

第9章 本調査における提言

第9章 本調査における提言

9.1 長期電力設備開発計画に関する提言

9.1.1 電源開発計画に関する提言

本調査の結果を踏まえ、電源開発計画にして、以下のことを提言する。

(1) 最適電源開発計画

a. 系統制約の考慮

ベトナム国の電力系統は南北に長く、需要中心も南北2箇所が存在する。この需要に対応するため、南北の系統を500kVの送電線で連系しているが、この送電容量には制約がある。

一方、一次エネルギーは、北部には水力・石炭、中部には水力、南部には水力、石油・ガスというように資源が偏在している。これら特徴や条件は、電力の中長期的な開発計画に大きな影響を与える。この特徴や条件を計画に適切に反映していかなければならない。

これら特徴・条件の現状を正しく把握し、所定の供給信頼度を得るために、以下の3つのことを実施し、過不足なく開発することが、最経済的な電力設備計画を立案する上で最も重要である。

1. 正確な出水データに関わる運転データの記録ならびに将来地点の出水データの収集と計画への反映
2. 適切な検討手法の採用
3. 条件変化に対応したタイムリーな計画の見直し

b. 水力開発の着実な実施

中期的には、旺盛な電力需要に対応するため、ピーク需要への供給力として、また、発電電力量の確保の面からも、水力の開発が経済的であるといえる。

しかし、水力開発には社会影響、環境影響面への十分な配慮が必要である。十分な開発量が確保できない場合への対応として、次の対策を講じておくべきである。

1. 火力、揚水地点の培養（ポテンシャルスタディ、F/Sの実施）
2. 北部系統へ導入する石炭火力のWSS化やAFC量の増加

c. 南部系統への石炭火力の導入

ベトナム国において、石炭火力を開発する意義は大きい。北部地域に豊富な埋蔵量が確認されており、南部に運ぶ場合も運搬費による燃料費増は20%弱あるが、ガスや石油の約40%程度であり、燃料費低減効果が見込める。

(2) 個別地点の開発計画

a. 揚水発電計画の推進

本調査において実施した揚水開発計画は、有望開発地点の概念設計により、技術的にも、経済的にも有望であるとの結果が得られた。また、電源最適化シミュレーションの結果でも、2020年時点には、北部に150万kWの揚水発電所を投入することが、最も経済的であるとの結果が得られている。一方、揚水発電所を新規導入するためには、4.3.2節で述べたようにF/Sから運転開始まで、14年の期間を要する。したがって、早急に次ステップ(Pre-F/S)へ進むことを推奨する。

添付資料9-1に揚水開発のためのPre-F/SとF/Sの作業フローを示す。一般にPre-F/Sでは、F/Sのために3地点程度の有望開発地点の中から、最も優良な地点を選定する。その選定に当たっては、開発形式・規模、概略レイアウト、概算工事費及びEIAを地形図(1:5,000)、水文解析ならびに現地踏査等を踏まえて実施する。このPre-F/Sにおける有望地点の選定は、本調査で有望地点と抽出したPhu Yen East, Phu Yen WestとJN6の3地点が妥当である。

b. 既設水力の増設によるピーク供給力の増

今回の概略検討の結果、Tri An発電所の増設計画の経済性は高いことが、判明したことから、引き続きF/Sへ進むことを推奨する。ただし、Tri An発電所は、Dong Nai川の最下流に位置しているため、海水遡上防止のための放流義務があること、同河川上流域の開発計画による影響を受けること等の外的要因を考慮する必要がある。したがって、本増設計画の最適化検討は、Dong Nai川における水系一貫運用の最適化計画のなかで、本プロジェクトのF/Sを実施する必要がある。

c. 北部水力発電所増設

本調査では、Nam Mu川の上下流に計画されているBan Chat, Huoi Quang発電所の最適開発規模を検討した。当発電所の下流には、Son Laダム、さらに下流にHoa Binhダムがあり、ダムの運用に当たっては、洪水対策と効率的な発電の双方に留意する必要がある。

従って、水系一貫運用シミュレーション等の手法により、洪水容量の配分やダム水位の年間運用等を検討することにより、最適化を図る必要がある。

d. 南部石炭火力の建設

南部石炭火力発電所における石炭輸送費としては、Vinacoalからヒアリングにより得た、4,000~6,000DWTタンカーによるホーチミンまでの輸送費7\$/tを採用しているが、港湾設備としては、海外輸出用の45,000DWTタンカーを想定して設計している。今後は、大型タンカーによる輸送を考慮することにより、さらに経済性の向上を図る必要がある。

