

ベトナム国

ホアビン省人民委員会

ベトナム国  
無電化・弱電化地域における  
流水式マイクロ水力発電  
普及・実証事業  
業務完了報告書

平成 28 年 2 月

(2016 年)

独立行政法人

国際協力機構 (JICA)

JAG シーベル株式会社

国内
JR
15-121

## 目次

巻頭写真 .....	i
略語表 .....	x
地図 .....	xi
図表番号 .....	xii
案件概要 .....	xiv
要約 .....	xv
1. 事業の背景 .....	1
(1) 事業実施国における開発課題の現状及びニーズの確認 .....	1
① 事業実施国の政治・経済の概況 .....	1
② 対象分野における開発課題 .....	3
③ 事業実施国の関連計画、政策（外交政策含む）および法制度 .....	4
④ 事業実施国の対象分野における ODA 事業の事例分析及び他ドナーの分析 .....	5
(2) 普及・実証を図る製品・技術の概要 .....	7
2. 普及・実証事業の概要 .....	19
(1) 事業の目的 .....	19
(2) 期待される成果 .....	21
(3) 事業の実施方法・作業工程 .....	23
(4) 投入（要員、機材、事業実施国側投入、その他） .....	26
(5) 事業実施体制 .....	28
(6) 相手国政府関係機関の概要 .....	28
3. 普及・実証事業の実績 .....	30
(1) 活動項目毎の結果 .....	30
(2) 事業目的の達成状況 .....	46
(3) 開発課題解決の観点から見た貢献 .....	60
(4) 日本国内の地方経済・地域活性化への貢献 .....	63
(5) 事業後の事業実施国政府機関の自立的な活動継続について .....	63
(6) 今後の課題と対応策 .....	64
4. 本事業実施後のビジネス展開計画 .....	67
(1) 今後の対象国におけるビジネス展開の方針・予定 .....	67
① マーケット分析 .....	67
② ビジネス展開の仕組み .....	73
③ 想定されるビジネス展開の計画・スケジュール .....	75

④	ビジネス展開可能性の評価.....	76
(2)	想定されるリスクと対応.....	77
(3)	普及・実証において検討した開発効果.....	77
(4)	本事業から得られた教訓と提言.....	78
	添付資料.....	80

## 巻頭写真



ホアビン省人民委員会との協議  
(2014年4月)



ホアビン省商工局との協議  
(2014年5月)



現地企業との協議  
(2014年4月)



現地企業の工場視察  
(2014年4月)



Thung Vong 地区の住民から  
ヒアリング(2014年2月)



Thung Vong 地区の住民の様子  
(2014年2月)



水力発電の取水地点付近  
(2014年4月)



水力発電機の設置地点付近  
(2014年4月)



詳細設計のための測量を住民の  
協力のもとで実施(2014年4月)



ホアビン省担当者と住民の立会での  
現地調査(2014年5月)



現地企業の担当者との現場確認  
(2014年5月)



現地での工事起工式  
(2014年6月)



水力発電の取水地点付近の工事状況  
(2014年9月)



土木工事の調達資材の確認  
(ベトナムの現地工場)  
(2014年9月)



土木工事の状況(工事途中)  
(2014年10月)



現地製造の水力発電機の製造指導  
(2014年11月)



水力発電機の制御盤の技術指導  
(2014年11月)



現地製造の水力発電機の工場検査  
(2014年12月)



水力発電機の据付工事  
(2014年12月)



水力発電機の据付工事  
(2014年12月)



水力発電機の据付完了(上流部)  
(2014年12月)



水力発電機の据付完了(下流部)  
(2014年12月)



水力発電の取水口(試運転時)  
(2015年3月)



水力発電機の試運転  
(2015年3月)



水力発電設備の管理小屋の建設  
(2015年4月)



ホアビン省予算での13世帯への電柱敷設  
(2015年4月)



ホアビン省予算での13世帯への電柱敷設  
(2015年4月)



各世帯へのコンセントの設置  
(2015年4月)



各世帯への電球の設置  
(2015年4月)



現地住民への維持管理 OJT  
(2015年5月)





現地住民への維持管理 OJT  
(2015年5月)



現地住民への維持管理 OJT での  
ベトナムパートナーの協力 (2015年5月)



上流側水車(日本製)の運転  
(2015年9月)



下流側水車(ベトナム製)の運転  
(2015年9月)



下流側水車(ベトナム製)の運転  
(2015年9月)



発電制御盤  
(2015年9月)



見学者用の看板の設置  
(2015年11月)



見学者用の看板の設置  
(2015年11月)



各世帯の電気利用状況  
(2015年11月)



各世帯の電気利用状況  
(2015年11月)



各世帯の電気利用状況  
(2015年11月)



各世帯の電気利用状況  
(2015年11月)



各世帯の電気利用状況  
(2015年12月)



各世帯の電気利用状況  
(2015年12月)



外灯の利用状況  
(2015年12月)



見学者用に発電施設内の整備  
(2015年12月)



現地での成果報告セミナー開催  
(2015年12月)



現地での成果報告セミナー開催  
(2015年12月)



現地でのお披露目セレモニー開催  
(2015年12月)



現地でのお披露目セレモニー開催  
(2015年12月)



現地でのお披露目セレモニー開催  
(2015年12月)



現地でのお披露目セレモニー開催  
(2015年12月)



現地での施設見学会  
(2015年12月)



現地での施設見学会  
(2015年12月)

## 略語表

略語	正式名称	日本語名称・説明
AGRIMECO	Agriculture and Irrigation Mechanization and Electrification Corporation	農業・灌漑用機械・電気会社 (元々は農業農村開発省傘下の農業・灌漑に係る機械製造・工事の国営企業。現在は民営化された企業グループ)
ASEAN	Association of Southeast Asian Nations	東南アジア諸国連合
CP	Counterpart	カウンターパート。今事業ではホアビン省人民委員会である。
EVN	Electricity of Vietnam	ベトナム電力公社
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
IEA	The International Energy Agency	国際エネルギー機関
MARD	Ministry of Agriculture and Rural Development	ベトナム農業農村開発省
MECC	Equipment Mechanization Electrification and Construction Joint Stock Company	電気機械設備工事会社 AGRIMECO 傘下の電気設備・工事企業
MOIT	Ministry of Industry and Trade	ベトナム商工省
MPI	Ministry of Planning and Investment	ベトナム計画投資省
STREAM	—	弊社が開発製造しているマイクロ水力発電システムの商品名
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
UNIDO	United Nations Industrial Development Organization	国際連合工業開発機関

地図

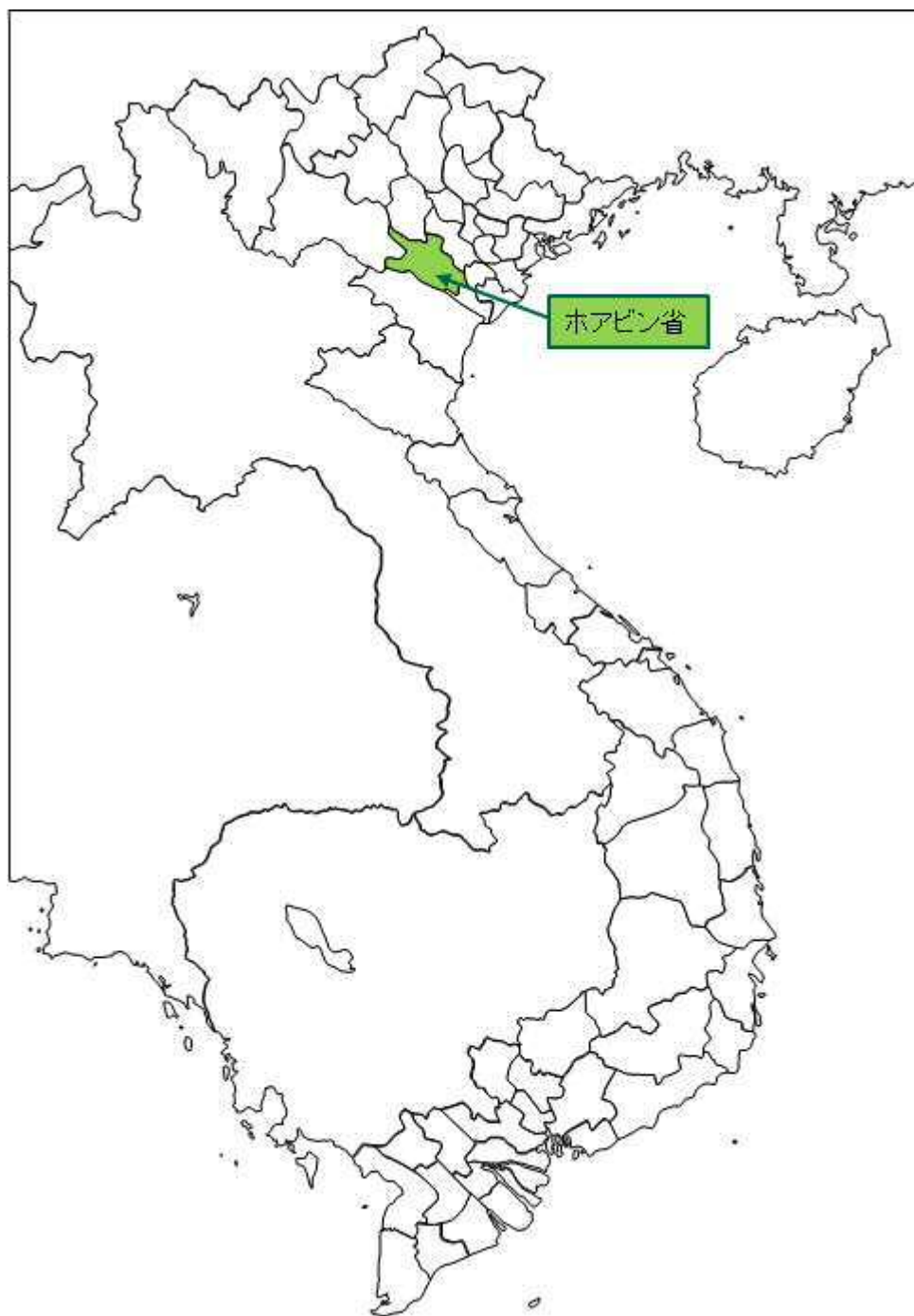


図 1 事業実施地（ホアビン省）の位置図  
(出典 白地図専門店 ベトナム社会主義共和国全図)

## 図表番号

図 1 事業実施地（ホアビン省）の位置図 .....	xi
図 2 STREAM の構成イメージ図.....	7
図 3 STREAM の特徴.....	8
図 4 STREAM 水車の適用範囲図.....	8
図 5 垂直軸水車と横軸水車の比較図 .....	9
図 6 STREAM 水車のモジュール構成イメージ.....	10
図 7 ベトナムで使用されているピコ水力発電設備.....	11
図 8 縦軸クロスフロー水車のゴミの対応特性図 .....	13
図 9 縦軸クロスフロー水車の流量変化への適用図.....	13
図 10 ST4W4-110K 外形図 .....	15
図 11 ST4S4-55K 外形図.....	15
図 12 発電制御盤 外形図.....	16
図 13 設置場所の位置図（ホアビン省地図） .....	16
図 14 機材の運用イメージ図 .....	18
図 15 事業実施体制図 .....	28
図 16 Thung Vong 地区の配置図 .....	33
図 17 水力発電機の組立てマニュアル（抜粋） .....	35
図 18 土木工事申請図面（抜粋） .....	36
図 19 水力発電機の設置工事写真（工事前・工事後） .....	36
図 20 土木工事の品質チェック（掘削） .....	37
図 21 土木工事の品質チェック（鉄筋） .....	37
図 22 機器写真（左 上流の日本製 1 軸水車 右 下流のベトナム製 2 軸水車） ....	38
図 23 機器写真（左 下流のベトナム製 1 軸水車 右 ベトナム製発電制御盤） ..	38
図 24 水力発電設備の全体図 .....	39
図 25 Thung Vong 地区の電柱の分布 .....	40
図 26 各世帯へ送電するための電柱 .....	40
図 27 各世帯に配置された電力量計 .....	41
図 28 各世帯に支給されたコンセントと電球.....	41
図 29 水力発電機の試験状況 .....	42
図 30 各世帯への正常な送電状況の確認 .....	42
図 31 各世帯の送電状況.....	43
図 32 発電機の回転数の点検記録.....	45
図 33 農村電化ショールームとしての看板 .....	46

図 34	日常生活における電気使用イメージ	47
図 35	雨季における電気消費量の多い電化製品の利用イメージ	48
図 36	乾季における電気消費量の多い電化製品の利用イメージ	48
図 37	事業開始前後の各世帯の電化製品の保有状況と電力使用量	49
図 38	水力発電機の設置後に増加し電化製品	49
図 39	現地住民へのトレーニングの実施	51
図 40	現地住民への OJT に使用したマニュアル (抜粋)	54
図 41	ホアビン省商工局が発行したセミナー招待状	55
図 42	現地でのプロジェクト成果報告セミナーの様子	57
図 43	現地でのセレモニーと現地見学会	59
図 44	防護フェンスと立入禁止の看板	65
図 45	Thai Nguyen 省 Dai Tu 県の現地調査	70
図 46	ベトナムの灌漑施設の現地写真	72
図 47	想定されるビジネススキーム図	74
図 48	ベトナムを製造拠点とした海外展開イメージ	77
表 1	ベトナム社会主義共和国の情勢	1
表 2	ベトナムの GDP 総額 (千 US ドル、名目) の推移	2
表 3	一人あたりの GDP (US ドル、名目) の推移	2
表 4	ベトナムの実質 GDP 成長率の推移	3
表 5	水力発電の出力規模別の分類	6
表 6	設置場所へのアクセス状況	17
表 7	Thung Vong 地区での電気需要と供給予測	22
表 8	実証開始前の現地住民の生活環境 (出所 弊社調べ)	31
表 9	実証開始前の現地住民の各世帯の電気利用のヒアリング結果	32
表 10	雨季と乾季の現地住民の電気使用状況	44
表 11	ベトナムの電気料金	64
表 12	ホアビン省内の無電化村の数	68
表 13	無電化地域での水力発電に関心のある地方政府	68
表 14	ベトナムの都市部・地方部での主要家電製品の世帯普及率	71
表 15	ベトナムの灌漑用貯水池の数	71
表 16	想定する本製品の販売・普及ロードマップ	75



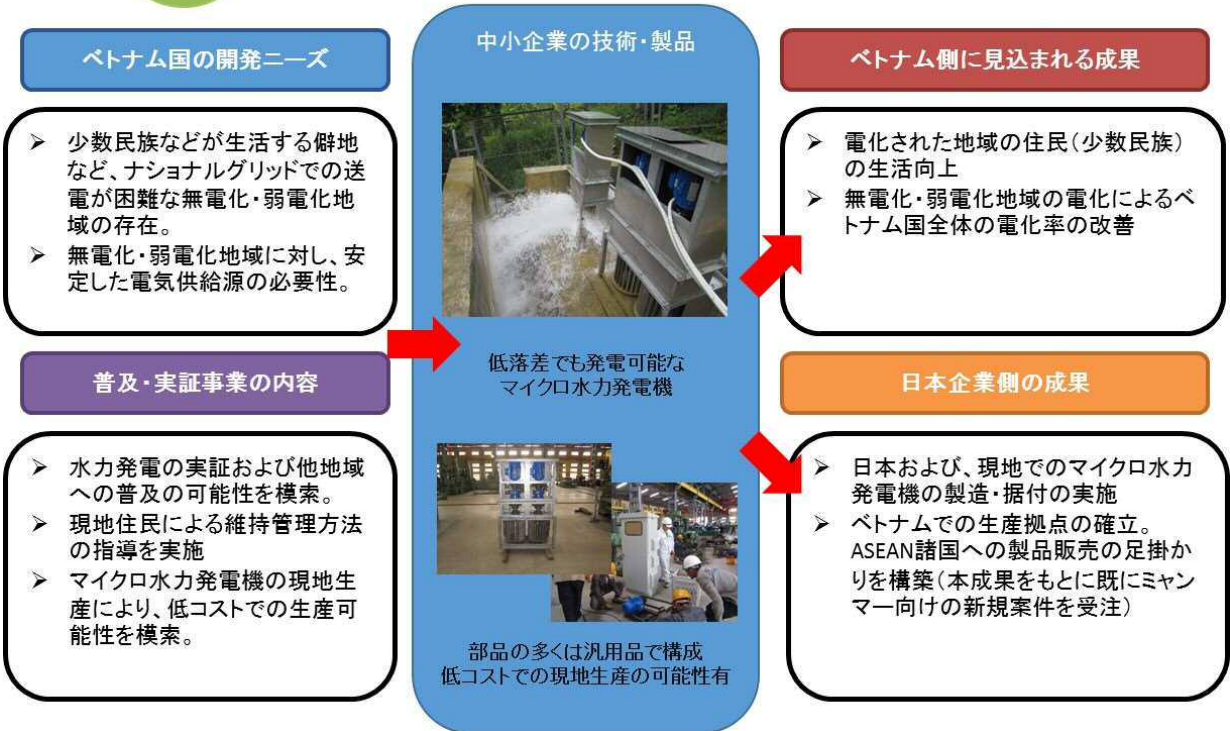
# 案件概要

ベトナム

環境  
エネルギー  
廃棄物処理

## 無電化・弱電化地域における 流水式マイクロ水力発電普及・実証事業

H24  
普及・実証  
事業



## 要約

I. 提案事業の概要	
案件名	無電化・弱電化地域における流水式マイクロ水力発電普及・実証事業 Pilot Survey for Disseminating SME's Technologies on Electrifying non/weakly electrified rural villages by micro hydropower
事業実施地	ベトナム社会主義共和国 ホアビン省
相手国 政府関係機関	ホアビン省人民委員会
事業実施期間	2014年2月～2016年3月
契約金額	55,047,600円(税込)
事業の目的	<p>本事業はJAGシーベル株式会社のマイクロ水力発電機(STREAM)を未だ400万人の無電化人口を抱えるベトナムの無電化・弱電化地域に適用させることを目的に、具体的にベトナム北西部のホアビン省の弱電化地域である Thung Vong 地区でマイクロ水力発電の実証を行うもので、本事業を足掛かりとして、ホアビン省をはじめとして、ベトナム国および ASEAN 地域に本製品を普及していくために必要な現地への技術移転を図るものである。</p> <p>なお、既に電化されたとされる地域でも、ナショナルグリッドがすべての世帯に届いていなかったり、計画停電などで不自由な電気利用を強いられている地区が存在している。本事業ではそのような地域を弱電化地域と定義している。</p>
事業の実施方針	<p>ホアビン省の南西部に位置する Tan Lac 郡 Do Nhan 村内の無電化地域である Thung Vong 地区で本事業を実施する。本事業の実施方針は、下記の3点である。</p> <p><b>1) 弱電化地域である Thung Vong 地区へのマイクロ水力発電の有効性確認</b></p> <p>Thung Vong 地区は滝を水源とした自然水流があり、その水流を利用して対象製品のマイクロ水力発電機3機を設置する。発電した電気は、弱電化地域の水流沿いに点在する13世帯の住民(57名)に配電し、雨季と乾季をつうじて、住民が必要とする電気量が供給されることを検証する。</p> <p><b>2) 現地に適した水力発電機の製造に向け、ベトナム企業へ技術指導を実施</b></p> <p>提案製品をベトナム国および ASEAN 地域へ広く普及するためには、水力発電機の販売価格の設定が重要となる。具体的に、水力発電機の製造原価を下げるため、ベトナム現地での機材の製造及びメンテナンス部品調達を検討する。そのため、本事業では、マイクロ水力発電機の1機は日本から輸出し、2機はベトナム現地企業に電気制御の設計方法等を指導のうえで製造し、日本製、ベトナム製それぞれの水力発電機の性能比較を行い、ベトナム製の水力発電機の性能が日本製の水力発電機のそれに劣らないかを実証する。</p>

	<p><b>3) 弱電化農村への小水力発電導入のモデルケースの構築</b></p> <p>設置したマイクロ水力発電機が、持続的に住民に利用されていくために必要な維持管理の方法を現地で製造を担当した企業およびホアビン省が選定した現地の管理者を中心に現地住民に指導するとともに、ホアビン省とともに維持管理に必要な費用を賄うための費用徴収のシステム構築を検討する。また、本事業は、省政府関係者等に、対象製品が無電化・弱電化農村の電化に効果的であると認識してもらうためのパイロットモデルと位置付け、事業実施地点には、本事業の概要を説明する看板を建設し、農村電化ツールのショーケースとしてその成果の普及を図るべく、ホアビン省人民委員会およびマイクロ水力による農村電化に関心を寄せている周辺の地方政府を招いてセミナーと現地視察会を開催する。</p>
実績	<p><b>1. 実証活動</b></p> <p><b>(1) 機材設置状況</b></p> <p>Tan Lac 県 Do Nhan 村 Thung Vong 地区に日本製 1 機、ベトナム製 2 機のマイクロ水力発電機を設置し、Thung Vong 地区で生活する 13 世帯のすべての世帯に電気を供給した。</p> <p>機器の維持管理について、ホアビン省が選定した 3 名の現地住民に対して現地で指導を行った。現地指導は現地製造のパートナーの MECC 社の技術スタッフやハノイ工科大学の電気の専門家などベトナム人の協力を得ながら実施することで現地住民への理解を深めるとともに、トレーナー側となる MECC の技術スタッフらにも無電化地区での指導経験を積む機会となった。</p> <p><b>(2) 事業実施国政府関係機関との協議状況</b></p> <p>本事業ではホアビン省と役割分担を決め、水力発電機の発電制御盤から先の送電はホアビン省が予算を確保し実行することとした。電気代金の設定と徴収方法はホアビン省商工局が決定することになった。本事業の終了時点の方針では機材の引渡しから 1 年間は電気代を無料にし、使用状況をみて考えるとのことである。</p> <p><b>(3) 現地に適した水力発電機の製造</b></p> <p>大型の水力発電所の設計製造から施工までの能力、経験を有する現地企業 (MECC 社) にを水力発電機を現地で製造委託した。現地製造により製造コストが本事業では 3 割程度下げることができた。</p> <p><b>(4) 無電化地域での実証活動</b></p> <p>Thung Vong 地区の住民が電化によってどのような生活環境の変化があったかを各世帯にヒアリングを行った。現金収入が無い世帯が多いことから、大半の世帯で保有する電化製品に大幅な変化までは見られなかったが、一部の世帯では送電開始後にテレビを購入した世帯もあった。また、乳児の世話をする母親、祖母などからは明かりが使えることで乳児の世話が楽になったことや、山奥の世帯からは携帯電話の充電のために山を降りなくて済んで楽になったという声があり、水</p>

力発電による電化によって住民達の生活やジェンダー面で具体的な改善効果が確認された。

現地での成果報告として 2015 年 12 月 9 日に現地でのセミナーと水力発電機の設置現場で実機視察会と祝賀セレモニーを開催した。セミナーには 44 名の出席がありホアビン省商工局長、計画投資局副局長、ハノイ水利大学、ハノイ工科大学などの学術関係者、周辺省のタイグエン省商工局およびタイグエン省内の無電化村の代表などが出席され、事業の成果を報告することができた。

## 2. 普及活動

### (1) ベトナム国内での市場

本事業を通して EVN や MOIT などとも関係の深いハノイの水利大学のエネルギー学部の学部長、ハノイ工科大学の電気回路の先生など学術機関とのネットワークを構築することができた。また、水利大学のネットワークを活かしてベトナム各省にヒアリング調査を実施した。

タイグエン省の弱電化地域を現地商工局と訪問、ホアビン省の成果報告セミナーに招待、現地視察をしてもらった。

## 3. ビジネス展開計画

### (1) 製造拠点としてのベトナム

- ベトナム国内向けの製造：ベトナムは電化率は高いが無電化人口が未だ 400 万人残されている
- アセアン諸国向けの製造：既にミャンマー向けの製造委託を開始

### (2) 市場としてのベトナム

- 無電化・弱電化地域の展開  
電化率は高いが未だ 400 万人が無電化人口として存在している。また、現状でナショナルグリッドが引かれていない地区は今後もグリッドが引かれる見込みは低い。ただし、それらの地域は僻地すぎる地点など設置が困難な場所が多い。
- 既に電化された地域の展開  
現状のベトナムのナショナルグリッドの電気代に比べると販売価格が高すぎるが、電気需要の拡大に伴って今後、電気代は上昇すると考えられる。その際に現地製造等を進めることにより製造コストを下げることであれば、既に電化されている地域への普及の可能性も考えられるであろう。

### (3) アセアン各国への営業展開

当面は日本からの営業活動。主要アセアン国での営業パートナーを開発していく必要がある。なお、本事業の実施期間中にはミャンマー向けのマイクロ水力発

	電機の機器調達の国際入札を受注し、主たる組み立てを今回の製造委託先であるベトナム企業に発注した。これまで日本の製造コストでは落札できなかった案件を受注できるようになったのは本事業の成果である。
課題	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 製造費の更なるコストダウン <ul style="list-style-type: none"> <li>(ア) 現地調達率の向上 (発電機、ギアの現地調達)</li> <li>(イ) 製作コストの低減 (現地側の設備、購入品、発注量、などを含め今後の交渉)</li> <li>(ウ) 現地設計能力の向上 (制御盤、現地仕様向け、日本側の設計委託(アウトソース)を含め)</li> </ul> </li> <li>2. 営業強化 <ul style="list-style-type: none"> <li>(ア) 現地代理店契約 (雛形作成、契約条件、交渉)</li> <li>(イ) 現地代理店の開拓 (アセアン他地域などでの代理店)</li> </ul> </li> </ol>
<b>II. 提案企業の概要</b>	
企業名	JAG シーバル株式会社
企業所在地	東京都千代田区
設立年月日	2004年3月
業種	製造業
主要事業・製品	再生可能エネルギー設備の研究開発、製造販売 上記に関するコンサルティング
資本金	7,700万円
売上高	121百万円 (2014年12月期)
従業員数	20人

## 1. 事業の背景

### (1) 事業実施国における開発課題の現状及びニーズの確認

#### ① 事業実施国の政治・経済の概況

ベトナムは32.9万平方キロメートルの国土面積と2013年時点で9,107万人の人口を有している。人口の約86%はキン族(越人)であるが、他に53の少数民族が居住している。また、国際連合の世界人口予測2012によれば、2020年9,706万人、2030年1億183万人、2040年1億416万人、2050年1億370万人と予測されており、2040年代まで人口の増加基調が続くことになる。

ベトナムの統治体制は、ベトナム共産党による一党独裁制度である。2011年5月に国会議員選挙が行われ、その結果を受けて7月より第13期国会が召集され、グエン・シン・フン国会議長、チュオン・タン・サン国家主席が選出され、グエン・タン・ズン首相が再選された。同委員会は2020年までに近代工業国家に成長することを目標に掲げている。

統計総局資料(Monthly Statistical Information)によると、2013年のGDPは約1,600億米ドル、一人当たりGDPは1,896米ドル、GDP成長率は5.4%となっている。また、過去10年間の推移をみると、GDP成長率は鈍化しつつあるが、安定した成長を継続している。

一方、電化率は96%であり、都市部では100%を達成したが、地方部では94%に留まっており、無電化人口は未だ400万人も残されたままである。

表1 ベトナム社会主義共和国の情勢

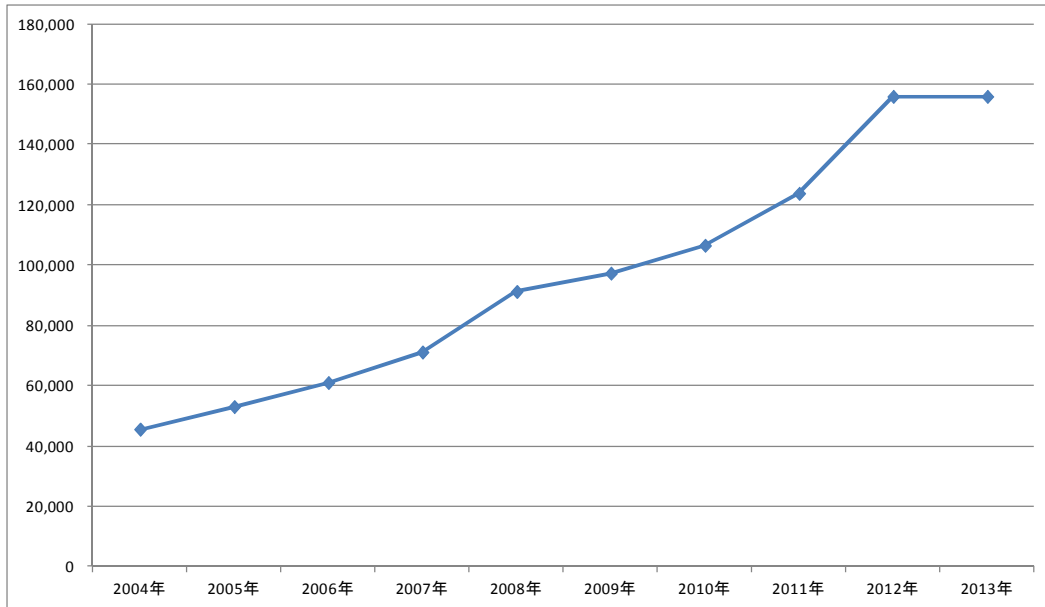
国名	ベトナム社会主義共和国
面積	32万9,241 km <sup>2</sup>
人口	9,107万人(2013年時点、国連人口計画推計)
首都	ハノイ
民族	キン族(越人)約86%、他に53の少数民族
言語	ベトナム語
主要産業	農林水産業、鉱業、軽工業
GDP	約1,600億米ドル(2013年 ベトナム統計総局)
一人当たりGDP	1,896米ドル(2013年IMF)
経済成長率	5.4%(2013年)
電化率	全国96%(うち都市100%、地方94%)(2013年IEA)
無電化人口	4百万人

注) 面積、人口、民族、主要産業、一人当たりGDP、経済成長率の出所は外務省の各国・地域情勢

GDPの出所はベトナム統計総局統計

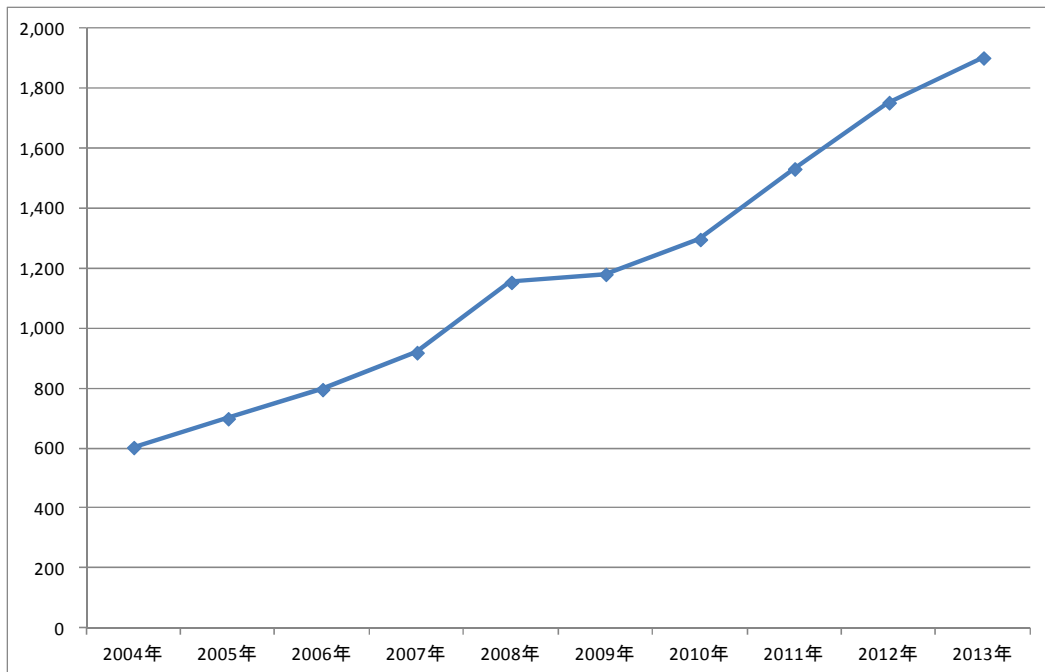
電化率、無電化人口の出所はWorld Energy Outlook(2013年IEA)

