 m^3 、工業用1.0億 m^3 、民生用0.5億 m^3 ¹⁾の計4.9億 m^3 (石炭換算77.4万トン)²⁾となっている。

b. 天然ガス価格

量的に判断して天然ガスは長期的安定供給可能エネルギー源としての役割が十分に担える。しかし、問題は天然ガス価格である。1984年の世界各地の天然ガス市場価格は高価格地域で15 ϕ / m^3 、中価格地域6.5 ϕ / m^3 、並びに低価格地域で3.2 ϕ / m^3 となっており、海南島で想定される8 ϕ / m^3 はやや高価格地域に近いものとなっている。すなわち、各地域間における天然ガス価格のバリエーションは天然ガス市場の特殊性による。天然ガス利用には高価な専用の輸送システム³⁾および配給システムが必要であり、ガス需要市場における天然ガスの利用、用途並びにその競合燃料の価格に大きく影響を受けるからである。⁴⁾

1) 平均一世帯当たりの厨房、給湯用年間熱量は $5 \sim 6 \times 10^3$ kcal/年でこの数値から判断するとこの数字は若干大きめである。

2) 6,000kcal/kg石炭、9,000kcal/ m^3 天然ガスで換算。

3) 石油の輸送コストは通常CIF価格の3%前後であるが、天然ガスは同30%~40%となっている。

4) 天然ガス価格に関しては4章4-1-2節を参照されたい。

ガス価格を所与の条件としても、広東省、海南島での利用計画がそれほどの進展を見せていない要因は、天然ガス価格がアラビヤライト原油価格と連動している点およびドル建て支払い方式（つまり天然ガスは輸入エネルギーと同様の取扱いとなる）とによる。

海南島における上記特徴を持つ天然ガスの利用は海南島の経済規模の拡大の速度と経済構造変化の度合により異なる。加速化経済下、天然ガスを中心エネルギー源として多量消費システムを構築し、その集積およびスケールメリットを通して、天然ガス利用の経済効率を追求するか、あるいは緩行経済下の島内エネルギー資源開発分散型エネルギー供給を補完するエネルギー源とするかの2つの考え方が天然ガス利用に関し存在しよう。

このような両極端の利用構想においても利用計画立案に際し、長期的エネルギー供給コストは重要な要因となる。ちなみに現行の各エネルギー源別一元当たりの熱量は以下のようになっている。

天然ガス	34,615kcal/元
移入炭	54,166kcal/元
褐炭*	46,808kcal/元
石油	15,987kcal/元

* 長坡炭を想定

(2) 北部湾

北部湾堆積盆地全域として、現段階の探鉱から石油資源の原始埋蔵量は5億トン程度と考えられる。個々の集油構造の規模は小さく、試掘井の産出テストから2,500～5,200バレル/日（12.5万トン/年～25.9万トン/年）程度のもものが多く、現行石油価格下では産油採算は合わないといえよう。その中でも有望な鉱区は「10-3」で、可採埋蔵量3,850万トンとされ、開発可能性の評価のため試験的生産が1986年から開始され以後2年間で109万トンを生産する予定となっている。原油性状はAPI38.3で0.08%の硫黄を含む。現段階までの本鉱区の評価通りの試験結果が出ると年産100万～140万トンの原油生産が90年代に見込めることとなろう。

試験生産量は茂名精油所へ輸送されている。茂名の今後の原油手当てにもよるが、現在探査が進行中の海南島福山地区の可能性と相俟って本鉱区からの原油は海南島に石油精製

所設置の可能性を与えよう。製油所規模は6万バレル/日(約300万トン/年)が最小規模といえる。この規模においては100万トン前後の重油が得られ、そのうち50万トンを発電用に利用すると34万kW規模の発電を可能ならしめよう。''

(3) 福山地区

現在オーストラリアのCSRと中国石油開発公司との合作による福山地区での石油・天然ガスの物理探査が進展している。現段階では物理探査のデータ取得が玄武岩の存在により制約を受け、今後の探鉱成果の解析の進展を待たねば資源賦存について判断できない状態にある。しかしながら1975年以降の中国側独自の探査結果を基礎に本調査団の鉱物資源専門家の見解は「福山地区における大規模鉱床の発見はむずかしい」ということに達している。したがって福山地区の石油・天然ガス資源は海南島エネルギー供給においては大きな柱と成り得ず、追加的なエネルギー供給源としての役割となろう。しかしながら、2000年代に入り日産4万バレル以上の産量は上記のごとく北部湾原油と合わせ石油製油所構想を可能ならしめようし、それ以下の産量は原油生焚きで産業用燃料として利用されよう。

2-1-2 石炭

(1) 賦存量と産状

現在島内において稼行中および採炭準備中の2炭鉱(長昌および長坡)は島の北部地域にみられる。両炭鉱の炭層賦存の産状は、世界的にみてまた特に日本の場合と比較すると、次にみられるようになりにかなり特異なものである。すなわち、

- ① 炭質は平均品位で3,600~2,500kcal/kgというきわめて低品位のものを稼行ないしは稼行対象としている。炭層は地質上、新第三紀中新世という若い(新しい)時代のものである。いわゆる「超若年炭」であって、日本の場合(工業規格JIS M1002)では石炭という範疇には入らない。
- ② 両鉱ではこれら超低品位炭は油頁岩と随伴している。その随伴の有様(炭状)は密接な互層状態を呈する。油頁岩および超低品位炭とも5%前後の含油率を示すが低品位である。

1) 石油関連プロジェクトに関しては5章5-1-3節を参照されたい。現在での海南島および海南島を取りまく石油資源賦存並びに生産見通しは海南島における石油精製構想を不利なものとしている。

一方島内での上記 2 鉱以外の石炭資源は海南行政区政府の地質鉱山局の探査成果等を総括すると以下となる。

- ① 海南島の石炭資源はきわめて低品位である。
- ② 稼行（準備中を含め）対象としての資源は地理的に偏在している。
- ③ 当面、長昌、長坡以外に稼行価値または稼行の可能性を検討すべき石炭資源の発見は期待が薄い。

(2) 埋蔵量

石炭資源に関する鉱物資源セクター分析は、これまでの長坡、長昌に関する中国側の調査方法とその精度、埋蔵量計算等は十分に評価に耐えうるという結論となっている。以下は長昌、長坡の埋蔵量である。

長 昌	2,500kcal/kg	959 万トン
	<u>1,400~ 2,499kcal/kg</u>	<u>232 万トン</u>
	800~ 1,390kcal/kg	<u>2,628 万トン</u>
		計 6,719 万トン
長 坡	褐 炭 3,600kcal/kg	15,800 万トン
	油頁岩 800~ 2,500kcal/kg	<u>245,000 万トン</u>
		計 260,800 万トン

(3) 島内資源活用ポテンシャル

① 長昌炭鉱

本鉱は毎年 2 ~ 2.5 万トン程度を出炭し、専ら海口市タイヤ工場向けに出荷している。七・五計画の 1990 年出炭目標は 7 万トンと設定されている。累計出炭量は 1985 年時点で 63 万トンであり、上記程度の出炭量であるなら、埋蔵量には全く不安はない。しかし、超低品位炭を坑内掘りしている点からコスト面、炭質面での販売確保はきわめてきびしく、中国側関係者もこの点はよく承知の上で、1990 年出炭目標 7 万トンの販路については危惧している。油頁岩の共存という点など炭質面からは、長坡同様の発電への利用は考慮されるが、坑内掘りによる低コスト・大量出炭はそれを不可能とならしめよう。今後の発展方向は褐炭の副産品としての高峯土の活用、エネルギー生産から製品、半製品までの生産にあると考える。

② 長坡炭鉱

炭質より山元でのエネルギーとしての利用が最も効果のある利用方法である。現在海南島では本鉱の開発計画と併設の火力発電所計画が進行中であり、この活用方法が最善と考える。低カロリー 1,100kcal/kg (褐炭+油頁岩分 2,605kcal/kgに 500~800kcal/kgの炭質泥岩分が混合採鉱されることによる)、SO_xの問題を持つ長坡炭は、流動床型ボイラーの利用により解消されよう。採炭コストは年産50万トン計画では23.5元/トンで、発電コストは0.13元/kWh と広東省電力建設院は試算している。

採掘炭計画は発電所規模により異なるが以下のバリエーションが想定されている。

長坡炭消費量(万トン)

負荷率 (%)	1× 50 MW	2× 50 MW
50	64 (28) ¹⁾	127 (13)
60	76 (22)	152 (11)
70	89 (19)	178 (10)
80	102 (17)	203 (8)

注 : 1) () 内は供給可能年数、確認埋蔵量 1,700万トンとした場合。

出所 : "Technical Development Report on長坡" GEDI/AST, 1985

この炭鉱に関し留意せねばならない点は発電コストのみならず、島内電力需要に対し、長期安定供給が望めることと、開発投資の経済乗数効果が見込めることである。本土炭、天然ガス燃焼発電はいずれも海南島から元が流出し、元の循環における乗数効果を生み出さない。この間接的経済効果は長坡開発に際し考慮されるべき点と考える。

2-1-3 水 力

水資源、包蔵水力は海南島においてはこれまでに十分に調査されてきており、中国側提供資料は十分評価に耐えうるものとなっている。包蔵水力は 995MWで、開発可能水力は 775MW である。この開発可能水力の特徴はその75%が、南渡江、昌化江、万泉河に集中していることである。現有の水力発電設備容量は 252MW (三大河川域で11.8万kW) である。したがって、今後 523MWの開発可能性があり、発電量は961GWh程度となろう。この開発可

能水力のうち50%近くが昌化江に存在し、大広プロジェクトを形成している(200MW、発電量 500GWh)。他は中小規模となる。

現在の電力供給構造は水力に84%を頼るという水力偏重型となっており、今後の電源開発においては水力開発は海南島におけるインフラ整備における灌漑目的の必要度合・優先度に従って開発されていくことが望ましく、現状の電力の不安定供給解消には、火力開発がまず第一に検討されるべきと考える。

2-1-4 新・再生可能エネルギー

(1) 地熱資源

海南島においてはその火山岩性状により、地下の天然蒸気を利用する通常タイプの地熱発電の可能性は極めて大きい。したがって当面考慮されるべきは深部熱水のみと思われる(地下増温率 $3.3^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ 海口市付近)、1,000m級のもので 56.3°C が期待できよう。深部地下熱水はその温度領域(100°C以下)から見て次の利用分野が考慮されよう。

- 家庭用冷暖房
- ビルなど公共用冷暖房
- 製造業などの材料、容器洗浄用
- 製造業、原材料予熱
- ボイラー用水予熱
- 農水産業用

(2) 太陽エネルギー

エネルギー源として、中・長期の視点から、また海南島の日射条件から太陽エネルギー利用は検討に値しよう。小規模かつ電力網より孤立している電力需要に対し、太陽エネルギー発電は効果的である。また家庭、公共施設での太陽温水器は給湯用エネルギーを十分に補うことができ、日本では既に400万台の水準の普及となっている。また都市部での公共施設における冷房、厨房用温水用エネルギー供給源としての太陽エネルギー利用は既に着々とその成果を東南アジア地域であげている。

広義に太陽エネルギーを把えれば、風力並びにバイオマスも太陽エネルギーに属す。年

間風速 1.6m/秒を記録している海南島は風力発電に適切な条件を備えていると言えよう。植物体に蓄積された太陽エネルギー利用は既に薪、草の民生用エネルギーの利用、製糖工場の燃焼燃料としてのバガス利用に見られるように既に海南島においては活用されている。この植物体からの太陽エネルギー抽出は、ブラジル、フィリピン等の石油輸入国では、キャッサバ、砂糖きび廃液からのアルコールを自動車用燃料に利用するという形で実用化されている。

今後海南島においては林業セクターでのポテンシャルが実現すると、1990年代以降は民生用エネルギー源としての薪の量的供給は大幅に緩和されようが、地域的には自治州に偏在することとなり、その運搬段階でのエネルギー多消費（薪価格の上昇）の可能性を持つ。また薪のみの燃焼は、その有効エネルギーは小さい。したがって薪カマドの改良、薪の炭への転換等をもって最終エネルギー消費段階でエネルギー効率の向上を目指す諸施策が今後必要となろう。

以上の太陽エネルギー利用においては、したがって、生産・エネルギー変換・消費の各段階で総合的なエネルギー効率の向上が見込まれるものに優先順位を与え、その利用が検討されるべきと考える。これら太陽エネルギー利用に向けては、先進工業諸国における利用技術研究成果を大いに利用し、いかに海南島での実用化が実現できるかに焦点を絞ったアプローチが効果的であろう。したがって、例えば海南大学、海南行政区政府等においてエネルギー利用技術研究委員会といったものを発足させ、諸外国の技術援助を農墾あるいは他のモデル地区でケース・スタディとして生かした太陽エネルギー利用実現に向かうことが最も効果が期待できよう。

以上の新・再生エネルギー源の利用形態は分散型エネルギー需給となるが、これら分散型の総合システムは、移入エネルギーに頼ざるを得ない海南島のエネルギー制約を緩和する可能性を持つ。

2-2 エネルギー供給オプション

現時点では、開発シナリオによるエネルギー必要量の算定、またその評価を対象としておらず、したがって想定されるシナリオ下でのそれぞれのエネルギー供給オプションについて、十分に検討することが不可能である。しかしながら開発シナリオに必要とされるエネルギー量によりエネルギー供給オプション構想は大きく変化し得る。そこで本節は、

オプション構想を形成し得る範囲の大まかな開発シナリオごとのエネルギー必要量を算定し、上記のエネルギー賦存状況を踏まえ今後の検討対象材料を提供する。あくまでも、本節でのエネルギー必要量はオプション構想のためであり、その数値は大まかな見通しのための試算結果であることに留意されたい。

2-2-1 エネルギー必要量

試算方法は経済水準における一人当たりエネルギー消費量、工農業生産額と各エネルギー製品消費との関係、経済水準と単位当たり国民収入とエネルギー必要量（エネルギー集約度）を用いている。開発シナリオⅠは緩行成長型で、シナリオⅡは成長加速型と言える。シナリオⅠは2005年における一人当たり国民収入 500～600ドルを目標とし、シナリオⅡは同 800～1,000ドルを達成目標としており、以下は電力、石炭、石油必要量についての概算結果である。

2005年におけるエネルギー消費量概算

	シナリオⅠ	シナリオⅡ
電力 総電力必要量	3,270 GWh	8,500 GWh
一人当たり消費レベル	424 kWh/人	1,100 kWh/人
必要設備能力	740 MW	1,900 MW
石炭	180 万トン	310 万トン
石油	50 万トン	125 万トン

2-2-2 エネルギー供給オプション

シナリオⅠの電力必要量は既存電源開発計画で十分に賄える規模である。馬村の石炭燃焼 200MW、天然ガス 200MW、長坡褐炭火力の50MW、大広坝の 200MW、中規模水力の80MW等の既存計画がその主力となる。従ってこのシナリオはエネルギー源分散型、島内賦存エネルギー資源活用型と言えよう。石炭・石油は移入に依存しなければならないが、先に述べた新再生エネルギー源の分散型活用はこれら化石燃料消費を、その総体として抑制しよう。天然ガスは現行の海南島における利用計画量 4.9億 m^3 をもって、エネルギー供給構成

1) 国民収入である点に注意。幅が存在するのは社会総産値に対する付加価値率（40%～45%）による。

の一部を成すこととなる。本エネルギー供給構想の主眼は、農業中心の緩行成長型経済に、エネルギー源の小規模分散化を図り、これらシステムの総体の上にエネルギー需要を満たすことである。表現を変えれば、この供給オプションはエネルギー投資を必要な範囲にとどめ、極力エネルギー移入という島内投資資金の島外流出を抑える方向でのエネルギー自給促進型とも言えよう。

