

ベトナム国  
商工省

ベトナム国  
国家エネルギーマスタープラン調査

ファイナルレポート  
(要約)

平成 20 年 9 月  
(2008 年)

独立行政法人 国際協力機構 (JICA)

委託先

財団法人 日本エネルギー経済研究所  
東京電力株式会社

産業

JR

08-038



## 要約版への序

本レポートは2006年12月よりベトナム国において実施したJICA調査「国家エネルギーマスタープラン調査」の要約版である。報告書本体は、第1部エネルギー事情とエネルギー政策の現状、第2部2025年までのエネルギー需給見通し、第3部国家エネルギーマスタープラン、第4部エネルギーデータベースおよび分析ツール、の4部構成である。本要約版では、ベトナム国の直面するエネルギー面での課題と対応策に焦点を当てることに主眼を置き、第1部から第3部までの要点を第1章から第3章までに整理した。分析ツールの技術説明が中心である第4部の説明は省略した。分析ツールの構成については第2章に簡単な説明を記載したが、詳しくは報告書の第4部ならびにマニュアルを参照するとともに、コンピューター上で直接確認されたい。

21世紀に入り、ベトナム経済は順調に高度成長を続けてきた。今後もこの勢いは続く予想される。そこで、経済成長に必要なさまざまな要素、資本、労働、技術、原材料などの状況を見通すと、今、世界的に一番心配されるのがエネルギー供給の確保である。ベトナムは国内で石炭や石油などのエネルギー資源を産出し、これまではエネルギーの純輸出国であった。しかし、経済成長とともにエネルギー消費が増加するのに対し、国産エネルギーの生産は次第に頭打ちに向かうと見込まれる。2015年頃を境にベトナムはエネルギーの純輸入国に転じる。経済成長にともなうもうひとつの問題は、エネルギーや原材料の消費増により生じる環境へのインパクトである。これらの課題に対処するため、省エネルギー型経済の構築、化石燃料比率のより低いエネルギー構造の構築が今後のエネルギー政策の基本となろう。

たとえば、今回の試算では、現在のトレンドを延長したBAUケースではベトナムのエネルギー消費は2005年の石油換算2,800万トンから2025年には1億6,100万トンへと、6倍近く増加する。2025年の一人当たりエネルギー消費は石油換算1.6トン弱で、ASEAN諸国のトレンドよりかなり高く、また、2025年にはエネルギーの輸入依存率が50%近くに上昇する。そこで、本報告では省エネルギー対策を強化し、BAUケースに較べて2015年では10%、2025年では25%強エネルギー消費を引き下げることエネルギーマスタープランの目標として設定した。この「リファレンスケース」では、2025年のエネルギー消費量は1億1,700万トンとなり、輸入依存率を31%に引き下げることになる。

このような省エネルギー強化策を実施しても、今後20年の間にベトナムの経済規模は5倍に、エネルギー消費は4.2倍に拡大する。このように急拡大する経済社会の未来像を過去のトレンドの延長として捉えるのは無意味である。未来は過去のコピーではない。今後は「エネルギーと環境」という課題の解決に向けて世界の潮流も変化し、技術も大きな進歩を遂げるだろう。未来へ向けての政策を検討するに当たっては、そのような流れをとらえつつ、ベトナムは今後どのような社会、どのような経済を構築するのかというグランドデザインを描くことが必要である。本調査ではそのような検討を行うためのツールとして総合エネルギー需給バランスモデルを構築し、あわせて国家エネルギーマスタープラン構築に向けての出発点となる枠組みや考え方を提案した。

最近のIEA（国際エネルギー機関）報告などに見られるように、世界は、エネルギー・環境問題への一刻も早い具体的な取組を必要としている。さらなる議論が積み重ねられて、早い時期に総合的な国家エネルギーマスタープランが構築されることを願うものである。



# ベトナム国 国家エネルギーマスタープラン調査（要約版）

## 目次

要約版への序.....	I
第1章 エネルギー需給状況とマスタープランの視点と目標.....	1
1.1 エネルギーマスタープランの視点と目標.....	1
1.1.1 変換期を迎えるベトナムのエネルギー事情とマスタープランの必要性.....	1
1.1.2 分析の手法（データベース、モデル開発）と技術移転.....	1
1.1.3 マスタープラン策定の主要目標と留意点.....	2
1.2 ベトナムの経済発展とエネルギー需給.....	3
1.2.1 目覚ましい経済発展（過去年平均7.6%）.....	3
1.2.2 社会経済発展計画（2006-2010）.....	3
1.2.3 化石燃料中心の一次エネルギー供給とエネルギー輸出入.....	4
1.2.4 旺盛な電力需要と最終エネルギー消費の特徴.....	4
1.3 エネルギーセクター別需給の現状と課題.....	5
1.3.1 電力セクターの現状と課題.....	5
深刻な電力需給と停電の危機.....	5
過大な電源開発計画.....	6
エネルギー効率改善とDSMの必要性.....	6
電力セクターの課題（電源開発）.....	7
電力セクターの課題（電力セクター改革と資金の確保）.....	8
1.3.2 石炭セクターの現状と課題.....	8
急速に増大した石炭輸出.....	8
VINACOMIN中心の石炭供給.....	9
石炭セクターの課題（石炭資源開発）.....	9
石炭セクターの課題（生産コスト上昇と石炭価格）.....	10
石炭セクターの課題（輸入炭の確保）.....	10
1.3.3 石油セクターの現状と課題.....	11
純輸出国から純輸入国へ：輸入の中心は石油製品から原油に移行.....	11
石油セクターの課題（資源開発と石油輸入）.....	11
石油セクターの課題（石油需要対策と石油精製）.....	11
1.3.4 天然ガスセクターの現状と課題.....	12
発電用中心の需要と安いガス価格.....	12
天然ガスセクターの課題（天然ガス資源開発と輸入の可能性）.....	12
天然ガスセクターの課題（需要対応）.....	13
1.3.5 再生可能エネルギーの現状と課題.....	13
各再生可能エネルギーのポテンシャルに比べて少ない導入状況.....	13

再生可能エネルギー供給上の課題	14
再生可能エネルギー普及上の課題	14
1.3.6 省エネルギーの現状と課題	15
省エネルギーの可能性	15
省エネルギー分野における課題	16
1.3.7 エネルギーデータベースの現状と課題	16
ベトナム統計局のデータベース	16
経済社会データとエネルギーデータの構築	16
エネルギー統計整備の課題	17
1.4 エネルギー政策と推進体制	17
1.4.1 国家エネルギー政策（戦略）における政策目標	17
エネルギー資源開発の目標	17
国内一次エネルギー供給の確保	18
国家エネルギー安全保障の確保	18
省エネルギーと効率的利用（EC&EE）	18
エネルギー活動における環境保護	19
エネルギーセクターの組織改革、段階的な競争的エネルギー市場の構築	19
エネルギー資源開発のための資金源の創出	19
エネルギー価格	19
再生可能エネルギー資源の開発	20
国際協力とエネルギーの輸出入	21
1.4.2 エネルギー政策の政策決定プロセス	21
<b>第2章 2025年までのエネルギー需給見通し</b>	<b>23</b>
2.1 長期エネルギー需給見通しの作成手順	23
2.1.1 国際エネルギー情勢と政策課題	23
2.1.2 経済動向と省エネルギー	24
2.1.3 原油価格シナリオの考え方	26
2.2 長期エネルギー需給モデルの構成	27
2.2.1 シナリオ設定とケーススタディ	28
2.3 エネルギー需要予測	30
2.3.1 標準的なシナリオと前提条件	30
2.3.2 需要動向の変化を引き起こす主なファクター	31
2.3.3 リファレンスケースにおける需要動向	31
セクター別需要動向（リファレンスケース）	32
石油製品需要	36
電力需要	37
2.3.4 各種シナリオの下での需要見通し	38
2.3.5 需要分析のインプリケーション	39
工業部門と家庭部門でのエネルギー需要拡大	39

LPG需要の急激な拡大.....	39
自動車の普及とガソリン・軽油の需要拡大.....	39
2.4 エネルギー供給の検討 .....	40
2.4.1 エネルギー供給分析における前提条件.....	40
2.4.2 リファレンスケースのエネルギー需給バランス.....	41
2.4.3 主要ケースにおけるエネルギー供給パターン.....	44
2.4.4 各種の条件変化とエネルギー供給.....	45
2.4.5 長期エネルギー需給における課題.....	47
2.5 戦略的環境アセスメント.....	49
2.5.1 戦略的環境アセスメント適用の背景.....	49
2.5.2 環境社会影響の指標と集約.....	50
2.5.3 各サブセクターの評価指標.....	51
基本6ケースの総環境社会影響評価 .....	51
指標別に見る影響.....	52
セクター全体に占める、3つの下部セクターの影響貢献度.....	53
2.5.4 計画がもたらす主要な環境社会影響の緩和策.....	54
<b>第3章 国家エネルギーマスタープラン .....</b>	<b>57</b>
3.1 国家エネルギーマスタープランの目指すべき方向と目標.....	57
3.1.1 社会経済発展の目標.....	57
3.1.2 エネルギー需要は着実に増加する .....	57
3.1.3 2015年過ぎにはエネルギー純輸入国に .....	60
3.1.4 エネルギー需給面での具体的課題.....	61
3.1.5 エネルギー基本政策の骨子.....	63
3.2 主要なエネルギー政策のロードマップ .....	63
3.2.1 総合エネルギー政策のロードマップ.....	63
3.2.2 省エネルギー政策.....	64
3.2.3 市場の近代化とエネルギー産業政策.....	65
3.2.4 エネルギー分野における主要投資.....	66
3.3 エネルギー行動計画.....	68
3.3.1 省エネルギー行動計画.....	68
3.3.2 電力セクター .....	70
3.3.3 石炭セクター .....	70
3.3.4 石油・天然ガスセクター .....	71
3.3.5 再生可能エネルギー.....	72
3.3.6 データベースの構築.....	74
あとがき.....	75
APPENDIX1: SUMMARY OF CASE STUDY .....	77
APPENDIX 2: SAMPLE OF SUMMARY REPORT SHEETS.....	79

