

ネパール国

ネパール国
ヒマラヤ農村貧困地域における
軽水力発電機導入プロジェクト
案件化調査

業務完了報告書

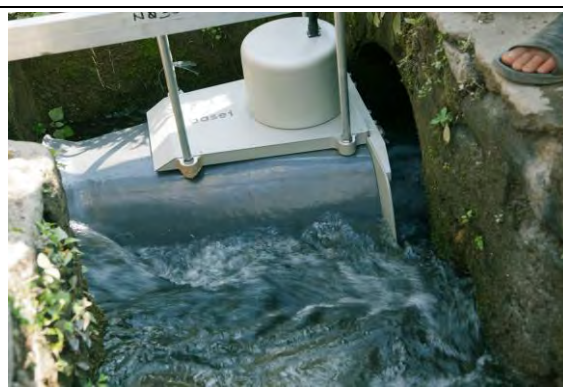
平成 28 年 5 月
(2016 年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

株式会社茨城製作所

国内
JR
16-030

巻頭写真



製品稼動試験



製品デモンストレーション(カトマンズ郡サクー)



住民団体訪問(カトマンズ郡サクー)



学校でのヒアリング(カスキ郡)

目次

巻頭写真	1
略語表	3
図表リスト	4
要約	6
はじめに	10
第1章 対象国の現状	17
1-1 対象国の政治・社会経済状況	17
1-2 対象国の対象分野における開発課題	19
1-3 対象国の対象分野における開発計画、関連計画、政策及び法制度	22
1-4 対象国の対象分野における ODA 事業の先行事例分析及び他ドナーの分析	28
1-5 対象国のビジネス環境の分析	32
第2章 提案企業の製品・技術の活用可能性及び海外事業展開の方針	34
2-1 提案企業及び活用が見込まれる製品・技術の特徴	34
2-2 提案企業の事業展開における海外進出の位置づけ	37
2-3 提案企業の海外進出による我が国地域経済への貢献	38
第3章 活用が見込まれる製品・技術に関する調査及び活用可能性の検討結果	40
3-1 製品・技術の検証活動	40
3-2 製品・技術の現地適合性検証	40
3-3 製品・技術のニーズの確認	47
3-4 製品・技術と開発課題との整合性及び有効性	51
第4章 ODA 案件化の具体的提案	53
4-1 ODA 案件概要	53
4-2 具体的な協力計画及び開発効果	56
4-3 他 ODA 案件との連携可能性	62
4-4 ODA 案件形成における課題と対応策	62
第5章 ビジネス展開の具体的計画	非公開
5-1 市場分析結果	非公開
5-2 想定する事業計画及び開発効果	非公開
5-3 事業展開におけるリスクと課題	非公開
添付資料1 現地調査 主要面談・サイト調査記録	非公開
添付資料2 英文要約	66

略語表

ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
AEPC	Alternative Energy Promotion Center	代替エネルギー促進センター
BYS	Balaju Yantra Shala	(現地水力発電機メーカーの1社)
CLC	Community Learning Center	コミュニティラーニングセンター
Danida	Danish International Development Assistance	デンマーク国際開発援助活動
DDC	District Development Committee	郡開発委員会
DEECCS	District Environment, Energy and Climate Change Section	環境・エネルギー・気候変動セクション
GIZ	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit	ドイツ国際協力公社
HP	Health Post	ヘルスポスト
IDA	International Development Association	国際開発協会
IWM	Improved Water Mill	改良型水車
JOCV	Japan Overseas Cooperation Volunteers	青年海外協力隊
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau	ドイツ復興金融公庫
LDC	Least Developed Country	後発開発途上国
NEA	Nepal Electricity Authority	ネパール電力公社
NGO	Non-governmental Organization	非政府組織
NMHDA	Nepal Micro Hydropower Development Association	ネパール小水力開発協会
NRREP	National Rural and Renewable Energy Programme	国家地方および尾再生可能エネルギープログラム
NSP	National Service Provider	ナショナル・サービス・プロバイダー
NYSE	Nepal Yantra Shala Energy	(現地水力発電機メーカーの1社)
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
PHCC	Primary Health Care Center	プライマリーヘルスケアセンター
PPP	Public Private Partnership	官民連携
RSC	Regional Service Center	地域サービスセンター
SHP	Sub Health Post	サブヘルスポスト
SNV	the Netherlands Organization for Development	オランダ開発組織
UNDP	United Nations Development Programme	国連開発計画
USAID	United States Agency for International Development	米国国際開発庁
VDC	Village Development Committee	村落開発委員会

図表リスト

表 1	団員リスト	11
表 2	経済指標の推移	17
表 3	現代ネパール政治史	18
表 4	停電計画表	20
表 5	対ネパール連邦民主共和国 国別援助方針	21
表 6	開発課題小目標「教育・保健サービスの向上」の現状と課題	21
表 7	第 13 次 3 ヶ年計画のターゲット（主要指標および電力関連指標）	22
表 8	AEPC の拠出元別予算（西暦 2012 年 7 月-2013 年 7 月）	27
表 9	マイクロ水力発電に対する補助金	28
表 10	1 日あたり予想発電量(Wh)による比較	36
表 11	1 日あたり総発電量(Wh)による比較	37
表 12	ネパールの地方における公的医療機関	50
表 13	事業サイト候補地の概要	54
表 14	シャンカラプール市の概要	55
表 15	システム構成（案）	57
表 16	普及・実証事業 事業費概算	62
図 1	ネパール地図	17
図 2	産業構成	18
図 3	ネパールの地方電化に係る行政機関	23
図 4	既存及び建設中の発電所、及び送電線と変電所（2014 年 7 月）	24
図 5	小水力、独立太陽光及びディーゼル発電所（2014 年 7 月）	25
図 6	AEPC PPP Model	26
図 7	ネパールの一般的な水車小屋	32
図 8	軽水力発電機 Cappa	34
図 9	サクーのデモンストレーションサイト周辺（左）	41
図 10	夜間の被災者仮設住宅（右）	41
図 11	製品稼働試験の様子	41
図 12	デモサイトの場所	43
図 13	製品デモンストレーション会場の様子	43
図 14	製品が稼働する様子	44
図 15	NYSE 工場内部	45
図 16	BYS 工場内設備	45
図 17	BYS 加工部品（左）	46
図 18	BYS 部材棚（右）	46
図 19	BYS 掲示標語	46
図 20	仮設校舎	48

図 21	電力不足地域（カスキ郡周辺）	49
図 22	被災地（サクー市街地）	50
図 23	地域の医療機関（PHC）の屋根に設置してあるソーラーパネル.....	51
図 24	パイロットサイトイメージ図.....	53
図 25	事業サイト候補地の位置	54
図 26	無電化の学校（カスキ郡）	55
図 27	普及・実証事業体制	61
図 28	普及・実証事業スケジュール.....	61

要約

第1章 対象国の現状

ネパール連邦民主共和国（以下、ネパール）では電力需要に対する供給が 78.4%（2013/14 年）にとどまっており村落地域の電化率は特に低いという現状に加え、ネパール電力公社（NEA）によると電力需要は年率約 9%で増加すると予測されており、発電能力増強と地方電化は喫緊の課題となっている。さらに、2015 年 4 月の大震災による既存の水力発電施設の破損やインド国境の封鎖の影響で、2016 年 2 月時点でナショナル・グリッドの計画停電が 10 数時間に及んでいる。ネパール政府は 2020 年までに後発開発途上国（LDC）から脱却するという目標を掲げており、日本政府もその取り組みを後押しすべく地方・農村部の貧困削減を国別援助方針の重点分野の 1 つに置き教育セクター等への支援を行うと同時に、水力発電施設の能力向上や拡張プロジェクト等により、社会・経済インフラ整備の一環として電力セクターへの支援を行っている。

ネパール政府は近年、電力を含む経済インフラ整備を優先分野として「再生可能エネルギー政策」（2009 年）を策定し、この中で村落地域の電力供給を行うには小水力発電が必要であると位置づけている。地方電化は 1 MW までの代替エネルギーの普及を担当している科学技術環境省の傘下である代替エネルギー促進センター（Alternative Energy Promotion Center : AEPC）によって進められている。

第2章 提案企業の製品・技術の活用可能性及び海外事業展開の方針



本案件化調査でネパールへの導入可能性を検討した製品は、軽水力発電機 Cappa である。Cappa は落差を必要とせず水流で発電することができることから土木工事を必要とせず、容易に設置できる点に特徴がある。重機の搬入が困難で、発電機稼動に必要な外部電源がない地域への導入も可能である。

本案件化調査でネパールで普及している太陽光発電システムとの比較を行ったところ、発電効率及び 1Wh あたりの機材価格いずれの比較でも Cappa に優位性が認められた。

第3章 活用が見込まれる製品に技術に関する調査及び活用可能性の検討結果

ネパールの無電化農村地域や電力不足地域への軽水力発電機 Cappa の導入を図るため、カスキ郡とカトマンズ郡 Shankarapur Municipality で水流や周辺環境に関するプロジェクトサイト候補地の調査、サクー（カトマンズ郡 Shankarapur Municipality）で製品稼動試験及び現地デモンストレーション、首都カトマンズを含め政府機関や民間セクター等に対してヒアリング調査を実施した。

製品の現地適合性については、プロジェクトサイト候補地の調査と、第3回現地調査（2015年11月）時に開催した現地デモンストレーションで Cappa を実際に稼動させることにより検証した。現地デモンストレーションを実施したサクーは、2015年4月の震災によってカトマンズ近郊ではもっとも深刻な被害を受けた地域である。現地デモンストレーションには今後の Cappa の導入に当たってカウンターパートの候補となる AEPC 等のネパール政府機関、現地自治体代表、在ネパール日本政府関係者、民間セクターからの参加者、地域住民などが集まった。周辺の被災者からは、身近にある小さな水流で簡単に発電できることに加え、24時間流れがある限り安定的に使える Cappa をすぐにでも使いたいとの声が上がった。