シナリオⅡの電力需要は全ての既存計画供給量をはるかに凌駕する規模である。これは多分にシナリオⅡの経済が工業中心の加速成長型であるために起因する。シナリオⅡの需要に鑑み小規模な島内エネルギー資源開発投資よりも、大規模集中・移入エネルギー利用システムへの投資がその効率の向上をより期待できよう。このシナリオでのエネルギー供給構想戦略は経済の牽引車となるべき工業に競争力確保のための安価なエネルギーを安定的に供給することにある。民生用エネルギー供給は、したがって、特に都市人口が増加する点を踏まえ、大規模集中システムを利用する方向で検討されよう。シナリオⅡでのエネルギー概算必要量は32億 m^3 /年の天然ガス利用を1990年代前半より可能としよう。

大規模エネルギー資源開発、供給システム構築がシナリオⅡの前提となるが、これを実現するには、中央の全面的支援が必要となろう。本エネルギー供給構想は表現を変えれば島外の大規模投資資金の導入をもって、島外資金獲得能力を海南島経済に与えんとするものであり、島外流出資金を上回る島内への流入資金を得られるキャパシティに海南島経済を育てていく方向にあるといえる。

2-3 天然ガスの価値

2-3-1 基本的問題点

天然ガス利用に関しては基本的な問題が存在する。中国国民経済全体の観点より、①国はこの資源を開発利用して何がしたいのか、②国は島外資源開発利用に関し何ができるのか、③何が国にとって最大の便益を生ずるのか、④どのようにしたら国は最良の結果を得ることができるのか、との問いに答えねばならないことである。

これらの問いに十分に答えることは、地域総合開発計画の一つのセクター計画の検討範囲を越えるものである。しかしながら上記に一般的に答えると、①中国経済における天然ガス利用価値の最大化、②技術的に可能な利用代替案の網羅、③前記①で設定された判断

基準に基づく②のリストからの最良案の選択、④その最良案の実行方法、実行戦略の策定となろう。

本調査では、広東省でのエネルギー不足に応えるべく、広州、深圳への供給を目指して計画されたパイプライン敷設計画が延期されたことに鑑み、海南島における天然ガス利用は中国経済全体からの観点よりどのような経済的価値を鶯歌海のガスに与え得るのか、提供資料に基づいて概略的な検討を試みた。その結果は2-3-3節の通りである。この分析は各種利用計画可行性研究を国民経済の見地より評価しなおしたものである。天然ガスの価値は、計画がもたらす計画期間中の経済便益と、天然ガスそのものの費用を除く計画実施・運営に係る他の全ての費用との差分の現在価値として捉えられている。

経済便益は輸入品の場合はCIFで、輸出品の場合はFOBプラス内陸輸送費で評価するが、提供された各種可行性研究の中には便益が広東省統一価格、国際価格、国内市場価格等、評価方法が統一されていない。本分析ではそれらをそのまま使用しており、国際価格で評価するといずれの天然ガス価値も上昇する。利子および税金は国民経済の観点での分析であるため費用としては考慮しない。

2-3-2 推計方法

$$NPV = \sum_{t=0}^T (B_t - C_t - VG_t) / (1+r)^t \dots\dots\dots ①$$

$$t = 0 \dots T$$

ここで、

- B_t = t期におけるプロジェクトが生み出す総便益
- C_t = ガスに関わらない総費用（資本投資、操業費を含む）
- G_t = プロジェクトのガス消費量
- r = 社会割引率（本分析では12%を想定している）
- V = 単位当たりの天然ガスの価値

①式を展開して、

$$V \sum_{t=0}^T G_t / (1+r)^t = \sum_{t=0}^T (B_t - C_t) / (1+r)^t \dots\dots\dots ②$$

$$V = [\sum_{t=0}^T (B_t - C_t) / (1+r)^t] / [\sum_{t=0}^T G_t / (1+r)^t] \dots\dots ③$$

③式が天然ガスの価値を示すこととなる。①式は天然ガスを利用してプロジェクトが生み出す便益の総計を示している（天然ガス消費に係るコストを除く）。ここで B_t についてさらに述べると2通りの利用方法から生ずる便益が存在することに触れなければならない。

天然ガスの燃料代替としての利用

$$B_t = P_t F_t \dots\dots\dots ④$$

ここで、

- F_t =天然ガスが利用できない場合の t 期における代替燃料消費量
- P_t = t 期における代替燃料の価格。これは本来そのエネルギー製品の機会費用でもって計測される。一般的に CIFの輸入価格で入超製品は評価され、出超製品は FOB価格で評価される。

C_t =ガス直接消費以外の総コスト（④式の①式への代入に関し）
 これは、天然ガス利用に関する資本投資費用すなわち、ガス配送管システム、またバーナーの代替費用等をも含む。また、操業費はプロジェクト本来の費用に加え天然ガス利用に係り発生する費用を国家経済からの観点より判断し、純費用として発生するものを含める。

海南島にとっての代替燃料は石炭である。中国の石炭の長期生産費用は36~44元/トンと推計され、また、運輸費用の長期機会費用は0.02元/トン・kmと推計されている。¹⁾したがって海南島における長期的移入炭経済価格は 120元/トン程度となる。

本分析においては各プロジェクトの諸費用を経済価格に全て直すことは困難であり、利子および税金等の処理を行ったのみの大雑把な評価となっている。したがって移入炭代替を考慮する場合は先の 120元とともに財務的価格の 150元/トンをも分析対象としている。この 150元/トンのケースは1992年までは 120元/トンでそれ以降を150元/トンとしている。

1) World Bank, China: Long Term Issues and Options, 1985.

天然ガスの原料としての利用

$$B_t = P_t X_t$$

ここで、

P_t = 単位当りの製品価値。これも中国経済にとっての価値であるから輸入品に関しては CIFで、輸出品に関しては FOBで評価される。もし、プロジェクトが産出する製品の市場が明らかな場合は CIFプラス内陸輸送取り扱いに係る費用を含む。

X_t = プロジェクトが産出する製品量

C_t = 前ケースと同じ

天然ガスの原料としての利用はアンモニア-尿素肥料が最大の利用分野である。原料としての利用を検討する際は詳細な市場分析を必要とするが、本分析では各種可能性研究の生産量は全て市場で吸収され得ると想定する。尿素に関しては国際的に生産能力が需要よりも大きく（10～15%程度）、国際価格は安定的に推移（若干の減少）するものと思われる。しかしながら尿素の国際市場価格は尿素の国際貿易対象がその生産量に比し小さく市場および生産地の特殊性があるために統一的な国際価格と呼べるものは存在しない。[天然気化工利用資料江編]¹⁾の朱啓亨氏の「天然ガス利用」の論文によれば尿素は以下の価格体系となっている。

		1984年
尿 素 肥 料	国家内	200\$/トン
	国際市場 CIF	220～250\$/トン
	東 欧 CIF	165\$/トン
第 八 設 計 院	13¢/m ³	212.9\$/トン
	9¢/m ³	205.9\$/トン
化工部計画局	12¢/m ³	154.8\$/トン
	8¢/m ³	128.8\$/トン

本分析における尿素プロジェクトの価格は広東省における販売価格165\$/トンを採用している。

1) 広東省化工学会 1984年8月

2-3-3 分析結果

以上に述べられたように C_1 （天然ガス直接消費費用以外のコスト）は天然ガス配送コストを含むべきであるがここではそれを評価していない。したがって分析結果が提示する価値は天然ガスの井戸元における価値と見なすことができよう。

海南島にとっての天然ガスの経済価値は限界消費における機会費用として経済学的に定義される。また、限界消費は天然ガス利用諸産業のポテンシャル需要におけるポテンシャル生産水準の検討を踏まえ推定される。本分析においては工業セクターにおける燃料代替が考慮されておらず、海南島経済全体における単位当たりの天然ガスの経済価値が算出されていない点に留意する必要がある。

本分析での課題は海南島にとっての天然ガス利用は量的利用計画以前に経済的にどのような価値があるのか、海南島経済発展のために天然ガスはどれほど必要であるかとの問いに概略的に、しかし具体的に答えることにある。本分析結果はこれらの問いに十分に答えることができると考える。

この限界消費における機会費用は本来の広東省での消費計画であるパイプライン敷設案においても検討されるべきと考える。国は海南島並びに広州における消費計画案を上記のごとくに比較分析し、国家経済においてどこで最大の便益が生ずるのかを踏まえた上で財務的（市場における）価格政策を媒体として利用計画の実施戦略を策定するべきと考える。ここでは分析できなかったが、実施戦略策定のためには天然ガスの長期供給機会費用も考慮する必要があるだろう。長期供給費用に関する推計方法は作業報告シリーズ34第1章を参照されたい。分析結果は表2-1の通りで、図示すると図2-1の様になる。

経済価値の高い天然ガスの利用は、この表から海南島においては原料としての消費よりも、産業（鉄鉱、チタン、ガラス、セメント）における燃料としての消費に見出される。発電においても移入炭代替は天然ガスの経済価値の高さからかなり効果的と言える。これは海南島におけるエネルギー制約を考えると興味深い。一方、原料としての天然ガス経済価値は低い（0.186元/m³）が、これは便益を広東省統一価格で計測している点にあると言える。¹⁾

1) 2-3-1節注参照

図2-1 天然ガスの経済価値 / 年間消費量

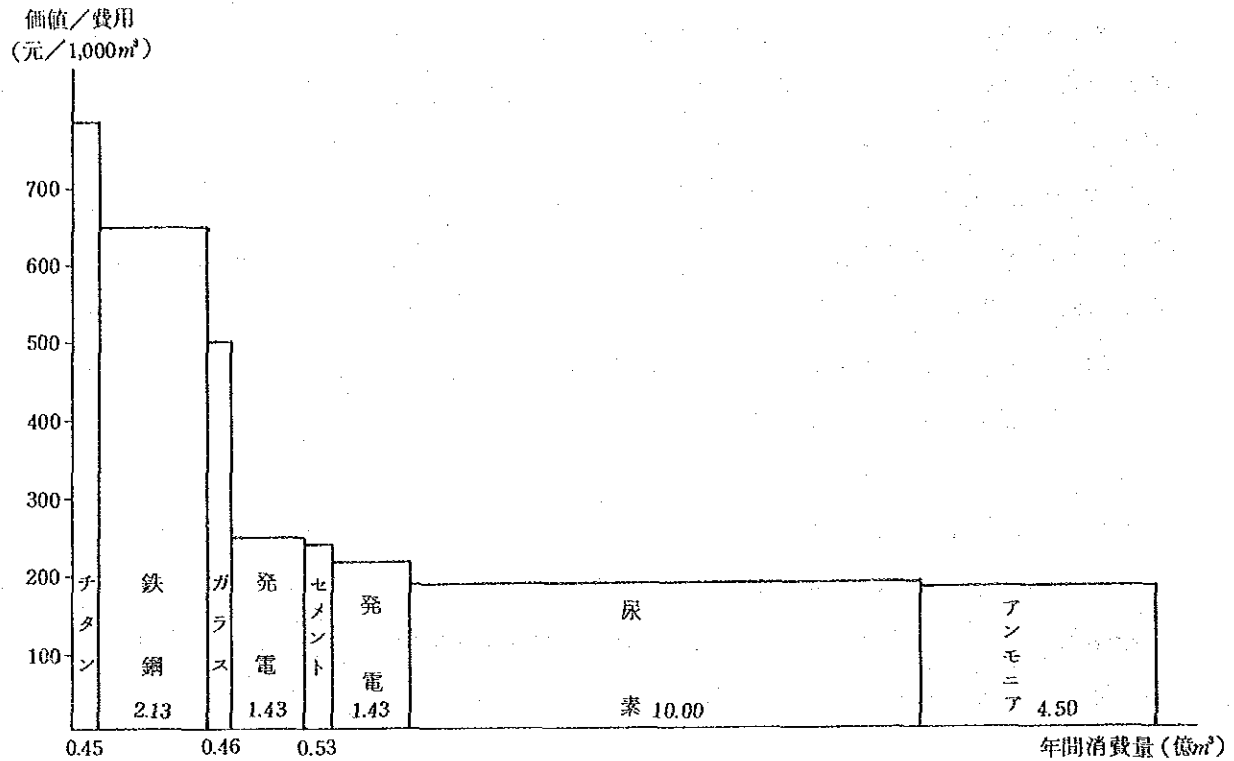


表2-1 天然ガスの経済価値

天然ガス経済価値 (元/m³)	年間消費量 (億m³)	
尿素	0.186	10.00
アンモニア	0.183	4.50
セメント	0.243	0.53
鉄鋼	0.650	2.13
チタン	0.786	0.45
発電 (移入炭 120元/トン)	0.215	1.43
発電 (移入炭 150元/トン)	0.254	1.43
ガラス	0.504	0.46
		20.93

この価値の算定に当っては社会割引率を12%と設定しており、各プロジェクトは天然ガスの生産における限界機会費用（長期生産コスト+資源枯渇に伴う消費者費用）が経済価値と同等なら、いずれのプロジェクトも12%の内部経済収益率を持つこととなる。ガス生産における機会費用は推計できないが、現行の財務的価格8¢/m³（0.224元/m³）¹⁾よりもかなり低いと思われる。したがってかなりのプロジェクトが実施価値のあるものとなる。

国としてはパイプライン敷設の費用をも盛込んだ広州地区における鶯歌海天然ガス利用の価値と、上記のごとくの海南島における価値とを比較検討する必要がある。しかしながら天然ガスの価値の検討結果からいえることは、海南島にとっての天然ガス利用は大幅に海南島経済開発に寄与するという点である。財務的な価格は需給当該部門間の利益の移転に過ぎない。国家利益（経済便益の最大化）の観点からは、天然ガスの経済価値の最大化はどこでどのように発生するかを踏まえた上で、財務的（市場における）価格政策を通して国益の配分を図るべきと考える。

エネルギー政策は経済構造の効率化を促し、効率化に伴って発生・増加する経済価値を公平に分配する機能を持たねばならない。天然ガスの供給システムの持つ効率は非常に高い。そしてその利用は後発地域における経済効率上昇に大きく寄与する可能性を持つ。

エネルギー資源の偏在性、海南島にとっての加速経済成長の必要性、本調査における経済シナリオが必要とするエネルギー量を勘案すると海南島において天然ガスがベース・エネルギーとして開発利用される方向は大いに存在すると言える。

1) 2.8 元=1\$の換算率

3 エネルギー消費見通し

3-1 総エネルギー消費見通し

提案されている経済フレームが必要とする二次エネルギーとしての電力量の大きさ、その電力量を賄うための一次エネルギー必要量のインパクトならびに燃料用エネルギー必要量を推計するために、エネルギー消費見通しは電力と熱エネルギーとに分けて行われた。推計方法は海南島、他途上国、日本の経験のケースの検討を踏まえた消費原単位およびエネルギー集約度を適用し、各経済部門ごとに推計し、それを積み上げるという方法をとっている。この方法は今後経済構造が大きく変化する海南島エネルギー消費見通しをより現実的なものとしよう。推計結果は表3-1から表3-3の通りである（なお図3-1、3-2も合わせ参照されたい）。

総エネルギー消費規模は2005年で824万トン（標準炭換算、7,000kcal/kg）、1985年の約6倍のレベルとなる。この推計結果は海南島経済発展がエネルギー弾性値の高い路線をたどることを示している。消費構成は工業部門39%、電力36%、民生/サービス12%、交通10%、農業3%となっている。農業・民生を除いて他の何れの部門も1985/2005年で年率平均10%以上の伸びを示している。民生エネルギーの伸びの低さは実効エネルギー効率が現在の消費原単位の仮定である10%未満から95%への上昇（商業エネルギーを100とした場合）を仮定しているためである。つまり、民生/サービス部門ではエネルギー源の転換に伴う効率の向上により、実質的には電力エネルギーも考慮すると1消費単位（家庭等）当たり消費量は1985年レベルの3倍強となる。

