

ブータン王国  
地方電化促進プロジェクト  
事前評価調査報告書

平成 20 年 3 月  
(2008 年)

独立行政法人国際協力機構  
経済開発部

経 済

J R

08-028

**ブータン王国  
地方電化促進プロジェクト  
事前評価調査報告書**

平成 20 年 3 月  
(2008 年)

独立行政法人国際協力機構  
経済開発部

## 序 文

ブータン王国（以下、「ブ」国と記す）は、平等かつ幸福な社会を目標とする「Gross National Happiness (GNH)」を開発の基本理念とし、1999年に長期ビジョンである「Bhutan 2020-A Vision for Peace, Prosperity and Happiness」を策定しました。同ビジョンに基づき策定された第9次5ヵ年計画の中で、配電網延伸による電化と、小水力発電や太陽光発電などによる独立分散型電源による電化により、2020年までに世帯電化率を100%にすることを政策目標として掲げています。

これまでに「ブ」国政府は、国内の豊富な水力資源を活用した電源開発を進め、インドに売電することにより主な外貨収入源としてきましたが、国内における地方電化は遅れており、2005年時点の世帯電化率は57%、特に農村部は4割程度にとどまっています。

そこで、「ブ」国政府は、JICAの支援により「地方電化マスタープラン(2005年)」を策定し、これに基づき、JBIC及びADBの資金協力を得つつ地方電化事業に積極的に取り組んでいます。

しかしながら、地方電化事業実施主体であるブータン電力公社は、険峻な国土に散在する集落を電化するという難題に対し、技術面および経営面の能力・経験が不足しており、地方部への効率的な電力供給という課題を抱えていることから、遠隔地への配電線延伸による地方電化事業の急激な拡充に伴う配電網の運用・保守管理、電気料金徴収、運用管理体制構築のための能力強化が必須となっています。

このような背景のもと、「ブ」国政府は、地方部の効率的な電力供給を目的に、技術協力プロジェクトを我が国に要請してきました。

これを受けて当機構は、2008年1月に事前評価調査団を派遣し、現地調査を実施するとともに、協力内容について先方政府と協議した結果、2008年3月に討議議事録(R/D)の署名に至りました。これにより、「地方電化促進プロジェクト」を3年間にわたって実施することとなりました。

本報告書は、上記調査結果及び協議結果を取りまとめたもので、今後のプロジェクトの実施にあたって広く活用されることを願うものです。

ここに、これまで調査にご協力頂いた外務省、経済産業省、在インド大使館など、内外関係機関の方々に深く謝辞を表するとともに、引き続き一層のご支援をお願いする次第です。

平成20年3月

独立行政法人国際協力機構

経済開発部長 新井 博之



出典：外務省



ブータン国地図



出典：Jomolhari Hotel

Thimphu (ティンブー) 市内の地図



集合写真



M/M署名



ワークショップの様子



ワークショップの様子



DOE/REDの建物



BPC本社





Begana 訓練センター



Begana 訓練センターの教室



Begana 訓練センター内（変圧器の修繕）



配電柱上変圧器の巻き線修繕



Thimphu のコールセンター  
(11名体制で8am-9pm シフト)



トラブルや苦情はコールセンターからラインマンへ  
(無線や携帯で指示を受けたラインマンは、メ  
ガーやテスターを持って現場に直行する)



Wangdi Phodrang ESD 事務所



Wangdi Phodrang ESD 支払い窓口  
(Complain Room も併設されている)



RE4 の建設現場 (33kV)



RE4 の建設現場 (33kV)



Thimphu 以外の地方はすべて架空配電  
変圧器はH柱の柱上もしくは地上設置



山岳地域の配電設備





Rukubji マイクロ水力発電所  
(無償資金協力)



Rukubji マイクロ水力発電設備 (40kW)  
Department of Livestock から 2003 年に供与され  
た冷蔵庫 (写真右奥) も併設されている。



Chendebji マイクロ水力発電所 (e7 Project)



Chendebji マイクロ水力発電設備 (70kW)



## 略 語 表

ADB	Asian Development Bank
BEA	Bhutan Electric Authority
BPC	Bhutan Power Corporation Limited
BTL	Bhutan Telecom Limited
CSP	Corporate Strategic Plan
DCSD	Distribution and Customer Services Department
DGPC	Druk Green Power Corporation
DHI	Druk Holding Investments
DOE	Department of Energy
DOP	Department of Power
EDD	Engineering & Design Division
ESD	Electric Service Division
FDI	Foreign Direct Investment
GEF	Global Environment Facility
GIS	Geographic Information Systems
GNH	Gross National Happiness
GPS	Global Positioning System
HRD	Human Resource and Administration Department
ICE	Innovation, Creativity, Enterprise
JBIC	Japan Bank for International Cooperation
JICA	Japan International Cooperation Agency
JCC	Joint Coordination Committee
L/A	Loan Agreement
MEA	Ministry of Economic Affairs
M/M	Minutes of Meeting
M/P	Master Plan
MTI	Ministry of Trade and Industry
O&M	Operation & Maintenance
PBIS	Performance Based Incentive System
PDM	Project Design Matrix
PO	Plan of Operation
PSD	Procurement Services Division
R/D	Record of Discussion

RE	Rural Electrification
RED	Renewable Energy Division
SAIDI	System Average Interruption Duration Index
SAIFI	System Average Interruption Frequency Index
SC	Service Center
SDA	Sustainable Development Agreements
UNDP	United Nations Development Programme

# 目 次

序 文  
地 図  
写 真  
略語表

第 1 章 調査の概要	1
1-1 調査の背景	1
1-2 調査の目的	1
1-3 調査団構成	2
1-4 調査日程	2
1-5 主要面談者	3
第 2 章 協議の概要	5
2-1 調査結果概要	5
2-2 対処方針に基づく確認結果	6
2-3 団長所感	10
第 3 章 「ブ」国電力セクターの現状と課題	13
3-1 電力セクター概況	13
3-2 地方電化事業に係る現状と課題	25
3-3 他ドナーの動向	34
第 4 章 プロジェクトの基本計画	37
4-1 プロジェクト目標	37
4-2 上位目標	39
4-3 成果、活動	40
4-4 投入（日本側、「ブ」国）	42
4-5 外部条件とリスク分析	43
4-6 プロジェクト活動計画	44
第 5 章 プロジェクトの評価	45
5-1 妥当性	45
5-2 有効性	46
5-3 効率性	46
5-4 インパクト	47
5-5 自立発展性	47
第 6 章 技術協力実施上の留意点	49



付属資料

1. 署名した M/M	53
2. 事業事前評価表	73
3. 署名した R/D	81
4. 平成 19 年度要請書	95
5. 平成 20 年度要請書	125
6. 事業強化のための電力セクター調査帰国報告会資料	143
7. 面接者リスト	151
8. 収集資料リスト	153

# 第1章 調査の概要

## 1-1 調査の背景

ブータン王国(以下、「ブ」国と記す)政府は、平等かつ幸福な社会を目標とする「Gross National Happiness (GNH)」を開発の基本理念とし、1999年に長期ビジョンである「Bhutan 2020-A Vision for Peace, Prosperity and Happiness」を策定した。同ビジョンに基づき策定された第9次5ヵ年計画の中で、配電網延伸による電化と、小水力発電や太陽光発電など独立分散型電源による電化により、2020年までに世帯電化率を100%にすることを政策目標として掲げている。

これまでに「ブ」国政府は、国内の豊富な水力資源を活用した電源開発を進め、インドに売電することにより主な外貨収入源としてきたが、国内における地方電化は遅れており、2005年時点の世帯電化率は57%、特に農村部は4割程度にとどまっている。

そこで、「ブ」国政府は、JICA支援により「地方電化マスタープラン(2005年)」を策定し、これに基づき、(Japan Bank for International Cooperation : JBIC)及び(Asian Development Bank : ADB)の資金協力を得つつ地方電化事業に取り組んでいる。

他方、地方電化政策立案を担うエネルギー省(Department of Energy : DOE)および事業実施主体であるブータン電力公社(Bhutan Power Corporation : BPC)は、険峻な国土に散在する集落を電化するという難題に対し、技術面および経営面の能力・経験が不足しており、地方部への効率的な電力供給という課題を抱えていることから、遠隔地への配電線延伸による地方電化事業の進捗に伴う配電網の運用・保守管理、電気料金徴収、運用管理体制構築のための能力強化が必須である。また、独立系統では既存の設備の運用・保守管理のあり方や今後の電化計画の採択と効率的な実施が求められており、持続的な地方電化事業が実施できるような体制構築や人材育成が必要である。

今回の事前調査は、上記状況を改善すべく「ブ」国政府からの我が国への協力要請に基づき、これまでJICAが実施した地方電化マスタープラン(Master Plan : M/P)および電力設備専門家(2007~2008年)の成果を踏まえ、現地調査や政府関係者との協議を実施し、本プロジェクトに係る協力方針、活動内容および投入計画等を策定することを目的とする。

## 1-2 調査の目的

本調査団は、「ブ」国側関係機関との協議を通じて、本協力に関する基礎情報を確認するとともに、本協力を実施する際の先方の実施枠組みを確認し、協力内容について合意を形成することを目的とする。また、併せて本協力についての妥当性、有効性についての事前評価を行う。

### 1-3 調査団構成

氏名	担当分野	所属
鈴木 薫	団長	JICA 経済開発部第二グループ 電力・エネルギーチーム チーム長
大類 久里	協力企画	JICA 経済開発部第二グループ 電力・エネルギーチーム 特別嘱託
當波 茂孝	配電技術	海外電力調査会電力国際協力センター業務部 副長
三島 光恵	評価分析	コンサルタント/OPMAC 株式会社海外事業部 次長
桑原 憲一	配電計画	コンサルタント/四国電力株式会社事業企画部海外事業プロジェクト 東京事務所 プロジェクトマネージャー

### 1-4 調査日程

Date			Mr. Suzuki (Team Leader)	Ms. Orui (Cooperation Planning)	Mr. Tonami (Distribution)	Ms. Mishima (Evaluation)	Mr. Kuwahara (Distribution Planning)	Accommodation
1	Jan. 27	Sun	Narita (10:45)-Bangkok (15:45) / TG641					-
2	Jan. 28	Mon	Bangkok (06:50) - Paro (10:00) / KB127 Paro - Thimphu 15:00-16:00 Courtesy call on GNH Commission Meeting at JICA Bhutan Office				Narita(10:45)- Bangkok(15:45) / TG641	Thimphu
3	Jan. 29	Tue	10:00-12:30 Meeting with ADB RE team at Druk Hotel Business Center 14:00-18:00 Meeting with Mr. Nishiwaki, JICA Expert at JICA Bhutan Office				Bangkok(9:10) - Paro (13:00)/ KB123 Paro - Thimphu	Thimphu
4	Jan. 30	Wed	9:30-10:30 Courtesy call on BPC MD, GM of HRD, DCSD and RED 11:30-12:30 Visit to Begana Training Center Meeting with Central Maintenance & Training Division, BPC 15:30-16:30 Meeting with RED, BPC Internal Meeting and Preparation of the Workshop					Thimphu
5	Jan. 31	Thu	9:30 - 15:00 Workshop with DOE, BEA and BPC on PDM 16:00-16:30 Meeting with EDD, BPC on GIS					Thimphu
			G1:Preparation for PDM & PO	G2:16:30-18:00 Visit to BPC RE Store and MHP (190kW x 4)	Same as G1	Same as G2		
6	Feb. 1	Fri	10:00-12:30 Meeting with DOE and BPC on PDM and PO at DCSD office 14:00-14:30 Courtesy Call to DOE DG 15:00-16:00 Internal Meeting at JICA Bhutan Office 16:30-17:30 Meeting with UNDP at UNDP office				9:30-11:30 BPC EDD 14:00-16:00 BPC Thimphu ESD	Thimphu
7	Feb. 2	Sat	8:00- Drive to Wangdi (2 hours) 13:00- Visit Wangdi Phodrang ESD Drive to Trongsa (4.5 hours)					Trongsa
8	Feb. 3	Sun	7:30-8:30 Meeting with Trongsa ESD 8:30- Drive to Chendebji (1.5 hours) 10:30- Site Visit to Chendebji MHP (e8 Project site) and Rukubji MHP (Grand Aid Project) Drive back to Thimphu (5 hours)					Thimphu
9	Feb. 4	Mon	9:00-10:00 Internal Meeting at JICA Bhutan Office 10:00-13:30 Meeting with DOE and BPC on M/M, draft R/D, PDM and PO 11:30-12:00 Meeting with BPC MD, DCSD GM and Head of RED, DOE 15:00-16:00 Meeting with RED of DOE at RED Office on Final Draft of M/M					Thimphu
10	Feb. 5	Tue	12:00- Report to JICA Bhutan Office 14:00- Courtesy call to Secretary of MEA 14:30- Signing for M/M at DOE					Paro
11	Feb. 6	Wed	Paro (11:10) - Delhi (14:40) / KB204 17:30-19:00 Report to JBIC at JICA India Office	Paro (8:40) - Bangkok (13:55) / KB120, Bangkok (22:35) -			Delhi	
12	Feb. 7	Thu	10:00-12:00 Report to JICA India Office 15:00-16:00 Report to EOJ Delhi (19:50)-		- Narita (06:15) / TG640		-	
13	Feb. 8	Fri	-Narita(6:45) / JL472					



## 1 - 5 主要面談者

### ( 1 ) Ministry of Economic Affairs (MEA)

Mr. Sonam Tshesing                      Secretary

### ( 2 ) GNH Commission

Mr. Namgyel Wangchuk                  Deputy Program Officer, Development Cooperation Division

### ( 3 ) Department of Energy, Ministry of Economic Affairs (DOE)

Mr. Yeshe Wangdi                      Director General

Mr. Mewang Gyeltshen                  Head/Executive Engineer, Renewable Energy Division

Mr. Karma P. Dorji                      Project Manager

Mr. Karma Tshering                      Head of Planning Coordination Division

Mr. Chhimi Dorji                        Deputy Executive Engineer

Mr. Karma Chhophel                      Head, Hydro-metrology Services Division

Ms. Deki Choden                        Officiating Head, BEA

### ( 4 ) Bhutan Power Corporation Limited (BPC)

Mr. Bharat Tamang                      Managing Director

Mr. K.B. Wakhley                        Executive Director, Human Resource and Administration Dept.

Mr. Jai Dev Sharma                      Head & Senior Manager, Engineering & Design Division

Mr. Kinlay Dorjee                        General Manager, Distribution & Customer Services Dept.

Mr. Heruka Zangpo                      Deputy Manager, Central Maintenance & Training Division,  
Distribution & Customer Services Dept.

Mr. Tashi Wangchuk,                      Central Maintenance & Training Division, Distribution &  
Customer Services Dept.

Mr. Gyeltshen Wangdi                      General Manager, Rural Electrification Dept.

Ms. Deki Yangzom                        Deputy Manager, Rural Electrification Dept.

Mr. Sonam Gyeltshen                      Senior Manager, Thimphu Electric Service Division Office

Mr. Dorji Namgay                        Engineer, Engineering & Design Department

Mr. Tshering Choden                      Assistant Manager

### ( 5 ) United Nations Development Programme (UNDP)

Mr. Doley Tshering                      Program Officer, Energy, Environment and Disaster Unit

Mr. Karma Chogyal                      Program Associate

### ( 6 ) ADB

Mr. Kaoru Ogino                        Energy Specialist, Energy Division, South Asia Department

福地 智泰                                  コンサルタント

岡村 毅                                      コンサルタント

中川 由香                                  コンサルタント

(7) JICA ブータン駐在員事務所

矢部 哲雄

所長

宮田 真弓

企画調査員

(8) JICA 個別専門家

西脇 薫

電力設備アドバイザー

## 第 2 章 協議の概要

### 2-1 調査結果概要

「ブ」国関係者と協議した結果をまとめた付属資料 1 の協議議事録（Minutes of Meeting : M/M）を、2008 年 2 月 5 日に署名した。以下に M/M の概要を記す。

#### (1) プロジェクトの背景

プロジェクトの背景として、2020 年までに世帯電化率を 100%にする方針に変わらないこと、我が国への要請内容に変わらないことを確認した。

#### (2) プロジェクト名

DOE および BPC と協議した結果、本プロジェクトは地方電力供給の効率性向上を図るものであることから、プロジェクト名を“Improvement of Efficiency for Rural Power Supply”とすることを確認した。

#### (3) 実施体制

本プロジェクトにおけるカウンターパート部門および責任者は、以下のとおりとすることを確認した。

Project Director : DOE 総局長  
Senior Project Manager : BPC 人材開発総務部長  
Project Manager : BPC 配電・顧客サービス部長  
Project Coordinator : DOE 再生可能エネルギー課長

#### (4) PDM の確認

DOE および BPC の関係者とのワークショップにおいて、このプロジェクトの目的を確認し、Project Design Matrix (PDM)、活動計画 (Plan of Operation : PO) の内容を協議・確認した。

#### (5) 実施協議議事録 (R/D)

DOE および BPC の関係者と協議し、討議議事録 (Record of Discussion : R/D) 案の内容を確認した。また、R/D の署名者は、GNH 委員会の開発協力課長、DOE 総局長、BPC 取締役および JICA ブータン駐在員事務所長の 4 名であることを確認した。

#### (6) 調整委員会

本プロジェクトにおける合同調整委員会 (Joint Coordination Committee : JCC) を設置し、本プロジェクトの進捗管理を行うことを確認した。