## 目 次

図 1.2-1	経済構造の変化（1990～2005 年）	3
図 1.2-2	ベトナムの経済発展とエネルギー需要の推移	4
図 1.3-1	電源種別の発電電力量	5
図 1.3-2	電源種別の発電容量	6
図 1.3-3	石炭需要推移	8
図 1.3-4	石炭供給推移	9
図 1.3-5	ベトナムの石炭価格推移	10
図 2.1-1	アジアのエネルギー需要の推移	23
図 2.1-2	ベトナムの経済成長とASEAN	25
図 2.1-3	ASEANに追いつくベトナム	25
図 2.1-4	世界の平均輸入価格（FOB）の実績とケース設定	26
図 2.1-5	ケース別国内エネルギー価格の推移	27
図 2.2-1	エネルギー需給モデルの構成	27
図 2.2-2	BAUケースとリファレンスケース	29
図 2.2-3	ケースの設定	29
図 2.3-1	農業部門の最終エネルギー需要	32
図 2.3-2	軽工業部門の最終エネルギー需要	33
図 2.3-3	重工業部門の最終エネルギー需要	33
図 2.3-4	バイクおよび自動車の普及動向	34
図 2.3-5	交通部門の最終需要	34
図 2.3-6	商業部門の最終需要	35
図 2.3-7	家庭部門の最終需要	35
図 2.3-8	リファレンスケースとPDP6における電力需要の比較	37
図 2.4-1	商工省による石油・ガス生産の実績と生産見通し	40
図 2.4-2	原油需給バランス	41
図 2.4-3	LPG需給バランス	42
図 2.4-4	石炭需給バランス	42
図 2.4-5	天然ガス需給バランス	43
図 2.4-6	電力バランス	43
図 2.4-7	CO <sub>2</sub> 排出量	44
図 2.4-8	エネルギー輸入量	44
図 2.4-9	エネルギー輸入比率	45
図 2.4-10	ケース別エネルギー需要の推計結果比較	47
図 2.4-11	ケース別CO <sub>2</sub> 排出量の比較	48
図 2.4-12	エネルギーの純輸入	49
図 3.1-1	ベトナムの経済成長の見通し	57
図 3.1-2	最終エネルギー需要の見通し	58



図 3.1-3	エネルギー別最終需要の見通し.....	58
図 3.1-4	エネルギー需要の国際比較.....	59
図 3.1-5	ベトナムの一次エネルギー供給見通し（リファレンスケース） .....	60
図 3.1-6	「LPG+天然ガス」の潜在需要と供給可能量 .....	62
図 3.1-7	石油需要の見通し.....	62
図 3.2-1	ロードマップ - 1：総合エネルギー政策の構築.....	64
図 3.2-2	ロードマップ - 2：省エネルギーの推進.....	65
図 3.2-3	ロードマップ - 3：エネルギー市場の近代化とエネルギー産業政策 .....	66
図 3.2-4	ロードマップ - 4：エネルギー分野における主要投資.....	67
図 3.3-1	一次エネルギー供給：電力とその他エネルギー .....	68
図 3.3-2	省エネルギーの主なアクションプラン.....	69
図 3.3-3	電力セクターにおける主要な行動計画.....	70
図 3.3-4	石炭セクターの行動計画.....	71
図 3.3-5	石油ガスセクターの行動計画.....	72
図 3.3-6	再生可能エネルギー電源開発促進アクションプラン .....	72
図 3.3-7	バイオマス資源有効活用アクションプラン .....	73
図 3.3-8	再生可能エネルギー優遇策整備アクションプラン .....	73
図 3.3-9	エネルギー統計整備のアクションプラン .....	74

## 表 目 次

表 1.3-1	国家エネルギー政策（案）における再生可能エネルギー関連開発数値目標	14
表 1.3-2	再生可能エネルギー供給上の課題	14
表 2.3-1	中長期経済見通し	30
表 2.3-2	人口伸び率の見通し	30
表 2.3-3	ベトナムドンの対米ドルレートの見通し	30
表 2.3-4	主要エネルギー価格の想定（リファレンスケース）	30
表 2.3-5	ケース別経済成長率	31
表 2.3-6	リファレンスケースのエネルギー需要見通し	32
表 2.3-7	石油製品の需要見通し	36
表 2.3-8	高成長ケースとリファレンスケース	38
表 2.3-9	低成長ケースとリファレンスケース	38
表 2.3-10	高価格ケースとリファレンスケース	39
表 2.4-1	省エネルギー効果の順位	45
表 2.4-2	高成長率の影響の度合いの順位	46
表 2.4-3	低成長の影響の度合いの順位	46
表 2.4-4	エネルギー高価格の影響の度合いの順位	46
表 2.4-5	エネルギー低価格の影響の度合いの順位	46
表 2.5-1	エネルギーの各サブセクターに共通する指標	50
表 2.5-2	基本 6 ケースの環境社会影響の指数（総ESI）	51
表 2.5-3	ESI指数値のとりうる範囲（Range）	52
表 2.5-4	下部セクターの指標別Vi、Wi、Mi値とESI値	52
表 2.5-5	リファレンス（R）ケースで見た 6 つの指標の影響貢献度	53
表 2.5-6	セクター全体に占める 3 つの下部セクターの影響の割合（%）	54
表 3.1-1	ベトナムの最終エネルギー需要見通し	59
表 3.1-2	部門別最終エネルギー需要の見通し（リファレンスケース）	60
表 3.1-3	エネルギー別輸入依存度の推移	61
表 3.1-4	ベトナムの一次エネルギー供給見通し（リファレンスケース）	61

# 第1章 エネルギー需給状況とマスタープランの視点と目標

## 1.1 エネルギーマスタープランの視点と目標

### 1.1.1 変換期を迎えるベトナムのエネルギー事情とマスタープランの必要性

ベトナム社会主義共和国（Socialist Republic of Viet Nam、以下「ベトナム」）は、約30万km<sup>2</sup>の国土に8,400万人の人口を抱え、東南アジア諸国連合（ASEAN）10ヶ国のなかでも人口規模ではインドネシアに次ぐ大国である。しかし、2006年の国民一人当たりGDPは724ドルで、ASEAN諸国のなかでも後発集団に属している。一人当たりエネルギー消費量も石油換算で年間0.3トン程度と比較的少なく、国内では石炭、石油、天然ガス、水力、再生可能エネルギーなどを生産し、これまでは自給自足型のエネルギー構造を維持してきた。

しかしながら、今後2025年頃までを見通すと、経済発展とともにエネルギー需要が継続的に増大するのに対し、国産エネルギーの供給増加には黄信号が点り始めた。今後10年程度でベトナムは石油の純輸入国に転じ、石炭や電力の輸入も始まる可能性が高い。ベトナムのエネルギー構造は大きな変革期を迎えようとしている。

これまでベトナムでは「社会経済発展5ヶ年計画」が経済発展の指針とされ、エネルギー分野では電力、石炭、石油・ガスセクターなどで個別の「開発計画」が策定されてきた。しかし、これらの計画は個別セクターの発展志向を色濃く反映する一方、セクター間の連携に欠け、国民経済的視点から最適エネルギー需給を実現するという要件を備えるには至っていない。

エネルギー消費の増加に対応するエネルギー供給システムの構築には長いリードタイムと高度な技術や巨額の資金を必要とし、他方エネルギー消費を合理的な方向に導くためにも技術と資金の導入をとまなう長期的な取組みが必要である。貧困撲滅と持続的な社会経済開発を目指すベトナムにとってエネルギーの安定確保、最適配分と合理的利用の実現は重要な政策課題である。

原油価格が乱高下する等エネルギー激動時代のなかで持続的経済発展を実現するには、もっと強靱なエネルギー計画が必要である。すなわち、個別セクターの開発計画の上位に位置し、エネルギーの最適配分と総合的・効率的利用を図る総合エネルギー計画の策定が喫緊の課題である。このような背景から、今後20年程度の長期を展望する「国家エネルギーマスタープラン」の策定が検討されてきた。本調査は、その支援を目的として企画されたものである。

### 1.1.2 分析の手法（データベース、モデル開発）と技術移転

発展途上国でエネルギー問題を検討するに当たって問題となるのは、有効なデータの入手である。本調査では、まず、現在入手可能なデータを整理し、不足するものはエネルギー需要調査を実施して最低限の補完を行った。そして、これらのデータを効果的に利用するためのデータベースを構築した。ただし、収集されたデータはまだ十分なものではなく、また、継続的なデータ収集制度が確立されたわけではない。

次に需要予測モデル、需給最適化モデルを構築し、計量経済分析を行った。エネルギー

一需要予測モデルは日本エネルギー経済研究所が開発し、途上国などに無償供与している分析ソフト「Simple-E」を用い、回帰分析による推定式と集計のための論理式を組み合わせで構築した。需給最適化モデルは電力ブロックと一般ブロックに分けて構築した。電力ブロックは東京電力株式会社の開発した電力供給分析モデル（PDPAT）を使用し、一般ブロックは市販の線形計画（PL）ソフトである GAMS を用いて LP モデルとして構築した。一般ブロック用モデルでは電力ブロックの計算結果を織り込んで総合的なエネルギー供給の最適化分析を行うとともに、総合サマリーレポートとエネルギーバランス表も作成した。このような需要予測モデルと LP モデルの組み合わせは IEA の世界エネルギー展望や日本エネルギー経済研究所がアジアのエネルギー展望の作成などに使用している標準的な組み合わせである。

データベースやモデルに関する技術およびスキルについては、研修講座や On-the-Job Training を通じて集中的な技術移転を実施し、今後はベトナム国自身の手でデータベースやモデルのメンテナンスと改善が進められることを期待している。ツールとマニュアルは本報告書とは別にカウンターパートに提供した。

### 1.1.3 マスタープラン策定の主要目標と留意点

国家エネルギーマスタープランの策定においては、明快で総合的な長期計画の策定を目指し、次のような点を主要目標とした。

- ①社会経済発展計画の目標に沿ったエネルギー計画を策定する
- ②主要前提条件や仮説との因果関係を明快に説明する
- ③政策やプロジェクトの優先順位を明示する
- ④意思決定タイミングを明示したロードマップを作成する
- ⑤効率的な実施計画を展開する

また上記基本政策の展開においては、2025年までの20年間で2つのフェーズに分け、マスタープランの役割を次のように区分して考える。

フェーズ - 1（2006-2015）：マスタープランは行動のための政策と計画を提供する

フェーズ - 2（2016-2025）：マスタープランは標準的な経路と政策選択肢を提供する

前半の10年については、すでに走り出しているプロジェクト、既発見埋蔵量に基づく油田開発計画など、条件がほぼ固まっている諸計画の見直しと調整が中心になる。シナリオのぶれは小さく、政策選択の余地も大きくはない。一方、その先の10年ではエネルギーを取り巻く環境は相当大きく変化する。石油の埋蔵量などは探査の進展具合で大きく変化する。国際情勢も変わる。技術も進歩する。経済改革や省エネルギー政策については色々なオプションの中から手法の選択が可能となる。タイムスケールの差によるこのような背景の違いを念頭において、しなやかな政策展開を図ることが望ましい。