また、今回の検討は机上による概略検討であるため、今後は現地調査を含めたマスタープラン調査を実施し、送電線設備を含めた環境面、技術面からの評価を行い、開発優先順位を決定する必要がある。

9.1.2 送電システム拡充計画に関する提言

本調査の結果を踏まえ、送電システム拡充計画にして、以下のことを提言する。

(1) 南北送電線の最適な拡充工事

第3章の表3-3-1に記載した「IEの計画による2020年のベトナム国の500kV送電線」の建設に加えて、以下の工事を実施し、北部中部間を500kV2回線、中部南部間を500kV3回線とする案を推奨する。

Plei Ku 変電所から Nha Tran 変電所間 500kV 送電線 ACSR 330 mm² x 4 x 1cct 300 km (中部-南部間) 工事費約 82 mil USD

本工事により、水力発電所や石炭火力発電所などのベース電源を多く含む北部から中・南部へ1,600 MWの潮流を流し、かつ水力発電所を中心とした中部の発電力を、ガス火力発電所の多い南部へ送電することが可能となる。このため、送電線のコストと同程度の発電設備の投資抑制と発電燃料費の低減を図ることができる。また、中部南部間の系統の信頼度を高めることができる。ただし、本案の採択については、経済的なメリットが微妙なところがあるので、発電機運用方法も含めた詳細な経費削減効果の見積もり、および信頼度の向上効果に対する精査などについて今後EVN側で検討する必要がある。なお、500kV系統の信頼度としてN-1基準を採用するかどうかをEVN側で判断し、N-1基準を採用する場合には、北部グリッド内の500kV送電線を強化し、北部中部間を500kV3回線、中部南部間を500kV4回線とすることを推奨する。

(2) 揚水発電所の電源線

第3章に記載した揚水発電所の送電方法案の中から、揚水電源・動力の脱落量の許容値、Son La 発電所からの500kV送電線の経過地、および北部グリッド内の系統運用状況を見極めた上で、送電損失費および建設工事費を算出・比較して、最適な案を選定する必要がある。

(3) ベトナム国の系統上の問題

ベトナム国の系統に関する課題として、以下のものがあるので、今後検討が必要である。

- ・ 500/220 kV 変圧器および 220 kV 送電線の過負荷、および 220 kV 系統の事故電流の対策

- ・ 基準を上回る規模の事故が起こった場合の 500 kV 系統の運用方法
- ・ 500 kV 直列コンデンサの設置による発電機の軸ねじれ振動現象の影響・対策

9.2 環境側面から見た電源開発に関する提言

9.2.1 電源開発シナリオ

(1) 地球温暖化と電源開発シナリオ

地球温暖化は現在人類が直面している大きな環境問題として認識されている。しかも、発展途上国では旺盛な電力需要の伸びに対応するための電源開発も急務とされている。このように2つの相反する課題を解決する方策として、発展途上国では再生可能な純国産資源である水力発電が、重要な役割を果たすと期待されている。

そこで、本調査の電源開発シナリオの検討では、ベトナム国側の作成した第5次マスタープラン改訂版に沿って、2020年段階までにベトナム国内の水力開発可能量の開発を進め、それが終了した段階で、ピーク電源として揚水発電の開発を促進していくことが、経済的であるという結果が得られた。

一方で、「8.1.1 戦略的環境影響評価」で述べたように、揚水発電を含めた水力発電開発では、少なからぬ地域的な負の影響が予測される。それを解決するために、以下の提言をする。

- ・ 2次的影響（住民の移転先の環境影響）評価を含めた適切な EIA を実施し、自然環境および社会環境への負の影響を回避、最小化し、さらに代償措置を適切に実施するような環境緩和策を提案すること。

(2) 現実的な電源開発シナリオ

電源開発シナリオの作成時に、環境以外で重点的に考慮された事項は「実現可能性と経済性」であった。そのために、今回のシナリオで進める電源開発の主要な柱として、水力発電開発と石炭火力発電開発を挙げた。