表 2 ベトナムの GDP 総額 (千 US ドル、名目) の推移



(出典 ベトナム統計総局統計)

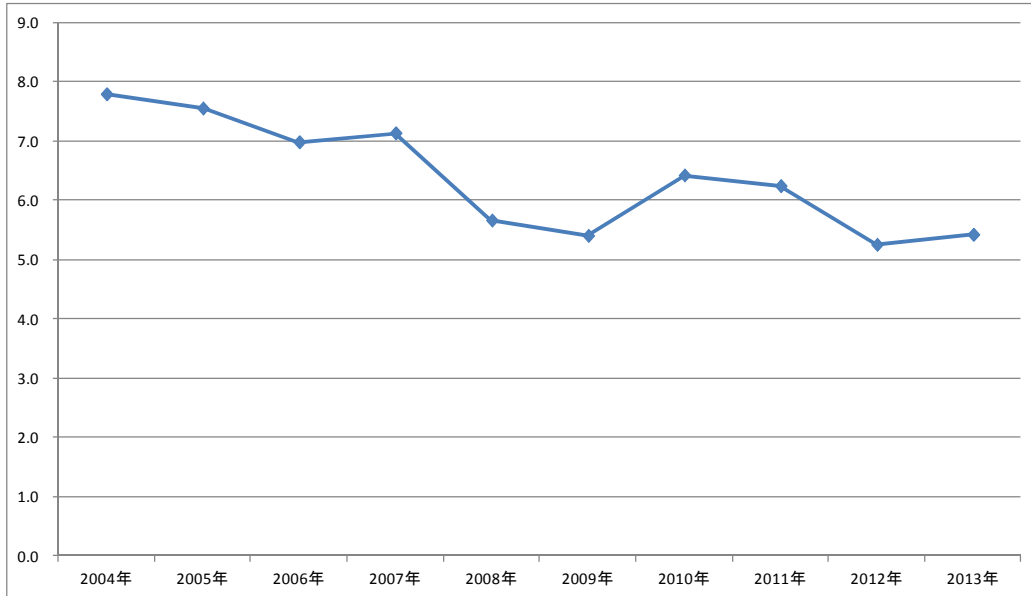
表 3 一人あたりの GDP (US ドル、名目) の推移



(出典 IMF World Economic Outlook Database)

表 4 ベトナムの実質 GDP 成長率の推移

単位%



(出典 ベトナム統計総局統計)

② 対象分野における開発課題

経済発展が続くベトナムでは、工業化に向け、電力不足が課題であったが、昨今改善の兆しが見られる。新規で大型の発電所が運転を開始したことや電力需要の伸びの低下などがその要因である。

ただし、電力の安定供給にはまだ課題も多い。電力需要は今後も前年比 10%以上の伸びが予想され、電源開発の遅延のない実行が必要である。電源開発には、EVN（ベトナム電力公社）だけでなく IPP（独立発電事業者）や BOT 案件への投資を拡大する必要がある。そのため、電力料金改定、電力市場自由化等の推進も必要である。

また、前述のように、ベトナムはナショナルグリッドによる電化率が 96%（2013年時点 出典：World Energy Outlook（IEA）より）と高い水準にある。しかし現時点で電化がされていない少数民族などが生活する僻地などの地域は、ナショナルグリッドで送電網を引くのは困難な地域が多く、今後もグリッドが引かれる可能性が低い無電化人口はいまだ 400 万人も残されている。そうした地域では粗悪な品質で出力の小さなピコ水力発電機(主に中国製)を使うか、数キロ離れたグリッド網から自前で脆弱な電線を引き、不安定な電気を使うなどしか方法が無い。こうした無電化・弱電化地域に対して安定した電気供給を行うことがベトナムの開発課題とされている。



加えて、無電化地域である山岳地や島部は、少数民族などが生活をしている。それらの地域の住民は貧しい場合が多く、本事業を実施する Hoa Binh 省では、無電化地域が 36 か所、合計で 4,000 世帯ある。これらの地域への電化は省政府としても課題と認識している。Hoa Binh 省では、ナショナルグリッドの敷設の難しい地域には再生可能エネルギーの利用が検討されている。ホアビン省内は、そもそも水流が豊富で水力発電所の立地に適しており、水力エネルギーは天候、昼夜に関係なく電気を供給できるため、最適な手段だと考えている。

弊社が 2012 年に受託した「無電化・弱電化地域における流水式マイクロ水力発電プロジェクト案件化調査」で実施した商工省 (MOIT) エネルギー総局へのヒアリング調査によれば、100kW~30MW までの小水力発電の候補地が全国に 1,016 か所あり、潜在発電能力は 7,000MW という内部調査結果が得られた。しかし、当社のマイクロ水力発電機「STREAM」の設置に適している農業用水路が完備されている地域には、ほぼ送電網のカバー範囲であることも本調査から明らかになった。

ただし、商工省エネルギー総局からは、ベトナムでのマイクロ水力発電機「STREAM」の設置という側面のみならず、現地に適した価格での ASEAN 地区全体 (特に、カンボジア、ラオス、ミャンマー) にむけての生産、工事・メンテナンスの拠点として ODA を活用した技術移転の提案をいただいた。現地に適した価格を実現するには、現地製造比率を高める、活用部材の工夫、現地に合わせた低スペック化などの検討が不可欠と考えられる。

### ③ 事業実施国の関連計画、政策 (外交政策含む) および法制度

ベトナム政府は、2030 年までの国家電力開発計画ビジョンである「ベトナム第 7 次国家電力マスタープラン」(2011 年 7 月公表)のもと、国内電力需要に十分対応するために、生産・輸入電力量は 2015 年が約 1,940 億~2,100 億 kWh、2020 年が約 3,300 億~3,620 億 kWh、2030 年が約 6,950 億~8,340 億 kWh を目標としている。また、全発電所による総出力を、2020 年に約 75,000MW とし、電源構成は石炭火力 48.0%、水力 23.1%、ガス火力 16.5%、再生可能エネルギー 5.6%、輸入 3.1%、揚力 2.4%、原子力 1.3%、としている。

同計画ビジョンは、2015 年までに全国送電網を世帯レベルで 100%とすることを目標としている。ただし、全国送電網 100%とは、全国の村レベルまでをカバーすることを意味し、村に属さない山岳地帯の小部落までをカバーすることは難しいと考えている。また、世帯レベルでは、95%に対し、送電網を配備する計画である。ベトナム電力公社 (EVN) は、長距離基幹の 500KVA から 25KVA までの地域基幹配電網の整備を担当しており、その先の配電は、地方政府が部落レベルまでを、各家庭までは、各家庭が各々負担することになっている。なお、地方政府が部落レベルまでの整備を担当しているが、資金などについては、商工省 (MOIT)

や計画投資省（MPI）と協力しながら、電力供給されていない地域への送配電網に取り組んでいる。

さらに、同計画では、農村、山地および離島の給電について、国家送電網またはオンサイトの発電施設（小規模・超小規模水力、太陽光、風力、ディーゼルによる発電）によって農村へ給電し、2015年までに全村の100%及び農村地帯の98.6%が電気を使用することが可能になり、2020年には農村のほぼ全世帯が電気を使えることを目指している。また、農村および山地の電力開発方針として、新エネルギー及び再生可能エネルギーを使用し、寒村・僻地・国境地方・離島へ給電し、その地区の電力減を維持・開発するためにメリットのある投資・管理体制を構築することが明記されている。

ベトナムで水力発電事業を行う際には、水を利用するための権利、場所を利用するための土地利用権に留意する必要がある。

水を利用する権利については、元来、ベトナムは水が豊富であるため、水利用に関しては、洪水防御のほうが課題であった。1990年代のドイモイ後、農業に限らず産業発展のための水問題が顕在化し、水利用に関しては1998年に水資源法が制定された。水資源法には、水資源の保護、水資源の利用開発、水害防御、国際関係、水管理施設の管理、開発が規定された。但し、今回の事業対象地である山岳地帯においては、慣行的な水利用の規定が運用されており、地区を管理する人員委員会の許可により、水利用することが可能であり、ホアビン省およびホアビン省タンラック郡と協議の上、小水力発電設備の設置が許可された。

土地利用権については、タンラック郡人民委員会より、添付資料4の土地利用権許可証を受けて、本事業に取り組んでいる。

#### ④ 事業実施国の対象分野における ODA 事業の事例分析及び他ドナーの分析

ベトナム国にとって日本は最大の援助供与国であるとともに、日本にとってもベトナム国は重要な ODA 対象国の一つである。2012年4月に策定された我が国の対ベトナム国別援助方針（2012年12月）では、「成長と競争力強化」を重点に掲げ、エネルギーの安定供給及び省エネルギーの推進等を支援としている。

一般に、水力発電は、その出力規模によって、表5のように分類される。

表 5 水力発電の出力規模別の分類

水力発電の分類	出力規模
大水力	100,000kW 以上
中水力	10,000kW～100,000kW
小水力	1,000kW～10,000kW
ミニ水力	100kW～1,000kW
マイクロ水力	1kW～100kW
ピコ水力 注)	1kW 未満

(出典 マイクロ水力発電導入ガイドブック 新エネルギー・産業技術総合開発機構)

(注) ピコ水力については追記した

弊社のマイクロ水力発電機 STREAM の出力規模は単体で 5~10kW 程度の出力である。マイクロ水力発電機「STREAM」と直接競合する出力規模での日本の ODA 事業の他事例はベトナムでは見受けられない。しかし、貧困地域の小規模インフラ整備事業や中規模以上の水力発電事業、農業灌漑事業という視点まで事業の範囲を広げれば、以下の JICA 事業が実施されている。

- イ) 「貧困地域小規模インフラ整備事業」 (L/A 調印日：2006 年 3 月 31 日) が Ministry of Planning and Investment (MPI) : ベトナム計画投資省をカウンターパート機関として実施されている。
- ロ) 「タクモ水力発電増設事業」 (L/A 調印日：2004 年 3 月 31 日) が Electricity of Vietnam (EVN) : ベトナム電力公社をカウンターパート機関として実施されている。
- ハ) 「ファンリー・ファンティエット灌漑事業」 (L/A 調印日：2006 年 3 月 31 日) が Ministry of Agriculture and Rural Development (MARD) : ベトナム農業農村開発省をカウンターパート機関として実施されている。

これらの JICA 事業以外にも、ベトナム政府では世界銀行や UNDP、デンマーク、ニュージーランド、オランダ、スイス等から無電化地域における再生可能エネルギーなどの導入支援を受けている。

また、アジア開発銀行では、現在実施中の「再生可能エネルギーの開発とネットワークの拡大と僻地のコミュニンの復興プロジェクト」で 7.5MW クラスの小水力発電機をベトナム北部および中部の複数箇所 (トータル 30MW) に設置し、農村部への電力供給とグリッドに接続する事業を進めていくこととしている。

(2) 普及・実証を図る製品・技術の概要

<p>名称</p>	<p>垂直軸型流水式マイクロ水力発電機 STREAM</p>
<p>スペック</p>	<p>本事業で設置するマイクロ水力発電機のスペックは以下のとおりである。</p> <p><b>水車モジュール</b></p> <p>垂直 2 軸型クロスフロー水車+筐体：1 式          垂直 1 軸型クロスフロー水車+筐体：2 式          水車径：φ400mm          材質：水車羽根 SUS304、筐体 SS400</p> <p><b>発電機モジュール</b></p> <p>発電機モジュール          垂直 2 軸用発電機モジュール：1 式          垂直 1 軸用発電機モジュール：2 式          発電機仕様          三相交流同期型発電機          定格出力：5.5kW          電圧：三相三線 400V</p> <p><b>制御モジュール</b></p> <p>独立電源仕様          制御盤：1 基          電圧：単相二線 220V</p> <div data-bbox="528 1435 1307 1877" data-label="Image"> </div> <p style="text-align: center;"><b>図 2 STREAM の構成イメージ図</b>          (出典 弊社作成資料)</p>

特徴

弊社の水力発電機である垂直軸型流水式マイクロ水力発電機 STREAM の特徴は、(1)低落差で効果的な発電が可能、(2)垂直軸型の水車、(3)バイパス水路が不要、(4)モジュール組合せ型の構成という4点があげられる。



図 3 STREAM の特徴

(出展 弊社作成資料)

(1) 低落差で効果的な発電が可能

水力発電のエネルギーは水量と落差の関係でその発電量が決まるが、従来の水力発電はダムのように山間地に水を貯留して、高い位置から水を落とすことで大きなエネルギーを作る技術が多く、低落差で水力発電を行う発想が無かった。一方、本事業で使用している水力発電機では、従来対象とされていなかった低落差の領域でも効果的に発電ができる水車形式と本体構造のシステムを開発し、製品化したものである。

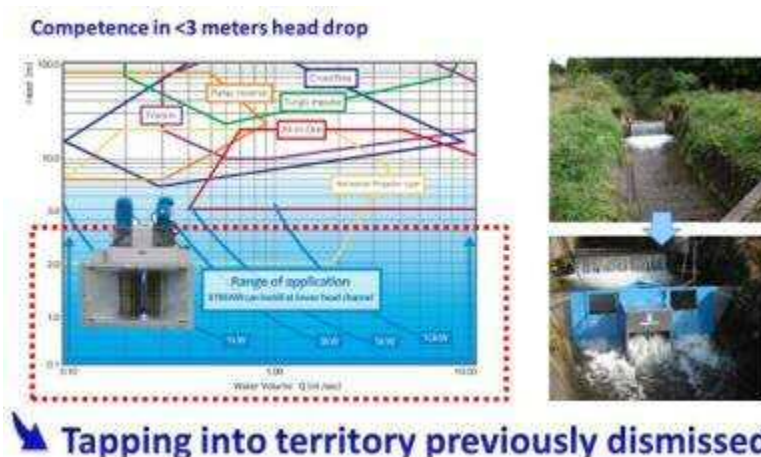


図 4 STREAM 水車の適用範囲図

(出典 弊社作成資料)

## (2)垂直軸型の水車

本製品の水車形式は縦軸クロスフロー水車と呼ばれる水車形式である。クロスフロー水車という水車形状そのものは、従来から見られる一般的なもので、水力発電の技術として確立されたものであるが、従来のものは水車を水面に対して横（水面に対して水車軸が平行）にして使用するものしか見られない。弊社はこのクロスフロー形状の水車を縦（水面に対して水車軸が垂直）にして使用する水車を開発し、垂直2軸型水車の特許を取得している。

水車を縦軸とするメリットは、低落差の水路条件下においても機器上流部と下流部との有効水位差を貯留させて水の拡散を防ぎ、水エネルギーを効率良く水車羽根に作用させることができることにある。

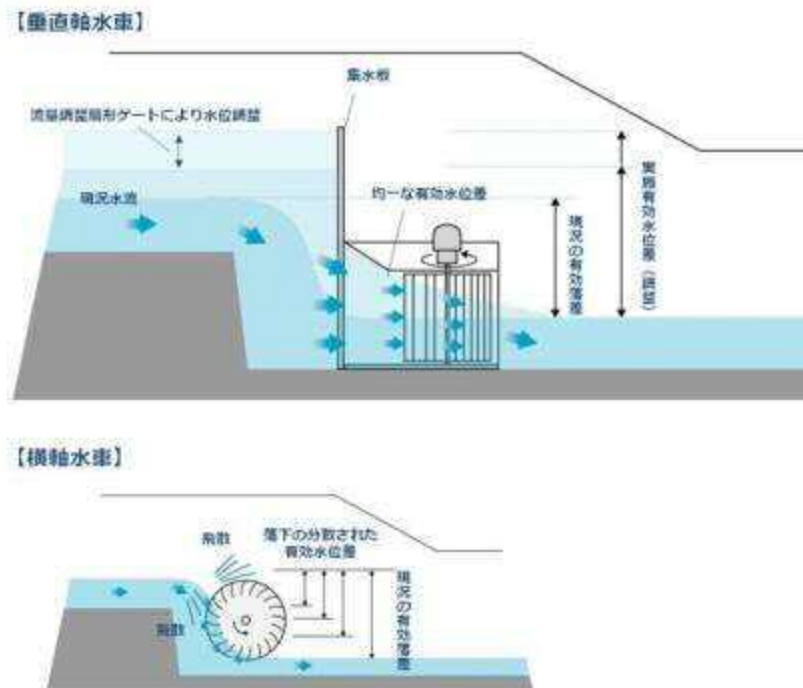


図 5 垂直軸水車と横軸水車の比較図

(出典 弊社作成資料)

## (3)バイパス水路が不要

従来の水車形式では、水路に水力発電機を設置する際に、発電用のバイパス水路を設けて、そのバイパス水路に発電機を設置するこ

とが前提となっている。しかし、本製品ではバイパス水路を使わずに水路に直接、発電機を設置することができ、かつ、水路の持つ本来の機能を損なわずに効果的な発電が可能となる技術である。

(4)モジュール組合せ型の構成

対象製品は上記のスペックの項目の記述のとおり、製品の構成は「水車モジュール」「発電機モジュール」「制御モジュール」の3つのモジュールで構成されている。発電機モジュールと制御モジュールにおいては、それぞれの構成パーツは本製品のために特注品を使用しておらず、すべて市販品のパーツで組み立てられている。これにより、パーツ交換などのメンテナンス時のパーツ調達が楽になるとともに、海外で使用する際には、現地で調達できるパーツに置き換えた現地仕様への変更も容易に行えることが特徴である。

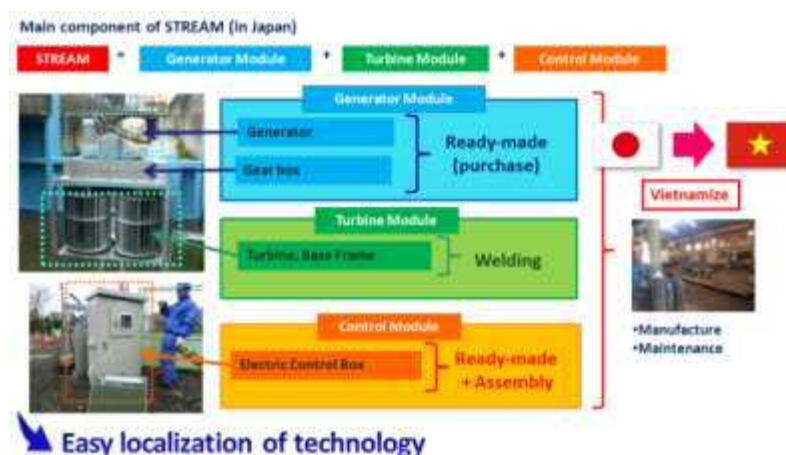


図 6 STREAM 水車のモジュール構成イメージ

(出典 弊社作成資料)

なお、水車モジュールについては、鉄およびステンレスの溶接で組み立てられており、設置する水況条件（水量、落差、水路幅、水路構造など）に合わせて設計された水車モジュールを選定することとしている。

競合他社製品と  
比べた比較優位性

無電化・弱電化地域の電化手段として、マイクロ水力以外の電源と本製品を比較した場合、ナショナルグリッドが引かれる計画に無い地域においては、太陽光パネルやマイクロ水力のような再生可能エネルギー利用か、ディーゼル発電機のような化石燃料の利用が考えられる。

世帯単位での照明用途などの電気利用であれば、家庭用の小さな太陽光パネルの利用も有効であると考えられるが、最低限の電気利用を越えて、コミュニティ単位での安定的な電気利用による生活水準の向上を図るには、マイクロ水力やディーゼル発電の方が優位である。また、ディーゼル発電は電気の需要に応じて発電を調整できるので使い勝手はとても良いが、燃料代が永続的に発生するなどのデメリットが強く、総合的にみてマイクロ水力の優位性は強い。

なお、東南アジアの無電化地域などではマイクロ水力よりももっと規模の小さいピコ水力発電機を使っている発電設備が多く見受けられる。ベトナムのホアビン省内だけでも実際に複数の場所で、これらのピコ水力を利用している現場が確認された。



図 7 ベトナムで使用されているピコ水力発電設備

左上：Tan Lac 県の農村のピコ水力発電

右上：Da Bac 県の農村のピコ水力発電

左下：Lac Son 県の農村のピコ水力発電

右下：ハノイの機械市場で売られているピコ水力発電機

これらのピコ水力発電機は中国製の安価なもので、ハノイの機械工具屋などで 500W くらいの出力のものが 50 ドル程度で販売されている。ただし、これらは店先に投げ出された状態で売られており、その品質が担保されているか疑わしい。実際に本事業の実施サイトである Thung Vong 地区の住民の中にはこのような中国製のピコ水力発電機を新たに購入して設置した世帯があったが、2 ヶ月後に現



地を再訪した際には既に故障して使えなくなったというケースもあった。住民にとって利用できるものがピコ水力発電しかないために仕方なく使用しているのもあって、安定して利用できる電気があれば不自由なピコ水力発電を使う必要性は薄いであろう。また、水力発電は水量と落差の関係で発電電力が決まるが、水量と落差のバランスから様々な水車形式が存在する。弊社の製品であるマイクロ規模の水車の水車形式にはクロスフロー水車、下掛け水車、らせん水車などが開発されている。それぞれの水車形式の特徴を比較すると、以下の点において弊社の縦軸クロスフロー水車の優位性がみられる。

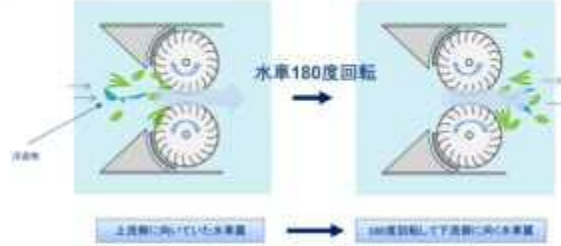
- ① バイパス水路の必要性の有無
- ② 水路ゴミに対する適用性
- ③ 流量変動への対応の可否

①バイパス水路の必要性については、クロスフロー水車は水路に直接設置することが可能であるが、下掛け水車・らせん水車形式の場合、基本的に既存の水路から新たに水車用のバイパス水路（発電用の水路）を作ることが必要である。

今回の実証地点では滝を水源とした発電を行うため、取水にはバイパス管路を使用するが、今後の普及を目指すにあたってはバイパス水路を使わずに水路に直接設置できる場所も対象にできる。クロスフロー水車であれば、設置可能な領域が広がるとともに、バイパス水路造成のための工事費用とその工事期間も不要とできることは、最終エンドユーザーにとっては短期間で電気が利用できるようになり、イニシャルコストの費用負担者にとっても経済的であり、メリットが大きいといえるだろう。

②水路ゴミに対する適用性は、弊社の縦軸クロスフロー水車の強みである。水力発電においては完全に管理された水処理施設などを除いて、規模の大小を問わず河川、水路などには人工物のゴミ、自然物の枯木、枯葉などの浮遊物が流れているが、これらの浮遊物が水車羽根を塞いでしまうと発電の低下の原因となる。弊社の縦軸2軸式の水車は水車間を枯木、枯れ草などが通過できる構造であることから、安定した電気の供給とともに、除塵の手間を低減させることができる。

垂直2軸構造のゴミ(ビニール・ひも・枯葉・雑草等の軟体系浮遊物)の対応特性



プロペラ型(水平軸型)はゴミが除けない



図 8 縦軸クロスフロー水車のゴミの対応特性図

(出典 弊社ホームページ公開資料)

③流量変動への対応については、マイクロ規模よりも規模の大きい導水管などを利用した中小水力発電の設備にみられる水車形式では、水量変動に対応し、水車羽根にあてる水量を最適化させるガイドベーンと呼ばれる調整機能が設けられていることが多い。しかしマイクロ規模の水力発電の水車形式ではその構造から水量変化への対応は難しく、通常では水量変動が無いようにバイパス水路を設け水量調整を上流側で行うことが多い。

2軸水車と流量調整扇形ゲートによって可能となる広範囲な運用

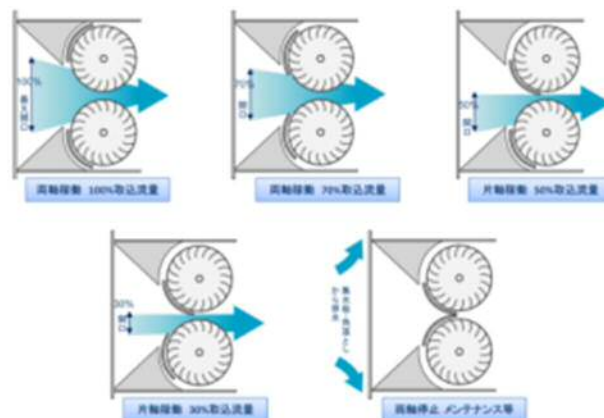


図 9 縦軸クロスフロー水車の流量変化への適用図

(出典 弊社ホームページ公開資料)

ただし、弊社の採用している縦軸クロスフロー水車では、ガイドベーン(案内羽根)と同等の働きをする流量調整扇形ゲートと呼ぶ手

	<p>動の水量調整機構を設備に備えているため、乾期・雨期のような水量変動にも、その時期ごとに流量調整扇形ゲートで取込み水量を変更させることができ、他形式の水車に比べ最適な発電を維持しやすくなる</p>
<p>国内外の販売実績</p>	<p>国内実績 25 件 27 機          主要取引先（エンドユーザー）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 国土交通省（一級河川）</li> <li>・ 地方自治体（農業用水路、下水処理場、親水公園等）</li> <li>・ 民間企業（工場施設）</li> <li>・ 自社発電事業（農業用水路）</li> </ul> <p>海外実績 4 件 8 機</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 国連工業開発機関 UNIDO（インド）3 機</li> <li>・ 国連工業開発機関 UNIDO（エチオピア）1 機</li> <li>・ 国連工業開発機関 UNIDO（ケニア）2 機</li> <li>・ 民間企業（韓国）2 機</li> </ul> <p>日本国内では、農業用水路での導入などを中心に全国での機器納入実績を有している。現在、日本国内における販売は水処理設備などを得意とし、全国に販売ネットワークのある商社を販売代理店とする販売体制を構築している。</p> <p>また、海外では 2013 年度から 2015 年度にかけて、国連工業開発機関 UNIDO の技術移転プログラムでインド、ケニア、エチオピアにおける本製品の現地への設備導入と技術移転を実施している。本事業で目指す現地への技術移転という同じ目標で現地化を進めている。</p> <p>加えて、前述のとおり、本製品は途上国の無電化地域への適応性が非常に高いことから、弊社は途上国を中心に海外での市場調査を積極的に取り組んでおり、ASEAN 地域では 2012 年度に実施した案件化調査のカンボジア、ラオスを始め、2012 年度、2013 年度には経済産業省の委託事業として、ミャンマーでは既に NEDO の FS 調査を完了し、大きな市場が存在することを確認している。</p>

サイズ

垂直 2 軸型水車（現地購入）

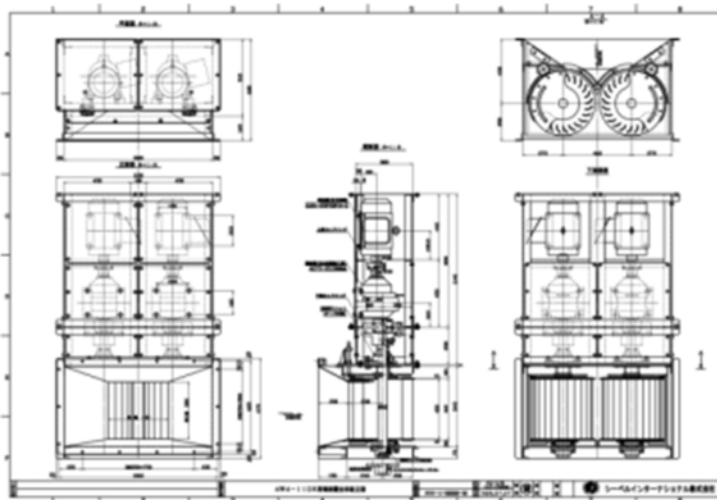


図 10 ST4W4-110K 外形図

形式：ST4W4-110K

外寸：W1100mm x D680mm x H1769mm

重量：約 685kg

垂直 1 軸型水車（本邦購入・現地購入）

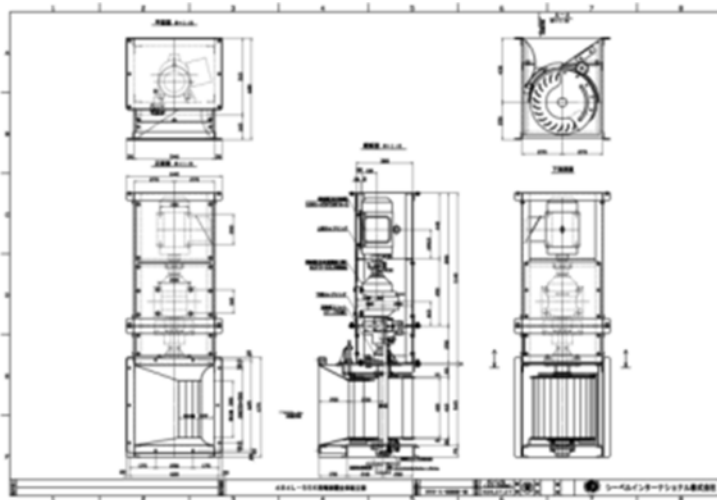


図 11 ST4S4-55K 外形図

形式：ST4S4-55K

外寸：W640mm x D680mm x H1769mm

重量：約 470kg

発電制御盤（現地購入）

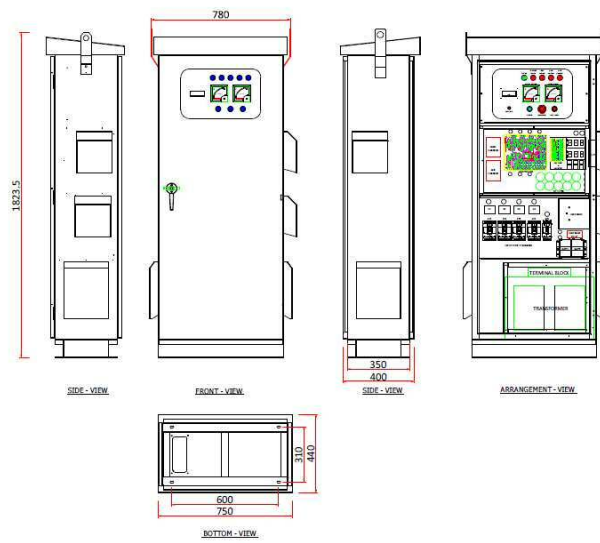


図 12 発電制御盤 外形図

設置場所

Thung Vong hamlet, Do Nhan village, Tan Lac district, Hoa Binh Province



図 13 設置場所の位置図（ホアビン省地図）

（出典 弊社作成）

本事業では Hoa Binh 省の Tan Lac 県の Do Nhan 村にある弱電化地域にマイクロ水力発電機を設置する。

Tan Lac 県は Hoa Binh 省の南西部に位置する。Tan Lac 県までのアクセスは国道 6 号線上にあり、道路状況も良くアクセスは容易である。また国道 6 号線から Do Nhan に入る道路は一部が舗装されていない部分もあるがハノイからの定期路線バスなども Do Nhan まで走っているなどアクセスは決して悪くはない。

