

国際協力事業団

ヴェトナム電力公社

ヴェトナム国

ヴェトナム国  
北部再生可能エネルギーによる地方電化計画調査

最終報告書

本 編

2002年7月

JICA LIBRARY



1176354(7)

プロジェクト・インターナショナル 株式会社

東北電力 株式会社

鉦調資

JR

02 - 121

国際協力事業団

ヴェトナム電力公社

ヴェトナム国

ヴェトナム国

北部再生可能エネルギーによる地方電化計画調査

最終報告書

本 編

2002年7月

プロアクトインターナショナル株式会社

東 北 電 力 株 式 会 社



1176354[7]

## 序文

日本国政府はヴェトナム国の要請に基づき、同国の北部地域を対象に再生可能エネルギーによる地方電化計画調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施しました。

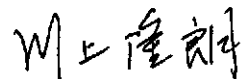
当事業団は、平成13年1月から平成14年3月までの間に4回にわたり、プロアクトインターナショナル株式会社の大瀧克彦氏を団長とし、同社と東北電力株式会社の団員から構成される調査団を現地に派遣しました。

調査団はヴェトナム国政府関係者と協議を行うとともに、小水力・太陽光などを用いた分散型の電化手法について技術的な検討や経済性評価などを行い、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、ヴェトナム国の地方電化計画の推進に寄与するとともに、両国親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終わりに、本調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心から感謝申し上げます。

平成14年7月



国際協力事業団  
総裁 川上 隆朗

平成14年7月

国際協力事業団

総裁 川上 隆朗殿

ベトナム国  
北部再生可能エネルギーによる地方電化計画調査団  
団長 大瀧 克彦

### 伝 達 状

ここに、ベトナム国北部再生可能エネルギーによる地方電化計画調査最終報告書をご提出申し上げます。

本調査は、山岳地域で生活条件がとりわけ厳しいベトナム北部地域の農村部について、配電線延長ではなく、村落内にある小水力や太陽光といった再生可能エネルギー資源を活用して電化を進めるにはどのような手法で行ったらよいかを検討したものであります。地方電化の場合には、利用者である村落レベルでのサステナビリティを考慮する必要があり、当該地域の実情を踏まえ、技術、経済性、組織といった面で現実的で実施可能なプランとなるよう、検討を重ねてまいりました。さらに、本調査の成果が、独立型電源による地方電化（off-grid 地方電化）を実施する責任主体である各省（Province）の担当者によって活用され、実際の事業の進展につながるよう、報告書の構成については実用性を重視するよう配慮しております。

最終報告書の内容については、日本国政府及び貴事業団のご意見も反映させていただきました。また、ハノイ市において適時行いました協議を通じて得られた、カウンターパートであるベトナム電力公社やエネルギー研究所の各官のご意見も反映させております。

ベトナム農村部において地方電化へのニーズは高く、その政策的な緊急性・重要性から、ベトナム政府が最終報告書において提案されている地方電化プランをベースにして、山岳地域における off-grid 地方電化事業を本格化させることを推奨するものであります。早期に具体化すべき課題としては、必要な技術ノウハウの確立、組織体制強化さらに資金的助成措置の具体化などがあげられます。

この機会をお借りしまして貴事業団、外務省及び経済産業省に対し、心より御礼申し上げますとともに、ベトナム側の関係各機関に対しましても、我が調査団に対して頂戴しました御厚誼、御協力につき、深く感謝申し上げます次第です。

# 目次

## 調査の目的と概要

第 1 節	ベトナム北部における地方電化の現状.....	1
第 1 章	ベトナム国の概況.....	1
1-1	一般概況.....	1
1-2	ベトナム地方電化の現状.....	3
1-3	貧困緩和への取組.....	6
第 2 章	調査対象地域の概況.....	9
2-1	自然条件.....	9
2-2	対象地域の特徴.....	9
2-3	未電化コミュニケーションデータベース.....	14
2-4	コミュニケーション選定の基準.....	17
第 2 節	Off-grid 地方電化のモデルプラン.....	21
第 3 章	Off-grid 地方電化の経済性評価と資金計画.....	23
3-1	Grid 延長と Off-grid 電化の経済性比較.....	23
3-2	需要想定.....	24
3-3	段階的開発.....	25
3-4	経済性評価.....	26
3-5	資金計画.....	36
3-6	マイクロファイナンス制度.....	39
第 4 章	Off-grid 地方電化における組織制度開発.....	43
4-1	Off-grid 地方電化における関係組織.....	43
4-2	Off-grid 地方電化のための組織開発.....	44
4-3	キャパシティビルディング.....	48
第 5 章	Village Hydro—小水力による地方電化計画.....	51
5-1	基本コンセプト.....	51
5-2	技術要件.....	52
5-3	費用試算.....	58
5-4	Village Hydro の増設.....	59
5-5	運転と維持管理.....	59
5-6	トレーニング.....	61
第 6 章	太陽光発電による地方電化計画—Village Solar.....	63
6-1	基本コンセプト.....	63
6-2	Village Solar.....	64
6-3	コスト試算.....	69
6-4	運転と保守.....	71
6-5	トレーニング.....	72
第 7 章	その他の方式による off-grid 地方電化.....	75
7-1	風力発電.....	75
7-2	小水力と太陽光のハイブリッド発電.....	79
第 3 節	Off-grid 地方電化の推進戦略.....	81
第 8 章	環境影響評価 (EIA).....	81
8-1	EIA のための組織と法制度.....	81
8-2	Off-grid 地方電化における EIA.....	82
8-3	再生可能エネルギーによる地方電化と地球温暖化問題.....	83
第 9 章	Off-grid 地方電化に関する戦略的提言.....	85
9-1	Off-grid 地方電化の推進における課題.....	85
9-2	Off-grid 地方電化の戦略.....	86

## 表 目 次

表 1-1-1	北部山岳地域に見られる主な少数民族.....	2
表 1-2-1	ヴィエナム各地域の電化状況.....	3
表 1-2-2	調査対象地域の未電化コミュニン数一覧.....	5
表 1-3-1	地域毎の貧困率 (1993年と1998年).....	6
表 1-3-2	主な貧困緩和プログラム.....	7
表 2-2-1	調査対象未電化コミュニンの概要表.....	10
表 2-2-2	モデルコミュニンの電気製品利用.....	12
表 2-3-1	データ項目一覧.....	15
表 3-2-1	農村部の標準的1世帯当たりの電力需要原単位.....	25
表 3-4-1	財務評価の要約—5kW マイクロ水力.....	28
表 3-4-2	マイクロ水力(5kW)の財務評価試算.....	29
表 3-4-3	開発資金返済モデル.....	30
表 3-4-4	マイクロ水力(5kW)の経済評価試算.....	32
表 3-4-5	マイクロ水力(5kW)の財務評価試算 (5kW 補助金なしのケース).....	33
表 3-4-6	財務評価の要約—1.5kW PV BCS.....	34
表 3-4-7	BCS 1.5kW 太陽光発電の財務評価試算.....	35
表 3-5-1	135プログラムによるインフラ整備プロジェクト実績.....	36
表 3-5-2	JBIC 地方開発セクターローンの実績.....	38
表 3-6-1	ヴィエトナムの主な農村金融.....	40
表 4-1-1	Off-grid 地方電化における組織と役割.....	43
表 5-2-1	Village Hydro-1 の基本仕様一覧表.....	54
表 5-3-1	Village Hydro-1 費用試算 (5kW クラス).....	58
表 5-3-2	Village Hydro-2 費用試算 (1kW ピコプラス).....	59
表 6-2-1	公共システムにおける SHS の技術仕様.....	66
表 6-2-2	公共システムにおける BCS の技術仕様.....	67
表 6-2-3	SHS の利用可能電力.....	68
表 6-2-4	公共システム (150Wp BCS) 利用者の利用可能電力.....	69
表 6-3-1	VillageSolar の総費用—モデルプラン.....	70
表 6-3-2	SHS コストの内訳.....	70
表 6-3-3	BCS コストの内訳.....	70
表 6-3-4	設置コストの内訳.....	71
表 7-1-1	小型風力発電システムのコスト試算.....	78
表 8-2-1	Off-grid 地方電化とその環境への影響.....	82
表 8-2-2	環境影響評価の自主的評価.....	83
表 9-1-1	3側面から見た段階別問題点.....	85