二次エネルギーである電力消費は2005年で5,900GWhと推計される。1985年レベルの8倍弱のレベルに達し年率平均11.5%の成長であるが1985~95年の開発前期の増加は開発後期の増加速度の倍で、開発前期に電力開発が集中的に行われなければならないことを示している。消費部門構成は工業50%、民生28%、第三次20%、残り農業部門となっている。

電力用一次エネルギー必要量は標準炭換算で火力用、1995年128万トン、2005年で220万トンと水力1995年53万トン、2005年75万トンと推計される。

電化率の想定は1995年で70%とし、2000年で95%としている。農業部門を除いて、いずれの部門も1985~2005年で10%以上の電力量消費の年平均増加率を示す。

表3-1 海南島エネルギー消費見通し

(単位：標準炭換算，万トン)

	1985年	成長率(%) 1985/95	1995年	成長率(%) 1995/2005	2005年	部門比率 (%)	成長率(%) 1985/2005
農業セクター							
伝統的エネルギー	4.6	2.5	5.9	2.2	7.3		2.3
石油製品	1.6	12.9	5.4	4.6	8.5		8.7
その他移入エネルギー	2.0	5.4	3.4	3.9	5.0		4.7
小計	8.2	6.0	14.7	3.5	20.8	2.5	4.8
工業セクター							
伝統的エネルギー	3.1	7.2	6.2	-16.7	1.0		-5.5
石油製品	2.6						
その他移入エネルギー	28.6	14.9	114.8	11.0	324.6		12.9
小計	34.3	13.4	121.0	10.4	325.6	39.5	11.9
交通セクター ¹⁾							
石油製品	13.8	11.9	42.4	6.4	79.1	9.6	9.1
民生/サービス部門							
伝統的エネルギー	26.8	-2.8	20.2	-9.3	7.6		-6.1
石油製品	1.7	21.2	11.6	9.4	28.4		15.1
その他移入エネルギー	8.8	13.2	30.3	8.5	68.6		10.8
小計	37.3	5.2	62.1	5.4	104.6	12.7	5.3
電力用一次エネルギー							
火力/褐炭			12.9	11.6	38.7		
水力	29.0	6.3	53.4	3.4	74.7		4.8
火力	13.0	24.4	115.6	4.6	180.6		14.1
小計	42.0	15.8	181.9		294.0	35.7	10.2
合計 ²⁾	135.6	12.0	422.1	6.9	824.1	100.0	9.4
天然ガス換算(億 ³)	12.8	12.0	39.9	6.9	78.0		9.4

注：1) 交通については高成長シナリオを適用。

2) 実効エネルギーベース1985年は伝統的エネルギー量を熱量等価換算すると171万トンとなる。

表3-2 エネルギー源別エネルギー消費見通し
天然ガス32.5億 m^3 /年のケース

(単位:標準炭換算,万トン)

	1985年	成長率(%) 1985/95	1995年	成長率(%) 1995/2005	2005年	部門比率 (%)	成長率(%) 1985/2005
伝統的エネルギー	34.5	-0.7	32.3	-6.8	15.9	1.9	-3.8
水 力	2.9	6.3	5.34	3.4	74.7	9.1	4.8
褐 炭	0	-	12.9	11.6	38.7	4.7	
石油製品	19.7	11.7	59.4	6.9	11.6	14.1	9.3
その他移入エネルギー							
移入炭	52.4		264.1	1.6	309.5	37.6	
天然ガス			0		269.3	32.7	
合 計	135.6	12.0	422.1	6.9	824.1	100.0	9.4

表3-3 電 力 量 予 測

(単位:GWh)

	1985年	成長率(%) 1985/95	1995年	成長率(%) 1995/2005	2005年	成長率(%) 1985/2005
農業部門	46.2	7.8	97.7	4.4	150.7	6.2
工業部門	433.2	12.1	1,356.7	8.0	2,934.8	10.7
第三次部門	117.7	15.0	474.9	9.3	1,157.4	11.9
民生部門	141.2	20.8	932.2	5.9	1,653.4	13.8
合 計	738.2	14.5	2,861.4	7.5	5,896.3	11.5
最大電力(MW)	241		605		1,052	
負 荷 率			0.54		0.64	

圖3-1 海南島能源流程(1985年)

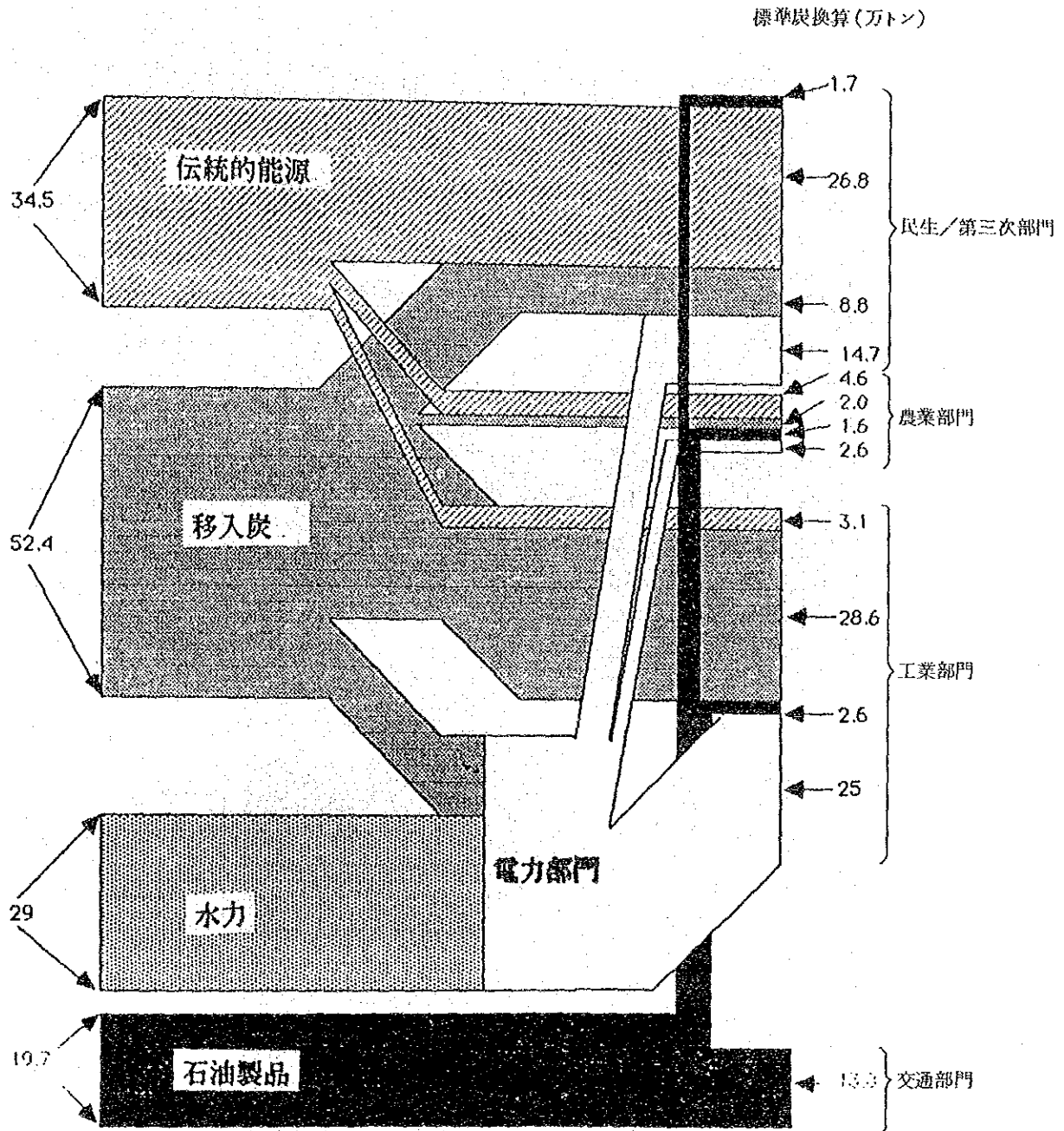


圖3-2 海南島能源流程(2005年)

標準炭換算(萬噸)

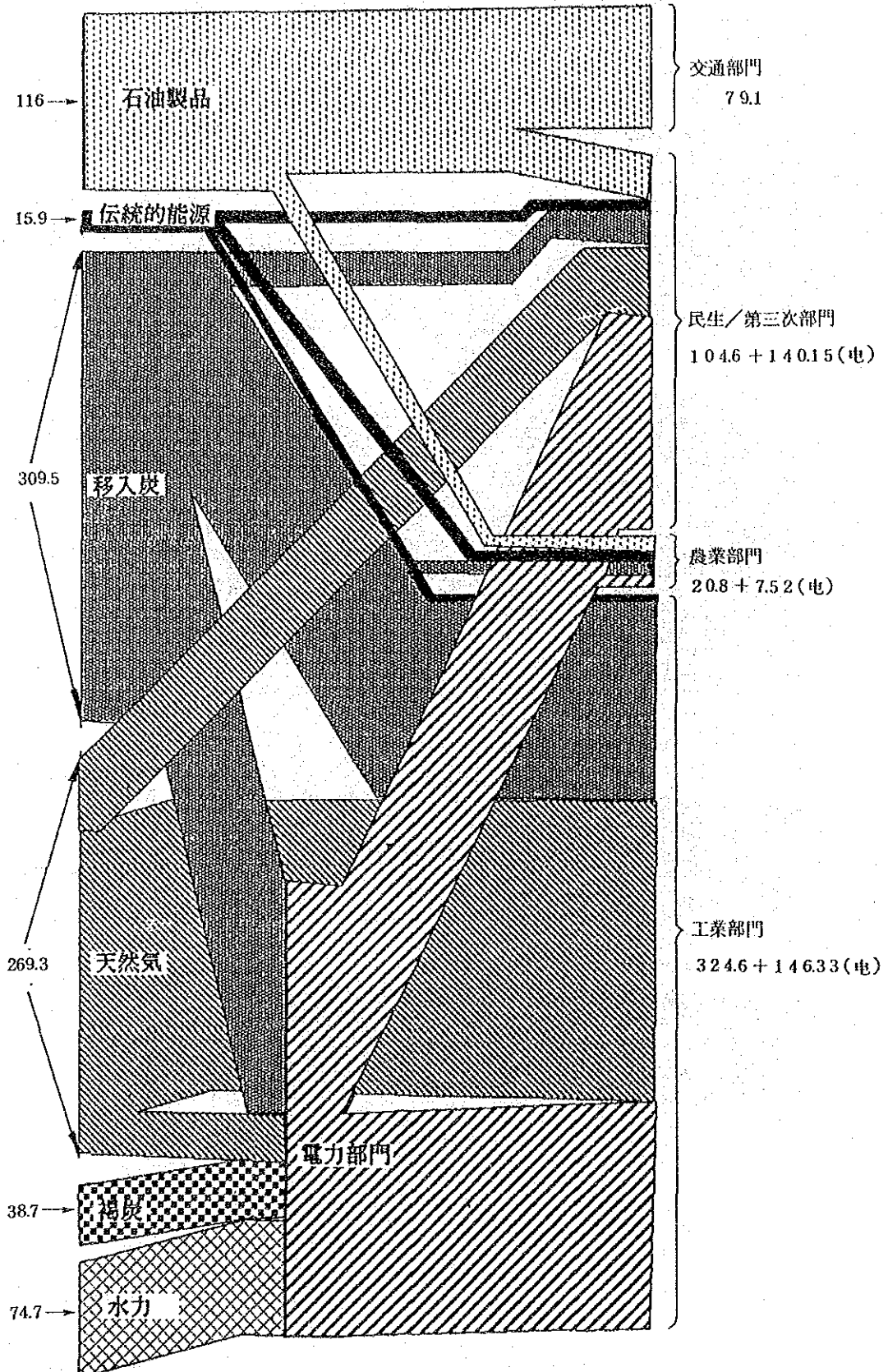


表3-1および表3-2はエネルギー供給構造も同時に示している。この供給構造は次節での分析の結果をふまえて推計されている。供給構造は1985年の伝統的エネルギー、水力、移入炭主体から、2005年で移入炭38%、天然ガス33%、移入石油製品14%、水力9%、褐炭5%、伝統的エネルギー2%へと大きく変化する。移入炭の構成比は若干の減少にとどまるものの、その需給規模は6倍の300万トンレベルに達する。

流体燃料に関しては燃料用エネルギーは天然ガスと移入炭が賄うため、そのほとんどが内燃機関用および民生用灯油として推計されている。石油製品消費は1985年の19.7万トンが2000年で116万トン（原油換算77万トン）となり、年率平均9.3%で上昇する。

以上からエネルギー消費の伸びは工業化の速度に大きく影響されることが推測できよう。また工業における付加価値率の変化の度合によっても消費規模は変わってくる。しかしながら、ここでの推計結果が提示している基本的な命題は、工業化の進展に伴う迂回生産過程の重層化はエネルギー消費を工業化の速度よりも加速化させるということである。換言すれば、エネルギー供給の増大可能要因は工業化の一つの必要条件である。この工業化とエネルギー消費の関係は先進諸国の過去の事例、現在の途上国の事例を見ても明らかである。

この増大する海南島エネルギー需給に対し大きな役割を演ずるのが移入エネルギー（移入炭・移入石油）である。総一次エネルギーに占める移入エネルギーの比率は1985年の47%から2005年の84%へと増大し、量的には約10倍の規模となる。ここに移入エネルギー輸送・利用システムの効率の向上の必要性が存在する。海南島にとっては幸いなことに身近に天然ガスが存在する。天然ガス利用に関しては上位計画により海南島におけるその利用が規定されるが、この表3-1の一次エネルギー消費見通しは、1995年以降海南島のエネルギー消費規模が現在想定されている天然ガス生産量を十分に消化する規模になることを示している（原料としての利用12~14億 m^3 を見込む）。

次に各セクターにおける具体的な消費見通し推計方法および前提条件を示す。

3-2 エネルギー源・セクター別消費見通し（推計方法・前提条件）

3-2-1 燃料消費見通し

(1) 伝統的エネルギー／民生エネルギー消費見通し

a. 現 状

年間民生エネルギー消費量は一家庭当たり熱量換算で 14.2×10^6 kcalとなっている。現地踏査で得た調査資料は 20.0×10^6 kcalである。日本の1981年時点の家庭における熱量換算総エネルギー消費は 9.1×10^6 kcalでその内訳は暖房が 3.3×10^6 kcal、厨房と給湯とを合わせて 5.8×10^6 kcalとなっている。また、1964年時点は、暖房が 1.6×10^6 kcal、厨房・給湯が 1.7×10^6 kcalの計 3.3×10^6 kcalとなっている。したがって民生需要は1964～1981年の間、6.2%で増加している。その間の国民可処分所得の伸びは実質で6%で増加してきており、民生エネルギー需要の所得に対する需要弾性値は1.03を経験している。民生用エネルギー製品構成は日本の1965年で灯油11.4%、LPG 7.6%、電力14.8%、都市ガス18.2%、石炭29.6%、その他（木炭、練炭）18.4%であったが、1980年に入り、灯油（28.4%）、LPG（16.8%）、電力（27.6%）、都市ガス（25%）の4種類となっている。