#### (7) その他

ローカルコストについて、一部プロジェクトで負担するよう、DOE から要望があった。



## 2-2 対処方針に基づく確認結果

調査・協議事項	現状および問題点	対処方針	調査結果
1. 本協力の位置づけについての確認	<ul style="list-style-type: none"> <li>「ブ」国の世帯電化率は57%（農村部で4割程度）であり、「ブ」国政府は2020年までに世帯電化率100%を掲げている。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>「ブ」国における電力セクターの現状、電化率向上といった政策について確認し、本プロジェクトの位置づけを明らかにする。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>「ブ」国における既存の電源は、水力発電1,480MW、マイクロ水力8.6MW、ディーゼル発電16.4MW、太陽光発電0.25MWである。</li> <li>年間発電電力量2,521GWhのうち、約7割がインドに輸出されている。</li> <li>第9次5ヵ年計画までに約31,100世帯が電化され、オン・グリッドの電化対象範囲は52%電化された。</li> </ul>
2. 地方電化に係る基礎情報の確認	<ul style="list-style-type: none"> <li>「地方電化 M/P 開発調査」を JICA にて 2003-2005 年に実施した。同 M/P を基に、JBIC および ADB が配電網整備を実施予定。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>地方電化事業の現状や実施方法を確認し、本プロジェクト内容に反映させる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>JICA 地方電化 M/P 開発調査（2005）を基に、BPC の RED が主管部として RE 3 を実施し、約 15,000 世帯が電化された。RE 4（2008-2013）の実施についても順調に進められている。</li> <li>BPC では、RE 4 のうち、JBIC プロジェクト実施に伴い、16 名を新たに雇用了。</li> <li>BPC の RED では GPS を活用した地点調査を行っている。GPS で収集したデータは、BPC の EDD において GIS によるデータ集積・管理を行っているが、RED や DCSD では GIS を導入していないため、集積されたデータは BPC 内で十分に活用されていない。</li> <li>環境クリアランス（NEC）については、JBIC の有償資金協力を実施するサイトは取得済み。ADB の対象地域については、現在申請を行っている。</li> </ul>
3. 他ドナーの協力の動向	<ul style="list-style-type: none"> <li>JBIC は、上述 M/P を基に、地方部における配電網整備（新設およびリハビリ）を行う。2007年5月にL/A調印済み。現在コンサルタント選定中。</li> <li>ADB は、JBIC 以外の地方部の配電網整備を行う予定。（1992年以降、フェーズ1～3までも実施）</li> <li>インドは、水力開発、送電網整備、中央給電指令所等への支援を行っている。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>電力セクターにおける援助協調について確認する。特に、ADB、インド等の支援内容、今後の方向性について確認し、本プロジェクトとの重複がないことを確認する。</li> <li>JBIC の地方電化事業の進捗状況を確認し、本プロジェクトとの連携の可能性について検討する。</li> <li>今後の JICA 協力に対する期待、連携の可能性について検討する。</li> </ul>	<p><b>【JBIC】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>RE 4 では 24,300 世帯を電化対象としており、そのうち JBIC は約 15,000 世帯を電化予定。</li> <li>20 ある県（Dzongkhag）のうち、10 県を対象としている。</li> <li>JBIC では主に、計画から建設までの有償資金協力をを行い、本プロジェクトでは建設後の保守管理のための技術協力を行う。</li> </ul> <p><b>【ADB】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ADB は RE 4 のうち、（JBIC 対象県以外の）8 県を対象に 9,000 世帯程度を Grant（US\$17.5mil.）で電化予定。</li> <li>Rural Electrician Training Program においては、オフグリッドを対象とした配電工事やメンテナンス等のトレーニングを行っている。</li> <li>Accelerate Rural Electrification Project では、地方電化促進を目的に、地方部のオン／オフグリッドを対象としたコミュニティベースのビジネスモデル、およびア</li> </ul>

			<p>ウトソーシングの一環で、BPC が現地雇用者（Technician）と契約して、Begana でのトレーニングを実施している。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ ADB プロジェクトとの重複はないが、ADB も地方電化に係る技術協力を行っているため、適宜情報交換等を行いながら、本プロジェクトを遂行する。</li> </ul> <p><b>【UNDP】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 再生可能エネルギー政策（Renewable Energy Policy）策定支援を行った。2006 年に完成しているが、承認には至っていない。</li> <li>・ GEF プロジェクトにて、パイロットプロジェクトを Sengor（センゴール）で実施。マイクロ水力発電システムとコミュニティの生計向上活動のためのガイドラインを策定しており、同ガイドライン（最終案）は 2008 年 3 月頃に完成予定。</li> <li>・ 独立電源の太陽光発電設備については GEF で実施している。</li> <li>・ オフグリッドに係る協力にあたっては、UNDP と適宜情報交換を行いながら遂行する。</li> </ul> <p><b>【インド】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ インドは主に、Tala（タラ）や Chukha（チュカ）等の水力開発や、電源開発に伴う送電設備、東西連系線等への協力を行っている。</li> <li>・ Thimphu の中央給電指令所についても支援を行っている。</li> <li>・ インドは、自国への電力供給を目的に、「ブ」国での電源開発を行っており、地方電化には興味を示していないため、本プロジェクトとの重複はない。</li> </ul> <p><b>【その他】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 「ブ」国では、インド、ADB、UNDP など多数のドナーが協力を行っているが、電力・エネルギーセクターにおけるドナー間調整やドナー会議等は特に実施されていない。</li> </ul>
4. 実施体制・組織の確認	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ カウンターパート機関は、DOE および BPC である。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 現在の組織体制および活動状況を確認し、本プロジェクト実施体制について協議する。</li> <li>・ 主たるカウンターパート部門および責任者を確認する。</li> <li>・ BPC の内部資格制度や研修制度、研修プログラムを確認し、本プロジェクトに反映させる。</li> </ul>	<p><b>【カウンターパート】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 主たるカウンターパートは以下のとおり。  <u>Project Director</u> : DOE 総局長  <u>Senior Project Manager</u> : BPC 人材開発総務部長  <u>Project Manager</u> : BPC 配電・顧客サービス部長  <u>Project Coordinator</u> : DOE 再生可能エネルギー課長</li> </ul> <p><b>【研修制度、研修プログラム等】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ BPC の訓練修了者に対して、BPC の HRD が修了証明書等は発行しているが、国家</li> </ul>

			<p>資格や社内資格制度はない。また、受講者の実力を測るための試験は特に実施されていない。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• BPC の Begana 訓練センターの常駐の研修所職員は 26 名で、そのうち 18 名が技術者。専任講師 (Instructor) は 4 名で、いずれも配電設備の保守管理、GPS、小規模水力発電の保守管理等の多岐にわたる研修を行っており、研修のない時期については変圧器の修理やモニタリング等を行っている。</li> <li>• 年間研修プログラムは、毎年 12 月に策定、予算配分され、翌 1 月から実施される。</li> <li>• BPC 設立後から 2006 年までは年間 1～4 回程度の研修しか行っていなかったが、2007 年においては、DCSD の ESD の地方職員向けに 5～6 日程度の運用、保守管理研修を各回約 20～30 名程度で 8 回実施。19ESD すべてを対象に各 ESD から 2～3 名の職員が研修を受講した。同年の総受講者は 197 名。</li> </ul>
5 協力内容の確認	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 平成 20 年度の要請内容は付属資料 5 のとおり。</li> <li>• プロジェクト目標の妥当性、成果の妥当性について検討する必要がある。</li> <li>• プロジェクト目標、成果を達成するために必要な活動内容、範囲、投入規模、内容、評価の指標等について整理し、先方と合意する必要がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 平成 20 年度要請書通りで内容に変更がないか確認する。</li> <li>• ワークショップにおいて関係者間で議論し、課題を明らかにするとともに、カウンターパートの意見を把握する。</li> <li>• ワークショップの結果も考慮して、プロジェクト目標、成果、活動、投入について検討、整理する。</li> <li>• 評価 5 項目により計画の妥当性を評価する。</li> <li>• 協力内容全般について先方と協議し、合意を形成する。</li> <li>• M/M による R/D 案、PO 案、PDM 案の合意とプロジェクト TOR 案の検討。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DOE および BPC の関係者がワークショップに参加し、要請内容に変更がないことを確認したうえで、本プロジェクトの内容 (プロジェクト目標、成果、活動、投入など) を整理し、更新した。PDM および PO については、付属資料 1 の M/M のとおり。</li> </ul>
6. 投入内容の検討	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 協力内容に対応した専門家投入分野、活動期間等について検討する必要がある。</li> <li>• 本プロジェクトの各活動を実施する上で必要な機材、予算について確認する必要がある。現在想定している予算規模は 1.4 億円程度。</li> <li>• 本プロジェクトの各活動を実施す</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• BPC 訓練センターの施設状況を確認し、必要機材のリストアップを行う。</li> <li>• その他、左記の投入に関する協議を行う。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2007 年度に Begana 訓練センターの教室、机、椅子を整備し、プロジェクター等も購入した。</li> <li>• 本プロジェクト活動に必要な機材は、DOE および BPC と確認し、プロジェクト開始後、迅速に投入できるよう準備を行った。</li> <li>• ローカルコストについては、DOE の予算に限界があることから、専門家が利用する国際電話料金やインターネット料金、移動にかかる交通費等を JICA 負担としてほしいと要望があったため、M/M にその旨、明記した。プロジェクト活動のトレーニングの参加する受講者の交通費や日当についても、JICA 側で負担するよう要望があったが、「ブ」国の他プロジェク</li> </ul>

	<p>る上で必要なカウンターパートの配置、ローカルコストの負担についても確認する必要がある。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>プロジェクト終了後の投入の活用方法についても確認する必要がある。</li> </ul>		<p>トとの兼ね合い等も考慮して、原則相手国負担であることを説明し、了解を得た。</p>
7. カウンターパート便宜供与の確認	<ul style="list-style-type: none"> <li>訓練センターの施設、設備を確認するとともに、カウンターパートが提供できる機材、予算等を確認する必要がある。</li> <li>カウンターパート配置とカウンターパートが実施しうる活動内容について確認する必要がある。</li> <li>カウンターパート機関としてプロジェクトに提供できる執務スペース等の便宜供与内容を確認する必要がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>左記のカウンターパート便宜供与内容について協議する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>BPC の会計年度は1月から12月までであり、2008年度の予算は既に確定しているが、2009年度以降の、本プロジェクト活動に必要な費用については予算確保できる。</li> <li>カウンターパートの配置とカウンターパートが実施しうる活動内容については、付属資料1のM/Mのとおり。</li> <li>専門家の執務スペースについては、DOE、BPC共に提供できる旨、確認した。なお、DOE、BPC共に、年内までに現在建設中の新しい建物に移動予定。</li> </ul>
8. 案件名	<ul style="list-style-type: none"> <li>平成19年度要請時の案件名は「Acceleration of Rural Electrification」であるが、よりわかりやすく、協力範囲と一致するよう、事業強化のための電力セクター調査(2007年7月)において、「Improvement of Efficiency for Rural Power Supply」とすることを、DOEおよびBPCと協議した。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>案件名についてDOEおよびBPCと協議し、案件名「Acceleration of Rural Electrification」を「Improvement of Efficiency for Rural Power Supply」に変更することをM/Mで確認する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>案件名は、「Improvement of Efficiency for Rural Power Supply」とすることを、DOEおよびBPCと確認し、M/Mに明記した。</li> </ul>

## 2-3 団長所感

### (1) 「ブ」国の開発政策および地方電化の位置づけ

「ブ」国政府は、「国民総幸福量（GNH）は国民総生産（GNP）よりも重要である」という第4代国王の発言（1976年）から、1998年の国連開発計画（UNDP）のアジア太平洋地域会議で、ジグメ・ティンレイ首相がこれを引用したスピーチを行い「GNH」が開発理論・思想として国際的に注目を受け、①健全な経済成長と開発、②環境保全と持続的な利用、③文化の保護と振興、④良い統治の4つの柱を基本指針として国づくりを進めてきた。

“GNH”を国家開発政策の基本理念として掲げ、これを具現化するために長期ビジョン“A Vision for Peace, Prosperity and Happiness (Vision2020)”（1999年）において、①都市と地方の格差是正、②貧困削減、③産業振興等の観点から、道路建設とともに「地方電化」を重要な政策目標として位置づけ、「すべての人々に電気を（Electricity for All）」を標語に、遅くとも2020年までに100%世帯電化達成を目標として掲げており、「第9次5ヵ年計画（2002年7月～2008年6月）」でも地方電化が積極的に進められている。

第5代国王治世の最初の計画である「第10次5ヵ年計画（2008年7月～2013年6月）」が現在ドラフト段階であり、計画の国会承認（2008年6～7月頃）に向けて議論が行われている。開発哲学はGNHを踏襲しつつ、伝統的な国境が取り払われあらゆる場面で競争が生じているグローバル化の現実と課題を認識しつつ、国内の状況を踏まえ、「ブ」国が世界の中で競争していくためには、経済開発、特にICE（Innovation, Creativity, Enterprise）が必要であり、それを実現する「強い産業政策」（短期的には、水力発電所、観光業、文化産業、薬草など、長期的には人材育成が必要なICT、金融など知識集積型産業があげられている）が必要で、それに整合をとるための人材育成、インフラ整備、重点開発地域などの施策が議論されており、「地方電化」については引き続き国家開発の最重要項目と位置づけられている。

### (2) 地方電化の現状および課題

「ブ」国政府は、2020年までに地方電化100%（地方村落の合計世帯数推計は、当初のM/Pでは約68,850世帯）を目標に設定しており、第9次5ヵ年計画期間（～2008年6月）に約31,100世帯の地方電化が達成される見込みであり、第10次5ヵ年計画期間（～2013年6月）に約24,300世帯の地方電化が、第11次5ヵ年計画期間（～2018年）に約7,800世帯の地方電化が、JICAが支援した地方電化M/P（2005年）に基づき着実に実施されている。

オングリッド電化（配電線延伸による電化）では、2020年までに約95%を目標に設定しており、残りはオフグリッドによる電化（当初のM/Pでは約4,000世帯）での対応を計画している。

「ブ」国におけるJBIC円借款第1号案件である「ブータン地方電化事業」（3,576百万円）が承諾（2007）され、15,300世帯〔10県（Dzongkhag）〕の電化が進んでおり、2012



年完成を予定している。また、残り 8,900 世帯（8 県）については、ADB 支援および自己資金等により実施予定であり、急激な地方電化に伴い配電事業の拡大が行われている。

BPC 現場レベルでは、地方電化率の着実な向上に伴い、配電事業の技術的・財務的な効率の低下が予想され、設備の保守管理（O & M）体制や検針・料金徴収体制の強化が必要となり、19 か所存在する BPC 地方事務所（Electric Service Division : ESD）および 100 か所程度存在するサービスセンター（SC）の能力強化が課題である。

BPC 本社レベルでは、2001 年 7 月の電気法（Electricity Act）の改正により貿易産業省（Ministry of Trade and Industry : MTI）（現在、経済省（Ministry of Economic Affairs : MEA））の中の電力局（Department of Power : DOP）が、①政策を担当するエネルギー局（Department of Energy : DOE）、②電力産業規制を担当するブータン電力庁（Bhutan Electric Authority : BEA）、③ブータン電力公社（Bhutan Power Corporation Limited : BPC）の 3 つに分割され、2002 年 7 月に BPC の公社独立化以降、経営戦略計画（Corporate Strategic Plan : CSP）（2003 年および 2007 年）を発表し、電気事業の効率的な運営のため“Performance Based Incentive System”を導入するなど、意欲的に電気事業の経営体制の改善を図っている。

また、BPC のオングリットによる電化が難しい地域は、DOE の再生可能エネルギー課（Renewable Energy Division : RED）が中心となり、小水力発電や太陽光発電による再生可能エネルギー利用による地方電化を UNDP/GEF など外国の援助を受けつつ実施しているが、配電線に比べて需要がすぐ超過してしまうトラブルが多く、修理など維持管理が難しく、コスト高のため採算性も厳しいため、政府からの補助金も含め技術面・財務面の支援の仕組みが必要とされる。

例えば、モンガル県 Sengor で人材育成、組織強化、持続可能な小水力発電の運営・維持管理のためのデモンストレーション・プロジェクト（100kW）が UNDP/GEF による調査（2000 年）の結果を踏まえ、2004 年から実施されている。また、先進 7 か国の電力会社による NGO 組織 e7（現在 e8）によりトンサ県 Chendebji での小水力（70kW）小規模 CDM プロジェクト（500CO<sub>2</sub>t/年）が、2004 年から建設開始され現在運転中であり、コミュニティによる運営管理が行われている。

今後、これらのデモンストレーション・プロジェクトの教訓をレビューし、他の無電化地域への普及促進を行うための「ビジネス・モデル」の提示が求められており、運用指針（ガイドライン）の整備を含む制度面での支援が必要である。

### （3）今回の技術協力の内容

本プロジェクトは、「地方部への電力供給サービスの改善に向けて、技術面・制度面での DOE/BPC の能力強化を図る」ことが目的である。具体的には、①総合的訓練プログラムの策定、②BPC の Begana 訓練センター設備の拡充、③地方電力供給のための（ガイドライン）・手引書（マニュアル）の作成、④地方電力供給のためのトレーナーの能力向上の 4 つのコンポーネントから構成される。

実施体制は、DOE 総局長、BPC 総裁、BPC 人材開発・総務部長、配電・顧客サービス部長、DOE 再生可能エネルギー課長などから構成される合同調整委員会（JCC）によりプ

プロジェクトが運営されることになる。

DOE 総局長からは、地方電化を推進していくために日本の開発途上国の地方電化の協力経験をもとに、さらなる職員の能力強化が期待されている。

BPC 総裁からは、顧客指向の対応など地方営業所のマネージャの意識改革が必要とされており、電力供給サービスの質向上が求められている。また、既存の地理情報システム（Geographic Information Systems : GIS）を有効に活用することにより、33kV 以下の配電設備の保守管理が効率的に行われることも期待されている。さらに、遠隔地のこれまで電気を使ったことのない住民が今後電気を使う機会が増えるため、接地など設備の安全対策を含む安全研修をしっかりと行ってほしいとの要望があった。

そのため、長期専門家は、最初に短期専門家（配電技術、マネージメント、オフグリッド電化）と協力しつつ、DOE/BPC（本部の経営幹部層、中間管理職層、現場の管理者層）が抱えている課題を認識し関係者と十分共有しつつ、DOE/BPC の課題を解決するための総合的的地方電化訓練プログラム策定の支援を行うことが期待される。

#### （４）協力実施上の留意事項

##### 1) DOE/BPC の地方電化事業における調整

地方電化は、BPC が進めている配電線延伸による電化と、DOE が直接的に進めている遠隔地の再生可能エネルギーによるオフグリッド電化がある。地方電化の社会的側面を踏まえ、補助金などの制度的側面も考慮しつつ、DOE が、BPC による地方電化の進捗を踏まえ、全体の調整を図りながら、地方電化を国家の政策として推進していく必要がある。

また、地方電化行政レベル（DOE 政策・行政レベル）、電気事業経営レベル（BPC 本社）、地方レベル（ESD）、コミュニティレベル（SC と電力需要家）と調整しつつ能力強化が必要である。