表 6 設置場所へのアクセス状況

	距離	道路状況
ハノイからホアビン中心部まで	約 65km	国道 6 号線 良好 車で約 1.5 時間
ホアビン省中心部から Do Nhan まで	約 45km	国道 6 号線から先は凹凸あり車で約 1.5 時間
Do Nhan から Thung Vong 現地まで	約 2km	バイクタクシーか徒歩 標高差約 200m 程度

設置場所の Thung Vong 地区は 13 世帯、人口 57 人(2014 年 2 月調査時)が生活する弱電化地域である。Do Nhan village の中心部から距離が約 2km で標高差が約 200m 程度の山間地で、アクセス道は舗装されておらず、かつ急勾配の区間が多く、自動車では進入できない場所であり、バイクか徒歩でないとアクセスできない。

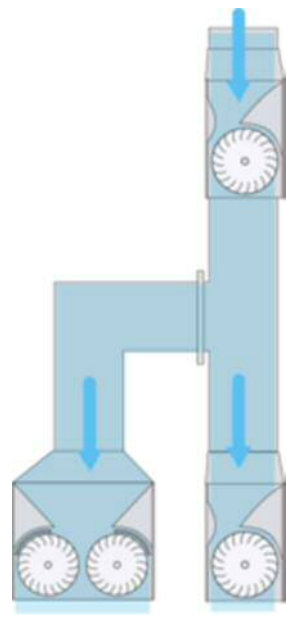
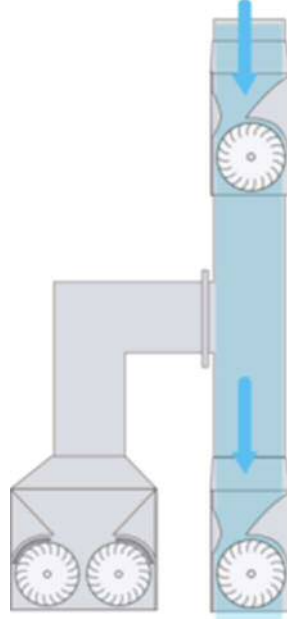
今回提案する  
機材の数量

現地購入：垂直 2 軸型水車 1 機、垂直 1 軸型水車 1 機  
本邦購入：垂直 1 軸型水車 1 機

合計 3 機の水力発電機を滝から取水した配管を使い上流側に 1 機、下流側に 2 機設置し、雨期・乾期の水量変動に応じて下記のような運用を想定する。

雨期シーズン

乾期シーズン

		
<p>雨期シーズンは十分な水量を確保できると考えられるため、垂直2軸型水車1機と、垂直1軸型水車2機を全て稼働させる。</p>	<p>乾期シーズンは水量が少ないため、最低限の電気需要を対応させることを目的に垂直1軸型水車2機を稼働させる。</p>	
<p><b>図 14 機材の運用イメージ図</b></p>		
<p>(出典 弊社作成)</p>		
<p>価格</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 1台 (1式) 当たりの販売価格 (日本国内)</li> <li>  上記の2軸水車発電機と発電制御盤と同等の仕様相当機器の国内での販売価格 (工事費含まず) は約 1,000 万円程度</li> <li>・ 本事業での機材費総額 1,359 万円</li> </ul>	

## 2. 普及・実証事業の概要

### (1) 事業の目的

#### ① 事業の背景・目的

本事業はベトナムの無電化・弱電化地域での JAG シーベル株式会社のマイクロ水力発電機(STREAM)の有効性を確認することを目的に、ホアビン省の弱電化地域の電化を進めるとともに、本事業を足掛かりとして、ホアビン省をはじめとして、ベトナム国および ASEAN 地域に本製品を普及していくために必要な現地への技術移転を図るものである。具体的にベトナム北西部のホアビン (Hoa Binh) 省の弱電化地域であるトゥンボン(Thung Vong)地区でマイクロ水力発電の普及・実証事業を行うものである。

ベトナムはナショナルグリッドによる電化率が 96% (2010 年時点、出典:日本原子力産業協会「ベトナムの原子力開発」より)と高い水準にあり、都市部では 100%の電化率を達成したといわれているが、地方部ではまだ電化されていない無電化人口がまだ 400 万人も残されている。かつ、現時点で電化されていない地域は少数民族が生活する僻地などで、今後もナショナルグリッドで送電網を引くのは困難な地域が多く、今後もグリッドが引かれる可能性が低く、再生可能エネルギーの導入をベトナム政府としても奨励している。こうした無電化・弱電化地域に対象技術のマイクロ水力発電を導入することにより、ナショナルグリッドによる電化が難しい地域の電化率改善につながるとともに、無電化・弱電化地域で生活する少数民族などの生活水準の向上にも効果があるといえよう。

#### ② 事業実施の基本方針

平成 24 年度案件化調査を通し、ホアビン省人民委員会から省内の無電化・弱電化の解消のために対象製品の導入の要望があった。ホアビン省は首都ハノイから約 65km と近い距離に位置し、無電化地域の解消のための有効なツールとしてその成果をショールーム的に中央政府やドナーなどに PR しやすいことから同省の南西部に位置する Tan Lac 郡 Do Nhan 村内の無電化エリアである Thung Vong 地区で本事業を実施した。

Thung Vong 地区では、現在、地区から数キロ離れた Do Nhan 村の中心部から自前の電線を引いて電気を利用しているが、脆弱な電線による長距離の送電で不安定な電気使用を強いられている。加えて、ベトナムでの多くの地方農村の例にもれず、雨期シーズンなどにはナショナルグリッド自体、計画停電が実施されており、安定した電気利用は望めない。また、中国製のピコ水力発電機を使っている世帯もあるが、ピコ水力発電機の出力は数十 W 程度が限界となっており、最低限の照明といっ



た用途などにしか利用できない。このような状況において、対象製品のマイクロ水力発電であれば、地区の水資源を利用して安定した電気を地区世帯に供給することが可能である。

なお、Thung Vong 地区は今後もナショナルグリッドが引かれる計画が無いことは、ホアビン省人民委員会との協議のなかで確認できており、対象地区はホアビン省人民委員会から対象製品の導入による電化を要望された地点である。

基本計画としては；

#### イ) 弱電化の Thung Vong 地区へのマイクロ水力発電の有効性確認設置

Thung Vong 地区は滝を水源とした自然水流があり、その水流を利用して対象製品のマイクロ水力発電機 2 機を設置する。発電した電気は、水流沿いに点在する 13 世帯の住民に供給し、弱電化地域への電力供給の有効性を確認する。

#### ロ) ベトナム企業への製造技術の移転<sup>1</sup>

今回設置するマイクロ水力発電機の 1 機は日本から輸出する日本製機器を、同じ仕様でもう 1 機はベトナム現地企業に技術指導のうえで製造したベトナム製機器を設置する。その結果、双方の性能比較を行いながら、有効性を確認する。ベトナム製の有効性が確認できた場合、メンテナンス部品の国内調達が可能になり、低コストでメンテナンスが可能となる。また、ベトナム製が安く調達できる場合は、将来的に、日本や周辺国への輸出にも取り組んでいく。

#### ハ) 弱電化農村への小水力発電導入のモデルケースの構築

設置したマイクロ水力発電機が持続的に住民に利用されていくために必要な維持管理の方法を、現地で製造を担当した企業および現地住民に教授するとともに、維持管理に必要な費用を賄うための費用徴収のシステム構築を検討する。

また、本事業は、省政府関係者等に、対象製品が無電化・弱電化農村地域の電化に効果的なツールであると認識してもらうためのパイロットモデルとなることを目指している。そのため、事業実施地点には、本事業の概要説明の看板などを設置して告知を行うとともに、農村電化ツールとしてのショーケースとしてその成果の普及を図るべく、中央、地方政府関係者などを招いた現地視察会やセミナーを開催する（参加者の記録は、今後の広報施策の検討のためにも保存することを検討する）。セミナーの開催にあたり、遠方から多数招聘する際には、旅費などの経費も発生する。そのため、例えば JICA がハノイなどで開催する電力、農村開発等のセミナーと共同開催やサイドイベントとしての視察

<sup>1</sup> イ) マイクロ水力発電機の台数と、ロ) の製造台数の内訳は調査の実施中に変更になった。

会開催も視野に入れ、JICA ベトナム事務所との連携やホアビン省との協力も求めながら検討を進める。

なお、Thung Vong 地区の位置する Tan Lac 郡 Do Nhan 村には、ホアビン市内から舗装状態の良い国道が整備されており、また、Do Nhan 村にある事業対象地域の Thung Von 地区へのアクセスには一部に急坂などがあり乗用車では難しいが、一部区間は舗装もされており、徒歩でも十分にアクセスが出来るほか、バイクタクシーの利用も可能である。

Thung Von 地区はこのようにホアビン中心部からも、ハノイおよび周辺の省からのアクセスも良く、本事業のショールームとしての役割にも適していると考えられる。また、ホアビン省では既にナショナルグリッドが敷設されている地域でも、雨期のシーズンなどはナショナルグリッドの送電網の保全のために計画的な停電が実施されている場所が存在する（主に山間地または山間地を越える僻地）。そうした中央からのナショナルグリッドだけでは安定した電気利用ができない弱電化地域の電力安定化には、ナショナルグリッドと対象製品の様な分散型の小型マイクロ水力の併用も有効であると考えられる。そのため本事業ではナショナルグリッドを管轄する EVN（ベトナム電力公社）の関係者などへの現地見学招聘や技術説明も検討する。

## （２）期待される成果

本事業の終了時までには達成されるべき事業実施国／受益層への成果は次のとおりである。

### 成果①： 無電化・弱電化地域でのマイクロ水力発電の有効性確認

マイクロ水力発電を無電化・弱電化地域に導入することにより、ナショナルグリッドによる電化が難しい地域の電化率改善につながるとともに、無電化・弱電化で生活する少数民族などの安定した電気利用による生活水準の向上に貢献する。

上記の成果を達成するため、具体的には、Thung Vong 地区の滝を水源とした自然水流を利用して対象製品のマイクロ水力発電機を設置し、発電した電気は、13 世帯の住民に供給する。これにより、住民は、照明・テレビ・携帯電話の充電などを常時利用することが可能となる。

表 7 Thung Vong 地区での電気需要と供給予測

電力使用	電気製品	単体の消費電力	利用数	電気需要
小	照明	10W	50	500W
	テレビ	50W	13	650W
	携帯電話	5W	30	150W
	扇風機	20W	13	260W
中	冷蔵庫	200W	13	2,600W
			計	4,160W

各世帯当たりの最小限の電気需要を照明 3-4 個、テレビ 1 台、携帯電話 2-3 個、扇風機 1 台、冷蔵庫 1 台と仮定した場合、Thung Vong 地区の 13 世帯に電気を供給するためには一日あたり約 4kW 程度の発電が必要となる（実際はテレビ、扇風機等は常時使用し続けることは無い）。

一方、Thung Vong 地区の水源である滝の上流部で 2014 年 4 月に実施した流速測定から試算した水量値（約 0.06m<sup>3</sup>/sec 程度）と、現地測量から算出した取水地点からの落差（約 29m）<sup>2</sup>の条件から、水力エネルギーとしては条件が悪くなる乾期のシーズンにおいても、最小限の電気需要を満たすように水力発電機の施工方法を検討し 4~6kW 程度の発電の確保を想定した。

#### 成果②：ベトナム企業への技術移転

技術移転に向け、本事業で使用するマイクロ水力発電機の発電機 2 機はベトナム現地企業にオフグリッド向けの電気制御の設計方法といった技術指導のうえで製造する。また、本事業を通し、現地企業の技術力、熱意もあることから、今後も現地パートナーとして現地製造を継続していく予定である。また、水利大学と工事監理の契約を結び、事業協力関係を確立する。水利大学とは今後のベトナムでの事業拡大に向けて、種々の情報提供、営業活動を協力して行う。

#### 成果③：弱電化農村の小水力発電導入による開発のモデルケース構築

農村電化のモデルケースとなるためには、本事業の成果を普及するため、事業実施地点にて本事業の概要説明などを記載した看板を建設し、現地でセミナーと視察会を兼ねたセレモニーを開催した。

<sup>2</sup> 本地点は低落差型水力発電に限定される地点ではないが、案件化調査ではホアビン省から実証事業の候補地として落差の取れない別の無電化地域を紹介されていたもので、普及実証事業の実施の段階でホアビン省の都合で Thung Vong 地区で事業を実施することになった。

(3) 事業の実施方法・作業工程

① 国内作業

イ) 現地の無電化・弱電化村の関連資料・情報収集

- 現地政府、住民へのヒアリングの実施、文献の調査等

ロ) 水力発電機の設置のための詳細設計

- 機器設置のための土木工事の詳細設計の実施
- 機器設置のための附帯設備の詳細設計

ハ) 現地普及のための制度設計、ビジネスモデルの検証

- 現地企業、住民への維持管理の指導方法、課金方法の検討

② 現地作業

イ) 現地カウンターパートとの調整

- 設置に必要な土木工事等の現地負担内容の確認と協議の実施

ロ) 現地調査の実施

- 水力発電機の設置に必要な土木工事の詳細設計を行うために必要な現地測量等の詳細な現地調査の実施
- Thung Vong 地区の現地住民の電気需要を把握するためのヒアリング、情報収集の実施

ハ) 現地向け機器仕様の協議、設計

- 現地向けの機器仕様の簡略化、現地製造のための部品調達方法の協議

ニ) 水力発電機の製造

- 日本製、ベトナム製の水力発電機の製造、および現地製造のための指導

ホ) 水力発電機の設置工事

- 設置工事は立会指導のもと、現地企業へ外注して実施する。

ヘ) 実証機器のメンテナンス指導、現地適用性の検証

- 現地での利用状況の確認、および現地企業、住民に対して適切なメンテナンスについての指導教育の実施

ト) 雨季・乾季を通じての実証活動

チ) 現地見学会・セミナーの開催

- 対象製品による農村電化のショーケースとして、政府関係者などを招いた見学会、セミナーの開催

③ 国内作業

イ) 事業結果取りまとめ

ロ) 月報の作成

ハ) 進捗報告書作成

- ニ) 業務完了報告書（案）作成
- ホ) 業務完了報告書（最終成果物）作成

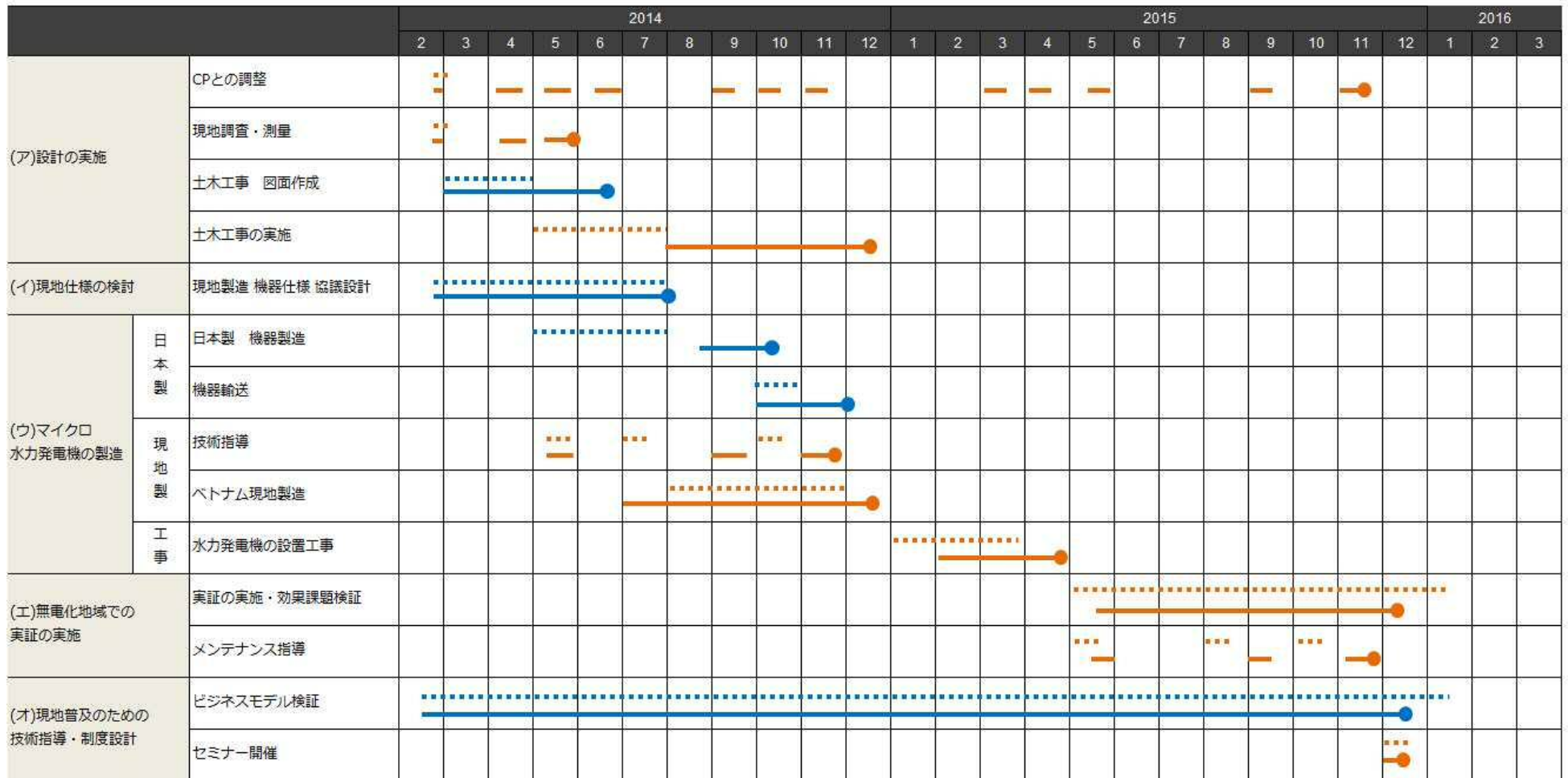
作業項目		2013年度			2014年度												2015年度												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	
(ア)設計の実施	CPとの調整		■																										
	現地調査・測量		■																										
	土木工事 図面作成			□	□	□																							
	土木工事の実施				■	■	■	■	■	■	■	■	■																
(イ)現地仕様検討	現地製造 機器仕様 協議設計		■	■	■	■	■	■	■	■	■																		
(ウ)マイクロ水力発電機の製造	日本製 機器製造				□	□	□	□																					
	機器輸送									■	■	■																	
	ベトナム製 技術指導					■		■		■																			
	ベトナム現地製造							■	■	■	■	■	■																
	設置工事 水力発電機の設置工事											■																	
(エ)無電化地域での実証の実施	実証の実施・効果課題検証																				■	■	■	■	■	■	■	■	
	メンテナンス指導																	■			■		■						
(オ)現地普及のための技術指導・制度設計	ビジネスモデル検証			□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	■	■	■	■	■	■	■	■	
	セミナー開催																									■			
(カ)その他	報告書等提出			□						□							□									□	□		
	現地渡航		■		■	■	■			■	■	■	■	■			■	■	■		■	■	■						

凡例  現地業務期間  
 国内業務期間

(4) 投入 (要員、機材、事業実施国側投入、その他)

担当業務	氏名	所属先	2013年度			2014年度												2015年度									人・日計					
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	現地	国内	
現地業務	総括	海野裕二	シ-ベルインターナショナル	8	■	8	8			7							7													38		
	設計・施工管理	高橋敏朗	シ-ベルインターナショナル																											0		
	プロジェクトリーダー	秀澤彰	シ-ベルインターナショナル	8	■	8	8	7		7	7	7	7		7		7		7		7			■						87		
	詳細設計	平野健介	シ-ベルインターナショナル			8	7																							15		
	機械設計	西岡生夫	シ-ベルインターナショナル									7	7																	14		
	チーフアドバイザー	原正一郎	野村総合研究所	8	■	8	8	7		7								7												45		
	業務調整	早川康弘	野村総合研究所															7			7		7		7					28		
	技術指導	関口智達	ク-リ-ンク・システムズ	8	■	8	8			7		7	7		7		7		7		7		7		■					73		
国内作業	総括	海野裕二	シ-ベルインターナショナル																											20		
	副総括	前田俊一	シ-ベルインターナショナル																												10	
	設計・施工管理	高橋敏朗	シ-ベルインターナショナル																												20	
	プロジェクトリーダー	秀澤彰	シ-ベルインターナショナル																												40	
	詳細設計	平野健介	シ-ベルインターナショナル																												20	
	チーフアドバイザー	原正一郎	野村総合研究所																												30	
	業務調整	早川康弘	野村総合研究所																												30	
	報告書等提出時期 (△と報告書名により表示)					△								△																		

凡例  現地業務  
 国内作業





・ 供与資機材リスト

	機材名	型番	数量	納入年月	設置先
1	水力発電設備	ST4W4x110K	1	2015年4月	ホアビン省
2	水力発電設備	ST4S4x55K	2	2015年4月	ホアビン省
3	水力発電設備	制御盤	1	2015年4月	ホアビン省

・ 相手国政府関係機関側の投入

1. 制御盤から各世帯への配電計画および電気工事
2. 水力発電設備の維持管理の人材選定及び維持管理

(5) 事業実施体制

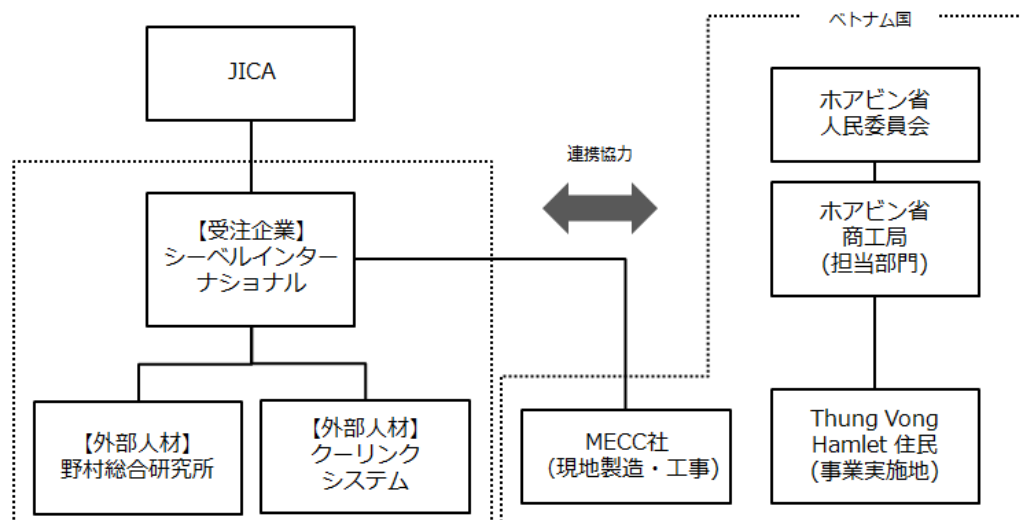


図 15 事業実施体制図

(6) 相手国政府関係機関の概要

機関名：Hoa Binh 省人民委員会

Hoa Binh 省はベトナム北西部に位置し、ハノイから西に約 70km に位置する人口約 80 万人の省。11 行政区画（市・県）から構成され 2011 年時点の電化率はベトナム全土の電化率よりも高いが、中山間地域など今後もグリッド電化の期待できない無電化地域が省内に点在している。

本事業では、それらの無電化・弱電化地域にマイクロ水力発電機を設置し電力を供給することで、該当地域の生活水準の向上をはかると同時に、将来的にベトナムおよび周辺諸国への対象製品の普及拡大をはかるためのショーケースとしての役割を持たせるため、中央政府や地方政府関係機関にその成果を広報しやすいエリア

としても、ハノイから日帰りが可能な距離に位置する Hoa Binh 省を選定している。

HoaBinh 省で電力を担当するのは、商工局とホアビン省 EVN である。HoaBinh 省商工局は、省内の電力計画の立案や許認可などを担当し、工事や運営を行うのが HoaBinh 省 EVN である。今回の事業では、計画や許認可、運用方法などの相談は商工局と行い、実際の運営は HoaBinh 省 EVN および村民が実施する。

### 3. 普及・実証事業の実績

#### (1) 活動項目毎の結果

##### ① マイクロ水力発電機的设计

###### イ) 事前準備と許認可の取得

設計の準備にあたっては、まずホアビン省側の具体的な担当部門となった商工局との間で役割分担の詳細を決定した。電気の各世帯への配電工事はホアビン省側の負担で実施されることとなった。弊社は土木工事と水力発電設備の機器仕様の詳細設計を担った。土木工事の設計にあたっては、商工局との協議において水利使用許可、土地占有許可が必要であることがわかった。

マイクロ水力発電機の設置に向けては2つの許可の申請が必要となった。水利使用許可は本事業が営利目的では無いことから申請は不要とされたが、土地占有許可について、商工局の担当者の現地立会のもとで水力発電設備の占有面積の確認が行われ、商工局に占有面積の計算書を提出したうえで許可書の発行を受けるという手順が必要とされた。ただしこれらの申請は日本での水力発電の設計時にも同様な手続きは通常にも行われるものであり、特に大きな問題は無かった。また、現地で水力発電機の設置工事を行うにあたっては、ベトナム建設省通達 10/2013/TT-BXD の14章に記載されている申請が必要との指摘が商工局からあった。申請に必要な書類は、1) 設計工事審査依頼書、2) 地形、地質等の調査報告書、3) 設計書、4) 設計・工事実施者の能力の4点であり、これらの申請はベトナム語で行う必要があることから、本事業では土木工事を実施する MECC 社と、ベトナムの水力発電に詳しい水利大学の水力発電学部の先生の支援を受けながら申請を行った。この申請は工事の安全性などを審査するもので、設計図面の差し戻しも多く、かなりの時間を要することになった。今後、同様にベトナム国内で水力発電の設計工事を行うには同じ申請が必要となるが、この申請には現地のベトナム企業の協力が不可欠である。なお、工事申請の内容には、設備に牛などの家畜が侵入しないための有刺鉄線の敷設や、盗難防止のために設備をフェンスで囲うことなど、当初の想定していなかった条件が加えられ、土木工事の費用が増すことになった。また、工事許可取得の条件として、工事の監査の実施が求められており、ベトナムにおける水力発電の工事では、工事監査の専門地域のある現地企業が監査を行う必要があったため、専門知識を持つ現地企業に工事監査を依頼することで対応した。

###### ロ) 現地での発電需要電気量と発電供給可能量の検討

発電量の目安の把握及び配電図を検討するため、実証事業の開始前に Thung Vong 地区の各世帯の現地住民の生活環境等のヒアリング調査を行った結果、以下のことが明らかになった。

表 8 実証開始前の現地住民の生活環境 (出所 弊社調べ)

世帯数/人口	13 世帯/57 名 (内子供 15 名)												
電化状況	脆弱だがグリッドを利用できる：7 世帯 ピコ水力発電機を利用している：5 世帯 電気を利用できない：1 世帯 ※電気を利用できない世帯でも携帯電話は保有しており、電気のある家で充電させてもらっている。												
所有する電気製品	照明、テレビ、携帯電話、冷蔵庫、扇風機												
現在の電気料金徴収状況	ナショナルグリッドを使っている世帯の電気料金は、電気使用量が月に 30kWh 以内であれば 1000VND/kWh とのことである(約 5 円/kWh)。電気使用量については、グリッド線を地区の 1 世帯まで引き込み、その世帯から個々の世帯に電気メーターを通して配線することで管理している。 具体的な電気料金の例 <table border="1" data-bbox="564 936 1329 1137"> <thead> <tr> <th>世帯</th> <th>電気利用</th> <th>電気代</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>照明、TV、扇風機</td> <td>30,000VND/月</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>照明、TV、扇風機、冷蔵庫</td> <td>70,000VND/月</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>照明、扇風機</td> <td>10,000VND/月</td> </tr> </tbody> </table>	世帯	電気利用	電気代	A	照明、TV、扇風機	30,000VND/月	B	照明、TV、扇風機、冷蔵庫	70,000VND/月	C	照明、扇風機	10,000VND/月
世帯	電気利用	電気代											
A	照明、TV、扇風機	30,000VND/月											
B	照明、TV、扇風機、冷蔵庫	70,000VND/月											
C	照明、扇風機	10,000VND/月											
現在の電気利用状況	現地住民は米食で薪を使って毎日、朝、昼、夜にご飯を炊いている。現在は十分な電気が使えないため炊飯器を利用できないとのことであるが、炊飯器があれば料理の準備のために必要となる燃料(薪など)の収集にかかる時間を短縮できることから、電気があれば炊飯器を利用したいということである。 食事の準備開始時間と(食事時間) <table border="1" data-bbox="564 1473 1329 1675"> <thead> <tr> <th></th> <th>夏</th> <th>冬</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>朝食</td> <td>4:30 頃 (5:00 頃)</td> <td>5:00 頃 (5:30 頃)</td> </tr> <tr> <td>昼食</td> <td>10:00 頃 (10:30 頃)</td> <td>10:30 頃 (11:00 頃)</td> </tr> <tr> <td>夕食</td> <td>18:00 頃 (18:30 頃)</td> <td>17:00 頃 (17:30 頃)</td> </tr> </tbody> </table>		夏	冬	朝食	4:30 頃 (5:00 頃)	5:00 頃 (5:30 頃)	昼食	10:00 頃 (10:30 頃)	10:30 頃 (11:00 頃)	夕食	18:00 頃 (18:30 頃)	17:00 頃 (17:30 頃)
	夏	冬											
朝食	4:30 頃 (5:00 頃)	5:00 頃 (5:30 頃)											
昼食	10:00 頃 (10:30 頃)	10:30 頃 (11:00 頃)											
夕食	18:00 頃 (18:30 頃)	17:00 頃 (17:30 頃)											
生活習慣・収入等	基本的に自給自足の生活を送っている。農作物を市場で販売しても小額でしか売れないため、自分達で消費する分と、近隣地区の人々と物々交換する程度を生産している。若い世代にはお茶工場に出稼ぎに行って収入を得ている者などもおり、それらの現金収入から電気製品を購入したり、オートバイを買ったりしている。家の建設には約 8,000 万 VND 程度の費用が必要だが、そのようなときには牛や豚を売って資金を用意している。												