ここで海南島の現状とこれらの日本の経験を比較してみると以下の点が明らかとなる。経済の立ち遅れにもかかわらず海南島の民生エネルギー消費は日本の1981年レベルのほぼ2倍となっている。これは経済の遅れに起因する燃料自体の熱効率の低さ、燃料燃焼器具効率の悪さおよび飼料用燃料消費（豚のエサ）が原因であるといえる。したがって、短期的には熱使用効率の向上（改良カマドの普及）、長期的にはエネルギー製品供給システムの改善（価格政策および供給増）が必要となる。

広東省エネルギー研究中心並びに国家計画委員会エネルギー研究所の農村エネルギー調査は旧式カマドによる熱効率を草13%、木柴15～20%、練炭20～25%という結果を出している。また同調査は、伝統的エネルギー消費量を年間一人当たり652kgとしている。この全国調査結果は、現地踏査で得られた数字とほぼ同程度であり、これは海南島において全国レベルと同様な伝統的エネルギーの非効率的利用が存在していることを示している。海南島内における城鎮家庭と農村家庭においては総エネルギー消費量に関し、統計学上の有意な差異は認められない。これは城鎮においても伝統的エネルギーが民生用燃料の大宗を占めているこ

とによる。

民生用エネルギー製品需給パターンは以下のようになっている。

民生用エネルギー需給パターン¹⁾

	電力	練炭	木柴	草	稲草	石油	合計
統計局農村能源調査	0.3	0.0	67.5	5.2	22.2	4.8	100.0
現地踏査結果(城鎮)	2.2	4.0	80.7	-	-	13.0	100.0
(農村)	0.1	-	89.4	5.8	4.1	0.6	100.0

注：1) 需給構成において電力は二次エネルギーとしての熱量 860kcal/kWh で換算し、他はそのものもつ一次エネルギーの熱量換算としている。

b. 民生エネルギー消費見通し

今後2005年に向けて予想されることは薪炭の使用効率向上と熱効率のよい家庭用燃料およびその燃焼システムの普及と飼料用燃料の極減化であろう。現在の消費レベルは、一家庭年間 14.2×10^6 kcal \sim 20.0×10^6 kcalであり、実際の熱効率¹⁾を勘案すると 2.8×10^6 kcal程度と推測できる。このような効率の悪い消費形態から、電気の普及、天然ガス、石油、練炭等の家庭用エネルギー製品普及の形態へ移行することは、所得レベルの上昇、薪炭価格の上昇(運搬費、所得上昇に伴う賃金等のコスト上昇による価格上昇)により確実なものであろう。一般家庭においても価格面ばかりでなく取り扱い、貯蔵の容易さを加味した総合的に効率のよい家庭用エネルギー製品への需要が高まることとなろう。

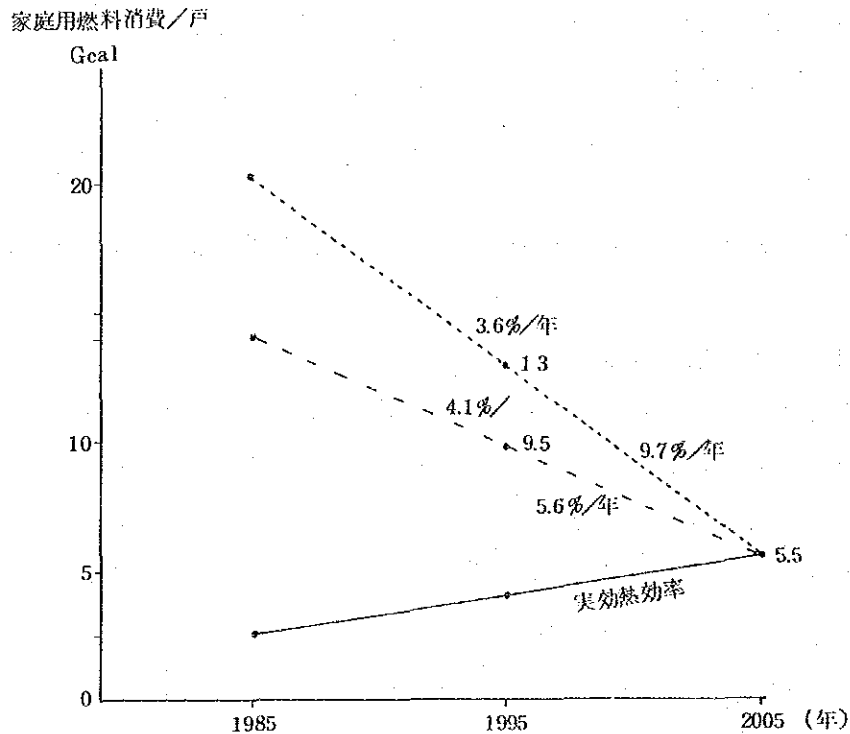
本報告書においては、したがって2005年には薪炭需要が限りなく減少すると想定する。また2005年における一家庭当たりの実効エネルギー消費原単位(現行の石油製品家庭用エネルギー製品の熱効率を100%と考慮)を 5.5×10^6 kcalと設定し、1995年には 4.0×10^6 kcalと想定する。これら消費原単位は所得水準と日本の経験に基づいて想定され、今後の給湯用エネルギー(風呂、温水シャワー等)需要の上昇をも見込んでいる。

木柴、草等の伝統的エネルギー需要の総民生エネルギーに占める割合を現在の89%から

1) 広東省能源研究中心の資料によれば旧式カマドによる熱効率は13%であり、現地踏査においてはカマド改良による熱効率上昇は4倍にも達するとの情報も入手している。したがってここでは全島平均として20%を想定。

1995年で60%、2005年で2%未満と想定する。これは実効エネルギー熱量が1985年のレベルの20%から2005年には95%に上昇するのに対し、伝統的エネルギー熱量換算の一家庭当たりエネルギー消費量の減少に比例すると考え、算出されている（図3-3を参照されたい）。

図3-3 民生エネルギー消費推移シナリオ



一方、天然ガスの家庭への普及の速度、農村でのバイオマス、太陽熱エネルギー利用の進展等を考慮するとエネルギー製品別需要の推計は困難なものとなるが本節の分析および次章の分析を踏まえ、家庭用エネルギー消費推計は表3-1に示される通りとなる。

(2) 農業セクターエネルギー消費見通し

a. 積み上げによる推計

栽培農業におけるエネルギー需要は主に耕起・運搬に係る内燃機関用の流体燃料需要と作物の一次加工における熱エネルギー需要から構成される。現在の栽培農業のムー当たり流体燃料消費は単年性作物で耕起・運搬で約3kgのディーゼル油消費で、永年性では運搬を主体に2kgである。将来の流体燃料消費見通しはこの原単位を利用し、農業生産の効率

化、農業機器・運搬手段の効率化等を考慮したものとなっている。単年性流体燃料消費は1995年で15%、2005年で36%の原単位低下による効率向上を想定し、永年性のそれは1995年で15%、2005年で40%の原単位低下を想定している。

栽培農業における一次加工の熱エネルギー需要は主要作物のゴム、茶の乾燥といったもの等から構成される。ゴムの乾燥はゴム・シートによる天日（農民）と120℃の熱風乾燥（農墾）との2通りが存在する。熱風乾燥は生ゴム1トン当たり1トンの薪消費とトン当たり40～50kgの重油燃焼乾燥とに分類される。¹⁾ 現在の国営農場の11万トンの生ゴム生産量のうち81%は重油燃焼により乾燥が行われ、わずか1%未満が薪による乾燥である。また重油燃焼においては太陽熱利用温風による熱効率向上が試験的に行われている。したがって太陽熱利用技術の進展を考慮すると50kg/トンのゴム乾燥原単位は1995年で約25%減の37.5kg/トン、2005年で50%の節約を想定し25kg/トンを設定する。

茶の乾燥は現在1kgの乾燥に約2kgの薪を消費している。国営農場によっては石炭燃焼のものもあり、石炭の場合は1kgの燃焼に標準炭換算で0.45kgの消費と推定される。茶の乾燥に関しての乾燥技術および太陽熱利用により上記ゴムと同様なエネルギー節約を想定し、標準炭換算で0.34kg/1kg（1995年）、0.23kg/1kg（2005年）の原単位を設定する。

農業セクターのエネルギー需要は農家・農場の門までの生産活動が必要とするエネルギー需要としている。したがって砂糖きび栽培、砂糖工場の農園システムでは砂糖工場が産業用エネルギー需要に組み入れられることとなる。なお砂糖工場においては砂糖きび破碎後のバガスが主要エネルギー源で熱エネルギー需給が均衡することとして産業用エネルギー需給から除いてある。

農業セクターエネルギー需要は漁業における内燃機関用エネルギーも含む。1980年から1985年の水産品産量とディーゼル油消費（配給）との関係は以下の通りである。産量トン当たりディーゼル油消費は減少しており、エネルギー生産性は上昇しているかに見えるが、補足し切れない自由市場調達分のディーゼル油消費もかなりあるという事実、また資源保護策効果による漁獲量の上昇の影響もあり、下表のエネルギー生産性をそのまま2005年に向け想定することは困難である。したがって配給ディーゼル油量が一番多量であった

1) この消費状況から薪と重油の熱効率を比較すると重油を100とした場合、薪は13となる。

1980年の数字を基準とし、漁船の燃費効率の向上、漁獲方法の向上、養殖の増産等によって漁業の消費見通し原単位を1995年 212kg/トン、2005年 152kg/トンと設定する。

	ディーゼル油配給量 (トン)	水産品産量 (トン)
1980	12,714	41,932
1981	10,160	34,592
1982	7,883	56,785
1983	10,458	74,773
1984	10,574	80,821
1985	9,910	88,549

出所：海南行政府水産局

農業セクターにおける一次加工熱エネルギー需要に関しエネルギー製品のエネルギー効率に留意しなければならない。薪の実熱効率の低さ、二次エネルギーとしての石炭実熱効率、重油実熱効率である。ここでは重油を100とすれば標準炭換算の石炭の熱効率は80%、薪のそれは13%と同量熱量下での格差を想定している。したがって、重油1kg=標準炭換算石炭1.78kg=薪19.3kgの熱効率等価となる（重油0.56kg=標準炭換算石炭1.0kg=天然ガス標準炭換算0.65kg（0.6m³））。

これらの原単位の積み上げによるエネルギー消費見通しは表3-4の通りとなっている。

b. エネルギー集約度による推計

すでに電力需要で記述した通り、農業セクターにおける内燃機関用エネルギーおよび熱エネルギーに関してのエネルギー集約度は、他の熱帯に位置する途上国で海南島と同様の農業生産構造を持つ地域のケースより推計されている。これを利用し、経済フレームにおける農業の付加価値ベースの国民収入に乗ずると表3-1のようになる。上記の推計を踏まえ本調査では本節での推計結果を採用する。

(3) 工業セクターエネルギー将来消費見通し

a. 推計方法

電力で利用されたようにここでも産業用の燃料用エネルギー消費見通しを産業における燃料用エネルギー集約度分析を利用し推計する。日本の経験および東南アジア諸国におけ

表3-4 消費原単位農業セクターエネルギー消費見通し

表3-4-1 消費原単位見通し

		原単位	1985年	1995年	2005年
単年性栽培農業	ディーゼル	kg/ムー	3	2.55	2.25
永年性栽培農業	ディーゼル	kg/ムー	2	1.7	1.5
ゴ	ム重油	kg/トン	50	37.5	32.5
	石炭熱効率	kg/トン	180	135	117
茶	石炭熱効率	kg/トン	450	340	315
漁業	ディーゼル	kg/トン	303	258	227.25

表3-4-2 作物別農業セクターエネルギー予測

(単位:トン)

		1995年	2005年
単年性栽培農業	ディーゼル	2,955.5	2,909.3
永年性栽培農業	ディーゼル	1,783.3	1,711.5
ゴ	ム*重油	10,746.0	11,649.3
	石炭熱効率	38,685.6	41,937.5
茶	石炭熱効率	5,225.8	8,177.4
漁業	ディーゼル	42,573.0	49,182.6

*) 重油のみの場合と石炭のみの場合

表3-4-3 エネルギー源別農業セクター消費見通し

成長率(%)

	1995年	95/2005	2005年
ディーゼル(トン)	47,312	1.3	53,803
移入炭標準炭換算(トン)	43,911	1.3	50,115

出所:調査団作成

る工業用エネルギーの集約度は表3-5のようになっている。シナリオで想定される工業部門における産業部門構成が中国全土平均に近づくものと想定し、工業部門の付加価値総額を推計し、¹⁾ これに集約度を乗ずるという方法で工業セクターエネルギー消費見通しは想定されている。

現在(1980年)の工業部門におけるエネルギー集約度は他の国々に比較し極端に高いものとなっている。²⁾ これはエネルギー自体の熱効率、(石炭)エネルギー利用技術の問題が合わせ作用している結果によるものと考えられる。海南島工業セクターでのエネルギー消費見通しに当たっては、この中国の現状と今後の中国工業構造とエネルギー消費の見通し、および日本の経験の検討に基づき海南島におけるエネルギー集約度は推定されている。³⁾

1) 経済・財務部門よりのインプット。

2) 表3-5、6、7を参照されたい。

3) 表3-8、9、9を参照されたい。

表3-5 工業部門エネルギー集約度

	FUEL INTENSITIES KG OF COAL EQUIVALENT/1000 YUAN				Electricity Intensity KW/L/1000 YUAN			中国 工業構造 1980
	NEA	EMP	I-0	Japan	EMP	I-0	Japan	
	data	data	data	data	data	data	data	
1. Food	283	151	94	242	418	402	404	0.139
2. Textile	395	367	348	358	1662	904	854	0.207
3. Non Ment	2643	2872	1987	1856	2028	1215	1375	0.052
4. Wood & Lumber	0	0	226	282				
5. Paper & Pulp	836	758	408	1787	1489	1396	1383	
6. Chemical & Petroleum	264	106	636	1101	466	1100	1150	0.129
7. Metal	407	242	0	1143	4284	0	2387	0.106
8. Metal Products	450	634	385	368	1168	1055	2130	0.106
9. Machinery	63	1229	0	65	1491	0	327	0.263
10. Others	519	646	57	124	1180	182	585	0.104
11. MFG Total	483	488	467	463	948	1068	809	

表3-6 対工業部門付加価値総エネルギー集約度国際比較

Country/Year	(A)	(B)	(C)	(D)	Fuel and feedstock intensity B/A	Electricity intensity C/A	Total energy intensity (kgce/\$)
	GVIO (1980 \$bn)	Fuel and feedstock (MTPCE)	Electricity (MTPCE)	Total (MTPCE)	(kgce/\$)	(kgce/\$)	(kgce/\$)
China							
1980	29890	24570	7010	31580	0.82	0.23	1.06
US							
1973	168660	54250	25810	80060	0.32	0.15	0.47
1980	165670	48780	28450	77230	0.29	0.17	0.47
Japan							
1973	80410	16770	12070	28840	0.21	0.15	0.36
1980	90630	14040	13420	27460	0.16	0.15	0.30
France							
1973	29670	6470	3700	10170	0.22	0.13	0.34
1980	38480	6580	4800	11380	0.17	0.13	0.30
Germany, F.R.							
1973	49810	10650	5860	16510	0.21	0.12	0.33
1980	57970	8840	6480	15320	0.15	0.11	0.26
UK							
1973	41580	8370	3750	12120	0.20	0.09	0.29
1980	39220	5260	3580	8850	0.13	0.09	0.23
Brazil/a							
1973	9090	1700	1220	2920	0.19	0.13	0.32
		2800		4020	0.31		0.44
1978	16110	2830	2260	5090	0.18	0.14	0.32
		4170		6430	0.26		0.40
India/a							
1973	4380	3440	1540	4980	0.79	0.35	1.14
		3630		5170	0.83		1.18
1978	6570	4340	2190	6530	0.66	0.33	0.99
		4630		6820	0.71		1.04
South Korea							
1973	2290	730	350	1080	0.32	0.15	0.47
1980	5240	1580	910	2490	0.30	0.17	0.48
Philippines/a							
1973	1030	220	330	550	0.21	0.32	0.53
		560		890	0.54		0.86
1979	1450	320	260	570	0.22	0.18	0.39
		710		960	0.49		0.66
Turkey							
1973	1780	460	340	790	0.26	0.19	0.44
1979	2430	570	500	1070	0.24	0.21	0.44