##### 2) JICA 地方電化 M/P 調査および JBIC/ADB の地方電化事業との相乗効果

JBIC/ADB の資金による BPC による地方電化事業が実施されており、配電設備の整備が急激に進んでいく予定である。配電設備の計画、設計、調達、建設、保守管理という一連の BPC の設備マネージメントの流れの中で、主管部署がそれぞれ変わっていくことになるが、33kV 以下の配電設備の効率的な保守管理を行うために、地方電化 M/P で導入された GIS を有効に活用して一貫した設備マネージメントを行っていくことが効果的である。

##### 3) e7 および UNDP/GEF の再生可能エネルギーによる地方電化事業の経験の活用

コミュニティレベルでの再生可能エネルギー利用による地方電化は、e7 によるマイクロ水力発電（70kW）および UNDP/GEF の資金によるマイクロ水力発電（100kW）などデモンストレーション事業が「ブ」国内で進められている。これらの経験をレビューし、技術的かつ財務的に持続可能な「ビジネス・モデル」を提案する必要がある。

##### 4) DOE 本部および BPC 本社の事務所の移転と日本人専門家の執務室の確保

DOE 本部および BPC 本社の事務所は、それぞれ 2008 年 12 月および 8 月完成見込みで、現在建設中である。それぞれの事務所建設の進捗状況を踏まえつつ、長期専門家および短期専門家の執務室を確保する必要がある。

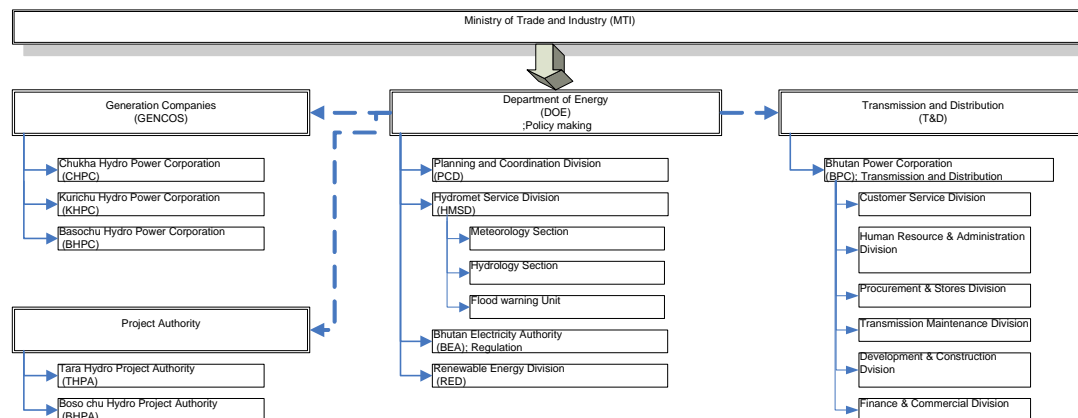
## 第3章 「ブ」国電力セクターの現状と課題

### 3-1 電力セクター概況

#### (1) 組織・制度

「ブ」国の電力セクターは、地方電化の推進と、外貨獲得の支柱をなす水力発電を中心とする電力セクターの効率的運営という政策課題が存在する。こうした効率化の流れとして、2001年7月議会は「電気法：Electricity Act」を可決した。これにより、それまで電力の政策づくりから発電、売電までを一括して担当していた貿易産業省（Ministry of Trade and Industry：MTI）の電力局（Department of Power：DOP）が分割され、現在ではエネルギー局（Department of Energy：DOE）が国家レベルの政策立案・開発計画策定などを担当し、ブータン電力公社（Bhutan Power Corporation：BPC）が送電・配電・販売事業および独立システムの運営維持管理を担当することになった。

電力セクター組織体制は図3-1に、BPCの組織図をそれぞれ図3-2に示す。



出典：JICA 地方電化マスタープラン調査（2005）

図3-1 電力セクター組織体制

DOE は、計画調整課（Planning and Coordination Division）、再生可能エネルギー課（Renewable Energy Division：RED）、気象・水文課（Hydromet Services Division）、ブータン電力庁（Bhutan Electricity Authority：BEA）の4つの部署から構成されている。最後のBEAが、最終的には電力発電・供給という経済活動の規制・監督を担当することになっている。

その後、2007年10月に第10次5ヵ年計画以降は貧困削減を主眼とした強い産業政策を推進することを掲げ、貿易産業省が経済省（Ministry of Economic Affairs：MEA）と改名されている。

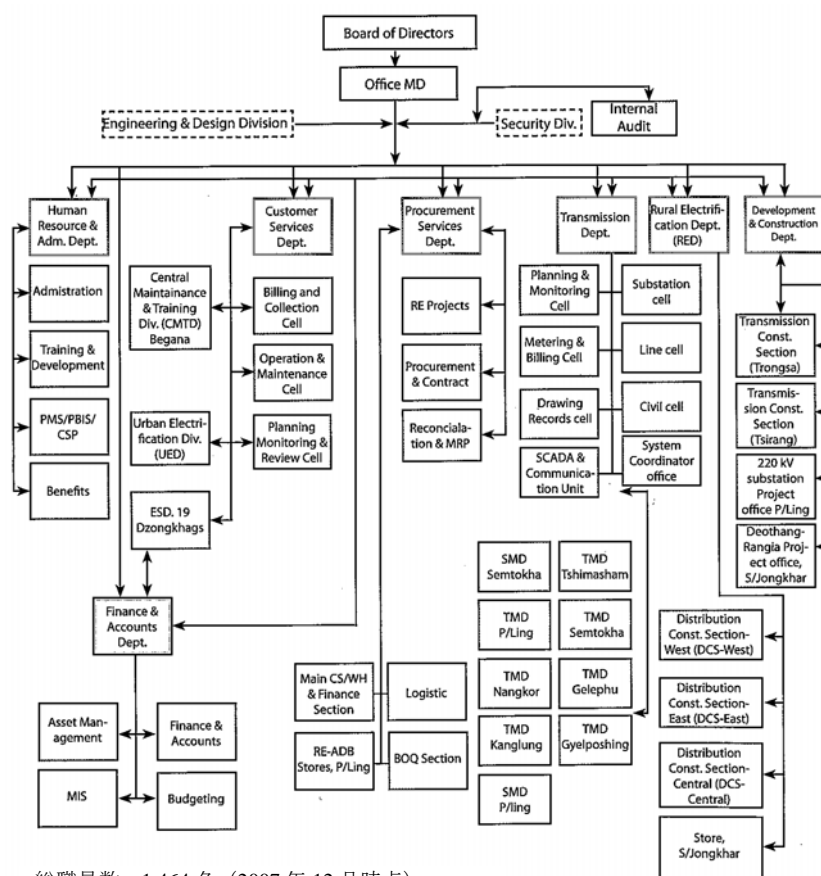
制度面に関しての動きとしては、2002年7月に設立したREDが、再生可能エネルギーの導入、技術開発、人材育成、システムの効率化等を促進していくことを委任されている。現時点における業務は、小水力、太陽光、バイオマスの利用推進、省エネルギーと効率改善（Energy conservation and efficiency improvement）の統合化されたエネルギーのM/Pの計画と実施、および計画を速やかに進めるための規格や制度整備等が挙げられる。

また、100%の地方電化を完全な独立採算で実施することが極めて困難であることは、政策当局も十分認識しており、電力セクターの効率的な運営という規律を維持するために、地方電化に対する補助に係る規制導入等の法制度整備の準備を進めている。

BPC は 2002 年 7 月に公社独立化され、電力送配電の実務を行っている。具体的には、電力輸入等に用いられる送電線の建設・保守や、地方電化を実施する際の配電線建設・保守、および電気料金の徴収などがある。

また、発電部門では Chukka、Kurichu、Basochu 等の発電公社は、規模の異なる発電所間での効率の格差を解消し、資源の共有と管理の効率化を図る目的で統合され、2008 年 1 月に Druk Green Power Corporation (DGPC) が設立した。

さらには、同じく前後して 2007 年 11 月に、この水力発電を司る DGPC、電力の流通を司る BPC、固定電話、携帯電話、インターネット等の情報通信を司るブータン通信公社 (Bhutan Telecom Limited : BTL) 等の収益性が高い 14 の公社を束ねる Druk Holding Investments (DHI) という親会社が設立され、財務省から切り離されることになった。この主な理由は、外国直接投資 (Foreign Direct Investment : FDI) を水力発電セクターはもとより、他のセクターにも開放していくため、投資相手と比べ遜色のない資本金を有する会社規模とする必要があるという考えに基づくものと思われる。

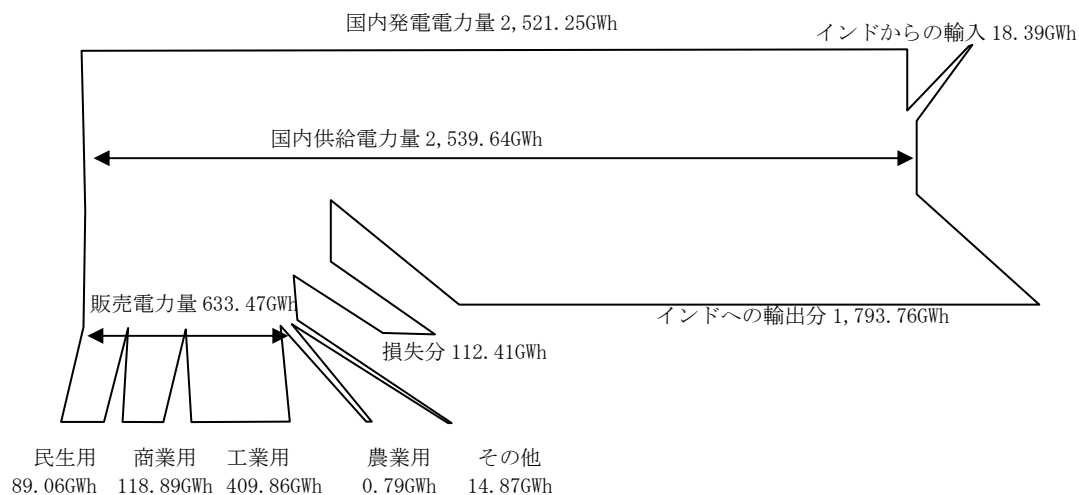


総職員数：1,464 名 (2007 年 12 月時点)  
出典：BPC Annual Report 2006

図 3 - 2 BPC 組織図

(2) 電力需給

2005 年における「ブ」国の発電電力量は 2,521.25GWh であり、国内供給電力量はインドからの少量の輸入分 (18.39GWh) を加え、2,539.64GWh となっている。しかし、その約 7 割にあたる 1,793.76GWh がインドへ輸出されており、実際の販売電力量は損失分 (112.41GWh) を引いた 633.47GWh となっている。



出典：DOE Bhutan Energy Data Directory 2005 等を参考に海外電力調査会作成

図 3-3 2005 年の電力需給バランス

表 3-1 2005 年の電力需給バランス

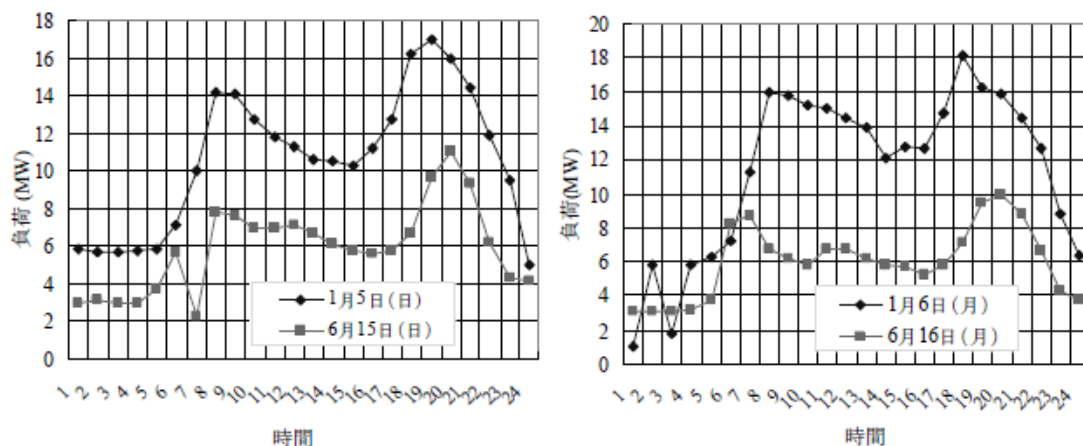
	内容	電力量 (GWh)	国内供給電力量比率 (%)
供給	国内発電	2,521.25	99.3
	インドからの輸入分	18.39	0.7
	インドへの輸出分	1,793.76	70.6
	損失分	112.41	4.4
国内消費計 (販売電力量)		633.47	24.9
消費	民生用	89.06	3.5
	商業用	118.89	4.7
	産業用	409.86	16.1
	農業用	0.79	0.03
	その他	14.87	0.6

出典：DOE Bhutan Energy Data Directory 2005 等を参考に海外電力調査会作成

2005 年の販売電力量のセクター別の内訳は、民生用が 89.06GWh (3.5%)、商業用が 118.89GWh (4.7%)、産業用が 409.86GWh (16.1%)、農業用が 0.79GWh (0.03%)、その他 14.87GWh (0.6%) となっている。「ブ」国の 2005 年における電力需給バランスは図 3-3、表 3-1 のとおりである

需要は冬季のヒーターによる消費量により、発電量が減少する乾季（冬季）に増加する傾向があるが、需要に比べて発電量が多いことから深刻な問題にはならないと思われる。なお、「ブ」国の2002年における最大電力は105MWに達している。

首都 Thimphu の冬季1月と夏季6月のそれぞれ平日（月曜日）と日曜日の時間ごとの日負荷曲線を図3-4に示す。Thimphu の需要は、家庭需要が約7割を占めており、いずれも朝と夕の二度のピークが現れる。冬季の負荷が夏季負荷の2倍を示しており、暖房用ヒーターの使用によるものと考えられる。なお、負荷率は65～70%となっており、地方部に比べて高い。



出典：JICA 地方電化マスタープラン調査（2005）等を参考に海外電力調査会作成

図3-4 首都 Thimphu の日負荷曲線

### (3) 発電設備

2006年におけるエネルギー別発電設備出力は、水力が1488.6MW、火力（ディーゼル）が16.4MW、太陽光が0.25MWであり、その電源構成比は、水力が99%を占め、火力はわずか1%である。

「ブ」国の包蔵水力は3,000万kW以上（うち開発可能包蔵水力は2,376万kW）とされており、現在までに開発されたのは、そのうちの5%に満たない。すべての既設水力発電所は流れ込み式タイプであるが、現在のところこれら発電所のピーク電力・発生電力量とも現在の需要を充分満たしており、余剰電力はインドに輸出している。「ブ」国の発電設備は表3-2のとおりである。

表 3 - 2 発電設備一覧

発電形式	発電所	所在地	設備容量 (MW)	運転開始年
水力	Chukha	Chukha	336.0	1986-88
	Kurichhu	Mongar	60.0	2001-02
	Basochhu-I	Wangdue	24.0	2002
	Basochhu-II	Wangdue	40.0	2005
	Tala	Chukha	1,020.0	2006
小水力	-	全国	8.6	-
水力合計			1,488.6	
ディーゼル	BPC	全国	9.2	-
	その他	全国	7.2	-
ディーゼル合計			16.4	-
太陽光			0.25	
合計			1,505.3	-

出典：DOE Bhutan Energy Data Directory 2005 等を参考に海外電力調査会作成

#### (4) 送電設備

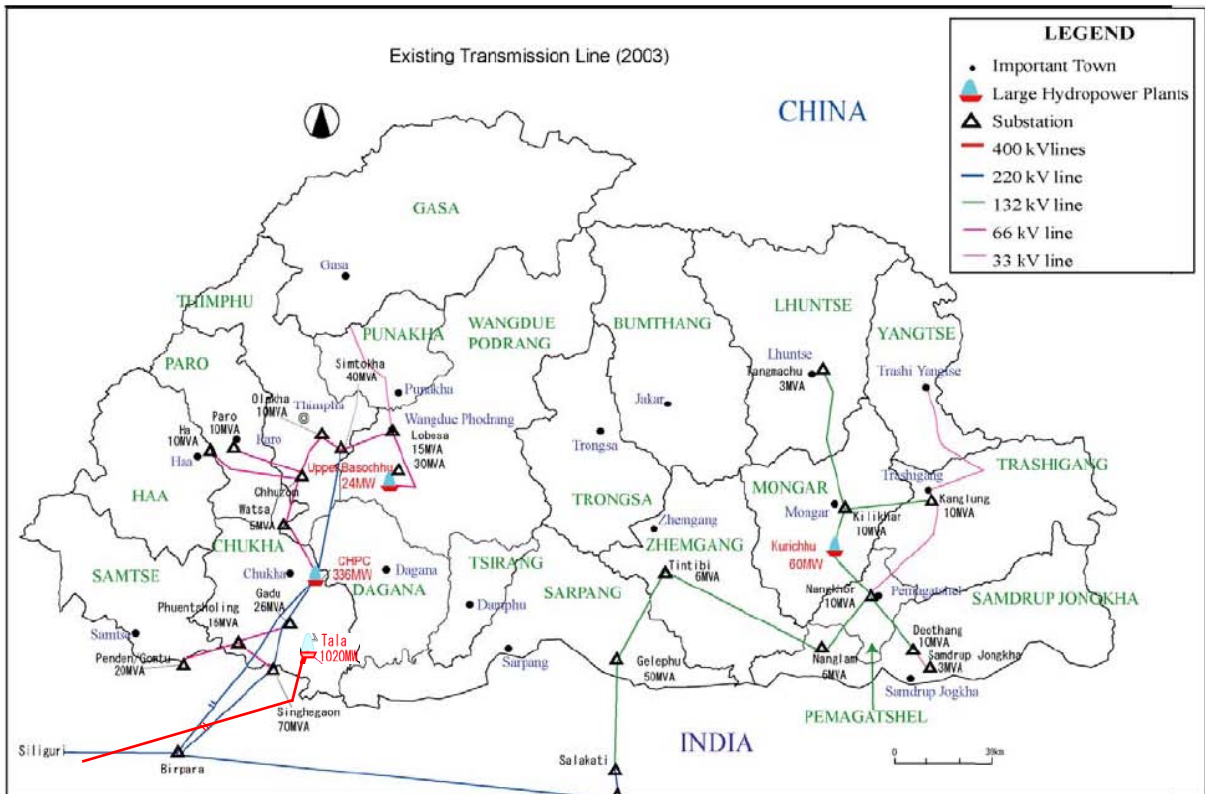
2005 年の主要電力系統は、東部・中央地域をカバーする 132kV を最高電圧とする系統と、西部地域をカバーする 220kV を最高電圧とする系統の 2 つに分かれており、両系統ともそれぞれ 8 つの県をカバーしているが、国内での連系は未だ形成されていない。「ブ」国とインド東北部の国際連系線を通じて、両系統間で電力の迂回は可能である。