## 目 次

図 2-1-1	北部主要都市の月別降水量及び日照時間 .....	9
図 2-2-1	MienDoi コミュニの村落分布 .....	11
図 2-2-2	小河川をはさみ広がる棚田の様子 .....	11
図 2-2-3	ピコ水力発電機の利用 .....	12
図 2-2-4	MienDoi コミュニにおける電気への支払い意思額 .....	13
図 2-3-1	未電化コミュニ分布図 .....	16
図 2-3-2	データベース画面構成 .....	17
図 3-3-1	電力需要増加と設備容量 .....	26
図 3-6-1	農村部世帯における借り入れ先割合 .....	40
図 4-2-1	計画立案段階での主要関連組織 .....	45
図 4-2-2	Off-grid プロジェクトにおける村落組織(CEU) .....	46
図 4-2-3	電源設置段階での主要な組織 .....	47
図 4-3-1	Off-grid project (マイクロ水力) における典型的なノウハウと資金の流れ .....	49
図 5-1-1	Village Hydro による地方電化の概念図 .....	52
図 5-2-1	流れ込み式マイクロ水力概念図 .....	53
図 5-2-2	Village hydro-1 のサイト例	図 5-2-3 一体化された水車と発電機 ...
図 5-2-4	ピコプラス水車発電機ユニット .....	55
図 5-2-5	Flume 基本構造図 .....	55
図 5-2-6	ピコプラス発電機の設置方法 .....	56
図 5-2-7	ピコプラス試作機 (各 1kW) の試験状況 .....	56
図 5-2-8	ダミーロードコントローラーの原理 .....	57
図 5-2-9	Village Hydro 結線図 .....	57
図 6-1-1	基本的な太陽光発電システム .....	63
図 6-2-1	典型的な公共システム : Village Solar .....	65
図 6-2-2	1月から3月の平均日照時間 (h/day) .....	68
図 7-1-1	400W クラス風力発電システムの構成 (AIR403) .....	76
図 7-1-2	400W クラス風力発電システム (AIR 403) の技術データ .....	77
図 7-1-3	ヴェトナム北部風況マップ .....	79



## Acronyms and abbreviations

<b>ADB</b>	<b>Asian Development Bank</b>
<b>AFD</b>	<b>Agence française de Développement</b>
<b>BCS</b>	<b>Battery Charging System</b>
<b>C/C</b>	<b>Charge Controller</b>
<b>CDM</b>	<b>Clean Development Mechanism</b>
<b>CEMMA</b>	<b>Committee for Ethnic Minorities and Mountainous Areas</b>
<b>CEU</b>	<b>Community Electricity Unit</b>
<b>CO2</b>	<b>Carbon Dioxide</b>
<b>DSI</b>	<b>Development Strategy Institute</b>
<b>DOI</b>	<b>Department of Industry</b>
<b>DOSTE</b>	<b>Department of Science, Technology and Environment</b>
<b>EIA</b>	<b>Environmental Impact Assessment</b>
<b>EIRR</b>	<b>Economic internal rate of return</b>
<b>ELCB</b>	<b>Earth Leakage Circuit Breaker</b>
<b>EVN</b>	<b>Electricity of Vietnam</b>
<b>FIRR</b>	<b>Financial internal rate of return</b>
<b>FRP</b>	<b>Fiber Reinforced Plastic</b>
<b>F/S</b>	<b>Feasibility Study</b>
<b>GIS</b>	<b>Geographic Information System</b>
<b>GOV</b>	<b>Government of Vietnam</b>
<b>HH</b>	<b>Household</b>
<b>IE</b>	<b>Institute of Energy</b>
<b>JBIC</b>	<b>Japan Bank for International Cooperation</b>
<b>JICA</b>	<b>Japan International Cooperation Agency</b>
<b>LED</b>	<b>Light Emitting Diode</b>
<b>MARD</b>	<b>Ministry of Agriculture and Rural Development</b>
<b>MCB</b>	<b>Miniature Circuit Breaker (Over-current breaker)</b>
<b>MOF</b>	<b>Ministry of Finance</b>
<b>MOI</b>	<b>Ministry of Industry</b>
<b>MOSTE</b>	<b>Ministry of Science, Technology and Environment</b>
<b>MOLISA</b>	<b>Ministry of Labor, Invalids and Social Affairs</b>
<b>MPI</b>	<b>Ministry of Planning and Investment</b>
<b>NPV</b>	<b>Net Present Value</b>
<b>NGO</b>	<b>Non-Governmental Organization</b>
<b>ODA</b>	<b>Official Development Assistance</b>

<b>O &amp; M</b>	<b>Operation and maintenance</b>
<b>OJT</b>	<b>On-the- job training</b>
<b>PC</b>	<b>Power Company</b>
<b>PCF</b>	<b>People's Credit Fund</b>
<b>PPC</b>	<b>Provincial People's Committee</b>
<b>PRSP</b>	<b>Poverty Reduction Strategy Paper</b>
<b>PV</b>	<b>Photovoltaic</b>
<b>PVC</b>	<b>Polyvinyl Chloride</b>
<b>REAP</b>	<b>Renewable Energy Action Plan</b>
<b>RSES</b>	<b>Registration for Securing Environmental Standards</b>
<b>SHS</b>	<b>Solar Home System</b>
<b>TA</b>	<b>Technical Assistance</b>
<b>UNDP</b>	<b>United Nations Development Program</b>
<b>\$</b>	<b>US dollar (\$1=15,000VND as of March 2002)</b>
<b>VAT</b>	<b>Value Added Tax</b>
<b>VBARD</b>	<b>Vietnam Bank for Agriculture and Rural Development</b>
<b>VBP</b>	<b>Vietnam Bank for the Poor</b>
<b>VND</b>	<b>Vietnamese Dong</b>
<b>VPB</b>	<b>Voltage Protection Board</b>
<b>VWU</b>	<b>Vietnam Women's Union</b>
<b>135 Program</b>	<b>Program on the Socio Economic Development in Mountainous, Deep-lying Bs Remote communes, with special difficulties (Decision No,135/QD-TTg of July 31,1998)</b>
<b>Off-grid</b>	<b>Stand-alone power supply (not grid-connected)</b>
<b>Pico-hydro</b>	<b>Inexpensive 100W class propeller turbine generator for individual household</b>
<b>Pico-plus</b>	<b>Upsized Pico-hydro generator, the capacity of which is 2kW or less, with a voltage controller</b>
<b>Village Hydro</b>	<b>A concept of micro-hydro scheme sustainable for power supply in rural communities, which is proposed in this report</b>
<b>Village Solar</b>	<b>A concept of photovoltaic systems having SHS and BCS to serve public building and individual battery users in rural communities, which is proposed in this report</b>

## 背景と目的

地方電化は、急速に成長しつつある都市部と開発が遅れている地方部との格差拡大というベトナム社会がかかえる問題に正面から取り組むテーマであり、社会全体の均衡ある発展につながる重要な政策課題であるため、ベトナム政府は精力的に取り組んでいる。2010年までに全てのコミューンを電化するという目標を設定し、大規模なグリッド拡張プロジェクトを海外からの援助資金によって実施しており、今後数年間で新たに700あまりのコミューンが電化される計画である。国際援助機関が援助の重点分野を **Basic Human Needs** や **Poverty Alleviation** にシフトしつつあるため、こういったテーマに密接に関連する地方電化への関心がますます高まっていることも支援材料である。

しかし、山岳地域などにかなり存在するグリッド延長が困難なコミューンに関しては、グリッドに代わる電化手法である分散型 (**off-grid**) 電源の開発が停滞している。北部ベトナムだけで200以上のコミューンでグリッド延長が地理的、経済的に困難と判断されており、**off-grid** による電化を熱望しているが、開発プランも十分に作成されていない状況である。この結果、北部ベトナムの電化率は他の地域と比べて著しく低く約65%である。このような状況を打開するため、1999年に **off-grid** 地方電化の担当を EVN から地方(省)政府へ移すという決定が行われた。したがって、各省人民委員会は **off-grid** の電化プロジェクトを加速するために早急に体制整備を行う必要に迫られている。

マイクロ水力や太陽光といった再生可能エネルギーは、地球環境問題の観点からこれまで以上に注目されつつある。もしも適正技術が利用可能であれば、北部ベトナムに豊富なこういった再生可能エネルギー資源を開発し、**off-grid** の電源として地方住民の基本的な電力需要に対応する電力供給を行うことが可能である。

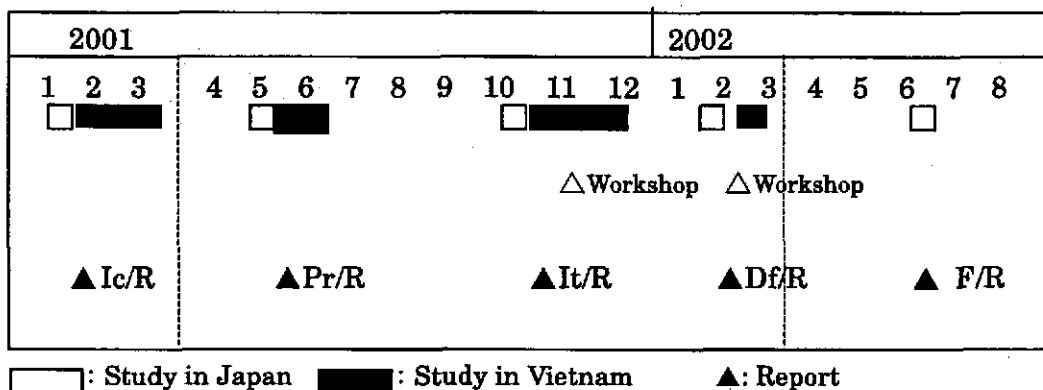
この JICA 開発調査はこういった背景から開始された。この調査の目標は、これまで **off-grid** 地方電化が停滞していた原因を明らかにし、北部ベトナムでのマイクロ水力や太陽光発電による地方電化プロジェクトを推進するための方策を提案することである。すなわち、地方部での **off-grid** プロジェクトの中核となるべき各省人民委員会を対象に、実現可能なモデルプランの提示とその実施方法を具体的に示すことができれば、**off-grid** プロジェクトが動き出すはずである。こういった事情から、本報告書は長期的な **off-grid** 電化の目標など、いわゆるマスタープランについては詳しく言及していない。むしろ、実際に山奥のコミューンで **off-grid** 発電所の持続可能な開発を行う場合に必要となる知識やアイデアについて、ベトナム地方部の状況をもとに検討した成果をまとめたものである。このため、この報告書については、再生可能エネルギー利用の **off-grid** 電化プロジェクト実施のための実務的な参考書と位置づけたほうがより適切かも知れない。