出所: World Bank "China: Long Term Issues and Options"

b. 推計結果への留意点

本来エネルギー集約度によるエネルギー消費見通しは、工業セクターにおいて製造部門別に行うのがよりよい推計結果を生むが、本調査においてはそれを行えなかった。したがって、工業全体におけるエネルギー原単位を適用している。それを得るに当たっては、以下の点が考慮されている。

- ① 中国工業セクターのエネルギー集約度は2000年で1980年のレベルとなることが可能である（表3-7）。
- ② 2005年の海南島工業構造は中国全体のそれに近似する。
- ③ エネルギー源の効率およびエネルギー使用効率は中国全体のそれよりも向上し20%ほど高くなる。

表3-7 中国工業部門エネルギー集約度

	1980 付加価値率 (%)	1980 MFG SHARES (%)	1980 TON/Y1000GDP	2000 CONSERVATION EFFECT 1980=1	1980 ELEC INT KWL/Y1000GDP	2000 CONSERVATION EFFECT 1980=1
冶金工業	35.4	10.6	4.8	0.54	2771.5	0.88-0.99
化学工業	32.9	12.9	4.0	0.43	2766.8	0.43-0.57
建材工業	44.0	5.2	4.8	0.76	1114.3	0.94-1.05
機械工業	36.1	26.3	0.6	0.61	526.7	1.00-1.27
食品工業	26.5	13.9	0.8	0.71	679.9	1.21-1.74
紡績工業	29.3	20.7	0.7	0.6	613.9	1.21-1.74
その他工業	36.2	10.4	1.7	0.75	496.8	1.21-1.74
工業全体	34.3	0	2.6	0.48	1294.1	
加重平均			2.1	0.54	1141.8	0.80-1.00

出所：表3-6に同じ。

以上の主たる仮定下で想定される海南島工業セクターにおける1995年、2005年のエネルギー集約度は表3-8の通りである。表3-9(1)、3-9(2)は表3-8の細分化における国際工業分類の3ケタ表示を示している。エネルギー消費見通しは表3-10、11の通りである。

表3-10は2005年に上記③を達成するとし、表3-11は中国全土平均の工業セクターエネルギー集約度を適用したケースである。なお、工業セクターの消費見通しとしてはフレーム修正を考慮し、表3-1に示される見通しを採用している。電力については表3-8に基づき、表3-3に示される電力需要見通しに掲載されている。

表3-8 需要予測のための推計エネルギー集約度

I/O	16	ISIC	YEAR 1995		YEAR 2005	
			燃料集約度 KGCE/千元	電力集約度 Kwh/千元	燃料集約度 KGCE/千元	電力集約度 Kwh/千元
2		Mining & Quarrying	18	1341		
	30	200				
	41	299				
3		Food Manufacturing				
	42	311	150	403	143	383
	66	313				
4		Textile Industry				
	67	321				
	69		358	903	340	858
	70	322				
5		Saw Mills & Wood Product				
	78	331				
	80	332	282	540	268	513
6		Paper & Paper Products				
	81	341				
	83	342	361	540	343	513
7		Rubber, chemical & Petroleum Inds.				
	84	351				
	98	356	390	669	369	636
8		Non Metallic Inds.				
	99	361	1855	1374	1762	1305
	104	369				
9		Metal, Metal Products & Machinery				
	105	371				
	106		1053	15860	1001	7930
	107	372	59	1039	56	987
	108	381	59	302	56	287
	122		65	327	62	311
	133					
10		Other MFG				
	134	390	124	584	118	555
20		MFG AV.	729	808	693	768

表3-9 工業業種別組み分け

I/O 16cc	I/O160SEC	ISIC
2 Mining & Quarrying	30	200 Mining
3 Food Manufacturing	41	299
4 Textile industry	42	311 Food Staff
5 Saw Mills & Wood Product	66	313
6 Paper & Paper Products	67 Spinning, Wearing	321 Textiles
7 Rubber, chemical & Petroleum	69 & Bleaching	322 Apparel
Inds.	70 Textile Products	331 Wood & Lumber
8 Non Metallic Inds.	74	332 Furniture
9 Metal, Metal Products &	78	341 Paper
Machinery	79	342 Printing
10 Other MFG	80 Wooden Furniture	351 Chemicals
20 MFG AV.	81 Pulp-Paper & Paperboard	352
	82	353 Petroleum
	83	354
	84 Basic Chemicals	355 Rubber
	85 Fertilizer & Pesticides	356 Plastic
	92 Other chemical Products	361 Ceramic
	93 Petroleum Refineries	369 Clay
	94 Other Petro Products	371 Iron & Steel
	95 Rubber sheets & Block	372 Non ferrous Metal
	96 Tyres & Tubes	381 MFG of Fabricated Metal
	97 Other Products	382 Machinery
	98 Plastic Wear	383 Electrical Industries
	99 Ceramic	384 Transport Equipment
	104	385 Precision Instrument
	105 Iron & Steel	323 Leather to wear
	106 Secondary Steel Prod.	324
	107 Non ferrous Metal	390 Others
	108 Fabricated Metal	
	111	
	112 Machinery & Equipment	
	116	
	117 Elec Supplies	
	122	
	123 Transport equipment	
	127	
	Aircraft Recreational	
	Equipment	
	Leather Products	

表3-10 工業セクターエネルギー消費見通し

	1985年	成長率(%) 1985/95	1995年	成長率(%) 1995/2005	2005年	成長率(%) 1985/2005
工業総生産(億元)	5.0	13.7	18.0	9.1	43.0	6.2
標準炭換算(万吨)	27.2	17.0	131.2	8.5	298.0	11.9
天然ガス換算(億 m^3)	2.6	17.0	12.4	8.5	28.1	13.8
エネルギー集約度 (トン/1,000元)	0.12164	19.6	0.729 0.9064	-0.5	0.693 0.86137	

表3-11 工業セクターエネルギー消費見通し
ケースⅡ(中国全土平均)

	1985年	成長率(%) 1985/95	1995年	成長率(%) 1995/2005	2005年	成長率(%) 1985/2005
工業総生産(億元)	5.0	13.7	18.0	9.1	43.0	6.2
標準炭換算(万吨)	27.2	19.6	163.2	8.5	370.4	11.9
天然ガス換算(億 m^3)	2.6	19.6	15.4	8.5	34.9	13.8
エネルギー集約度 (トン/1,000元)	0.12164	19.6	0.729 0.9064	-0.5	0.693 0.86137	

c. 海南島における現行エネルギー集約度・原単位

工業部門のエネルギー需給統計として十分に使える資料は入手困難であった。そこで本調査においては工業部門での事業所調査に附随して工業部門エネルギー調査を実施した。その結果は表3-12、13の通りとなっている。

海南島工業部門の電力を除くエネルギー集約度は標準炭換算 122kg/1,000元と調査結果は示している。¹⁾ このレベルは将来見込みの集約度同 693kg/1,000元に比べ極めて低くなっている。ちなみにこれに1985年の推計工業部門の付加価値額を乗ざると、工業部門のエネルギー消費は6.1万トンとなり現状のヒアリング結果と一致しない。これは多分に調査データの不備によるもので、今後オリジナル・データの精緻化を必要とする。

表3-10、11における1985年の数字は移入炭実績にもとづくものを掲げてある。表3-12、13はあくまでも工業の事業所調査方法、その利用の方法を提示する目的で掲載されている。

1) 表3-10、11の1985年の欄の下段を参照されたい。

表3-12 規模別エネルギー集約度

TAB-(1)

(AVERAGE ENERGY CONSUMPTION/AVERAGE TOTAL-SALES)

SCALE	(UNIT:Kcal/元)									
	ELEC-Self	TOTAL-ELEC	COAL.VOL	COKES	CHARCOAL	FUEL WOOD	GASOLINE	DIESEL.OIL	HEAVY.OIL	
大型	212298	226507	939792	253608	0.000	33787	6.105	245964	128390	
中型	9481	9511	47893	0.209	0.000	56896	0.133	715477	146940	
小型	0.893	2.390	23787	5.260	0.034	2299	6.066	9832	8.635	
平均	74224	79469	337157	86359	0.011	30994	4.101	323758	94655	

TAB-(2)

(AVERAGE ENERGY CONSUMPTION/(Bonus + Profit + Tax + R. Earnings))

SCALE	(UNIT:Kcal/元)									
	ELEC-Self	TOTAL-ELEC	COAL.VOL	COKES	CHARCOAL	FUEL WOOD	GASOLINE	DIESEL.OIL	HEAVY.OIL	
大型	213922	228239	946978	255547	0.000	34045	6.152	247845	129372	
中型	43000	43135	217218	0.950	0.000	258048	0.601	3245005	666437	
小型	1.023	2.739	27257	6.027	0.038	2635	6.951	11266	9895	
平均	85982	91371	397151	87508	0.013	98243	4.568	1168039	268568	

表3-13 業種別エネルギー集約度

TAB-(I)
[AVERAGE ENERGY CONSUMPTION/AVERAGE TOTAL-SALES]

TYPE	(UNIT:Kcal/元)									
	ELEC-Self	TOTAL-ELEC	COAL.VOL	COKES	CHARCOAL	FUEL WOOD	GASOLINE	DIESEL OIL	HEAVY OIL	
電力工業	5.622	38.349	508.947	0.000	0.065	2.949	0.259	77.009	2.484	
冶金工業	185.228	197.596	408.105	334.064	0.000	2.941	1.455	89.905	117.200	
化学工業	4.537	168.40	167.179	5.928	0.074	10.022	201.588	10.557	2016	
機械工業	3.567	4.135	5.041	9.997	0.315	1.740	3.597	117.254	7.965	
建材工業	16.988	67.271	1,002.900	133.830	0.039	41.264	46.608	70.406	9.4934	
森林工業	21.876	32.275	171.737	0.000	3.784	45.655	97.048	531.351	240.867	
食品工業	4.708	5.044	40.508	12.709	0.038	30.875	0.157	296.718	109.732	
紡織工業	11.055	16.563	27.343	0.000	0.056	13.492	0.000	3.926	0.000	
裁縫工業	1.173	5.147	0.635	0.000	0.000	0.000	385.998	0.802	0.520	
製皮工業	0.000	6.1637	32.6255	0.000	0.000	0.000	0.000	60.518	0.000	
製紙工業	2.687	4.6109	48.4349	0.000	0.000	5.925	0.000	48.328	10.369	
その他	4.787	8.088	82.424	38.085	0.233	75.832	35.524	13.292	5.688	
平均	21.852	41.588	268.785	44.551	0.384	19.224	64.353	110.005	49.315	

TAB-(II)
[AVERAGE ENERGY CONSUMPTION/(Bonus+Profit+Tax+R.Earnings)]

TYPE	(UNIT:Kcal/元)									
	ELEC-Self	TOTAL-ELEC	COAL.VOL	COKES	CHARCOAL	FUEL WOOD	GASOLINE	DIESEL OIL	HEAVY OIL	
電力工業	1.9864	135.486	1,798.107	0.000	0.231	1.0418	0.914	27.2071	8.776	
冶金工業	146.808	156.610	323.456	264.772	0.000	2.331	1.153	71.257	92.891	
化学工業	32.933	122.254	1,213.649	4.3031	0.539	7.2752	1,463.445	7.6640	1.4633	
機械工業	1.311	1.520	1.853	3.676	0.116	0.640	1.323	4.3110	2.929	
建材工業	7.8527	31.0955	4,635.852	61.8622	0.180	190.741	215.441	325.446	438.826	
森林工業	5.9156	87.277	464.408	0.000	1.0231	123.459	262.435	1,436.867	651.348	
食品工業	21.082	22.589	181.396	5.6913	0.169	138.258	0.704	1,328.720	491.385	
紡織工業	7.7163	11.5605	190.849	0.000	0.389	9.4172	0.000	27.401	0.000	
裁縫工業	1.6885	7.4072	9.136	0.000	0.000	0.000	5,554.743	11.537	7.478	
製皮工業	0.000	8.44263	44.696970	0.000	0.000	0.000	0.000	8,290.909	0.000	
製紙工業	17.527	300.783	3,159.568	0.000	0.000	38.652	0.000	31.5257	67.641	
その他	5.337	9.017	91.893	4.2460	0.260	8.4543	39.605	1.4819	6.342	
平均	39.716	815.036	4,730.595	85.790	1.010	62.997	628.314	1,017.836	148.521	

(4) 交通セクターエネルギー消費見直し

a. 現 状

1986年の全島総石油製品消費量は約20万トンで、製品構成は以下のようになっている。

(単位：万トン)

	消費量 (%)	配給量 (%)	議価需給量 ¹⁾ (%)
ガソリン	9.50 (48.6)	6.8 (71.2) ²⁾	2.7 (28.8) ²⁾
軽油	8.00 (40.9)	4.7 (58.8)	3.3 (41.2)
灯油	1.50 (7.7)	1.2 (80.0)	0.3 (20.0)
潤滑油	0.55 (2.8)	0.5 (91.0)	0.55 (9.0)
総計	19.55 (100.0)	13.2 (67.5)	6.35 (32.5)

注：1) 議価需給量は市場入手の量で、配給価格より1.5倍程度高価となっている。

2) 中日合作海南島開発弁公室

出所：広東省石油公司

石油製品配給量は総消費量の約68%を占め、自由市場入手量は32%を占めている。ガソリンの1985年の消費量は8.2万トンでそのうち配給量は6.5万トン、対消費配給比率は79%であったが1986年は71%へと低下してきている。

この消費量の産業部門別消費構成は統計されていない。しかしこの石油製品消費量の大宗(90%)は交通部門における流体燃料として利用されている。そのうち1万トン前後の軽油が水産部門における消費となっている。農業部門におけるトラクターの普及はめざましいものがあるが、それらは農耕作業よりもむしろ運搬用として利用されている。

b. エネルギー消費見直し

交通部門のエネルギー需要は経済発展に伴う交通量・運送量の伸びに伴い増加する。エネルギー消費見直しは交通部門が推計した上記交通量の車輛キロの推計値に安定走行燃費原単位を乗ずる方法で推計される。¹⁾

1) このような方法は各先進国における流体燃料(ガソリン、軽油)消費量と走行距離との回帰分析の弾性値が1であるという結果に基づいている。石油危機後(特に第二次危機1979年以降)自動車の燃費効率の向上は急速に進展している。したがって将来に向かってはこの弾性値は1よりも小さくなる可能性が大いに存在し、OECDの推計では0.85と予想されている。

安定走行燃費は全車種平均で現在約4 km/ℓと推定されている。上記推計方法において検討されるべきは燃費改善の傾向である。ガソリン価格、交通部門車輛構成、技術進歩の度合等が燃費効率に大きな影響を与えようが、ここでは燃費推定を以下の検討を踏まえて行っている。

- ① 現在の中国全体平均のトラック輸送に関する燃費は14.4ℓ/トン・100km (6.9 トン・km/ℓ)。¹⁾ この燃費に関し世界銀行は25%の減少を見込んでいる。すなわち、10.8ℓ/トン・100km (9.3 トン・km/ℓ) を2000年における輸送燃費としている。²⁾
- ② OECD/IEA の燃料費用効率の分析結果。³⁾ これは下表のようになっている。

自動車保有台数全体の燃費効率に関する想定

	1980	1990	2000
米 国	100	150	227
日 本	100	116	137
西ドイツ	100	116	138
フランス	100	117	138
イギリス	100	111	124
イタリア	100	121	149
カナダ	100	115	135
北 欧	100	109	119
南 欧	100	109	118
スカンジナビア	100	115	135
オセアニア	100	116	138

海南島交通部門の燃費想定に当たってはしたがって、現行の4 km/ℓが1995年で6 km/ℓ、2005年で8 km/ℓとする。これは旅客輸送量よりも貨物輸送量が推計年において多いことを反映している。車輛キロの推定は交通部門の専門家により行われ、それを基に交通部門エネルギー消費見通しが推計され、結果は前掲表3-1の通りである。

1) 『中国統計年鑑 1981』

2) World Bank, Long Term Issues and Options, 1985.

