

## 第9章 調査結果による課題と知的支援の可能性

インド電力セクターの各機関との打合せの冒頭に、本調査団の目的は「電力セクターを取り巻く現状を調査して、今後 JICA における電力分野知的支援を検討する際の基礎資料を収集する」にあることと明確に説明した。

インドはそれぞれの州が国に相当するほど巨大な国であり、各州がそれぞれ独自に電力行政と運営を実施している。今回の調査は、インド 28 州のうち、人口の多い3大都市があるマハラシュトラ州（ムンバイ市）・ウエストベンガル州（カルカッタ市）・タミルナドール州（チェンナイ市）の3州と、世界銀行およびアジア開発銀行それぞれの支援の下で電力セクターの再編と構造改革が進んでいるアンドラプラデシュ州とグジャラート州の2州、合計で5州を現地調査の対象として選択した。

以下に、9分野別に「現状と課題」と「知的支援の可能性」につき述べる。

### 9.1 電力行政 と 9.2 電気事業経営

[現状と課題]：

- 1) 電力省(MOP) が 各州電力局(SEB) に対して 1996 年に示達した内容に沿って、各州が独自に「再編と構造改革 Reforming & Restructuring」を進めている。
- 2) オリッサ州は、世界銀行の支援で改革に着手し、インド国内では、改革の面で、最も進んでいる州とみられている。
- 3) グジャラート州は、アジア開発銀行の支援の下で進めており、オリッサ州に並んでインド電力セクターのリフォームをリードしていると言われている。
- 4) アンドラプラデシュ州は、世界銀行の支援の基に作成した青写真で改革が進められているが、形だけは整えたが実体はこれからといった状況である。
- 5) マハラシュトラ州、タミルナドール州、ウエストベンガル州での改革はこれからであり世界銀行とアジア開発銀行はこれら州には関与していない。
- 6) 今回のベースライン調査で改革の現状を調査したのは、今回訪問した5州のみである。
- 7) 改革は各州の電力局が対象であって、中央政府の管轄下の部門は今のところ具体的対象となっていない。
- 8) 州電力局 (SEB) の電力料金は、供給原価を反映しておらず、また用途別較差がきわめて大きいなど、合理性に欠けており、SEB の収支は大幅な赤字である。とりわけ販売電力量のほぼ半数を占める農業用（具体的には灌漑ポンプ）と住宅用の料金を是正することが SEB にとっての経営課題である。

- 9) 電力需要は経済成長に応じ、今後とも増大するものと考えられるが、こうした逆ざやを解消することなしには、いかなる電源開発も事態の悪化をもたらすのみであり、中長期的には電力供給の不安定化をもたらす。
- 10) IPP を始めとする分野で民営化が大幅に遅れている原因がどこにあるのかを、煩雑で極めて官僚的な法制度と許認可制度の面や、燃料の確保問題も含めて、分析の必要があろう。
- 11) 既設発電所の近代化による熱効率改善と公害対策、送電・配電設備の近代化による電力ロスの削減といった技術面を含め、経営効率の向上も、知的支援の対象となる分野と思える。

[知的支援の可能性]：

- 1) インド電力セクターの再編と構造改革は、世界銀行やアジア開発銀行の支援のみで行われているのではなく、インドの自主独立性が表面に出ているので、供給信頼度の確保など日本の独自色をアピールする機会があると思われる。
- 2) 電力セクターの再編と構造改革には財政改革が不可欠なので、電力料金体系を含めた行財政と経営の面で、JICA との接点を議論する意味があると思われる。
- 3) 電力供給の効率化に資する協力は、不合理な電力事業経営を正すプロセスを促す観点からも有効な協力と考えられる。