## 調査の概要

本調査は、再生可能エネルギー、特にマイクロ水力と太陽光発電、を利用して北部ベトナムで地方電化用の off-grid 発電所を建設することを想定し、長期間にわたる持続可能性を条件に設計や運転管理手法をモデルプランという形で提案することを意図していた。さらに、この成果をベトナム国内の関係者に技術移転し、将来の事業実施へつなげることも重要なテーマであった。このため、第一段階として未電化コミュニティの現状把握とデータベース作成を行い、次に、再生可能エネルギーの開発計画について持続可能性や普及可能性などの観点から検討を加え、モデルプランを作成した。また、この調査の過程で我々の得た知識をベトナム側関係者、特に off-grid 電化の中核となる各省政府関係者、に伝えるよう努めた。

### 1. 調査スケジュール

当初の調査計画では調査終了時期が 2002 年 12 月となっていたが、第一次現地調査 (2001 年 1 月) の協議において、地方電化を加速的に推進するため本調査のスケジュールを繰り上げたいとのベトナム側の意向が表明された。このため、作業工程の前倒しにより 2002 年 3 月にドラフトファイナルレポートを提出することとなった。



### 調査経緯

**第一次現地調査：** 北部 17 省での現地調査 (未電化コミュニティの抽出) / (2001 年 1 月～3 月) 地方電化政策についてのデータ収集

C/P である EVN、PC1、IE に対し、マイクロ水力や太陽光発電による地方電化の事例を紹介したほか、作業項目やスケジュールについても検討を行った。17 省全ての人民委員会を訪問して未電化コミュニティリストを入手し、同時に電化の現状や今後の方針について意見交換を行った。

**第二次現地調査：** モデルコミュニティでの詳細調査 (2001 年 5 月～6 月)

未電化コミュニティ数カ所の現地踏査により、off-grid モデルプラン作成に必要な各種のデータ収集。前回収集した未電化コミュニティデータの更新を再委託により実施。

**第三次現地調査： モデルプランの検討 / 技術ワークショップ**  
(2001年10月～12月)

マイクロ水力と太陽光発電のモデルプラン案を提示し、持続可能性の観点から検討を行った。経済性評価に必要な精度の高い工事費積算を実施。世銀やJBICとoff-gridプロジェクトに関する財源措置について協議。最後に17省の関係者を集めoff-grid電源に関する技術的事項を紹介するワークショップを開催した。

**第四次現地調査： ドラフトファイナルレポートの協議 /**  
(2002年2月～3月) **再生可能エネルギーによる地方電化に関するワークショップ**

ヴェトナムに適したモデルである Village Hydro と Village Solar について発表。

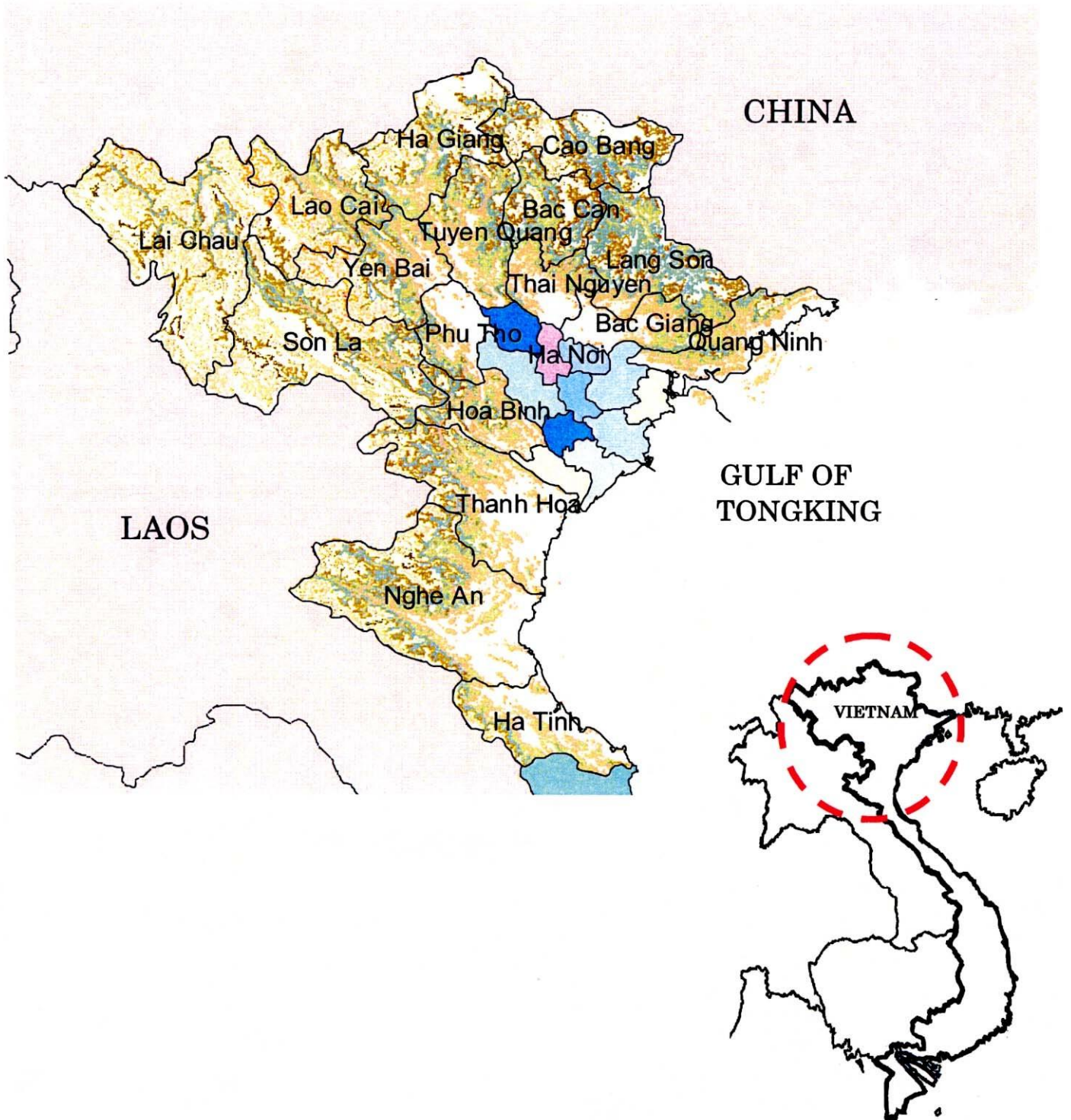
**2. 調査団**

ヴェトナム電力公社(EVN)が本調査の正式なカウンターパートである。EVNは調査団との共同作業のため、エネルギー研究所(IE)と Power Company 1(PC1)を含めたワーキンググループを組織した。特にエネルギー研究所副所長である Pham Khanh Toan 博士がヴェトナム側の取りまとめ役となり、調査団との対応に当たられた。同博士の適切な助言や手配によって本調査がスムーズに実施でき、実りある成果を挙げることができた。

日本側は、プロアクトインターナショナル株式会社と東北電力株式会社が協力して調査を実施した。調査団員とその担当項目は以下の通りである。

担当	氏名
総括/ 地方電化計画	大瀧 克彦
小水力発電計画 / 風力発電計画	Adam Harvey
太陽光発電計画	塩田 昭夫
水文解析	大嶋 一成
電気設備	柏木 仁
	(2001年9月まで)
電気設備	山崎 恭正
	(2001年10月から)
組織制度/村落社会調査	吉田 紀之
村落社会調査	官田 智代子
資金計画/経済財務分析	山座 建太郎
業務調整	小笠原 義浩

# Study Area



## 第1節 ヴィエトナム北部における地方電化の現状

### 第1章 ヴィエトナム国の概況

#### 1-1 一般概況

##### 1-1-1 自然・経済

ヴィエトナム国は、北を中国、西をカンボジアとラオス、南東を東シナ海に囲まれ、インドシナ半島の東側を縁取るように南北に細長く伸びた S 字型の国である。国土面積は九州を除いた日本の面積に等しく、その 4 分の 3 は山岳・丘陵・高原地帯である。北部は中国と接する山岳・高原地帯で、紅河下流にはデルタ地帯が広がる。中部は約 60% が森林に覆われ、わずかに海岸線に平野が走り、南部は肥沃なメコンデルタが広がる。首都ハノイのある紅河デルタ（総面積 12,500km<sup>2</sup>）及びホーチミン市のあるメコンデルタ（総面積 39,600 km<sup>2</sup>）はアジアの一大穀倉地帯であり、ともにヴィエトナムの米生産を支えている。

ヴィエトナム国 概況			
首都	ハノイ	言語	ヴィエトナム語、他に各種少数民族語
面積	33 万 1,688km <sup>2</sup>	政治体制	1976 年の南北統一により、現体制の社会主義共和国へ移行（チャン・ドック・ルオン大統領：国家主席）
人口	約 7,773 万人（2000 年）		
気候	北部：亜熱帯気候、南部：熱帯モンスーン	通貨	ヴィエトナムドン (1USD=15,000VND: 2001年11月)
宗教	人口の約 8 割が仏教徒、その他キリスト教、カオダイ教、ホアハオ教、等		
民族	人口の約 9 割がキン族、他山岳部を中心に 50 種以上の少数民族	GDP	306 億 2800 万 USD Per-capita GDP 約 400USD (2000 年)