3) OECD/IEA, World Energy Outlook, 1983.

3-2-2 電力消費見通し

(1) 民生用電力消費見通し

a. 民生電力消費

電力の普及については資料を入手し得ないが、統計局データから農村における電化率は47%と推計することができ、カウンターパートからのヒアリングによる「海南島の民生電化率は城鎮においてはほぼ100%、農村においては50%」とほぼ同等の結果となっている。

電化家庭における電力消費は現地踏査結果から城鎮では8.43kWh/月・戸、農村では1.5kWh/月・戸となっている。農村における電力消費は50Wの電球を毎日1時間程使用するのみといった極限の消費レベルである。一方統計局調査結果からの推計は8.75kWh/月・戸となっている。また、海口のみを対象とした場合は12.5kWh/月・戸となっている。

家庭用電気製品の電力消費は日本の場合は以下のようにになっている。

製品別原単位と普及率(1979年全国平均)

	kWh/日	普及率(%)
照 明	1.17	100.0
ク ー ラ ー	0.40 (60日使用)	47.8
電 気 釜	0.24	54.0
冷 蔵 庫	1.67	106.2
洗 濯 機	0.10	98.0
掃 除 機	0.24	95.4
カラーテレビ	1.07	97.4
白黒テレビ	0.32 (2台目)	27.4
扇 風 機	0.06	17.6
ポンプ等	0.37	100.0
そ の 他		
合 計	5.64	

出所：日本エネルギー経済研究所『国民生活水準と民生用エネルギー需要に関する調査研究』1980年9月

日本の1970年の一日一家庭当たりの電力消費量は4.3kWhで、1980年のそれは6.1kWhとなっている。¹⁾ 海南島においては全島平均で0.30kWhで極端な低レベルとなっている。

b. 民生用電力消費原単位

極端に低レベルの電力消費から本開発計画が設定している一人当たり地域総生産（GRP概念）目標下における電力消費レベルへの引き上げにはどのようなシナリオが好ましいであろうか。島内の電力消費状況のクロス・セクション分布から所得レベルと電力消費量との関係を明らかにしようとしたが、統計局データ、現地踏査データ双方からは有意な回帰分析結果は得られなかった。

一人当たりGRPは1985年の502元から2005年2,216元と4倍強の伸びを示すことが本計画では提案されている。2005年における一人当たりGRPレベルは日本の1960年代初頭のレベルと考慮される。したがって所得レベルに鑑み消費原単位で電力消費必要量見直しを行う。一家庭当たりの消費原単位を日本の経験に照らし約3.0kWh/日・戸と設定する。電気製品の普及率、生活習慣の差異、都市・農村家庭での消費構造の差異等、原単位を考慮する上で検討すべき要因は多々あるものの、現状でのデータ・時間的制約から上記の原単位を採用する。

今後の電化率の進展速度、都市化の速度および都市家庭所得上昇率にもよるが、東南アジア途上国の都市での一家庭当たりの電力消費を勘案すると、さらに野心的な原単位を海南島全体で設定できよう。バンコックのそれは1982年で6.76kWh/日・戸でタイ全国平均では3.00kWh/日・戸となっている。電化計画がタイにおいて進展しているが、2000年における目標は4.5kWh/日・戸を想定し立案されている。本開発計画においての途上国の生活水準キャッチアップの速度を勘案すると4.5kWh/日・戸の電力消費原単位も想定できよう。したがって、民生用電力消費見直し原単位は3.0kWh/日・戸を下限とし4.5kWh/日・戸を上限とする。

1) 日本における一日一家庭当たり電力量消費

	kWh/年	kWh/日		kWh/年	kWh/日
1961	931	2.55	1964	1,241	3.40
1962	1,048	2.87	1965	1,310	3.59
1963	1,153	3.15			

c. 民生電力需要の想定

家庭数がないため、民生用電力消費見通しは先の原単位に一家族当たりの人口を基礎に一人当たり消費見通しとして利用する。目標の下限はしたがって295.9kWh/年・人、上限は443.0kWh/年・人となる。

一家庭当たりの構成人員数を現状の5.8人とした場合2005年における下限の消費見込み量は1,697GWhとなる。また、4.5人とした場合は1,874GWhとなる。同様に上限の原単位から推計すると5.8人の場合は2,184GWh、4.5人の家族構成の場合2,814GWhとなる。したがって民生用電力消費見通しは100%の電化率を目標とした場合、1,874GWhから2,814GWhのレベルとなろう。

今後の計画修正は家族構成、消費、並びに所得動向に留意し需要の動向に基づいて行われるのが好ましい。本計画においては2005年で1,874GWhの需要見通しを採用する。1995年に電化率70%が達成されるとし、その時の家族構成員数を5.2人とすると下限原単位から987GWhの需要が想定される。なおこれら推計はフレーム修正に鑑み修正され民生用電力需要想定は前掲表3-3の通りとなる。

(2) サービス産業（第三次産業）電力消費見通し（業務用電力消費）

この業種においても過去のデータがないため原単位による消費見通しは他の国の経験値により推定される。本業種に関し、日本の場合は原単位による予測と第三次産業粗資本ストックと需要家数および電力量との回帰による方法を採用している。これらの方法はいずれも本計画の場合、データの制約から採用できない。したがって対民生電力量に対する比率で算出し、マクロ消費見通しと比較する場合の調整セクターとなる。民生電力量原単位を想定した時点での日本における業務用電力量の対民生電力量の割合は56%であり、1980年代の東南アジアにおいては90~96%である。本計画においてはしたがって70%を採用し、第三次産業の電力消費見通しの目安とする。この目安は以下に述べる電力集約度による推計結果とともに検討される。

電力集約度による推計結果は1995年で340GWh、2005年で1,106GWhとなっている。一方、対民生電力量比からの推計からは1995年で789.6GWh、2005年で1,311GWhが得られている。これら推計で1995年での差が開きすぎている。そこで第三次産業電力消費見通しに当っては、まず2005年のレベルを1,311.8GWhと推定し、1985年から2005年における電力集約度に

よる年平均伸び率を算出し、それを1995年のレベルと設定し、503.3GWhを得ている。したがって第三次部門における電力消費は上記民生電力消費と同様にこれら推計は下方修正がなされ、表3-3に見られる通りとなっている。このレベルは今後の観光産業・商業の振興に十分に対処できるものであろう。

(3) 農業用電力消費見通し

農業用電力の主たる消費は灌漑用ポンプ電力である（排水用ポンプ電力消費も含む）。本計画下で農業開発シナリオは土地面積で740万ムーの耕作地（畑地）拡大を提案し、その10分の1は灌漑を前提としている。水資源の計画ではこれら畑地灌漑の80%が自流水による灌漑方式となっている。したがって6万ムー程の畑地灌漑がポンプ灌漑となる。現状における水の使用量は水田で1,200トン/ムー・年、畑地で400トン/ムー・年である。畑地灌漑用電力消費量の推計に当たっては畑地の水田に対する高低差も加味するも、それを水田の面積当りポンプ灌漑電力消費量の3分の1と同等とする。

水田に関しては2005年のポンプ灌漑規模はほぼ現状と同様で、既存灌漑設備力で賄うことが提案されている。灌漑施設の整備の進捗に伴い設備利用時間の延長が見込まれる。よって設備の負荷率を25%と想定し推計する。以上から灌漑用電力量消費見通しは以下のようになる。

	1985年	2005年
水田灌漑電力量消費		54.6GWh
畑地灌漑電力量消費		4.9GWh
計	36.7GWh (推計)	59.5GWh

他の農業用電力機具による積み上げ消費見通しは原単位不足である。そこで農業セクターにおける電力量消費見通しは電力集約度による推計を採用し前掲表3-3の通りとなる。

(4) 電力集約度による推計／総部門別電力消費見通し

各生産部門において、作業報告シリーズNo.25で紹介した電力集約度（生産単位当たり（付加価値ベース）消費電力量）を利用し、本計画下で必要とされる電力を推計し、それ

を各セクターの積上げ消費見通しの検討材料とする。以下の各部門の電力集約度は日本の経験と東南アジア途上国の経験を勘案し設定されたものである。なお工業部門については工業部門エネルギー消費見通しを合わせ参照されたい。

	(kWh/100 元)	
	1995 年	2005 年
農 業 部 門	3.14	3.14
工 業 部 門	81.73	77.64
サービ部門	11.77	14.00

工業部門における電力集約度は1995年の81.73kWh/100 元から2005年の77.64kWh/100 元へと減少する。この背景は省エネルギー技術進歩および効率向上生産技術の普及を見込んだため、工業部門における各産業平均で5%の集約度減少となっている。

以上の推計・検討結果から海南島開発計画が必要とする部門別電力量は前掲表3-3の通りとなる。この電力量を賄うに必要とされる電源開発構想は後出の表5-1-(2)に示されている。

4. エネルギー供給開発戦略

4-1 海南島を取りまく移入エネルギー価格動向

2005年の海南島は移入エネルギーにその大半の84%を頼らざるを得ない。そこで本節では海南島移入エネルギー価格の相対的な把握を試みる。

4-1-1 石油

(1) 世界市場動向

2度に亙る石油危機の後、現在世界石油市場は低迷を続けている。石油消費国での石油代替、世界経済の低迷、石油輸出国での余剰生産力がその原因となっている。2005年に向けて石油価格はどうか変化するであろうか。需要サイド、供給サイド、資源量、代替エネルギー開発動向等の各種前提条件により色々なシナリオが描ける。

需要サイドでの大きな見方は、石油の総エネルギー需給に占める割合の低下である。世界銀行は1985年の40%から2000年で35.3%と予測している。このシナリオ下での前提は1970年代の石油代替投資は恒常的な石油から他のエネルギーへのシフトを促しているとの点と現在の低石油価格を末端消費者レベルへと移転させていないとの2点による。

供給サイドでは探査活動は現在の石油低価格を反映し、また試掘井コストの上昇とともに低迷している。しかしながら確認埋蔵量は増加している。¹⁾ ここで留意せねばならないのは1984年末の 699×10^9 バレルの確認埋蔵量の57%が中東に集中している点である。したがって長期的に生産余力を持つ中東に石油需要は依存することとなる。

これらを勘案すると世界市場における石油価格は以下の様なものになると推計されている。²⁾

1) これらは試掘井は減少するも、発見確率の上昇によりもたらされている。なお、試掘井の減少は試掘市場に余剰能力をもたらし、1982年に\$13/バレルの発見コストが1983年では\$9/バレルとなっている。

2) World Bank, Price Prospects for Major Commodities, 1986.

	経年価格	1985年\$		経年価格	1985年\$
1985	26.7	26.7	1989	18.0	14.4
1986	13.5	13.1	1995	25.0	16.4
1987	16.0	14.9	2000	40.0	21.4
1988	18.0	15.9			

(2) 中国国内および海南島への移入石油価格動向

中国国内石油製品価格はほとんど世界市場価格と差異がないが、例外的に軽油は20%安、重油が世界市場価格の3.5分の1である。

北東部と広東省とでは各石油製品において約15~20%の価格差が存在する。海南島ではそれにさらに20元/トンの輸送費が上積みされたものが配給価格となっている。したがって精油所出しが北東部価格と海南島では1985年現在の価格差が以下の様になっている。

	1985年	北東部	海南島 統制価格 (議価) ¹⁾	中国平均 (\$/ト) (\$/ト) ²⁾	世界市場 価格
ガソリン	55オクタン	560	728 (819)	800 (286) (293)	278
	72オクタン	580			
灯油		420	607 (683)	735 (263) (244)	263
軽油		240	580 (652)	560 (200) (233)	245

海南島石油価格において、もう一つの考慮すべき点は海南島石油製品需給に基づくものである。海南島石油製品需給量17.8万トン(原油換算、1985年)のうち配給量は13.5万トンで、4.3万トンは自己調達となっている。75%が配給である。この背景をふまえると(自己調達製品価格は配給価格の1.5倍で議価と呼ばれる)、海南島全体として見た場合は石油製品移入額は1.125倍となる。これはほぼシンガポールのFOBの製品価格に匹敵する。

- 1) 議価=配給以外の石油製品に対する価格、市場価格と理解して差支えない。中国には経済全般にこの二重価格が存在する。中国にとってはこの二重価格は経済改革の一大チャレンジである。インフレを起さずいかに価格体系改革を押し進めるか、カジ取りは重大な問題である。
- 2) 議価のドル表示。

この現状をふまえ、長期的な中国石油市場動向並びに（貴重な輸出品目、増加する国内需要）、世界石油市場動向を（現行の\$18/バーレルは年率2～3%で上昇、需給バランス、代替エネルギー開発投資等を考慮）勘案すれば、海南島の石油製品価格は上昇せざるを得ないであろう。

エネルギー供給戦略を考慮する上では上記考察を与件としつつ上記の現行価格に世界価格上昇率を乗じたものをその検討基礎とする。

4-1-2 天然ガス価格

(1) 世界価格

天然ガス市場価格は特殊性を持つ。すなわち天然ガス利用には高価な専用の輸送システムおよび配給システムが必要である点、ガス需要者の利用、用途に大きく影響される点、並びに天然ガスとの競合燃料価格に係る点である。

天然ガス輸送コストはC I F価格の30～40%を占めるのに対し、石油の場合は同 3%前後である。世界的には、天然ガス市場は、西ヨーロッパ、北米および日本を中心とした太平洋地域の3つに分けることができよう。地域別の今後の価格形成見通しに関し以下の主たる基本的市場構造・動向が存在する。

西ヨーロッパ

現行のオランダに加え今後はソ連、ノルウェーの供給開始が期待されている。需要は民生/商業が多く（民生/商業部門でエネルギー消費の27%を占める）、次に工業用となっている。したがって、供給増と消費部門の特性を反映し、本市場の天然ガス価格は暖房用/燃料用重油価格に連動するものと考えられる。

北 米

余剰供給力、契約輸送方式の存在および石油製品価格の低下が天然ガス価格の低減要因となっている。価格は井戸元では1984年半ばの\$2.60/MBTU¹⁾から1985年の\$2.26/MBTUへ、電力セクターでの仕入れ価格は、1985年3月の\$3.65/MBTUから1986年3月の\$2.56/MBTUへ、輸入ガスも1982年の\$4.77/MBTUから1985年の\$3.07/MBTUへ下降している。なお、カナダからの輸入価格は現在\$3.0/MBTU レベルを下回っている。

1) MBTU=Million British Thermal Unit, 252×10^3 kcal.