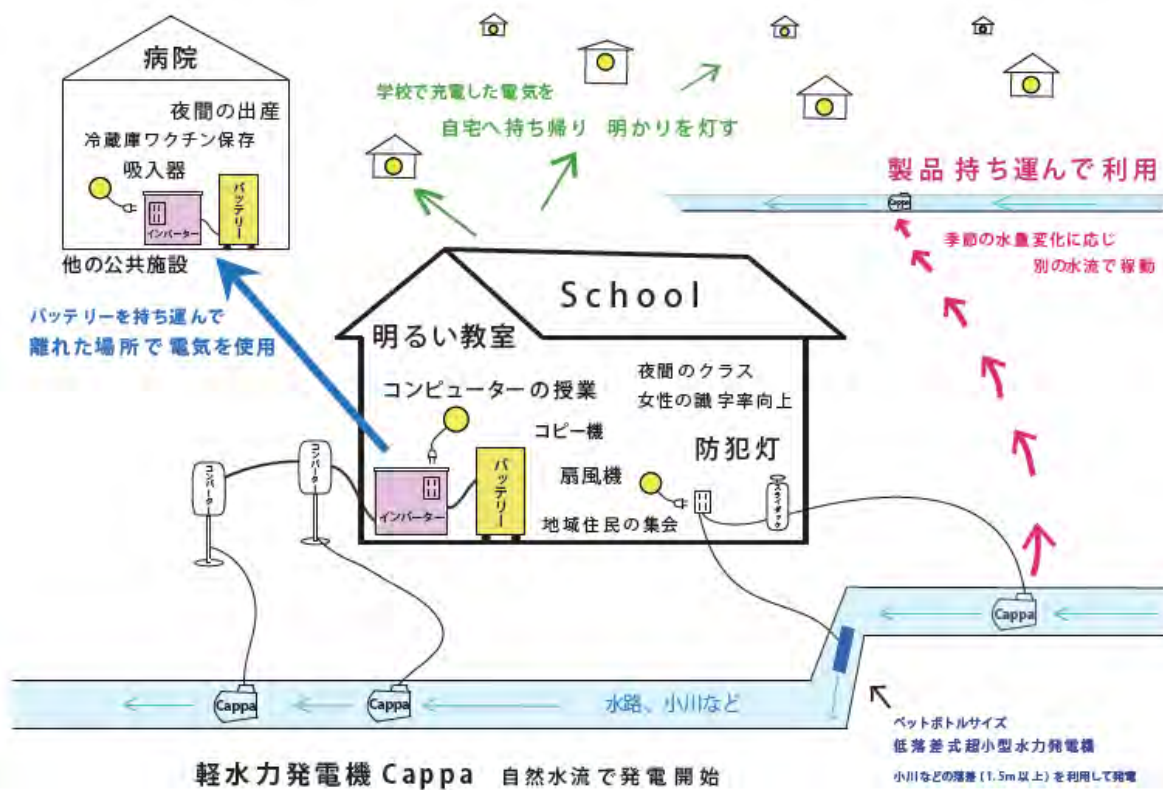
また、Cappa の修理・メンテナンス及び現地への一部部品の製造移管を検討するため、ネパール小水力小水力発電協会（Nepal Micro Hydro Development Association : NMHDA）及び現地メーカーに対して工場視察やヒアリング調査を行ったところ、それぞれの訪問先から将来的な Cappa の製造や、日本企業との合弁など積極的な意見があった。また、現地メーカー2社とのディスカッションの結果、部品の技術指導や維持管理体制構築のための人材教育を実施すれば現地での生産体制を確立できると判断した。

電力の供給が不安定なネパールにおいては Cappa は様々な用途への活用が考えられるが、ネパールの学校は地元住民が運営に関与していることから、Cappa の維持管理体制の構築も円滑に進められると考えられることも考慮し、学校を中心に周辺の一般家庭で安定的な電力を供給することにより教育環境や生活環境の向上を通じてネパール国民の生活水準を向上させることを目指すこととした。まず、本案件化調査に引き続き普及・実証事業により、Cappa のネパールでの普及と実証を図る計画である。また、山間部での小水力発電に対するニーズを充足するため、ペットボトルサイズの低落差式超小型水力発電機（重さ約 3.9kg）を Cappa と合わせて導入することを検討する。

第4章 ODA 案件化の具体的提案

ODA 案件として想定している普及・実証事業では①生徒数数十人規模の小学校（Primary School）と②生徒数 300 人程度の中学校（Secondary School）または高校（Higher Secondary School）をパイロットサイトとして Cappa を1年間稼動させ、現地での実際の稼動状況に合わせて Cappa を運用、維持管理できる体制を構築するとともに普及活動を実施する。

カウンターパート機関としては、科学技術差環境省の傘下で再生可能エネルギーの活用促進を担当している代替エネルギー普及センター（Alternative Energy Promotion Center : AEPC）を想定している。



普及・実証事業で達成を目指す目的及び成果は以下のとおり。

目的	電力供給が不安定な地域もしくは無電化地域の学校に軽水力発電機 Cappa と低落差式超小型水力発電機を設置し学校及びコミュニティ安定した電力を供給することによって、生活環境を向上させ貧困の削減に寄与する。
成果 1	Cappa と低落差式超小型水力発電機が学校やコミュニティ施設に設置され、電力供給できるようになる
成果 2	地元コミュニティによる維持管理体制が構築される
成果 3	Cappa と低落差式超小型水力発電機の特長を活かした導入モデルが構築される
成果 4	Cappa と低落差式超小型水力発電機の製造工程の一部が現地メーカーに移管される
成果 5	ネパールで Cappa と低落差式超小型水力発電機の普及活動が実施される

業務実施期間は 2016 年 10 月～から 2018 年 12 月までを予定している。

案件化調査

ネパール国 ヒマラヤ農村貧困地域における軽水力発電機導入プロジェクト

案件化調査

企業・サイト概要

- 提案企業：株式会社 茨城製作所
- 提案企業所在地：茨城県日立市
- サイト・C/P機関：カトマンズ郡、マカワンプル郡、カスキ郡
代替エネルギー普及センター(AEPC)



軽水力発電機 Cappa



大人2人で持ち運び、水流に入れば発電開始

ネパール国の開発課題

- 慢性的な電力不足による計画停電により、国民生活や経済活動に大きな支障が生じている。
- 山岳部・農村部には無電化地域や電力不足地域が多く存在している。
- 震災により電力インフラにも深刻な被害が発生。

中小企業の技術・製品

- 軽水力発電機Cappaは、落差を必要とせず、可搬式で大人2人で設置ができ、水流に入れるだけで発電を開始する。
- 設置にあたり大規模な土木工事が不要。
- 系統連携を必要としない分散型独立電源。

調査を通じて提案されているODA事業及び期待される効果

- 普及・実証事業によって学校に軽水力発電機Cappaを中心とした発電システムを導入し、住民主体の維持管理システムを構築するとともに、製品の普及を図る。
- 無電化地域・電力不足地域での教育環境の改善、及び周辺家庭への生活用電源の供給による生活環境の向上を通じて、貧困の削減に寄与。

日本の中小企業のビジネス展開

- 現地事務所設立。
- 現地での製造拠点確立に向けたパートナー企業との製造・販売・メンテナンス・技術者育成等の提携又は合弁企業を設立。
- 現地NGOと連携することにより、地域住民が継続して製品をメンテナンスできる体制を構築。
- 現地生産化することでネパール国及び近隣諸国における普及を目指す。

はじめに

1. 調査名

ネパール国 ヒマラヤ農村貧困地域における軽水力発電機導入プロジェクト案件化調査

2. 調査の背景

ネパールは2006年まで続いた紛争の影響もあり、南アジアでも所得水準が低い後発開発途上国である。ネパール政府は最貧国からの脱却という目標を掲げ、経済成長の促進及び社会の安定化という課題に取り組んでいるが、社会インフラの不足やガバナンスの脆弱さなどの問題を抱えている。8,000mを超えるヒマラヤ系の急峻な地形のもと、豊富な水資源を活用し水力発電を主な発電源としているが、ピーク電力需要（2011年、946MW）をカバーできず、慢性的な電力不足の状態である。また、乾季には1日最大16時間程度の計画停電を実施しているため、国民の生活や経済活動に大きな支障をきたしている。今後、経済発展が進むに連れ年率9%程度で電力需要が伸びると予測され、発電能力の増強と無電化地域の電化は喫緊の課題である。

ネパール政府は近年、電力を含む経済インフラ整備を優先分野と位置付け、2009年には「再生可能エネルギー政策」を策定し、この中で基幹送電系統に接続していない村落地域の電力供給を行うには、小水力発電が必要であると位置づけている。対ネパール国別援助方針における重点分野として、電力などの「経済成長のための社会基盤・制度整備」を定めており、本調査はこれに合致する取り組みである。

3. 調査の目的

本調査では、軽水力発電機の導入可能性やその導入に伴う課題を確認するとともに、提案製品を活用したデモンストレーションの実施を通じ、製品の適応性の検証やカウンターパートへの製品紹介を行い、ODA案件化に向けた検討を行う。また、事業化に向けた各種事業環境を調査し、ODA案件化及びその後の事業展開にかかる実現可能性を検証する。

4. 調査対象国・地域

ネパール国 カトマンズ郡、マカワンプル郡、カスキ郡

5. 団員リスト

本調査の業務従事者は以下のとおり。

表 1 団員リスト

氏名	所属先	担当業務
菊池 伯夫	㈱茨城製作所	業務主任者/統括/市場調査
渡辺 あしな	㈱茨城製作所	市場調査/現地調査/業務調整
岩田 航治	㈱茨城製作所	現地調査/技術指導
渡邊 貴一郎	㈱茨城製作所	品質保証
関山 喜郎	株式会社茨城製作所 (補強:技術事務所 セキテック・ラボ)	電気関係システム計画/設計開発
志村 明美	有限責任監査法人トーマツ	プロジェクトマネージャー/総合調整
佐々木 真歩	新日本有限責任監査法人	法規制/関係機関/市場調査(1)
石井 晶子	新日本有限責任監査法人	法規制/関係機関/市場調査(2)
原 康子	NPO法人 ムラのミライ	サイト調査サポート/デモンストレーションサポート(1)
和田 信明	NPO法人 ムラのミライ	サイト調査サポート/デモンストレーションサポート(2)

6. 現地調査工程

本調査の現地調査工程は以下のとおり。

第1回現地調査 (2015年6月14日～28日)

調査日	都市	訪問先	調査内容
6月14日	東京発、バンコク着	-	移動
6月15日	バンコク発、カトマンズ着	-	移動
6月16日	カトマンズ	Gokarna Primary Health Care Centre、ゴカルナ周辺河川	デモサイト候補地調査
6月17日	カトマンズ	JICA ネパール事務所	関係先との協議
	カトマンズ	Nepal Electricity Authority	電力開発計画、関連法規等の調査
	カトマンズ	電機店、ソーラーパネル販売店	市場調査
6月18日	カトマンズ	代替エネルギー普及センター (Alternative Energy Promotion Centre : AEPC)	製品や事業計画に関する説明、軽水力発電開発に関するヒアリング
	カトマンズ	デモサイト候補地 (シバプリー国立公園内)	デモサイト候補地調査