1976 年の南北統一によるヴィエトナム社会主義共和国の成立以来、共産党による社会主義路線の国家運営が行われている。しかし、1986 年の第 6 回共産党大会で採択されたドイモイ（刷新）政策により、民間経済活動を自由化する市場メカニズムの全面導入と、西側諸国や中国との和解を含めた対外全面開放が進められている。このドイモイ政策により、1989 年頃から特にサービス業や工業分野における発展がめざましく、1990 年代の高い経済成長率（1991 年度から 1998 年度にかけて年平均約 8%）に貢献した。また外交面では、ドイモイの全方位外交の展開により特にアジア・太平洋諸国等近隣諸国との友好関係の拡大に努め、1995 年 7 月に米国との国交正常化、ASEAN 加盟を、1998 年 11 月には APEC に正式参加を果たしている。

このように高い経済成長率に支えられ発展を遂げつつあるヴィエトナムであるが、一方で国内の経済格差が広がりつつあり、貧困緩和への取組は国家の重要課題の一つとなっている。

### 1-1-2 北部の少数民族

ベトナム全土には、独自の文化を有する 50 以上の少数民族が存在するが、その人口は 100 人程度から 100 万人以上の民族まで様々である。中でも海拔 25m~2000m に住み、その各民族の居住地域が混在している北部の少数民族は、一民族の人口が比較的多いのが特徴である。以下は本調査対象地域で見られる少数民族の一覧表である。

表 1-1-1 北部山岳地域に見られる主な少数民族

	Muong	Thai	Tay	H-mong	Dao
人口	914,000 以上	1,040,000 以上	1,190,000	558,000	474,000
言語	Viet-Muong	Tay-Thai	Tay-Thai	Hmong-Dao	Hmong-Dao
主要居住地域	Hoa Binh 省を中心に	北西部	北部・東北部・中部	主に北部国境に隣接した省	北部高地(山岳地域の全高度)
地形的居住地	山麓・小川傍・河川付近	小川傍・肥沃な谷間地・河川流域	山麓・丘陵地・河川付近	山岳高地(Daoより高地寄り)	小川傍の山麓・丘陵地の斜面
住居形態	高床	高床	高床	地面床	地面床/高床
農業形態	稲作・一部焼畑	稲作・穀物	稲作・地域特産物	穀物・傾斜地稲作	稲作・一部焼畑
備考	祖先は Viet に近い。現在の社会生活は、Thai の影響が強い。	農耕、家畜飼育、刺繍に高い技術。芸術にも秀でる。	Viet 文化を早期に取入れ、最も発展した北部民族の一つ。	藍染・蠟染等の高度な技術を持つ。	Hmong・Tay・Thai・Muong・Viet 等の近隣民族と良好関係。

参考：Ethnic Minority in Vietnam (2000, The Gioi Publisher)、ベトナムの少数民族 菊池一雅(1988、古今書院)

土地の肥沃度や市場への距離など、こうした少数民族の生活地域は経済的に不利な点が多く、貧困の度合いも高い。このため、ベトナム政府としては、こうした少数民族の生活向上を目的としたプログラムの実施や情報収集・政策立案などに力を入れている。



## 1-2 ヴィエトナム地方電化の現状

### 1-2-1 背景

他の開発途上国と同様に、ヴィエトナム政府は地方部住民の生活水準の向上と収入増加のため、地方部へ精力的に電力供給を推進してきた。首相決定である 1999 年の Decision No.22/QD-TTg によれば、2000 年末までに約 80%のコミューン、約 60%の農村世帯の電化を目標に設定しており、実際に 2000 年末で 96.4%の District、81.9%のコミューン、73.5%の農村世帯が送配電線による電気の恩恵を受けている。以下の表にも見られるように、Red River Delta、Mekong Delta、Southeast 地域のコミューン電化はほぼ終了したと言えるが、他の地域の電化率は依然として低く、特に北部地域においてはコミューン電化率が 65%にも満たない状況である。

ヴィエトナムにおいては、コミューンの中心部及び中心村落が、グリッドまたは分散型電源により電化されることを「地方電化」と公式に見なしている。このため、「既電化コミューン」であっても、多くの未電化村落を抱えている場合がある。このようにコミューン内でも中心部から離れた地域にある村落は「Outskirt villages (周辺村落)」と呼ばれている。

再生可能エネルギーによる電気の利用は、先進国と開発途上国の双方において急速に発展しつつあり、注目を浴びている。これは、地球温暖化への取組が国際社会において主要なテーマとなっているためである。ヴィエトナムは小規模水力と太陽光の資源に恵まれており、両者とも地方部への電気供給に相当のポテンシャルを有している。遠隔地の村落では、こういった再生可能エネルギーは電気供給の手段として従来方式である送配電線の延長よりも経済的と考えられる。

表 1-2-1 ヴィエトナム各地域の電化状況

Region	Number of Communes		Electrification Rate
	Total	With grid access	
Northern midland, mountainous areas	2636	1709	64.8%
Red River Delta	1388	1388	100%
North central coast	1632	1419	86.9%
South central coast	810	713	88.0%
Central Highland	501	389	77.6%
South-east	402	401	99.8%
Mekong Delta	1202	1200	99.8%
Whole Vietnam	8571	7219	84.2%

Source: EVN data (as of December 2001)

地方電化は配電線延長を基本に、これまで EVN と各地域の Power Company(PC)が主体となり進めてきた。それに加え、世銀グループとフランス開発庁(AFD)の資金提供（ローン）により、2005 年までに農村部世帯の 90%を電化するという精力的な目標を掲げた 2 大送配電網拡張プロジェクトが開始されている。この 2 大プロジェクトは地方部の電化率向上に大いに貢献するものであるが、送配電線の延長が技術的・経済的に困難な地域も多数存在することから、このような場合には分散型（off-grid）電源による電化を行う必要がある。

これまで、小水力による off-grid 電化については、農業地方開発省(MARD)の監督と資金の下で、各省人民委員会（Provincial People's Committee:PPC）が主体となり、灌漑整備事業等と合わせて実施された例が多かった。その後、分散型電源を含めた地方電化全体が EVN 主管となった時期があったが、前述の 1999 年の首相決定 Decision No.22 により、off-grid 地方電化プロジェクトについては再び PPC を主体とする地方主導型の実施体制となった。このような状況のため、EVN としては今後 off-grid 電化についての投資は行わず、むしろ off-grid 事業推進のための調整と、設備の設計、運転、保守等に関する技術的支援といった役割を担うこととなる。

しかし、過去 10 年間、こういった off-grid 電化事業が PPC 主導で行われた例は極めて少なく、PPC 技術者の計画立案、資金確保、工事実施などの能力は十分とは言えない。この点は、将来 off-grid 事業を推進する上での大きな問題である。

#### 1-2-2 北部ヴェトナムの地方電化

本調査対象地域である北部 17 省の PPC および PC1 支局を訪問調査した結果、2005 年以降においても配電線延長が行われる見込みのないコミューン数は 277<sup>1</sup>であることが判明した（表 1-2-2 参照）。本調査では、これらのコミューンを「未電化コミューン」と呼ぶ。ただし、各省におけるコミューンレベルの配電線延長電化計画は資金確保が未確定な部分もあることから流動的であり、この未電化コミューン数については将来変化することが予想される。

---

<sup>1</sup> この数値については、各省（Province）における Grid 延長計画が新たに決定されることや取り止めることで変動が起きるため、定期的モニター及び更新が今後も必要である。

表 1-2-2 調査対象地域の未電化コミュニティ数一覧

	省名	2001年3月	2005年以降*
1	Hoa Binh	50	13
2	Bac Giang	17	0
3	Phu Tho	77	25
4	Thai Nguyen	25	0
5	Bac Can	69	7
6	Son La	127	38
7	Cao Bang	42	14
8	Lai Chau	125	52
9	Ha Giang	110	40
10	Lao Cai	113	31
11	Yen Bai	59	7
12	Lang Son	68	1
13	Quang Ninh	37	7
14	Thanh Hoa	108	21
15	Nghe An	60	21
16	Ha Tinh	2	0
17	Tuyen Quang	12	0
	Total	1,101 <sup>2</sup>	277

\*2001年11月時点の確認数値

### 1-2-3 配電線延長と資金計画

EVN はこれまで毎年平均 10 百万ドルの自己資金を地方電化（配電線拡張）に投資してきた。それに加え世銀（全国を対象に 150 百万ドル）や AFD（南部を対象に 17 百万ドル）の資金援助により配電網の拡張が進み、2005 年までには 700 以上のコミュニティが新たに電化される予定である。2005 年以降は、EVN としては配電線の延長を未電化の地方部へ拡大するのではなく、これまでの「コミュニティ中心部の電化」から「（既電化コミュニティの）周辺村落の電化」へ投資対象をシフトさせていく計画である。このためには既存の送変電設備の増強工事が必要となるため、その資金確保について現在世銀と協議中である。先に述べたように、EVN は off-grid 地方電化についてはもはや責任を負わない。このため、現在の配電線延長計画に含まれないコミュニティについては、各省人民委員会の主導による off-grid 電化を検討する必要がある。