西部系統は、Thimphu-Phuentsholing 系統を含み、整備された送電グリッドとなっている。Chukha 水力発電所から Thimphu 郊外の Simtokha 変電所までは 66kV 送電線によって結ばれ、インドのアッサム州の Birpara 変電所へ 220kV で結ばれている。中央部系統は、インド国境沿いの Gayleguphug と中央の Tongsa に挟まれた地域であり、電力の大半はアッサム州電力局からの輸入に依存している。東部系統は、北側では水力、南側では西ベンガル州からの輸入に頼っている。

220kV 送電線は Chukha 水力発電所関連の 6 区間 308km (回線延長、以後同様)、132kV 送電線は中央・東部地域 9 区間 354.2km、西部地域の 66kV 送電線が 14 区間 246.1km で運転されているほか、2007 年 7 月に運開した Tala 水力発電所からインドへ 400kV 送電線 2 回線が導入されている。

「ブ」国は標高が高いため、設備の絶縁強度を通常より高めに設定している。使用電線は、電圧によりサイズが統一されていることも、この国の特色である。すべて ACSR 線 (鋼芯アルミより線) を適用し、220kV 送電線には Zebra (400mm<sup>2</sup>)、132kV 送電線には Panther (200mm<sup>2</sup>)、66kV 送電線には Dog (100mm<sup>2</sup>) を使用している。「ブ」国の系統図および送電設備は図 3 - 5、表 3 - 3 のとおりである。





出典：JICA 地方電化マスタープラン調査（2005）等を参考に海外電力調査会作成

図 3 - 5 送電系統図

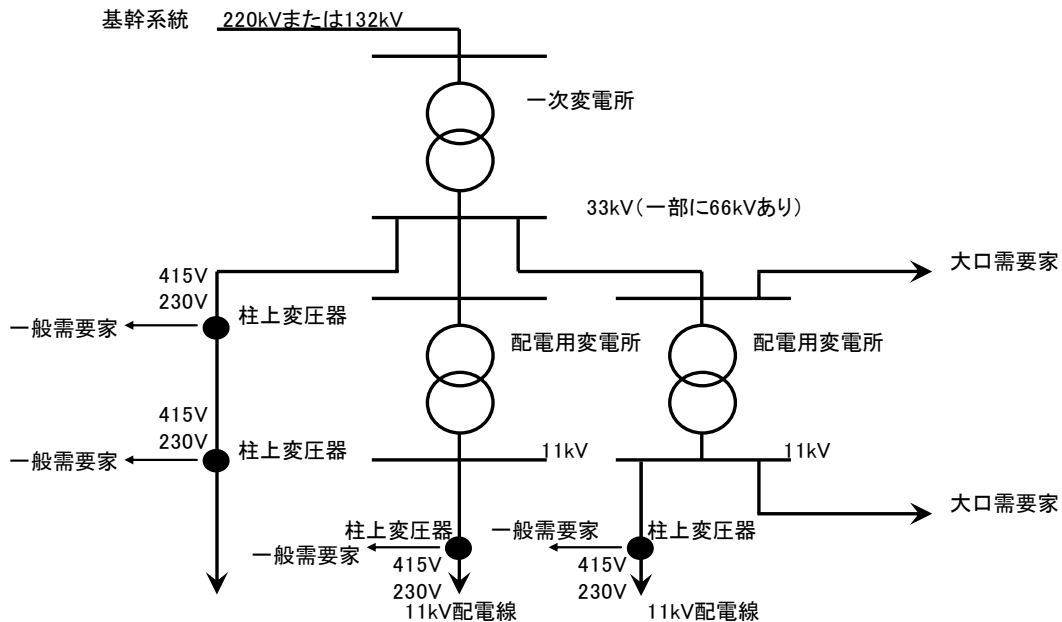
表 3 - 3 送電設備一覧

電圧	運転区間	距離 (km)	使用電線
220kV	Chukha-Birpara- I (インドとの連系)	71.0	Zebra (400mm <sup>2</sup> )
	Chukha-Birpara- II (インドとの連系)	71.0	
	Chukha-Sinhegaon	36.0	
	Sinhegaon-Birpara (インドとの連系)	40.6	
	Chukha-Simtokha	54.9	
	Basochhu-Simtokha	34.5	
	220kV 計	308.0	
132kV	Kurichhu-Mongar (Kilikhar)	10.0	Panther (200mm <sup>2</sup> )
	Mongar (Kilikhar)-Trashigang (Kalanlung)	30.0	
	Mongar (Kilikhar)-Tangmachhu	43.0	
	Kurichhu-Pemagmatsel (Nangkhor)	34.0	
	Pemagatshel (Nangkhor)-Nanglam	34.0	
	Pemagatshel (Nangkhor-Deothang	24.0	
	Nanglam-Tingtibi	83.2	
	Tingtibi-Gelephu	46.0	
	Gelephu-Salakati (インドとの連系)	50.0	
	132kV 計	354.2	
66kV	Chukha-Gedu	20.1	Dog (100mm <sup>2</sup> )
	Chukha-Watsa-Confluence (Chuzom)	37.0	
	Phuentsholing-Gomtu	27.0	
	Phuentsholing-Singhegaon	8.4	
	Singhegaon-Pasakha (BFAL)	2.0	
	Singhegaon-Pasakha (BCCL)	2.0	
	Phuentsholing-Gedu	17.7	
	Confluence (Chuzom)-Haa	31.0	
	Confluence (Chuzom)-Jemina	18.0	
	Jemina-Olakha	12.0	
	Confluence (Chuzom)-Paro	24.0	
	Simtokha-Wangdi (Lobesa)	26.0	
	Lobesa-Basochhu-1	20.9	
	Simtokha-Olakha	1.7	
66kV 計	246.1		

出典：JICA 地方電化マスタープラン調査（2005）等を参考に海外電力調査会作成

(5) 配電設備

発電所で発生した電力は基幹系統から一次変電所に送られ、そこで 33kV (一部は 66kV) に降圧され、近傍の配電用変電所に送電される。「ブ」国の配電系統構成は図 3-6 のとおりである。



出典：各種資料により海外電力調査会作成

図 3-6 配電系統構成

中圧配電線は三相 3 線式で、系統構成は放射状の構成となっている部分が大半で、ループ点となる開閉器設置箇所がほとんどない。需要密度の小さい郊外の農村部などでは、長距離配電線にはロス低減や電圧降下抑制のため 33kV も採用されているが、中圧配電線は主に 11kV が採用されている。また、低圧の電圧には 415V、230V が採用されており、周波数 50Hz で三相 4 線式 (415/230V) および単相 2 線式 (230V) で供給されている。

供給ルールとしては、周波数変動が±2.5%以内となっており、電圧変動は、低圧が±6%以内、中圧以上が±10%以内となっている。「ブ」国の周波数・電圧に関する供給条件は表 3-4 のとおりである。

表 3-4 周波数・電圧に関する供給条件

項目	基準	許容範囲
周波数	50Hz	±2.5%以内
低圧	230V、415V	±6%以内
中圧以上	6.6kV 以上	±10%以内

出典：BPC Revised Terms and Conditions of Supply 等を参考に海外電力調査会作成

電線を支持する支持物は主に二分割して輸送できる鋼管柱を使用しているほか、中圧電線は ACSR 線、低圧線は被覆絶縁された ABC ケーブル、引込線は絶縁されたより線のサービスケーブル等が採用されている。変圧器は中小型のものは柱上に設置し、大容量のものは地上に設置している。「ブ」国の標準資機材は表 3-5 のとおりである。

表 3-5 標準資機材一覧

項目	内訳	標準使用	備考
支持物	<ul style="list-style-type: none"> <li>木柱</li> <li>鋼管柱</li> <li>コンクリート柱</li> <li>レール柱</li> <li>鉄柱</li> </ul>	<柱長> <ul style="list-style-type: none"> <li>7.5m、8.5m：低圧用</li> <li>9m：11kV 用</li> <li>10m：33kV 用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>主に鋼管柱を使用</li> <li>1/6 を地中埋設</li> <li>下部にサビ防止塗布</li> </ul>
中圧電線	ACSR 線 (鋼芯アルミより線)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wolf (150mm<sup>2</sup>)</li> <li>Dog (100mm<sup>2</sup>)</li> <li>Rabbit (50mm<sup>2</sup>)</li> <li>squirrel (20mm<sup>2</sup>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>許容電流により選定</li> <li>Wolf は 33kV のみ</li> <li>squirrel は 11kV のみ</li> </ul>
低圧電線	ABC ケーブル (Aerial Bundled Cable)	<ul style="list-style-type: none"> <li>単相 2 線用 (2 コア)：95, 50mm<sup>2</sup></li> <li>三相 4 線用 (4 コア)：95, 50mm<sup>2</sup></li> </ul>	被覆絶縁アルミ電線
	ACSR 線 (鋼芯アルミより線)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dog (100mm<sup>2</sup>)</li> <li>Rabbit (50mm<sup>2</sup>)</li> <li>squirrel (20mm<sup>2</sup>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>許容電流により選定</li> <li>他物との隔離 2 m</li> </ul>
家屋引込線	サービスケーブル (Service Cable)	<ul style="list-style-type: none"> <li>単相 2 線用 (2 コア)：4, 6, 10, 16mm<sup>2</sup></li> <li>三相 4 線用 (4 コア)：6, 16mm<sup>2</sup></li> </ul>	被覆絶縁銅電線
変圧器	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 次側：33kV または 11kV</li> <li>2 次側：415V/230V</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>33kV 三相 (柱上置)：250, 125, 63kVA</li> <li>33kV 三相 (地上置)：500kVA</li> <li>33kV 単相 (柱上置)：25, 16, 10kVA</li> <li>11kV 三相 (柱上置)：250, 125, 63, 25, 16kVA</li> <li>11kV 三相 (地上置)：1250, 500kVA</li> <li>11kV 単相 (柱上置)：16, 10kVA</li> <li>6.6kV 三相 (柱上置)：125, 75, 50, 30, 20kVA</li> <li>6.6kV 単相 (柱上置)：25, 16, 10kVA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>IEC60076 準拠</li> <li>空冷油入タイプ</li> <li>+5% ~ -5% 間 2.5% ごと の電圧切替タップ</li> </ul>
避雷器	中圧用	<ul style="list-style-type: none"> <li>アークホーン</li> <li>非線形抵抗アレスタ</li> </ul>	
地中ケーブル	11kV 用	CV ケーブル (アルミ 3 コア)：400, 300, 150mm <sup>2</sup>	
	415V 用	CV ケーブル (アルミ 4 コア)：400, 300, 150, 70mm <sup>2</sup>	
	230V 用	CV ケーブル (アルミ 2 コア)：16, 6mm <sup>2</sup>	

出典：BPC Training Manual 等を参考に海外電力調査会作成

2006 年末の配電設備としては、33kV 以下 (33kV、11kV、6.6kV) の中圧配電線互長は 2,440km、415V の低圧配電線互長は 2,860km、変圧器は 1,589 台に達しており、地方電化政策の推進により 4 年前の 2002 年に比べても設備量は急激に増加している。「ブ」国の配電設備概要は表 3-6 のとおりである。

表 3 - 6 配電設備概要

分類	内訳	2006 年	(参考) 2002 年
中圧配電線	33kV、11kV、6.6kV	2,440km	1,510km
低圧配電線	415V	2,860km	1,514km
変圧器	33/11kV、33/0.4kV、 11/0.4kV、6.6/0.4kV	1,598 台	794 台

出典：BPC Annual report 2006 等を参考に海外電力調査会作成

2007 年の配電設備の電力損失率は 10.2%と BPC が目標としていた 7.7%には達していないが、他の発展途上国と比較しても低い値となっている。これは配電設備がまだ新しく、面的にも広がっていないこと、将来の延伸を想定して既に幹線を太線化していること、需要の変動が大きく設備利用率が低く、設備に裕度があるなどが考えられる。なお、先述の電力需給バランスでは、2005 年の総合損失率は約 15.1%であり、およそ 3 分の 2 程度が配電損失率であると思われる。

供給信頼度を測る指標である System Average Interruption Frequency Index (SAIFI)、System Average Interruption Duration Index (SAIDI) については、全体でそれぞれ 5.73 回、7.04 時間と目標の半分程度に抑制され十分目標を達成している。「ブ」国の配電線損失率、供給信頼度は表 3 - 7 のとおりである。

表 3 - 7 配電線損失率、供給信頼度の状況

項目	2007 年目標 (a)	2007 年実績 (b)	比率 (b)/(a)
配電損失率	7.7%	10.2%	132%
SAIFI*	11.52 回	5.73 回	50%
SAIDI**	12.75 時間	7.04 時間	55%

\*The System Average Interruption Frequency Index の略。下記の式で表される一需要家当たりの年間平均停電回数：SAIFI=全需要家の延べ停電回数÷全需要家数

\*\*The System Average Interruption Duration Index の略。下記の式で表される一需要家当たり年間平均停電時間：SAIDI=全需要家の延べ停電時間÷全需要家数

出典：BPC Performance Based Incentive System 2007 等を参考に海外電力調査会作成

「ブ」国の BPC の各支店である ESD 別の配電線損失率、供給信頼度は表 3 - 8、図 3 - 7 のとおりである。

配電線損失率では、1.88~22.59%まで差があり、特に 20%以上の配電線損失率を示している県が、西部の Paro、南部の Sarpang、東部の Trashiyangtse、Samdrup Jongkhar と 4 か所となっている。いずれも国境と隣接した県であり、設備増強・改善が行き届いていない状況になるのではと推測される。

表 3 - 8 2007 年の ESD 別配電線損失率、供給信頼度

ESD 名	配電損失率 (%)		SAIFI (回)		SAIDI (時間)	
	目標	実績	目標	実績	目標	実績
Bumthang	14.00	17.45	30.00	22.90	30.00	13.96
Chhukha	2.00	1.88	5.50	4.06	8.00	3.80
Dagana	13.50	11.11	5.00	1.95	30.00	4.69
Haa	10.00	10.16	5.00	1.10	9.00	0.45
Lhuentse	9.00	9.26	9.00	2.55	20.00	3.54
Mongar	11.00	10.77	2.00	2.98	7.00	1.22
Paro	9.00	22.59	8.00	2.83	1.84	1.06
Pemagatshel	9.00	15.93	4.00	5.51	13.00	9.35
Punakha	13.00	11.11	14.00	5.46	25.00	10.17
Samdrup Jongkhar	14.00	21.47	11.00	5.71	15.00	18.45
Samtse	9.00	4.01	15.00	4.22	11.00	1.97
Sarpang	14.00	20.53	20.00	12.42	17.00	16.80
Thimphu	12.00	14.69	4.50	3.07	2.88	2.67
Trashigang	13.00	20.10	20.00	5.32	27.00	5.71
Trashiyangtse	13.00	11.35	9.00	4.74	8.00	10.66
Trongsa	14.00	8.43	15.00	12.32	7.00	4.43
Tsirang	13.00	13.30	15.00	8.09	7.40	8.10
Wangdue	14.00	11.55	20.00	18.78	30.00	29.08
Zhemgang	11.00	3.64	20.00	13.74	30.00	20.27
DSCD	7.70	10.20	11.52	5.729	12.75	7.04

\* 太字箇所は、目標超過。

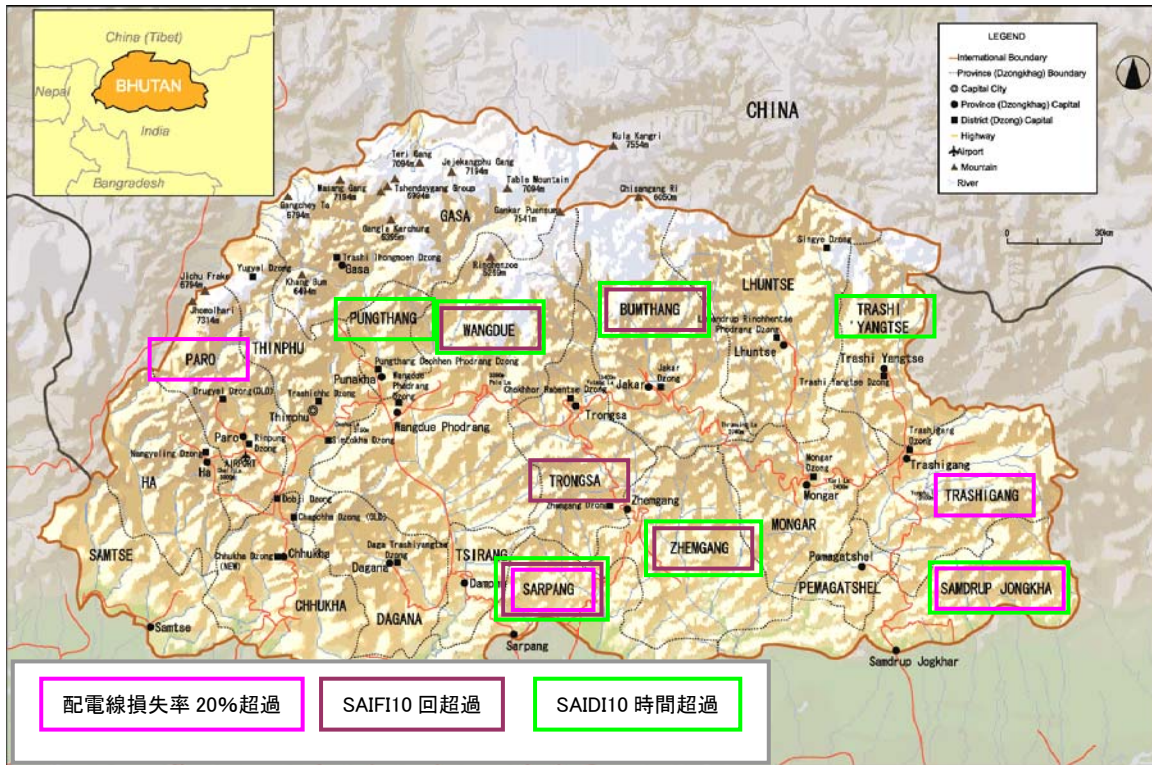
\* 色塗り箇所は、  : 配電線損失率 20%超過、  : 10%超過、  : SAIFI 10 回超過、  : SAIDI 10 時間超過