太平洋地域

日本における天然ガス需要は電力用が非常に大きく電力用一次エネルギーの21%を占め、続いて民生／商業用が同12%を占めている。この需要構造はエネルギー燃焼の無公害性に重きを置き、LNGの施設コスト高に対する高天然ガス価格を受け入れている。日本における天然ガス価格（LNG輸入価格）はC I Fの熱量等価原油価格となっている。

長期的国際天然ガス価格

短・中期的な天然ガス価格は上記三大市場の独立性に基づき各々独自にガス価格が形成されよう。長期的には需給バランス、最終エネルギー消費形態での天然ガスのプレミアム性、新規ガス田開発コストの上昇等から、燃料用低硫黄重油価格との対価からC I F原油価格連動へと移行するものと想定される。

中国の天然ガス価格

現在の中国における天然ガス供給は北部の随伴ガスと四川省を中心としたガス田からのものと二通りあり、1985年初めの国内価格はそれぞれ\$0.018/m³、\$0.045/m³と想定されている。

他の競合エネルギーとの関連等

1984年および1985年における天然ガスおよび石炭の重油価格に対する各比率は以下のようになっている。

(単位：%)

	石 炭	天然ガス
U S (1985)	35	74
日 本 (1984)	41	81
イタリア (1985)	43	78
U K (1984)	47	65
西ドイツ (1984)	60	74
平 均	45.2%	74.4%

出所：OECD, Coal Information 1986, 1986.

World Bank, Price Prospects for Major Commodities, 1986.

市場により輸送コストの差はあるものの、本節冒頭の石油と天然ガス輸送システムの差異および長期的天然ガス市場動向から天然ガスの井戸元価格は対原油価格の80%程度と推定される。上表は特定市場における対重油価格（C I F）ではあるが、天然ガス価格が対重油価格の74%となっている。

また上表は、重油価格を100とした場合、石炭価格45、天然ガス価格74で化石燃料市場が現在の需給バランスを形成していることをも示している。したがって天然ガスは石炭に対し1.6倍の使い勝手（利用メリット）が存在していると言えよう。換言すれば最終消費者レベルでは安価な石炭価格を享受するには天然ガスに比べ1.6倍の消費施設投資が必要となる。つまりこれは石炭最終消費コストは天然ガスのその1.6倍となることを意味する。

石油と天然ガスの格差は1.34倍である。上記と同様に天然ガス利用に関してはそのシステムが石油に比し、1.34倍程度の消費施設投資の必要性が見込まれる。

(2) 海南島における天然ガス価格想定

a. 世界的動向に基づく推計

最新の情報によると鶯歌海沖天然ガス価格の井戸元価格に関しARCOは $\$6.7/m^3$ を提示し、中国側はこれを受け入れられないとしている。1987年末に価格交渉が再開される予定であるが $\$6/m^3$ が目安となろう。

ここで本節上記の検討を踏まえ、世界価格を基礎とした鶯歌海天然ガス価格を推定すると以下のようなだろう。

	1985	1995	2000	2005
石油価格 (1985年固定価格\$/バレル)	26.7	16.4	21.4	26.1
天然ガス価格 (1985\$/ m^3)	0.14	0.06~0.07	0.08~0.09	0.09~0.11
石油価格 (1985\$/106kcal)	18.3	11.2	14.7	17.9

出所：調査団推計

上記の見通しは世界銀行の原油価格に基づき三大天然ガス市場の動向を踏まえ推計されたものである。1995年以降の天然ガス価格の幅は対重油の天然ガス価格比率を対原油とし、70%、80%を想定している。

OECD/IEAは1984年をベースに西ヨーロッパの天然ガスの国境価格を推測している。しかしながら前提条件となっている石油価格推計は世界銀行予測の1.5倍ほどとなっている。したがって天然ガス価格も同様に高価となっている。このOECD/IEA予測を世界銀行石油価格予測ベースとして再推計すると2000年で\$0.06/m³、2005年で\$0.07/m³、2010年で\$0.09/m³となっている。以上から世界市場に基づく天然ガス価格は1995年で\$0.06/m³、2005年で\$0.07～0.11/m³と抑えられよう。したがって上表が鶯歌海天然ガス価格の目安となろう。

b. 生産サイドからの推計

鶯歌海天然ガス生産に係る総投資は、海南島までの海底パイプラインをも含め約5億ドルと推定される。この投資額を基に生産プロジェクトの内部収益率、現在価値の推計を通し供給価格の検討を行うと以下ようになる。その際的前提条件は、以下のとおりである。

初期投資総額	5億ドル（最初の3年間20%ずつ、後の2年間10%）
操業費	初期投資の5%並びに10%のケース
建設期間	5年
プロジェクトライフ	20年
天然ガス価格	φ4並びにφ6/m ³
生産計画	4年後（工事着工後）に計画量の20%、次年40%、次々年60%、生産開始後4年で32.5億m ³ /年、以後16年間同量生産
税および利子は考慮外	

推計結果 その1 (内部収益率)

	操業費率 (%)	天然ガス価格 (\$/m ³)	投資回収年 (年)	I R R (%)
ケースA	5	0.04	7	13.6
ケースB	5	0.06	5	20.0
ケースC	10	0.04	9	9.7
ケースD	10	0.06	6	16.9

推計結果 その2 (天然ガスの現在価値)

		割引率			操業費率
		14%	10%	8%	
天然ガスの価値	\$/m ³	0.051	0.041	0.036	10%
	\$/m ³	0.041	0.032	0.021	5%

上記の推計に当たっては内部収益率推計と同様の前提条件を用いている。

上記の分析から、その前提に基づき天然ガス価格が\$0.06/m³で総投資額が5億ドルならば鶯歌海天然ガス生産は十分に採算がとれると推測される。また割引率10%、操業費を投資額の5%とした時の天然ガスの価値は\$0.032/m³で、販売価格\$0.06/m³は、その他費用を賄うに足ると考えられる。しかしながらガス生産コストにはガス田発見に至るまでの諸費用その他リスクヘッジ費用等が加算される。

これらの推計結果はあくまでもエネルギーオプションのための天然ガス価格の概算である。現実の経済動向(石油価格を始めとする諸経済要因)の把握および予測は複雑で、天然ガス生産会社にとって、ここで示された内部収益率が十分か否かはここでの検討の範囲を越える。

4-1-3 石炭価格

(1) 世界価格

石炭の世界市場は次の6つに分けられよう。

- ① 日本
- ② アジア
- ③ 西ヨーロッパ
- ④ 東ヨーロッパ
- ⑤ 北アメリカ
- ⑥ 南アメリカ

これら市場は共通して、買手市場であること、相対的に安定した需給状況が存在することが特徴である。これら市場において石炭が燃料として他のエネルギーと競合できるのは石油との価格差による。10%の石油価格の下落は5%の燃料用石炭需要の低下を招くとの推計が存在する。現行の\$18/バレルに対しFOB\$43/トンでは石炭はその有利性を失う。したがって石炭需要の伸びは石炭価格に左右され、その価格は石炭供給コストに左右されることとなる。

以上を勘案し、世界石炭価格は平均して1987年から2000年にかけて0.5%/年の上昇が見込まれている。そこでは石炭の世界エネルギー需給に占める割合が1985年の29%から2000年の28%へ微減する。また石炭輸出量も1973~84年で年率4.5%の増加が1987~2000年で年増加率3.4%へと低下することが予想されている。そして石炭需給量は1985年の標準炭換算22億トンから2000年の42億トンへの増加が見込まれている。これらをふまえ代表的な産炭国における石炭価格は下表のように推計されている。

石炭価格、特に輸入CIF価格においては世界平均で約57%が輸送費で占められている。また輸送工程間におけるロスも4%前後生ずると捉えられている。

石炭価格予想

(単位：\$/トン)

	アメリカ		南アフリカ		オーストラリア	
	経年価格	1985年\$	経年価格	1985年\$	経年価格	1985年\$
1986	43.5	42.3	26.0	25.3	30.0	29.2
1990	48.0	38.4	28.0	22.4	32.5	26.0
1995	60.0	39.3	39.0	25.5	45.0	29.5
2000	77.0	41.3	50.0	26.8	58.0	31.3

(2) 中国国内価格

1985年で一次エネルギー需給の72.8%を占める石炭は2000年においても71.6%の構成比を持つと予想され、今後の中国経済におけるエネルギーベースとなる（中国科学院能源研究所）。中国は世界一の埋蔵量（6,400億トン）および生産量（7億トン/年）を誇る（1986年）。需給量は現在の7億トンレベルから12~14億トンレベルへの倍増となる。この供給量を管轄政府レベルでみると以下の様なシナリオが描ける。

(単位：100万トン)

	1983年	2000年	
		低シナリオ	高シナリオ
中央レベル	363	750	800
省レベル	182	240	250
県レベル	170	210	350
合計	715	1,200	1,400

出所：石炭工業部ヒアリング結果

この増産（低シナリオで年平均3%、高シナリオで同4%）は産炭に係る投資（技術をも含め）、セクター間協力（石炭工業部、鉄道部、水利電力部、港湾部等）が必要となる。その帰結は石炭価格の上昇である。石炭工業部では現時点で山元価格60元/トンのレベルが必要と言及している。

資源賦存は北部に75%が偏在し、南部で14%、東部で10%となっており、生産分布もそれに従っている。石炭資源の偏在は広東省の石炭需給に端的に表れている。1990年における広東省石炭需要2,700万トンのうち省内供給量は僅か760万トンと広東省第7次5カ年計画では予想されている。賦存状況により産炭コストも異なり、60元/トン（北東・中央部）、70~90元/トン（南部）と推定される。長期的には（2000年では）前節の世界石炭価格等を勘案すると、中国炭（北部炭）は山元で60元/トン以上となることは確実であろう。北部から南への輸送は鉄道と海上とで構成されており、将来の鉄道輸送量増強投資は鉄道輸送費を現行の0.016元/トン・kmから2000年で0.025元/トン・kmへ上昇させると推定される。海上輸送費も新設港湾等を考慮するとほぼ同程度に上昇するものと考えられる。なお、石炭輸送に関しては低品位炭5,000kcal/kgレベルでは輸送のメリットが極端に減少する。したがって長期的には国内長短距離輸送用に石炭の品位を高める洗炭等が行

われよう。しかし洗炭コストは40～70%のコスト高と石炭工業部は推定している。

(3) 海南島への移入炭価格

現在の世界市場石炭価格はC I F \$45～50/トンで、原油のC I F 価格が\$130～150/トンであるから、熱量換算で約2倍の開きが存在する。中国の石炭は皇王島F O Bで\$34/トン、国内平均価格は \$11/トンで約3倍の開きとなっている。海南島における海口C I F 価格は 115元/トンで皇王島F O B 価格より10%程高いものとなっている。その内訳は 表4-1に示されるとおりである。

この現行価格に上記分析結果（世界市場価格および中国国内価格動向）を反映させると2000年、2005年における1985年価格での移入価格内訳およびそれぞれの内訳の実質伸び率は表4-1の通りとなる。移入炭消費コスト推計はこの推定値を基にとり行われる。

表4-1 移入炭価格予測

実質伸び率(%)			
	1985-2000	2000-2005	1985-2005
港湾諸経費	4.729	0.000	3.526
埠頭費	3.659	0.000	2.732
積替費用	4.729	0.000	3.526
鉄道経費	4.110	4.564	4.324
海上、江運費	2.740	1.635	2.463
山元価格	5.357	1.553	4.393
合計	2.547	1.753	2.348

移入価格内訳(元/トン)				
	1985	1995	2000	2005
港湾諸経費	2.90	4.60	5.80	5.80
埠頭費	7.00	10.03	12.00	12.00
積替費用	2.60	4.13	5.20	5.20
鉄道経費	10.93	16.35	20.00	25.00
海上、江運費	36.72	48.12	55.08	59.73
原船交貨費	23.10			
山元価格	32.00	64.8	70.00	75.61
合計	115.25	148.03	168.08	183.34

4-2 エネルギー供給構造の最適化

エネルギー供給計画を立案するに際し当該地域でのエネルギー賦存条件、経済構造変化、エネルギー価格（国内外を含む）等は検討項目となる。一方想定され得る諸条件下でいかに各種エネルギー源を各消費部門へ配分するかも、エネルギー供給計画の一翼となる。経済全体のエネルギー消費コスト最小化の上に計画された諸エネルギー製品配分は経済構想の効率化に大きく寄与する。そこで本調査においては海南島経済におけるエネルギー消費コストの最小化を検討し、供給計画を立案する際の検討材料としている。

中国全国経済からみれば北の石炭を 3,000km 弱南へ運搬し、南の天然ガスを 1,000km 強北へ運搬する方策は二重のコスト高となる。しかしながら海南島経済にとっては北の石炭も鶯歌海天然ガスもエネルギー価格の比較の上にエネルギー選択がなされる。地域計画におけるエネルギーセクター計画の矛盾がここに存在する。第2章ではこのギャップへの第1次アプローチとして「天然ガスの価値」について分析を行った。

そこで本章においては第2次アプローチとして海南島経済にとっての各エネルギー供給システムにおける各エネルギー消費コストを推計し、エネルギー供給オプションを土台に議論しその選択を行うものである。したがって前節での移入エネルギー価格の検討は本節分析・検討の根幹となる。

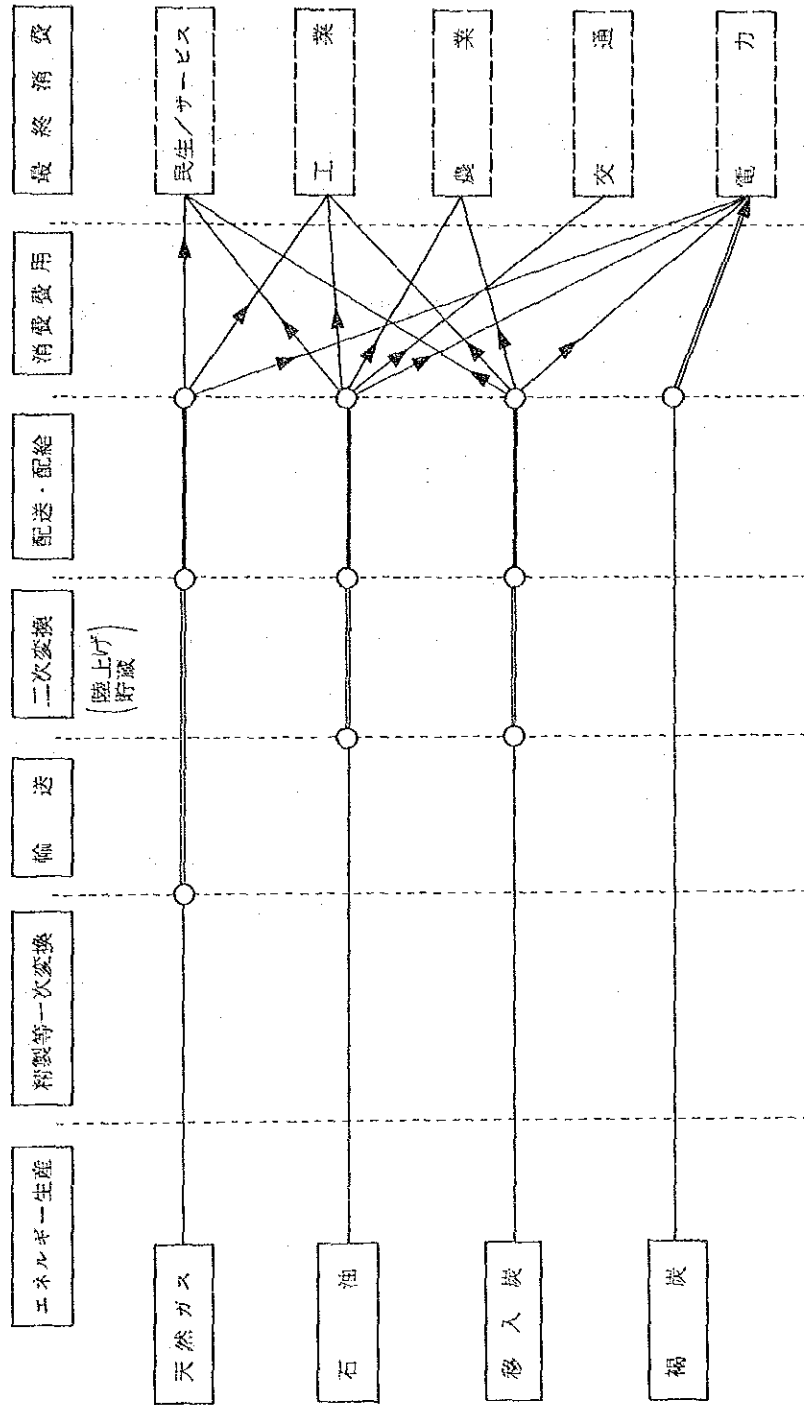
4-2-1 手法概要 / 消費コスト推計

ここでは最適化手法として線形計画法を用いる。1940年代に開発されたこの手法は1970年代に適用分野の一大拡張がなされ、現在非常に脚光を浴び利用されている。線形計画法とはある目的を制約条件下での最適化を連立一次方程式として解を得る手法である。