6月19日	カトマンズ	Suntakhan Madhyamik Vidhyalaya (小中学校、Grass root site)	デモサイト候補地調査
	カトマンズ	小水力発電開発協会 (Nepal Micro Hydro Power Development Association : NMHDA)	ネパール国内での小水力発電 機製造業者に関する情報収集
	カトマンズ	Solar Electric Manufacturers' Association Nepal	再生可能エネルギー販売市場 調査
	カトマンズ	AEPC UNDP Renewable Energy for Rural Livelihood Program (RERL) focal point	RERL プロジェクト、ネパールの 水路、Watermill 等水利用一般 に関するヒアリング
	カトマンズ	Nepal Yantra Shala Energy	ネパールの製造業者の技術水 準に関する調査、取引先等に関 するヒアリング
6月20日	カトマンズ	デモサイト候補地 (サクー)	デモサイト候補地調査
6月21日	カトマンズ	-	資料整理、内部打ち合わせ
6月22日	カトマンズ	ムラのミライ草の根サイト内の 河川、水路、水車小屋、商店	被災地での製品の活用可能性 にかかる調査、デモサイト候補 地調査
6月23日	カトマンズ	サクー近郊の河川、水路、木材 加工所、Baru-Ichi Research & Development、Jaleshwari Metal Works	被災地での製品の活用可能性 にかかる調査、デモサイト候補 地調査、製品設置用機材の入手 可能性調査、現地電気技術者か らのヒアリング
6月24日	カトマンズ	ゴカルナ周辺河川、ムラのミラ イ草の根サイト内のヘルスセン ター	デモサイト候補地調査 被災地での製品の活用可能性 にかかる調査
6月25日	カトマンズ	Kathmandu Metal Industries & Hydro Power Private Ltd. (KMI)	ネパールの製造業者の技術水 準に関する調査、取引先等に関 するヒアリング
6月26日	カトマンズ	日本大使館、JICA ネパール事務 所	表敬訪問
6月27日	カトマンズ発、バン コク着・発	-	移動
6月28日	東京着	-	移動

第2回現地調査 (2015年9月27日～10月13日)

調査日	都市	訪問先	調査内容
9月27日	東京発、シンガポール着	-	移動
9月28日	シンガポール発、カトマンズ着	-	移動
9月29日	カトマンズ	JICA ネパール事務所	関係先との協議
	カトマンズ	Non-Formal Education Center (Ministry of Education)	法制度、ビジネス環境等に関するヒアリング
9月30日	カトマンズ	NMHDA、ネパール電力公社	法制度、ビジネス環境等に関するヒアリング
10月1日	カトマンズ	National Resource Center for Non Formal Education、Community Learning Center、Department of Education (Ministry of Education)	法制度、ビジネス環境等に関するヒアリング
10月2日	カトマンズ	Khagendra New Life School	学校施設でのヒアリング、デモへの協力依頼
10月3日	カトマンズ	-	資料整理、内部打ち合わせ
10月4日	カトマンズ	ゴカルネシヨール市役所	デモへの協力依頼、必要とされる許可に関する聞き取り
10月5日	カトマンズ	AEPC	法制度、ビジネス環境等に関するヒアリング
10月6日	カトマンズ	Hydro Energy Concern Pvt.Ltd.	ビジネス環境等に関するヒアリング
10月7日	カトマンズ	-	資料整理、内部打ち合わせ
10月8日	カトマンズ	デモサイト候補地（サクー）	製品稼動試験
10月9日	カトマンズ	デモサイト候補地（シバプリー国立公園内）	製品稼動試験
	カトマンズ	Okhreni School	教育施設でのヒアリングとデモンストレーションへの協力依頼
	カトマンズ	日本大使館、JICA ネパール事務所	関係先との協議
10月10日	カトマンズ	-	製品稼動試験結果取りまとめ
10月11日	カトマンズ	-	資料整理、内部打ち合わせ
10月12日	カトマンズ発、シンガポール着・発	-	移動

10月13日	東京着	-	移動
--------	-----	---	----

第3回現地調査（2015年11月17日～12月6日）

調査日	都市	訪問先	調査内容
11月17日	東京発、バンコク着	-	移動
11月18日	バンコク発、カトマンズ着	-	移動
11月19日	カトマンズ	デモサイト（サクー）	デモンストレーション準備
11月20日	カトマンズ	デモサイト（サクー）	デモンストレーション実施
11月21日	カトマンズ	-	デモンストレーション用機材梱包、発送手続きにかかる作業
11月22日	カトマンズ発、ポカラ着	-	移動
	ポカラ	Kaski DDC、市内でのヒアリング	郡政府表敬訪問、学校関係者へのニーズ調査
11月23日	ポカラ	Nispaskha Secondary School、Tare Bhara primary school（Lwang Ghale Village Development Committee）	パイロットサイト調査(学校)、周辺村落でのニーズ調査
11月24日	ポカラ	ポカラ市内水路（Prasyang Ward 5、Bhadrakali Ward 13、Kudhar Ward 13）	パイロットサイト調査
11月25日	ポカラ	Kaski DDC、市内でのヒアリング	郡政府へ報告、ビジネス環境調査
11月26日	ポカラ発、カトマンズ着	-	移動
	カトマンズ	-	資料整理
11月27日	カトマンズ	在ネパール日本大使館	表敬訪問
11月28日	カトマンズ→ヘトウダ	Ghatte chour village JanaKalyam Higher Secondary School	移動、パイロットサイト調査
11月29日	ヘトウダ	Chauthada village BansaGopal Higher Secondary School、Makwanpur DDC	郡政府訪問、パイロットサイト調査、関係先との協議
11月30日	ヘトウダ	Raigaun Village Surya Higher Secondary School	パイロットサイト調査、関係先との協議
12月1日	ヘトウダ→カトマンズ	-	移動

12月2日	カトマンズ	AEPC、市内でのヒアリング	カウンターパート候補先との協議、市場調査
12月3日	カトマンズ	デモサイト（サクー）周辺	パイロットサイト調査、関係先との協議
12月4日	カトマンズ	教育省、JICA ネパール事務所	関係先との協議
	カトマンズ	Nature Express Travel	ビジネス環境調査
12月5日	カトマンズ発、バンコク着・発	-	移動
12月6日	東京着	-	移動

第4回現地調査（2016年1月20日～2月4日）

調査日	都市	訪問先	調査内容
1月20日	東京発、バンコク着	-	移動
1月21日	バンコク発、カトマンズ着	-	移動
1月22日	カトマンズ	JICA ネパール事務所、教育省、 ジャンカラプール市役所、サクー 水路調査	パイロットサイト調査、関係先との協議
1月23日	カトマンズ	Sankhu woman community、サクー 水路調査	パイロットサイト調査、関係先との協議
1月24日	ポカラ発、カトマンズ着	-	移動
	ポカラ	青年海外協力隊所在地	関係先との協議
1月25日	ポカラ	Rivan VDC、Nispaskha Secondary School、Mardhi river control committee Pokhara Canyoning（観光施設）	パイロットサイト調査、関係先との協議
1月26日	ポカラ	Dhital VDC、Baraha higher Secondary school	パイロットサイト調査、関係先との協議
1月27日	ポカラ	Nepal Tourism Board、Temple Tree Resort & Spa	関係先との協議、市場調査
1月28日	ポカラ	Kaski DDC、Annapurna Conservation Area Project	パイロットサイト調査、関係先との協議
1月29日	ポカラ	Janakalyan Primary School	パイロットサイト調査、関係先との協議
1月30日	ポカラ発、カトマンズ着	-	移動

1月31日	カトマンズ	NMHDA、Nepal Yantra Shala Energy、Atmosfare、Himalayan Map House P.Ltd	関係先との協議、現地製造に関する調査
2月1日	カトマンズ	Alternative Energy Promotion Center、BARAJU YANSTRA SHALA	関係先との協議、現地製造に関する調査
2月2日	カトマンズ	日本大使館、投資庁、SAMPO International、JICA ネパール事務所	関係先との協議、現地製造に関する調査
2月3日	カトマンズ発、バンコク着・発	-	移動
2月4日	東京着	-	移動

第1章 対象国の現状

1-1 対象国の政治・社会経済状況

ネパールは、南アジアに位置する内陸国で、東、西、南をインド、北を中国チベット自治区に接している。面積 14.7 万平方キロメートル（北海道の約 1.8 倍）の国土にインド・アリア系とチベット・ミャンマー系の多民族によって構成される 2,649 万人（2011 年、ネパール中央統計局による人口調査¹）が居住している。世界最高峰のエベレスト（ネパール語名サガルマータ、標高 8,848m）を含むヒマラヤ山脈、国土の中央部に位置する丘陵地帯、南部のタライ平原からなる国土は、変化に富んだ地形を呈している。



図 1 ネパール地図²

表 2 経済指標の推移³

	1990 年	2000 年	2006 年	2010 年	2014 年
人口	18,742 千人	23,740 千人	25,794 千人	26,876 千人	28,175 千人
名目 GDP	3,628 百万ドル	5,494 百万ドル	9,044 百万ドル	16,002 百万ドル	19,770 百万ドル
一人当たり 名目 GDP ⁴	193.56 ドル	231.43 ドル	350.61 ドル	595.43 ドル	701.68 ドル
実質 GDP 成長率	4.6%	6.2%	3.4%	4.8%	5.4%
海外からの送金額 GDP 比 ⁵	-	10.7%	13.8%	18.5%	29.1%

¹ Central Bureau of Statistics, “Population Monograph of Nepal, 2014”

² http://www2m.biglobe.ne.jp/ZenTech/world/map/q071_map_nepal.htm

³ 出典：世界銀行 World Development Indicators(2015 年 12 月 22 日更新、2016 年 2 月 9 日 閲覧)

⁴ 出典 1 より JICA 調査団算出

⁵ 出典：Current Macroeconomic Situation in Nepal, Nepal Rastra Bank(在ネパール日本国大使館)

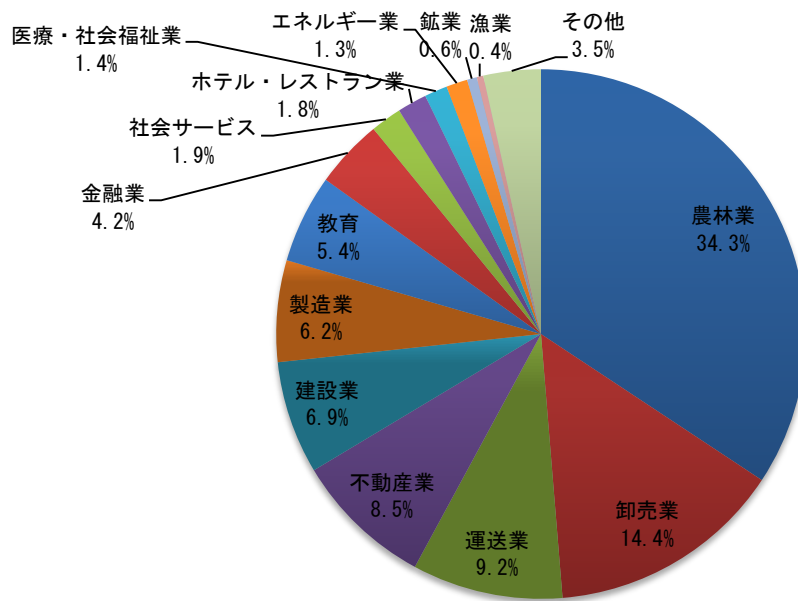


図 2 産業構成⁶

1996年より政情不安が続いていたが、2006年に包括和平が成立した後、2008年に王制が廃止され、2015年9月に制定された憲法により、7つの州からなる連邦民主共和制⁷に移行した。

社会の安定に伴い経済状況の回復が進んでいた中、2015年4月25日に発生したネパール大地震やその後の余震により首都カトマンズを含む各地で8,600人以上の死者⁸を出す甚大な被害に見舞われている。