出典 : BPC DSCD 2007 PBIS Achievements 資料を参考に海外電力調査会作成

SAIFI については、1.1~22.9 回まで停電頻度に非常にばらつきがある。10 回超過の県が 5 か所 (Bumthang、Sarpang、Trongsa、Wangdue、Zhemgang) あり、国中央部に集中しており、他のエリアの回数と比べても特出したエリアとなっている。このことから、国の中央エリアは一需要家当たりの停電頻度が高いことが理解でき、停電を発生させないような何らかの対応・工夫が中央エリアには特に必要であることがわかる。

また SAIDI では、0.45~29.08 時間まで県によって大きく異なっている。エリアでみた場合、中央・東部エリアの北部および南部国境地域で大きくなっている。いずれも幹線道路 (インドへのルート、国横断道路) へのアクセスが難しいエリアであり、遠隔地に行くほど復旧時間が長くなる傾向を示していると考えられる。

今後も需要家および保守すべき設備が特に遠隔地で増大することから、どのように運用、保守管理（O & M）によって、供給信頼度を維持向上していくかが鍵となると考えられる。



Location Map of Study Area (Bhutan)

出典：BPC DSCD 2007 PBIS Achievements 資料を参考に海外電力調査会作成

図 3 - 7 配電線損失率、供給信頼度の状況

### (6) 電気料金

BPC による需要家への供給電圧は契約デマンドによって決定されている。「ブ」国の供給電圧区分は表 3 - 9 のとおりである。

表 3 - 9 契約デマンド別の供給電圧区分

供給区分	契約デマンド	供給電圧（メーター種別）
低圧	10kW 以内	230V
	10kW～30kW まで	415V
	30kW～300kW まで	415V（CT 付きメーター）
中圧	300kW～15MW まで	6.6kV、11kV、33kV（CT/PT 付きメーター）
高圧	15MW 以上	66kV 以上（CT/PT 付きメーター）

出典：BPC Revised Terms and Conditions of Supply 等を参考に海外電力調査会作成

また、2004 年 4 月のカテゴリー別需要家数は 47,878 で、過去 6 年間の需要家数の平均伸び率は 12%を記録している。「ブ」国の需要家数一覧は表 3-10 のとおりである。



表 3-10 需要家数一覧

電圧別	民生用	商業用	工業用	農業用	その他				合計
					公共	街灯	大口	その他	
低圧需要家	38,914	4,331	150	242	2,546	101	348	1,189	47,821
中圧需要家	1	0	19	1	6	0	24	3	54
高圧需要家	0	0	3	0	0	0	0	0	3
合計	38,915	4,331	172	243	2,552	101	372	1,192	47,878

出典：JICA 地方電化マスタープラン調査（2005）等を参考に海外電力調査会作成

BPC は、2007 年より 3 年間、電気料金を値上げする。新電気料金設定は、規制機関である BEA（Bhutan Electricity Authority）の承認を得ており、2007 年 7 月 1 日より 2010 年 6 月 30 日まで適用される。貧困層に配慮して、ライフライン（0～80kWh/月）の値上げは検討しておらず、政府の補助金により安い電気料金が設定されている。遠隔地の独立電源（オフグリッド）による電化地域についても、配電網（オングリッド）による電化地域と同額の電気料金を適用している。なお、電気料金の未収の需要家は約 5%程度と、ほとんどの需要家がしっかりと電気料金を支払っている。また、首都 Thimphu においては、銀行口座からの引き落としも試験運用が開始された。「ブ」国の電気料金表は表 3-11 のとおりである。

表 3-11 BPC の電気料金

		From July 1, 2007 onwards	From July 1, 2008 onwards	From July 1, 2009 onwards
<b>For Low Voltage-Domestic Customers</b>		Energy Charge Nu./kWh	Energy Charge Nu./kWh	Energy Charge Nu./kWh
Block I (Lifeline)	Up to 80 kWh/month	0.75	0.75	0.75
Block II	81 to 300 kWh/month	1.25	1.35	1.40
Block III	Above 301 kWh/month	1.55	1.70	1.85
<b>For Low Voltage - Bulk Customers</b>		1.55	1.70	1.85
<b>For Medium Voltage Customers (33/11/6.6 kV)</b>		Energy Charge Nu./kWh	Energy Charge Nu./kWh	Energy Charge Nu./kWh
		1.30	1.43	1.55
		Demand Charges Nu./kW/Month	Demand Charges Nu./kW/Month	Demand Charges Nu./kW/Month
		65	75	85
<b>For High Voltage Customers (66 kV and Above)</b>		Energy Charge Nu./kWh	Energy Charge Nu./kWh	Energy Charge Nu./kWh
		1.29	1.40	1.51
		Demand Charges Nu./kW/Month	Demand Charges Nu./kW/Month	Demand Charges Nu./kW/Month
		65	75	85

出典：BPC News Letter (April-June2007)

### 3-2 地方電化事業に係る現状と課題

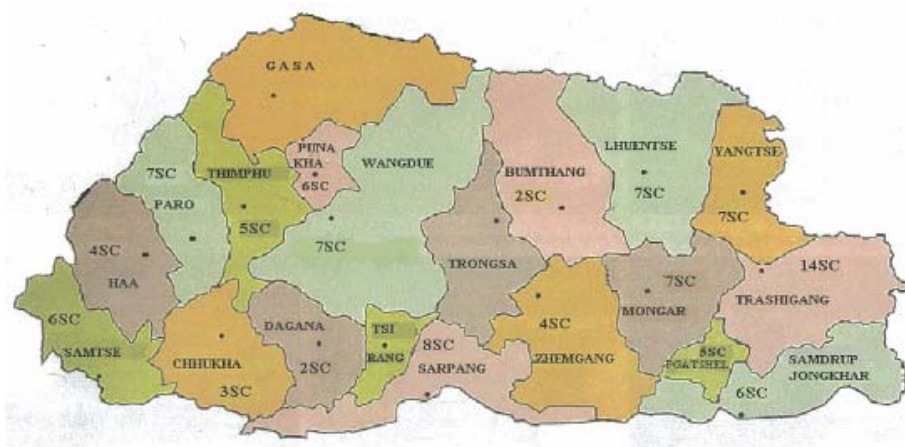
#### (1) 地方電化に係る関係部署の主な役割

BPC および DOE の地方電化に係る各部署とその主な役割、また各々の現状と今後の計画について、表 3-12 に示す。また、地方電化に係る各部署とその業務の流れを図 3-9 に示す。

表 3-12 地方電化に係る主な役割および現状と計画

BPC/DOE 部署名	地方電化に係る 主な役割	現 状	今後の計画
HRD : Human Resource and Administration Dept.	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 職員の人材育成および人事管理</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 部長ポストが空席のため、送電部長（DOE からの出向者）が兼務している。</li> <li>・ CSP に基づき、職員の研修時間を増やし、人材育成を行っている。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 新部長は 2008 年 2 月下旬に配属される予定。</li> <li>・ CSP に基づき、Begana 訓練センターのアップグレードと内部研修の充実を図る。</li> <li>・ 職員個人およびチームとしてのモチベーション向上を図ると同時に、よりよいマネジメントと効率改善を図る。</li> </ul>
EDD : Engineering & Design Div.	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 技術基準</li> <li>・ 資機材の仕様検討</li> <li>・ 新規機材・工法の導入検討</li> <li>・ 設備管理（含む GIS 設備情報）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 事故実績等から購入先やその仕様検討。</li> <li>・ GIS による新設設備管理は現在 1 名のみ。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ EDD で管理している GIS データを他部署とも共有し、有効活用を図る必要がある。</li> <li>・ 新機材や新工法（機材コンパクト化や新計測装置）による効率化を図る必要がある。</li> </ul>
PSD : Procurement Service Dept.	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 資材調達</li> <li>・ 在庫管理</li> <li>・ 工事に伴う倉出</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 管理システム（MIS）を活用した在庫管理を行っている。</li> <li>・ 仕様認定を受けた BPC 支給機材を活用。施工業者も認定制により、製品不良や施工不良は少ない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 第 10 次 5 ヶ年計画に基づき実施される電化のための資材調達を適切に行う必要がある。</li> <li>・ 品質管理のための人材育成が必要。</li> </ul>
RED : Rural Electrification Dept.	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 地方電化計画（対象エリアと工事量の選定）</li> <li>・ 建設工事の業者入札</li> <li>・ 在庫管理</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ DCS は、Thimphu（西部）、Gelephu（中央部）、Trashigang（東部）に配置。</li> <li>・ RED 職員は総勢 109 名（2008 年 1 月時点）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 第 10 次 5 ヶ年計画に基づき、地方電化（RE4）を実施する。RE4 のうち JBIC プロジェクト対象に 16 名を新規雇用し、今後 ADB プロジェクト要員も別途雇用予定。</li> </ul>
DCS : Distribution Construction Section	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 地方電化の配電ルート選定</li> <li>・ 設計図面の作成と本店への連携</li> <li>・ 工事後の竣工検査</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 現状では技術レベルには問題無い。</li> <li>・ 手書き図面の中に必要な工事情報を記入し、EDD の設備管理担当へ連携される。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 手書き図面であることから、サイトの斜面や溪谷等の地形情報がないこと、配電線ルートのアングル等が正確に表現できないため、今後 GIS 導入による解決が期待される。</li> <li>・ GIS が使用可能な職員を複数名を教育する必要あり。</li> </ul>
DCSD : Distribution Customer Service Dept.	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 配電線（33kV 以下）の保守運営の全般管理</li> <li>・ 地方組織の効率化施策導入（マルチタスク制度）</li> <li>・ 配電保守管理の人材育成</li> <li>・ 事故未然対策、事故復旧対策検討</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ DCSD の職員は 656 名、非常勤は含めると 851 名（2008 年 1 月時点）。</li> <li>・ DCSD の優先課題は次の 3 つ。 - 安定した電力供給 - 電力損失の低減 - 顧客満足度の向上</li> <li>・ 本店マネージャークラスの能力は高く、中央集権的な指示命令システムも機能している。</li> <li>・ 顧客満足度向上、人材育成についても積極的に行われている。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 左記の 3 つの優先課題を達成すべく、インセンティブを与えながら、今後も着実に実施していくことが必要（現在実施中）。</li> <li>・ 人材育成の対象者を末端まで浸透させることでさらなる効率化が期待できる。</li> <li>・ マルチタスク制度のさらなる推進方法の検討が必要。</li> <li>・ 安全教育の徹底が必要。</li> <li>・ GIS を活用した運用、保守管理の検討が必要。</li> </ul>

	ESD : Electric Service Div.	<ul style="list-style-type: none"> <li>・配電設備の保守運営（巡視・点検等）検針、請求、料金徴収、苦情処理</li> <li>・オフグリッド電源の保守運営（DOE の代行）</li> <li>・配電線事故復旧</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ESD は Gasa 県を除く 19 か所（各県に 1 か所ずつ）、SC は 100 か所（各 SC 1～3 名）配置されている（各県の設置数は図 3－8 のとおり）。</li> <li>・各 ESD にはマネージャーが配置され、本店との情報連携と下部組織 SC のマネジメントを実施。</li> <li>・高度な技術は ESD や Begana 訓練センターがサポートする体制となっている。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・地方電化推進により 1 名当たりの担当設備量・顧客量が増えることから、マネージャーおよび担当者の能力向上や、安全にかかわる知識習得が必要となる。</li> <li>・配備機材の充実化</li> </ul>
	SC : Service Center	<ul style="list-style-type: none"> <li>・上記 ESD 業務の遠隔地を担当</li> <li>・マルチタスク制による配電線巡視・点検、検針、電気料金請求等を実施</li> </ul>		
	Begana Training Center	<ul style="list-style-type: none"> <li>・配電保守運営の技術 &amp; マネージメント研修</li> <li>・配電設備やオフグリッド設備の定期点検実施</li> <li>・地方設備保守運営のうち高度な技術を担当</li> <li>・故障変圧器の修理、事故復旧</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 4 名の講師を含む 26 名が勤務。</li> <li>・ 2007 年から研修内容の充実化を進めている。</li> <li>・ 地方配電設備の高度な保守運営を担当しているため、技術レベルは高いとされる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 2008 年度はニーズアセスメントに基づいた研修（マルチタスク、メンテナンス等）を実施予定。</li> <li>・ 研修のための機材・計測器等の充実化が必要。</li> <li>・ 安全講習など事故未然防止の研修の導入検討も必要。</li> </ul>
	DOE Renewable Energy Div. (DOE/RED)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・再生可能エネルギー（小水力、太陽光等）を利用したオフグリッドの電化計画、資金計画、モニタリング等</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ RED 職員は 19 名（2008 年 2 月時点）。</li> <li>・ オフグリッドは DOE が担当であるが、実際の設備運用は BPC およびコミュニティが行っている。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ オフグリッド電化計画と既存設備の運用、保守管理のあり方に対する知見と運用指針（ガイドライ）の整備が必要。</li> </ul>

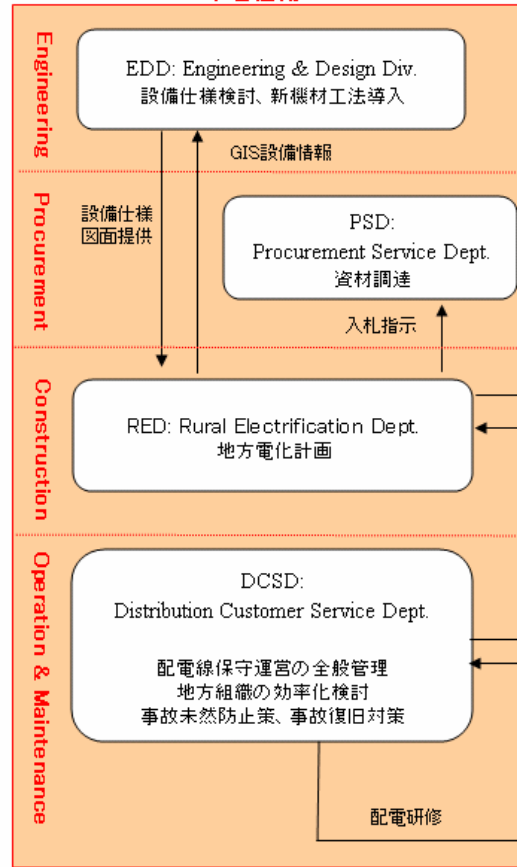


出典 : BPC News Letter (April-June 2007)

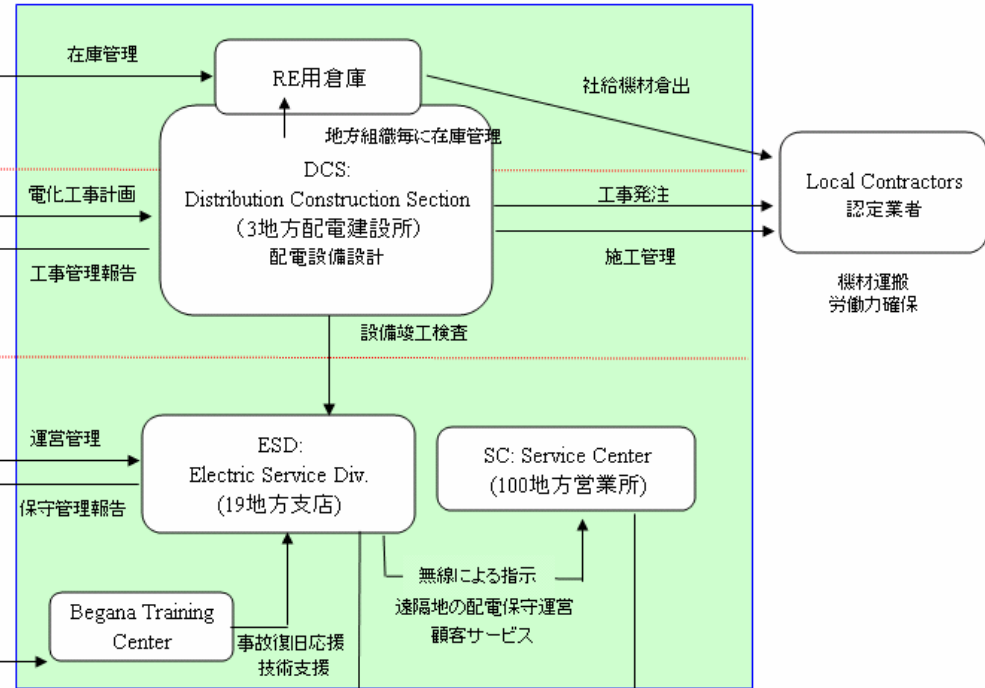
図 3－8 各地域の SC 配置図

● オングリッド 地方電化

**BPC本店組織**



**BPC地方組織**



● オフグリッド 地方電化

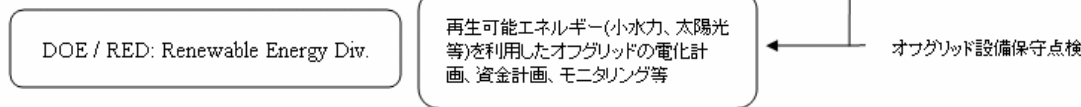


図 3 - 9 地方電化事業のフロー図

(2) 配電事業（オングリッド）の現状と課題

第 10 次 5 ヶ年計画に基づき、地方電化が促進されているが、今後より一層の遠隔地、かつ散在する需要家への配電であるため、様々な問題が予想される。地方電化のうち、配電事業に係る計画・設計、資材調達、建設工事、運転、保守管理、修繕工事、事故復旧までの現状と課題、またその対策を表 3-13 に示す。