国家エネルギーマスタープランの策定において最も心しなければならないことは、「未来は過去のコピーではない」という真理である。今後20年間にベトナム経済の規模は5倍に拡大する。つまり、20年後のベトナム経済の4/5はこれから建設されるわけであり、エネルギーマスタープランも「将来どのような社会を建設するか」というグランドデザインのなかで位置づけられるべきものである。未来社会のグランドデザインをエネルギーの視座から関係者が大いに論じることが肝要である。

## 1.2 ベトナムの経済発展とエネルギー需給

### 1.2.1 目覚ましい経済発展(過去年平均 7.6%)

ベトナムは1986年の「ドイモイ：刷新」政策の採用や数次に亘る「社会経済発展計画」等の実施を通じてめざましい経済発展を達成している。ベトナム統計局の「Statistical Yearbook 2006」によると、1990年以降2005年までの間実質GDPは132.0兆VND(ベトナムドン)から393.0兆VNDへ増加し、実質経済成長率は年平均7.55%で、2005年には対前年比8.43%の高成長を記録している。

部門別に見ると、同期間で最も高い成長率を示したのは、製造業・鉱業セクターで年平均11.72%、次いで商業・貿易セクターが9.24%、輸送・通信セクターが8.42%、サービスセクターが6.80%であった。他方農林業セクターは、僅かに2.76%でしかなかった。部門別経済構造の変化を見ると、農林業セクターのベトナム経済に占めるウェイトは1990年の39%から2005年には20%に減少しており、それに代わって製造業・鉱業セクターが同期間に23%から40%へ大きく増大している。同期間に輸送・通信セクターが同じく3%から4%へ、商業・貿易セクターが13%から16%へシェアを拡大しているのに対して、サービスセクターのシェアは22%から20%へ減少している。経済構造に占める輸送・通信セクターのシェアは徐々に増大しているにしても、シェアそのものはまだ小さい。

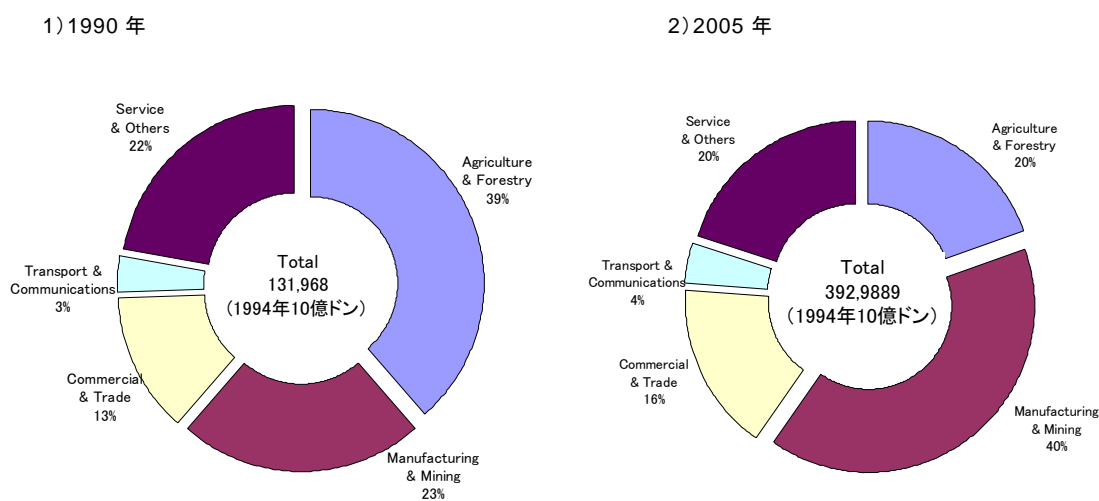


図 1.2-1 経済構造の変化(1990~2005年)

### 1.2.2 社会経済発展計画(2006-2010)

こうした経済発展に方向性を与えているのは、「社会経済発展計画」である。最新の「社会経済発展計画：2006~2010年」における、数値目標は、以下の通りである。

- 経済発展規模 : 2010年の経済規模を2000年の2.1倍以上とし、一人当たりGDPは1,050~1,100ドルに拡大させる
- 経済成長率 : 7.5~8.0% (2006~2010年)  
(農業 3.0~3.2%、工業 9.5~10.2%、サービス 7.7~8.2%)
- GDPに占めるシェア : 農業 16~16%、工業 43~44%、サービス 40~41%

(2005年の実績数値から判断すると、工業部門は目標値を超過達成、サービス部門は目標値未達となっている)

海外直接投資 (FDI) : 240 億ドル/計画期間 (現実にはこの額を遙かに超える FDI の流入が記録されている)

### 1.2.3 化石燃料中心の一次エネルギー供給とエネルギー輸出入

2005年の国内エネルギー生産量は4,597万 toe (石油換算トン) で、その内石炭が1,890万 toe、原油が1,886万 toe、天然ガスが184万 toe および水力発電が139万 toe であった。1990~2005年間におけるエネルギー生産量の年平均増加率は14.8%、そのうち最大の増加率を記録したのは石油・ガス生産で16.0%、次いで石炭生産が14.3%であった。2005年のエネルギー生産構成は、石炭が41.1%、石油が41.0%、天然ガスが14.7%、水力が3.0%であった。同期間の実質経済成長率7.55%に対し、エネルギー生産の対 GDP 弾性値は2.0と極めて高い値を記録した。

2005年のエネルギー輸出は大幅に増大した。2005年には1,800万トンの原油と1,470万トンの石炭を輸出した。エネルギー輸出からの収入は、約80億ドルで、2004年に比べて33%増加し、全輸出収入の約25%を占めた。

他方、国内に石油製油所が存在しないため、国内石油製品需要を賄うためにほとんどの石油製品は輸入されている。2005年には1,212万 toe の石油製品が輸入された。従って、2005年の純エネルギー輸出量 (輸出一輸入) は差引き1,820万 toe であった。

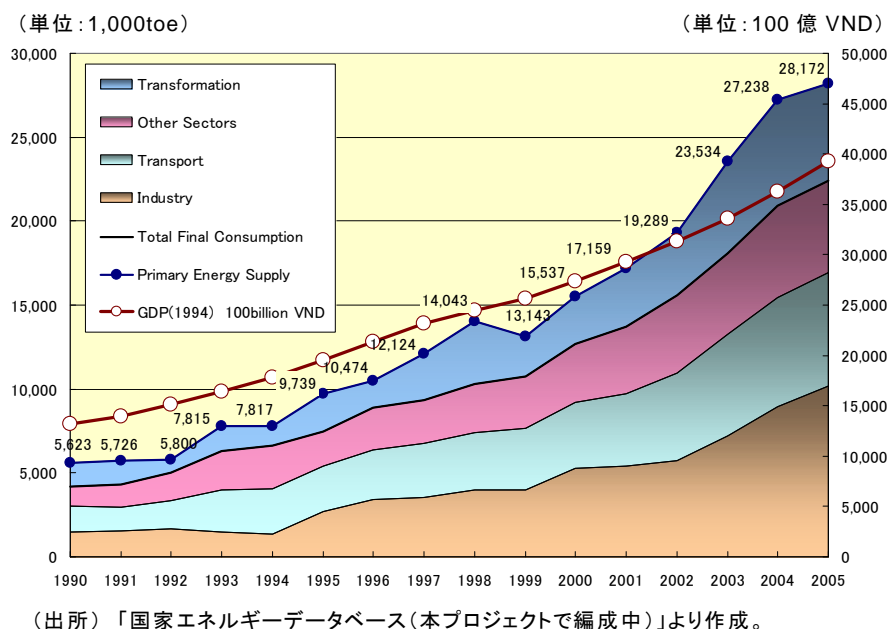


図 1.2-2 ベトナムの経済発展とエネルギー需要の推移

### 1.2.4 旺盛な電力需要と最終エネルギー消費の特徴

2005年におけるベトナムの最終エネルギー消費は約2,180万 toe で、1990~2005年間の年平均増加率は11.6%に達した。1990~2005年間におけるエネルギー源別年平均増加率を

見ると、電力需要は 14.2%、石炭需要は 11.6%、石油・ガス需要は 11.4%であった。同期間の実質経済成長率 7.55%と比較すれば、電力需要の対 GDP 弾性値は 1.9 で、石炭需要の 1.54 や石油・ガス需要の 1.51 よりもかなり高い弾性値を記録している。

2005 年における部門別エネルギー消費構成は産業部門が 44.0%、輸送部門が 29.7%、民生部門が 16.2%、サービス部門が 7.7%、農業部門が 2.4%であった。2005 年のエネルギー源別消費構成は石油製品が 51.5%、石炭が 27.4%、電力が 17.5%、天然ガスが 3.6%であった。国民の生活水準の 1 つの指標と見なされている電力化率（エネルギー消費に占める電力消費のシェア）は 17.5%で、他のアジア諸国と比べると若干低い水準にある。またベトナムで大量に消費されている「非商業エネルギー」を加えて評価すれば（IEA の Energy Balances of Non-OECD Countries に基づく）、電力化率は 7.6%へ低下する。

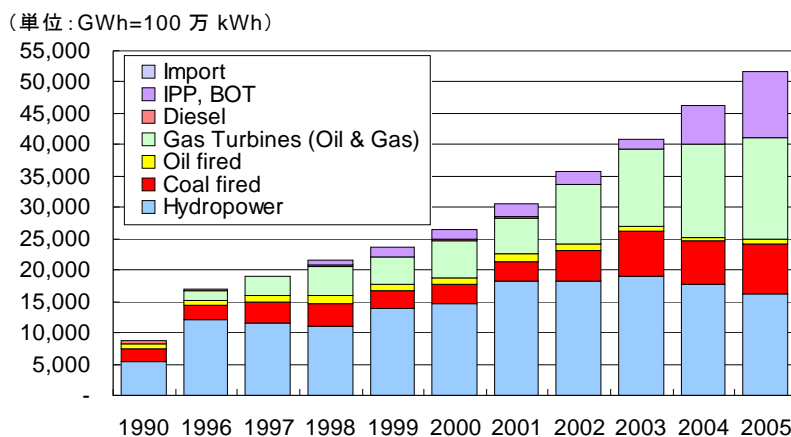
ベトナムにおける商業用エネルギーの消費原単位は、616kgOE/GDP1,000 ドル（石油換算 kg、1994 年ドル）で、タイの 1.5 倍、世界平均水準の 2 倍に達している。同年の人口一人当たり平均一次エネルギー消費は 360kgOE/人、最終エネルギー消費は 264kgOE/人であった。一人当たりエネルギー消費量は、世界の平均水準の約 5 分の 1 程度であった。