### 1-2-4 Renewable Energy Action Plan (REAP)

世銀では配電線延長計画とは別に、再生可能エネルギーによる地方電化を推進するための計画作りを進めてきた。これは Renewable Energy Action Plan(REAP)と呼ばれ、以下の 5 項目のプログラムが含まれている。

- ① Policy and Institutional Development      政策立案
- ② Individual Household/Institutional System      戸別型システム(ソーラー、ピコハイドロ)

<sup>2</sup> 2002年6月のPC1データによると、Ha Tinh 省では 100% のコミュニティが既にグリッド電化されており、未電化コミュニティ数は 16 省で 1,017 である。

- |                                       |                       |
|---------------------------------------|-----------------------|
| ③Community Isolated Hydro Grids       | 独立ミニグリッド (小水力、ハイブリッド) |
| ④Grid-connected Renewable Electricity | グリッド接続の小水力の開発とリハビリ    |
| ⑤Technology/Market Development        | 地元メーカーへの技術指導、流通システム   |

本調査と REAP は互いに密接な関係にあり、これまでも様々な機会において情報交換を行ってきた。今後焦点が当てられる分野の枠組みと事業内容を示す REAP の最終報告書が 2001 年 6 月に刊行された。これに引き続き世銀は、事業実施段階を視野に入れ、特別な資金措置とパイロット事業について、いくつかの PPC を含めて工業省 (MOI) や EVN と協議を行っている。さらに、MOI は off-grid プロジェクト推進のための特別組織として Project Management Board を世銀の協力の下に設立しており、世銀資金の具体化は 2002 年後半になる予定である。

### 1-3 貧困緩和への取組

#### 1-3-1 ヴィエトナムにおける貧困状況

ヴィエトナムでは 1990 年代に劇的な貧困率の改善が見られた。表 1-3-1 によれば、Total poverty line<sup>3</sup> (1,160,000VND in 1993 / 1,789,700 VND in 1998) を下回る人口比は 1993 年の 58%から 1998 年の 37%まで下がった。しかし、特に多数の少数民族が居住する自然条件が厳しく社会経済インフラの未整備な北部地域と中部高原では貧困率は依然として高い。

表 1-3-1 地域毎の貧困率 (1993 年と 1998 年)

Region	1993	1998
Northern midland, mountainous areas	79%	59%
Red River Delta	63%	29%
Northern area of Central Vietnam	75%	48%
Central Coastal Area	50%	35%
Central Highlands	70%	52%
Eastern area of Southern Vietnam	33%	8%
Mekong Delta	47%	37%
Whole Vietnam	58%	37%

出典: Vietnam:Attacking Poverty (Vietnam Development Report 2000) World Bank

#### 1-3-2 貧困緩和に関する政策

ヴィエトナム政府は貧困緩和を重要な社会政策目標と認識しており、貧困削減と人々の生活水準向上のために関連施策を実施している。特に「飢餓撲滅・貧困削減プログラム (HEPR) 1998~2000 年」(Decision No.133/QD-TTg of July 23,1998) は効果的に実施され、後の様々

<sup>3</sup> Total poverty line (総合貧困ライン) は、貧困ラインを決定する手法で、1人当たり1日に必要な栄養摂取量を得るのに消費する支出と衣住への支出をカバーしたもので、国際的な基準に基づいている。

な関連政策プログラムの策定に引き継がれている。

表 1-3-2 主な貧困緩和プログラム

名称	期間	責任機関
社会経済開発 5 ヶ年計画 社会経済開発 10 ヶ年戦略	2001~2005 2001~2010	DSI <sup>4</sup> /MPI <sup>5</sup>
飢餓撲滅・貧困削減 5 ヶ年計画 飢餓撲滅・貧困削減 10 ヶ年戦略 (HEPR を継承)	2001~2005 2001~2010	MOLISA <sup>6</sup>
極度の困難状況にある遠隔・山岳地域コミュニティの社会経済開発プログラム (135 プログラム)	1998~2005	CEMMA <sup>7</sup> /MPI/MARD <sup>8</sup> その他関係省庁

さらに貧困状況の厳しい少数民族に対する貧困緩和政策の一つとして、「極度の困難状況にある遠隔・山岳地域コミュニティの社会経済開発プログラム」(Decision No.135/QD-TTg of July 31,1998) が承認、実施されている。この政策は決定番号に因み「135 プログラム」と呼ばれ、国境・山岳地域を中心に少数民族が主に居住している生活状況の厳しいコミュニティを対象に(2001年時点で2325コミュニティ)、農業生産と収入の増加、及び社会サービスの充実による生活水準の向上を目指したプログラムである。通常、このプログラムにおいては、1コミュニティ当たり平均400百万VNDの予算で、道路整備や灌漑開発などのインフラ整備プロジェクト実施されている。また本調査対象となるコミュニティの多くはこのプログラム対象地域と重複している。

### 1-3-3 貧困削減戦略文書の策定

世銀の強いサポートを得て、ベトナム政府は貧困削減戦略文書(Poverty Reduction Strategy Paper: PRSP)を策定している。PRSPは、経済政策や貧困削減施策などが記載されている公式文書である。2001年3月に完成したInterim-PRSPにおいては、政府は今後より一層の農村部におけるインフラ整備と少数民族支援を強化していくことを明示している。また、今後Full-PRSPが策定されれば、海外ドナーの貧困緩和に関する援助方針などに大いに影響を及ぼすものと考えられる。

PRSP策定作業の一環として、関係各国ドナーの協力の下に、ベトナム政府は社会経済セクターの各分野に関する貧困削減戦略を検討した。「地方電化」については、インフラ整備の中で検討されており、今後200以上のコミュニティについては配電線の延長が望めず、off-grid電化を検討する必要があるという結論に達している。

<sup>4</sup> Development Strategy Institute (開発戦略研究所)

<sup>5</sup> Ministry of Planning and Investment (計画投資省)

<sup>6</sup> Ministry of Labor, Invalids and Social Affairs (労働戦傷者社会福祉省)

<sup>7</sup> Committee for Ethnic Minorities and Mountainous Areas (山岳少数民族委員会)

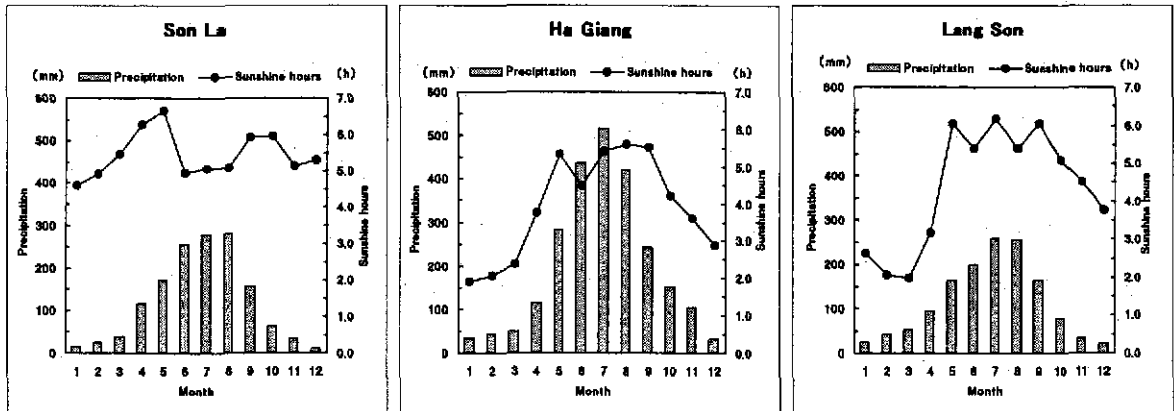
<sup>8</sup> Ministry of Agriculture and Rural Development (農業地方開発省)



## 第2章 調査対象地域の概況

### 2-1 自然条件

北部ベトナムは亜熱帯気候に属するが、季節の変化に富んでいる。5月から10月までは蒸し暑い雨期となり、ハノイの降雨量は月間300mmにも達する。一方、1月から3月にかけての乾期は曇天が続き霧雨の降る日が多い。12月から3月までの間の日照時間はほとんどの地域で非常に短い。山岳部では雨量は平地より多く、気温も低い。平均風速は海岸部を除き殆どの地域で1~2m/sである。



出典：IE 提供気象データを基に、調査団が作成

図 2-1-1 北部主要都市の月別降水量及び日照時間

この北部地域の地質については、古い石灰岩地層が卓越するためカルスト地形が局所的な地形の複雑さを増し、また複雑な地下水脈網を生み出している。

### 2-2 対象地域の特徴

#### 2-2-1 概況

表 2-2-1 は 2005 年以降も未電化として残る北部ベトナムのコミュニティの特徴についての概要表である。各コミュニティは平均 10 村落から構成されており、平均世帯数は 460 である。ほとんどのコミュニティでは、村落が散らばって分布しており、既設の中圧送電線から遠い、所得が低いなどの共通の特徴を持つ。したがって、これらコミュニティが送配電線による電化が困難な状況にあることは明らかである。