表 9 実証開始前の現地住民の各世帯の電気利用のヒアリング結果

	世帯	世帯			電気利用	電気製品				
		男性	女性	子供		照明	テレビ	携帯電話	扇風機	冷蔵庫
1	Aさん	2	2	0	グリッド	3	1	2	2	
2	Bさん	2	2	1	ピコ水車	1		2		
3	Cさん	1	1	2	グリッド	2	1	1	2	
4	Dさん	1	3	0	グリッド	2	1	2	2	1
5	Eさん	1	2	2	グリッド	2	1	1	1	
6	Fさん	1	3	1	ピコ水車	2				
7	Gさん	1	1	2	グリッド	1		2		
8	Hさん	1	1	1	ピコ水車	1		2		
9	Iさん	4	3	0	なし	1		2		
10	Jさん	2	3	2	ピコ水車	1		4		
11	Kさん	1	2	0	ピコ水車	2		2		
12	Lさん	1	1	0	ピコ水車	2				
13	Mさん	1	2	1	ピコ水車	1		1		
		19	26	12		21	4	21	7	1

Thung Vong 地区でのマイクロ水力発電の設置は、現地での測量の実施後、当初の想定よりも水量が少ないことが判明し、水力発電機 2 機では現地の電気需要への対応は難しいと判断した。

- 事業計画時の予想水量(目視判断)： 0.1 t / s
- 2014 年 4 月調査の水量測定結果 (流速計で測定)： 0.06t/s

一方、対象地点では十分な落差を利用できることから、水力発電設備の導水管の中継地点に、小水量での対応が可能な規模の小さな機器を 1 機増設させることで、水量の少ない時期にも発電が可能となるような対応をとることにした。このため、当初計画では、日本製 1 機、ベトナム製 1 機の合計 2 機の機器製造の予定を、ベトナム製造を小規模のものを含めて 2 機の製造に変更させることで解決を図った。

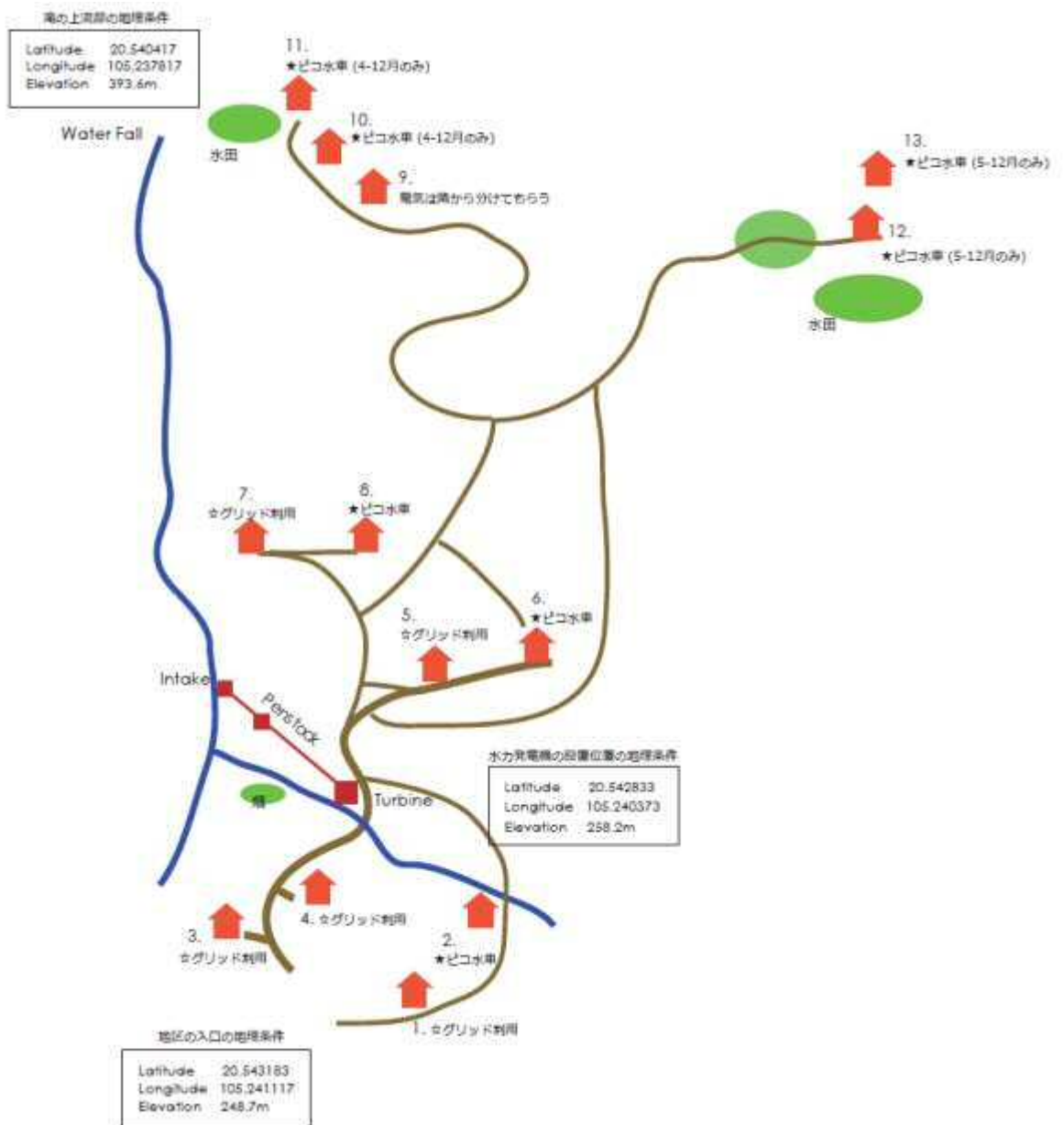


図 16 Thung Vong 地区の配置図

(出所) 現地における視察調査より

② 現地に適した機器仕様の決定

現地に適した機器仕様を決定する上では、現地製造を委託する現地企業の選定が重要であった。現地での製造委託先の選定は、今後の持続的なパートナー候補となることを想定し、価格だけでなく、ベトナム全土をカバーできる企業であること、水力発電の製造や工事などの経験の有無、プロジェクトに対する熱意なども考慮したうえで MECC 社を選定した。

機器の仕様は現地向けの仕様簡略化を実施した。電気制御の仕様については、ホアビン省の電気管理部門の担当者との協議もふまえて設計を行った。特に日本市場向けの電気制御の仕様は、日本の電気規格に準じた認定パーツなどを使用するためコストがかかってしまうが、現地で調達できるパーツを基準とすることでコスト面とパーツ調達を含めた製作期間の簡略化を図った。また電気制御盤の詳細設計ではハノイ工科大学の電気回路の教官の支援も受け設計を完成させた。

部品の調達可否の検討を行った結果、今回のパイロットモデルの製作においては、小ロットでは、発電機とギアが現地では調達が困難であることがわかった。そこで、今回の機器仕様では発電機とギアは日本製を使用した。ただし、電気制御の仕様ではホアビン省と協議の結果、制御盤からの出力を 220V としたことから、発電機の定格電圧は 400V のものを使用することになった。通常、日本国内向けの機器は 200V の発電機を使用しており、400V のものは日本国内では汎用的では無いため、400V の発電機を日本で調達するには納期に時間を要することになった。今回は製造期間に十分な時間を見込んでいたため、発電機の調達で全体の工程が遅れるということは無かったが、今後、現地での機器製造を継続していく際には、発電機について仕様、調達ともにさらに検討が必要である。

### ③ マイクロ水力発電機の製造(日本製・ベトナム製)と設置

#### イ) 日本製マイクロ水力発電機の製造

弊社は自社工場を保有しないため、水力発電機の製造は日本では製造委託を行っており、本事業では富山県の川端鐵工株式会社を製造委託先として 1 機の水力発電機を製造し、日本からベトナムへ輸出した。製造委託先の川端鐵工株式会社は、1980 年の設立以来長年にわたりめっき（表面処理）分野に特化した機械製造を行ってきた会社であり、めっき分野では海外進出を行っているなど、海外案件の経験も豊富に有している。また、近年では自社での小型水力発電の取り組みを行っており、JICA 中小企業連携促進基礎調査にも採択されるなど、水力発電に関する知見も有している。

日本からの機器の輸出は船便を利用したが、ハイフォン港での輸入の通関手続きに時間がかかり、現地製造の組み立ての工程にも遅れが生じることになった。当初、免税での輸出を前提に調整を進めたが、ベトナム税関からは中央省庁の Ministry of Finance のライセンス取得を求められたが、ホアビン省側で準備を進めてもらうのにも時間がかかるということから、本事業の遅延なき進行を優先順位としたため、免税の申請は行わず、事業費より関税を支払った。なお、輸入手続きの遅延は、カウンターパートの担当者が電気管理部門の専門で貿易に詳しくなかったため、日本で発注した輸送業者との間にコミュニケーションがうまく取れていなかったことに起因する。このため、調査団の現地調査の際に、輸送業者のハノイ駐在員にもホアビン省での打合せに同行してもらい、輸入のための必要書類について直接、話し合いを持つことで輸

入の手続きを完了することができた。今回は輸入者がホアビン省となり、かつ当初免税扱いで手続きを進めようとしたことで時間を要した。ただし、今後は、基本的に日本から完成した水力発電機を輸出するという事は無く、現地パートナー企業が現地製造を行う形を想定しているためこのようなトラブルは少なくなると考える。また、日本からパーツを輸出する場合も、輸入者は輸出入の経験も豊富な現地パートナーとなることから、今回のようなトラブルの発生は考えにくい。

#### ロ) ベトナム製マイクロ水力発電機の製造

ベトナム製2機の水力発電機は現地企業のMECC社に製造委託を行った。MECC社は中・小規模の水力発電の製造、土木工事の経験はあったが、今回のようなマイクロ規模の無電化地域向けの水力発電の経験は無かったため、弊社自ら現地の向上にて指導を行いながら現地製造を行い、水力発電機を完成させた。

<水力発電機にかかる指導内容>

- ・水車ブレードの溶接方法
- ・垂直軸水車の筐体との組み込み方法
- ・調達できないパーツに対しての代替品の選定と加工(カバー付軸受)

<制御盤にかかる指導内容>

- ・無電化地域向けの独立電源仕様での回路設計

・独立電源での制御盤の入力電圧の制御また、現地製造の過程において水車の本体フレーム部と水車羽根の組み込みなど一部、図面だけではわかりにくい作業については別途、組立てマニュアルを作成しMECC社の作業スタッフに提供することで円滑な技術移転を図った。

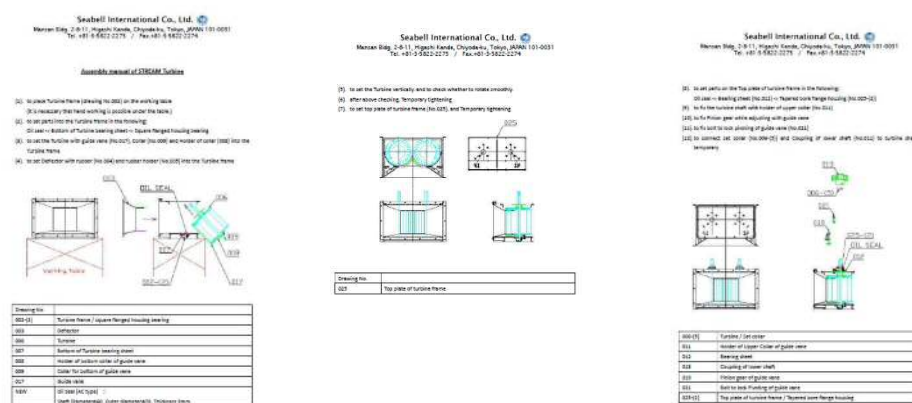


図 17 水力発電機の組立てマニュアル (抜粋)



ハ) 水力発電機の設置工事

水力発電機の土木工事と機器の設置工事については、現地測量を行い、基本設計を実施、弊社と現地企業の MECC 社で詳細設計を実施し、工事を行った。現地での工事については、前述のとおり、ベトナム建設省通達 10/2013/TT-BXD の 14 章に記載されている工事申請および、ベトナム建設省通達 15/2013/ND-CP の工事監査に関する法令の 13 章に記載されている工事監査が必要であるという商工局からの指摘を受け、申請を行った。

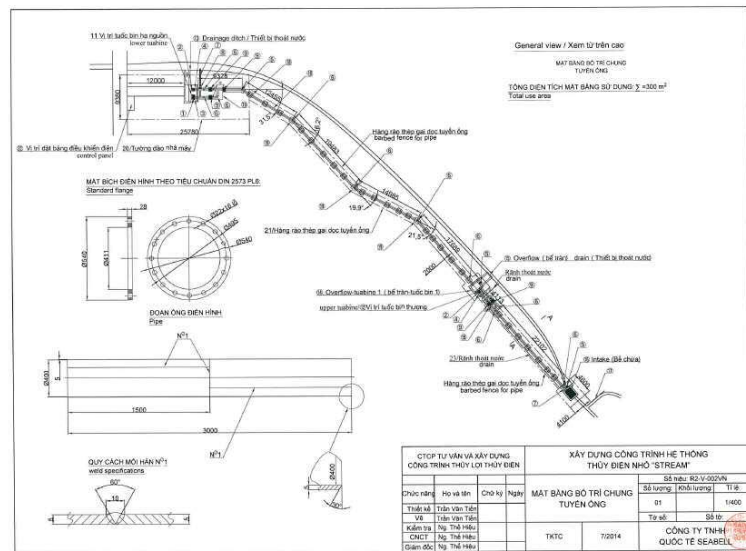


図 18 土木工事申請図面 (抜粋)

申請図面はベトナム語で作成する必要があったが MECC 社や水利大学などに支援してもらうことで申請を進めることができた。申請等の手続き以外での工事作業は 2014 年 9 月初旬頃から工事資材の現地への搬送が始まり 2014 年 12 月には水力発電機の据付以外の土木工事はほぼ完了した。



図 19 水力発電機の設置工事写真 (工事前・工事後)

MECC 社は大型の水力発電所の工事など山間地域での土木工事の経験も十分に有していることから、土木工事期間中は MECC 社の工事現場監督が Thung Vong 地区に常駐して工事を進行させた。工事の作業員には Thung Vong 地区の住民も雇用され土木作業が進められた。なお、土木工事の現場に弊社の人間が常駐することはできなかったが、鉄筋コンクリートの構造物が設計通りに鉄筋が組まれているかなどの作業のチェックの役割として MECC 社以外に水力発電の専門家としてハノイの水利大学の教授の協力のもと作業の土木工事の品質を確保した。



図 20 土木工事の品質チェック（掘削）



図 21 土木工事の品質チェック（鉄筋）

土木工事の完了と並行して、水力発電機の工場での組み立て完成後には日本製、ベトナム製のそれぞれの水力発電機を現地に搬送し据付工事と、家畜や子供などの侵入を防ぐためのフェンス、水力発電機の管理小屋の建設などを行いすべての工事が完成した。水力発電機は滝から取水した水を上流側で 1 機と下流側に 2 機設置し、発電した電気は下流側の管理小屋のところに設置した発電制御盤で調整したうえで送電を行った。Thung Vong 地区の水力発電機の全体図は以下の図のとおりである。



図 22 機器写真 (左 上流の日本製1軸水車 右 下流のベトナム製2軸水車)



図 23 機器写真 (左 下流のベトナム製1軸水車 右 ベトナム製発電制御盤)

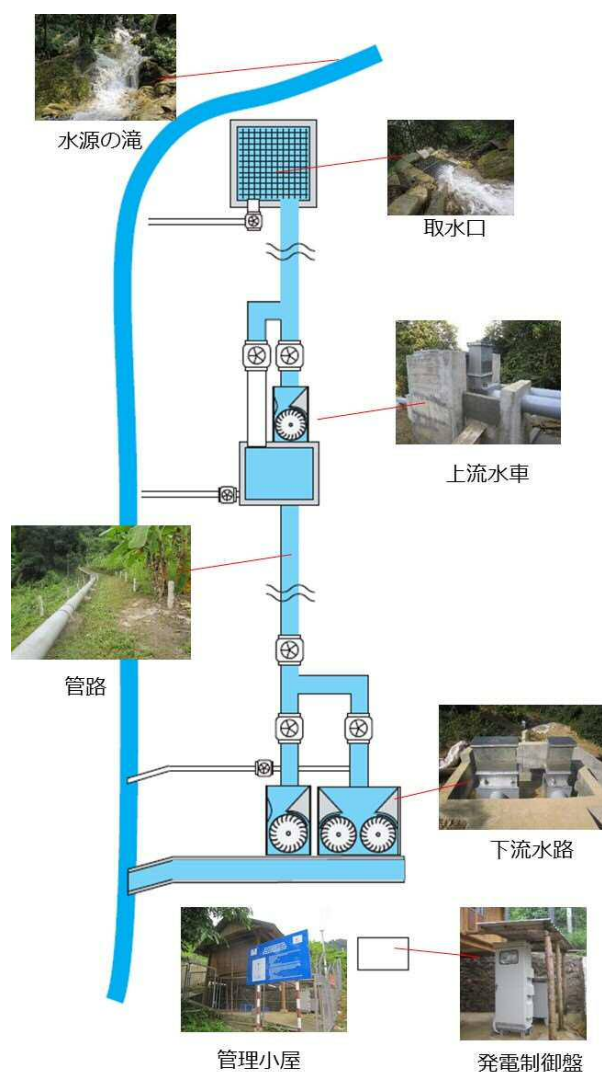


図 24 水力発電設備の全体図

なお、今回のプロジェクトにおいては水力発電機の電気制御盤から先の送電およびそれに必要な電柱の敷設などはホアビン省の役割としてホアビン省側で予算を確保してもらい、彼らの予算で実施してもらうこととした。電気の送電のための工事はホアビン省の EVN が電柱の配置計画および現地工事を行った。電柱は水力発電機の管理小屋から Thung Vong 地区の全世帯へ送電するために 45 本の電柱が建設された。Thung Vong 地区の 13 世帯は高低差のある山間地域のため電柱の敷設は困難な作業かと懸念があったが、電柱の運搬など労務作業は Thung Vong 地区の住民が自ら作業を手伝うことなどによって無事に電気工事も完成した。送電は延長距離が約 1,800m、高低差が約 150m に渡るもので、各世帯の前の電柱には電力量計が置かれ、家の中には 2 口のコンセントと電球 1 個がホアビン省から各世帯に支給された。

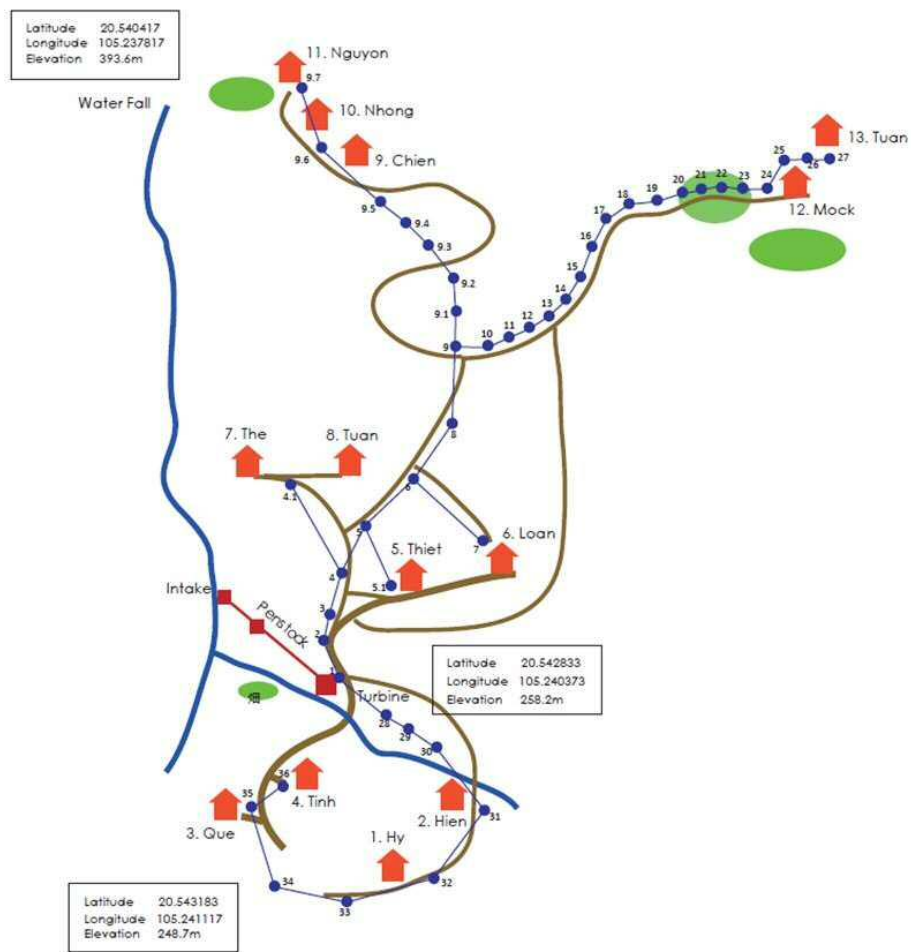


図 25 Thung Vong 地区の電柱の分布



図 26 各世帯へ送電するための電柱



図 27 各世帯に配置された電力量計



図 28 各世帯に支給されたコンセントと電球

#### ④ 無電化地域での実証

Thung Vong 地区は雨季と乾季で水源である滝の水量が変化することから、それぞれのシーズンにおける水力発電機の稼働と住民達の電気利用について実証を行った。

まず雨季と乾季における水力発電機の出力の性能については、雨季と乾季の水力発電機の運用において設計上、雨季は 8kW、乾季は 4kW の出力を想定した。今回の水力発電機による送電はナショナルグリッドの系統電線から独立したミニグリッドであるため、水力発電機の先の需要者側に電氣的な負荷抵抗がなければ電気は発生しない。

(水力発電機の水車は回転することで電圧は発生するが負荷がなければ電気は生じない) 実証開始時点では Thung Vong 地区の住民は電化製品の保有は少なく、住民の電気需要では水力発電機の能力の確認はできないため、電熱線のヒーターを負荷抵抗としながら発電機の定格回転(1450 回転/分)となるかについて確認を行い、日本製造の水車、ベトナム製造の水車のそれぞれにおいて性能的な問題がないことを確認した。



図 29 水力発電機の試験状況

また、発電した電気が各世帯に正常に送電され、各世帯で電気が使える状態になっているかについては、送電を担当した EVN 側でも各世帯のチェックを行ったが、弊社も全世帯を訪問し各世帯のコンセントの電圧を確認し全世帯に 220V の送電が行われており、各世帯にホアビン省が支給した電球が正常に利用できることを確認した。



図 30 各世帯への正常な送電状況の確認

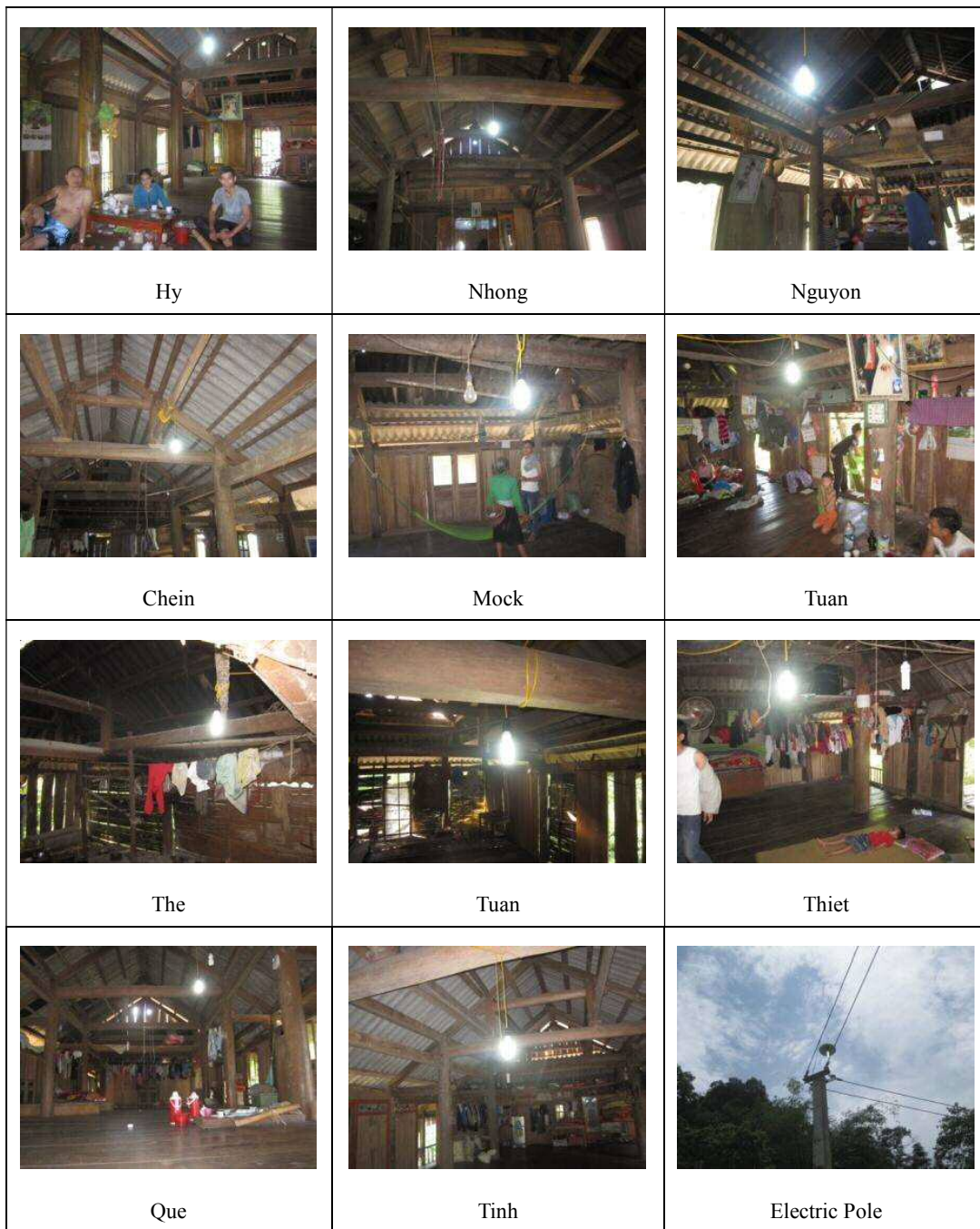


図 31 各世帯の送電状況

また、雨季と乾季における住民の電気利用状況の実証については各世帯の電力量計から各世帯の電気使用量を調べることで住民が実際に電気を使用できているかどうかを検証した。実証期間は現地渡航のタイミングにも合わせて雨季の実証については2015年5月29日から8月5日までの69日間、乾季の実証は11月8日から12月6日までの28日間のデータを計測した。各世帯の電気使用量、水力発電機の管理小屋（住民に蛍光灯、扇風機、炊飯器を寄贈し管理者に自由に使ってもらった）での電気使用



量、地区の入口の広場と管理小屋の電柱に取り付けられた外灯の電気使用量および全体の電気使用量は以下のとおりであった。

表 10 雨季と乾季の現地住民の電気使用状況

	雨季 69日間		乾季 28日		合計 97日	
	電気使用量 (kWh)	1日平均 使用量(kWh)	電気使用量 (kWh)	1日平均 使用量(kWh)	累計電気 使用量(kWh)	1日平均 使用量(kWh)
A	22	0.319	2	0.071	24	0.247
B	8.7	0.126	0.2	0.007	8.9	0.092
C	6.8	0.099	0.3	0.011	7.1	0.073
D	16.6	0.241	7.6	0.271	24.2	0.249
E	11	0.159	2.5	0.089	13.5	0.139
F	20	0.290	6.7	0.239	26.7	0.275
G	1	0.014	4.1	0.146	5.1	0.053
H	0.1	0.001	1.1	0.039	1.2	0.012
I	3.3	0.048	1.1	0.039	4.4	0.045
J	29.5	0.428	7.2	0.257	36.7	0.378
K	7.5	0.109	2.9	0.104	10.4	0.107
L	2	0.029	1.7	0.061	3.7	0.038
M	8.7	0.126	2.3	0.082	11	0.113
小屋	18.6	0.270	48.5	1.732	67.1	0.692
全体	155.8	2.258	65.2	2.329	221	2.278
外灯	18.6	0.270	25.5	0.911	44.1	0.455

各世帯の電気使用量は世帯の保有している電化製品によって差が生じている。またほとんど使用量が無い世帯は山の下に出稼ぎに出掛けていて不在であったことに拠るもので基本的に全ての世帯が本水力発電機による電気を利用している。Thung Vong 地区内でも山の下部に生活する世帯は弱電化ながらグリッドの電気も併用できるが、山の上部 (I,J,K) や山奥 (L,M) に生活する世帯は中国製のピコ水車のみ生活を強いられてきたが、特に J 世帯などは今回のプロジェクトによって電気が使えようになったことでテレビを購入しているが電気使用量も他に比べ大きくなっている。また、乾季に管理小屋での使用電力が大きくなっているが、電気の使用可能量が限られてくる期間において現地住民の管理者が住民の電気の使い方のルールを彼ら自身で検討しているところであり、炊飯器（管理小屋向けに弊社が寄贈したもの）のような電気使用量が多いものを管理小屋で実際に使用して彼らが管理していくためのルールを決めていることなどに拠るものである。

なお、今回の実証では各世帯の電力量計は今後の普及もふまえどこでも入手しやすいアナログの電力量計を使用した。このため、実証期間における日別の各世帯の電気使用量を記録することはできなかった。ただし、現地住民の管理者には毎日の日常点

検の際に、各水力発電機の発電機の回転数をチェックし、住民達の電気需要と滝からの取水のバランスの調整を取るよう指導し、毎日の発電機の回転数の記録を取ってもらった。

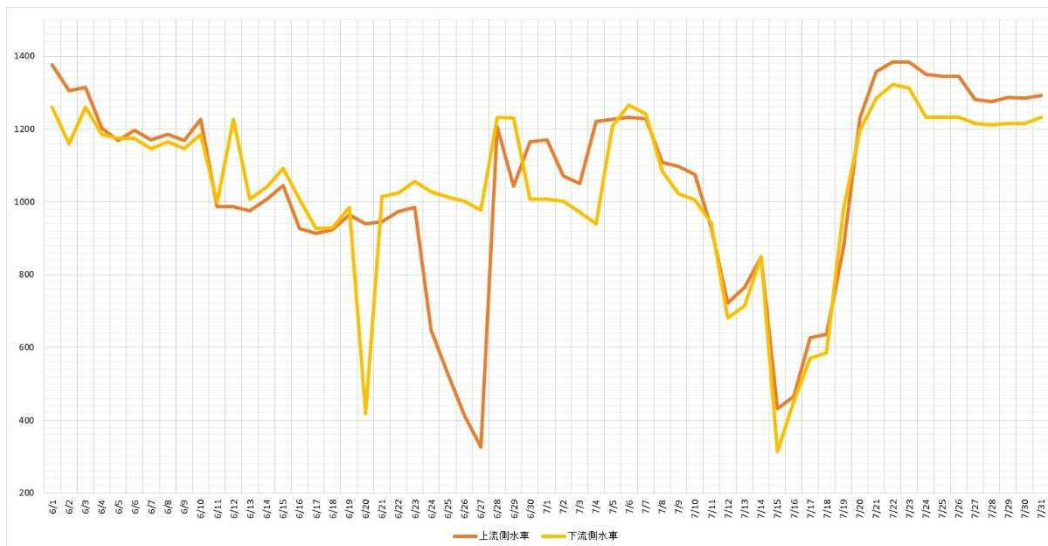


図 32 発電機の回転数の点検記録

上記のグラフは縦軸が発電機の回転数である。発電機の定格回転数は1,400回転であり、住民には1,200回転前後となるように指導している。データは6月と7月の2ヶ月間の記録である。このデータから単発的に発電機の回転数が400回転前後と極端に低い日がある以外はほぼ発電機の回転数は1,000回転以上の状態を維持できており（実際は回転数を記録後、住民達が水力発電機を1,200回転前後になるように調整している）電気需要に対して安定的に電気が利用できていたものと考えられる。