### 1.3 エネルギーセクター別需給の現状と課題

#### 1.3.1 電力セクターの現状と課題

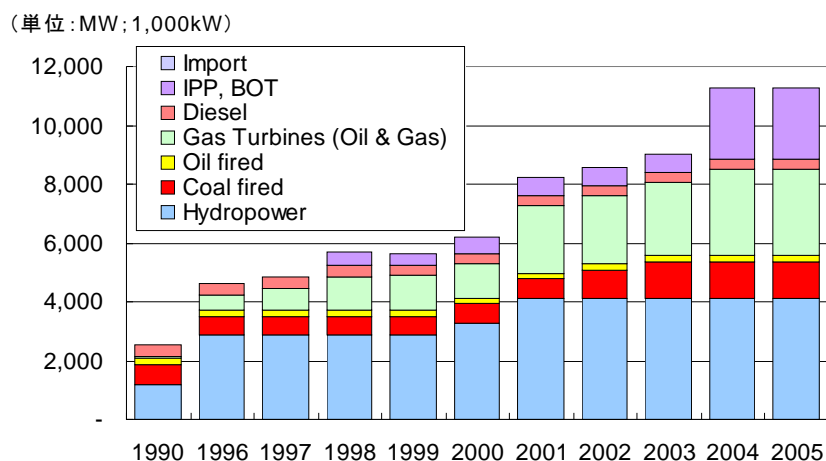
##### 深刻な電力需給と停電の危機

1996～2005 年間に於ける電力需要の年平均増加率は 15%で、2005 年の電力需要は 45.6TWh（TWh=10 億 kWh）となり、1996 年の電力需要の 3.4 倍、最大電力は 10.5GW で 1996 年の 3.3 倍に増大している。このため電力セクターは電源開発促進・地域間送電網の整備・送配電ロスの低減に注力してきた。特に電源開発は EVN（Electricity of Vietnam）による開発に加えて BOT（Build-Operate-Transfer）や IPP（Independent Power Producers）スキームを通じて民間資本による開発を促した。2005 年におけるベトナムの発電設備容量は 1,130 万 kW に達し、うち IPP/BOT は 22%を占めるに至っている。



(出所) EVN, Annual Reports より作成。

図 1.3-1 電源種別の発電電力量



(出所) EVN, Annual Reports より作成。

図 1.3-2 電源種別の発電容量

ベトナムを南北に結ぶ 500kV 送電線は 2 回線開通し、送電線延長は 3,232km (2005 年) に達している。さらに、ベトナム国内の北部・中部・南部間の電力融通の容量増加を図るとともに、110/220kV 送電線の整備により中国雲南省や広西省からの電力輸入も開始されている。また、送配電ロス率は 1995 年の 21.4% から 2005 年には 11.78% へ改善された。

しかし、これらの努力にも関わらず 2005 年の夏には深刻な電力不足に陥り、首相官邸までが停電する事態に至った。5~7 月に不足した供給力は 800~1,300MW と推定され、ハノイを含むベトナム北部では数週間にわたって輪番停電を余儀なくされた。この 2005 年の電力不足は渇水による水力発電所の出力低下が原因の 1 つではあるが、もともと最大電力に対する予備電力 (Reserve Margin) がほとんどないことが大きな原因であった。

#### 過大な電源開発計画

第 6 次電力開発基本計画 (PDP6) では、最近の電力不足や設備形成の遅延を背景として、グエン・タン・ズン首相の「近年急激に増加した電化率、今後増加するであろう国民一人当たりの電力消費量、近年の海外からの投資の加速と高い経済成長率の実績から判断して、さらに電力需要の増加率の高いケースを考慮すべきである」という指令の下、電力需要は当初草案よりも大幅に増加する方向に見直された。

その結果 2025 年の設備容量は現在の 18 倍、180GW に達する。これは日本の現在の総発電容量 274GW の約 3 分の 2 に等しい。これらの計画は、高めの需要想定と電源開発計画の繰上げ等の政治的配慮に基づいていると考えられるため、計画の実行にあたってはより現実的な視点からの見直しが必要である。

#### エネルギー効率改善と DSM の必要性

エネルギー効率の改善や電力需要管理 (DSM: Demand Side Management) は、需要面からの有効な需給バランス改善手段である。

送配電ロス率は 1995 年の 21.4% から 2005 年の 11.8% へ改善され、十分低いレベルに到達している。今後さらなるロスの低減や供給信頼度向上のために 500kV/220kV/110kV 送電網の拡充を図り、古くなった既設配電線のリハビリを積極的に進め、2010 年には送配電ロスを 9% にまで低下させることが目標とされている。



火力発電所の熱効率は発電所によって大きく異なる。今後は高効率発電所の新設を進めながら、十分な供給力の確保を前提として老朽化した発電所は順次停止させていく（例えば Phu My Complex のような新規大規模天然ガスコンバインドサイクル発電所では、95%以上の稼働率、長時間継続定格運転により、平均 50%以上の高い熱効率が達成されている）。

DSMを進めるため、時間帯別電気料金が導入されている。時間帯をピーク（18～22時）、オフピーク（22～4時）、標準（4～18時）の3つに分類し、時間帯別料金を設定することによって需要の平準化を図っている。一般産業用電力110kV以上を例にすれば、ピークは1,590VND/kWh、オフピーク時は425VND/kWh（VAT含まず）と3倍以上の格差がつけられている。

### 電力セクターの課題(電源開発)

開発計画全体における特徴は、石炭火力への過度な依存である。日負荷の変動に対する負荷追従性やエネルギーセキュリティの観点から、ベストミックスを目指した電源の多様化が望まれる。各電源に関する諸課題は以下の通り。

#### a)原子力

原子力発電については Pre-F/S レポートが 2005 年 9 月に政府に提出された。原子力の開発にあたっては技術習得面の課題もあるが、原子力技術は既に十分成熟しているため大きな問題はないと思われる。この他、原子力安全、国際社会との協調、人材育成、PA 等に関わる諸課題がある。

また 2006 年 1 月には「原子力平和利用に関する 2020 年までの長期戦略」<sup>1</sup>を首相決定した。その戦略では、1) 2020 年までに運転開始を目指す、2) 建設、運転両面を視野に入れたパートナー選定を実施する、3) 原子炉および燃料についても国内製造を視野に入れる、4) ベトナム科学技術省（Ministry of Science and Technology : MOST）を中心に国家戦略の具体的遂行を図り、関係各省はこれに協力するとされている。

#### b)石炭火力

石炭火力は今後ベトナム電力セクターで中心となる電源である。2006 年現在、国内炭の生産量約 4,500 万トンに対し発電用消費は 10%強を占めるに過ぎないが、将来的には発電用石炭の需要が急増すると見込まれている。したがって、発電に必要な石炭の安定確保（発電用石炭需要見込みを反映させた石炭生産計画、輸送計画の立案と安定した石炭輸入先の確保）が最重要課題である。

#### c)ガス火力

国内石炭生産能力に限界がある中で、石炭への過度の依存はエネルギーセキュリティ上も好ましくない。ガスは石炭に続く有望な国内資源である一方、ガス田開発においてガス火力発電所はアンカー需要と位置づけられる。したがって、ガス田開発・ガスパイプライン建設・ガス火力発電所建設は一体となっていく必要がある。これには多大な開発資金と長い時間を必要とするので、整合性のとれた計画の立案が要求される。

<sup>1</sup> 首相決定 No:01/2006/QĐ-TTg; 第 1 章:原子力利用の現状と可能性、第 2 章:ベトナムでの原子力エネルギー利用に関する方針、目的および意義、第 3 章:長期戦略遂行のための方策

### 電力セクターの課題(電力セクター改革と資金の確保)

電力取引市場の創設や電源開発における国内外の民間資本の誘致は競争を促し、電力セクターの効率的な運営を促進する効果が期待される。IPPやBOTによる開発割合はおよそ50%と計画されており、これら国内外の民間資本を効率よく電力セクターに誘致できるかどうか成功の鍵を握っている。そのためには、民間資本の資金不足、技術力不足問題や透明性の高い電力取引に関する制度設計等の課題を解決しなければならない。

また電力セクター改革の最大の課題は、自由競争と安定供給の両立である。電力供給はユニバーサルサービスが前提であり、そのインフラ整備には多大な資金と時間を必要とする。完全な市場原理に委ねると総合的視点から見れば必要な新規設備投資が一部では遅れることも予想される。投資環境を整備し市場原理による開発を促進させると同時に、政府や電力会社がベトナム全体のエネルギー需給・エネルギー安全保障・地球環境対策等に配慮した、中長期的な視点に立った開発戦略を立案し、実行することが重要となる。

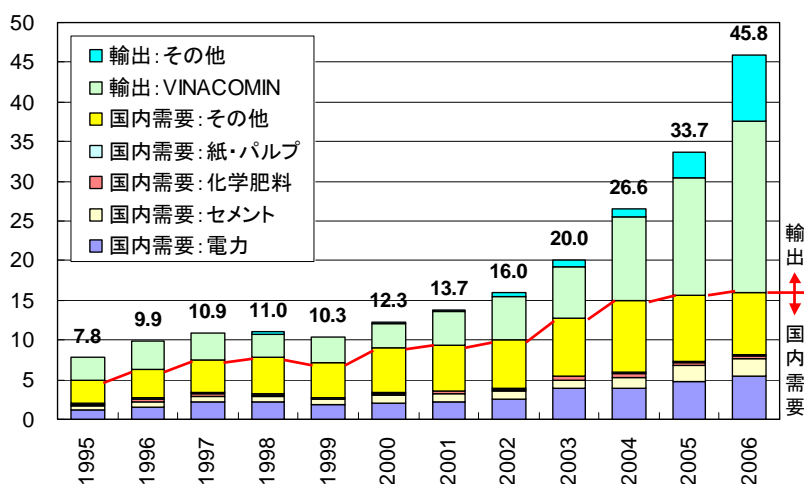
同時に開発資金をどのように確保するかも大きな課題である。現在主な資金調達方法として「適切な電気料金設定」が挙げられる。これは投資資金の確保・回収さらにIPPやBOTによる発電会社からの電力購入価格および国内外投資家の誘致にもつながるため非常に重要である。現時点では、2010年には電力設備費用に見合った電力料金体系に移行する予定とされている。国民に対する説明責任を果たしながら、開発コストに見合った料金設定を遅滞なく行うと同時に、電気料金の高騰にとまなう貧困層への配慮も求められよう。