表 3-13 配電事業における課題と対策

	部署	現状	課題	対策
計画・設計	EDD : Engineering & Design Div.	<p><b>【環境クリアランス】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・自然保護地区（コリドー）へは電柱設置制限や配電線ルートの伐採制限がある。</li> <li>・環境影響評価法（EA Act 2000）等の規定により、NECS から環境クリアランスを取得する必要がある。</li> <li>・伐採幅は以下のとおり。 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 低圧 [415V/240V] 規定なし</li> <li>- 11kV 配電線路の中心からの水平距離、両側 4.6m および線路に落下するような支障木</li> <li>- 33kV 配電線路の中心からの水平距離、両側 6.1m および線路に落下するような支障木</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・配電線ルートの伐採制限はクリアランスが短いために、樹木接触が配電線事故の大きな要因となっている。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・BPC では、樹木伐採制限による樹木接触配電線事故を低減するため、裸電線から架橋ポリエチレン被覆の絶縁電線へ仕様変更を行っている。</li> <li>・また電線の装柱も垂直配列に変更する等検討も行われている。特に新規低圧線には被覆ケーブルが採用されている。</li> <li>・配電線を延伸する際に伐採した樹木数と同じだけ植樹することによって、伐採が可能であることから、引き続きその制度を活用する。</li> </ul>
		<p><b>【GIS】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・RED の設計者が GPS を活用した地点調査を行い、EDD が GIS でデータ管理を行っている。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・サイトの斜面や溪谷等の地理情報が管理できない。</li> <li>・GIS ベースマップの精度が低い。</li> <li>・GIS を活用した計画・設計は、33/11kV までであり、低圧設備については行っていない。</li> <li>・使われているソフトは“ArcGIS”であり、ArcGIS の同代理店である ESRI インドからライセンスを購入することが必要となるが、ライセンス料金が高価である。</li> <li>・GIS による配電線設備管理の現状は図 3-10 のとおり。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ESRI インドからライセンスを購入し、正規に GIS による地形ベースマップを活用する。</li> <li>・将来の顧客満足および設備管理を意識して、並行して低圧の設備登録を開始する。</li> <li>・GIS ベースマップを共有が有益と思われる政府組織とともに精度を高めたベースマップを作成する。</li> <li>・GIS 技術導入による遠隔地の設備管理が効果的である。</li> </ul>

資材調達	PSD : Procurement Service Dept.	<p><b>【資材調達】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・配電線の装柱や機材仕様は標準化されている。</li> <li>・鉄柱や変圧器はインドから、電線・ケーブル、メータ類はインドネシアやマレーシアから購入している。</li> <li>・多くの機材は、インド経由の陸路で輸送されるため、インドとの国境都市プンツリンに機材倉庫を有し、在庫管理を行っている。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・現段階では竣工検査時の不良率も低く、約40社ある認定施工業者は工事種別ごとにランク指定される制度をとっているため、工事に関して精通しており、技術的問題は今のところはない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・製品不良や施工不良は低く、これをうまく運用・保守管理することができれば、無償やローンにより敷設した配変電設備を長期間・有効に活用することが期待できる。</li> <li>・今後徐々に、配電設備の保守管理に重点がシフトすることから、事故を未然に防止する観点から保守管理に長けた（少量、迅速）調達方法を確立する必要がある。</li> </ul>
建設工事	RED : Rural Electrification Dept.	<p><b>【資材運搬】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・資材運搬において、鉄柱は三分割、変圧器は外箱と油、鉄心・巻き線を分割して輸送し、現地で組み立てている。</li> <li>・運搬の労働力として、インド人を雇用している。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・車両運搬が不可能な場所への重量物（支持物、変圧器等）の運搬が大きな課題となっている。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・機材を軽量化する。そのための対策は以下のとおり。 <ul style="list-style-type: none"> <li>-支持物の木柱適用を検討する。</li> <li>-単相変圧器を積極的に採用する。</li> <li>-固体絶縁やガス絶縁を活用したパッケージ変電設備を採用する。</li> <li>-資材置場および仮置場を各エリアの車両運搬可能な道路に近接して設ける。</li> <li>-運搬に際して、地元住民との協力体制を確立する。</li> </ul> </li> </ul>
		<p><b>【安全】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・建設工事現場において、BPC請負業者がヘルメットや手袋を着用せず、工事を行っている。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・BPC 施工業者の安全意識が低い。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・BPC 請負業者に対して、ヘルメットや手袋を使用するなど、安全対策を指導する。</li> </ul>
運転・保守管理	DCSD : Distribution Customer Service Dept.	<ul style="list-style-type: none"> <li>・Begana 訓練センターで最低限の安全教育は導入されている。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・作業上の安全確保の周知不足</li> <li>・設備上の安全確保の周知不足</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・安全対策のための講習を積極的に実施する。</li> <li>・安全管理責任者を選出する。</li> <li>・保安規定の充実化</li> </ul>
		<p><b>【保守管理費用】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・現状の設備別収支では、配電部門は、利益を生んでいる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・今後、さらに遠隔地の散在した家屋への配電となるため、保守管理に係る費用が増大する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・効率的な保守管理が行えるよう、全体の効率化に合わせて、ブランチの大規模化・集約化を検討する。</li> </ul>
		<p><b>【保守・点検】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・保守・点検は「Maintenance Schedule for Distribution System」に基づき実施されている。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・今後、さらに遠隔地への設備が増えるため、人材不足や技術レベル低下が予想される。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・業務量に応じた人材確保を行う。</li> <li>・保守・点検を効率的に実施できるよう技術力向上を図る。</li> </ul>

DCSD : Distribution Customer Service Dept.	<p><b>【料金徴収】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>電気料金徴収率は 95% であり、遅収・未収率は低い。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>料金徴収の際に、BPC および顧客の労務量が大きい。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>みなし検針（検針周期延期）、コミュニティへの業務委託、定額料金制、プリペイドメーター等を導入する。</li> <li>口座引き落としの促進</li> </ul>
	<p><b>【検針】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>メータに関する苦情や読み取り・請求額に関する苦情がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>料金徴収にはマルチタスクの要員が担当しており、検針・苦情対応に労務量がかかっている。</li> <li>集約した検針結果は、そのまま各 ESD から本社にデータ転送されている。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>各 ESD ではクレーム窓口を設けており、メータ苦情の際には顧客メータにメータテスターを取り付け、不良の場合は取り替える。</li> <li>インド製からマレーシア製のメータへ変更してから、不良率は減少している。</li> <li>集約した検針結果に対して、各 ESD は過年度の傾向から不自然な点がないかマクロチェックを実施する。</li> </ul>
	<p><b>【マルチタスク】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>SC のマルチタスク要員は、配電線巡視・点検や検針、料金徴収等を行っている。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>マルチタスク要員の一人当たりの管轄エリアが広く、検針や料金徴収のために長距離を歩かなければならない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>人員増強の上、管轄エリアの細分化の実施</li> </ul>
	<p><b>【GIS】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>BPC の現状では地方電化計画に基づき、新設された設備情報を誤りなくインプットして、系統図面として活用するにとどまっている。</li> <li>具体的に配電設備の保守管理には活用できていない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>国土の多くが山岳エリアのため現地到達に労力を要する地形に加え、管理する物量（家屋や設備）が散在している「ブ」国では GIS により設備管理することで、物理的な現場調査の回数を減らすことができるという大きな利点があるが、活用できていない。</li> <li>同ソフトウェアを使える技術者およびソフトウェアのライセンスが 1 名、1 ライセンスに限定されているため、担当技術者は、日常の設備データ更新に追われているため、GIS という多機能なソフトウェアが系統図面管理にとどまっている。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>保守管理部門における GIS の活用および担当技術者の教育・増強を行い、保守管理においても GIS を十分に活用できるよう基幹箇所として抜本的に体制を整える。</li> </ul>
	<p><b>【既設配電設備】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>新規設備を大規模に導入した段階であり、それらの効率的活用や保守管理の経験が浅い。</li> <li>設備がまた新しく、経年劣化および保守不備に起因する事故が未だ多発していない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>既設幹線部分の電線および変圧器容量の適正化が実施されておらず過負荷運転が予測される。</li> <li>ロス低減策、時系列の負荷管理はできていない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>既存設備の有効利用・延命活用を検討する。</li> <li>幹線線路の信頼度を計画的に維持・向上させる検討を行う。</li> </ul>
修繕工事			



事故復旧	DCSD : Distribution Customer Service Dept.	<p>【変圧器】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>変圧器の修繕は、Begana 訓練センターで行っていたが、運搬が困難な場合は、技術者が現場へ行って、修繕を行っている。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>変圧器など、故障機器を遠隔地から運搬することが困難である。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>コンパクトな計測装置や工具を活用し、現場で修繕が行えるようにする。</li> <li>ポイントとなる箇所に資材置場を設け、予備変圧器を確保しておく。</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>松や杉・ヒノキの針葉樹林は背丈が高く配電線路上層を覆い、Right of Way の制約から伐採するクリアランスは短く、樹木が傾斜・倒壊した場合には配電線断線は避けられない。一度断線した場合は、森林の中の事故点探査は困難を極め、特に冬の雪山の場合には復旧に何日も要することもある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ほとんどの地方配電線は櫛形系統であり、2回線もしくは2ルート化が進んでいないために永久停電事故となり、配電線切り替えもできないのが現状である。</li> <li>現在の事故点探査は目視巡視がメインであるが、配電線路はフィード途中に区分開閉器は設けられておらず、事故点の切り離しも難しい。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>地方電化が進めばフィードの配電線路延長は長くなることから、保守運営の観点から、区分開閉器の設置を検討する。</li> <li>幹線の被覆化を計画的に順次進める。</li> <li>伐採費用を確実に予算計上し、樹木の傾向を捉え、効果的に対策する。</li> </ul>

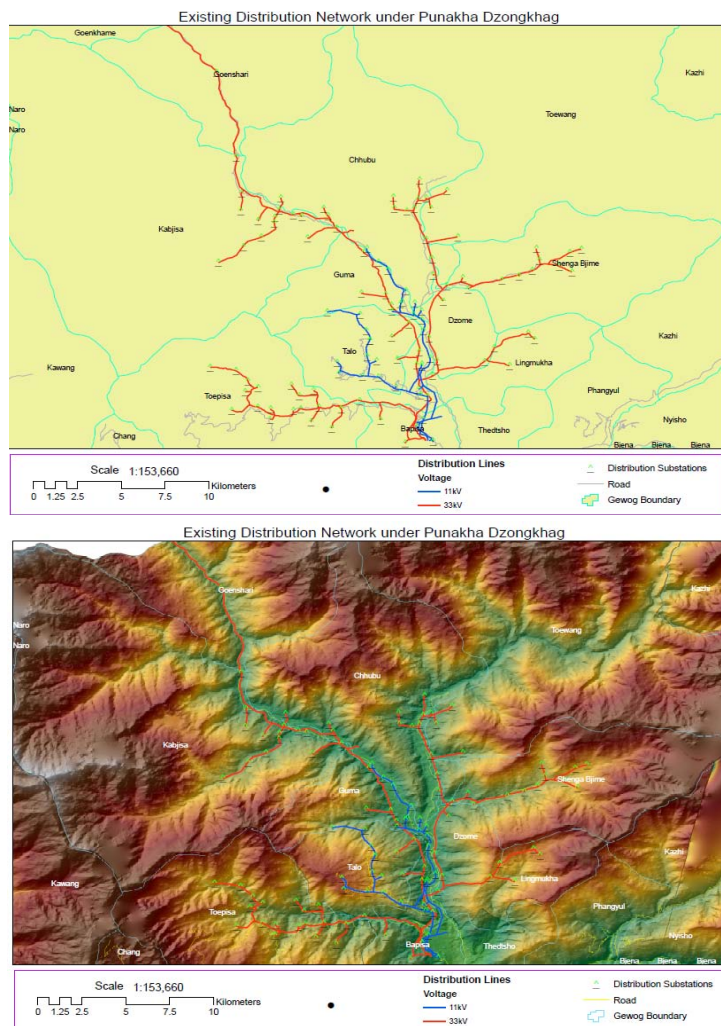


図 3-10 GIS による配電線設備管理の現状（上図：2次元、下図：3次元）

### (3) 独立系統（オフグリッド）に係る現状と課題

地方電化は、配電線延伸が優先して行われているが、配電線延伸が困難な地域は小水力発電や太陽光発電等により電化されている。オフグリッドは、DOE が担当しているが、小水力発電については、DOE が計画から実施まで行い、BPC が運転、保守管理はを行っている。太陽光発電については、DOE の RED が導入から管理までを担う。

日本の無償資金協力で建設された小水力発電所は 13 か所（20～200kW）あり、BPC の設備運用のもと、概ね順調に稼働している。UNDP の支援により建設された Sengor(100kW) と、e7（世界電力首脳有志の会議）により建設された Chendebji（70kW）については、BPC の技術的なサポートを得ながら、コミュニティが運転、保守管理を行っており、既存の設備についてはいずれも順調に稼働している。

今後、政策目標に基づき、2020 年までに世帯電化率 100%を達成するためには、約 4,000 世帯に対してオフグリッドによる電化を計画しており、「ブ」国政府はドナーからの無償資金あるいは政府の予算より拠出する方針であるが、実施にあたっては、以下の課題が考えられる。

- ・オフグリッド対象村落はアクセス道路から離れているため、資材の運搬や建設に掛かる費用が高く、時間も要する
- ・また、同理由により、設置後の設備の保守管理、検針、料金徴収等が困難である
- ・需要家が少なく、費用対効果が低い
- ・遠隔地の村落では、現金収入が少なく、支払い能力が低いことが予想される
- ・コミュニティによる保守管理を考えた場合、家屋が散在している地域では住民同士のコミュニケーションが少なく、住民組織形成が困難であることも予想される
- ・地域により、文化や風習が異なるため、画一的な制度の適用が困難である

これらの課題に対し、現在 UNDP では、パイロット・プロジェクトを実施し、コミュニティベースのマイクロ発電システムと生計向上活動のためのガイドラインを策定している。

オフグリッド対象地域を電化するにあたっては、これまでのオフグリッド電化に係る活動を整理し、効率的かつ効果的な実施方法を検討する必要がある。またその際、配電線延伸による電化の可能性も再度検討する必要がある。

また今後、経年劣化が危惧される場所、既存設備の運用、保守管理のあり方に対する知見やガイドラインの整備が必要になる。

### 3-3 他ドナーの動向

#### (1) 国際協力銀行 (JBIC)

国際協力銀行 (Japan Bank for International Cooperation : JBIC) の「ブータン地方電化事業 (Bhutan Rural Electrification Project)」は、「ブ」国の地方農村部において配電網の整備を行うことにより、未電化世帯等の電力アクセスの改善を図り、もって貧困度の高い地方農村部住民の生活環境の改善および地方農村部の経済・社会活動の活性化に寄与するものである。

総事業費 43 億円のうち円借款対象額は 35 億円であり、2007 年 5 月 9 日に借款契約 (Loan Agreement : L/A) が調印された。2008 年 1 月にコンサルタントが選定され、2012 年完成を目指して現在実施中である。実施機関は DOE であり、実際の調達、建設は BPC が行う。

同事業の対象範囲は、20 ある県 (Dzongkhag) のうち 10 県であり、第 10 次 5 カ年計画 (2008 年 7 月～2013 年 6 月) の地方電化計画 (RE4) で電化予定の 24,300 世帯のうち、約 15,000 世帯を対象としている。

#### (2) アジア開発銀行 (ADB)

アジア開発銀行 (Asian Development Bank : ADB) はこれまで、地方電化のフェーズ 1 (RE1 : 1992-1997) において約 3,000 世帯、フェーズ 2 (RE2 : 1997-2002) において約 6,000 世帯、フェーズ 3 (RE3 : 2002-2007) において約 8,000 世帯の地方電化を行っており、第 10 次 5 カ年計画の地方電化計画 (RE4) では、JBIC の対象県以外の 8 県を対象に、約 9,000 世帯を電化するための資金協力 (グラント : US\$17.5mil.) を行う予定である。

①地方電化訓練プログラム (Rural Electrician Training Program) や②地方電化促進プロジェクト (Accelerate Rural Electrification Project) も行っており、①では、オフグリッドを対象とした配電工事やメンテナンス等のトレーニングを行い、②では、地方部のオン／オフグリッドを対象としたコミュニティベースのビジネスモデル、およびアウトソーシングの一環で、BPC が現地雇用者 (Technician) と契約して、Begana でのトレーニングを実施している。

#### (3) 国連開発計画 (UNDP)

国連開発計画 (United Nations Development Programme : UNDP) では、GEF (Global Environment Facility) プロジェクト “Community Micro Hydro for Sustainable Livelihood” において、独立電源のマイクロ水力発電システムの持続性向上を図るための、コミュニティベースのパイロット・プロジェクトを「ブ」国中央部に位置する Sengor で実施している。同プロジェクトでは、Begana 訓練センターで訓練を受けたコミュニティ (村民) が、マイクロ水力発電システム (100kW) の保守管理を行っており、マイクロ水力発電システムとコミュニティの生計向上活動のためのガイドライン (最終案は 2008 年 3 月頃完成予定) も策定している。その他、UNDP では独立電源の太陽光発電設備についても GEF で支援を行っている。

また、UNDP では、再生可能エネルギー政策 (Renewable Energy Policy) 策定支援を行っており、同政策は 2006 年に完成しているが、承認には至っていない。

(4) インド

インドは、Chukha (336MW)、Kurichu (60MW)、Tala (1020MW) の水力発電所建設や、電源開発に伴う送電設備、東西連系線、Thimphu の中央給電指令所 (2008 年 9 月運転開始予定) 等への支援を行っている。水力発電所建設費は、いずれも無償 6 割、有償 4 割で実施されている。

また、JICA 開発調査「プナチャンチュ水力発電事業計画調査 (1998-2000)」で F/S (Feasibility Study) を実施した Punatsangchu 水力発電所 (1,000MW) についても、インドの支援で建設予定であり、2008 年に着工、2014 年に完成予定である。

(5) その他

オランダ政府は「ブ」国政府との持続可能な開発協定 (Sustainable Development Agreements : SDA) に基づいた太陽光発電設備供与や、送配電網延伸による地方電化 (1995-1999) フェーズ 1 で 514 世帯、フェーズ 2 で 3,150 世帯の電化を行っている。

オーストリアの ACB (Austrian Coordination Bureau) も地方電化への資金協力や、Basochu I (24MW) 水力発電所建設 (無償 51%、有償 49%)、Basochu II (40MW) 水力発電所建設 (無償 20%、有償 80%) への支援を行っている。

その他、ノルウェーやスウェーデンも「ブ」国の電力セクターへの協力を行っているが、いずれも主に水力開発への支援を行っている。(表 3-14 参照)