表 3 現代ネパール政治史⁹

1990年	11月	1990年憲法成立、国民主権の元、複数政党制の導入
1996年	2月	ネパール共産党毛沢東主義派（マオイスト）が王政と政府に対する武装闘争を開始
2001年	1月	マオイスト、人民解放軍を創設
	6月	王宮乱射事件、ギャネンドラ国王即位
		以降、国王、議会、マオイストによる主導権争い、混乱状態が続く

「図説 ネパール経済 2014」)

⁶ Economic Survey, 2012/2013 版、Ministry of Finance(在ネパール日本国大使館「図説 ネパール経済 2014」)より JICA 調査団作成

⁷ 憲法成立以前は全国を 5 地区の開発地区 (Development Region) に分割しており、中央政府の広域開発計画は開発地区ごとに制定されていた。

⁸ <http://www.reuters.com/article/2015/05/17/us-quake-nepal-idUSKBN0020LL20150517>

⁹ JICA 調査団作成

2006年	11月	政府とマオイストが包括和平合意に調印
2007年	1月	暫定憲法成立
2008年	5月 7月	制憲議会設置、王政廃止 初代大統領ヤーダブ（ネパール会議派）、首相プラチャンダ（マオイスト）就任
2009年 ~2012年		以降、首相交代が3回繰り返されるも憲法制定に至らず、制憲議会の任期が満了
2014年	1月	第2次制憲議会開会
2015年	4月 9月	大震災の発生 新憲法が成立（当初の公布期限は1月であった） 州の境界線等をめぐって南部のインド系住民が反発、ゼネストの実施、インドとの国境を封鎖 燃料、物資の不足による国民生活への影響が深刻化
2016年	2月	国境封鎖の解除

1-2 対象国の対象分野における開発課題

1-2-1 ネパールの開発課題

ネパールは、山岳地帯の内陸国であるという地理的制約に加え、電力、道路、灌漑などの社会インフラ不足やガバナンスの脆弱さなどの問題を抱え、主要産業である農業の生産性も低いことから経済成長率は低い水準にとどまっている。このため、南アジアで最も所得水準の低いLDCとなっている。ネパール政府は、最貧国からの脱却という目標を掲げ、経済成長を促進し、国民全体にその恩恵を行き渡らせることにより社会を安定化させるという課題に取り組んでいる。

2013年7月に発表された第13次計画（2013/14-2015/16）のアプローチペーパーによれば、ネパールは2022年までにLDCから脱却することを長期的なビジョンとして掲げ、貧困ライン以下で生活する人口を18%以下に下げることが同計画のゴールとして掲げている。また、下記の分野を優先分野として挙げている。

- 水力発電及びその他のエネルギーの開発
- 農業セクターの生産性増加、多様化、及び商業化
- 基礎教育、保健、飲料水、及び衛生セクターの開発
- 良好なガバナンスの推進
- 道路及びその他のインフラの開発
- 観光、産業、及び流通セクターの開発
- 自然資源と環境の保護

1-2-2 電力セクターの開発課題

ネパール電力公社（Nepal Electricity Authority : NEA）の2014年年次報告によれば、2013/14

年度の同国の電力需要に対する供給は 78.4%にとどまっている。また、2011 年時点の村落地域の電化率は 61%と低く、特に中西部、極西部において電化率が低い。NEA によれば、電力需要は年率約 9%で増加すると見込まれており、発電能力増強と地方電化は緊急の課題とされている。その上、電化率についても、今回の現地調査において「対象地域の一部分で電化されている場合、当該地域は全て電化されている」という前提に立ったものであることが判明したことから、世帯単位で見ると電化率はさらに低くなる。

さらに、2015 年 4 月の大震災により既存の水力発電施設の破損（262 か所）や 9 月から翌年 2 月にかけて発生したインド国境封鎖による燃料不足の影響で、ナショナル・グリッドの計画停電が 10 数時間に及んでいる。

Power Cut Schedule

Effective from: 1 February 2016 onwards

Group / Days	Sunday	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday
Group - 1	07:00-14:00	09:00-17:00	08:00-16:00	05:00-11:00	06:00-13:00	03:00-08:00	04:00-10:00
	17:00-23:00	20:00-01:00	19:00-24:00	14:00-21:00	16:00-22:00	11:00-19:00	13:00-20:00
Group - 2	04:00-10:00	07:00-14:00	09:00-17:00	08:00-16:00	05:00-11:00	06:00-13:00	03:00-08:00
	13:00-20:00	17:00-23:00	20:00-01:00	19:00-24:00	14:00-21:00	16:00-22:00	11:00-19:00
Group - 3	03:00-08:00	04:00-10:00	07:00-14:00	09:00-17:00	08:00-16:00	05:00-11:00	06:00-13:00
	11:00-19:00	13:00-20:00	17:00-23:00	20:00-01:00	19:00-24:00	14:00-21:00	16:00-22:00
Group - 4	06:00-13:00	03:00-08:00	04:00-10:00	07:00-14:00	09:00-17:00	08:00-16:00	05:00-11:00
	16:00-22:00	11:00-19:00	13:00-20:00	17:00-23:00	20:00-01:00	19:00-24:00	14:00-21:00
Group - 5	05:00-11:00	06:00-13:00	03:00-08:00	04:00-10:00	07:00-14:00	09:00-17:00	08:00-16:00
	14:00-21:00	16:00-22:00	11:00-19:00	13:00-20:00	17:00-23:00	20:00-01:00	19:00-24:00
Group - 6	08:00-16:00	05:00-11:00	06:00-13:00	03:00-08:00	04:00-10:00	07:00-14:00	09:00-17:00
	19:00-24:00	14:00-21:00	16:00-22:00	11:00-19:00	13:00-20:00	17:00-23:00	20:00-01:00
Group - 7	09:00-17:00	08:00-16:00	05:00-11:00	06:00-13:00	03:00-08:00	04:00-10:00	07:00-14:00
	20:00-01:00	19:00-24:00	14:00-21:00	16:00-22:00	11:00-19:00	13:00-20:00	17:00-23:00

表 4 停電計画表¹⁰

一方、ネパールはヒマラヤ山系に蓄えられた豊富な水資源を有しており、その包蔵水力は 83,000MW、うち経済的、技術的に活用可能な水力は 43,000MW とされている。しかしながら、2012/13 年度末の既開発量は 709MW でしかない。ネパール政府は、電力不足に対処するため、同国の豊富な水資源を活用し、かつ自然環境に配慮した水力発電の開発に取り組んでいる。ネパール政府は近年、電気を含む経済インフラ整備を優先分野と位置づけ、2009 年には「再生可能エネルギー政策」を策定し、この中で基幹送電系統に接続していない村落地域の電力供給を行うには、小水力発電¹¹が必要であると位置づけている¹²。さらに、同国の国家開発戦略の最上位に位置づけ

¹⁰ NEA が公表したものを在ネパール日本大使館がウェブサイトに掲載 (<http://www.np.emb-japan.go.jp/files/000128817.pdf>)。

現地ヒアリングによると、実際の停電時間は計画表よりも 1～2 時間長いことのほうが多いとのこと。
¹¹ 再生可能エネルギー政策によれば、1,000kW 以下の水力発電を、小水力・マイクロ水力発電と定義している。

¹² 外務省「政策評価法に基づく事前評価書・ネパール西部地域小水力発電所改善計画」

られる3ヵ年計画（2013/2014～2015/2016年度）においても、今後3年間で15MWの小水力発電による電力開発を実施し、村落地域の電力供給を行うとしている。

1-2-3 日本の援助方針

日本政府は、ネパール政府の最貧国からの脱却のための取組を後押しすべく、地方・農村部に多い貧困層に配慮した貧困削減に対する支援を行うとともに、他ドナーなどとも連携して平和構築、民主化の進展、持続可能で均衡のとれた経済成長に寄与する社会基盤・制度整備のための支援に努めている¹³。

表5 対ネパール連邦民主共和国 国別援助方針¹⁴

援助の基本方針（大目標）	LDCからの脱却を目指した持続的かつ均衡のとれた経済成長への支援
重点分野（中目標）(1)	地方・農村部の貧困削減
開発課題（小目標）1-1	農村部の生活改善
開発課題（小目標）1-2	教育・保健サービスの向上
重点分野（中目標）(2)	平和の定着と民主国家への着実な移行
開発課題（小目標）2-1	民主的な国・社会の枠組み作り
開発課題（小目標）2-2	行政分野の改善
重点分野（中目標）(3)	持続可能で均衡のとれた経済成長のための社会基盤・制度整備
開発課題（小目標）3-1	社会・経済インフラ整備
開発課題（小目標）3-2	自然環境・防災に配慮した持続可能な開発

提案製品は、その導入先として無電化、または電力不足地域のコミュニティ、及びその医療施設、及び学校等を検討している。製品導入を通じて、無電化地域の家庭へ安定した夜間の照明を供給し、①子供の学習時間の増加による教育水準向上、②内職による収入増加を通じた生活水準向上、また③コミュニティの基礎医療施設において夜間照明や冷蔵庫の電源を安定的に供給することにより医療サービスの質の向上と、医療へのアクセス向上、④学校や教育施設における照明やパソコン等の電源供給による教育サービスの質の向上等コミュニティの生活改善への寄与を目指している。

製品導入により無電化・電力不足地域の対象施設に電力を供給することにより、家庭や学校における学習環境、医療施設のサービス向上に貢献し、直接的ではないものの、我が国が掲げる対ネパール援助方針の重点分野（中目標）(1) 地方・農村部の貧困削減の開発課題（小目標）1-2 教育・保健サービスの向上の一助となると考えている。当該開発課題小目標「教育・保健サービスの向上」の現状と課題は下記のとおりである。

表6 開発課題小目標「教育・保健サービスの向上」の現状と課題¹⁵

開発課題（中目標）1	地方・農村部の貧困削減
開発課題（小目標）1-2	教育・保健サービスの向上

http://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/shiryo/hyouka/2014_jizen/nepal01.html

¹³ 外務省・対ネパール経済協力の概要 平成25年1月

¹⁴ 対ネパール連邦民主共和国 国別援助方針 平成24年4月、外務省

¹⁵ 対ネパール連邦民主共和国 国別援助方針 平成24年4月、外務省

現状と課題	<p>基礎教育への純就学率は90%以上であるが、民族・男女・地域間での差が残る。また、留年率、中途退学率が依然高く、①学習環境（学校・教室数の不足など）、②質（教師の質が低いなど）、③マネジメント（中央と地方コミュニケーション不足など）などが複合的に関連する問題がある。ネパール政府は、「教育セクター改革プラン」を策定し、実施している。</p> <p>保健分野に関しては、妊産婦死亡率、乳幼児死亡率ともに改善傾向にあるものの、依然南アジアでは高いレベルにあり、地方における基礎医療へのアクセス、疾病予防が不十分である。ネパール政府は基礎保健サービスの拡大や地方分権化などを通じたセクター改革「ネパール保健セクタープログラム（NHSP）II」を実施している。両分野ともセクター・ワイド・アプローチを通じたネパール政府やドナーの取組が活発である。</p>
-------	---