⑤ 現地普及のための技術指導・制度設計・現地の電化政策としての製品の位置づけ  
機器設置後には現地での利用状況の確認、および、現地企業、住民に対しての適切なメンテナンスについて指導教育を行った。

現地住民への維持管理については、ホアビン省と協議の結果、ホアビン省商工局が Thung Vong 地区の住民のなかから、地区の入口周辺に住む世帯と、山の上に住む世帯から3人の若者が選定された。ホアビン省は彼らに対し電気管理者としての教育を行う計画だが、日常の点検作業、電気使用量の過多による停電時の安全な復旧方法など持続的に住民が電気を使用していくためのメンテナンスはベトナム語のマニュアルを作成し現地渡航時にOJTを行った。

電気の課金方法はホアビン省と協議した結果、ホアビン省側で決定することになった。ホアビン省の方針として1年間の電気代は無料とし、村人の電気使用量などの状況をみたくて電気代金を決めるとのことである。

また、2015年12月9日には Thung Vong 地区のある Do Nhan 村でのセミナー開催と、Thung Vong 地区の現地での実際の水力発電機の視察会ならびにお披露目のセレモニーを開催した。これらのセミナーとセレモニーはホアビン省人民委員会をはじめ、普及活動として現地を訪問したタイグエン省からも商工局や、本事業に協力してくれた水利大学やハノイ工科大学などの学術機関などが出席されるなど盛会であった。なお、Do Nhan 村の Thung Vong 地区への入口には方角を示す看板と、水力発電機の前には設備の説明看板をホアビン省が建設するとともに、当初計画には無かった見学者が休憩できるような管理小屋をホアビン省が建設するなど、本事業の終了後も Thung Vong 地区は農村電化のショーケースとしてホアビン省としても活用を考えていることが確認された。この管理小屋は地区のコミュニティの集会場として利用されることや、将来は現地住民が少数民族の飾りなどを見学者に販売できるような場所にしたいという意向も聞かれるなど、単純に電気が使えるようになったという事実だけでなく、少数民族の暮らす貧しい村の改善への貢献の意味合いも含まれるものであった。



図 33 農村電化ショールームとしての看板

## (2) 事業目的の達成状況

3つの事業目標の達成状況は下記のとおりである。

### ① 弱電化の Thung Vong 地区へのマイクロ水力発電の有効性確認

Thung Vong 地区の水力発電機は地区の頂上部にある滝からの水を利用して発電を行っている。滝は年間を通して枯れることは無いがベトナムの雨季と乾季のシーズンでその水量には変動がある。水力発電の発電エネルギーは水量と落差の関係によって決まるため、滝の水量が少なくなる乾季シーズンは、雨季に比べて物理的に水力のエネルギー量は小さくなる。

本地点での設計上の想定発電は雨季シーズンは 8kW (8,000W)を、乾季シーズンは 4kW (4,000W)と設定した。つまり通年を通して利用できる電気は 4kW までということになる。これを具体的な電化製品に置き換えてみると、Thung Vong 地区の 13 の各世帯

は電球 2 個、テレビ 1 台、携帯電話 2 台、扇風機 1 台、冷蔵庫 1 台程度までの電気使用量には対応できることになる。

日常生活での電気使用量の仮定(通年)

	🏠	🏠	🏠	🏠	🏠	🏠	🏠	🏠	🏠	🏠	🏠	🏠	🏠	
照明 10W	💡	💡	💡	💡	💡	💡	💡	💡	💡	💡	💡	💡	💡	260W
テレビ 50W	📺	📺	📺	📺	📺	📺	📺	📺	📺	📺	📺	📺	📺	650W
携帯 5W	📱	📱	📱	📱	📱	📱	📱	📱	📱	📱	📱	📱	📱	130W
扇風機 30W	🌀	🌀	🌀	🌀	🌀	🌀	🌀	🌀	🌀	🌀	🌀	🌀	🌀	390W
冷蔵庫 200W	🧊	🧊	🧊	🧊	🧊	🧊	🧊	🧊	🧊	🧊	🧊	🧊	🧊	2600W
炊飯器 1000W														
	310W	310W	310W	310W	310W	310W	310W	310W	310W	310W	310W	310W	310W	4030W


電気需要 

図 34 日常生活における電気使用イメージ

一方で村人へのヒアリングでも電気が使えるようになったら欲しい電化製品として炊飯器を挙げる世帯が多かったが、炊飯器は電気使用量が大きいため、13 世帯の集落が同じタイミングで炊飯器を使用してしまうと電気の使用量が電気の供給量を上回ってしまい停電が起きてしまう。そこで、炊飯器については、住民のなかで炊飯器を使う時間帯を決めてお米を炊く時間をずらすことで電気の供給量に見合った運用ができるようになる。差し当たり、Thung Vong 地区の大半の住民には現金収入がほとんど無いため、全ての世帯が炊飯器をはじめ、例示したような電化製品を一度に使い始めるということはあるが、住民たちには際限なく電気を使えるわけでは無いことを理解してもらう必要があった。炊飯器を使うときは時間帯をずらす等の電気の使い方は、ホアビン省から本水力発電機の管理者に指名された Thung Vong 地区の 3 人の若者が中心に今後ルールを決めてもらうことになる。

電力消費の高い炊飯器の使用時のイメージ / 雨季 8000W



図 35 雨季における電気消費量の多い電化製品の利用イメージ

電力消費の高い炊飯器の使用時のイメージ / 乾季 4000W

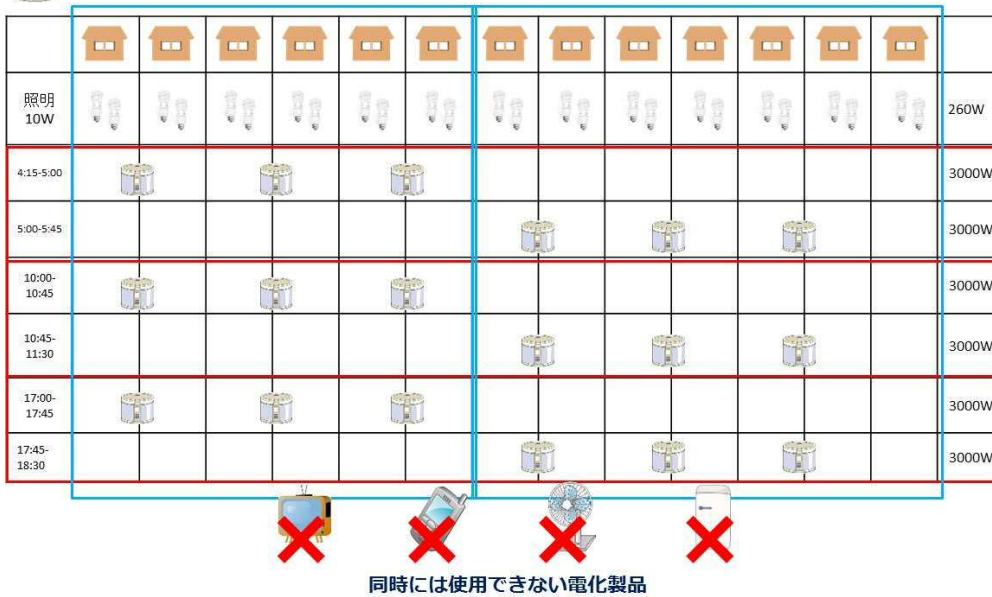


図 36 乾季における電気消費量の多い電化製品の利用イメージ

なお、Thung Vong 地区の住民の本事業の開始前の時点における電化製品の保有状況と各世帯まで電線が届き電気が使えるようになった 2015 年 9 月における電化製品の保有状況についての調査した結果、以下のような状況であった。

		照明			テレビ			携帯			扇風機			冷蔵庫			炊飯器			電気使用量 kWh
		開始時	現在	増加量	開始時	現在	増加量	開始時	現在	増加量	開始時	現在	増加量	開始時	現在	増加量	開始時	現在	増加量	
滝下の世帯	A	4	5	1	1	1	0	2	3	1	1	2	1	0	0	0	0	1	1	24
	B	1	2	1	0	0	0	2	2	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	8.9
	C	2	3	1	1	1	0	1	1	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	7.1
	D	2	5	3	1	1	0	1	2	1	2	2	0	1	1	0	0	0	0	24.2
	E	2	3	1	1	1	0	1	2	1	1	2	1	0	0	0	0	0	0	13.5
	F	3	2	-1	1	1	0	2	3	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	26.7
	G	2	1	-1	0	0	0	2	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	5.1
	H	2	2	0	0	0	0	2	2	0	1	0	-1	0	0	0	0	0	0	1.2
滝上の世帯	I	3	3	0	0	1	1	4	2	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.4
	J	3	3	0	0	1	1	4	5	1	0	2	2	0	1	1	0	1	1	36.7
	K	2	2	0	0	0	0	3	3	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	10.4
離れた世帯	L	2	1	-1	0	0	0	1	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.7
	M	0	2	2	0	0	0	2	3	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	11

図 37 事業開始前後の各世帯の電化製品の保有状況と電力使用量

上記の表の A から H の世帯は水源である滝の下流で生活する 8 世帯、I から K の世帯は滝の上流で生活する 3 世帯、L、M の世帯は滝から離れた山奥に生活する 2 世帯のそれぞれの電化製品の保有状況と増減数を示している。現状では電化製品を購入できるような収入が無いのが実情であり、電気が使えるようになることで住民達の電化製品の保有が劇的に上昇するわけでは無かったが、特に滝の上流のような不自由な場所に生活している B の括りの世帯などは少ないながらも扇風機や冷蔵庫、炊飯器などを新たに購入している状況が見られるなど、今回の電化によって少なからず彼らの生活水準の向上に貢献できているといえるであろう。



図 38 水力発電機の設置後に増加し電化製品

## ② ベトナム企業への製造技術の技術移転

ベトナムで現地製造した水力発電機の製造過程では、製造途中に MECC 社の工場  
で組み立て、加工状況などを確認した。発電の肝となる水車ブレードの加工や溶接  
の技術は遜色の無いレベルであり、工場での組み立ての完成状態では、日本から輸  
出した水力発電機と比較しても極端に差は無いレベルでの製造が実施された。また  
MECC 社は工場設備投資を進めており、金属のレーザー加工機などを導入してい  
る。対象製品の製造のためだけの設備ではないが、MECC 社の副社長からは、今後、  
新規で水力発電機を作るときには水車羽根などの曲線加工などの精度向上や納期の  
短縮も可能になるだろうと本事業の終了後も対象技術の水力発電機の製造に意欲的  
な姿勢が見られている。

なお、今回の製造では小ロットの製作では調達ができないという理由から主要パ  
ーツである発電機とギアの現地調達を断念し、日本からの輸入品を使用した。今  
後、ベトナム国内で展開していくには、コスト、製造期間などの面からも、代替可  
能な現地で調達できる発電機とギアにシフトしていく必要があるが、その後ベトナ  
ム国内で調達可能なパーツについて掘り下げて調べたところ、ホーチミンなど南部  
の市場から代替が考えられる部品調達の可能性も見えてきている。

## ③ 弱電化農村への小水力発電導入のモデルケースの構築

設置したマイクロ水力発電機が持続的に住民に利用されていくために必要な維持  
管理についてホアビン省商工局は、地区の住民自らが管理者として日常の維持管理  
を進めていくことが重要であると考えており、ホアビン省商工局は Thung Vong 地区  
の住民の中から3名の若者を管理者として指名した。彼らには2015年4月の水力発  
電機の試運転の頃から弊社の現地調査時に日常の維持管理のOJTを開始した。弊社  
の渡航間隔が空いた期間には現地企業の協力のもと、MECC社のスタッフが機器の  
点検を兼ねて現地でトレーニングを継続的に行った。これにより実証にあたっては、  
現地住民の管理者だけでも設備の清掃などの日常の維持管理や、電気使用量の過多  
による停電時の復旧などは対応できるようになった。管理者の若者達は今後、電気  
が持続的に使用していけるかどうかは自身が管理を行っていけるかが最も重要であ  
ることを理解しており、真面目な姿勢で覚えようという意識が高かったことと、ま  
た現地住民とのコミュニケーションはベトナム語の通訳を介さねばならないが、現  
地での指導において特に電気など目に見えない危険性の認識や停電時の安全な復旧  
方法などの特に重要な事項においては技術者ではなく専門知識のない通訳を介した  
指導だけでは不十分と考え、電気関係の指導においては、本事業を通して協力関係  
を築いたハノイ工科大学の電気の講師にも同行してもらい直接ベトナム語で指導を  
行うなどの対応を取ったことで現地住民の習熟度の向上をはかることができた。



図 39 現地住民へのトレーニングの実施

なお、現地住民への維持管理の指導には現地住民が理解できるようベトナム語の管理マニュアルを作成したが、マニュアルの指導事項も危険事項の理解とスクリーンの清掃や発電機の回転数のチェックならびに回転数の調整方法等の正常稼動に必要な最低限な項目にし、管理者の住民に無理の無い内容に限定することで、現地住民が初めから敬遠してしまわないように配慮した。



## PHƯƠNG PHÁP KHẮC PHỤC TRONG TRƯỜNG HỢP MẮT ĐIỆN

Nguyên nhân dẫn đến mất điện

A) Sử dụng điện quá tải

Những công việc mỗi hộ dân cần phải làm trong trường hợp mất điện

(1). Các hộ dân hãy tắt các công tắc điện trong nhà



(2). Hãy chờ cho đến khi nhân viên quản lý khởi động lại bảng điều khiển.

(3). Khi đèn tín hiệu sáng lên ở bảng điện thì hãy bật công tắc điện.

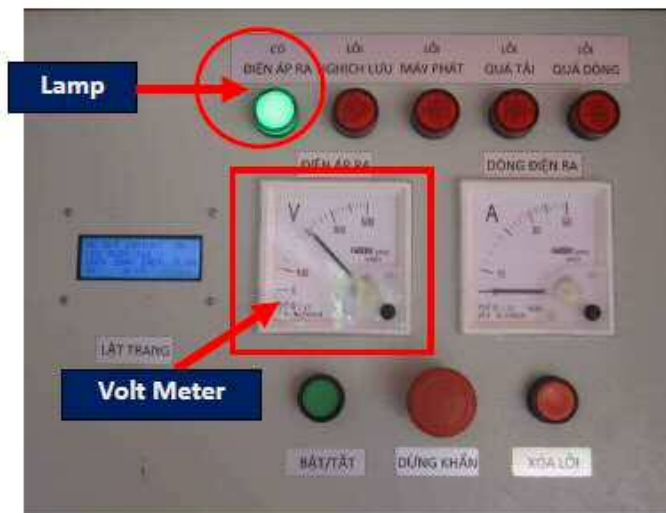


**Những công việc nhân viên quản lý phải làm**

- (1). Kiểm tra xác nhận xem các hộ dân đã tắt công tắc điện hay chưa.
- (2). Mở tủ điều khiển, ấn nút Reset để khởi động lại bảng điều khiển.



- (3). Đảm bảo đèn xanh trong tủ đã sáng, đồng hồ đo điện áp đã trở về trạng thái bình thường. Giá trị bình thường của vôn kế là khoảng 200V.



Trong trường hợp điện áp trong tủ điện thấp hơn 200V

- Mở từ từ van nước. Đảm bảo điện áp đã tăng lên.

Trong trường hợp điện áp trong tủ điện lớn hơn 200V

- Đóng từ từ van nước. Đảm bảo điện áp đã giảm xuống.



Trong trường hợp lượng nước ít, cần phải tiến hành các công tác kiểm tra sau:

- Đảm bảo nước trên thác chảy đúng vào bể chứa.
- Kiểm tra xem có bị rò rỉ nước qua khe bao cát chắn nước hay không. Nếu bị rò rỉ nước thì phải đắp lại các bao cát đó.



Hơn nữa, trong những ngày lượng nước ít khiến cho lượng điện có thể sử dụng nhỏ đi, cần phải liên lạc thông báo đến các hộ gia đình.

### (3). Kiểm tra tuốc bin

- Kiểm tra số vòng quay của tuốc bin (tốc độ bình thường là 1200~1500 vòng/phút)



Trong trường hợp tốc độ vòng quay không đúng, hãy điều chỉnh lượng nước bằng việc đóng mở van nước phía trước.



図 40 現地住民への OJT に使用したマニュアル (抜粋)

また、今回の実証事業の成果報告として 2015 年 12 月 9 日に現地でセミナーを開催した。またセミナーの開催と合わせて Thung Vong 村の現地で水力発電の完成を祝うお披露目としてセレモニーを開催した。セミナーにはホアビン省商工局長、ホアビン省計画投資局長をはじめ、Tan Lac 県人民委員会委員長、Do Nhan 村人民委員会

委員長など地元政府関係者や、本事業の普及活動で訪問した Thai Nguyen 省からも商工局副局長が出席した。また、JICA からは JICA ベトナム事務所、本プロジェクトを通してネットワークを構築できたハノイ工科大学や水利大学の教授などの学術関係者、現地製造のパートナーである MECC 社の社長などもセミナーとセレモニーに参加した。なお、セミナーの開催にあたってはホアビン省商工局の協力のもとホアビン省商工局が招待状を発行するなど、開催日前から相互の協力のもと準備を進め、セミナー会場として Do Nhan 村人民委員会の会議室の提供や会場設営など全面的に協力を頂いた。



図 41 ホアビン省商工局が発行したセミナー招待状

## マイクロ水力発電による電化プロジェクト成果報告セミナー

日時 2015年12月9日

場所 Hoa Binh 省 Tan Lac 県 Do Nhan 村 Thung Vong 地区

主な出席者

ホアビン省側：商工局局长、計画投資局副局長、Tan Lac 県人民委員会委員長、Do Nhan 村人民委員会委員長 など 日本側：JICA ベトナム事務所 村嶋所員、シーベル 秀澤、外部人材 原、関口 その他：ハノイ水利大学 Cong 教授、ハノイ工科大学 Hoa 教授 など 合計 44 名
---

時間	内容
8:00-8:30	受付
8:30-8:40	開会の挨拶
8:40-8:45	ホアビン省商工局長 挨拶
8:45-8:50	JICA ベトナム事務所 挨拶
8:50-9:15	プロジェクト成果報告
9:15-9:50	ディスカッション（意見発表） 水利大学エネルギー学部教授 ホアビン省計画投資局長 Tan lac 県人民委員会委員長 ホアビン省商工局長
9:50-10:00	閉会の挨拶

## 水力発電機セレモニー

日時 2015年12月9日

場所 Hoa Binh 省 Tan Lac 県 Do Nhan 村 Thung Vong 地区

出席者 約 100 名(セミナー出席者と Thung Vong 地区と周辺住民多数)

時間	内容
10:30-10:45	受付
10:45-10:50	少数民族の舞踊 開会の挨拶
10:50-11:00	プロジェクト説明 ホアビン省商工局
11:00-11:05	JICA ベトナム事務所 挨拶
11:05-11:10	JAG シーベル 挨拶
11:10-11:15	Do Nhan 村人民委員会 委員長挨拶

11:15-11:20	Thung Vong 地区地区長への花束贈呈 ホアビン省計画投資局長
11:20-11:25	ホアビン省商工局長 挨拶
11:25	式典終了後、水力発電施設の見学会

セミナーにおいては、弊社からスライドを使って本プロジェクトの成果報告の発表（発表資料は別添）を行い、その後、水利大学の教授、ホアビン省計画投資局長、Tan Lac 県人民委員会委員長、ホアビン省商工局からの意見発表が行われた。



図 42 現地でのプロジェクト成果報告セミナーの様子

各発表者のコメントの概要は以下のとおり

#### 水利大学 Cong 教授



ベトナムは水源が豊富。電化率は 98%であるが、まだ 100 世帯は無電化である。これらの世帯は、ナショナルグリッドから離れており、接続が難しい。私も、北部のタイグエン省やイェンバイ省などで調査をしたが、山岳地帯にはまだ多くの世帯が無電化で、そのような地域にはグリッド接続は難しい。シーベルの水力発電機の特徴は、コンパクトですえつけやすい、工事が簡単、運転と運用が簡単である。

またベトナムには貯水池、溜池が 5,000 ヶ所あるがこれらの池からの放水路などにもシーベルの水力発電機が設置できる可能性がある。

#### ホアビン省計画投資局長



シーベルの説明をお聞きし、ベトナムに適している発電機であると認識した。ホアビン省では 99%が電化。残りは 1%であるが、電力供給するには多額の投資が必要である。そのため、このような地域に電力供給するのは難しいと考えていた。しかし、シーベルの発電機を導入することで解決できると期待している。人民委員会の幹部に報告をしたい。ただ、投資額ほどの程度、安全性と継続性の確保(電力使用量がオーバーしないような地域住民の協議など)について検討をしたい。

#### Tan Lac 県人民委員会委員長



今回のプロジェクトは、ホアビン省からの相談を受けて、Tan Lac 県で受け入れることを決めた。このプロジェクトで Thung Vong 地区は電気が使えるようになり、住民の生活も向上している。皆様のご協力を得てこのプロジェクトは成功することができた。引渡し後、安全かつ効率的に利用するようにする。

#### ホアビン省商工局長



プロジェクトの投資額は 20 万ドルで、ホアビン省側の負担は 7 万ドルである。この投資で、地区の住民たちは非常に満足をしている。ホアビンの他地域での展開を是非お願いしたいし、ベトナム全土に展開してほしい。ホアビン省ではさらに 2ヶ所の電化計画があり、JICA のご協力がいただければありがたい。JICA からは、今回のプロジェクトだけでなく、ホアビン人民委員会への多大なご協力を感謝している。

また、セミナーの終了後、会場を Do Nhan 村人民委員会から Thung Vong 地区の水力発電機の設置サイトへ移動し、水力発電機の現地前の広場でセレモニーを開催した。セレモニーではお祝いとして少数民族の舞踊のあと、出席者からお祝いのスピーチ、Thung Vong 地区の地区長に電気が利用できるようになったことへのお祝いの花束贈呈などを行ったあと、水力発電設備の視察を行った。



図 43 現地でのセレモニーと現地見学会



(3) 開発課題解決の観点から見た貢献

① Thung Vong 地区への電力供給

ホアビン省の南西部に位置する Tan Lac 郡 Do Nhan 村内の弱電・無電化エリアである Thung Vong 地区は 13 世帯が生活する少数民族の地区で Do Nhan 村から Thung Vong 地区の入口まで約 2km 離れた山間地である。これまで Thung Vong 村では Do Nhan 村から自前で電線を引いて電気を利用していたが、Thung Vong 地区の一番奥の世帯までは標高差で約 300m 程度もあり、電気が利用できるのは一部の世帯に限定されており、電気が利用できる世帯でも自前の脆弱な電線であり不自由を強いられていた。加えて、ベトナムでの多くの地方農村の例にもれず、雨期シーズンなどにはナショナルグリッド自体が計画停電され、安定した電気利用は望めない状況であった。また、中国製のピコ水力発電機を使っている世帯もあるが、ピコ水力発電機の出力は数十 W が限界で、最低限の照明用途などに限られ、乾期になるとほとんど機能していなかった。このような状況の Thung Vong 地区にマイクロ水力発電機が設置され、地区の 13 の全ての世帯に電気が供給されたことによって、彼らの生活環境、生活水準には良い効果がもたらされている。

各世帯が電気を使えるようになった実証期間中に行ったヒアリングでは具体的に住民から以下のような声があがった。特に家事と子育てをしている女性にとっては明かりが不自由なく使えるということだけでも彼女たちにとっての負担軽減となっているという意見が目立った。現状では現金収入が無い（もしくは現金収入を得る方法がわからない）世帯にとっては冷蔵庫や炊飯器などはすぐに購入することは難しいようだが、今後、家事や子育てに拘束される時間が軽減されれば、その時間を使って収入を得られるような内職などを行えるようになるかもしれない、現金収入を得られれば冷蔵庫や炊飯器などを使用できることによって生活水準の向上も将来は期待できるのではないだろうか。



Thung Vong 村で一番山奥の世帯

家族構成：夫婦、祖母、子供 2 人

現在の電化製品：携帯電話、電球

これまでも携帯電話を持っていたが、充電のたびに山を降りる必要が無くなった。明かりが付いたことで子守りが楽になった。主人は町まで降りて日雇いの農作業などで現金収入を得ているが、いつかテレビや冷蔵庫が買いたいと思う。

	<p>子育て中の若者の夫婦の世帯          家族構成：夫婦、祖母、子供2人          現在の電化製品：携帯電話、電球、テレビ、扇風機          中国製のピコ水車を使っていたが壊れてしまい電気が使えなかった。これまでは自給自足の生活で現金収入が無いが、今後、安定して電気が使えるなら仕事をしして冷蔵庫や炊飯器を買いたい。</p>
	<p>Thung Vong 地区での若者のリーダー格の世帯、Son La 省のお茶工場に出稼ぎに行くなど多少の現金収入がある          現在の電化製品：携帯電話、電球、扇風機、冷蔵庫、テレビ          これまでピコ水車で不自由な生活だったが電気が使えるようになったので嬉しい。最近テレビを購入した。ピコ水車では使えなかったテレビが見れるようになった。電気を使いすぎて停電になってしまったこともあるが、そのようなときはテレビを付けるときは他の電気を切るなど工夫して電気を使うようになった。今後、お金を貯めて冬は電気ストーブを使いたい。またパソコンにも興味がある。</p>
	<p>夫婦で Son La 省に出稼ぎをし、現金収入を得て戻って来た世帯          夫婦、子供1人          現在の電化製品：携帯電話、電球、扇風機、冷蔵庫、炊飯器、ステレオ          最近まで夫婦で Son La 省の Moc Chau まで出稼ぎに行っていた。夫は左官職人、妻はお茶工場で働いていた。左官職人は 300 万 VND/月、お茶工場は 400 万 VND/月くらいの収入を得ており、Thung Vong 地区では裕福な家庭である。炊飯器やステレオなどは出稼ぎ先で使用していたものを持ち帰った。Thung Vong 地区では通常、食用のための鶏は放し飼いだがこの家では軒下に囲いを作り小規模だが養鶏をして Do Nhan 村で 12 万 VND/羽で鶏を売るなど収入を得る方法を実践している。(Thung Vong 地区で電気が使えるようになり、今後は彼らのように収入を得る</p>



行動を取る世帯が増えていけば、地区の生活環境の改善が進むものと思われる。

## ② ベトナムにおける低炭素社会への貢献

ベトナム国内においては完全にナショナルグリッドから孤立した無電化村は少ないが、対象製品は、日本国内ではナショナルグリッドと系統連系して利用されており、無電化・弱電化地域だけを限定するものではなく、既に電化されている地域にも対応できる。

また、日本とベトナムでは、低炭素成長実現のための温室効果ガス削減技術の普及を促進するための二国間クレジット制度に関して協力合意を行っている。

このことから、ベトナムでの事業化では、差し当たっては、無電化・弱電化地域への普及が中心となるが、将来的には、既に電化されている地域でも、再生可能エネルギーとしてのマイクロ水力の需要も期待ができる。

## ③ ベトナムのものづくり能力の向上

無電化地域等での普及のために必要となるコストダウンを実現するため、現地のニーズに合わせたスペックで、100%現地調達のパーツ構成で製造できることも視野に入れ本事業では現地企業の AGRIMECO 社および MECC 社への技術移転を行った。MECC 社は本事業の実施期間中に工場内に工員の溶接技能の向上のための練習場を設けるなど技能向上を図っていることが見受けられた。本事業では毎回、MECC 社の工場を訪問していることから、頻繁に外国企業が工場内を見学したことも彼らの意識向上の一因となったのではないだろうか。

また、事業期間中には MECC 社は新たに金属のレーザー加工の設備を導入している。この設備は対象技術のマイクロ水力発電機の製造過程においても、水車羽根の加工などにも使われるもので、MECC 社の副社長からも「これらの設備導入により今後は、水車羽根などもより精巧に短期間で行えるようになるだろう」と前向きな発言もあった。

## ④ 周辺国の無電化地域への電力供給への寄与

本事業の開始時においては、2015 年末の ASEAN 市場統合を見据え、ベトナムに製造拠点を確立することで、周辺のミャンマー、カンボジアなどの無電化率が高く

工業化の遅れている近隣諸国での電化事業への貢献も容易になると位置付けていたが、事業実施期間中の 2015 年末には、実際にミャンマー国の無償協力向けの機器の主たる製造を現地企業に委託した。これにより本事業での技術移転の成果を活かし、これまでの日本製造と同等レベルの品質かつ、低コスト化を図ることができた。これにより、今後、対象技術のマイクロ水力発電機がミャンマーやカンボジア等の無電化地域への電力供給のアイテムとして周辺国にも寄与していくことが可能となる。

#### (4) 日本国内の地方経済・地域活性化への貢献

対象製品は 2008 年に東京都がベンチャー企業の創業支援として毎年実施している東京都ベンチャー技術大賞の優秀賞を受賞している。その経緯から、弊社は、東京都の中小企業の海外進出支援として、東京都主催の海外商談会などへの参加や、東京都の海外特許出願費用の助成金の補助の支援など、海外展開の支援を受けている。このことから、弊社が海外展開の具体的な結果を示すことは、東京都の支援の成果としての結果を示すことにもつながるといえ、東京都の中小企業の優れた技術の海外展開のための支援拡大も期待できる。

また、再生可能エネルギーの分野では、日本国内の他の中小企業も小型風力や小型水力に取り組んでいることから、弊社が海外展開の結果を出すことができれば、我が国の再生可能エネルギーの技術力の広報にもなり、国内の他の再生可能エネルギーの関連企業の海外進出に寄与することにもなると考えられる。

また、今回のベトナムでの事業のみならず、ミャンマーやカンボジアなど ASEAN 諸国、インド、アフリカへの展開で、ベトナムの安い人件費を活用した製品製造ができれば、価格競争力が向上する。従って、他国への展開が進展し、弊社としての技術者、営業担当者などの雇用が拡大するとともに、国内の主要備品、消耗品の製造企業の売り上げ拡大することが期待できる。