表3-14 「ブ」国における電力・エネルギー分野への主な協力実績

ドナー/スキーム	プロジェクト	年																											
		85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	
All Donor	インド	Chukha I 水力発電所(84MW)建設(1986運転開始)	■	■																									
		Chukha II 水力発電所(84MW×3基)建設(1988運転開始)			■	■																							
		Kurichu水力発電所(60MW)建設(2001-03運転開始)																		■	■	■							
		Tala水力発電所(1020MW)建設(2006運転開始)																				■	■	■					
		Punatsangchu水力発電所(1000MW)建設予定																							■	■	■	■	■
		中央給電指令所(2008運転開始予定)																							■	■	■	■	■
		送電線(東西連系統)拡張予定																											
	オランダ	太陽光発電設備供与(1995-1999)																											
		地方電化フェーズ1(RE1:1995-1997)																											
		地方電化フェーズ2(RE2:1997-1999)																											
	オーストリア	Rangoung水力発電所(2.2MW)建設(1996運転開始)																											
		Basochu I 水力発電所(24MW)建設(2002運転開始)																											
Basochu II 水力発電所(40MW)建設(2005運転開始)																													
ノルウェー	電力セクターマスタープラン(水力ポテンシャル調査)(1990-1993)																												
	Mangdecchu水力発電所(600MW)計画(1998F/S実施)																												
UNDP	Renewable Energy Policy策定支援(2006)																												
	GEFプロジェクト(Sengor小規模水力発電所100kW)																												
ADB	地方電化フェーズ1(RE1:1992-1997)																												
	地方電化フェーズ2(RE2:1997-2002)																												
	地方電化フェーズ3(RE3:2002-2007)																												
	地方電化フェーズ4(RE4:2008-2013)																												
	Rural Electrician Training Program																												
	Accelerate Rural Electrification Project																												
e7(世界電力首脳有志の会議)	Chendebji小規模水力発電(70kW)CDMプロジェクト(2004-2005)																												
All Japan	無償資金協力(一般無償)	小規模水力発電施設整備計画(1985)	■																										
		小規模水力発電機敷設計画(1989-1990)																											
	有償資金協力(JBIC)	地方電化事業(2007-2012)																											
	All JICA	開発調査	プナチャンチュ水力発電事業計画調査(1998-2000)																										
		開発調査	地方電化マスタープラン(2003-2005)																										
個別専門家		電力設備アドバイザー(2007-2008)																											
技術協力プロジェクト	地方電化促進プロジェクト(2008-2011)																												

■ 実施済・実施中  
 ..... 計画

水力発電  
 送電系統  
 再生可能エネ  
 地方電化  
 その他

出典：調査団作成

## 第4章 プロジェクトの基本計画

「ブ」国側のプロジェクトの要請書を基に、まず JICA「ブータン国地方電化マスタープラン調査報告書」（2005 年）、「ブータン国事業強化のための電力セクター調査」（2007 年 7 月）の結果と収集資料を検討した。次に Project Design Matrix (PDM) 案と Plan of Operation (PO) 案を調査団側で作成し、それを「ブ」国側との協議に従って修正し、最終版として M/M に添付した。

プロジェクト活動の一つとして、プロジェクト開始時に専門家による現状の問題分析を行い、そのアウトプットとして運用・保守管理制度のあり方やそれに即した総合訓練制度を策定することになっている。そのため、具体的評価項目や数値目標はその際に決定することで「ブ」国側と合意している。事前調査期間中に作成、日本、「ブ」国の双方で合意したプロジェクトの基本計画の内容は以下のとおりである。

### 4-1 プロジェクト目標

BPC および DOE の地方電力供給効率性向上のための技術および制度面の能力が強化される。
<指標>
<u>オングリッドシステム</u>
・一定割合*以上のプロジェクト実施中の受講生が資格試験に受かる。
・一定割合*以上のプロジェクト受講生が配電システムを適切に運用・保守管理できる。
<u>オフグリッドシステム</u>
・DOE 職員がオフグリッドの開発に適切な知識および技術*を取得する。
(*: プロジェクト開始時の総合訓練プログラム策定時に具体的項目と数値を決定する。)

プロジェクト目標の達成によって便益を受けるのは BPC と DOE の双方としているが、能力強化の対象人数としては、BPC が大多数で DOE は数名となる。また、BPC と DOE との能力強化のニーズは個別に判断する必要がある。特に、既存のオフグリッド電源（小水力発電、太陽光等）については、DOE の主管であるが、BPC も運用・保守管理支援を行っており、より効率的な方法を再考するという観点から、今後の制度のあり方自体を見直すことも求められる。以下、プロジェクト目標設定の考え方の背景を示す。

#### (1) 能力強化の対象範囲（ターゲットグループ）

地方電化におけるグリッド延伸については、BPC は既に工事経験があり、また、日本の JBIC や ADB を主ドナーとして借款や無償資金によって建設工事が進行中である。援助プロジェクト実施の中で建設に関する支援があることから、本プロジェクトでは対象外としている。能力強化の対象となるのは、訓練配電線の運用・保守管理の部分であり、それを担当する職員となる。具体的に該当する範囲は、BPC の配電顧客サービス部正規職員約 700 名のうち、Begana 訓練センターに現在勤務する 4 名のトレーナーと訓練を受ける地方支店 (ESD) の配電担当技術職員を中心とした合計約 200~300 名と見込まれる。なお、PDM 指標の協議中にトレーナー人数は現在 4 名であるが、配電顧客サービス部長より、今後トレーナーの増員を検討し、本プロジェクト実施中にトレーナー候補者として複数名（例え

ば 20 名程度) 新規に育成する案が示された。総合的訓練プログラムの策定時に増員計画も考慮する必要がある。

オフグリッドの電源開発では DOE の再生可能エネルギー課職員 19 名(2008 年 2 月時点)のうち、オフグリッド電源開発エンジニア数名(7 名前後)となる。

また、制度策定支援で技術基準や規定にかかわる部分がある場合は、関係者としてブータン電力庁(Bhutan Electricity Authority : BEA)も必要に応じて活動に参加するよう配慮したい。

## (2) 制度面の能力強化

当初のプロジェクト目標の案としては、「マネージメント能力強化(主に ESD のマネージャーを対象)」という言葉を使っていたが、「ブ」国側から「制度面(Institutional)としたほうが適切」との指摘があり、DOE や BPC が抱えている問題の現状を考慮して修正した。現状ではグリッドによる電化については運用・保守管理に関する制度のあり方の長期展望と、それに即した人材育成方針と訓練プログラムが未策定であることが中心問題と判断した。

また、オフグリッド電化については DOE による建設後、電化対象のコミュニティへ設備を移管し、コミュニティが運用・保守管理を行うことになっているが、実際には BPC が支援を行っている。オフグリッドの小水力発電の各地域での運用・保守管理担当者の訓練は BPC の Begana 訓練センターで実施しているときもある。オフグリッド電源についても今後開発を進めるなかで効率的な運用・保守管理の制度を考慮し、そのための訓練のあり方は DOE と BPC の双方で検討する必要がある。

以上から、技術協力実施のエントリーポイントは、マネージメント効率を考慮した運用・保守管理制度の確立とそれに基づいた訓練制度の強化であり、それが本プロジェクトの一つの大きな柱となる、という考えに基づいている。

## (3) 技術面の能力強化

BPC 職員の技術面の能力強化とは、地方電力供給担当職員が運用・保守管理の観点から必要な知識を取得し、現場で実践していくことを指す。DOE の職員の場合は、オフグリッドの新規電源開発や既存設備の更新、リハビリ、廃止、系統連系などを判断し、業務を推進するための的確なアドバイスによって実務能力の向上が必要とされている。オフグリッドについては、特に日本の無償資金協力で実績のある小水力発電に関する事項が主となるとみられる。

## (4) 指標設定と測定

プロジェクト期間 3 年間の間で、運用・保守管理(O & M)制度と訓練プログラムを策定し、本プロジェクトによって新規に提案あるいは既存のコースを修正したものを 1 年目に策定し、2 年目から 3 年目にかけて最低一度は実施するということを想定している。BPC の Begana 訓練センターでは、BPC の公社化の 2002 年以降、BPC 職員向けには年間 1 ~ 4 回程度しか短期訓練が行われていなかったが、2007 年からマルチタスク制度の構想のもと、8 回に分けて約 200 名の地方の技術職員の研修を行った。2008 年も引き続き約 200

名近くの運用・保守管理担当者向けに細分化した研修を計画している。こうした本プロジェクト実施前の組織内研修実施状況を踏まえ、本プロジェクト支援による能力の向上への貢献を区別して分析すべきである。

BPC 職員については、プロジェクト開始時に案を策定した総合的な訓練プログラムのコース内容から、本プロジェクトによって新規に提案、あるいは改善されたプログラムの項目、内容に関しての訓練コースの項目について①「訓練内容を十分理解したか」、②「訓練コースの学んだ成果が現場で生かされているか」という点から評価する。①については訓練コース終了時に何らかの形式で理解度を測定する試験を実施し、一定以上の得点で資格認定することを想定している。地方の技術職員の中で非識字者が対象の場合は口頭試問の形式を考慮する。②は第三者（トレーナー、ESD のマネージャー、等）による評価である。一定の割合の人数の合格を目指すか、もしくは、例えば全員 8 割以上の点数をとるなど、プロジェクトによって提案される訓練の内容に応じて具体的な目標数値を設定する。

DOE 職員についての本プロジェクト支援は、彼らの業務に合わせた日本人専門家の指導を想定している。オフグリッドの電化に関する政策、パイロット・プロジェクト実施による報告書、ガイドラインの一部は他ドナー支援で整備されつつあり、今後はオフグリッドの電化の実施推進段階に入りつつある。そのため、各ドナーが個別にまとめてきた現在までの経験を整理し、他地域への普及を考える際の支援を行う。その際には必要に応じて既存のガイドラインやマニュアルの補足、あるいは、新規に作成する。したがって、指導によって職員の能力が向上したか否かは、職場の上司など周辺の職員の評価、日本人専門家の評価によって判断するとした。

#### 4-2 上位目標

地方部における電力供給サービスが向上する。

<指標>

- ・プロジェクト終了後約 5 年後までに一定の割合\*以上の地方の顧客が電力サービスの信頼性と安全性に満足する。

(\*：プロジェクト開始時の総合訓練プログラム策定時に具体的項目と数値を決定する。)

プロジェクト目標である、地方電化に焦点を当てた運用・保守管理に関し、BPC および DOE の技術職員の能力強化が達成されれば、地方電力供給サービスが向上し、顧客の満足度が向上するという論理に基づき、上位目標とその指標を設定した。

また、BPC の戦略計画“Corporate Strategic Plan 2007”に顧客サービスの満足度の向上があげられている。電力供給サービスの向上については、電力サービスの顧客による評価が最終的に重要であるという見方から顧客の満足度を指標としてあげた。顧客による評価項目としては、電力供給の安定（電圧の安定、停電時間・回数等）や事故などの安全面、BPC 職員の対応、などが考えられるが、提案する訓練コースと関連づけて最終的に決定する。

なお、配電の運用指標として通常用いられるシステムロス率、停電時間と回数(SAIDI、SAIFI)の減少等の目標値も当初あげていたが、今後の 10 年にかけて新たに、より遠隔地へ電化設備建設が広がっていく状況にあり（現状の世帯電化数の倍となり、また面的にも大幅に拡大）これらの指標は現状よりも悪化する可能性があること、また、これらの指標の改善は設備投資によ



るところが大きいとの判断から、最終的には PDM 上で指標として特に記さなかった。

他方、これらの指標は運用・保守管理制度や担当職員の能力といったソフト面の強化による指標の改善への貢献が認められる場合がある。これらの配電の運用指標は BPC のパフォーマンス・ベース・インセンティブ・システム (Performance Based Incentive System : PBIS) により配電顧客サービス部が毎年目標値を設定してモニタリングする対象となっており、システムロスの要因のうち、ノン・テクニカル・ロスの面の減少、すなわち、メーター、盗電、配電線や変電器の過負荷のチェックや請求ミスをなくすことなどによって目標値達成を目指すとしている。本プロジェクトで扱う訓練内容についても、こうしたノン・テクニカル・ロスの低下に貢献する部分もあると思われるので、顧客のサービス満足度の要因分析においては、本プロジェクト実施前後でこうした配電の運用指標推移と本プロジェクトとの関連性を検討すべきである。

なお、2008 年以降、JICA と JBIC と統合して一組織となり、本プロジェクト終了 1 年後の 2012 年に円借款による地方電化事業の終了が予定されている。上位目標の指標については円借款事業評価項目と重複する点があり、事後評価については円借款事業の事後評価と同時に行うことを検討してもよい。

#### 4-3 成果、活動

<p>&lt; 成果 1 &gt;</p> <p>地方電力供給に焦点をあて、制度面のアセスメントに基づき、総合訓練プログラムが策定される。</p>
<p>&lt; 指標 &gt;</p> <ul style="list-style-type: none"><li>・ 策定あるいは更新した長期・短期的な (運用・保守管理に関する) 制度と人的資源開発方針</li><li>・ 地方電力供給に焦点をあてた総合的訓練プログラム</li><li>・ 優先的訓練の詳細コース内容</li></ul>
<p>&lt; 活動 &gt;</p> <ul style="list-style-type: none"><li>①-1 組織内のコンサルテーションや議論を通じ、現在および将来的な運営・保守管理の問題分析を行う。</li><li>①-2 長期的および短期的訓練制度と人的資源開発の方針を策定/レビューする。</li><li>①-3 技術およびマネジメントの能力開発ニーズを特定する。</li><li>①-4 総合訓練プログラムを策定する。</li><li>①-5 必要な訓練プログラムの優先付けを行う。</li><li>①-6 地方電力供給のためのコース内容を策定する。</li><li>①-7 地方電力供給のためのコース内容をトレーナーや訓練生からのフィードバックに基づき、改善する。</li></ul>

成果 1 で対象となる訓練制度とは BPC が実施する訓練制度を指す。BPC 人材育成の方針にも広くかかわることであることから、BPC の人材開発総括部も活動に関与する。オフグリッド電化の運用・保守管理の訓練は BPC で実施することがあるので、DOE の意向も交えて検討することになる。

プロジェクト目標にて既述のとおり、現状の問題分析を踏まえて長期的視点から制度のあり方を提示することが重要となっており、成果 1 は 4 つの成果 (アウトプット) のうち、最も重

視すべき成果とみている。ここでの的確な分析がなされることがプロジェクトの円滑な実施とプロジェクトの有効性の高さにつながる。アウトプットは、制度のあり方、方針、訓練プログラムとコース内容を記したものになる。プロジェクト開始1年目の早期の段階で草案を取りまとめ、2年目以降に優先的訓練コースを実施しつつ、必要な修正を行い、プロジェクト終了までに最終版を作成する、という活動の流れになっている。

<p>&lt;成果2&gt;  <b>Begana</b> 訓練センター設備が拡充される。</p>
<p>&lt;指標&gt;          訓練のために必要な機材設置・利用</p>
<p>&lt;活動&gt;          ②-1 地方電力供給の訓練プログラムに必要な設備・機材を特定する。          ②-2 必要な訓練設備・機材を導入する。</p>

成果1で既存の訓練コース改善や新規訓練コースの提案に沿って、訓練センターに必要な機材を設置する。必要とされている機材が設置され、利用されている状態が指標となる。

<p>&lt;成果3&gt;          地方電力供給のための運用指針（ガイドライン）と手引書（マニュアル）が作成される。</p>
<p>&lt;指標&gt;          ・作成された必要な（ガイドライン）と手引書（マニュアル）</p>
<p>&lt;活動&gt;          ③-1 活動1をもとに、地方電力供給のための訓練ニーズを特定する。          ③-2 運用指針（ガイドライン）と手引書（マニュアル）のドラフトを策定する。          ③-3 上記③-2のドラフトをフィードバックに基づき、改善する。</p>

BPCについては、主にトレーナーを対象とし、新しいトレーナーが参照する指導要領となるようなガイドラインやマニュアルを想定している。主として既存トレーナーが日本人専門家支援のもとで作成することを考える。

DOEについてはREDエンジニアの能力強化のニーズであるが、DOEに対してはOJT (On the Job Training) 形式で日常業務について、指導・助言を行うことを主として想定している。運用指針（ガイドライン）や手引書（マニュアル）作成についてはUNDPやADBなど他ドナー支援で作成しているものを参照しつつ、DOE職員が実際の業務で案件の採択を判断するのに役立つ指針やアドバイスを含めたものを作成することを想定している。

<p>&lt;成果4&gt; 地方電力供給のための訓練施設のトレーナーの能力が向上する。</p>
<p>&lt;指標&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・資格認定されたトレーナーの人数</li> <li>・トレーナーによって作成された訓練メニューと教科書</li> <li>・訓練生によるトレーナーへのフィードバック</li> </ul>
<p>&lt;活動&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>④-1 トレーナーに必要な訓練内容を特定する。</li> <li>④-2 トレーナーに対して、特定された優先的訓練を行う。</li> <li>④-3 訓練のための教材を準備する。</li> <li>④-4 提案された訓練コースを導入する。</li> <li>④-5 訓練生の理解度を測るためのテストやフォローアップ調査を導入する。</li> </ul>

成果4はBPCのBegana訓練センターのトレーナーの能力向上については、プロジェクト実施期間内で日本人専門家が「ブ」国や日本にて直接トレーナーへ指導することを指す。成果1でプロジェクトによって提案された訓練コースに関し、トレーナーへの訓練が必要なものについて特定し、優先的なものをプロジェクト実施期間で行う。トレーナーが訓練コースの概要や教材を準備し、提案された訓練コースを実施し、訓練生の理解を測定するテストやフォローアップ調査を実施して、訓練コースの改善に利用する。理解度テストについては、今まで特に実施されておらず、新しく作成する必要があるが、トレーナーは地方支店(ESD)を年1回程度は巡回して評価を行っているので、その際に訓練生のフォローアップも行える。本プロジェクト提案の訓練コースに関しては、訓練生のトレーナーへのフィードバック(インタビューあるいはアンケートによる)を実施し、トレーナーの能力向上に役立てることを想定している。

4-4 投入(日本側、「ブ」国)

(1) 日本側(総額1.4億円)

<ul style="list-style-type: none"> <li>1) 長期専門家1名(地方電化訓練プログラム支援)</li> <li>2) 短期専門家3名以上(配電技術、マネージメント*、オフグリッド電化等、必要に応じ) *: マネージメント効率向上の観点からの訓練制度策定支援を含む。</li> <li>3) 機材供与 不足している配電の運用・保守管理トレーニング用機材一式(GISソフト等、必要に応じ)</li> <li>4) 研修: 本邦あるいは第三国研修</li> <li>5) 現地活動費: ワークショップ開催費等</li> </ul>
--