### 1.3.2 石炭セクターの現状と課題

#### 急速に増大した石炭輸出

石炭需要は、1995年の合計782万トンから2006年には合計3,800万トンへ年平均15.3%で増加した。中でも輸出はこの間約1,900万トン増加し、年平均増加率は20.3%に達した。

(単位:100万トン)



(出所) VINACOMIN, "Master Plan on Coal Development for Vietnam in Period 2006-2015 with Expectation to 2025," December 2006 より作成。

図 1.3-3 石炭需要推移

主な国内需要は電力、建築資材、セメント産業で、今後は電力向け需要が大幅に増加すると予想される。輸出は2002年以降中国向けが急増した。現在の主な輸出先は中国と日本で、中国へは電力向け低品位炭、日本へは鉄鋼・一般産業向け高品位炭が主に輸出されている。

### VINACOMIN 中心の石炭供給

1995～2006年間の石炭生産（精炭ベース）を生産主体別に見ると、ベトナム石炭・鉱物産業グループ（VINACOMIN）<sup>2</sup>など国営企業による石炭生産はこの間約2,860万トン（年平均増加率14.9%）増加した。その他生産者の生産増加量は約215万トン（見込み、同約22%）で、国営企業による生産比率は2006年で94%と依然として高い。一方、石炭輸入は、ベトナム鉄鋼公社（Vietnam Steel Corporation、VINASTEEL）の北部製鉄所向け原料炭が約10万トン、南部のIPP向け一般炭約30万トンの合計40万トン程度である。

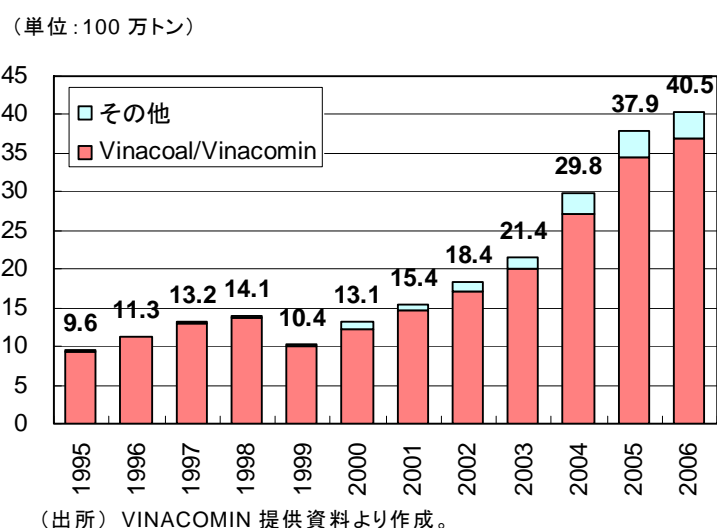


図 1.3-4 石炭供給推移

### 石炭セクターの課題(石炭資源開発)

泥炭を除く石炭の可採埋蔵量33.9億トンには、経済的に採掘が困難と予想される紅河デルタ地域の亜瀝青炭5.3億トンが含まれている。石炭回収率を70%と仮定すると、可採埋蔵量は20億トンとなり、可採年数もおおよそ45年となる。また、採掘の深部化が進むことから、深部域を含めた詳細な地質探査の実施により可採埋蔵量の増加を図ることが必要となる。

紅河デルタ炭田に関しては、NEDO（新エネルギー・産業技術総合開発機構）がベトナム側と共同で1998～2002年度に地質探査を実施したが、岩盤が脆弱な上に岩盤圧力や出水に対する処置が必要である等採掘条件が悪く、採掘コストはかかなり高くなることが予想されている。他方VINACOMINは紅河デルタ炭田開発に関して、海外の企業と共同事業に

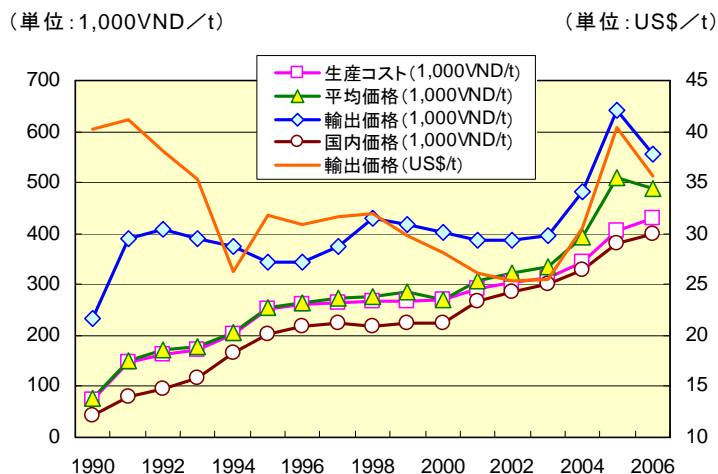
<sup>2</sup> ベトナム石炭・鉱物産業グループ(Vietnam National Coal - Mineral Industries Group、以下 VINACOMIN)：首相決定 No.345/2005QD-TTg に基づき、2005年12月26日付けでベトナム石炭グループ(Vietnam National Coal Group、VINACOAL)とベトナム鉱物公社(Vietnam Minerals Corporation、VIMICO)が経営統合し、石炭と鉱物資源(ボーキサイト、鉄鉱石、銅、鉛、亜鉛、その他鉱物)の採掘から処理・販売までを一貫して手掛ける。

よる石炭採掘と地下ガス化採掘を検討しているが、そのいずれもまだ実現の可能性は低く、多くは期待できない。

### 石炭セクターの課題(生産コスト上昇と石炭価格)

石炭価格は、2006年まで基本的に中央政府が決定してきた。2003年までの石炭平均価格は、石炭生産コストプラス6%程度の利益率が加算されたものであったが、かなり低く抑えられてきた。国内販売価格は、国際市場価格の2分の1から3分の1程度の水準である。これまではその差損分を輸出による収益で補填してきた。2004年以降は世界的な石炭需給の逼迫傾向から、PCI炭<sup>3</sup>を含む石炭市場価格が上昇、石炭平均価格は生産コストよりも大幅に高いレベルで推移している。他方、石炭の採掘コストは年々上昇しており、今後坑内掘りが主力となると採掘コストはさらに上昇することが予想される。また、燃料費、資機材費、人件費などのコスト上昇から、採掘コストの上昇は避けられず、より一層の生産効率向上が求められる。

国内炭の市場価格化が完全に遂行されれば、採掘コスト上昇を反映して石炭価格は上昇しよう。しかし、その場合には海外一般炭との価格競争に直面することが予想される。



(出所) VINACOMIN 提供資料より作成。

図 1.3-5 ベトナムの石炭価格推移

### 石炭セクターの課題(輸入炭の確保)

EVNならびにIPPによる石炭火力発電所建設が多数予定されている。南部と中部では北部の Quang Ninh 炭田から遠距離にあるため、インドネシア炭や豪州炭など海外からの輸入が計画されている。輸入に際しては石炭を船舶で輸送するが、中部・南部沿岸部の石炭火力発電所計画地周辺には水深の深い良港が整備されておらず、発電所建設に合わせて整備する必要がある。特に、南部の沿岸部では水深が浅く、大型船舶の着船が難しいことから中小型船舶が通航・着船可能となるよう既存運河の拡張や海上でのバース建設などが計画されている。また、ベトナムにはこれまで大規模な石炭輸入を手掛けた企業がなく、海外炭調達ゼロからの出発となる。海外の石炭生産者との関係構築と海外石炭資産への投資に早期に着手し、海外炭の安定供給体制を速やかに構築することが必要である。

<sup>3</sup> 製鉄の高炉吹込み用原料炭。

### 1.3.3 石油セクターの現状と課題

#### 純輸出国から純輸入国へ：輸入の中心は石油製品から原油に移行

国内の石油・ガスの探鉱・生産活動はベトナム石油ガス公社（現 Petrovietnam）を軸に行われている。ドイモイ政策の下、同公社は1990年代に盛んに鉱区開放を行って海外の石油会社を招聘し、探鉱・開発の活発化を図った。その結果、ベトナムの石油生産は1990年代に大幅な増産を達成し、ベトナムは純石油輸出国となった。

原油生産量の推移を見ると、ベトナムの主力油田である Bach Ho 油田はピークを過ぎて減衰が始まっている。Rong、Dai Hung、Rang Dong、Ruby、Su Tu Den などの新規開発油田が立ち上がるものの、全生産量、輸出量共に2004年をピークとして2005～2006年にかけては減少傾向にある。

原油の生産はあるが、製油所を保有していないベトナムでは、石油製品供給はほぼ全量輸入に依存している。全輸入量のうち輸送用の石油製品が8割（軽油が5割強、ガソリンが約3割）を占めている。石油需要のなかではジェット燃料や商業・家庭部門用の灯油は横ばい、産業部門や運輸部門の軽油、ガソリンは堅調に増加している。また、民生・商業・産業部門におけるLPGの消費は近年増加しており、生産、輸入ともに増加基調にある。

石油製品の輸入権は政府の認可制となっており、認可を受けた企業のみが輸入を行っている。現在、認可を受けている企業は11社である。これらの輸入業者のうちシェアが最大である Petrolimex 社の販売額（販売先の種別、および石油製品種別）についてみると、産業用需要家への大口直売、販売代理店向けの卸売りと小売りに概ね3等分されている。

直近の3年間を見ると、国際石油価格の上昇を反映して各石油製品価格は総じて2倍になっている。天然ガスはPhu Myのガス火力発電所および周辺の肥料工場など限られた需要家に供給されている。価格レベルを見ると、ヘンリーハブやアジアのLNG輸入価格などと比較して、半分以下の非常に低いレベルで推移している<sup>4</sup>。

#### 石油セクターの課題（資源開発と石油輸入）

近年の原油価格高騰により、以前は経済性の観点から難があった採掘対象構造でも、現在の市場条件では肯定的な評価を得られるものが出てきた。したがって、最近の高価格を反映させて、幾つかの原油価格シナリオに対応した可採埋蔵量の再評価を行い、国内炭化水素資源の有効活用を図ることが望ましい。