#### (5) 事業後の事業実施国政府機関の自立的な活動継続について

ホアビン省人民委員会には、役割分担に関する協議において、電気代金の設定、電気料金の収集、事業終了後の視察の受け入れ支援、不具合時の対応、消耗品の部品交換を行うことに了承しており、ホアビン省および弊社の間で覚書を交わした。

現在、ホアビン省が電気代の設定や電気料金の収集に関して検討を行っているが、商工局の方向性としては、ナショナルグリッドから配電されている電気代と同等にする予定である。商工省通達 2256QD/BCT (2015 年 3 月 12 日) で決定されたベトナムのナショナルグリッドの電気料金は、従量製であり最低金額は 1,484VND/kWh である。

表 11 ベトナムの電気料金

(出典) 商工省通達 2256QD/BCT 資料 (2015 年 3 月 12 日)

電気使用量	電気代(VND/kWh)
0-50 kWh	1,484 VND/kWh
51-100 kWh	1,533 VND/kWh
101-200 kWh	1,786 VND/kWh
201-300 kWh	2,242 VND/kWh
301-400 kWh	2,503 VND/kWh
401kW 以上	2,587 VND/kWh

これまでの現地調査での現地住民へのヒアリングでは、山のふもとからナショナルグリッドを引いた脆弱な電気を使用している世帯の電気料金では、月の電気使用量が 30kWh 以内の場合 1,000VND/kWh とのことだったので、今回の電気代の設定は若干高めとなる見込みである。なお、同ヒアリングでは月の電気代は電気使用量が多い世帯でも 70,000VND/月だとのこと、電気代が 1,000VND/kWh であれば月の電気使用量は 70kWh/月程度となる。

Thung Vong 地区の 13 世帯の各世帯の電気使用量を仮に 70kWh/月とした場合の電気代の収支を考えた場合、上記のナショナルグリッドの電気代の料金区分で試算すると、1 世帯あたりの電気代は 104,860VND/月 ( $1,484\text{VND} \times 50\text{kWh} + 1,533\text{VND} \times 20\text{kWh}$ )となり、Thung Vong 地区の 13 世帯全体では 1,363,180VND/月 (約 6,800 円程度) であると予想される。

この電気代収入に対し、維持管理に係る費用は、無電化地域の環境下で実際に運用してみなければわからない部分もあるが、日本での事例の場合、機器費の約 3% 程度の相当額が年間の維持管理に係る費用であるといえる。今回の場合、6,800 円/月  $\times$  12 ヶ月 = 81,600 円の年間電気代収入は機器費の約 1.2% 程度相当にしかならないため、この電気代収入だけでは、メンテナンス費用が賄えない可能性がある。この点は商工局も懸念しているところで、電気代は増額となる可能性もある。

ただし、政令で、ナショナルグリッドから遠い地区では増額が規定されているため (条件により異なるが 15% 程度の増額)、増額した電気代金が設定される可能性もある。なお、その決定権は、ホアビン省 EVN にあり、今後、ホアビン省商工局とホアビン省 EVN が相談して決定することになっている。

(6) 今後の課題と対応策

**無電化地域での運用における外的要因**

Thung Vong 地区では雨季のシーズンには雷が多いとのことである。水力発電機には避雷針やアースなど落雷の対策がされているが、無電化地域では他に落雷しやす

いものが少ないので今後、水力発電設備の避雷針に雷が集中する可能性もありうる。実際に今回の実証期間中においても 8 月に雷によって電気制御の回路に一部不具合が生じ、ハノイから MECC の技術者が修理を行っている。このときの原因は当初設置したアースが弱かったと考えられたため、その後の現地渡航時に MECC と弊社の立会いのもとアースの本数を増やすなど対策を行い解決している。

今後、本地点に限らず無電化地域での導入を行っていく場合には、これは地点ごとに条件も異なるので一概に対応策は決められず、実際に運用をある程度の期間続けていかないとわからないが、共通の重要事項として設計時に注意する必要があるであろう。

また現金収入の無い無電化地域においては水力発電機の部品を盗んで現金に代えようとする者が全く現れないとは言い切れないであろう。これについては水力発電機の周囲を乗り越えられないフェンスで囲い入口には鍵をかけ、基本的に現地住民の管理者しか入れない運用とすることにした。ただし Thung Vong 地区においては世帯数も少なく地区の村長と地区の治安を管理している若い世代の人材がリーダーシップを発揮し地区をまとめており盗難の恐れはあまり考えにくい。

一方で彼らに生活には欠かせない水牛などの家畜が水力発電設備に侵入したり、子供が水力発電機の近くで遊ぶことなどの危険性はあり得ることである。これは水力発電設備の全体に有刺鉄線の柵を設けることで対処を行った。ただし当初想定した有刺鉄線の高さは 70cm 程度の高さにしてしたが、水牛は簡単に乗り越えてしまうことがわかり運用開始後に有刺鉄線の高さを 1m 程度に高くする必要があった。また商工局からの意見もあり子供が誤って柵の中に入ってしまうように、柵の数ヶ所にベトナム語で立入禁止の表示看板を村人の手作りで作成してもらった。



図 44 防護フェンスと立入禁止の看板

#### 技術移転・トレーニング

ベトナムで現地企業や現地住民などとコミュニケーションを取る際に言葉の問題があった。本事業を通して関係を構築できた現地企業には英語ができる者もいたが、実際の作業を行う作業員や工事監督などのスタッフとコミュニケーションを取るに

はほぼベトナム語に限定されてしまうため、通訳に同行してもらう必要があった。本事業では優秀な通訳に恵まれ通常のコミュニケーションに支障は無かったが、一部、専門的な内容を伝える際に注意が必要なことが多少あった。一方でハノイには多くの日本企業の進出や出張者がいることから、逆に日本語の読み書き、会話が堪能なベトナム人も多いようであり、今後も通訳を探すことが困難といった状況にはならないであろう。将来的にベトナムで本格的に事業を展開していくことになった場合には現地スタッフの雇用や、シニアボランティアのような過去にベトナム駐在の経験のある日本人などを活用していくことなどが必要であろう。また、本事業を通じてベトナムの水利大学のエネルギー学部の教授やハノイ工科大学の電気の専門家などの学術関係者との強いネットワークを構築することができた。Thung Vong地区の現地住民へのトレーニングにおいても特に電気の安全な取り扱い方など、特に正確に伝える必要がある部分では、意思疎通に間違いが無いよう専門家である彼らに直接ベトナム語で指導してもらうなどの対応を取ることができた。このように今後、ベトナム国内で今後、新しいプロジェクトが行われる際には、現地住民への技術指導など特に言葉の問題がある部分については、彼らのような専門家に指導を委託することなども考えられる。

## 普及について

ベトナム国内では電化率の高さから対象製品の市場は大きいとはいえず、大きく普及していくということは現実的ではないことは本事業の開始時点でも想定しており、むしろベトナムを拠点として周辺のアセアン諸国の無電化地域への需要に対応していける現地製造とそれによる低コスト化を目指すことが当初からの課題であった。なお、現地製造の品質については本事業で製造したベトナム製の機器は試運転の開始から半年程度の期間が経った時点で、日本製の機器と比べて特に目立った性能差や初期不良のような障害は発生していないことから品質には大きな問題はないと思われる。また、現地製造による低コスト化については今後の新規案件にあわせてMECC社と協議していく必要があるが、すべて日本で製造した場合のコストと比べて半分程度のコストを目標に設定しても無理では無いと思われる。

また、ベトナム国内においても需要がゼロではなく、まだ残されている無電化地域や弱電化地域は逆に今後もグリッドを引くことが困難な地域であると考えればマイクロ水力の需要も期待できると思われる。そのようなベトナム国内での営業活動は現地企業のMECCももちろんであるが、本事業で協力関係を作ることができた水利大学のような機関の協力も期待できる。水利大学の卒業生はEVNや地方の省政府に勤める者も多いようでそのようなネットワークを使って対象技術を知ってもらうことも可能であろう。

## 4. 本事業実施後のビジネス展開計画

### (1) 今後の対象国におけるビジネス展開の方針・予定

#### ① マーケット分析

対象国における本製品の市場と需要としては、本事業の実施地点のような無電化・弱電化地域の電化手段としての利用と、電化されている地域での利用の二通りが考えられる。また、本事業実施後のビジネス展開としては、対象国であるベトナム国内だけでなく、周辺の ASEAN 諸国に対しての製造拠点としての位置付けも考えられる。

#### イ) 無電化・弱電化地域での市場

ベトナムはナショナルグリッドによる電化率が 96%と高い水準にあるが、未だ無電化人口は 400 万人も存在しており、山間地域などで生活する少数民族の集落など、現状でいまだナショナルグリッドが届いていない地域には、逆にナショナルグリッドを引くのに問題があるなど、今後もグリッドによる電化が進まない可能性が高いと考えられる。そのような地域にはマイクロ水力のような手段による電化は有効であろう。

しかし、事業採算性を考慮すると、無電化及び弱電化地域での設置は、基本的には難しい。今回の ThungVong 地区でも、電気代収入が地区全体でも 50 ドル程度と見込まれており、初期投資のみならず、メンテナンス維持をするのも厳しいという状況である。ホアビン省としても、維持していくためのコストに苦慮しているというのが実態で、地方政府レベルで、初期費用をねん出し、それを維持していくことはかなり難しいと考えている。

一方、ベトナム政府は、2013-2020 国家電力プロジェクト（2013 年 11 月 8 日首相通達 2081 号）として 2020 年には全世帯に電力供給することを目指している。各地方人民委員会が、国家電力への接続プロジェクト計画を立案し、それを商工省エネルギー総局が受け、その中で、実現的な事業に関し許可を出し、それを MPI(計画投資省)および MOF(財務省)に申請し、事業実施を行う計画になっている。現在、各地方人民委員会が世界銀行の支援(Distribution Efficiency Project 事業期間 2012 年から 2018 年)により無電化・弱電化地域への配電計画を立案している段階である。エネルギー総局の担当者によると、ナショナルグリッドへの接続があまりにもコストがかかる地域(グリッド接続コストが 4,000 ドル/世帯以上のコストがかかるような地域)は、太陽光発電や風力発電、小水力発電等で対応することを検討しているが、まだ具体化はしていないとのことである。



表 12 ホアビン省内の無電化村の数

(出典 ホアビン省商工局資料 2013 年 6 月)

	無電化村の数	無電化世帯数
Cao Phong district	6	122
Kim Boi district	9	233
Tan Lac district	7	238
Da Bac district	11	285
Mai Chau district	3	116
Lac Son district	20	582
合計	54	1,583

\* Ky Son district, Luong Son district, Yen Thuy は統計データがなかったため  
上図には記載していない

本事業の実証地点の Thung Vong 地域は、グリッド電化の難しい地域の電化方法としてのショールームとしての役割を担うことが期待されるが、ホアビン省をはじめ、周辺の地方省政府においても、今回の実証の成果を効果的に広報することができれば、決して大きくは無くとも、無電化・弱電化地域の電化手段としての市場可能性はあると思われる。

なお、本事業を通してベトナムの水利大学の協力のもと、ホアビン省以外のおもな地方政府の商工局に対し無電化地域での水力発電に関してヒアリングを行った結果、以下の地方政府では水力発電への関心があるとの回答を得ている。

表 13 無電化地域での水力発電に関心のある地方政府

(出典：ヒアリング調査による結果)

省名	コメント
Vinh Phuc 省	Tam Dao district に 38 世帯の弱電化地域がある。この地域は Tam Dao 国立公園にありナショナルグリッドを敷設するのは困難である
Thai Nguyen 省	7district の 57Commune に無電化地域が存在する。そのうち 17 村は 2020 年までのナショナルグリッドの電化計画にも含まれていない。
Quang Nam 省	5 Commune に弱電化地域が存在し、ナショナルグリッド以外での電力供給に関心がある。
Lam Dong 省	6 村に弱電化地域が存在し、そのうち 2 村は Cat Tien 国立公園にありナショナルグリッドの敷設は困難である。
Tuyen Quang 省	省内にはいくつかの小水力発電を建設した場所がある。

Yen Bai 省	省内には小水力発電に適した地点が存在する。省内の全ての世帯に送電するための投資者を探している。
Bac Giang 省	省内にはいくつかの小水力発電を建設した場所がある。
Son La 省	省内では同様なプロジェクトが実施されたが、メンテナンス代が高価なため、持続的に運用されていない。
Kon Tum 省	2013年に省では無電化地域での水力発電の建設計画をたてている。

本事業の実施期間中には上記の無電化地域での水力発電に関心のある省のうち Thai Nguyen 省には土木工事が開始された当初の 2014 年 9 月頃と工事が完了して住民たちは電気が使えるようになった 2015 年 11 月に、実際に Thai Nguyen 省を訪問し、無電化・弱電化の解消を目指す Thai Nguyen 省商工局を訪問し、直接面会して対象技術の紹介から実際の Thai Nguyen 省内の無電化地区である現地視察を行った。

特に 2015 年 11 月の現地視察では Thai Nguyen 省の Dai Tu 県の My Yen 村では水源が自然河川の滝という条件ではあるが 70 世帯が弱電化状態での生活を強いられている地区を訪問した。Thai Nguyen 省の電化政策の方針はナショナルグリッドを引くことにあるがこの地区は Vinh Phuc 省と隣接する Tam Dao の自然保護区である国立公園があるなど開発に制約があることから、対象製品のような小型の分散型の水力発電には関心を示している。

またこの地区はベトナムでもお茶の産地として有名である。収穫したお茶を良い品質で早く出荷するために、摘み取ったお茶は乾燥機で乾燥させているが、全てのお茶農家が乾燥機を使えるわけではなく、かつ弱電化状態で常に安定して乾燥ができる状況ではない。このような地域に小型の水力発電を導入することで不安定な弱電化状態が解消されれば、電気が安定的に使えることによる生活水準の向上はもちろんお茶の乾燥などによる現金収入という効果も期待できるだろう。

なお、Thai Nguyen 省には将来のプロジェクト組成のための関係を維持し、Thai Nguyen 省と弊社との双方にとってコミュニケーションが取りやすいように現地訪問にはヒアリング調査を協力してくれた水利大学の教授にも同行してもらった。



図 45 Thai Nguyen 省 Dai Tu 県の現地調査

ロ) 電化されている地域での市場

ベトナムでは地方の農村部においても電化率は高く、多くの農村でナショナルグリッドの送電による電気を利用することができる状況にある。

一方でベトナムでは特に都市部では、経済成長による生活水準の向上によるエアコンのような電力消費量が多い電化製品の普及に伴って、電気需要量は拡大しており、ナショナルグリッドの電気供給量では電力不足となる可能性を指摘する声もある。電力不足の際に計画停電などを実施する場合には、都市部よりも農村部が影響を受けることは容易に想像される。ベトナムの電力政策としては、増える電気需要に対し、石炭火力発電所の建設が計画されていることから、再生可能エネルギー利用への注目度は当面は低いと思われるが、大規模な発電所を短期間で建設し稼働させることは難しいが、対象製品を含め分散型の小規模発電設備であれば短期間での稼働も実現可能である。また現状はベトナムのナショナルグリッドの安価な電気代に比べると、対象製品のような分散型の小型電源はコスト高となってしまうが、将来、電力需要の拡大に伴ってベトナムの電気代も上昇していくと考えられるため、今後、現地製造による製造コストを下げることができれば、既に電化されている地域でも対象製品の市場は生まれる可能性が考えられるであろう。

表 14 ベトナムの都市部・地方部での主要家電製品の世帯普及率

(出典 ベトナム電力調査 2013 JETRO ハノイ事務所)

	2004		2006		2008		2010	
	都市	地方	都市	地方	都市	地方	都市	地方
冷蔵庫	45.8	6.8	53.9	11.2	64.1	19.6	63.8	29.2
PC	16.5	1.3	21.3	2.6	28.9	4.8	38.2	7.6
TV	94.9	61.4	102.1	74.3	108.6	85.7	97.6	80.7
エアコン	8.0	0.3	12.0	0.5	17.3	1.0	26.2	2.1
温水器	18.0	1.1	22.5	2.0	26.6	3.8	28.9	6.5

また、農村部におけるマイクロ水力発電の普及を考える際、発電に必要なエネルギー源として、農村が既に農作業のために利用している灌漑水路を使用することができる。ベトナムの灌漑に使用されている貯水池は、ベトナム全土で約 5,400 地点以上存在している。この数は、我が国の農業水利用の貯水池の数の 1,237 地点（農林水産省 農地・基幹的農業水利施設の整備状況 2008 年データ）と比べても 4 倍以上の数となっている。

表 15 ベトナムの灌漑用貯水池の数

(出典 ベトナム水利大学提供資料)

貯水量	数
1,000 万トン以上	98
500 万～1,000 万トン	66
100 万～500 万トン	542
20 万～100 万トン	1,747
20 万トン以下	3,017
合計	5,470

農業水利施設は灌漑利用のために計画的に貯水、放水を行う管理された水利施設であることから、水量管理がされており、かつ、貯水池から灌漑を必要とする水田地域まで水を流すため、水路は小落差または勾配のある構造をしている。このため、灌漑水路には低落差で効果的に発電の可能な本製品の適用に非常に適しており、その灌漑水路の源となる貯水池の数がベトナムには多く存在しているということは、本製品の適用可能性のポテンシャルは高いといえるであろう。

本調査において、ホアビン省内、および隣接するハタイ省の灌漑施設の視察を行ったがベトナムの灌漑水路は日本ほど整備されてはいないものの、十分に設置が可

能であることを確認した。また、灌漑水路から水田に給水を行うためにポンプを使用している場所が見受けられ、灌漑水路における電気需要の存在も確認された。現在では、電化された地域でもこのようなポンプでディーゼルが利用され、将来的にこうした化石燃料を使用したポンプ設備などを再生可能エネルギー利用のものに置き換えていくという市場の可能性とともに、現状では安価なグリッドを使用している場所でも、今後のベトナムの発展による電気需要の拡大に伴う電気料金の上昇も想定すれば、このような地点にも展開の可能性が考えられる。



図 46 ベトナムの灌漑施設の現地写真

なお、日本とベトナムの両国では、我が国の経済産業省とベトナムの天然資源環境省との間で、二国間オフセット・クレジット制度に関する二国間文書（低炭素成長パートナーシップに関する日・ベトナム間の協力覚書）の署名が 2013 年 7 月に行われている。これは、ベトナムの環境と経済成長の両面と、地球温暖化防止に向けた国際的な取り組みへの貢献を目指し、ベトナムでの温室効果ガス排出削減に関して、我が国の省エネ技術や再生可能エネルギー設備の導入について取り組みを進めるというものである。これまで、この二国間オフセット・クレジット制度に関して、ベトナムではエネルギー分野として、高効率火力発電所の技術の調査などが行われているが、本製品のような再生可能エネルギーもその対象に含まれるものである。ベトナムでの温室効果ガス削減の取り組みは日本よりも進んでおらず、環境影響を配慮した再生可能エネルギーの普及にはまだ時間がかかると思われるが、本製品のような小規模の再生可能エネルギー利用の市場もいずれ拡大していくと考えられる。

#### ハ) ベトナムの周辺諸国での市場

前述のとおり、無電化・弱電化という市場自体はベトナム国内では決して大きくはないが、ベトナムに製造拠点を持つことができれば、ベトナムを拠点として周辺の ASEAN 諸国への展開が考えられる。実際に弊社ではミャンマー向けの無償協力

で、本事業を通して関係を構築したベトナム企業に主たる機器製造を委託することで、これまで国内製造のコストでは落札できなかった案件を受注するなどの成果も既に現れている。

➤ ミャンマー

弊社は本事業とは別件で 2012 年から 2013 年にかけて、ミャンマーにおける本製品の普及可能性の調査を実施している。その調査から、ミャンマーでは都市部以外の農村部の電化率が極端に低く、かつ、国の電化政策として農村には電力省管轄のナショナルグリッドが引かれる計画は当面無く、農村地域は州・管区の役割で再生可能エネルギー、ディーゼルなどの分散型の電源で電化を進める政策がたてられていることがわかった。

また、ミャンマーは農業国であるが、乾期のシーズンにも稲作を行い収穫量を上げられるような灌漑施設が整備されている管区があり、灌漑のための貯水を行っている灌漑ダムがミャンマー全土に 233 地点ある。かつ、それらの灌漑ダムのうちの約 75%はミャンマーの全 14 管区・州のうちの 4 管区に集中していることから、市場がわかりやすい。

➤ カンボジア

カンボジアについては、弊社は 2012 年度に実施した案件化調査で、ベトナム、ラオスとともに市場調査を実施している。その調査結果として、カンボジアはグリッド電化率が 24%程度と非常に低く、またグリッド電化がされていない地域で行われているディーゼルを使ったミニグリッドでの買電単価が 80 セント/kWh と非常に高額であるなど、再生可能エネルギーの普及可能性は高いといえる。しかし、マイクロ水力の分野で検討した場合、ミャンマーやベトナムに比べ、灌漑施設の整備などが進んでいないため、無電化農村の電気需要が大きくても、対応できる水路が現状では多くないため、灌漑整備などの農村開発が並行して行われなければ普及のスピード感は遅いと調査時には判断した。しかし、ベトナムに製造拠点を確立し、ベトナムからカンボジアへの展開を行うことができるようになれば、日本から輸出するよりも建設コストも下げることができるため、灌漑整備のような農村開発とセットにした現地普及という可能性も考えられる。

② ビジネス展開の仕組み

ベトナムでのビジネス展開は、上記の想定されるマーケットのうち、まずは本事業で実施する無電化地域の成果を広報することで、ホアビン省内はもちろん周辺地方の無電化・弱電化地域での市場で実績を作っていくことになると考えられる。

ベトナムの電化率のなかで、いまだに無電化・弱電化である地域はグリッドを引

くことが困難な理由があるような場所であることから、これらの地域に対しての機器仕様はグリッド系統と連系するものではなく、独立したミニグリッド等による電化方法となる。この場合の発電事業者は地方政府になり、地方政府が対象製品のマイクロ水力発電の購入者となる。地方政府が単独で無電化農村の電化のための予算を付けることができない場合には、中央政府や ODA などの支援を受けることになる。

弱電化地域でのグリッド利用における電気料金の管理については、山間地の Thung Vong 地域の例では、13 世帯のうち 4 世帯だけは自前で山のふもとから引いたグリッドの電気を不安定な状況で使用しているが、彼らはそのグリッドを一旦、地域の長のような立場の世帯に引き込み、長の家から各世帯へ配線し、各世帯の電気メーターも長の家で一括して管理し電気代を徴収し、電気料金を払っている。電気料金の設定、徴収方法は発電事業者である地方政府が決定することになるが、個別世帯ごとに管理して電気代を徴収する方法だけでなく、地域単位で管理する方法も電気代を徴収する側の手間を省くことができる方法であると考えられる。

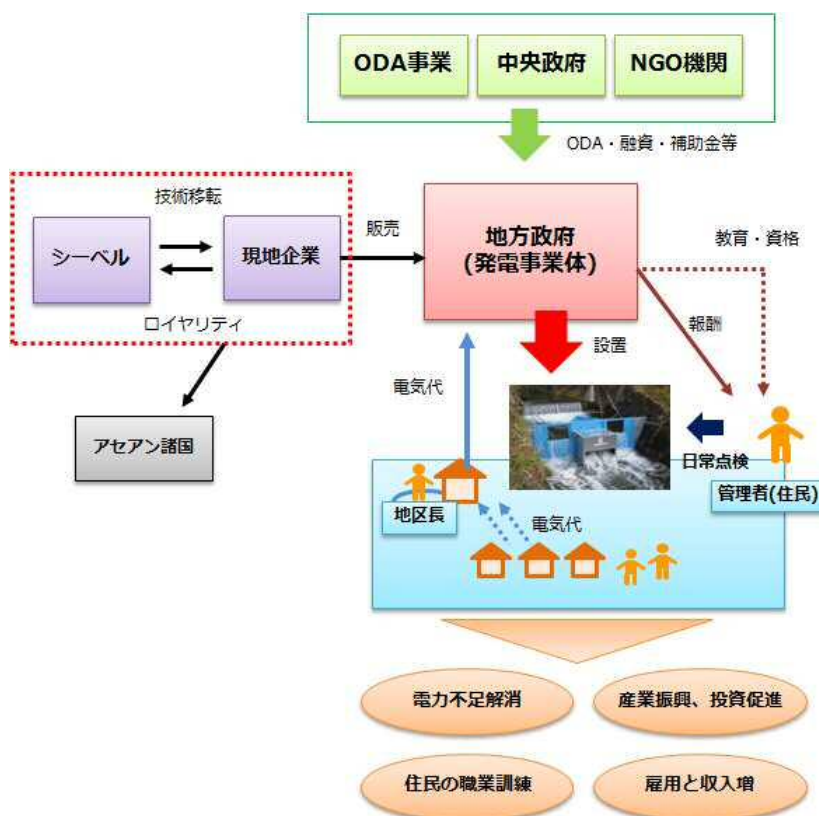


図 47 想定されるビジネススキーム図

また、機器の維持管理については、日常点検、簡単なメンテナンスは地域住民が自ら実施することを想定している。本製品は前述のとおり、この製品のための特殊パーツ等は使用しておらず、日常のメンテナンスであれば必ずしも特殊技能を持ったものでなくても実施できるため、地域住民向けの理解できるマニュアルを作成することで、地域の住民が自らメンテナンスを行っていくことになる。日常の管理は地域住民が行うという意向は、ホアビン省側も同じ考えを持っており、ホアビン省側は、地域住民に対してメンテナンス方法を習得するための研修を行い、地域住民のなかに管理担当者を指名して、メンテナンスの資格を与え、管理を委託することで、管理体制を構築する方針を考えており、地域から徴収した電気料金から管理担当者に報酬を払うことも検討している。

また、機器が現地で持続的に利用されていくには、メーカー等の専門知識のある企業による定期的な機器点検が年1回程度は必要であると考えられる。ホアビン省との間に今後の保守に関する契約は行っていないが、当面の間は弊社または本事業で水力発電機の現地製造を行った現地企業が対応していくことになるだろう。

### ③ 想定されるビジネス展開の計画・スケジュール

弊社は海外進出において、現地に製造工場を持つという方針は無く、現地企業との製造販売契約を結び、現地パートナー企業が主体になって対象国での生産から販売までのビジネスを展開していくことを想定している。

以下に弊社がベトナムに製造拠点を確立したと想定した際の現地からの普及拡大の想定値を示す。

表 16 想定する本製品の販売・普及ロードマップ

	2016-2017	2018-2020	2020-
ホアビン省内	2	9	5/year
周辺省(無電化)	3		
電化エリア	0	1	5/year
ASEAN 諸国	5	10	20/year

ベトナムでの想定される事業展開は、無電化・弱電化地域に対しての設備導入と、既にグリッド電化されている地域への導入に大きく分けられる。現状では電化地域での再生可能エネルギー利用の要望はベトナムではまだ薄いため、ベトナム国内においては、本事業の成果としての Thung Vong 地区の電化事例をモデルケースとして広報することで、ホアビン省内の他の無電化・弱電化地域はもちろん、周辺地方での展開も進めていくことになる。

現地での製造拠点の候補先である MECC 社は大規模な水力発電所の建設などに



も携わっており、水力発電の知識は豊富であり、製造のための資材調達には大きな問題は無いと思われる。ただし、調達部品のうち、発電機については現状では単品のような小ロットでは現地調達が出来ないということがわかり、本事業では発電機は日本製のものを使用することになっているが、現地での事業化の可能性が見えてくれば、発電機も現地調達で製造が可能な目途は立っている。

なお、資材・部品に関しては、特殊部品などは特段使用していないため、その調達においての許認可は存在しない。

また、弊社が現地化のための現地法人を設立する予定はないが、技術移転のためには、日本から技術スタッフが指導を行っていく必要があると考えられる。このような人材には海外シニアボランティアのような経験豊富な人材の活用なども円滑な技術移転に有効だと考えられる。

#### ④ ビジネス展開可能性の評価

マーケット分析に記載したとおり、ベトナム国内だけの市場は決して大きいとはいえないが、ベトナムを製造拠点とすることで、第一ステップはベトナム国内への普及展開、第二ステップとして ASEAN 諸国への展開が考えられる。また ASEAN 諸国だけでなく、市場としての可能性の高いアフリカや、日本への逆輸入も視野に入れたビジネス展開も考えられる。

第一ステップであるベトナム国内での展開では、無電化・弱電化地域への普及だけでなく、電化されている地域への普及も検討し、それぞれの地域におけるポテンシャルや、本製品の導入についての関心・意欲なども調査していくことが必要である。無電化・弱電化地域への普及におけるカウンターパートとなる相手は本事業のように地方の省政府の電気管理部門となる商工局であり、また前述のとおり 2013-2020 国家電力プロジェクトをまとめる商工省のエネルギー総局に対しての本技術の有効性を認知してもらうことも必要であると考えられる。なお、ベトナムは国土が縦長で地方政府の数も多いことから、保守管理を行っていくためにもベトナム全土をカバーできる現地企業とパートナーを組むことが重要である。またこれは第二ステップとしてベトナム以外の ASEAN 諸国への展開を考える場合、製造・販売の拠点がベトナム国内としても、保守管理については個別の国内にローカルパートナーを持つ必要があるだろう。

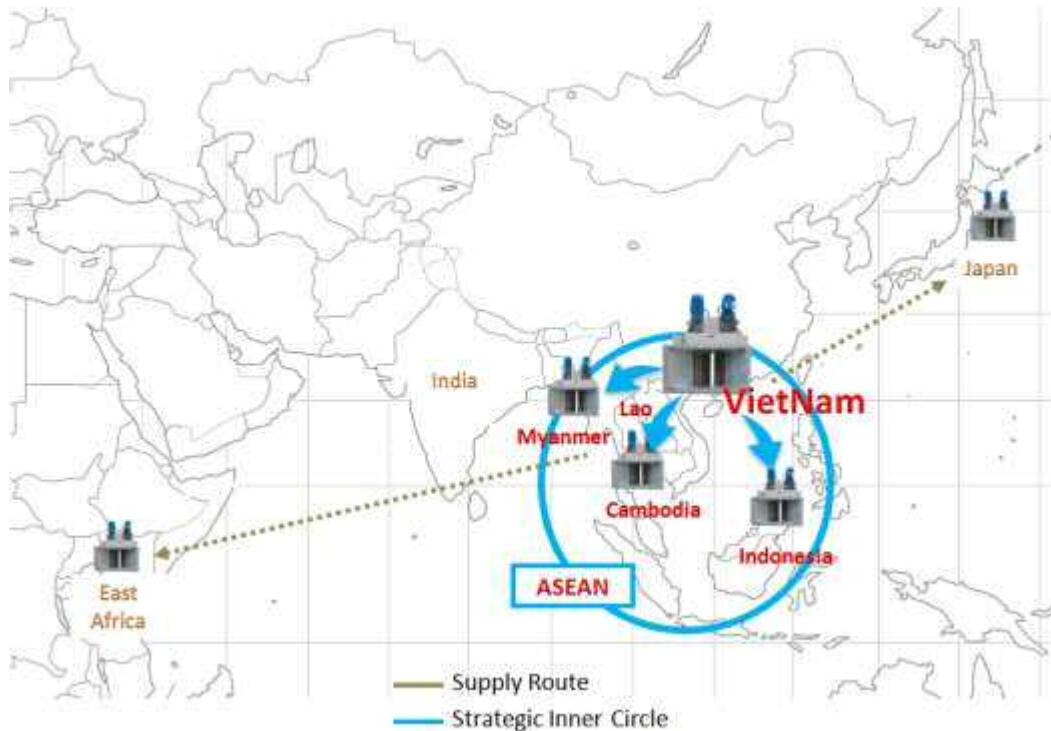


図 48 ベトナムを製造拠点とした海外展開イメージ

(2) 想定されるリスクと対応

本製品は水車の本体の構造自体に複数の特許技術を有しているが、構成部品は汎用パーツの組み合わせでブラックボックスとなる部品が無い。そのため、現地に製造拠点を確立した場合、現地での営業活動などもすべて現地化してしまうと、悪く言えば勝手に製造することができてしまう恐れがある。その恐れについては現地製造の候補先の選定において相手の会社規模、日本企業との協業経験などもふまえ慎重に相手先を選んでいる。一方で今後、海外での実機導入が進んだ場合、現地製造のパートナー企業以外の外国企業に機器を模倣されてしまうリスクが考えられる。MECC 社の親会社である AGRIMECO 社はベトナム全土に関連企業を展開する企業でもあり、ベトナム国内においては MECC 社による監視対策を取ることが可能であると思われるが、今後 ASEAN 諸国などの第三国に輸出した場合には、相手国の受け手側で模倣に対する監視が行える体制にあるかなども取引条件として加味していかなければならないであろう。