環境配慮面からは、石炭火力発電はガス火力発電に比べても様々な面で劣り、勧められない。しかし、現実的な側面（経済効果・資源賦存量等）から石炭火力発電を考慮したシナリオを策定した。

そこで、環境配慮面から、石炭火力発電開発にあたっては、以下の点を重要な項目として提言する。

- ・ 南部での石炭火力発電開発について、本報告書ですでに数カ所建設候補地を挙げているが、この選定作業は仮作業であることから、次の段階で SEA の方針に従って候補地を選定すべきである。本調査で実施したような揚水発電開発地点選定

方法を強く推奨する。その上で地域的な影響については、2 次的影響（灰処理など）評価を含めた適切な EIA を実施し、自然環境および社会環境への負の影響を回避、最小化し、さらに代償措置を適切に実施するような環境緩和策を提案すること。石炭灰処理については現在実施中の JBIC PILOT STUDY “Environment improvement and pollution prevention by effective recycling of industrial and domestic wastes in Vietnam”のレポート（2004 年 3 月完了予定）を参照のこと。

- CO₂ 排出については京都議定書で提案されている CDM (クリーン開発メカニズム¹: 植林・新しい石炭火力への効率的転換) 等の支援策導入を検討すること。

(3) 必要最小限の開発

本調査では、ベトナム国側が作成した第 5 次マスタープラン改訂版で提案されている、各電源の設備開発必要量よりも少ない開発必要量で、目的が達成できることが判明した。環境配慮面からは、必要最小限の開発が望ましいので以下を提言する。

- 各電源設備の効率化を研究し、さらなる設備投資の削減を進め、開発を必要最小限に押さえること。

(4) 電力需要抑制策 (DSM)

電力を消費している側での電力需要抑制策 (DSM) を積極的に進めることが電源開発を抑える重要な施策であることから、以下を提言する。

6.1.3 節で述べたとおり、ベトナム国の日間電力需要は、昼間ピーク需要が急伸を続けており、現在の夜間電灯ピーク型から昼ピーク型への移行が予見される。また、近隣国の実績を踏まえると、今後の経済発展に伴い、昼夜間および季節間の需要格差は拡大を続けるものと予想される。したがって、ベトナム国においては、積極的な DSM 活動によって電力ピークを抑え、設備投資の抑制と設備稼働率の向上を図ることがますます重要になってきていると考えられる。

こうした中、ベトナムにおいては、8.2.1 節にて述べたとおり DSM Phase-II として各種の DSM プログラムが計画・実行されている。これらの施策は、蛍光灯の普及支援など即効性の高いものを中心となっており、DSM の初期段階として適切な措置が講じられているものと評価される。今後は、Phase-II の実施結果を詳細に検証し、効果の高い施策を順次

¹ 温室効果ガス排出量の数値目標が設定されている先進国が協力して、数値目標が設定されていない途上国内において排出削減（又は吸収増大）等のプロジェクトを実施し、その結果生じた排出削減量（又は吸収増大量）に基づきクレジットを発行した上で、そのクレジットをプロジェクト参加者間で分け合うこと。（環境省「図説・京都メカニズム」2003 年より）

拡大していくとともに、商業ベースで実施可能なものについては民間に委譲する、という現在の方針を堅持していくことが望ましい。

一方で、ASEAN 諸国や日本における DSM への取り組み事例に照らすと、タイやフィリピンで実践されている Labeling Program (エアコンや冷蔵庫の省エネ度を表示) や、実施機関による大口需要家への省エネコンサルティングなどは、ベトナムにおいても効果が期待され、かつ、直ちに導入可能な方策であると考えられる。

また、初期投資の少ない負荷調整契約も比較的容易に適用可能な DSM 方策であり、今後の産業・商業需要の伸びに伴い、高い効果の発現が期待される。この際、負荷調整契約を導入してきめ細かい負荷調整を実現するためには、需給情報をリアルタイムで把握し、運用指令を瞬時に伝達・実行することが重要となる。したがって、負荷調整契約の導入によるピーク電力の抑制に向けて、情報通信設備の整備を着実に進めていく必要がある。

9.2.2 環境社会配慮の実践

適切な EIA の実施など環境社会配慮を実践していくために、以下を提言する。

- 今までの開発での教訓を真摯に受け止め、今後の開発事業での緩和策に生かすこと。
- 様々な参考文献の応用すること。

以下のような文献が重要である。

- *Environmental Assessment Guidelines.* Asian Development Bank (2003).
- *Dams and Development: A New Framework for Decision-Making.* World Commission on Dams (2000).
- *Hydropower and the Environment: Present Context and Guidelines for Future Action.* International Energy Agency (2000).