一方、北部ベトナムは水資源に恵まれ、中小水力発電に適したサイトが豊富であるが、これらの多くはアクセスが困難な点や資金不足などの理由により未開発のままである。

表 2-2-1 調査対象未電化コミュニティの概要表

	Average number of villages in commune	Average population in commune	Average number of households in commune	Average income/capita (million VND)	Yield (rice) (t/y)	Dist 1* (km)	Dist 2* (km)	Dist 3* (km)
HaGiang	10	2577	445	1.103	450	4.2	6.0	8.5
CaoBang	11	2066	330	0.947	422	4.1	6.4	17.4
QuangNinh	5	1386	251	1.287	381	2.7	4.7	18.1
BacCan	5	1924	315	1.374	502	4.2	6.5	12.5
YenBai	8	1903	302	1.471	481	8.5	10.5	18.7
PhuTho	7	3833	816	1.767	765	3.5	5.2	13.0
HoaBinh	8	1881	330	1.257	359	3.1	4.3	10.0
SonLa	14	3597	553	1.266	470	5.2	7.2	29.9
LaiChau	11	2634	402	0.759	485	5.6	8.4	35.1
LaoCai	8	2017	316	1.058	386	4.2	6.2	23.5
ThanhHoa	10	3526	631	1.047	760	4.0	6.2	42.8
NgheAn	9	2776	420	1.103	461	7.6	10.0	32.1
<b>Weighted Average</b>	<b>10</b>	<b>2744</b>	<b>460</b>	<b>1.132</b>	<b>500</b>	<b>4.8</b>	<b>7.0</b>	<b>24.2</b>

\*1:Average distance between villages \*2:Maximum distance between villages 3:Distance from Medium-voltage grid  
Source: JICA study team, 2001

このように、本調査の対象である未電化コミュニティの多くは、省都や郡中心部から遠く、一年を通しての車輛によるアクセスの確保が困難な、谷間、山の中腹や高地といった山岳・遠隔地に位置している。本調査対象地域には多くの少数民族が生活しており、通常は稲作と家畜飼育に依存した自給自足的生活を営んでいる。一般に、道路、灌漑施設、医療設備等の社会基盤整備が遅れており、平野部や都市部に比較し貧困層の割合も高い。ただし、ヴィエトナム農村部には、農作業の共同実施や共有田の管理などを通じ、歴史的に強い共同体意識が見られる。このため村落住民は、off-grid 地方電化を含む農村開発事業において重視される組織的な自主管理形態に慣れている。

## 2-2-2 未電化地域の状況—モデルコミュニティ

本調査では、Off-grid 地方電化モデルプラン作成のために、いくつかのコミュニティについて詳細調査を実施した。ここでは、北部ヴィエトナム未電化コミュニティの一般的な例として、Hoa Binh 省の Mien Doi コミュニティの様子を取り上げる。

### (1) 地理的状況

未電化コミュニティの多くは、北部山岳地域の中でも特に道路状況が悪く、車輛によるアクセスの困難な地域に位置する。Mien Doi は Lac Son 郡の中心部から約 20km の距離に位置する美しい棚田を持つコミュニティである。未舗装路が泥土と化すため、雨季のアクセスは困難である。コミュニティ内には点在する 12 村落におよそ 700 世帯が生活している。村落間の平均距離は約 3km であり、村落内の家屋密集度は低い。多くの家屋は小道に沿っているが、川傍や丘の傾斜面にも家屋が見られる。



Province	Hoa Binh
District	Lac Son
Commune	Mien Doi
Number of Villages	12
Population	3797
Number of Households	707
Ethnic structure	Muong 99%, Kinh
Average income/capita	1,000,000 VND
Distance*	3.0km

\* Average distance between villages

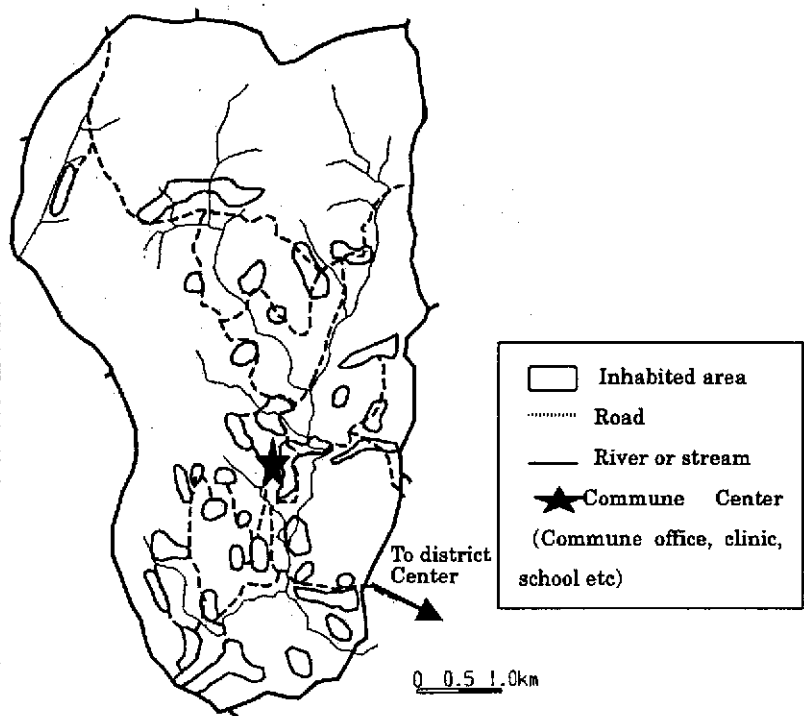


図 2-2-1 MienDoi コミューンの村落分布



図 2-2-2 小河川をはさみ広がる棚田の様子

## (2) 収入

MienDoi コミューンの人々は主に自家消費のための農業に従事している。彼らは家畜と米、野菜、果物などの余剰産物を市場で販売し、現金収入を得ている。しかし、切り開ける土地は限られており、また灌漑なども未整備な地が多く、必ずしも十分な農作物や収入を得られているわけではない。

### (3) エネルギー利用

コミュニンの人々は、主に薪を調理用に、灯油（ディーゼル油）を照明、または精米機や揚水ポンプのような動力機に使用している。灯油の小売価格は 4,000~5,000VND/L で、一般的な世帯の平均使用量は 2~3L/月である。

また、全世帯の約半数が 1 機当たり約\$20 の超小型水力発電機（ピコ水力発電機：100Wクラス）を所有しており、家屋付近の小川等を利用して、電灯・テレビ・ラジオの家庭用電力を賄っている（表 2-2-2 参照）。しかし、ピコ水力発電機は通年利用できるとは限らない。乾期や洪水期には、ピコ水力発電機の代わりに照明として灯油ランプを使わねばならない。残りの世帯は照明用として灯油ランプだけを通年利用している。



図 2-2-3 ピコ水力発電機の利用

ピコ水力発電機は不安定な電源であるにもかかわらず、多くの住民がこれ利用している。このことから、農村部における電力へのニーズの強さがうかがえる。なお、バッテリー利用者も存在するが充電できる場所が遠いため、利用は限られている。

表 2-2-2 モデルコミュニンの電気製品利用

電気製品	電灯	テレビ	扇風機	ラジオ*
世帯所有率	50.1%	29.8%	26.0%	53.4%

\*乾電池利用のラジオも含む

コミュニン内の村落が小水力発電所により電化されると、ピコ水力発電機よりも安定した電気供給がコンスタントに実施される。住民はこれを受入れ、電気料金を支払いに応じると予想されるが、住民が電気に対し毎月どの程度の金額まで負担する意思があるか、について世帯調査を実施した。その結果は図 2-2-4 の通りである。

このグラフによると、回答者の約75%の世帯が一ヶ月あたり10,000~20,000VND(\$1前後)もしくはそれ以上を電気に支払う意思がある、としている。これは現在のエネルギー支出と同等か若干上回るものであり十分理解できる。また、コミュニン幹部を対象としたインタビュー調査によれば、20,000VNDまでの月額ならば、MienDoi コミュニンの平均的住民による負担は可能、という回答も得ている。

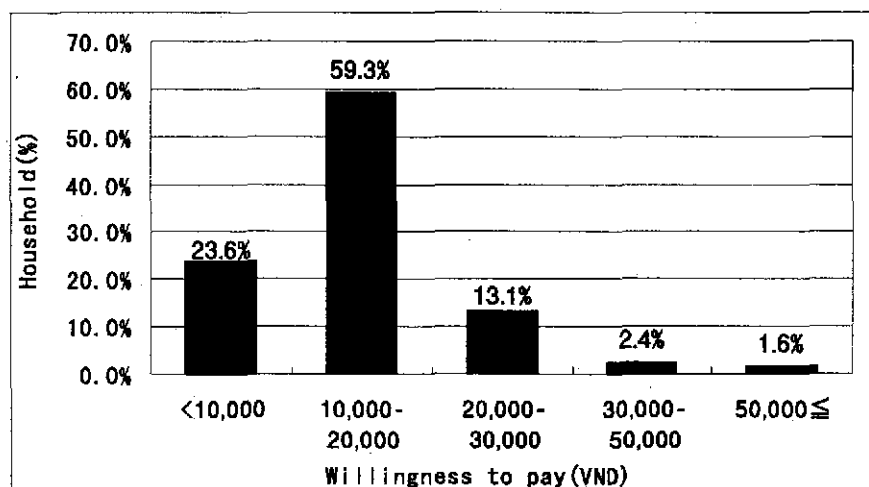


図 2-2-4 MienDoi コミュニンにおける電気への支払い意思額

また、世銀の REAP の中で行われた調査によれば、ヴィエトナム農村部における一世帯あたりの電気への支払い意思額は1,820VND/kWhと推定されている。例えば、この数値を一世帯あたりの一般的な電力消費6kWh/月(50W×4h×30days)に当てはめると、支払額は約11,000VND/月となる。10kWh(70W×5h×30days)の場合は18,000VND/月となる。これは、我々の調査結果とほぼ合致しており、ヴィエトナム農村部における電気への支払い意思額として1,820VND/kWhという想定は適正と言える。