(3) 普及・実証において検討した開発効果

本事業を通じた開発効果としては住民の生活スタイルの変化があげられる。Thung Vong 地区の住民は本事業を通して 13 のすべての世帯が電気を使えるようになった。

現状では各世帯に現金収入の有無の差などから保有する電化製品にはまだ少ないが、事業開始時に現地住民に対し、電気が使えるようになったら何が欲しいかをヒアリングした時と、実際に電気が使えるようになった時にどんな電化製品が欲しいかをヒアリングした時の住民の顔つきは皆、明るい表情に変わっており、今後 Thung Vong 地区の住民は徐々に電化製品の保有も増えていくことが期待される。また、町に出稼ぎに出ている世帯では、将来パソコンを買ってインターネットをしたいという声もあったが、今後、テレビやインターネットが地区に普及することで情報を入手できる機会が増えれば、都市部などとの情報格差の解消にもつながるであろう。

#### (4) 本事業から得られた教訓と提言

##### **本事業から得られた教訓**

当初ホアビン省からは紹介されていた別の無電化地区を前提として計画していたが、実際の事業開始のためのミニッツ協議の段階で、ホアビン省側から、当初の計画地点は電化されたとの報告があり、実証場所を変更したいとの要望があった。その後、代替地として今回の Thung Vong 地区に実施地点を決定するまでには半年程度の期間を要することになった。

また、事業中、土木工事を開始するための許可手続きでも想定よりも時間がかかる結果となった。これはベトナムの法令や手続きのやり方などに不慣れだったことも影響したと思われるが、各手続きに必要な書類は英語ではなくベトナム語で作成しなければならなかったことも、作成、確認に時間がかかる要因であった。本事業では優秀な日越通訳や事業実施中に協力関係を構築できたハノイの学術機関の先生などの支援を受けながら手続きを進めていくことができた。今後もこうしたネットワークを活かしていくことで、次に同じような手続きを行うような場合には時間短縮がはかれるであろう。

日本側とホアビン省側での役割分担のなかで現地での送電計画と送電工事はホアビン省の予算として実行してもらうこととしたが、先方の予算確保に時間がかかりプロジェクトの完成に大きな遅れが生じてしまった。これはプロジェクト開始当初から予算確保を促しておくべきだったと思われる。一方で予算確保、送電の手続きには時間がかかったものの、送電のための電柱の建設、電線工事などは山間地の作業のため難航する可能性も懸念したが、人民委員会からの指示に沿って速やかに工事が実行された。

また、本事業では日本製の水力発電機をベトナムに輸出したが、その際、ベトナムのハイフォンの通関での輸入手続きに数週間の時間を要してしまい、時間のロスと、免税扱いとすることが出来ず、税金ならびに通関手続きの期間中に発生した保

管料など当初予定以上の経費がかかってしまった。今後、ビジネスベースでベトナムに展開していく場合、輸入にかかる時間とコストの面からみても、できるだけ日本からの調達品をベトナムに送るといった部分を減らすべきである。

なお、製造委託をしたベトナム現地企業は過去に日本企業との協業経験があることから、事業開始当初から日本人の性格なども既に理解があったため、現地企業との仕事の進め方には大きなトラブルは発生しなかったが、ベトナム企業の朝早く、昼休みが長いといった勤務時間の違いなどから、現地企業とのミーティングの時間設定に事業開始当初は少し戸惑うところがあった。また、ベトナムは旧正月をお祝いする習慣があり2月初旬頃には1週間程度の連休がある。また工場のワーカーなどは普段は勤勉な者でも旧正月前はあまり働かなくなってしまう傾向があるとのことで本事業期間中も旧正月の前後には作業依頼はできなかった。今後もベトナム企業と関係を継続していく場合には、日本の正月とベトナムの旧正月の関係から1月、2月に厳しい工程を組むことは避けるべきであろう。

#### **本事業から得られた提言**

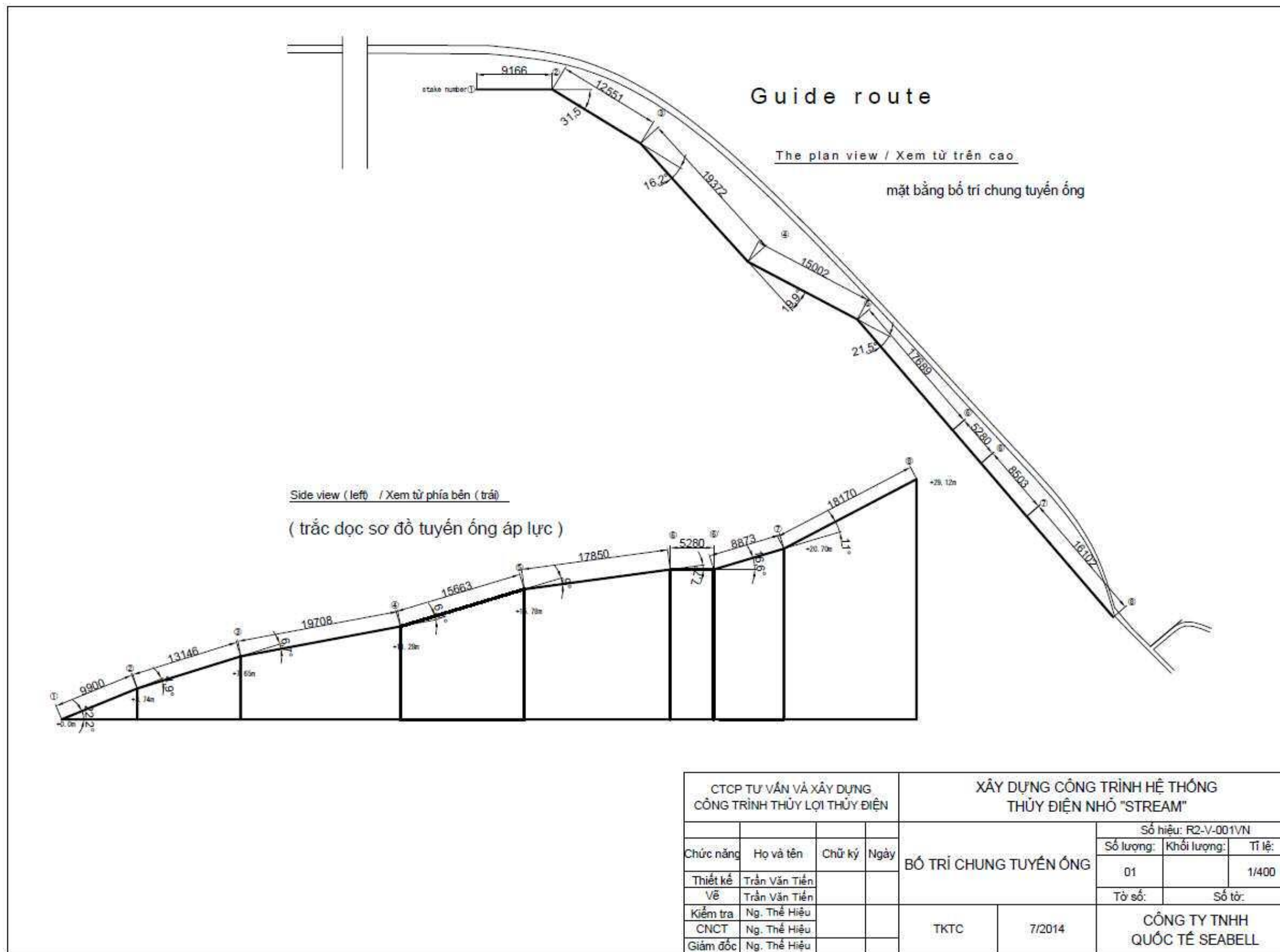
現地住民とのコミュニケーションの重要性があげられる。ベトナムは親日国家であり、日本人に対してもともと好意的ではあるものの、事業開始当初は特に **Thung Vong** 地区の少数民族などは外国人に対して懐疑的に接している態度が見受けられ、現地測量の手伝いなどを現地住民に依頼しても断られるか、高い金額を要求されていた。ただし積極的に各世帯を訪問し住民たちがふるまってくれるお茶や食事を一緒に取るなどコミュニケーションをはかるうちに住民達が非常に協力的になってくれ、事業の後半ではちょっとした労働作業などは無償で好意的に手伝ってくれるようになり、助かる場面が多数あった。

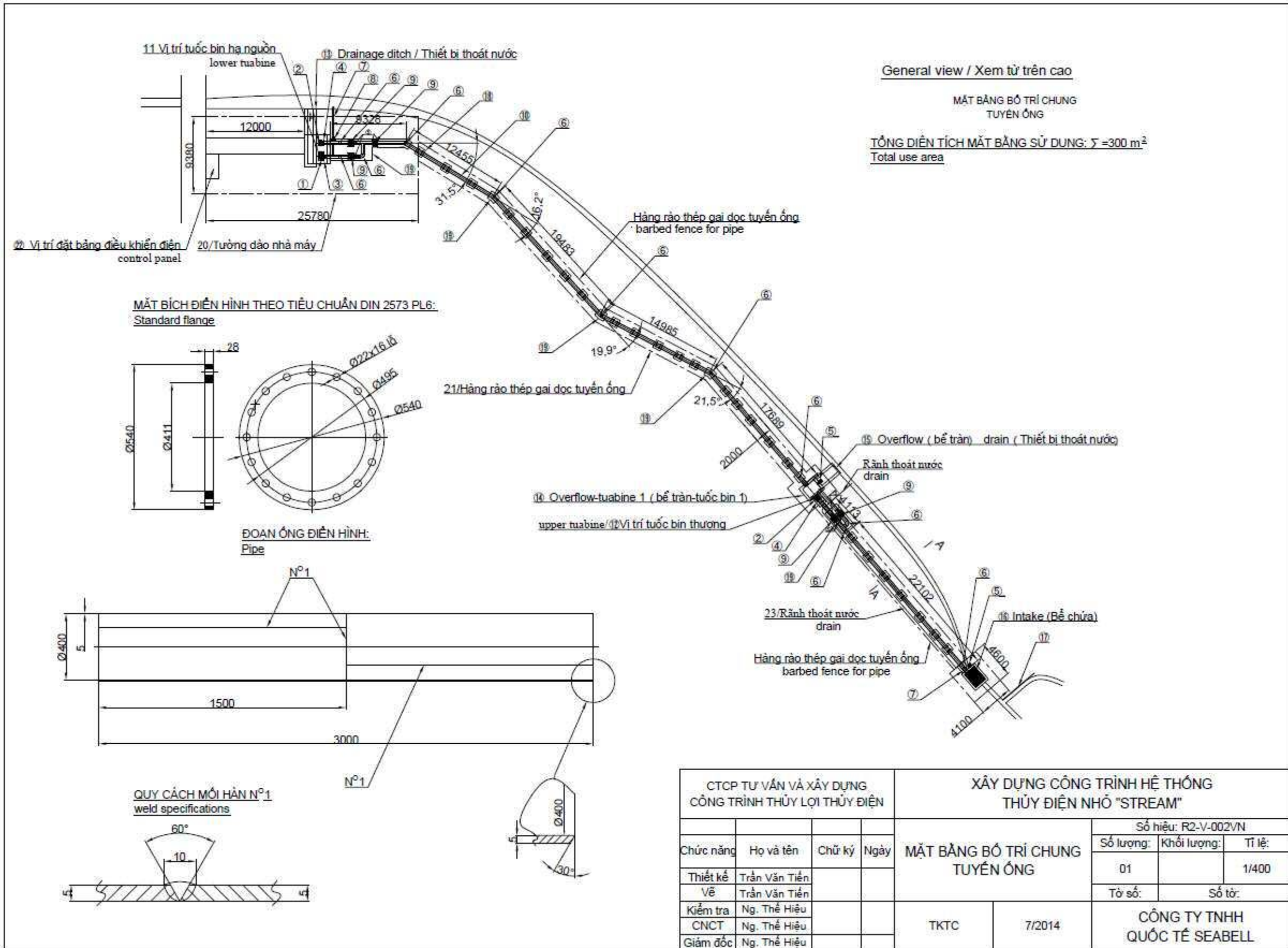
ベトナムでは年長者を敬う習慣が日本より強い傾向にある。それゆえに、特に会話での直接のコミュニケーションが取りにくい少数民族の現地住民などと接するときには、年長者に対する敬意を明確な態度で示すことで良好な関係を構築できたと考えられる。現地住民は年長者からの指示に忠実であり、ちょっとした力仕事を頼みたいときなども、年長者と友好的な関係にあることで、年長者から若者に作業指示をしてもらいスムーズに作業が進んだ場面もあった。

また、ベトナムではあまり英語が通じないため、本事業では日越通訳を使用した。交渉相手が年配者の場合や、重要事項を協議する際などにはこちらの通訳を年配のベテランの通訳に依頼することで交渉を有利に進めることができた場面もあり、年長者を敬う傾向は通訳の面でも影響があった。

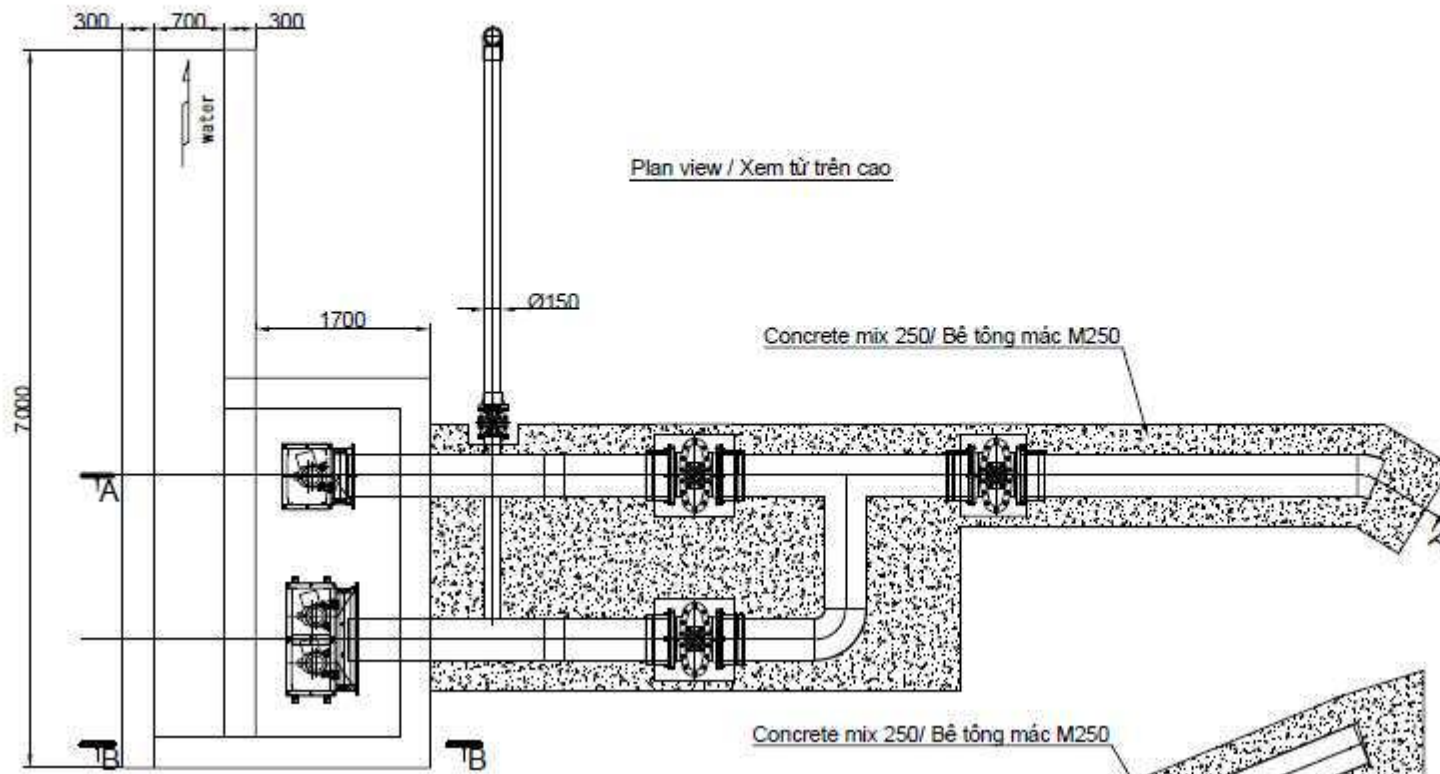
## 添付資料

1. 土木工事設計図面（抜粋）
2. 水力発電機の設置台数の増設について
3. ホアビン省との役割分担の覚書のコピー
4. ホアビン省からの土地使用許可書類のコピー
5. 現地成果報告セミナー配布資料

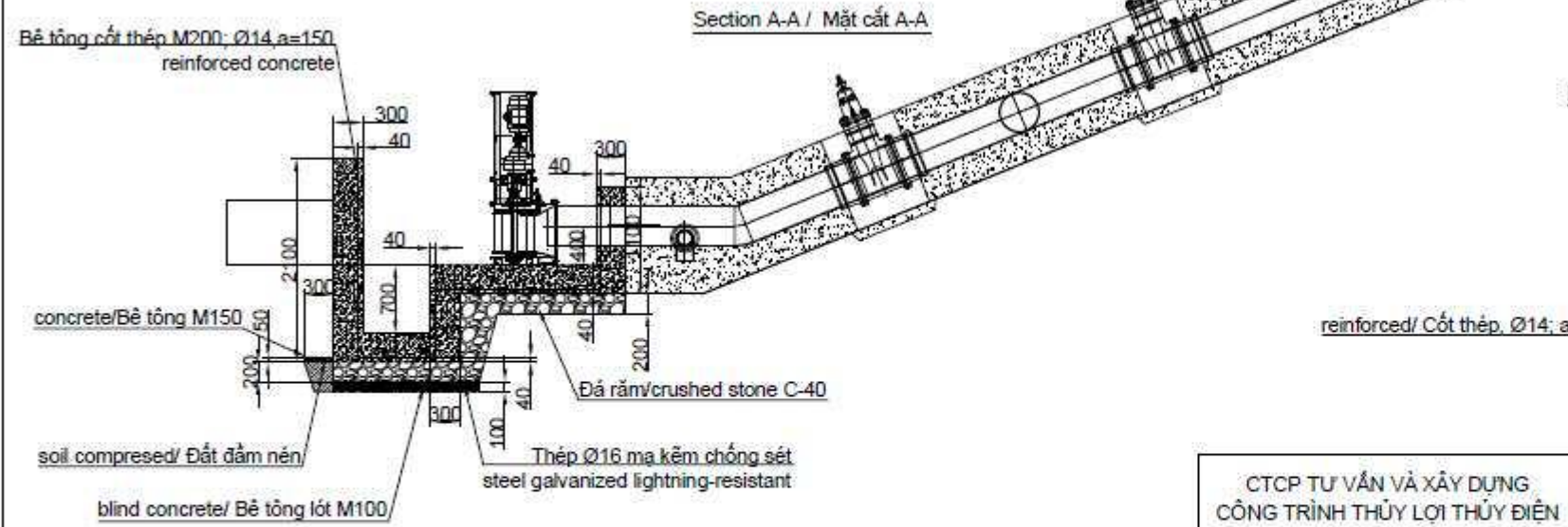




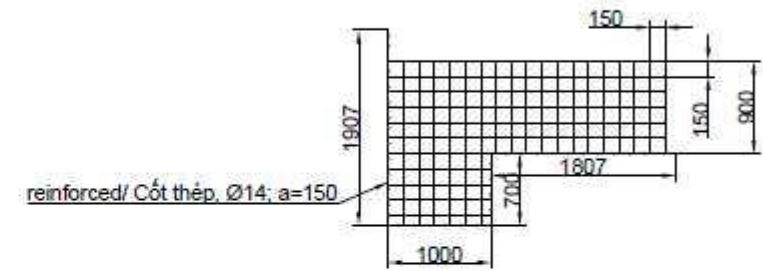
Enlarged view of upper turbine / [ xem mở rộng ] Vị trí tuốc bin hạ nguồn



List of quantities steel in concrete and steel lightning-resistant						
TT	Vật liệu material	Số lượng Q.ty	Khối Lượng (kg) Quantities		Ghi chú note	
			1đv unit	Toàn bộ total		
<b>I Thép chống sét steel lightning-resistant</b>						
1	Ø16 L=700 (cm)	CT3	04	11,1	44,4	Ma kẽm galvanizer
2	Ø16 L=130 (cm)	CT3	14	2,1	29,4	Ma kẽm galvanizer
<b>II Thép trong bê tông Reinforced in concrete</b>						
1	[Diagram]	CT3	25	6,6	166	Thép Ø14 Steel
2	[Diagram]	CT3	22	4,4	96,8	Thép Ø14 Steel
3	[Diagram]	CT3	08	10,2	81,6	Thép Ø14 Steel
4	[Diagram]	CT3	25	6,7	167,5	Thép Ø14 Steel
5	[Diagram]	CT3	11	11,5	126,5	Thép Ø14 Steel
6	[Diagram]	CT3	07	8,3	58,1	Thép Ø14 Steel
7	[Diagram]	CT3	07	4,5	31,5	Thép Ø14 Steel
<b>Total/ Tổng khối lượng: I-II</b>				<b>800,8</b>		



BỐ TRÍ THÉP TRONG BÊ TÔNG (THEO MẶT CẮT B-B) steel in concrete



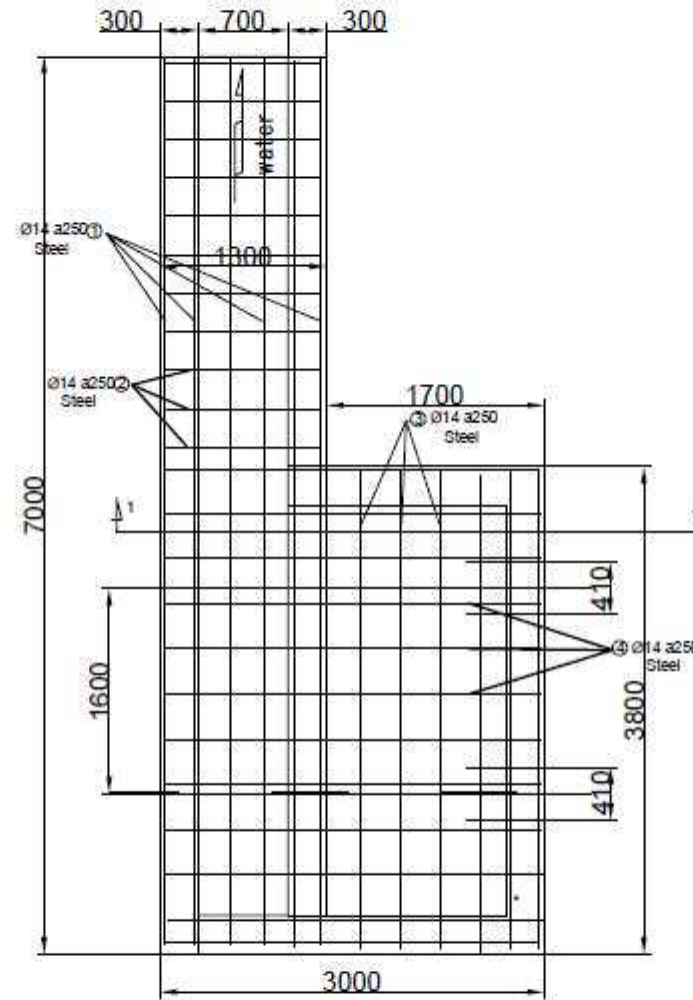
CTCP TƯ VẤN VÀ XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH THỦY LỢI THỦY ĐIỆN				XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH HỆ THỐNG THỦY ĐIỆN NHỎ "STREAM"		
Chức năng	Họ và tên	Chữ ký	Ngày	VỊ TRÍ TUỐC BIN HẠ NGUỒN	Số hiệu: R2-V-004VN	
Thiết kế	Trần Văn Tiến				Số lượng: 01	Khối lượng: 1/60
Vẽ	Trần Văn Tiến				Tờ số:	Số tờ:
Kiểm tra	Ng. Thế Hiệu			TKTC	7/2014	CÔNG TY TNHH QUỐC TẾ SEABELL
CNCT	Ng. Thế Hiệu					
Giám đốc	Ng. Thế Hiệu					



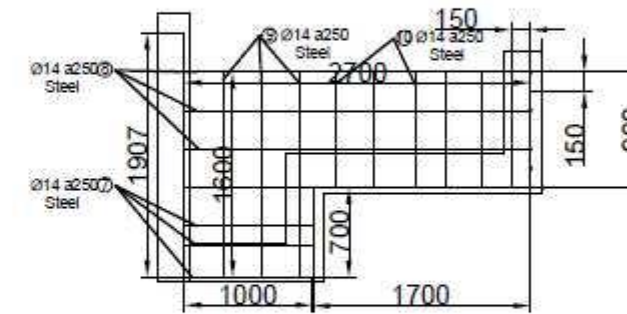
Thông kê cốt thép đáy và tường phía thượng lưu bể xả hạ nguồn							
TT	hình dáng	tên thép	đ. kính	số thanh	đơn vị	dài thanh	trọng lượng
1		1	14	6	kg	6900	64
2		2	14	29	kg	1200	54
4		4	14	17	kg	2970	78
3		3	14	7	kg	3700	40
5		5	14	5	kg	3700	29
6		6	14	17	kg	1320	35

Thông kê cốt thép thành 2 tường bên bể xả hạ nguồn							
TT	hình dáng	tên thép	đ. kính	số thanh	đơn vị	dài thanh	trọng lượng
1		7	14	3	kg	1000	5
2		8	14	5	kg	2700	21
4		9	14	6	kg	1600	16
3		10	14	8	kg	900	11

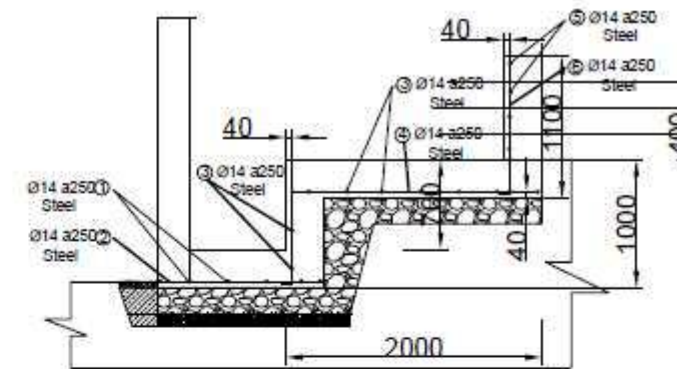
**mặt bằng bố trí thép bản đáy và  
tường phía thượng lưu bể xả  
tuốc bin hạ nguồn**



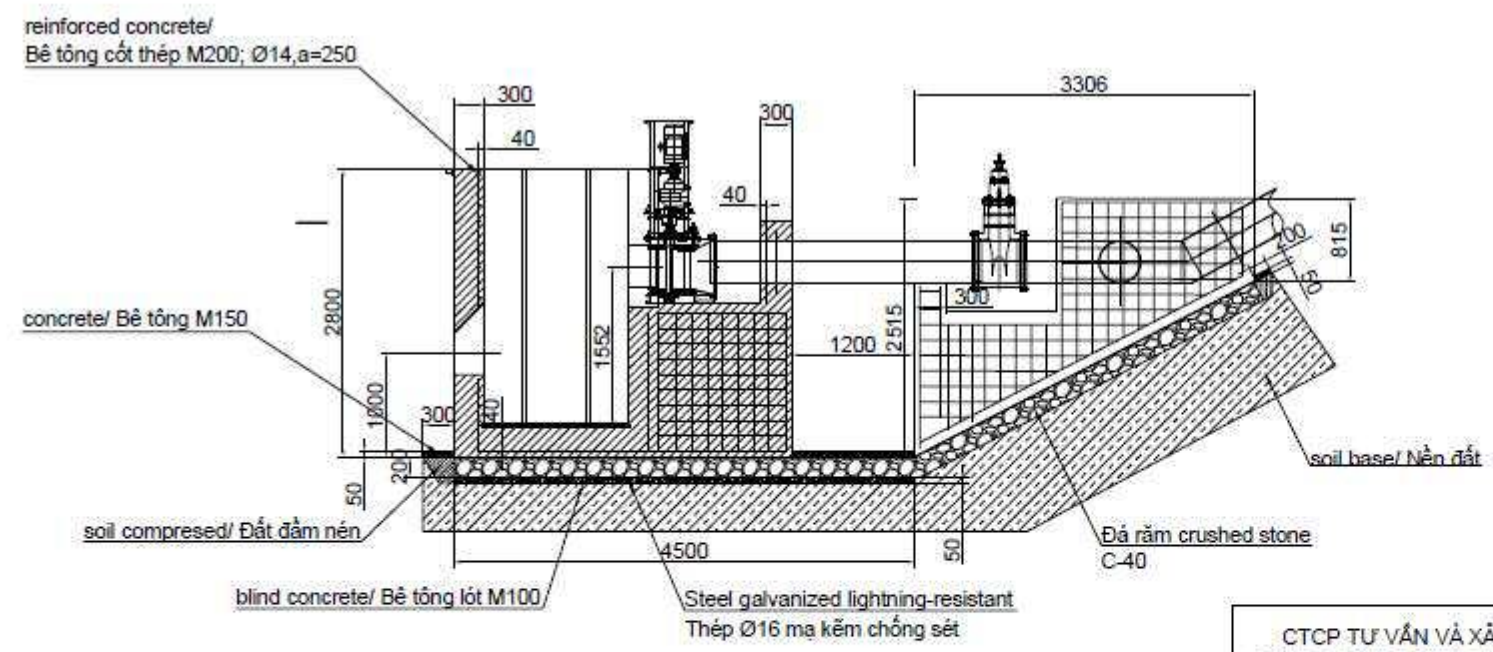
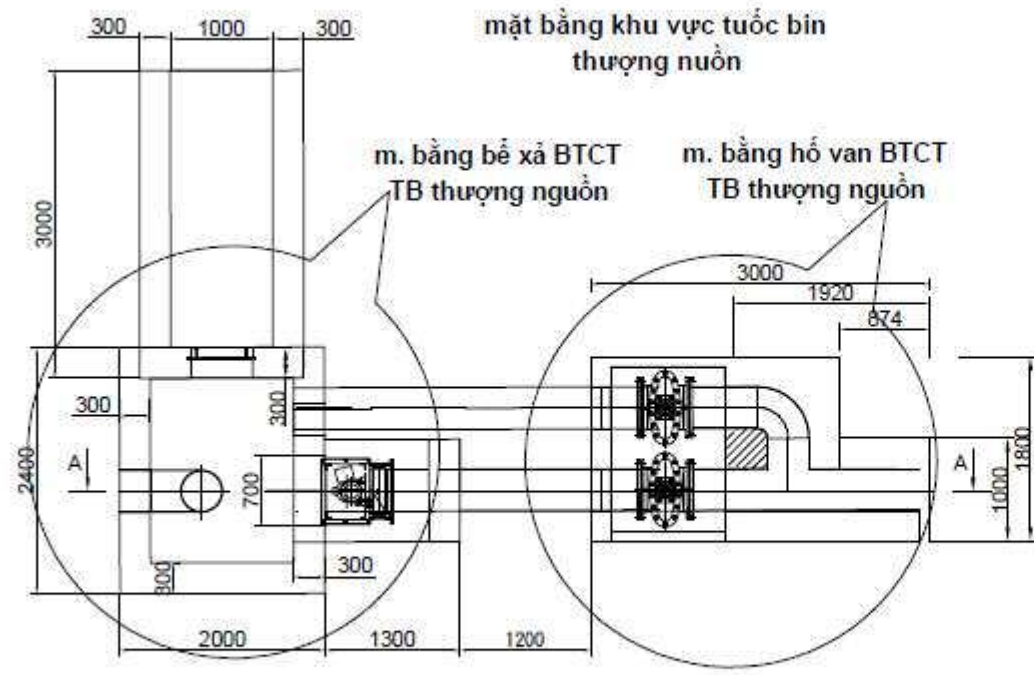
**thép 2 thành đứng bên của bể xả (THEO MẶT CẮT B-B)  
steel in concrete**