- 十分な資源（時間、人、予算）を環境社会配慮の実践に配分すること。

適切な環境社会配慮を行うには、十分な時間をかけ、十分な人材を配置し、十分な予算で執行する必要がある。

- 他の省庁との連携を図ること。

EIA 関係では MONRE との連携が重要である。

ダム建設については、灌漑用ダム建設を手がける MARD との連携が重要である。特に MARD は、世界ダム委員会（World Commission on Dams）と協力して、ダム建設についての報告書をまとめている¹。

¹ Confluence – Newsletter of the Dams and Development Project, No.3. (July 2003). UNEP / DAMS AND DEVELOPMENT PROJECT.

9.3 財務的観点からの EVN の評価、将来的な課題と提言

(1) 投資計画について

本調査において、特に財務的な観点から様々な検討を実施したが、EVN が作成した財務計画は、財務的な観点からの予測である。従って、第5次マスタープラン改訂版の投資計画とは異なっている。

財務的な観点から投資等を考えることは重要であるが、第5次マスタープラン改訂版をベースとした財務予測を実施し、差異内容を把握分析し、今後の事業運営に活かすことが望まれる。

今後必要とされる資金額やその調達方法、EVN の財務的負担、それに伴う料金改定といった観点からの議論を進める上でもマスタープランと EVN の財務予測との差異の把握、分析が必要と思われる。

(2) 為替リスク

EVN は、これまでの設備投資により多額の外貨建借入金を有している。為替リスクに関しては、EVN が負担することになっており、為替変動が EVN の財務に与える影響は大きい。為替が大きく変動した場合、EVN が負担できない状況となった場合の考え方について、政府、EVN 間で検討しておくことが望まれる。

第 10 章 技術移転

第 10 章 技術移転

10.1 揚水素材地点抽出評価

地形・地質及び自然社会環境調査とそれに基づく揚水素材地点の抽出方法、優良地点の絞り込み方法等の技術移転は、基本的に OJT (On the Job Training) によって実施した。

10.1.1 調査設計

揚水素材地点の抽出方法、優良地点の絞り込みおよび、現地調査等の一連の業務の実施をカウンターパートと共同作業を行うことにより、業務の進め方や調査手法について OJT による技術移転を図った。具体的には調査に併せて下記を実施した。

- 現地結果の評価や調査地点の絞り込み等の打合せ時に、各地点の技術的調査項目や調査手法の説明を行い、調査計画技術向上を図る。
- 現地踏査時には、現地と図面を見ながら調査方法や設計内容・評価等を具体的に説明することにより、現地調査技術の移転を行った。

10.1.2 社会環境配慮

第 2 次現地調査時に、社会環境配慮についてセミナーを開催した。目的は本プロジェクトの社会環境配慮について話し合うことと、関係者の間で社会環境配慮と EIA についての理解を共有することであった。MOSTE から MONRE への構造改革のために、MONRE の EIA 専門家が出席できず、参加者全員で EIA の手続き等について確認することができなかった。

今後、関係者間で EIA とはなにか、社会環境配慮とはなにか、ということについて同じ理解を共有することは重要である。また EIA や社会環境配慮を適切に実施していくためにベトナム側にプロジェクトの所有意識 *ownership* を持つように働きかけることが不可欠である。

10.2 計画技術(添付資料 10-1)

EVN, IE, NLDC, PECC1 の技術者十数名に対し、東電所有の PDPAT II、IMPACT を移植し、実際に使用してもらうことを目的に PDPAT II、IMPACT のそれぞれの開発者をベトナムに派遣し、PDPAT II の理論、機能および IM/PACT の機能についての技術移転をセミナー形式で実施した。

セミナーは 4 日間の日程で開催し、PDPAT II、IMPACT の理論・機能、操作方法およびデータの作成方法について、パソコンを使用し実習方式で技術移転を行った。