## 2-3 未電化コミュニティデータベース

### 2-3-1 データベース構築の目的

ベトナムでは送配電網の拡張による電化を進めており、これは信頼性の高い電気の供給と国家電力網の整備という観点から、最も優先されるべき電化方法である。一方、本調査の対象となる未電化コミュニティは、経済的、技術的な障壁のため、将来の送配電線の延長計画から取り残されるものである。したがって、これらのコミュニティに対して提案される off-grid 電化は、コミュニティの状況に応じて経済的かつ技術的に適したものでなければならない。こうした理由から、off-grid 電化計画を検討するためのツールとして、未電化コミュニティの関連データを利用者が扱いやすい形態にとりまとめたデータベースを構築した。

政府や各 Province の地方電化プランナーは、電化計画を立案または見直す際に、対象となる遠隔村落の状況をチェックするはずである。そのような場合に、このデータベースのコミュニティデータを参照することで、様々な開発案を比較し、適切なプロジェクトを立案することができる。このような目的で地理情報システム (GIS) ソフトウェアを用いて未電化コミュニティデータベースを作成した。

### 2-3-2 データ構成および調査方法

JICA 調査団は第 1 次現地調査期間中に、ベトナム北部の 250 以上のコミュニティが 2005 年までにグリッド電化される見込みがないことを確認した。この調査期間中に収集したデータに基づき、5 つの異なるデータカテゴリー（世帯数や電気料金支払い能力に関連する収入データ等の基本データ、配電経費算出のための村落データ、アクセス状況等のインフラデータ、再生可能エネルギーポテンシャル等の地方電化に関するデータ）から成るデータベースの作成を開始した。第 1 次現地調査後、現地のコンサルタントに再委託し必要なデータを追加し更新した。（表 2-3-1 参照）

表 2-3-1 データ項目一覧

データ項目	単位
(1)基本データ	
・緯度、経度	東経、北緯
・人口	
・世帯数	
・主要構成民族	民族名
・主要民族の占有率	%
(2)収入データ	
・平均収入	
・稲作面積	ha
・米の収穫回数	回/年
・米の収穫量	t/年
・米の販売価格	VND/kg
(3)コミュニティ内村落データ	
・村落数	
・村落平均離隔	km
・村落最大離隔	km
(4)インフラデータ	
・135プロジェクト実施状況(道路)	Yes/No
・135プロジェクト実施状況(灌漑)	Yes/No
・乾季交通手段	車/バイク/歩
・雨季交通手段	車/バイク/歩
・年間利用可能な道路の有無	Yes/No
・最大河川渡渉距離	m
・診療所の有無	Yes/No
・小学校の有無	Yes/No
・市場の有無	Yes/No
(5)地方電化に関するデータ	
・中圧送電網からの離隔	km
・ピコ水力発電機数	台
・小水力ポテンシャルの有無	Yes/No
・冬季日照時間	時間/日
・近傍小水力ポテンシャル	kW
・近傍既設小水力	kW

データベースには277のコミューンが含まれており、これらの分布は以下の図の通りである。このように山岳地域、国境地域に集中している。

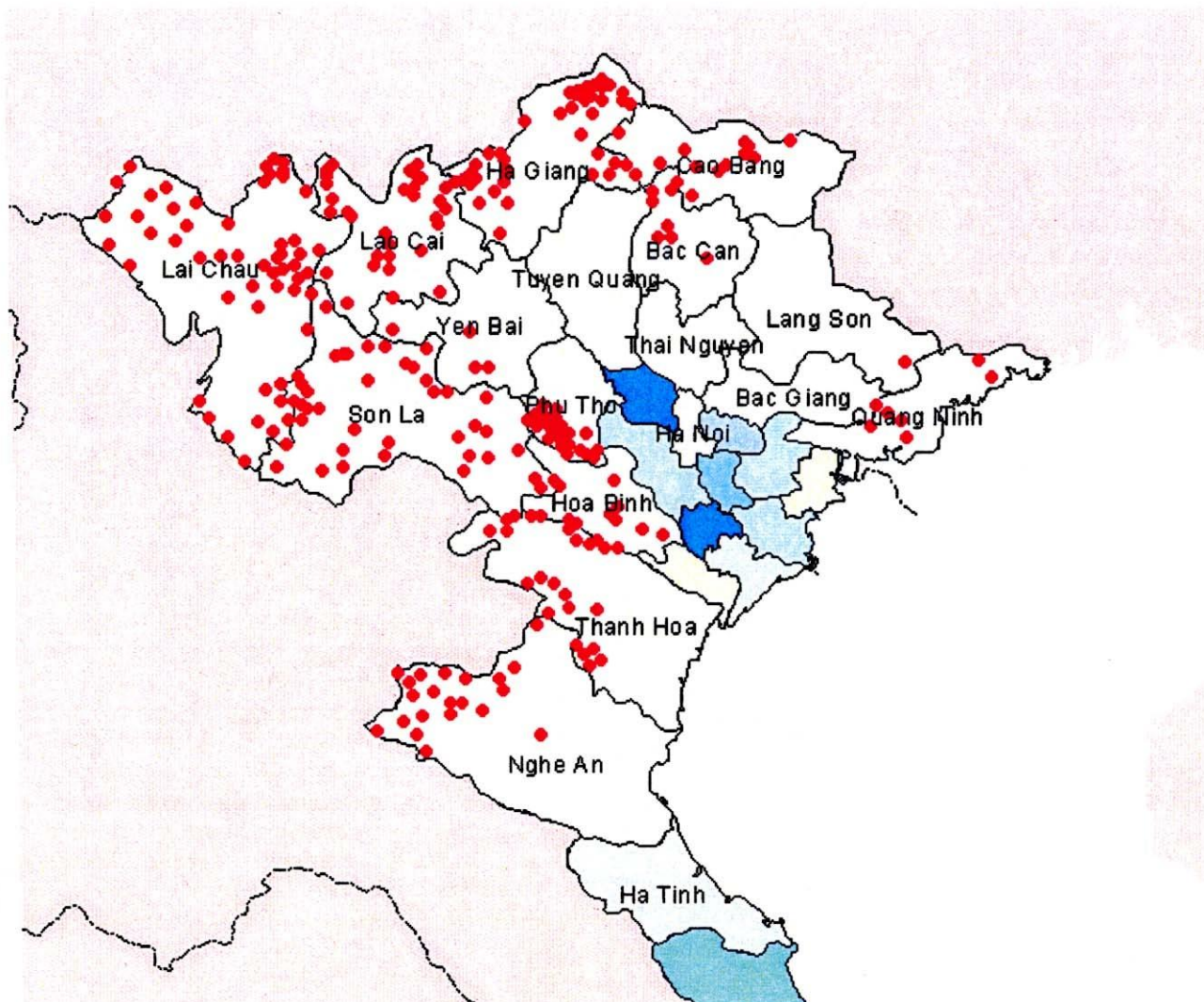


図 2-3-1 未電化コミューン分布図

### 2-3-3 使用ソフトウェアおよび画面構成

本データベースは、将来の地方電化計画立案に資する様々な情報を内包する必要がある。さらに、ある条件を満たす未電化コミューンを特定するため、操作性の良い検索機能が求められる。本データベースは GIS の代表的ソフトウェアである ArcView を基本ソフトとして作成し、図 2-3-2 に示す通り未電化コミューンの位置とコミューン情報を組み合わせた画面構成により、検索状況等の把握を容易なものとしている。このデータベースを利用することで、PPC 技術者は各コミューンごとの off-grid 電化計画のフィージビリティを評価できるようになる。