### 9.3 開発計画

[現状と課題]：

- 1) 電源開発・送電設備開発・電源供給のベストミックス・系統運用方法といった分野の最適化計画は、中央電力庁(CEA)が取り扱っており、CEA が作成した VISION BEYOND 2000 が開発計画の実行指針となっている。
- 2) 潜在的な不足電力は大きいにもかかわらず、電源開発に遅れを来している。その背景には、資金不足・機器発注の遅れ・メーカーの機器納入遅れ・用地取得遅れ・州間の紛争・一部の地点において見られる立地上の問題・契約不履行に伴う工事中断などがあり、さらに、特に州部門においては、発電部門における民間資本導入の遅れが重要な理由として挙げられる。中央電力(CEA)が承認済みの IPP プロジェクトでありながら、完成が大幅に遅れたりあるいは進んでいない案件が多く見られる。
- 3) インドは、基本的にピーク供給力の確保に悩んでいる。既設の水力は湯水による調整力不足でピークが出せずベースにまわり、火力でピークをとっている現状で、火力発電所の効率を落とすこととなっている。今後北部で更に水力を開発する計画であるが、いずれも環境問題への慎重な配慮が必要であり、開発が順調に進むかどうか懸念される。

[知的支援の可能性]：

- 1) ウエストベンガル州電力局との打合せで「ウエストベンガル州とバングラデシュ西部地区との国際送電連系についてのマスタープラン作成」の話題が出た。ウエストベンガル州はバングラデシュと隣接しており使用言語も国民性も同じなので、連系は現実的との理由が説明された。ブータンとネパールを含めた国際電力融通のマスタープラン作成構想は一考の価値があると思える。
- 2) 省エネルギーの標準化、企業のエネルギー診断、省エネルギーへのガイドライン作成の面で CEA は知見を求めている。
- 3) 今後の電力開発の課題として、経済的なピークカットを考慮した最適電源開発の計画策定が重要であり、揚水発電所は池も比較的小さく環境上の問題が少ない。地形的には西部に好適な地点があるので、今後の重要なピーク供給力として力点が置かれる可能性がある。他方、電力事業が州単位で運営される一方、河川が州をまたぐ場合にはその水利用にかかる利害調整の問題もあり、こうした制度整備への協力の可能性もある。

#### 9.4 火力発電

[現状と課題]：

- 1) 1960 年代に運転開始された石炭火力発電所は経年劣化のため、コントロールシステムの向上・ボイラー熱効率の向上・蒸気タービン交換の必要がある。また、硫黄酸化物・窒素酸化物・粉塵や排水の公害発生源ともなっている。
- 2) 石炭火力発電所から排出される石炭灰の処理に苦慮しており、「石炭灰の有効利用」は CEA VISION BEYOND 2000 のテーマの一つである。
- 3) インド各地で生産されて石炭火力発電所に持ちこまれる石炭には岩石が多量に混在しているため、発電所の熱等の効率を悪化させており、洗炭等により石炭品質向上が求められている。
- 4) 火力燃料の主体は国内炭であるが採炭条件の悪化により今後大幅な増産は困難と見られる。将来の 1 次燃料として何を選ぶかは、インドのエネルギー需要規模が膨大なだけに日本の輸入化石燃料に影響を及ぼしかねない。

[知的支援の可能性]：

- 1) 1960 年代に運転開始された石炭火力発電所の 1-2 基を対象として、熱効率向上と公害対策のモデルをつくることが有用と考えられる。
- 2) 洗炭等による石炭の品質向上技術は我が国にあると思われるので、その技術輸出可否を含め議論する意味があると思う。
- 3) 発電所の熱管理への協力は、環境対策とともに電力供給の効率化の観点から有効である。

## 9.5 水力発電

[現状と課題] :

- 1) 20-30年経過した日本製水車発電機が100台以上あり、水車ランナー・発電機コイルの取り替え補修時期に入っている。これら補修の逐次実施と老朽化した水力の改造工事が生み出す経済効果を、開発調査で試算する案が話題に上った。
- 2) インドではピーク電力供給力の確保に腐心しており、その解決策の一つとして揚水発電が話題となっている。JICAもカトジャラル揚水発電・バンドウ揚水発電の2つの開発調査要請を過去に受けている。

[知的支援の可能性] :