1-3 対象国の対象分野における開発計画、関連計画、政策及び法制度

第13次3ヵ年計画（FY2013/14-2015/16）では、ネパールは、2022年までにLDCの脱却という長期的な目標を掲げ、貧困削減と国民の生活水準引き上げの実現を目指している。貧困ライン以下で生活する人口を18%以下に引き下げることが主なターゲットとし、それ以外に下記の具体的なターゲットを設定している。

表7 第13次3ヵ年計画のターゲット（主要指標および電力関連指標）¹⁶

指標	FY2012/13の状況	3ヵ年のターゲット
年間平均経済成長率（%）	3.6	6.0
出生時平均寿命（年）	69.1	71.0
人口（百万人）	27.2	28.3
人口増加率（%）	1.35	1.35
公衆衛生へのアクセス可能な人口（%）	62.0	90.5
初等教育への純就学率（%）	95.3	100.0
発電容量（MW）	758.0	1,426
電気へのアクセス可能な人口（%）	67.3	87.0

表7に示すように、ネパール政府は「電気へのアクセス可能な人口」を2015/2016年度までに87%まで引き上げることを目標として掲げ、3年間で15MWの小水力発電による電力開発を実施し、村落地域の電力供給を行うとしている。ネパールでは、エネルギー省が電力セクターを管轄し、同国のエネルギーセクターの政策立案と実施を担う。NEAは、水資源省の電力局と、ネパール電力会社、その他関連委員会が合併して1985年に国有の公社として設立され、以来電源開発、発電、送電、配電事業を担っている。一方、1996年に再生可能エネルギーの活用促進を行う政府機関として代替エネルギー促進センター（Alternative Energy Promotion Center : AEPC）が、科学技

¹⁶ Thirteenth Plan (FY2013/14-2015/16) Approach Paper, Government of Nepal National Planning Commission, Nepal, July, 2013

術環境省傘下に設立されており、再生可能エネルギー普及のための補助金政策などを策定している。1MW までの代替エネルギー普及は AEPC が担当し、1MW 以上は NEA が管轄している。

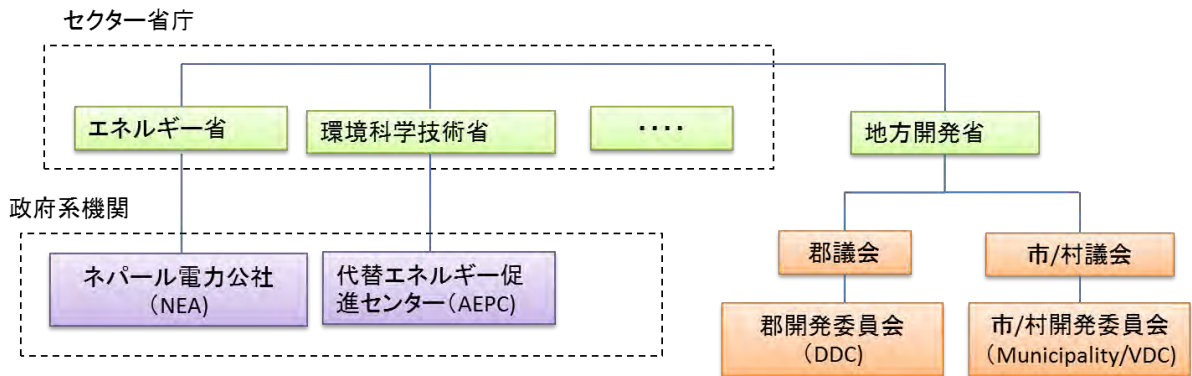


図 3 ネパールの地方電化に係る行政機関¹⁷

NEA は、政府の戦略に基づき、水力による電源開発と送・配電線の拡充による地方電化を推進している。しかしながら、NEA の 2014 年の年次報告によれば、需要の増加に供給が追いつかず、電力不足が今後 2～3 年間は継続すると予想している。乾季の計画停電を 12～14 時間に抑えるためにも、インドからの輸入電力に加え、水力以外の太陽光発電の開発などの対策が計画されている。

¹⁷ JICA 調査団作成

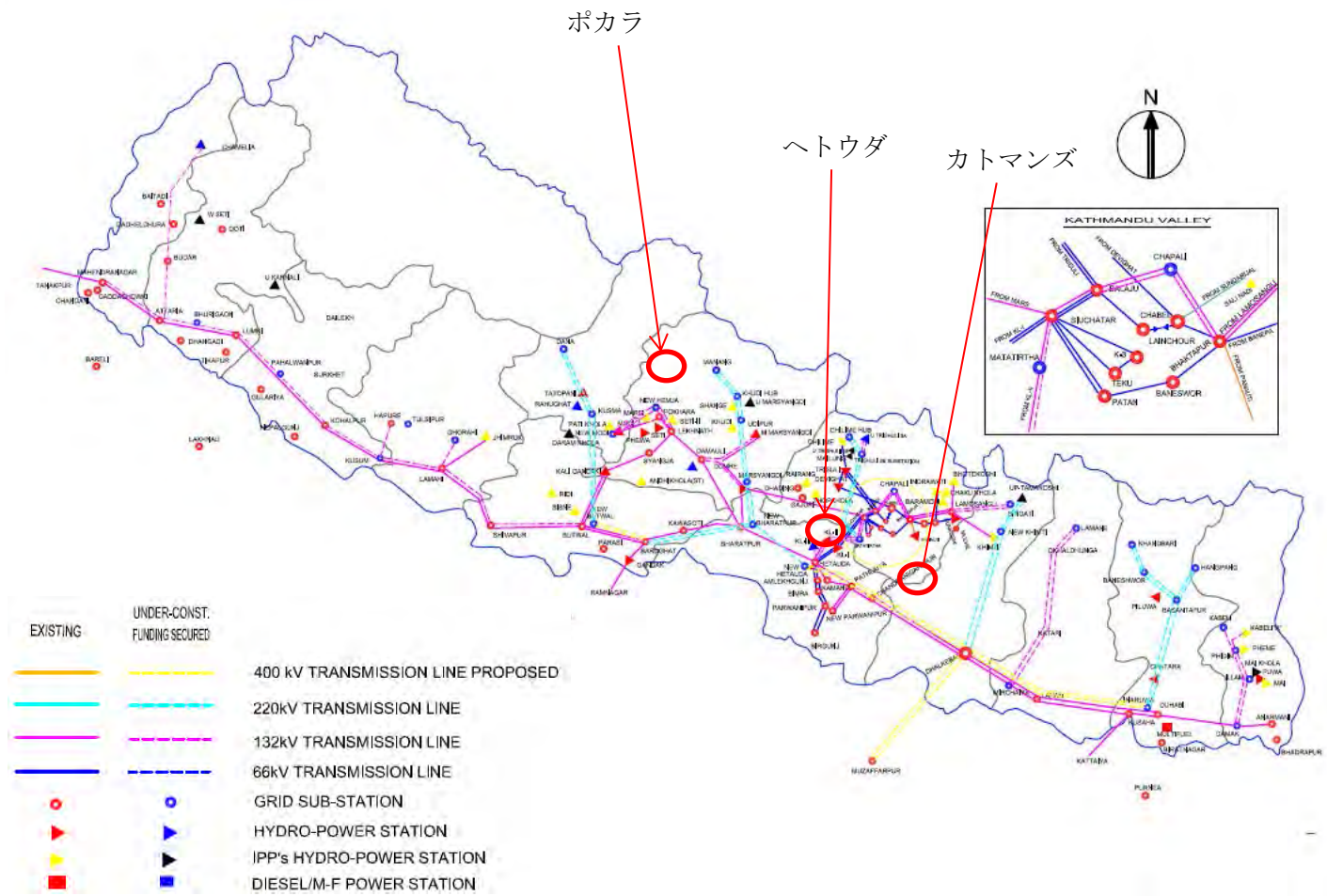


図 4 既存及び建設中の発電所、及び送電線と変電所 (2014年7月)¹⁸

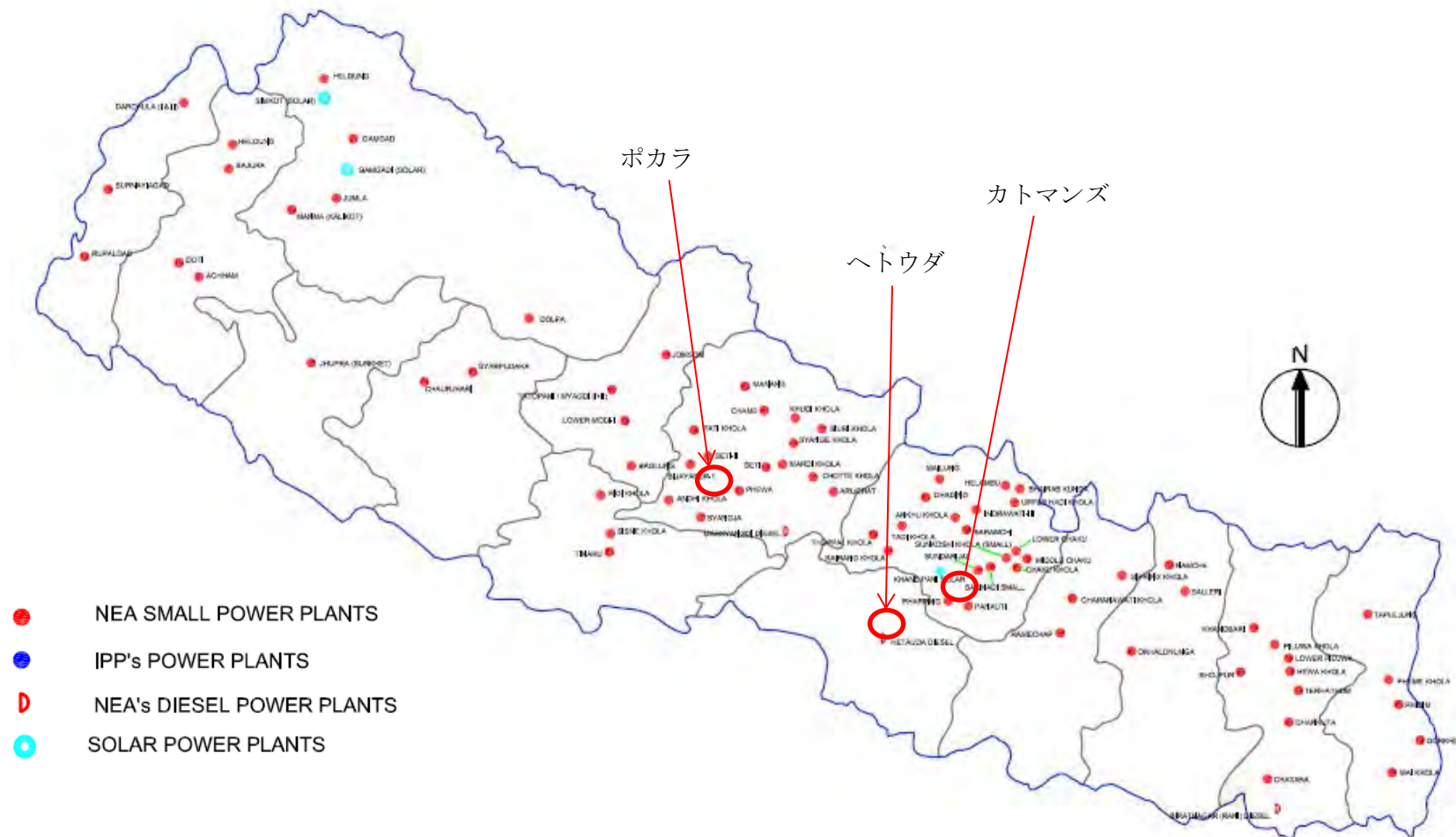


図 5 小水力、独立太陽光及びディーゼル発電所 (2014年7月)¹⁹

¹⁹ NEA Annual Report 2014

また、2006年策定の「地方エネルギー政策」は、地方においてクリーンで、信頼でき、かつ適切なエネルギーへのアクセスを確保し、地方の貧困削減と環境保全に貢献することを目的としており、地方電化のための小水力・マイクロ水力発電、バイオガス、バイオマス、太陽光、風力等の代替エネルギーの促進が掲げられている。