エネルギーが最終的に消費・利用されるに至るまではエネルギー源によりおのおの各種コストが加算される。つまり、エネルギーはその生産から精製等の一次変換、輸送、二次変換、配送・配給そして最終消費の6段階（レベル）の工程を経て実際に利用され得る（図4-1を参照）。

推計は各エネルギー・フローの各レベル毎に新設プロジェクトを必要とするものは、それらプロジェクトをベースに現在価値化した単位コストを算出する方法をとっている。

図4-1 エネルギー供給フロー／供給コストフロー



消費コスト推計は生産から消費へと先送りに加算されていく方法を用いている。

本消費コスト推計において、厳密にはエネルギー効率、消費機器の利用率等がコストに反映されるべきである。今次調査作業においては各消費レベルでそれらを把握出来るものは反映させ、最終消費レベルでは各種エネルギー源の相対的効率で反映させるとの手段をとっている。各部門の最終消費コストは発電における燃焼コストと効率を他の国の例を参考にパラメータとして推計されている

パラメータとして用いられている電力部門における消費コストは提供された資料、すなわち移入炭に関しては『海口火電廠工程可行性研報告書』（中南電力設計院 1984）、褐炭は『長坡火力発電廠工程初步可行性研究報告』（広東省電力勘测設計院 1986）、天然ガスは『海南天然気発電廠工程可行性研究報告書』（中南電力設計院 1986）に基づき推計されている。

推計方法はまず各プロジェクト稼働期間中の全コスト（減価償却費、エネルギーコストおよび税金を除く）を推計し、それを現在価値化し（いずれのプロジェクトも割引率10%を適用）、同時に総発電量も現在価値化し（ロードファクター68%）、平均発電単価を算出する手順をとっている。この結果は表4-2に見られるとおりである。

表4-2 発電費用比較

	重油 低硫黄	重油 高硫黄	石炭 U.S.	石炭 JAPAN/EC	褐炭	天然ガス	原子力
発電費用							
発電費用 (MILL/KWH)MILL=\$1/1000							
世銀予測	14.0	18.3	25.1	25.1			
OECD/IEA予測	13.3	17.1	22.2				29.0
東南アジアのケース		18.0		24.0	29.0	16.0	
海南島		18.0	22.2	12.3	20.3	14.6	
熱効率	37%	36%	36%	36%			
熱効率(海)	37%	36%	30%	30%	30%	42%	
想定熱量(Kcal/Kwh)		2450	2600	2800	2800	2000	
燃料費用 (MILL/10 ⁶ Kcal)		7.347	8.538	4.375	7.232	7.280	
総費用 (\$/10 ³ Kcal)		0.021	0.026	0.014	0.024	0.017	0.0
(\$/10 ⁶ Kcal)		20.930	25.814	14.244	23.547	16.930	0.0
(元/10 ⁶ Kcal)		66.977	82.605	45.581	75.349	54.177	

出所：調査団作成

推計結果の検証は他の資料との比較検討を行い表4-2の最下段のエネルギー源別発電に係るエネルギー消費コストが得られている。検討対象資料としては、1986年の世界銀行、OECD/IEA（経済協力開発機構/世界エネルギー機関）の各データと東南アジア諸国における最新のデータを用いており、それらは表4-2に見られるとおりである。

海南島の可能性研究に基づく推計では各エネルギー発電コストはおしなべて低いながらも移入炭が一番安価に電力を供給できることとなる。しかしこれは将来の規模の拡大による環境汚染対策投資等を考慮すると異常に低すぎると思われる。したがってエネルギー需給最適化の分析には表4-3に見られる数値、10⁶ kcal当り82.6元を採用する。

表4-3 エネルギー供給コストフロー

(単位: 元/10⁶kcal)

	LEVEL 1 生産 (移入価格)	LEVEL 2 一次変換 (受入費用)	LEVEL 3 輸送	LEVEL 4 二次変換	LEVEL 5 配送/配給	LEVEL 6 最終消費	LEVEL 1-6 合計
天然ガス							
農業セクター	—	—	—	—	—	—	—
工業セクター	32100	—	2914	—	30785	59600	125399
交通セクター	—	—	—	—	—	—	—
民生/サービス部門	32100	—	2914	—	30785	97500	163299
電力セクター	32100	—	—	—	30785	54177	117062
移入石油							
		埠頭	貯蔵				
農業セクター	66230	0.183	3979	—	12000	76700	159092
工業セクター	45589	0.183	3979	—	12000	73700	135451
交通セクター	66230	0.183	3979	—	12000	120600	202992
民生/サービス部門	66608	0.183	3979	—	12000	86600	169370
電力セクター	45589	0.183	3979	—	12000	66977	128728
移入炭							
農業セクター	35250	1.023	—	—	19230	120900	176403
工業セクター	35250	1.023	—	—	1923	90900	129096
交通セクター	—	—	—	—	—	—	—
民生/サービス部門	35250	1.538	0.818	6.141	5.192	148700	197639
電力セクター	35250	—	0.819	—	—	82605	118674
揚炭							
電力セクター	31850	—	—	—	—	75349	107199

以上の各エネルギーの各レベルでのエネルギー消費に係るコストを表としてまとめたものが表4-4である。なお褐炭生産に関しては上記と同様の推計方法を用いてエネルギー生産コストを試算している。褐炭は山元の褐炭発電でただちに消費されるとのことで、輸送・貯蔵設備コストは極端に小さいものとして検討していない。

4-2-2 分析結果 / エネルギー供給戦略

本分析は化石燃料のみを対象とし、電力部門での一次エネルギー必要量をも含め、その供給がどの様なものであったらエネルギー総消費費用の最小化が図れるかを目的としている。ここでは2005年の需給構造を目標とする。エネルギー総消費費用の最小化は消費構造（経済部門間の消費規模格差）とエネルギー源別最終消費コストに影響される。

2005年における化石燃料消費の最大部門は工業セクターで、次いで電力、民生／サービス、交通、農業セクターと推計される。それぞれの構成比率は43%、29%、14%、11%、3%となっている。したがって工業部門におけるエネルギー消費の最小化が、全体エネルギー利用に係る消費コストの最小化の鍵となる。工業部門における各エネルギー源別消費コストの差が大きくなればなる程上記は顕著なものとなる。

ここで再度強調すべきは、エネルギー供給の効率化（最終消費費用の最小化）はエネルギー需要の部門ごとに計られるのではなく、経済全般の観点により計られるべき点である。分析結果は表4-5のとおりとなっている。

分析結果から電力部門でのエネルギー構成は褐炭と移入炭である。褐炭はそのエネルギー源としての制約上電力部門のみで消費される。褐炭の生産コスト推計は現存の可行性研究の数値によるものである。¹⁾ 褐炭は先の可行性研究の数値が20%程上昇しても電力用一次エネルギーとしての有利性をもつ。電力部門においては天然ガスによる発電コストが最小であるが。²⁾ 先に述べたように、経済部門全体におけるエネルギー消費コストの最小化の観点に立てば工業部門での天然ガス消費にその最小化をゆずる。

交通および農業部門では消費されるエネルギー源を限定しているため、³⁾ 移入石油で賄われることとなる。

1) 作業報告シリーズNo.43を参照。

2) 天然ガス価格 7/m³ 1986年ドルベース

3) 表4-4を参照。

表4-4 線型計画分析インプット

(単位:元/10⁶Kcal)

Source	Destination/Sector					SUPPLY
	農業部門	工業部門	交通部門	民生/サービス	電力部門	10 ¹⁰ Kcal
褐炭	—	—	—	—	107.199	> 270.900
移入石炭	176.403	129.096	—	197.639	118.674	< 4339.300
天然ガス	—	125.399	—	163.299	117.062	< 1884.780
移入石油	159.092	135.451	202.992	169.370	128.728	< 853
Demand 10 ¹⁰ Kcal	145.600	2279.200	554.000	732.200	1535.100	

LP-1 INPUT TABLE #2

(単位:千元/10¹⁰Kcal)

Source	Destination/Sector					SUPPLY
	農業部門	工業部門	交通部門	民生/サービス	電力部門	10 ¹⁰ Kcal
褐炭	—	—	—	—	1.072	> 270.9
移入石炭	1.764	1.291	—	1.976	1.187	< 4339.3
天然ガス	—	1.254	—	—	1.171	< 1884.8
移入石油	1.591	1.355	2.030	1.694	1.287	< 853.0
Demand 10 ¹⁰ Kcal	145.6	2279.2	554.0	732.2	1535.1	0.0

Source	CIF 海口
褐炭	35.250
移入石炭	35.250
天然ガス	32.100
移入石油	45.589

表4-5 線型計画分析法結果

CASE 1 NG= \$0.07

(単位: 10¹⁰Kcal)

Source	Destination/Sector					SUPPLY	
	農業部門	工業部門	交通部門	民生/サービス	電力部門	10 ¹⁰ Kcal	
褐炭	-	-	-	-	270.900	>	270.900
移入石炭	-	88.400	-	-	1264.200	<	4339.300
天然ガス	-	1470.000	-	414.000	-	<	1884.780
移入石油	145.600	-	554.000	318.200	-	<	853
Demand 10 ¹⁰ Kcal	145.600	2279.200	554.000	732.200	1535.100		

CASE 1 NG= \$0.09

(単位: 10¹⁰Kcal)

Source	Destination/Sector					SUPPLY	
	農業部門	工業部門	交通部門	民生/サービス	電力部門	10 ¹⁰ Kcal	
褐炭	-	-	-	-	270.900	>	270.9
移入石炭	-	1126.600	-	-	1264.200	<	4339.3
天然ガス	-	1152.600	-	732.200	-	<	1884.8
移入石油	145.600	-	554.000	-	-	<	853.0
Demand 10 ¹⁰ Kcal	145.600	2279.200	554.000	732.200	1535.100		

CASE 1 NG= \$0.11

(単位: 10¹⁰Kcal)

Source	Destination/Sector					SUPPLY	
	農業部門	工業部門	交通部門	民生/サービス	電力部門	10 ¹⁰ Kcal	
褐炭	-	-	-	-	270.900	>	270.9
移入石炭	-	2279.200	-	-	111.600	<	4339.3
天然ガス	-	-	-	732.200	1152.600	<	1884.8
移入石油	145.600	-	554.000	-	-	<	853.0

工業部門でのエネルギーは本分析結果からは天然ガスと石炭である。天然ガスは石炭に比べ37元/kcalの利点を持つ、¹⁾ しかしながら民生部門における他のエネルギーに比べての天然ガスの有利性から天然ガスは民生用消費を満たし、その残りが工業部門で消費される。移入炭はしたがって残りの工業用エネルギーを充足することとなる。

以上が分析結果からのエネルギー供給の基本戦略となる。前提条件における各エネルギー消費部門におけるエネルギー消費費用は部門内の平均のため、当然、部門内部での特定エネルギー利用効率・消費コストは違ってくる。例えば、民生部門での都市と農村部における天然ガス利用コストの差、また工業部門における業種と規模による特定エネルギー消費コストの差等である。本分析は各部門における各エネルギー消費を総合的に捉えるところから出発している。したがってその結果は海南島経済全体としての供給戦略という大きな枠組で捉えられねばならない。

天然ガスの燃料としての利用戦略は以上から、まず工業部門での普及を目指し、次いで都市部での普及、その残渣を電力部門で消費することとなる。電力部門ではそれを受け移入炭発電規模を縮小する。工業部門における移入炭は天然ガス供給が賄い切れない分を受け持つこととなる。したがって民生/サービス部門における天然ガス普及目標がまず設定されねばならない。

民生/サービス部門における天然ガス普及目標

配管システムコストから民生/サービス部門での天然ガス利用は都市の集積をふまえ、都市およびその周辺に限られる。ここでは基幹パイプライン沿いの海口、三垂間の10都市を対象とし普及率を2005年で90%と想定する。量的には、1.97億 m^3 の天然ガスとなる。これら都市における第三次部門エネルギー消費見通し（電力を除く）は2.8億 m^3 でその90%が天然ガスを利用すると仮定すると2.5億 m^3 を必要とする。民生/第三次部門における天然ガス消費レベルはしたがって4.46億 m^3 で、これは全民生/第三次部門エネルギー消費見通し推計量の56%にあたる。本部門における残りのエネルギーの大宗は石油製品となりまたその後の残渣が伝統的エネルギーとなる。

1) 表4-4を参照。

海南島エネルギー需給構造における天然ガス／褐炭の位置付け

本分析における制約条件として天然ガスの供給量は想定される生産量から工業用原料としての利用を差引いた 25.47億 m^3 ($1,884.8 \times 10^{10}\text{kcal}$) となっている。海南島エネルギー供給構造における上記天然ガスの供給量の存在の有無の差は下記のエネルギー総消費費用の差となっている。天然ガス価格が2005年で1986年価格で $\phi 11/\text{m}^3$ となると天然ガス利用のメリットは存在しない。

天然ガス価格 (井戸元)	天然ガスが無い場合との 総消費コスト差 (万元/年)
$\phi 7/\text{m}^3$	18,209
$\phi 9/\text{m}^3$	4,073

天然ガス利用システムへの投資、効率エネルギー利用による経済システムの効率の向上、クリーンエネルギーによる環境保全、そのイメージの対外効果等、上記の消費コスト差では推計し切れない便益を天然ガス利用は持つ。第2章では海南島にとっての「天然ガスの価値」を検討しここではエネルギー需給構造における天然ガスの役割を明らかにしたがそれらはいずれも海南島における天然ガス利用の有利性を明らかにしている。

ここでもう1点海南島の長期的化石燃料エネルギー供給で考慮しなければならないのは海南島エネルギー需給はその大半を移入エネルギーに頼らざるを得ない点である。2005年の移入エネルギー総額は16億元弱となる。この島外移入エネルギー支払い代金は島内還流資金の縮小をもたらし、島内経済建設投資効果を縮小させる。この移入エネルギー偏重を微弱ながら是正するのは化石燃料需給の5%を占める褐炭開発である。すでに化石燃料需給における褐炭の役割は本分析により明らかにされたが、褐炭開発は上記の点もふまればその開発効果はより大きいものとなる。

以上の2005年のエネルギー供給の最適化の検討結果を整理してみるとまず第1には天然ガス利用、第2に褐炭開発、第3に移入炭／移入石油配送システムの効率化となろう。