- 1) 発電事業者が経営改善に取り組むなかで、老朽化した日本製水車発電機100台以上の集中取替えの生み出す経済的効果を開発調査で試算することを検討する意義は高い。

## 9.6 送電と配電

[現状と課題] :

- 1) 世銀等の主導により進められる電力セクター改革において、送電事業者は要の役割を果たしている。この事業効率化は電力事業経営改善の鍵でもある。
- 2) インドは数ヶ所で地域間連携のため800kV系の送電線設備を建設(一部は日本の資金)し、当面は400kVで運用するが、今後800kV級の送変電設備の設計・建設を含めて800kV系送電網の運用を学ぶ必要がある。
- 3) 中央研究所(CPRI)は、高圧鉄塔の設計・電気メーター・システムモニタリングシステム・残存耐用年数の推定方法・クリーンコール(Clean Coal)技術・GIS・半導体技術等といった日本の技術を貪欲に求めている。
- 4) インド内の地域間連係は今後ますます進んでいくであろうから、今後整備されて行く送電網の設計と運用には「テクニカルロス減少」の観点が必要である。
- 5) インドでの「ノンテクニカルロス」はかなりの割合に達しており、送配電ロス軽減の対策の必要性が従来から叫ばれてきた。盗電等の問題を含めての対策についてインド側は日本の経験に興味を示している。

[知的支援の可能性] :

- 1) 現状の送電ロスは多大であり、この改善により相当の電力供給量の増大が見込まれる。同分野で

の技術協力及び資金協力の意義は高い。

- 2) インドの高圧配電網は中央送電公社(PGCL)の管轄であり、その事業計画局長から「10 数年前に日本を訪問したとき、狭い国土に緻密に張り巡らされた送電設備を見て、これはインドの手本にはならないと感じた。しかし最近のインドの実情を見ると、送電系統が錯綜してきて、あの高度に集積された送電系統に学ぶ時がきた」という話があった。日本の高圧(100万ボルト系)送電技術の導出を検討するタイミングと思われる。
- 3) 日本の電力技術研究所や日本の主要電力会社の技術陣との交流を、積極的に推進させることは意義があると思われる。
- 4) 送電網におけるテクニカルロス減少対策の技術移転は現実的であつ具体的支援と思える。
- 5) 盗電を感知するエレクトロニクス機器の開発など、ノンテクニカルロスの削減について、適当な時期に技術者を送りこむのも支援の一つと思える。
- 6) ロス減少の技術的対象だけでなく、それらロスを低減させることが電力事業体の健全経営に必要・重要であることを、各レベルの職員に認識させるような指導・教育を支援することで、上に述べた技術的対策がより目的意識をもって実施され、効果をあげることが期待される。

## 9.7 地方電化

[現状と課題] :

- 1) インドの 1998 年時点での電化率は、アンドラプラデシュ州 = 100.0%・マハラシュトラ州 = 99.4%・タミールナドール州 = 100.0%・グジャラート州 = 98.8%・ウエストベンガル州 = 76.9% となっており、食料自給 - 農業優先政策 - 農業灌漑用水といったインド政府の行政が、電化率向上に繋がっている。
- 2) 灌漑用のポンプの効率が 18% と極端に低いことが問題となっており、アンドラプラデシュ州では 200 万台・マハラシュトラ州では 250 万台・その他の州でもそれなり膨大な数の低効率ポンプが稼働している。

[知的支援の可能性] :

- 1) 地方電化率向上と言う意味での知的支援は必要ないと思われる。
- 2) 低効率の農業灌漑用ポンプを改良によって生み出される省エネルギー効果は甚だしいので、日本の電気事業者等是对応可能と見る。
- 3) 地下水位低下も徐々に深刻な問題となっている模様である。節水を目指す農業技術の開発および森林造成(電力設備建設時に規制されるフォレスト・クリアランス対応)を含め、電気事業が“水”の視点で検討を始めるべき時期にきているとも見られる。

## 9.8 新エネルギー

[現状と課題] :