訓練プログラム策定および実施支援の調整・ファシリテーターとして長期専門家を1名派遣し、各分野別の専門家は短期派遣をする。少なくとも上記の3分野から各1名以上が想定されるが、要望に応じ、臨機応変に対応できるような形態としている。海外の研修先は日本あるいはタイなどの第三国にて、訓練内容によって最適な研修が受けられる場所を選択するのが望ましい。

## (2) 「ブ」国側

- 1) 施設／建物 プロジェクトのための専門家執務室とトレーニング設備
- 2) カウンターパート人材の配置：以下の配置を行う。  
Project Director：DOE 総局長  
Senior Project Manager：BPC 人材開発総務部長  
Project Manager：BPC 配電・顧客サービス部長  
Project Coordinator：DOE 再生可能エネルギー課長  
(以上に加え、DOE の RED エンジニアと BPC 地方電化に関わるエンジニアやその他専門家)
- 3) ローカルコスト負担：国内旅費等プロジェクトの現地業務に必要な経費

専門家のための執務室とトレーニングセンター教室などの設備整備は「ブ」国側で準備される。プロジェクトの活動のモニタリングを行う主要カウンターパートは、上記に具体的にあげている部署の上級職員となるが、他にも活動をともしするカウンターパートとして、BPC のトレーナーや DOE の RED 職員などがあげられる。プロジェクト開始段階の訓練プログラム策定時にすべてのカウンターパートを最終確認する。

## 4-5 外部条件とリスク分析

### (1) 前提条件

DOE と BPC が組織運営方針にて地方電化のための訓練が重要かつ最優先課題と位置づけている。

DOE と BPC の方針で地方電化推進には人材の育成が必要ということは明らかではあり、プロジェクト実施の基本的前提である。可能性は低いながらも、政府組織の改編、BPC のトップマネジメントの交代などで訓練実施の優先度に多少変更が生じ、例えば人材育成よりも電力安定供給のための設備投資の重要度が偏重する場合もありえることから本項目を前提条件とした。

### (2) 成果達成のための外部条件

訓練や活動に参加するカウンターパートがプロジェクト実施期間中に交代しない。万一、交代する場合は、後任として最適な人材が配置され、業務を円滑に引き継ぐ。

BPC 内で特に若手職員の転職がよくあることから、活動期間中、カウンターパートが交代することはあり得る。代替りの最適な人員が業務を直ちに引き継がず、不在が長期間続くようではプロジェクト活動の実施に遅延が生じ、成果達成の障害となる。

### (3) プロジェクト目標達成のための外部条件

訓練されたトレーナーが BPC あるいは DOE で継続して働く。

本プロジェクトの直接的な能力強化対象は、BPC トレーナーである。訓練された彼らが

すぐに業務から離れるようなことがあれば、訓練コースの実施に遅延が生じ、職員能力強化のプロジェクト目標まで達成の阻害要因となる。

#### (4) 上位目標達成のための外部条件

- ・必要な技術・マネージメント職員数と運営資金が手当てされる。
- ・BPC と DOE の訓練された技術者とマネージメント職員が自らの組織のために継続的に働く。
- ・農村電化プログラムが計画どおりに実施される。

プロジェクト目標が達成された後、上位目標を達成するには、現在予定されている農村電化の建設事業が進み、必要な運営資金、技術職員が配置された上で、引き続き計画された訓練がなされる必要がある。

#### 4-6 プロジェクト活動計画

- ・プロジェクト活動計画の作成にあたり、以下の点に考慮にした。
- ・BPC と DOE の予算年度が1月から12月であることから、「ブ」国側の予算作成の時期である12月まで、必要と見込まれる予算の計上に間に合うように各活動時期を考慮した。また、中間評価、終了時評価の結果がプロジェクトの次の活動へ反映できるように、また、必要であれば、「ブ」国側の予算計上に間に合うタイミングになるよう、評価実施時期を計画した。
- ・Begana 訓練センターでは通常1月～3月頃までの冬季は雪のために地方からの移動が厳しいこと、7、8月は雨季で故障が頻発し、地方職員が多忙になることからこの期間に地方職員向けの訓練は実施していない。トレーナーが教材やトレーニングコースを準備する業務を行うのは、こうした時期も含めるようにした。

また、事前評価における活動計画の活動項目は PDM 活動項目に沿って作成したが、プロジェクト実施の際には、活動項目をさらに細分化して関係者間で共有してモニタリングをすることが望ましい。例えば、成果1と3については BPC と DOE の活動項目に分けるとわかりやすい。

## 第5章 プロジェクトの評価

プロジェクト実施前の事前評価であるので、5項目評価のうち、現時点での妥当性を中心に分析し、有効性、効率性、インパクト、自立発展性の今後の見込みについて評価する。

### 5-1 妥当性

本プロジェクトは以下の理由から妥当性が高いと判断できる。

#### (1) 「ブ」国開発計画、電力セクター計画との整合性

本プロジェクトは「ブ」国の国家開発計画と電力開発戦略の優先事項である地方電化促進を支援するものである。「ブ」国の開発理念である“Gross National Happiness : GNH”を基本指針として、1999年に長期的開発の展望を記した“Bhutan 2020-A Vision for Peace, Prosperity and Happiness”にて地方電化は重要な政策目標として位置づけている。「ブ」国の電力セクター長期戦略として2020年までに電化率100%（すべての人々に電気を“Electricity for All”）を掲げている。

また、第9次5ヵ年計画（2002～2007年）において地方電化は地方の生活の質の向上と社会経済開発を推進するための最優先事項としていた。第10次5ヵ年計画（2007～2012年、2008年2月現在ドラフト段階）のガイドラインにおいては国連ミレニアム開発目標の達成を目指して貧困削減を前面に打ち出している。その中で地域格差の是正と農村における経済開発の推進の観点から地方のインフラ整備は重要であるという見方が示され、なかでも地方電化は優先事項とされている。第10次5ヵ年計画ではグリッド延伸による電化については、日本の国際協力銀行（Japan Bank for International Cooperation : JBIC）とアジア開発銀行（Asian Development Bank : ADB）等の資金支援により実施される予定である。

以上の点により、本プロジェクトは地方電化促進に向けて、グリッド延伸による電化においては現在進行中の地方電化の設備建設後の運用・保守管理制度の確立と担当者の能力強化、オフグリッドにおいては実施を担う担当職員の能力強化により側面支援するという重要な位置づけにある。

#### (2) BPC と DOE のニーズ

本プロジェクトの内容はBPCの戦略計画（Corporate Strategic Development Plan 2007）の7つの目標のうち「顧客への最高のサービスの提供」、「安全かつ信頼性がある効率的な電力供給」、「職員の専門性の構築」に一致するものである。電力供給の効率性向上のための手段としてはハード面の設備投資によるものがあるが、「ブ」国の現状では、まずはDOEとBPCの体制整備や職員の能力強化によるソフト面の効率化が喫緊の課題である。BPCにおいては配電顧客サービス部職員（人材開発総括部職員も関与）、DOEにおいては、オフグリッドの電源の電化推進を担当する職員がターゲットグループとなるが、日本人専門家の支援のもと既存設備の効率的な運用・保守管理制度を確立し、それを実施する能力を強化すること、また、グリッド延伸が困難な地域については電源開発を検討する上で判断できる知見をもつことが必要とされている。本プロジェクト内容はこうしたターゲットグループのニーズに合致するものである。

### (3) 我が国の援助方針や JICA 国別事業実施計画との整合性

本プロジェクトは「政府開発援助中期政策」（平成 17 年）の重点課題の一つである「持続的成長」への具体的アプローチおよび取り組みの中で、経済社会基盤である電力インフラ整備にかかわる人材育成や制度策定支援というソフト面の支援にあたり、我が国の援助政策と合致する。「JICA 国別事業実施計画 ブータン国」（平成 18 年 11 月改訂）の 4 つの重点課題の一つに地方電化促進を含む「経済基盤整備」が述べられている。電力セクターでの支援は小水力発電の無償協力や地方電化 M/P 策定の支援が行われてきたが、今後はこれに人材開発をはじめとするソフト面での協力強化、特に地方電化 M/P 策定後の展開を推進していくとしている。本プロジェクトは、以上の JICA の国別事業実施計画に沿ったものである

### (4) 他ドナー援助との関係

グリッド延伸による電化については、ADB が 1990 年代以降の資金支援のほか、BPC の能力強化や地方電化促進への技術協力を実施してきている。本プロジェクトではそれらの成果も踏まえ、総合的な運用・保守管理制度や訓練プログラムの策定、BPC 訓練センターの強化を実施することによってこれまでの支援協力を補完し、相乗効果を生むことが期待できる。また、オフグリッドについては UNDP 支援により、再生可能エネルギー政策とコミュニティベースの小水力発電等の経験がまとめられつつある。日本は、「ブ」国あるいは他国において、当該分野での支援経験の蓄積があるため、他ドナーの経験も踏まえて比較検討し、他地域への普及のための実践的支援を行うことの意義は高い。

## 5-2 有効性

本プロジェクトは以下の理由から有効性が認められる。

- ・プロジェクト目標については、DOE と BPC との協議を経て、地方電化推進する上での制度・技術面の能力強化という設定をした。体系的な訓練制度およびプログラム策定、訓練に必要な機材供与、運用指針（ガイドライン）と手引書（マニュアル）作成（既存のもの見直しや改善も含む）、トレーナーの育成という 4 つのアウトプットの達成過程を通じ、プロジェクト目標へ到達することを意図しており、目標達成の道筋は明確である。プロジェクト目標指標の具体的項目と数値は、プロジェクト開始時の訓練プログラム策定時に最終的に決定することとなったが、職員の能力向上測定のための試験や第三者による対象者の能力評価等によってその達成度を確認可能とみられる。
- ・BPC は、2006 年よりパフォーマンス・ベース・インセンティブ・システム（Performance Based Incentive System : PBIS）を導入し、部署ごとのパフォーマンスを測る詳細な目標指標の設定を行っている。この制度は職員の業務評価と報酬にも直結しているため、これらの指標の達成に貢献する本プロジェクトの訓練に対し、職員自身の能力向上への意欲が高いと思われる。

## 5-3 効率性

本プロジェクトは、以下の理由から効率的実施が見込める。

- ・日本側としては「ブ」国側の要望と必要性に応じた分野専門家を柔軟に派遣するように調整を図る予定である。適切なタイミングで「ブ」国側のニーズを満たした専門家を投入できる

よう、訓練プログラム策定のファシリテーター役を果たす長期専門家1名と短期専門家の派遣の形式が効率的である。また、電力設備に関する JICA 長期専門家を 2006 年から 1 年間派遣しており、同専門家による情報収集・分析を一部引き継ぐ形で本プロジェクトの専門家が業務に着手する。

- ・資金的負担は主に BPC が担うことが多いとみられるが、BPC では全支出の 4～5%程度が職員訓練実施予算に割り当てられている。また、2008 年度の訓練センターの教室の整備拡充は既に予算を確保し、進められつつある。したがって、「ブ」国側の資金については、少なくとも最低限必要なものはなされると見込まれる。
- ・本プロジェクト活動実施のタイミングは、BPC の訓練実施のタイミングや予算策定のタイミングを考慮して計画している。

#### 5-4 インパクト

本プロジェクトのインパクトは以下のようなインパクトの発現が予測できる。

##### (1) 上位目標の達成見込み

上位目標の「地方電化の顧客のサービスに対する満足度」は BPC の戦略目標の一つであり、その達成に向けて全社で努力しつつある。DOE においてもオフグリッドの電源開発の促進とその効率的な運用・保守管理制度を確立し、着実に実施していくことで、電化対象地の顧客満足度の向上につながる。プロジェクト終了後も引き続き新たに提案された制度に沿って、訓練を継続的に実施・発展させていくことが期待でき、達成可能なものである。

##### (2) その他のインパクト

プロジェクトによって提案される制度や訓練コースは、BPC や DOE の人員体制や組織の構成にも影響を及ぼす可能性が考えられる。

#### 5-5 自立発展性

本案件の自立発展性の見込みは、以下のように予測できる。

##### (1) 組織・制度面

本プロジェクトでは BPC や DOE が主体的に将来的な制度や訓練プログラムを最終決定し、推進していく形式をとり、相手側のオーナーシップを高めるように配慮している。人員体制面では今後、建設事業にあてられていた職員は運用・保守管理業務を継続して実施できるようになることが見込まれる。

##### (2) 技術面

マネージャーレベルの職員は海外の長期、短期のコースを履修しており、教育レベルが高い。現在の 4 名のトレーナーは大学あるいは技術専門学校卒で現場経験も有している。トレーナー育成やトレーナーを通じた職員への技術移転は、「ブ」国側で持続し、さらに彼ら自身の努力や工夫によって発展していくことが見込まれる。



### (3) 財務面

DOE の再生可能エネルギーによるオフグリッド電源プロジェクトは一般的に収入に対してコストが高くなる傾向があり、財務的の持続性については、援助機関による無償資金や他の財源による財政資金がどの程度適用できるかによるので、ここでは主に BPC について述べる。

BPC の財務指標をみると、2003 年以降毎年赤字であったのが、2006 年に前年度比 20% の電力収入の伸びと支出削減で収益が黒字となった。電力収入の伸びは電力料金の値上げによるところが大きいが、BPC は財務指標の改善の背景には PBIS の導入もあったと分析している。PBIS では全社としての収益率の目標や予算コントロールなどの指標が設定されているほか、ESD レベルにおいても経常予算の目標が設定されており、地方でも財務管理に関する意識は浸透しつつある。電力料金回収率は現時点では 95% と高く、この数値を維持するために今後の顧客増加に備え、各 ESD においては一部技術職員も料金回収支援をするなど効率的回収について努力がなされている。長期的にみると、今後の地方電化の進展とともに電力販売収入に対し、支出が多くなっていくことが予測されるが、現在から進められている堅実な経営により、将来的な財務上の問題は軽減できるものとみられる。また、今後計画されている新規水力発電開発により、インドへの売電の送電収入増も見込まれる。以上の点からは、地道な財務管理により財務面の健全性は今後しばらくの間は保持できるとみられる。

## 第6章 技術協力実施上の留意点

「ブ」国の電力供給を担っている BPC の 33kV 以下配電・変電設備、小水力設備について、設備状況および従業員の技術レベルの調査結果を基に、検討した本プロジェクトの技術協力実施上の留意点は以下のとおりである。

### (1) BPC 本店マネージャークラスの高い能力

BPC 本店および DOE のマネージャークラスの多くは海外留学や研修による豊富な知識と経営能力を備えており、自ら地方電化にかかわる各種の施策を検討・実施している。また、本事前調査では、Thimphu、Wangdi Phodrang および Trongsa の ESD から聞き取り調査を行ったが、ESD マネージャーの技術レベルおよび運用能力は、現行の設備運用では十分と感じられる。

例として PBIS やマルチタスク制度があるが、これら施策は 19 の ESD まで十分に浸透していると考えられる。本店から ESD へ出す指示・指導とそのフィードバックが円滑に行われており、本店による中央集権的な経営体制が構築されている。このことは本技術協力プロジェクトを実施する上において、比較的スムーズに地方職員の能力向上が図れるものと期待できる。100 か所の SC の状況については、今後、さらなる調査を行うことで、その人的能力と運用状態を把握する必要がある。

### (2) 効率的な地方電化のための検討事項

今後、管理すべき配変電設備量が増えるだけでなく、管理の困難な遠隔地域へと広がるため、将来を見据えた対応が必要である。地方電化の効率化を図るためには、以下の検討事項を考慮し、今後の研修内容を詳細検討する必要がある。

#### 1) 配電技術

- ・現場過般型の計測装置や工具による効率化（含むコミュニケーション無線）
- ・GIS（地理情報システム）による一括設備管理と現場 O&M への活用方法
- ・停電事故点探査の早期特定および効率化
- ・変電所引出地中ケーブルの劣化診断（事故未然防止）
- ・コンパクトな変電所の採用と運転保守（固体絶縁、ガス絶縁含む）
- ・安全対策

#### 2) 配電部門のマネジメント

- ・本部の適切な統率とマネジメント能力強化
- ・PBIS、マルチタスク制度のさらなる推進方法の検討
- ・末端 SC を対象とした人材能力強化
- ・ESD マネージャーレベルのマネジメント能力強化

特に、配変電設備が延伸された場合、保守要員の業務量が増えるとともに、今まで電気に慣れていない住民が電気を使う機会が増えることとなるため、作業安全、公衆安全を目的とした安全講習および設備の安全対策を十分に行うことが必要となる。

例えば、確実な接地確保および変電機器の外柵・施錠、電気感電事故防止の高揚である。

特に、BPC から接地に関する研修の要請があったため、本プロジェクトの研修機材の中でも接地測定器を導入予定している。

### (3) Begana 訓練センターの設備改善および研修体系の検討

現在、BPC では配電設備の保守管理研修の重要性を認識し、2007 年から積極的に同内容の研修を実施している。さらには研修内容の向上と拡張を狙い、教室を含む設備改善も検討している。しかしながら、長期的に体系だった研修カリキュラムではなく、必要に応じた研修を模索している段階である。このため、日本の専門家による長期ビジョンに基づいた研修カリキュラムの体系見直しが求められている。

また、Begana 訓練センターでは、ワークショップがあるため基本的な計測器に加え、絶縁測定や絶縁油劣化診断、浄油装置は活用されているものの、研修機材としての計測装置、工具等の機材が完備されていないため、本プロジェクト実施にあたっては、研修に必要な機材を導入する必要がある。

### (4) オフグリッド電化の促進

100%電化目標に対してオングリッドは経済的、技術的限界があり、小水力および太陽光によるオフグリッド電化も必要となる。現在ではオフグリッドは DOE の RED が主管箇所となっているが、DOE は地方組織を持たないために、実際の設備運用はコミュニティーおよび BPC となっている。特に「ブ」国は水力資源が豊富であることと、寒冷気候から電力使用量が大きく小水力を優先的に推進している。

オフグリッド対象地域を電化するにあたっては、これまでのオフグリッド電化に係る活動を整理し、効率的かつ効果的な実施方法を検討する必要がある。またその際、配電線延伸による電化の可能性も再度検討する必要がある。

また、既存の小水力発電設備は稼働しているものの、今後、経年劣化が危惧されるため、将来的にこれらの活用方法検討（廃棄、リハビリ、系統連系）や、新規の小水力開発に対する技術協力のニーズがある。オフグリッド電化の促進にあたっては、UNDP など他ドナーとの情報交換を適宜行いながら、既存設備の運用・保守管理のあり方に対する知見や運用指針（ガイドライン）の整備が必要になる。