中長期的には、ベトナムは原油輸入国となり、輸入元は中東と想定することが現実的である。したがって、効率的な原油輸入を考えた際に、VLCCクラスのタンカーの接岸が可能な港湾の整備が当面の課題となる。また、船舶による海上輸送に依存することを考慮すると、シーレーンの安全確保、航路に係る国際関係への配慮等も必要となろう。このように輸入原油への依存が高まることを考慮して、戦略的石油備蓄設備の整備とその運用についても一層の検討を進めることが望まれる。

#### 石油セクターの課題（石油需要対策と石油精製）

ベトナムにおける石油製品の需要は、2025年には現在の約3倍に増加すると見られてお

<sup>4</sup> BP 統計 2007 年版によると、2006 年度の天然ガス価格（\$/million Btu）は以下の通り。  
日本の LNG(cif): 7.14, EU(cif): 8.77, UK(NBP): 7.87, USA(Henry Hub): 6.76

り、国内資源だけでは賄いきれなくなる。国家収入の観点から考えると、現在得られている原油輸出による外貨収入がなくなくなり、エネルギー資源輸入による支出が増大してゆくことになる。そこで、できる限り国内資源を有効に開発、利用し、輸入を抑制することが重要な政策課題となる。

また石油製品は殆ど輸入に依存しているが、依存度を軽減すべく現在石油製油所を建設中である。中部 Quang Ngai 省 Dung Quat に建設中の第 1 製油所は、処理能力日量 148,000 バレル（年間 650 万トン）で、2009 年 2 月に完成予定とされている。当面は自国産の原油を処理し、2020 年以降は、高硫黄の輸入原油を約 15% 程度受け入れる予定である。ハノイから 200km 南西の Ngi Son に立地予定の第 2 製油所は、処理能力日量 140,000 バレル（年間 700 万トン）で、2015 年に完成予定、低硫黄の国内原油と高硫黄の輸入原油を 50% ずつ受け入れる。

南部に立地予定の第 3 製油所は、第 2 製油所と同等の処理能力を持ち、2020 年以降に完成、基礎化学品の製造設備とのコンプレックスを形成する予定である。

これらの 3 製油所からは、LP ガスを除いて計 1,500 万トンの石油製品が供給されることになる。これらの立地点と、ベトナムの石油製品の需要地（南部のホーチミン、北部のハノイなど）とのバランスの上で、石油製品の国内流通や貯蔵、物流などの効率化が今後の課題である。

なお、1993 年に公布されたベトナム石油法（the Petroleum Law of Vietnam、その後、2000 年に改正）は、上流側の操業を規制対象の中心に据えており、中下流の活動については関連規定や記述が希薄であるように思われる。したがって、今後の石油精製、および石油化学等下流側への外資や民間資本の導入と活用を考える際には、石油法の該当部分についての補足と充実を図ってゆくことが必要となろう。

### 1.3.4 天然ガスセクターの現状と課題

#### 発電用中心の需要と安いガス価格

1990 年代に入ってから本格化した天然ガスの生産は随伴ガスが主体であったが、2000 年代以降は Nam Con Son 堆積盆の Lan Tay ガス田などでの生産が本格化し、非随伴ガスの生産も増加した。用途は、発電用が 8 割以上を占めていることが特徴的である。産業部門の天然ガス消費の内訳をみるとおよそ半分が化学品用（主として肥料製造用）に用いられている。

現在の国内取引では、発電向け：2.5～3.8 USD/MMBtu（100 万 Btu）、肥料向け：1.5～2.0 USD/MMBtu、食品加工等：3.0～4.6 USD/MMBtu と、用途別に差異がある<sup>5</sup>。特に肥料製造の需要家は低価格を要求し、政府はこの低価格を是認する一方で、Petrovietnam（売主）に対して補填を行っている。これは、発電向けの歳入を補助金の原資としている。発電事業者はコストアップを他の電源で薄めたり最終需要家に転嫁できるので、肥料用に比べて高目の価格でも受容できることが理由と思われる。

#### 天然ガスセクターの課題（天然ガス資源開発と輸入の可能性）

国内では南部地域での開発に加え、トンキン湾や中部沖合など未探鉱地域の天然ガス

<sup>5</sup> Hoang Thi Phuong, "Policies and solutions for gas market development in Vietnam", GASEX Conference in Beijing, China 2006

資源の増加が期待される。予備調査ではガス成分中の二酸化炭素（CO<sub>2</sub>）分が高いとされて開発が滞っているが、可能な限りの処理・対応技術を用いて、埋蔵資源の有効活用を図るべきである。

増大する需要に対しては、これらの新規国内資源に加えて、近隣からの輸入にも依存することになる。即ち南西部海域で国境を接するマレーシア・タイの共同開発区や今後の可能性を秘めたカンボジアなどの近隣諸国から、天然ガスを輸入する可能性も考えられる。また、長期的には LNG の輸入も検討対象になる。

#### **天然ガスセクターの課題(需要対応)**

天然ガス火力発電所は、ガス田の開発時にある程度の需要が確保されていることが必要であり、アンカー需要としての存在意義は大きい。したがって、電源構成の最適化という観点からのみではなく、エネルギー構造全体の観点から天然ガス火力の位置づけを考える必要がある。

他方今後エネルギー需要の大幅増が見込まれるベトナムでは、LPG や石油中間溜分に向かう潜在需要を計画的に天然ガスに誘導し、新たな需要を開発・開拓してゆくことが求められている。即ち新規工場やビルにおける天然ガスの採用や既存設備の燃料転換、天然ガス自動車（CNG）や天然ガスコージェネレーションなどの新規有効利用技術の推進などである。このような需要の拡大と多様化を図るために国内の輸送・供給導管敷設の促進が天然ガス分野における当面の課題である。

### **1.3.5 再生可能エネルギーの現状と課題**

#### **各再生可能エネルギーのポテンシャルに比べて少ない導入状況**

ベトナムにおける再生可能エネルギーの全般的な開発状況をみると、主に薪、農作物の屑、動物の糞等のバイオマスが家庭用熱源として利用されている外は、水力やバガス等による発電が挙げられる。2005 年の発電電力量は 265.57GWh であり、総発電電力量（51,769.68GWh）の約 0.5%に過ぎない。

また、再生可能エネルギーポテンシャルと導入状況をみると、各エネルギーのポテンシャル評価の精度が必ずしも高くないにしても、ポテンシャルと比較した導入実績は総じて低いのが特徴である。

表 1.3-1 国家エネルギー政策(案)における再生可能エネルギー関連開発数値目標

項目	数値目標
商業一次エネルギーに占める再生可能エネルギーの割合	・ 2010年：2% (0.9百万TOE)
	・ 2020年：3.4% (3百万TOE)
	・ 2050年：7% (22百万TOE)
再生可能エネルギー電源開発目標	・ 2010年：3% (kWh目標値なし)
	・ 2020年：4% (8-9 billion kWh)
	・ 2050年：10% (60-80 billion kWh)
公共セクター(病院、学校、政府機関、レストラン等)における太陽光による温水利用	・ 10% (期限明記なし)
水力発電開発目標	・ 2010年：35,000百万kWh (10,000百万kWhの追加)
	・ 2020年：60,000-65,000百万kWh (15,000-20,000百万kWhの追加)
	・ 2020年以降：70,000-80,000百万kWh
島嶼・山間部におけるエネルギー供給	・ 商業エネルギーの熱利用：現状の30%から、2010年までに50%、2020年までに80%
	・ 地方電化率：2010年までに90%、2020年までにほぼ100%

(出所) Ministry of Industry: National Energy Policy (Draft), 2005

### 再生可能エネルギー供給上の課題

エネルギーポテンシャルから見た再生可能エネルギー供給上の課題を表 1.3-2 に示す。

表 1.3-2 再生可能エネルギー供給上の課題

	太陽光・太陽熱	風力	小水力	バイオマス		地熱	潮力
				発電	バイオマス燃料		
ポテンシャル	2MW	600MW-2,200MW-22,400MW	2,300MW以上、8-9billion kWh	250-400MW	—	180-340MW	—
供給上の課題	・高い設備コスト ・低容量及び故障	・正確なポテンシャル未把握 ・系統連係風力発電所の実績なし	・将来的な小水力ポテンシャルの枯渇	・【バガス】サトウキビの安定調達 ・【籾殻】籾殻の効率的収集	・正確なポテンシャル未把握 ・政府の開発政策未策定	・低い採算性	・正確なポテンシャル未把握 ・送電線建設によるコストアップ ・安定した発電が困難 ・海洋環境への影響が未把握

### 再生可能エネルギー普及上の課題

再生可能エネルギーの普及に向けた課題は以下の3点に大別される。

#### a) 再生可能エネルギー開発計画の策定

現在 IE (Institute of Energy) によって、再生可能エネルギーマスタープランが策定中であり、2008年初めに完成予定である。しかし、検討内容が多岐にわたる上、期間や予算の制約もあることから、この検討結果を踏まえ、必要に応じて追加的なポテンシャル調査を実施し、詳細なエネルギー種別毎の開発計画を策定して、小水力以外の風力やバイオマス等の再生可能エネルギー開発を促進することが必要と考えられる。

#### b) バイオマス資源の有効活用

ベトナムは農業国であり、薪や動物の糞、また、バガス、籾殻、稲わら等の農業廃棄物を中心とする膨大なバイオマス資源が存在するものの、そのほとんどは家庭での熱源と



して用いられており、例外的に中部および南部の製糖工場でバガスを利用したコージェネレーションシステム（50MW程度）が導入されているに過ぎない。

バイオマス資源の有効活用については、上述の発電利用に加え、バイオエタノールやバイオディーゼルなどのバイオ燃料としての利用が期待されており、2007年5月には国家バイオ燃料開発計画が商工省（MOIT）によって作成され、現在首相承認待ちの状況である。

バイオマス資源の有効活用には、食料供給とのバランスをとった安定的なバイオマス資源供給から燃料や電力へのエネルギー転換技術、電力やバイオ燃料の流通・利用方法といった上流から下流までの包括的な取り組みが必要であり、ベトナム国内の関連省庁間の連携のみならず、海外援助機関からの協力、民間資本の導入等といった様々な手段を用いる必要がある。