表 10-2-1 セミナー実績行程

日 時	内 容	
6月5日(木)	AM	スケジュール説明, RETICS 理論・使用法
	PM	PDPATII 理論・使用法, IM/PACT 理論・使用法, 質疑, プログラムインストール
6月6日(金)	終日	RETICS, PDPATII, IMPACT 演習
6月9日(月)	終日	RETICS, PDPATII, IMPACT 演習
6月10日(火)	終日	補講, 質疑

10.2.1 ベトナム側の対応状況

(1) セミナー実施状況

- 出席者は全 11 名で連日数名の出入りはあったが、全課程に参加した 9 名の本セミナーへの意識・興味は大きく活発な質問や積極的な参加が見られた。
- 給電指令所および IE からの参加者は特に意識が高く、理解した内容について、他の参加者からの質問に対し、説明することも自主的に行っていた。
- 6 台のノートパソコンが用意された。
- 参加者の約半分が英語を話せるため、英語ベースでのセミナーで不都合はなかった。
- 初日の理論説明時には技術用語が頻繁に出てくるため、IE がベトナム語への通訳を実施した。

(2) 技術移転状況

- IE および給電指令所からの参加者のサポートもあり、全課程参加した者は今回供与したツールの内容と使用法を理解した。

10.2.2 プログラムの供与

- 今回正式にプログラムを供与した。
- 供与にあたっての使用条件はベトナム国内の電力系統に関する検討において、EVN 内での使用に限るものである。

この使用条件に関する合意をカウンターパートである Son La PMB から取り付けた。

10.3 ワークショップの開催

10.3.1 第1回ワークショップ (W/S) の開催

インセプションレポート、関連資料の確認と評価及びピーク電源最適化予備検討の説明・討議のため、政府関係機関およびドナー機関を招待し、EVNの主催による第1回ワークショップを2003年1月23日に開催した。

ワークショップは、添付資料10-2-1に示す議事次第により、約40人の参加を得て実施し、プレゼンテーションおよびディスカッションを通じて、調査団が提案した調査方法や計画に対する理解を深めることができた。

主な質疑およびコメントは以下のとおり。

- 解析プログラムのIMPACTは、解析対象とする発電所の数に制限はあるか。
→ 制限はない。
- 調査は、EVNの最新のマスタープランを考慮して実施する必要がある。
→ 第5次マスタープラン改訂版(19/6/2003)を基本とする。
- 揚水発電所の経済性評価にあたり、揚水のためのコストは総合的に考える必要がある。
→ 水力の余剰水利用および石炭火力発電所の焚き減らし費用を考える予定。
- 揚水素材地点を順位づけは、環境、技術的な適正、経済性をどのように考慮して決めるのか。
→ 極力経済性評価の中に織り込む予定であるが、自然環境の課題については定性的な評価にならざるを得ない。
- 計画されている発電所の日運転データをどのように作成するのか。
→ 同種発電所の実績および計画値に基づき作成する。
- 揚水素材地点の抽出にあたっては、抽出する地点数を制限しないほしい。
→ 素材地点の抽出する地点数は、目標値であり制限値でない。

プレゼンテーション資料を添付資料10-2-2に示す。

10.3.2 第2回ワークショップ (W/S) の開催

インテリムレポートおよび電源開発シナリオの説明・討議のため、政府関係機関およびドナー機関を招待し、EVN の主催による第2回ワークショップを2003年8月7日に開催した。

ワークショップは、添付資料 10-3-1 に示す議事次第に沿って、約 60 人の参加を得て実施した。調査団によるプレゼンテーションおよびディスカッションを通じて、次のステップへ進むためのコンセンサスが得られた。プレゼンテーション資料は、添付資料 10-3-2 に示す。

主な質疑およびコメントは以下のとおり。

(セッション 1,2)