1MWの再生可能エネルギー技術の普及を管轄しているAEPCは以下の責務を担っている²⁰。

- 短期、中期、長期政策及び計画の設定
- 再生可能エネルギー開発に関連する計画の促進
- 基準の設定、品質保証、モニタリング
- (再生可能エネルギー施設を導入する団体に対する) サービス及びサポート
- 補助金等の資金調達支援
- 政府機関、援助機関、ローカルNGO、国際NGO、民間企業の(役割分担等の)調整
- AEPC及びそのパートナーの強化

AEPCは官民連携(Public Private Partnership: PPP)モデルで再生可能/代替エネルギーの普及を進めるとしており、AEPCは地方電化を管轄しているものの補助金の付与等により電化の促進を働き掛ける機能を担っており、小規模水力発電施設の設置にあたっての許認可を与える機関ではない。

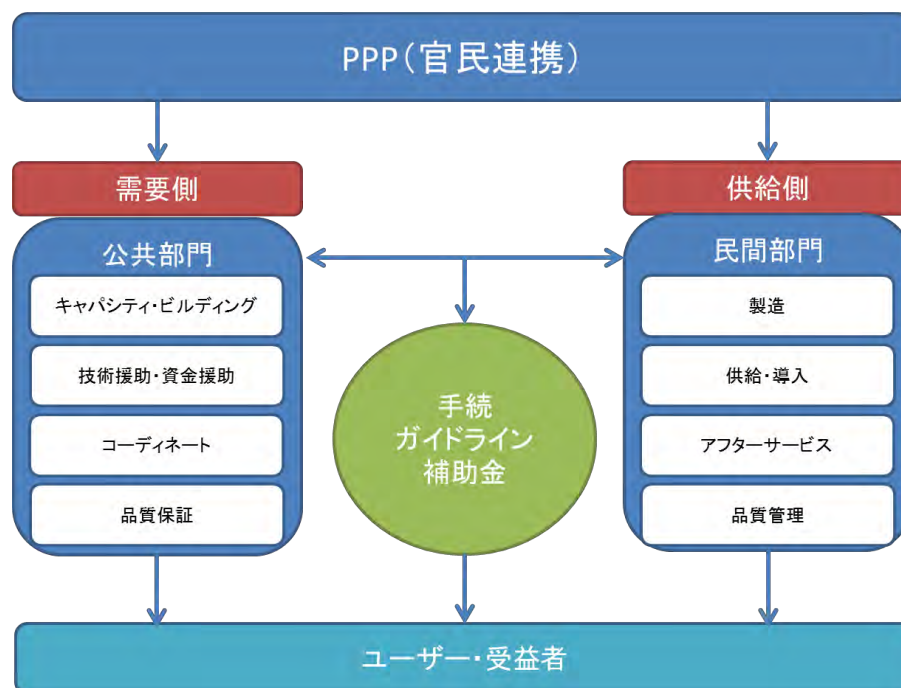


図 6 AEPC PPP Model²¹

²⁰ http://www.aepc.gov.np/?option=aboutus&page=aboutsub&mid=1&sub_id=2&id=2

²¹ AEPC, Annual Report, Fiscal Year 2070/071 (July2013-July 2014)を元に JICA 調査団作成

AEPC は 11 名から構成される理事会によって独立して運営されており、常勤職員は 35 名、その他、プロジェクトに直接関与している職員が 75 名いる。また、ネパール国内 75 のすべての郡の郡開発委員会（District Development Committee : DDC の下には環境・エネルギー・気候変動セクション（District Environment, Energy and Climate Change Section : DEECCS）が設置されている。さらに、地域サービスセンター（Regional Service Centre : RSC）として 9 つの NGO、ナショナル・サービス・プロバイダー（National Service Provider : NSP）として 2 つの団体（改良型水車 Improved Water Mill : IWM とバイオガス）を指定しており、AEPC の活動を支えているとのことである。RSC や NSP では合計約 350 名の専門家が AEPC に関連した業務に従事している活動をサポートしている²²。

表 8 AEPC の拠出元別予算²³（西暦 2012 年 7 月-2013 年 7 月）

	金額 (千ネパールルピー)	%
ノルウェー	773,125	31.6%
ネパール政府	638,404	26.1%
デンマーク	345,000	14.1%
Belayat	250,000	10.2%
世銀	156,911	6.4%
ドイツ復興金融公庫 (KfW)	143,750	5.9%
国連開発計画 (UNDP)	52,000	2.1%
国際開発協会 (IDA)	50,000	2.0%
デンマーク国際開発援助活動 (Danida)	33,125	1.4%
米国国際開発庁 (USAID)	5,000	0.2%
合計	2,447,315	100.0%

上述するように、地方電化のための代替エネルギー促進は AEPC が担っており、補助金政策を実施する。2013 年再生可能エネルギーのための補助金政策では、補助金が僻地、貧困、社会的に不利な人々に届くよう、それまでの補助金政策の見直しが行われた。補助金は、アクセスの困難な地方に高い金額が配布されるように設定されている。村落開発委員会（Village Development Committees : VDC）を、そのアクセスに応じて、非常に困難 (A)、困難 (B)、アクセス可能 (C) の 3 カテゴリーに分類し、補助金額を設定している。例えば、10～100kW 以下のマイクロ水力発電の場合、表 9 のように設定されている。

²² AEPC, Annual Report, Fiscal Year 2070/071 (July 2013-July 2014)

²³ AEPC Approved Budget for F.Y. 2069/070 より JICA 調査団作成。

表 9 マイクロ水力発電に対する補助金²⁴

補助金カテゴリー	補助金額 (ネパールルピー (Rs.))		
	カテゴリーA VDC	カテゴリーB VDC	カテゴリーC VDC
世帯当たり	25,000	25,000	25,000
kW 当たり	130,000	100,000	70,000

kW あたりの補助金額は、カテゴリーA、カテゴリーB、カテゴリーC それぞれにおいて、それぞれ Rs.255,000、Rs.225,000、Rs.195,000 を超えないものとする。マイクロ水力発電プロジェクトからの電力利用可能性を考慮し、1kW の追加につき最大 5 世帯へ補助金が支給される。

小水力発電の場合、コミュニティが AEPC に補助金を申請、プロジェクトと補助金額が承認されれば、AEPC 郡事務所が入札、見積りを実施。入札により業者が選定されれば、自治体が導入工事を調整、工事終了後、AEPC より補助金が給付されるというのが、一連のプロセスである²⁵。ネパール小水力開発協会²⁶ (Nepal Micro Hydropower Development Association : NMHDA) によれば、AEPC の補助金で通常全コストの 50～55%が賄われるとのことであった。

AEPC のプロジェクトマネージャー Rana B. Thapa 氏からは、Cappa のような今まで今迄にない新しい小水力発電に対しては、今後実際地域への導入事例を作りながら、補助金制度や導入、維持管理システムを構築していく事で新しい電化の可能性をネパール全体、特に無電化や電力不足地域へもっと広げていけるのではとコメントをいただいている。

1-4 対象国の対象分野における ODA 事業の先行事例分析及び他ドナーの分析

1-4-1 JICA における電力セクターの先行事例

JICA の電力セクタープロジェクトとしては、水力発電の能力向上や拡大に関するプロジェクトが実施されているのと同時に、再生可能エネルギーなど石油系燃料などに依存しない発電の整備も行われている²⁷。

²⁴

http://www.aepc.gov.np/docs/resource/rescenter/20130818060043_RE%20Subsidy%20Policy%202013%20-%20English.pdf

²⁵ Nepal Micro Hydropower Development Association(NMHDA)ヒアリングによる。

²⁶ 1992年に、ネパール国内にマイクロ水力発電の技術、能力、経験を広めるために、民間のマイクロ水力発電開発会社9社により設立された協会。マイクロ水力発電に関する技術トレーニング等を実施し、セクタープログラムの実施、政策立案などにおいて AEPC と協力する。

<http://www.microhydro.org.np/members.php>

²⁷ JICA「ODAが見える。わかる。ODA見える化サイト」より収集

<http://www.jica.go.jp/oda/index.html> (2016年2月9日閲覧)

無償資金協力

西部地域小水力発電所改善計画	
実施年度	平成 26 年度
案件スキーム	無償資金援助（供与限度額：15.71 億円）
実施地域	バジャン郡、バジュラ郡、ルクム郡
案件概要	基幹送配電系統に接続されていない事業対象地域において老朽化した既設の小水力発電所を改修することにより、村落地域の逼迫した電力需要への対応を図り、地域経済の発展、民生の向上に寄与。
裨益効果	電力の安定供給、一度に電力供給できる世帯数の増加

太陽光を活用したクリーンエネルギー導入計画	
実施年度	平成 21 年度
案件スキーム	無償資金協力（供与限度額 6.60 億円）
実施地域	ラリトプール郡
案件概要	石油系燃料を輸入に依存している同国において、再生可能エネルギーである系統連系型太陽光発電システムを導入。同国における太陽光発電の普及を促進するため、同国の首都カトマンズ近傍の貯水池に太陽光発電施設を設置し、既存の電力系統に連系するための資機材を供与するとともに、施設の維持管理指導を実施。
裨益効果	太陽光発電システム運営の技術者育成、運転実績の蓄積による太陽光発電の普及促進

第三次カトマンズ地区配電網拡張整備計画	
実施年度	平成 15 年度～平成 20 年度
案件スキーム	無償資金協力（供与限度額 13.80 億円）
実施地域	カトマンズ市
案件概要	首都カトマンズの電力事情は、発電施設の建設及び、送配電網の整備の遅れから慢性的な電力の供給不足が続いており、長期停電が頻繁に発生。その解決手段の一つとして電力輸送能力の増強や安定性及び信頼性の高い電力供給が求められていた。カトマンズ市中心部において、配電用変電所を建設するとともに、既設の変電所からこの協力により新設する変電所までの高圧地中送電線の拡張を支援。
裨益効果	信頼度の高い電力供給への寄与