#### c) 再生可能エネルギー電源開発インセンティブの導入

MOITの国家エネルギー政策（案）（National Energy Policy（Draft））において、長期的な再生可能エネルギー電源導入目標が掲げられるとともに、前述の通り、首相決定により再生可能エネルギー電源導入が計画されるなど、再生可能エネルギー電源導入・普及に向けた大方針は固まりつつある。<sup>6</sup>

しかしながら再生可能エネルギー電源に対する優遇買電価格や電力事業者に対するRPS制度等の具体的なインセンティブは導入されていない。そのうえ、電力セクター改革の一環として2009年から電力市場が創設され発電会社間の競争が生じることが予想されることから、効果的な再生可能エネルギー電源インセンティブが導入されない場合、一般的に従来型電源に対して価格競争力が劣る再生可能エネルギー電源の導入が鈍ることが危惧される。

### 1.3.6 省エネルギーの現状と課題

#### 省エネルギーの可能性

1990年代の半ばからエネルギーの効率改善および省エネルギーに関する技術が日本、オランダ、ドイツなどを中心とする海外からの支援でベトナムに導入さじはじめた。1995年から2000年にかけては、セメント、セラミックス、石炭火力発電等の産業に関するエネルギーの効率的利用や省エネルギープログラム、エネルギー管理の研修および電力セクターの電力需要管理（DSM）プロジェクト等が実施されてきた。これらのプロジェクトを通してエネルギーの効率的利用と省エネルギーに関する技術移転と技術の習得が行われると共に、省エネルギー活動を促進するための法体制整備の検討も進められた。2003年以降、ベトナムでは、エネルギーの効率的利用をエネルギーセクターの開発政策（2005、MOIT）の一項目として位置づけ、エネルギーの効率的利用と省エネルギーに取り組んできた。

とはいえ、ベトナムの一次エネルギー需要の対GDP原単位（石油換算トン／GDP1,000ドル・2000年価格）は1995年の1.351から2004年の1.218に低下しているものの、日本

<sup>6</sup> 再生可能エネルギー電源開発目標：2010年3%、2020年4%、2050年10%（総電源容量に占める再生可能エネルギー電源の割合）

や他のアジア諸国に比べてかなり高い。省エネルギー推進の余地がまだ非常に大きいと推定できる。

### 省エネルギー分野における課題

- 1) 法規および体制整備の遅れ  
エネルギーの効率的利用および省エネルギーの推進に関する国の方針、法体制と実施体制の不備
- 2) 情報・データの不足  
エネルギー改善、低コスト対策などに関するデータおよび省エネルギー関連技術、実施例などに関する情報の不足
- 3) 高い開発コスト・投資コストおよび低いエネルギー価格  
エネルギー効率改善事業の開発、または、エネルギー効率の良い設備の導入に必要な投資コストが巨額
- 4) 財政的支援策の不足  
エネルギー効率改善および省エネルギーに関する生産、機器および技術導入に対する政府や民間金融機関からの財政的支援の不足
- 5) 低い社会的関心度  
エネルギー消費者の省エネルギー意識および関心度の低さ
- 6) 低い省エネルギー機器製造能力  
効率の良い省エネルギー機器・製品に対する低い需要と他方では国内メーカーの省エネルギー機器製造能力の限界

### 1.3.7 エネルギーデータベースの現状と課題

#### ベトナム統計局のデータベース

ベトナム統計局（GSO：General Statistics Office）はベトナム統計法に基づいて活動しており、同法の対象は国営企業や民間企業を含む全ての企業・組織、個人に適用される。統計調査に必要な経費は国家予算により賄われている。

GSOは調査票による企業調査（Annual Enterprise Survey）を毎年実施し、統計年鑑を作成している。また、現在ベトナムでは、JICA支援の下で鉱工業生産指数（IIP：Indices of Industrial Production）作成のため、エネルギー（石油、ガス、石炭、電力）を含む主要産業の月次調査も実施している。この月次調査票には、生産計画、生産実績、出荷量、自家消費、在庫、出荷価格が記載される。この月次調査票のようにエネルギー需給に関する調査票を作成し、配布・回収することにより主要産業のエネルギー消費および供給量を把握することが可能である。

#### 経済社会データとエネルギーデータの構築

本調査では、GSOの統計からエネルギー需要の予測に必要な経済社会データを抽出した。しかし、輸送部門のエネルギー需要を予測するための車両台数、商業部門のエネルギー需要を予測するための床面積などのデータはGSOの統計には含まれていない。電力、石油、ガス、石炭部門のデータは、昨年度INDUTEC社による再委託調査でえられたデータを基に作成した。データ項目はIEAのEnergy Balance Tableに対応できるように項目を設定したが、現時点で以下のような問題がある。

- ・石炭を除くエネルギーの在庫変動データがない。
- ・石油製品および電力供給データは工業部門のサブセクター毎に分類されていない。
- ・天然ガスや石油製品のオリジナルデータの単位が揃っていない（例えば、天然ガスは BCM とトン、石油製品は石油換算トンとトンの 2 つの表記がある）。
- ・再生可能エネルギーの時系列データがない。
- ・輸送部門のエネルギー消費データがサブセクター毎（道路、鉄道、航空、船舶）に分類されていない。
- ・VINACOMIN が練炭工場に直接石炭を供給していないため、練炭工場への石炭供給データや練炭生産量のデータがない（練炭工場がどこから石炭を調達しているか不明）。
- ・エネルギー消費分類が国際標準産業分類（ISIC）に一致していないところがある。

### エネルギー統計整備の課題

GSO はベトナムの社会・経済データを広く一般に公開しているが、エネルギー分野の情報は不足している。ベトナムでエネルギーを管理している政府機関は商工省（MOIT）エネルギー・石油局で、石油、ガス、電力、石炭、再生可能エネルギーなどの計画を吟味し、首相の承認を得るという役割を果たしている。しかし、データを整理するための人員と組織を有していない。エネルギー統計を整備するには組織構築からはじめる必要がある。また、確立した統計手法がなく、統計処理の経験不足もあげられる。ベトナムのエネルギー統計を整備する上では統計処理の手法も検討する必要があり、国際機関や先進国などからの技術支援を考慮する必要がある。

## 1.4 エネルギー政策と推進体制

### 1.4.1 国家エネルギー政策(戦略)における政策目標

エネルギー政策の目標は、要約すると、「国内エネルギー資源の合理的効果的開発と利用、豊富で高品質なエネルギーの供給、社会経済発展のための合理的な価格、国家エネルギー安全保障の確保、エネルギー分野における投資および事業形態の多様化、競争的エネルギー市場の段階的な構築、エネルギー需要（特に地方、山岳地域、島嶼地域におけるエネルギー需要）充足のための再生可能エネルギー資源開発の促進、環境保護と調和するエネルギーセクターの迅速、効果的、持続可能な発展」としてまとめられている。

#### エネルギー資源開発の目標：

- ・石油と天然ガス：
 

毎年、石油換算 3,000～5,000 万 m<sup>3</sup> 程度埋蔵量を増加させる。確認埋蔵量は、2010 年に 13～14 億 m<sup>3</sup> を達成する。2020 年までに全ての大陸棚、水深 400m までの重要な経済水域および水深 400～1,000m までの期待値の高い地域における埋蔵量を評価する。
- ・石炭：
 

2010 年までに、深度 300～1,100m における石炭資源の探査を完了する。紅河デルタ地域における石炭資源の精査を行い、2015 年までには、紅河デルタ地域の石炭資源探査を完了する。
- ・水力：

2010年までに10TWh、2020年までに15～20TWhの水力発電を追加する。

・ウラニウム：

2010年までに8,000tU<sub>3</sub>O<sub>8</sub>のC1+C2資源を確認し、2020年までに信頼できるウラン資源評価を行い、国内で利用可能な資源量を明らかにする。

#### **国内一次エネルギー供給の確保：**

a) 一次エネルギー供給は、2010年4,750～4,950万toe（石油換算トン）、2020年9,100万～1億toeとする。

その内、

- ・水力発電は、2010年までに35TWh、2020年までに60～65TWh、2020年以降70～80TWhを供給する。
- ・石炭生産は、2010年には3,500～4,000万トン、2020年には5,000～6,000万トン、2050年2億トンとする。
- ・石油／ガス生産は、2006～2010年間では、年産2,500～3,000万トン、2011～2015年間では3,100～3,400万トン、2016～2025年では3,400～3,500万トンとする。

#### **国家エネルギー安全保障の確保**

国家エネルギー安全保障を確保するための手段政策は、以下のとおり。

- ・エネルギー安全保障に高い優先度を与える。
- ・探鉱活動に関する優遇政策を採用し、持続可能な方法で国内エネルギー生産を増加させる。
- ・国内のエネルギー資源の開発や利用を促進し、石油輸入への依存を低下させる。
- ・国家電力開発戦略や国家電力開発計画を組織的に実施し、適切な供給予備力を維持しつつ十分な電力供給を確保する。
- ・石油依存度を低減させるための代替エネルギー研究を実施する。
- ・国際機関と協力して原子力発電所の建設に関する調査を行い、原子力の平和利用技術等を習得する。
- ・再生可能エネルギー開発政策を優先し、徐々にそのシェアを増大させる。

#### **省エネルギーと効率的利用(EC&EE)**

エネルギー節約と効率的利用（Energy Conservation & Energy Efficiency）の意義は、エネルギー消費を低減し、石油輸入の負担を軽減し、外貨を節約し、さらに、これを通じて国家エネルギー安全保障の強化に貢献することにある。省エネルギー政策とその政策手段は以下の通り。

a) 省エネルギーと効率的利用(EC&EE)政策

- ・エネルギー原単位の低いセクターの優先的開発
- ・省エネルギー促進の金融課税政策
- ・省エネルギーに関する国家基準を制定する。

b) 省エネルギーと効率的利用(EC&EE)の手段

- ・産業・建設セクター：  
省エネルギー技術の適用、管理の改善、装置の革新と改良、低効率装置の置換等  
技術革新、現代的なエネルギー高効率装置の利用  
ビル設計、投資、建設における省エネルギーと効率的エネルギー利用の適用