- ベトナム国への PSPP の導入はいつ頃が妥当なのか？
 - 現状では判断出来ない。今回の W/S で設定する電源開発シナリオに基づきシミュレーションを行い、ベトナム全体の電力システムの年経費が最小となるケースを求めることにより、PSPP の必要性及び導入時期が明確となる。
- どのように Target year を 2015, 2020 年に設定したのか？ そして、なぜ 2010 年を Target year として取り扱わないのか？
 - Target year については、ベトナム政府と取り交わした MOM 及び S/W に従い、実施している。また、2010 年までは、ベトナム政府が承認した 5th M/P がある。
- 調査団は、既存および 5th M/P で計画されている水力発電所について、最適増設計画ならびに年間運転時間について検討してもらえないか？
 - 既存水力発電所の増設については、個別に検討する。しかし、新設水力発電所の年間運転時間については、個々の地点で最適値が異なる。従って、Ban Chat と Huoi Kuong についてのみ、揚水投入との経済比較を行う。
- 現在の Load Curve の変動が最大時と最小時を比べると 2~2.5 倍と大きいですが、PSPP の導入によりどの程度その差を小さく出来るのか？
 - 最適揚水投入比率の検討結果で明らかになる。
- 現在の PSPP の出力を 1,000MW, 7hrs と設定しているが、最適電源計画(M/P)が出来た時点で、その仮定と異なった結果となった場合、揚水ポテンシャルの開発優先順位は見直すのか？
 - その通りである。
- 北部域に PSPP (1,000MW)を計画しているが、最も近傍の Hoa Binh S/S (500kV) に接続することは、現状難しい。どのような系統計画を考えているのか？

→ 調査団が実施した系統解析結果では、送電線の現計画で PSPP (1,000MW)を北部域(Hoa Binh S/S 以外)に投入することは可能である。

(セッション 3, 4)

- 2015 年に Son La HPP が完成するかどうか、電源開発シナリオの 1 つとして検証する必要はないのではないか？
- 発電規模が大きいため、Son La HPP が計画通り完成した場合と遅れた場合の影響を把握する必要がある。
- ベトナム国における PSPP と原子力との開発計画に関して、原子力発電所の開発のタイミングは、PSPP の導入に影響を及ぼすかどうか？
- 原子力発電投入量時期については、5th M/P (改訂版) のものを前提条件とし、変化させないため、今回は検討しない。

10.3.3 第 3 回ワークショップ (W/S) の開催

本マスタープランの最終原案及びドラフトファイナルレポートの説明・討議のため、政府関係機関およびドナー機関を招待し、EVN の主催による第 3 回ワークショップを 2004 年 2 月 25 日に開催した。

ワークショップは、添付資料 10-4-1 に示す議事次第により、約 65 人の参加を得て実施し、プレゼンテーションおよびディスカッションを通じて、本調査に対するコンセンサスが得られた。プレゼンテーション資料は、添付資料 10-4-2 に示す。

主な質疑およびコメントは以下のとおり。

- PSPP の建設コストが安い(650US\$/kW)のは何故か。
- 現地調査で確認した地形条件から、高落差、高出力の設備となるため、kW 当たりの建設コストは、650US\$/kW となる。
- PSPP のポンプアップに一般水力を適用した場合、Fuel Cost が 0 cent/kWh であるが、これは正しいのか。
- 本 Study で入手した水文データによると、現在需要の少ない夜間 (off-peak) に溢水されていることが確認された。この溢水分をポンプアップに適用すれば、Fuel cost が 0 cent/kWh になる。
- PSPP の導入時期はいつ頃になるのか。
- 解析上では、2015 年から PSPP の導入が必要であるが、実際の建設工程を考えると、今すぐに建設を開始しても 14 年間要することから、初号機の導入時期は 2019 年となる。

- 原子力発電所が導入された場合、PSPP の役割はどうか？また、System 全体の改善等の効果は見込まれるのか。
- PSPP はピーク型電源であり、経済性は揚水原資として燃料費の安い電源を活用することにより向上するが、2020 年次点では、南部の石炭及び原子力の占有率は 20%以下であり、揚水原資としては使えない。
- EVN の検討結果によると、南北連系線が 2 回線化されたことにより、1,600MW の電力融通が可能と聞いているが、何故、1,300MW の電力融通しか出来ないのか。
- 南北連系線の 2 回線化により、安定度上 1,600MW の電力融通は理論上可能であるが、熱容量面から、中部に大規模電源が計画されているため、これを考慮すると 1,300MW の電力融通量となる。
- 一般に PSPP は一般水力開発と比較し、環境への影響が少なく、ベトナム国に導入することは必要であると思われる。しかし、経済面も含め更なる検討が重要である。
- その通りである。電力輸入量、国際連系、水力開発量等の各要因が変化すれば、それに応じて揚水の開発時期量を見直すことが重要である。