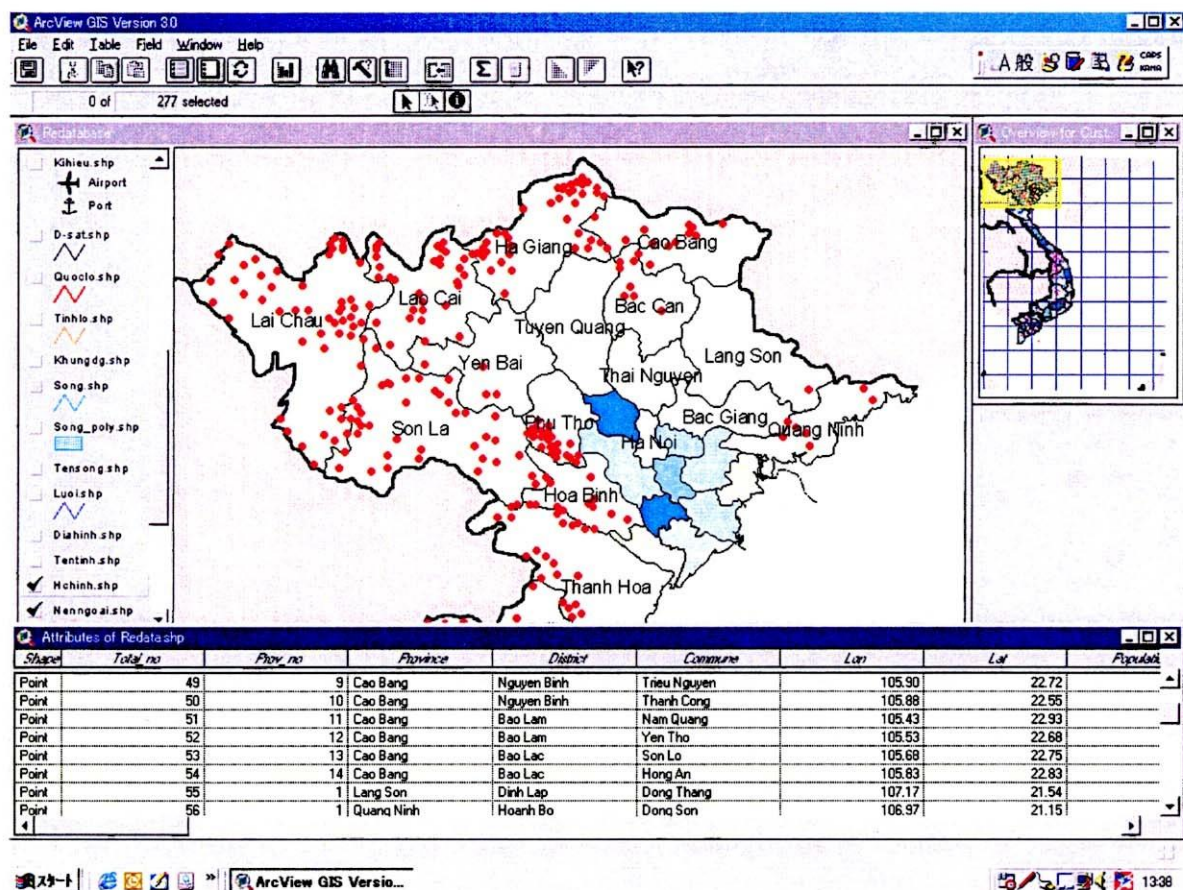


図 2-3-2 データベース画面構成

## 2-4 コミュニティ選定の基準

### 2-4-1 マイクロ水力開発

#### (1) 資源

必ずしも各コミュニティ内で、コミュニティ全体を電化するのに適した 30~50kW 規模の水力資源が発見されるというものではない。このため、10kW 以下のマイクロ水力資源の開発に焦点を置くべきである。さらに、未電化コミュニティにおいて仮に適当なマイクロ水力地点が発見されても、次に充たされるべき基準である当該地点とコミュニティ中心部間の距離が問題である。もし、距離が極めて長い場合には送電コストがかさみ、そのマイクロ水力プロジェクトを経済的に開発することは困難となる。

#### (2) 灌漑との調整

発電に利用する水量を決定する前に現地での灌漑用水の状況を調査する必要がある。必要な灌漑用水は予め確保されなければならない。しかしながら、流量が十分ではない場合などでは、発電と灌漑の水利用について妥協することも必要である。

### (3) 人口分布

マイクロ水力開発においては送配電線が開発全体の経済性を大きく左右する。従って人口が比較的狭い範囲に集中する地域は一世帯当たりの送配電線の長さが短くて済み、コストが抑えられるため開発が優先される。例えば、世帯が道路沿いに集中しているなどの場所が早期の開発には望ましい。

### (4) アクセス条件

マイクロ水力発電所の建設工事の容易さを考慮した場合に、トラックによる資機材や重機の運搬が可能な道路が確保できることが望ましい。従って、道路条件や河川横断ルートなどの条件を確認する必要がある。

### (5) 費用負担能力と住民参加

ベトナムではグリッドによる電気供給を申し込む場合、住民が接続費用を負担することになっている。山岳部では家屋が点在しており、低圧配電線を家屋に接続するのに必要な電線は通常大変長くなる。従って、申込者は接続費用としてかなりの額を支払わねばならない。この観点から、比較的収入が高いコミュニティがまず選定されるべきである。同時にこういったマイクロ水力発電所の運営、維持管理のために村落レベルで取り組む意欲や能力（指導力、教育レベルなど）についても確認することが必要である。

### (6) 経済性

概略経済性分析により、**off-grid** 事業がグリッド延長などの他の手法と比較して最小費用で実施可能なことが重要である。また、投資の承認を得るために、事業の財務的、経済的評価として **FIRR** や **EIRR** がある一定の基準値を超えることが条件となるケースもある。

### (7) 技術的支援の確保

マイクロ水力発電所の持続可能性を保持するためには、発電機や水車の点検と調整ができる地元の技術者の確保が重要である。この観点から、こうした技術者を抱える **PC** の出先機関の近傍にある地域の開発が優先される。

### (8) 戦略的配慮

**PPC** としては、優先電化コミュニティの選定過程において、マイクロ水力発電プロジェクトによる、村落経済の活性化、関係者の能力育成、技術の普及等への戦略的インパクトを重視する必要がある。こうした戦略性の高い **off-grid** プロジェクトは早期に実施されるべきである。

## 2-4-2 太陽光発電

太陽光発電は水力資源が乏しい地域において検討される。



### (1) 資源

対象地域は水力資源が近傍に無い村落となる。しかし、北部の中国に近い山岳部では乾期の日照時間は大変短い。太陽光発電システムにとって限られた日照時間というのは厳しい条件である。このため、比較的良い日照データが得られるコミューンを選定することが望ましい。日照条件の悪い地域では太陽電池パネルの大型化などが必要となり、事業の経済性が低下する。

### (2) 費用負担と住民参加

住民は太陽光発電システムを利用するために、バッテリーと電気製品の購入が求められるが、これは開発の進んでいない村落においては容易なことではない。このため、収入が高い高いコミューンをまず選定することが望ましい。同時にこういった太陽光発電システムの運営、維持管理のために村落レベルで取り組む意欲や能力（指導力、教育レベルなど）についても確認することが必要である。

### (3) 経済性

概略経済性分析により、off-grid 事業がグリッド延長などの他の手法と比較して最小費用で実施可能なことが重要である。また、投資の承認を得るために、事業の財務的、経済的評価としてFIRR やEIRRがある一定の基準値を超えることが条件となるケースもある。なお、規模の経済とLED ランプなどの新技術により、太陽光発電システムのコストは将来的に下がると見られている。

### (4) 戦略的配慮

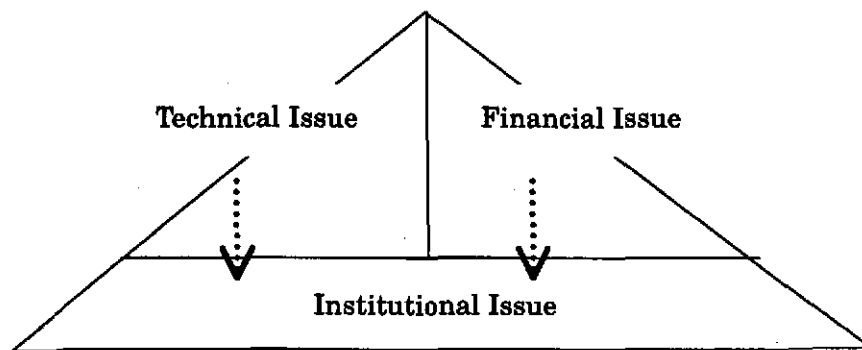
PPC は、優先電化コミューンの選定過程において、太陽光発電プロジェクトによる、村落経済の活性化、関係者の能力育成、技術の普及等への戦略的インパクトを重視する必要がある。こうした戦略性の高いoff-grid プロジェクトは早期に実施されるべきである。



## 第2節 Off-grid 地方電化のモデルプラン

ヴェトナム北部における地方電化マスタープランにおいては、これまでに実例が少ないことを考慮し、できるだけ具体的なアイデアを示す必要がある。さらに、「発電設備や維持管理体制は長期的に見て、持続可能なものであるか?(Sustainability)」「他の地域でも同様な事業が実施可能か?(Replicability)」を問うことで、提案するアイデアについての実現可能性を常にチェックする必要がある。“Sustainability”と“Replicability”は、開発途上国の農村開発プロジェクト計画における2大キーワードである。過去には、維持管理が十分に行われないまま故障したら二度と再運転されることのなかった発電設備の例は多い。従って、プロジェクトの持続可能性についての事前検証は特に重要である。また、提案されるモデルプランは、異なる条件の地点でも同様に実施可能である必要がある。対象サイトの特定条件のみを充たす汎用性のない設計に基づく地方電化プランは他の地点では役に立たない。

“Sustainable”で“Replicable”な off-grid 電化のためには、経済的側面、技術的側面、組織的側面の3つの異なる視点からの検討が必要である。これらの項目全てについて、持続的な開発の可能性を明確化できなければ、目標となる発電設備の導入や運転管理について将来的に問題が生じ、たとえ導入されたとしても長期間にわたって稼働を維持することは困難となる。



地方電化計画の3要素

本節では、第3章において資金計画も含めた off-grid 地方電化の経済的側面を、第4章において電源の長期的運転と保守に焦点をあてた組織的側面を、第5、6及び7章においてヴェトナム北部に適した各電源方式の技術的側面について述べることとする。