新カワソティ変電所建設計画	
実施年度	平成 20 年度～平成 22 年度
案件スキーム	無償資金協力（供与限度額 8.47 億円）
実施地域	ナワルパラシ郡カワソティ地区
案件概要	カワソティ地区は、インド国境に近いこともあり急速な発展を遂げる一方、急増する電力需要に供給能力が追いついていない状況であった。また、送電能力が非常に低いことに加え、電力供給が不安定で送電損失も多数あった。このため、新カワソティ変電所の建設を支援し、安定的な電力供給に寄与した。
裨益効果	年間の停電時間数が 2006 年の 25 時間から 2012 年には 1.7 時間に減少するなど、安定的な電力供給に寄与

有償資金協力

タナフ水力発電事業	
実施年度	平成 24 年度～平成 33 年度
案件スキーム	有償資金協力（借款契約額 151.37 億円）
実施地域	タナフ郡（セティ川上流）
案件概要	豊富な水資源を有するネパールでは、電力の 9 割を水力発電に依存。しかし、その多くは流れ込み式の水力発電であるため、降雨量によって発電能力が左右され、乾期には最大 16 時間の計画停電を余儀なくされている。この解決のため、タナフ郡において、国内初となる乾期でも発電できる貯水池式水力発電所の建設を支援。
裨益効果	電力の安定供給

カリガンダキ A 水力発電所建設事業	
実施年度	平成 8 年度～平成 14 年度
案件スキーム	有償資金協力（借款契約額 169.16 億円）
実施地域	カリガンダキ川周辺
案件概要	当時、急峻な地形と地質から大規模な水力発電所の建設は技術的な困難とコスト高を伴うため、電力需要に応える形で水力発電開発は進展していなかった。このため首都カトマンズの西方約 180 キロメートル地点のカリガンダキ川に流込式水力発電所の建設を支援。
裨益効果	ネパールにおけるピーク時電力不足の改善を通じ、安定的な電力供給体制の整備に寄与

クリカニ防災事業（2）	
実施年度	平成8年度～平成13年度
案件スキーム	有償資金協力（借款契約額 34.84 億円）
実施地域	マクワンプール郡
案件概要	クリカニ水力発電所は 1994 年当時、同国最大の発電所として国内の安定的な電力供給に不可欠な存在であった。しかし自然災害の被害を受けやすく、1984 年と 1986 年の豪雨の際には両発電所周辺で発生した洪水災害により甚大な被害を受けて発電不能となった。その後応急復旧工事で発電が再開されたが、同じ規模の洪水が再度発生すれば重大な影響が生じることが予想されていた。このため、ダム取水口の改良や砂防ダムの建設などの防災対策について支援を実施した。
裨益効果	同水力発電所の安全かつ効率的な運営の確保

1-4-2 他ドナーの分析

AEPC は、デンマーク国際開発援助活動（DANIDA）、ドイツ復興金融公庫（KfW）など、ヨーロッパの援助機関からの資金を基にしたバスケットファンドにより、コミュニティ電化プロジェクトを実施してきた。これまで、マイクロ水力発電導入のための補助金提供、コミュニティで発電機を稼働・維持するための委員会を設置するなどの支援をしている。マイクロ水力発電建設の初期投資は、40 万～50 万ルピー/kW であるが、AEPC からの補助金で初期投資が賄えない場合、郡開発委員会（District Development Committee: DDC）の基金や、アジア開発銀行（ADB）が運営するリボルビングファンドである貧困削減基金などを活用することが多いとのことであった²⁸。

AEPC はまた、2012 年から、ネパール政府、及びオランダ開発機構（SNV）、ドイツ国際協力公社（GIZ）をはじめとするドナーの支援をうけて、地方コミュニティの電化を支援する「国家地方及び再生可能エネルギープログラム」（National Rural and Renewable Energy Programme : NRREP）を実施しており、その中で「改良型水車（Improved Water Mill）プロジェクト」を推進している。本プロジェクトでは、ネパールで伝統的に使われている水車の効率を改善することにより、生産性とコミュニティの収入向上を支援している。伝統的な水車は、0.2～0.5kW の出力であるが、改善された水車は 0.5～3.0kW の出力が可能で、1 時間あたり 10～20kg の脱穀能力を 20～50kg まで向上させ、住民の収入向上に寄与している。また、同プロジェクトでは、約 1～3kW の発電能力を兼ね備えた水車の導入も支援しており、照明や、テレビ、ラジオ、充電設備などの電力利用に対応して、住民の生活向上に役立っている。設置場所、供給電力の規模の観点から、本事業の参考になる事業と考えられる。

また、UNDP が、NRREP の一環として、水力、太陽光によるミニグリッド建設による地方電化

²⁸ 2015 年 6 月実施の AEPC ヒアリングに基づく。

を支援する²⁹など、様々なドナーが再生可能エネルギーによる地方電化の支援を実施している。



図 7 ネパールの一般的な水車小屋

1-5 対象国のビジネス環境の分析

ネパール政府は、持続的な成長の実現ためには海外からの投資が重要なファクターになると認識している³⁰。これまで、政情不安や投資環境の未整備等の種々の要因によって、投資を十分に呼び込めていなかったが、社会の安定化に伴って投資を増加させ、経済発展につなげるための取り組みが行われている。

1-5-1 外国投資全般の状況

外国投資に関連する政策としては、①Industrial Policy 2011³¹、②Foreign Investment and One Window Policy³²、政策実施のための法令として③Industrial Enterprises Act (IEA) 1992³³、④Foreign Investment Technology Transfer Act (FITTA) 1992³⁴がある。

現在、さらに投資環境を改善させることを目的として Foreign Investment Policy の策定が進められている。

1-5-2 水力発電機の導入に関連する許認可

ネパールでは上述の通り村落電化率が低い水準でとどまっているのと同時に、都市部では1日当たりの停電が10時間以上に及んでおり、現状ではNEAはナショナル・グリッドによる主要都

²⁹ 1996年からパイロットプロジェクトとして、地方の丘陵地域で、マイクロ水力発電と、改良クッキングストーブの提供する事業の資金、技術支援を開始。その後、全国規模に拡大しており、2010年までに5.7MW（317カ所）のマイクロ水力発電の建設、59,000世帯のマイクロ水力発電への接続、5.7MW、及び15,000のクッキングストーブを提供してきた。その他、バイオガス、ソーラーホームシステムのコミュニティへの導入を実施している。

³⁰ National Planning Commission, “Thirteenth Plan (FY2013/2014-2015/16)”, 2013

³¹ 持続可能な事業の発展により経済成長を成し遂げ、貧困を軽減することを目的とした、ネパール産業全体を規定する政策。さまざまなインセンティブが示されている。

³² 海外からの投資と技術移転によりネパール産業の生産性を向上させ国際競争力を強化することを目的とした政策。

³³ 魅力的な投資環境を構築するための具体的な規定を定めた法令。

³⁴ Foreign Investment and One Window Policy に則り、海外からの投資及び技術移転について具体的な規定や手続を定めた法令。

市（カトマンズ、ポカラ等）への安定的な電力供給に注力し、地方電化は AEPC が小規模水力発電や太陽光発電の整備によって進めるというすみわけとなっている。

AEPC は PPP モデルで再生可能/代替エネルギーの普及を進めるとしており、AEPC の役割は関係者のキャパシティ・ビルディング、技術的・資金的支援、コーディネーション、品質の保証である。すなわち、AEPC は地方電化を管轄しているものの補助金の付与等により電化の促進を働き掛ける機能を担っており、小規模水力発電施設の設置にあたっての許認可を与える機関ではない。AEPC や電力公社関係者によると、Cappa の規模の発電施設であれば電力施設に関連した許認可を得る必要はないとのことである。

一方で、設置場所によっては水路の利用や発電機の設置に関して地元自治体や水利組合、水路の利用者組合、学校運営委員会等の許可が必要なケースも考えられる。設置候補地の自治体や中央政府でのヒアリングによると明確な規定はなく、どこかの許可が必要になるかは地域によって異なるとのことであった。したがって、今後、設置場所を決定する際には必要な許認可を合わせて確認することが必須である。

第2章 提案企業の製品・技術の活用可能性及び海外事業展開の方針

2-1 提案企業及び活用が見込まれる製品・技術の特徴



図 8 軽水力発電機 Cappa

知財：特許 2 件出願済み（1 件審査請求中）。独自形状の集水筒とプロペラ、増速プレートにより水流の集水・増速効果を生み、通常のプロペラ単体を設置した場合に比べ約 4 倍の電力を発電可能な、可搬型で設置工事が不要な小型水力発電装置

実績：2013 年 12 月 3 日より国内での販売開始、販売実績は以下の通り。

福島県只見町 1 台納入、エコスクール 1 回実施（福島県只見町）、茨城県常陸大宮市 1 台納入、静岡県民間 1 台納入、(株)アポロガス 購入予定。

2-1-1 製品の特長

- nature friendly** 落差を取る必要がないため、水流をせき止めることがなく、大規模な土木工事も不要である。
- mobile** 大人 2 人で持ち運び簡単に設置が出来る。（本体 57kg）
構成する部品数が少ないため、メンテナンスが簡単。
- 24h running** 24 時間天候に左右されず稼働率ほぼ 100%。
- easy set up** 水路や川に設置して、そのままの水流で発電。
- 100% recyclable** 完全リサイクルで、未来の地球に負の遺産を残さない。

従来の他社製品の小水力発電は、落差を取るため山間の河川を利用したものが多く、大掛かりな設置工事と多額な費用と時間がかかるだけでなく、環境に及ぼす影響も大きい。また、他社製品は既存水路の水流を利用したものでも落差方式を採っているため工事を必要とするが、Cappa

は工事を要せず、容易に設置できる特徴がある。外部電源も必要としないため、従来の水力発電より飛躍的に自由に様々な場所で発電が可能であり、特に重機の搬入が困難で、発電機稼働に必要な外部電源がない僻地の無電化地域、被災地への導入において大きな利点となる。

また、数十台～数百台を接続して数kW～数10kWの発電量を得ることもできる(分散設置)。

以下、大きく2種類のシステム構成がある。

<バッテリーモデル（国内向け標準システム）>

システム構成：水車発電機本体+コンバーター+バッテリー+インバーター

活用法：Cappaで発電した電力をバッテリーに蓄電し、安定的に単相交流電源として活用できる。

蓄電により最大で500W（1時間まで）の電力を使用できる。

販売価格：約290万円（税抜価格）

※ただし、電線の長さ、設置ユニット等は、仕様・設置場所によるためオプション（別売り）。

<アジアモデル>

システム構成：水車発電機本体+電圧調整機器（ボルトスライダ）+負荷コンセントボックス

活用法：バッテリーは無く蓄電は出来ない。機能をネパールで需要が多い携帯電話の充電、LED等の明かり、USB機器の仕様に制限することで価格を低減したモデル。Cappaの発電能力の180W