## DSM (Demand Side Management) 計画の実行

### ・運輸セクター：

道路輸送に変えて鉄道、水路による旅客・貨物輸送の増大

ハノイとホーチミン市における地下鉄システム、トロリーバスの実現に関する調査  
道路網（自動車道、水路、鉄道、石油パイプラインシステム）の拡充と舗装等

LPG や CNG の利用促進のための課税や投資分野における優遇政策の適用

## エネルギー活動における環境保護

エネルギー活動における環境保護に関しては、「環境基準」の改訂や「人員養成」および「宣伝活動」の強化が提起されている。

- ・環境管理の強化、スタッフの質の向上、試験装置への投資
- ・環境基準の改訂、国および国際的基準に適合した長期的な環境目標の設定
- ・環境保護とエネルギー開発の両立
- ・再生可能エネルギー、農業や林業からの廃棄物・廃材、都市ゴミ等を利用した発電、輸送部門における石油製品に代替するクリーンな燃料利用等への優遇措置
- ・宣伝活動の強化、省エネルギー知識の普及および環境検査・モニター
- ・金融資源の多様化、環境保護のための海外資金導入
- ・CDM 事業の積極的導入、地球環境保護への貢献と企業利益の改善

## エネルギーセクターの組織改革、段階的な競争的エネルギー市場の構築

競争的エネルギー市場導入については、「エネルギーセクターにおける競争を促進し、国内および海外資本の参入条件を改善して、エネルギーセクターの迅速、安定発展を期する」ことを目的とするものとして、以下の政策を提起している。

- ・エネルギー関連法の修正・新設
- ・行政改革の推進（生産—事業機能と国家管理機能の分離）
- ・エネルギー企業の株式化による国家独占の排除  
投資家、特に海外投資家の参入しやすいメカニズムの構築
- ・エネルギー市場モデルの研究と段階導入

## エネルギー資源開発のための資金源の創出

こうした数々のプロジェクト・政策を実行するための必要な資金調達に関しては、自己資金の充実、債券市場の活用、海外援助資金の導入、株式化、海外直接投資（Foreign Direct Investment : FDI）の活用など多様な資金源の創出を提起している。

- ・エネルギーセクター効率化の促進による投資—開発のための自己資金確保
- ・国内債券市場での資金調達
- ・海外資金（ODA、非 ODA、開発のための海外での債券発行）導入政策
- ・エネルギー企業株式化の実行、100% 国家化の排除
- ・エネルギー開発への FDI の導入

特定の分野における海外資本の 100% 保有および海外投資家の石油・ガス分野および電力輸送分野への参入許可

## エネルギー価格

これまでの国家による価格規制は徐々に廃止し、市場メカニズムに基づく決定に移行する。この結果、エネルギー生産や消費に関する規制は、課税政策や金融政策を通じて行

われることになる。

a) 石炭価格：

競争的市場が導入されるまでは石炭の大規模消費者（電力、セメント、紙、肥料産業）向け販売価格は国家管理とし、石炭産業がコストを回収し合理的な利潤を獲得できる水準とする（2007年現在電力向け石炭価格を除いて自由化されている）。その他国内の個々の消費者向けの価格および輸出価格は、市場価格に従い決定されるものとする。

b) 原油価格：

原油輸出価格および製油所渡し原油価格は、国際原油価格に準拠して決定する。

c) 石油製品価格：

- ・ 主要な石油製品（ガソリン、燃料油）の小売販売に関しては上限価格を設定し、民間企業はこの枠内で小売価格を決定できる。
- ・ 国際石油価格が大きく変動する場合、国家は国家備蓄を利用して価格を調整する。

d) LPG 価格：

- ・ LPG 価格は市場価格により決定され、国家は課税政策を通じて価格を管理する。
- ・ LPG 生産企業に対しては優遇課税を適用し、LPG 生産を増加させ、徐々に輸入品から代替させる。

e) 天然ガス価格：

- ・ ガス田が開発された時点で、ガス価格、利潤配分、コスト、国家の取り分などに関する原則を定め、石油—ガス鉱区契約時に詳細に決定する。
- ・ ガス価格は、最低ガス価格（生産コストに基づき計算）と最高ガス価格（消費者が受容できる価格）の枠内で市場メカニズムに基づいて決定される。
- ・ ガスの消費者は、ガス生産者と直接交渉により価格を決定する。肥料（窒素）生産者の様に原料として使用するガスに関しては、国家は生産者を補助することはなく、消費者間調整による内部補助も認めない。必要であれば価格補助は最終製品に対してのみ適用される。

f) 電力料金政策：

- ・ 電気料金は、投資家が合理的な利潤を獲得できる水準で決定される。その際環境保護、エネルギー資源節約、再生可能エネルギー利用を通じて、社会経済発展（特に地方、山岳地域、島嶼地域）にも資するものとする。
- ・ 省電力と電力の効率的利用を推進する。
- ・ 顧客間で合理的な横断的価格補助金制度を確立し、民生セクターにおける生産コストと電気料金との内部補助（Cross Subsidy）を削減ないしは廃止する。それによって生産拡大に貢献し企業間の競争を促進する。
- ・ 電力市場における販売者と購入者のために国家により定められた料金スケジュールの枠内で、電力の売買価格に関する決定権を確保する。
- ・ 電気事業者および消費者の法的権利と利益を確保する。

### **再生可能エネルギー資源の開発**

再生可能エネルギー資源開発の手段・政策は以下のとおり。

a) 再生可能エネルギー資源の調査、再生可能エネルギー開発の基本計画の策定

b) 電力会社の発電に占める再生可能エネルギーシェア：

2010年に約3%、2020年5%、2041年に10%とする。

- c) 再生可能エネルギー開発計画と地方電化、森林植林、貧困撲滅、食料不足の解消、上水計画等の地方開発計画とを調和させ統合化する。

#### **国際協力とエネルギーの輸出入**

- a) 国内石炭需要を充足し、効果的合理的な石炭輸出を行えるような生産目標を每期設定する。石炭は北部では輸出され、中部と南部では輸入される。石炭輸入と輸出は国家経済の全般的な経済効果に基づいて実行される。ラオスの炭鉱開発やベトナムへの電力輸入のためにラオスの火力発電建設に協力する。
- b) 原油輸出や地域市場からの石油製品輸入に代替する委託精製の可能性を調査する。
- c) 石油製品輸入依存度を低減させるために製油所開発計画を策定する。戦略石油備蓄の構築や運営に関して他国と共同する。
- d) ASEAN地域内の送電システムやガスパイプラインの地域間連系を達成する。

#### **1.4.2 エネルギー政策の政策決定プロセス**

エネルギー政策の決定プロセスは次の5つのステップを踏んで行われる。

##### **第1ステップ**

各省庁が、戦略・計画を作成するに際しては、各省庁の管轄下にある各産業から各産業の戦略・計画あるいは政策の概念設計を作成提出させる。主要な機関は以下の通り。

- 1) Institute of Strategy Development
- 2) Institute of Energy
- 3) Vietnam Atomic Energy Commission (Nuclear Power Energy Policy)
- 4) Other Organizations (Petrovietnam、Vinacomin、EVN)

##### **第2ステップ**

作成された政策は商工省 (MOIT) へ提出される。

##### **第3ステップ**

MOIT は、法、条例および規制文書の草案を政府に提出する。

##### **第4ステップ**

政府は、政治局へ報告する。

##### **第5ステップ**

政府は、国会に提出し、承認をえる。政策が立法化されると、政府が公布し、執行する。こうして正式な承認がえられた政策は、商工省の戦略・計画であると同時にベトナム政府の戦略・計画となる。

各エネルギーセクター別の政策決定プロセスは以下のとおりである。

##### **1) 石炭セクター**

石炭戦略は MOIT が作成検討し、首相が承認する。これを受けて作成される基本計画 (マスタープラン) は、VINACOMIN と MIICJSC が作成し、MOIT が検討し、首相が承認する。石炭価格については VINACOMIN が案を出し、MOIT と MPI(計画投資省)が検討し、首相の承認となる。ただし現在では、電力向けを除く大口石炭需要家とは VINACOMIN が交渉して価格決定ができることとなっている。電力向け石炭価格は、2008年以降 EVN (電力公社) と VINACOMIN が交渉して決定できることとなっているが、MOIT および MOF

(財務省)の検討と首相承認を必要としている。

## 2) 石油・ガスセクター

石油・ガスセクター戦略は、Petrovietnam が作成し、MOIT と MPI が検討を加え、首相が承認するというプロセスである。石油・ガスセクターの「基本計画」は 2007 年 2 月段階では、「政治局」の承認をえたとされている。しかしまだ国会の承認が得られていない。石油・ガス価格は、Petrovietnam が案を作成し、MOIT と MOF の検討を経て、首相が承認する。「国家エネルギー政策」では、原油については国際価格に準拠し、主要な国内石油製品価格は上限価格の枠内で決定できるとされている。

## 3) 電力セクター

「電力戦略」は商工省が作成し、首相承認という手続きである。「基本計画」は電力公社 (EVN) とエネルギー研究所 (IE) が計画作成を行い、MOIT と MPI が検討を加え、首相が承認する。電力セクターではこの他に「地域計画」があり、IE およびコンサルタントが作成し、MOIT が検討、承認する。

電力価格はベトナム電力規制局 (Electricity Regulatory Authority of Vietnam : ERAV) が提案し、MOIT と MOF の検討を経て、首相承認が必要である。

各エネルギーセクターの「戦略」作成は基本的には MOIT が担当しているが、石油・ガスセクターについては Petrovietnam が作成することになっている。また各セクターの「基本戦略」は、各企業 (VINACOMIN、Petrovietnam、EVN) および関連研究所 (IE) やコンサルタントが作成し、それを MOIT と MPI の検討を経て、首相が承認するというプロセスとなっている。

## 4) 省エネルギーおよび再生可能エネルギー

再生可能エネルギーおよび省エネルギーに関する政策の責任官庁は MOIT で、コンサルタントに政策案を作成させている。提出された案文は MOIT の検討を経て国家評価委員会 (National Appraisal Commission) で審議され、必要があれば修正を受ける。最終的に MOIT は、自省の案として政府に法案を提出し、首相の承認を得る。

上記のプロセスにおいて各エネルギーセクター間の調整がどの段階で行われるかは不明である。これまでの経緯から判断して、各エネルギーセクターにおける「戦略」や「基本計画」が他エネルギーセクターとの十分な調整のないまま策定・承認されており、このことが事後の調整を困難としていると思われる。

価格決定についても、セクターごとに作成・検討・承認プロセスが設定されているが、石炭価格や石油・ガス価格の設定と電力料金との関係がどの段階で調整されるのかは不透明である。

このような点に鑑み、各セクターの開発計画や価格政策を総合的に調整し、一貫性のある政策を遂行するための基礎となる国家エネルギーマスタープランの策定が急務とされている。