- 1) 再エネルギー開発庁(IREDA)においては、農業用電力の負担軽減の観点から太陽光等再生可能エネルギー利用の独立型電化を進めることも対策の一つと考えられ、補助金との長期的な経済負担の比較において事業化可能性が確認されれば、これに資金貸付を行うことも検討するとの意見が示された。
- 2) サトウキビのカス(バガス)を燃料とした発電設備について、技術およびファイナンスの面での検討が進められている。
- 3) CEA は Super Critical 発電・IGCC 発電(Integrated Gasification Combined Cycle ガス化複合発電)に注目している。

[知的支援の可能性] :

- 1) インド以外の国でもバガス発電の話題は出ているが、実用化に至った事例は聞いていない。バガスの流通など技術以外の観点での検討が必要と思われる。一方、目下の需給に追われている州電力庁では関心は薄く、太陽光などイニシャルコストが高価であり論外とする州もあった。
- 2) IGCC は民間レベルの案件として進められていくとみる。

## 9.9 人材育成

[現状と課題] :

- 1) 人材育成をになう国立電力研修所(CPRI)は、今後の事業計画の一環として、従来の技術研修に加え、電力改革に対応した研修の開始が計画されており、この中でマネジメントや財務会計についても取り上げたいとしている。
- 2) 人材育成  
インドでは、とりわけ公的機関の関係者に経営管理概念の不充分さと、管理層と労働層の較差が指摘されている。

[知的支援の可能性] :

- 1) 生産性向上は従来我が国が得意としてきた分野であり、こうした観点から協力を行うことも重要と考えられる。

### その他所見

今回の調査を通じて、支援9分野に共通またはインド電力セクター全般に関する所見を以下に整理

した。

- 1) インドは巨大な国であり、すべての州が同じ気質ではない。25 州のうちのいくつかの州は「日本からの知的支援」を期待しているし、「日本の援助全体」への期待もあると思えるので、このような親日的な州を足がかりに、知的支援を開始するのの一策と考える。
- 2) 州電力局（SEB）は、事業者発電設備の 61%を所有運転し、圧倒的多数の需要家に対して電力の供給責任を負っているため、今日のインドにおける電力問題は SEB の問題と言っても過言ではない。現に、州の電力局の電力供給への意気込み・責任感・真剣さを感じた。従って、日本の知的支援の可能性をより具体的に検討するには、中央政府もさることながら、州政府との会話が重要である。
- 3) 中央電力庁（CEA）は、国の電力政策策定すると共に数多くの許認可（インドは名だたる許認可王国）権限を持ちつづけており、折があればさらに増やすことを狙っているとの観測もあり、インドの電力セクターを改善するには州の電気事業のリフォームに先立ち、中央政府・CEA のリフォームがより緊急な課題ともみられる。  
世界銀行やアジア開発銀行は州単位でのリフォームには手も口も出しているが、中央政府機関のリフォームには触れてないようにみえるので、本問題を世界銀行やアジア開発銀行との議論の場に出すべきと考える。
- 4) 各州政府は、自州電力局の財政赤字に鑑み、中央政府の通達にそって unbundle を進めてはいるが、実務の関係者は unbundle した後に、どんな問題が生じそれをどう解決するか検討・推測する時間がないようである。世界銀行やアジア開発銀行の支援を拒否して州独自にリフォームを進めようとしている州もあるので、リフォームを世界銀行やアジア開発銀行だけに委ねるのではなく、日本の支援を要望する州に対して日本独自支援路線を検討する価値があると考察する。
- 5) 各州の電力セクター改革の結果、分離独立することとなる送電及び配電部門が、独立に際しての技術的な基盤整備を求められるケースがある。  
現在まで、JICA に対して、グジャラート州や A P 州が、配電網整備に関する基本調査を要請してきている。また、ピーク供給力の偏りから、州によっては揚水発電のニーズがあり、カトラジャール揚水・バンドウ揚水の開発調査の要請を JICA は受けている。  
揚水の全般的な必要性やその規模等についての予備的な調査を含め、これらの点でインド側に協力できる可能性がある。