**cốt thép đáy và tường đứng  
phía thượng lưu bể xả tuốc bin  
hạ nguồn - m/cắt 1-1**



CTCP TƯ VẤN VÀ XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH THỦY LỢI THỦY ĐIỆN				XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH HỆ THỐNG THỦY ĐIỆN NHỎ "SREAP" bể xả tuốc bin hạ nguồn Số hiệu: R2-P004/VN			
Chức năng	Họ và tên	Chữ ký	Ngày	cốt thép bể xả tuốc bin hạ nguồn	Số lượng:	Khối lượng:	Tỉ lệ:
Thiết kế	Trần Văn Tiến				01		1/60
Vẽ	Trần Văn Tiến			Tờ số:	Số tờ:		
Kiểm tra	Ng. Thế Hiệu			TKTC	7/2014	CÔNG TY TNHH QUỐC TẾ SEABELL	
CNCT	Ng. Thế Hiệu						
Giám đốc	Ng. Thế Hiệu						



Side view / Xem từ phía bên  
A-A  
mặt cắt dọc tim tuốc bin  
thượng nguồn A-A

List of quantities steel in concrete and steel lightning-resistant						
TT	Quy cách Specification	Vật liệu material	Số lượng Q.ty	Khối Lượng (kg) Quantities		Ghi chú note
				1đv unit	Toàn bộ total	
I Thép chống sét steel lightning-resistant						
1	Ø16 L=230 (cm)	CT3	09	3,7	33,3	Mạ kẽm galvanizer
2	Ø16 L=330 (cm)	CT3	15	4	60	Mạ kẽm galvanizer
II Thép trong bê tông Reinforced in concrete						
1	Ø14 L=200 (cm)	CT3	16	8,5	136	Thép Ø14 Steel
2	Ø14 L=180 (cm)	CT3	18	10,7	192,6	Thép Ø14 Steel
3	Ø14 L=210 (cm)	CT3	11	8,8	96,8	Thép Ø14 Steel
4	Ø14 L=120 (cm)	CT3	6	6,3	37,8	Thép Ø14 Steel
5	Ø14 L=125 (cm)	CT3	10	5,2	52	Thép Ø14 Steel
6	Ø14 L=135 (cm)	CT3	10	5,5	55	Thép Ø14 Steel
7	Ø14 L=150 (cm)	CT3	12	3,1	37,2	Thép Ø14 Steel
8	Ø14 L=23 (cm)	CT3	01	2,6	2,6	Thép Ø14 Steel
9	Ø14 L=52 (cm)	CT3	01	3,3	3,3	Thép Ø14 Steel
10	Ø14 L=81 (cm)	CT3	01	4	4	Thép Ø14 Steel
11	Ø14 L=110 (cm)	CT3	01	4,7	4,7	Thép Ø14 Steel
12	Ø14 L=140 (cm)	CT3	01	5,5	5,5	Thép Ø14 Steel
13	Ø14 L=170 (cm)	CT3	01	6,2	6,2	Thép Ø14 Steel
14	Ø14 L=200 (cm)	CT3	01	6,9	6,9	Thép Ø14 Steel
15	Ø14 L=230 (cm)	CT3	01	7,6	7,6	Thép Ø14 Steel
16	Ø14 L=260 (cm)	CT3	01	8,4	8,4	Thép Ø14 Steel
17	Ø14 L=300 (cm)	CT3	08	8,5	68	Thép Ø14 Steel
18	Ø14 L=150 (cm)	CT3	13	5,7	74,1	Thép Ø14 Steel
19	Ø14 L=200 (cm)	CT3	18	8	144	Thép Ø14 Steel
20	Ø14 L=280 (cm)	CT3	48	3,6	172,8	Thép Ø14 Steel
Total/Tổng khối lượng: I-II					1208,8	

CTCP TƯ VẤN VÀ XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH THỦY LỢI THỦY ĐIỆN				XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH HỆ THỐNG THỦY ĐIỆN NHỎ "STREAM"		
Chức năng	Họ và tên	Chữ ký	Ngày	VỊ TRÍ TUỐC BIN THƯỢNG NGUỒN		
Thiết kế	Trần Văn Tiến					
Vẽ	Trần Văn Tiến					
Kiểm tra	Ng. Thế Hiệu					
CNCT	Ng. Thế Hiệu			TKTC	7/2014	Số hiệu: R2-V-005VN
Giám đốc	Ng. Thế Hiệu					Số lượng: 01
						Khối lượng: 1/60
						Tỉ lệ: 1/60
						Tờ số: Số tờ:
						CÔNG TY TNHH QUỐC TẾ SEABELL

水力発電機の設置台数の増設について

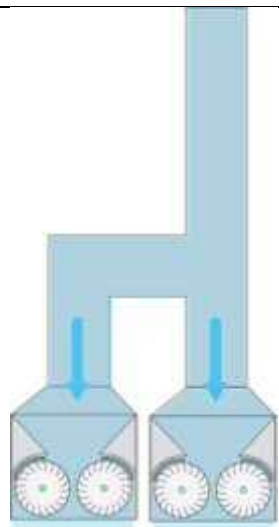
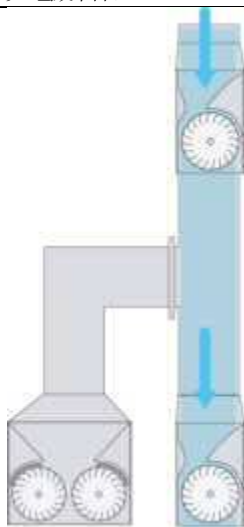
実証事業における水力発電機の設備設置を当初計画の2機から、機器の規模を変更させて合計で3機とすることとした。

**判断の経緯**

事業計画時には、計画書5ページに記載している通り「Thung Von 地区全体の電気需要が6.5～9kW程度であり、3～5kW規模の水力発電機2機の設置が適切であると考えられる」と考えていた。(5.5kW 2軸式、定格出力11kW、実効出力電力5kW)これに対し、2014年4月の現地調査において、事業計画時に想定していた水量より、大幅に水量が少ないことが判明した。

⇒事業計画時の予想水量(目視判断)：0.1 t/s

⇒2014年4月調査の水量測定結果：0.06 t/s (水量想定装置を用いて水量調査を実施)

	計画書作成時点の想定	今後の対応案
Thung Von 地区の電力需要	6.5～9kW	最低4kW(住民ニーズ調査より)、 ホアビン人民委員会からは、 出来る限り大容量の発電を要望
発電出力容量	3～5kWを2機 (日本製、ベトナム製各1機)	乾期：2kWを2機 雨季：上記に加え5kWを1機
発電機 (機器スペック)	5.5kW 2軸式(定格出力11kW) × 1機 (実効発電効率が50%程度を想定)  ※発電機単体は5.5kWが4台	5.5kW 2軸式(定格出力11kW) × 1機 (ベトナム製・雨季のみ稼働) 5.5kW 1軸式 × 2機 (日本製、ベトナム製各1機) ※発電機単体は5.5kWが4台
発電機設置 イメージ (乾期の時期)		

当初、想定したよりも水量が少ないため、水力発電機2機の設置では計画の発電への対応が困難であると考えられる。一方で、対象地点は十分な落差が利用できることから、機器の設置計画の導水管の中継地点に、当初想定の水力発電機よりも規模の小さい機器を1機増設することで、水量の少ない時期にも効果的な発電は行えるようになり、計画の発電への対応が可能となると考えられる。

このため、水力発電機の設備は当初計画の2機から、規模の小さい機器を増設し、合計3機の水力発電機を設置することで対応する。具体的には当初計画では2軸型水車(それぞれの軸に発

電機を搭載)を2機設置としたが、2軸型水車を1機と、1軸型水車(ひとつの軸にひとつの発電機を搭載)を2機の合計3機とする。このため、水車の筐体の数は増えるが、発電機自体の総数は変わらない。

**MEMORANDUM**

**Between**

**THE PEOPLE'S COMMITTEE OF HOA BINH PROVINCE – VIET  
NAM**

**And**

**SEABELL INTERNATIONAL LIMITED COMPANY – JAPAN**

**For**

**Cooperation to implement the project of small hydroelectric system  
“STREAM” at Thung Vong hamlet, Do Nhan commune, Tan Lac district,  
Hoa Binh province**

Based on the Minutes of the meeting in December 2013 between the International Cooperation Agency of Japan, the People's Committee of Hoa Binh province and Company International Limited Seabell on pilot survey for disseminating small and medium enterprises technologies for micro hydroelectric generators in non electrified area in Vietnam;

After having a field trip to check, we jointly agreed on some contents relating to the implementation of small hydroelectric systems “STREAM” at Thung Vong hamlet, Do Nhan commune, Tan Lac district, Hoa Binh province as below:

**1. The responsibility of all Parties in implementing the project:**

***1.1. Responsibility of The People's Committee of Hoa Binh province***

- Land for construction works;
- Prepare to make and approve the investment policy; economic report of the technical basis for the implementation;
- Construction of the categories:
  - + Low pressure line from the total electrical cabinet ( power control panel ); electric meter box and the electric wire after that meter box in order to supply power for households in the project area;
  - + The road for visitors with dimensions 2 x12 m;
  - + Putting 02 instruction board to guide for visitors.
- Responsible for customs clearance procedures for machinery and equipment manufactured in Japan to serve the project;
- Coordinate with Seabell International Limited Company- Japan in celebrating the completion of the seminar/ workshop;

u/y

- Defined electric tariff , collect electric fee ;
- Support and welcome the inspection ;
- Develop business models to sell power and receive business management and operation of electricity sold from May 02 2015 and is responsible for repair of incidents from May 03 2016.

### ***1.2. Responsibility of Japan Seabell International Co.,Ltd***

- Observe, design, purchase, transfer machines, equipments and implement full installation of micro hydroelectric system “STREAM” in Thung Vong Hamlet, Do Nhan Ward, Tan Lac District to generate electricity with full capacity of 22 kW, including 04 machines 5,5 kW;

- Design 02 guideline boards and roads for visitors;

- Provide construction design documents (description, detail design working drawings) to Hoa Binh Province in English and Vietnamese for approval before implementing construction;

- Transfer machines, quipments made in Japan to support for construction from sea port to construction after Hoa binh Provincial People’s Committee clears custom formalities;

- Take responsible for custom taxes, domestic taxes and other nescessary fees applied in Viet Nam related to the supply of goods and services;

- Building Construction Party of micro hydroelectric system “STREAM” have to comply with regulations in Vietnamese law about controlling the construction quality;

- Supply profile and process of machine operation, equipment installation for contruction in English and Vietnamese;

- Instructing staffs and workers to manage and implement the construction;

- Working with Hoa Binh Provincial People’s Committee to concur the content and measurement of two (02) instruction boards for visitors.

- Give a warranty on the building since the implementation to February, 2016.

- Organize completion ceremony, workshop.

### **2. Fund for implementing:**

#### **2.1 Hoa Binh Provincial People’s committee**

Be in charge of all expenditures concerning the duties described in the section 1.1 above.

2.2. Seabell International Co.,Ltd.

Be in charge of all expenditures concerning the duties described in the section 1.2 above.

**3. Implementing duration:** from May, 2014 to February, 2015.

*(Attached with the tasks assignment table, expenditures and duration in specification)*

*Hoa Binh, May ....., 2014*

**For Hoa Binh PPC, Vietnam**

(On behalf)  
  
  
PHÓ CHỦ TỊCH  
TRẦN ĐĂNG NINH

**For Seabell International Co., Ltd.**

(On behalf)  
  
  
CEO

ỦY BAN NHÂN DÂN  
HUYỆN TÂN LẠC

CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM  
Độc lập - Tự do - Hạnh phúc

Số: 26 /QĐ-UBND

Tân Lạc, ngày 25 tháng 6 năm 2014

**QUYẾT ĐỊNH**

V/v thu hồi bổ sung 365.4 m<sup>2</sup> đất trồng cây hàng năm khác của 01 hộ gia đình đang sử dụng tại xã Do Nhân để thực hiện xây dựng công trình cơ sở hạ tầng Nông thôn mới xã Do Nhân, huyện Tân Lạc

**ỦY BAN NHÂN DÂN HUYỆN TÂN LẠC**

Căn cứ Luật Tổ chức HĐND và UBND ngày 26/11/2003;

Căn cứ Luật Đất đai ngày 26/11/2003;

Căn cứ Nghị định số 181/2004/NĐ-CP ngày 29/10/2004 của Chính phủ về thi hành Luật Đất đai;

Căn cứ Quyết định số 592/QĐ-UBND ngày 30/7/2012 của UBND huyện Tân Lạc về việc phê duyệt đồ án Quy hoạch xây dựng Nông thôn mới xã Do Nhân, huyện Tân Lạc, tỉnh Hòa Bình;

Xét đề nghị của Trưởng phòng Tài nguyên và Môi trường tại Tờ trình số 82/TTr-TNMT ngày 23/6/2014,

**QUYẾT ĐỊNH:**

**Điều 1.** Thu hồi 365.4 m<sup>2</sup> đất trồng cây hàng năm khác của 01 hộ gia đình đang sử dụng tại xã Do Nhân, huyện Tân Lạc để thực hiện xây dựng công trình cơ sở hạ tầng Nông thôn mới xã Do Nhân, huyện Tân Lạc

(Cổ danh sách hộ gia đình có đất bị thu hồi kèm theo).

**Điều 2.** Phòng Tài nguyên & Môi trường có trách nhiệm thực hiện:

- Phối hợp với Ủy ban nhân dân xã Do Nhân;
- + Xác định mốc giới, diện tích ngoài thực địa để thực hiện việc thu hồi đất.
- + Chính lý Giấy Chứng nhận QSD đất của hộ bị thu hồi đất.
- Thông báo cho các cấp chính lý hồ sơ địa chính lưu tại cấp mình.

**Điều 3.** Chánh Văn phòng HĐND và UBND huyện, Trưởng phòng Tài nguyên và Môi trường, Chủ tịch UBND xã Do Nhân và chủ sử dụng đất có tên ở Điều 1 căn cứ Quyết định thi hành./

**Nơi nhận:**

- Như Điều 3;
- CT, PCT UBND huyện;
- Phòng Tài nguyên và MT huyện;
- Chánh, Phó CVP HĐND&UBND huyện;
- Lưu: VT.


TM. ỦY BAN NHÂN DÂN  
CHỦ TỊCH

  
Đình Công Sứ



**DANH SÁCH BỔ SUNG HỘ CÓ ĐẤT BỊ THU HỒI  
XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH CƠ SỞ HẠ TẦNG NÔNG THÔN MỚI  
XÃ DO NHÂN-HUYỆN TÂN LẠC**

(Kèm theo Quyết định số 26 /QĐ-UBND ngày 25/6/2014 của Ủy ban nhân dân huyện Tân Lạc)



TT	Tên chủ sở hữu đất	Địa chỉ thửa đất	Thửa đất số	Số tờ ĐĐ	Diện tích các loại đất thu hồi					Ghi chú	
					LUC	BHK	LUK	TSN	ONT		LNK
1	Bùi Văn Hị	X. Thung Vòng	2	45		70.8					
	Bùi Văn Hị	X. Thung Vòng	21	45		211.5					
	Bùi Văn Hị	X. Thung Vòng	25	45		83.1					
<b>Tổng</b>						<b>365.40</b>					



Công nghệ Nhật Bản

## HỆ THỐNG THỦY ĐIỆN NHỎ **STREAM**

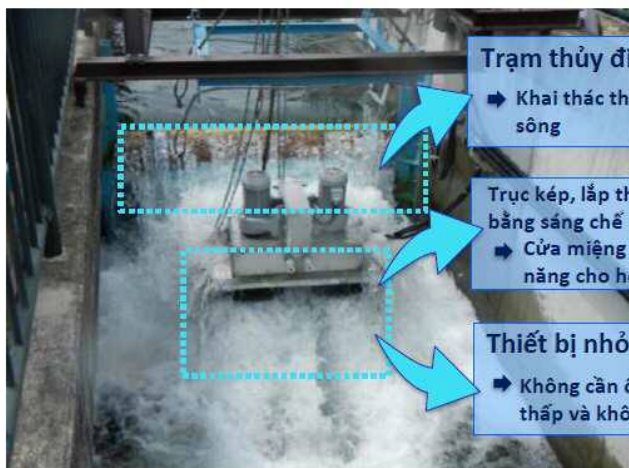
 JAG Seabell Co., Ltd.

Copyright 2015 JAG Seabell Co., Ltd.

Công nghệ Nhật Bản / thủy điện nhỏ STREAM

### Giới thiệu sản phẩm STREAM (1)

 JAG Seabell Co., Ltd.



**Trạm thủy điện nhỏ cột nước thấp**

➡ Khai thác thủy năng trên các kênh và các dòng sông

Trục kép, lắp theo phương thức đã có bằng sáng chế

➡ Cửa miệng hình chuông làm tăng động năng cho hộp năng lượng



**Thiết bị nhỏ gọn, lắp đặt dễ dàng**

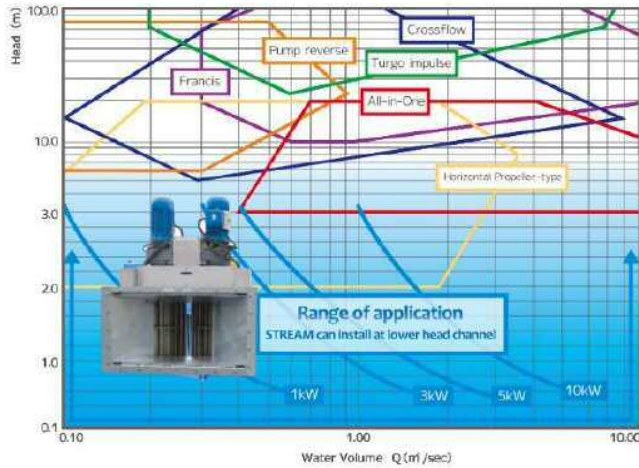
➡ Không cần ống dẫn vòng, dễ lắp đặt, chi phí thấp và không ảnh hưởng đến môi trường

 **Tiêu chuẩn mới**  
**Máy phát điện thân thiện với môi trường**

Copyright 2015 JAG Seabell Co., Ltd.

2

## Giới thiệu sản phẩm STREAM (2)



**➤ Khai thác hiệu quả năng lượng trước đây bỏ không**

## Giới thiệu sản phẩm STREAM (3)

Nét tổng quan về sản phẩm của STREAM



**➤ Dễ dàng nội địa hóa công nghệ**

## Giải pháp tốt cho phát triển nông thôn



**Cấp điện cho các vùng nông thôn mà không cần sử dụng mạng lưới điện quốc gia**

## Giới thiệu Dự án Hòa Bình (1)



**Kết quả dự án Hòa Bình**

## Giới thiệu Dự án Hòa Bình (2)

Vị trí của dự án :

Xóm Thung Vòng, xã Do Nhân, huyện Tân Lạc, tỉnh Hòa Bình



Copyright 2015 JAG Seabell Co., Ltd.

7

## Giới thiệu Dự án Hòa Bình (3)

Vị trí xây dựng :

Tổng quan về xóm Thung Vòng

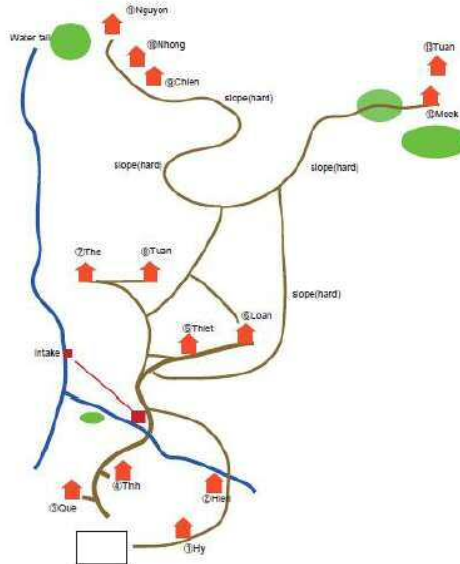


Copyright 2015 JAG Seabell Co., Ltd.

8

## Giới thiệu Dự án Hòa Bình (4)

**Xóm Thung Vòng : 13 hộ gia đình, 57 nhân khẩu.**



9

## Giới thiệu Dự án Hòa Bình (5)

**Tài nguyên nước: thác nước**



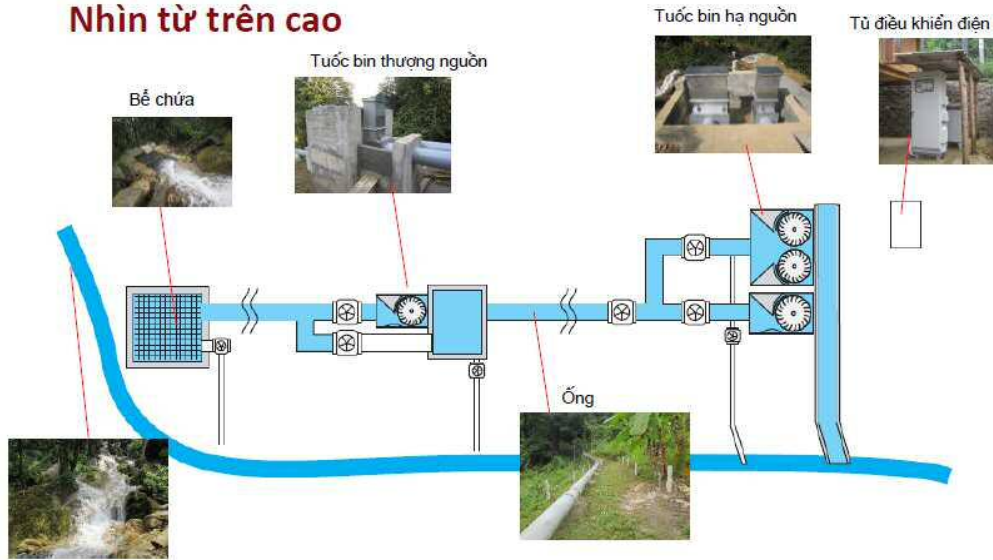
**Nước chảy quanh năm**

Lượng nước

Mùa mưa
0.3m <sup>3</sup> /sec
Mùa khô
0.1m <sup>3</sup> /sec



**Nhìn từ trên cao**



**Kế hoạch hoạt động**

	the rainy season	the dry season
Operation image		
Water volume plan	0.3m <sup>3</sup> /sec	0.1m <sup>3</sup> /sec
Generation plan	8kW	4kW

## Giới thiệu Dự án Hòa Bình (8)

### Công trình dân dụng



## Giới thiệu Dự án Hòa Bình (9)

### Truyền tải điện





## Giới thiệu Dự án Hòa Bình (10)

### Truyền tải điện



## Giới thiệu Dự án Hòa Bình (11)

### Cải thiện đời sống cho người dân

	Light			TV			Mobile			Fun			Refrigerator			Rice cooker		
	Before	After	+-	Before	After	+-	Before	After	+-	Before	After	+-	Before	After	+-	Before	After	+-
A	4	5	1	1	1	0	2	3	1	1	2	1	0	0	0	0	1	1
	1	2	1	0	0	0	2	2	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
	2	3	1	1	1	0	1	1	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0
	2	5	3	1	1	0	1	2	1	2	2	0	1	1	0	0	0	0
	2	3	1	1	1	0	1	2	1	1	2	1	0	0	0	0	0	0
	3	2	-1	1	1	0	2	3	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0
	2	1	-1	0	0	0	2	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	2	0	0	0	0	2	2	0	1	0	-1	0	0	0	0	0	0
B	3	3	0	0	1	1	4	2	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	3	0	0	1	1	4	5	1	0	2	2	0	1	1	0	1	1
C	2	2	0	0	0	0	3	3	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
	2	1	-1	0	0	0	1	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	2	2	0	0	0	2	3	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0

## Giới thiệu Dự án Hòa Bình (12)

### Cải thiện mức sống

#### Nhu cầu

						
	Đèn Điện	Tivi	Di Động	Quạt	Tủ Lạnh	Nồi Cơm
Điện	10W	50W	5W	20W	200W	1000W

#### Cung cấp



Mùa mưa	Mùa khô
8kW = 8000W	4kW = 4000W

## Giới thiệu Dự án Hòa Bình (13)

### Sử dụng hàng ngày (tất cả các mùa)

															
Đèn Điện 10W															260W
Tivi 50W															650W
Di Động 5W															130W
Quạt 30W															390W
Tủ Lạnh 200W															2600W
Nồi Cơm 1000W															
	310W	310W	310W	310W	310W	310W	310W	310W	310W	310W	310W	310W	310W	310W	4030 W

Nhu cầu điện năng

## Giới thiệu Dự án Hòa Bình (14)

Thời gian sử dụng nổi còm điện / mùa khô 4000W

Đèn Điện 10W													260W
4:15-5:00													3000W
5:00-5:45													3000W
10:00-10:45													3000W
10:45-11:30													3000W
17:00-17:45													3000W
17:45-18:30													3000W

Không thể sử dụng đồng thời được

## Giới thiệu Dự án Hòa Bình (15)

Thời gian sử dụng nổi còm điện / mùa mưa 8000W

Đèn Điện 10W													260W
4:15-5:00													7000W
5:00-5:45													6000W
10:00-10:45													7000W
10:45-11:30													6000W
17:00-17:45													7000W
17:45-18:30													6000W

Đồng thời nó không thể được sử dụng

**Cải thiện đời sống cho người dân**



**Nuôi con nhỏ**

Việc nuôi con nhỏ đã trở nên dễ dàng hơn.  
Phụ nữ có thể sử dụng thời gian một cách hiệu quả

**Sạc điện thoại di động**

Người dân không cần phải xuống núi để sạc điện thoại di động.



Copyright 2015 JAG Seabell Co.,Ltd.

21

**Cải thiện đời sống cho người dân**



Tỷ lệ người biết chữ, tình hình giáo dục  
Nhờ ánh sáng, việc học tập đã trở nên dễ dàng và hiệu quả hơn.



**Nấu nướng**

Việc nấu nướng không còn khó khăn và mất thời gian như trước kia.



Copyright 2015 JAG Seabell Co.,Ltd.

22

### Cải thiện đời sống cho người dân

#### Tương lai



Nhờ có điện, sản xuất được cải thiện, năng suất lao động tăng lên, và thu nhập của người dân tăng lên.

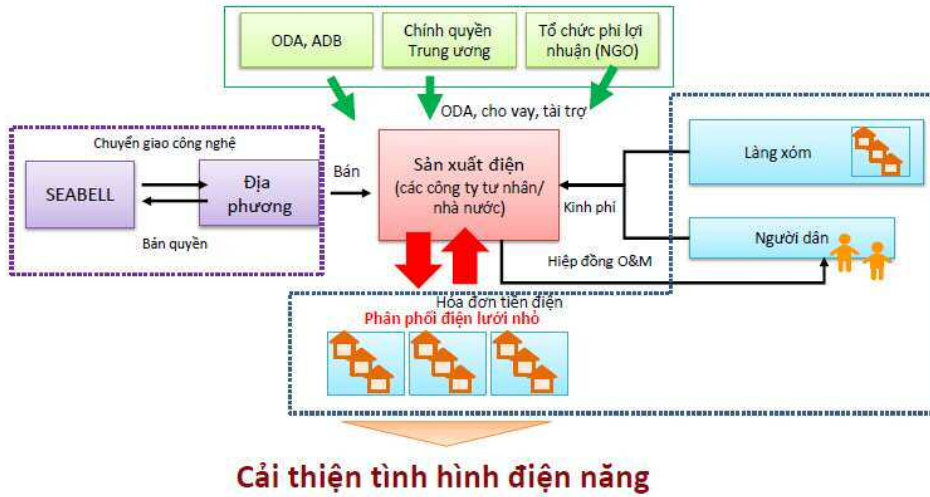
### Đào tạo phương pháp vận hành và bảo dưỡng

Do người dân địa phương thực hiện



Để sử dụng máy móc lâu dài, người dân đã tích cực tham gia học hỏi

## Ví dụ về các chương trình có thể thực hiện được



## Liên hệ với chúng tôi

Để biết thêm thông tin

<http://www.jagseabell.jp>

**JAG Seabell Co.,Ltd.**

2, Rokubancho, Chiyoda-ku, Tokyo, Japan 102-0085

Tel: +81-3-3237-9634 Fax: +81-3-3288-5882

Info\_overseas@jagseabell.jp

Liên hệ tại Việt Nam

**TS. Trịnh Quốc Công**

Khoa Năng lượng, trường Đại học Thủy Lợi

Điện thoại: 0983 011 327 / Email: Cong\_tq@tlu.edu.vn

**Nhâm Gia Tuấn**

Công Ty Cổ Phần Thiết Bị Cơ Điện Và Xây Dựng

Email: tuancktl@gmail.com