（定格）以上の電力は使用できない。USB式のリチウムイオンバッテリー使用であれば蓄電可能。

販売単価（予定）：約63万ルピー（約70万円）※一部の部品をネパールで製造した場合

2-1-2 製品・技術のスペック

- ① 出力：160～200W
- ② 寸法：約幅83cm×高さ67cm×長さ77cm
- ③ 重量：57kg
- ④ ネパール向け製品構成：水力発電装置+ボルトスライダ+付属品一式

2-1-3 代替手段との比較

本調査の中で、ネパールには軽水力発電機Cappaのような水流を利用した発電方式はないことが判明した。設置されている落差方式の小水力発電所は、出力が5~100kW（2,500事業所、総出力48MW）であり³⁵軽水力発電機Cappaに比べて大規模であるため大型の工事が必要なこともあり計画の進みが遅く、電力不足地域や無電化地域は太陽光発電で電気を賄っている場所が多いことが明らかになった。さらに、新築の家屋は太陽光パネルを各1枚設置することを義務づけられ始めている³⁶。そのため、軽水力発電機Cappaと代替手段としての太陽光発電との比較検討を行う。

³⁵Nepali Times 19-25 September 2014 #725

<http://nepalitimes.com/page/micro-hydro-in-nepal-affected-by-the-spread-of-national-grid>

³⁶在ネパール日本国大使館員からの情報

まず一般論として、1日あたり予想発電量の側面から比較を行う。軽水力発電機 Cappa は天候に左右されず1日24時間発電が可能という強みを持つ。一方、太陽光発電システムは様々な要因に影響され、特に日照時間と日射量は天候に大きく左右される。また、夜間は発電できず、昼間も天候や気温により発電量が大きく変動する³⁷、高温時に出力が落ちる³⁸。さらに、影、汚れ、雨等で太陽光を遮蔽されると出力が落ち、曇天雨天時は晴天時より大幅に発電量が低下する。ネパール現地の正確なデータは今後の普及・実証事業での検証を予定しているが、ここでは日本の1日あたり予想発電量と、ネパール現地で使用されているものより明らかに効率が良くとされる日本製の太陽光発電パネルデータにて比較検討を行う。

1日あたり予想発電量(Wh)は、軽水力発電機 Cappa の場合、 $180\text{ W} \times 24\text{ hr/日} \times 0.9^{39} = 3,888\text{ Wh}^{40}$ である。太陽光発電の場合、損失係数は設置環境や機器により異なるが、 $180\text{ W} \times 3.74\text{ Wh/m}^2\text{ 日} \times 0.73 = 491\text{ Wh}^{41}$ となる。一般的に、太陽光発電の発電能力に対する実際の発電量は約12%⁴²が標準的とされており、その計算でも $180\text{ W} \times 24 \times 0.12 = 518\text{ Wh}$ となり、NEDO の算出式と大きな差はない。軽水力発電機 Cappa が太陽光発電の約7.50～7.91倍の発電量となり、大きな優位性があると言える。

表 10 1日あたり予想発電量(Wh)による比較⁴³

軽水力発電機 Cappa	3,888Wh
太陽光発電	491 Wh

次に、ネパールで実際に使用されている太陽光発電の発電量・価格を基に、1日あたり総発電量及び1Whあたり発電価格の側面から比較を行う。ネパールの Baraha Higher Secondary School に設置されていた太陽光発電は、出力100W、価格は設置費込みで65,000ネパールルピー（約7.1万円）⁴⁴、1日あたり予想発電量は約287.9Wh、1Whあたり発電価格は約225ネパールルピー（約249円）である。一方、軽水力発電機 Cappa は、出力180W、価格はアジアモデル631,700ネパールルピー（約70万円）を想定している。軽水力発電機 Cappa の1日あたり予想発電量は約3,888Whであり、Baraha Higher Secondary School に設置されていた太陽光発電に対する発電量比は約13.5倍となる。1Whあたりの価格で比較すると同太陽光発電は約225ネパールルピー（約249円）で

³⁷ 出力変動と緩和策（産総研 太陽光発電工学研究センター）

https://unit.aist.go.jp/rcpvt/ci/about_pv/output/fluctuation.html

³⁸ 実環境における発電量（産総研 太陽光発電工学研究センター）

https://unit.aist.go.jp/rcpvt/ci/about_pv/output/irradiance.html

³⁹ 茨城製作所による Cappa 稼働実験の際の平均的な観測値

⁴⁰ Cappa 出力 kW×稼働時間 hr/日×年間の日数

⁴¹ 「太陽光出力 kW×1日当りの年平均日射量 kWh/m²/日×損失係数(セルの温度上昇による損失、パワーコンディショナによる損失、受光面の汚れ等による損失)×年間の日数」（NEDO 太陽光発電導入ガイドブックの年間予想発電量算出式より。）

⁴² NEDO 再生可能エネルギー技術白書 第2版より

⁴³ 上記出典に基づき JICA 調査団算定

⁴⁴ Baraha Higher Secondary School 関係者へのヒアリングによる

あり、軽水力発電機 Cappa の約 162 ネパールルピー（約 180 円）を上回る。また、Lahachok VDC の Bhat Ther Village では全世帯が、出力 20W、価格は 10,000～12,000 ネパールルピー（約 1.1～1.3 万円）の太陽光発電を設置していた。同太陽光発電の 1 日あたり予想発電量は約 57.5Wh で、発電量比は約 67.6 倍である。同じく 1Wh あたりの価格で比較すると同太陽光発電は約 173～208 ネパールルピー（約 191～230 円）であり、軽水力発電機 Cappa の約 162 ネパールルピー（約 180 円）を上回る。バラツキはあるものの、いずれの比較でも価格面で軽水力発電機 Cappa に優位性があり、十分競争力があると判断できる。

表 11 1 日あたり総発電量(Wh)による比較⁴⁵

	出力	1 日あたり 予想発電量	価格 (ネパールルピー)	1Wh あたり価格 (ネパールルピー)
軽水力発電機 Cappa	180W	3,888Wh	631,700	162
太陽光発電 (Baraha Higher Secondary School 設置)	100W	287.9Wh	65,000	225
太陽光発電 (Bhat Ther Village 設置)	20W	57.5Wh	10,000～12,000	173～208

また、現地調査によるとネパールで使用されている太陽光発電は耐用年数が約 2、3 年であり、修理が出来ない使い捨てである。一方、軽水力発電機 Cappa は年 1、2 回の簡単なメンテナンスとベアリング交換のみで耐用年数は 20 年である。設置当初の付帯工事も必要ない。今後、現地仕様に合った設計開発を進めることで、より一層価格競争力が高まることが期待できる。

なお、設計開発をアジアモデル仕様として価格を下げることは、製品の性能下落には繋がらない。軽水力発電機 Cappa の製造に必要不可欠な回転機器は、茨城製作所が創業から 70 年以上培ってきた唯一無二の技術であり、その高い技術をアジアモデルにも活用する。日本のとある大手企業も、過去に流水式発電機（2kW モデル）の開発を進めていたが、技術的課題と価格面の問題を解決出来ず、開発を断念したという事例もある。Cappa の高性能を生み出す茨城製作所の技術は、大手企業をしのご高度なものであると言える。

2-2 提案企業の事業展開における海外進出の位置づけ

本件プロジェクトリーダーである、茨城製作所 代表取締役社長菊池氏が、2000 年よりおよそ 10 年にわたる海外生活（イギリス、ドイツ、インド）を経験し、自身の専門分野である理論物理学の流体力学の知見を基に、インドや東南アジアで見た多くの貧困層の生活向上へ向けて明かりを灯したいという思いから自社製品開発を始めた。その間、東日本大震災で茨城県日立市にある

⁴⁵ JICA 調査団作成

会社が被災（停電 6 日間、明かりと携帯電話の充電ができないことによる情報がない不安な日々を多くの市民が経験した）したこともあり、災害時でも簡単に利用できる商用電源系統から独立した、自然に配慮した再生可能エネルギーのあり方について深く考えるようになった。

同時期、経済のグローバル化が加速度的に進み、大企業の国内事業所の再編・再構築と海外進出拡大の影響で、中小企業の置かれている経営環境はますます厳しさを増している。また、従来のような親工場と協力工場との関係は無くなってきており、受注環境が年々厳しくなっている。東日本大震災での被災経験等を通して、経済と社会貢献を実現する上で海外進出は必須であり、特にアジア諸国の無電化地域や電力不足地域へ海外進出の事業展開を目指す必要性を認識した。

こうした背景から、現状を打開すべく茨城製作所が培った技術を世界に向けて今後発信していくことで、様々な機関と連携したグローバルパートナーシップを構築し、同時に日本国内の活性化に繋げていくために海外展開を目指し、茨城製作所は「earth milk project」(<http://earthmilk.jp>) を立ち上げた。再生可能エネルギーと自然環境との技術的調和を目指した製品群を開発し、特に無電化地域や電力不足地域へ向けた事業展開から進めて行く過程で、現地情報収集や他機関との繋がりを深め、事業をグローバルに展開させるための様々なノウハウを構築させ、途上国を中心に、今後先進国への事業展開の可能性をも探っていくことを経営戦略上の 1 つの重要な柱として位置づけた。

まず、ネパールで、製品を病院、学校、公民館、ホテル、被災地など多用途に使用することで、製品や使用方法、管理システム等の途上国モデルを構築し、軽水力発電機の導入実績を増やすとともに具体的使い方や管理システムをアップデート、製品を使用可能機器共にパッケージ化させていく。またネパールの行政・公的機関や民間企業と連携を取りつつ、同国でのビジネス展開を進め、実績につなげていくことを起点として、隣国インドのヒマラヤ地域へプロジェクトを進める。ネパールでの販売と導入実績をインドへ広めていくことにより、各国に適した途上国モデルを完成させていく。昔から、地理的にも文化背景的にも繋がりを欠かす事の出来ない、インドとネパールをしっかりと繋ぎ合わせていくことは、今後のビジネス成功の鍵にもなると、現地経営者からアドバイスを頂いている。

2-3 提案企業の海外進出による我が国地域経済への貢献

茨城製作所は株式会社日立製作所の製造協力工場で、従業員が 100 人規模の会社である。市内の取引関連会社は数百社に及んでいる。また県内外にも多くの取引企業があり、日立商工会議所、日立製作所工業協同組合等を通じ、地元経済・地域活性化に少なからず貢献してきている。

今回開発した茨城製作所の独自製品である流水式軽水力発電機 Cappa は、地元の茨城大学工学部との共同研究、茨城県工業技術センター、日立地区産業支援センターの公的機関及び日本科学技術振興機構 (JST)、茨城県の支援協力と茨城製作所独自の設計・製造技術をもとに作られた産・学・官連携による成果である。Cappa は茨城製作所の earth milk project 製品の 1 つであり、今後もこれらの機関と連携をして新たな製品を共同研究開発中である。その中の 1 つである重量約 4kg、

ペットボトル大の、1.5～2.5mの超低落差を利用した、発電量100Wの可搬型超小型軸流水車は、2015年度に試作開発され、2016年度を目途に製品化を目指している。このように新たに製品化を進めていくことで地元社会の活性化に繋がり、且つ、茨城製作所が属する日立市企業クラスターに刺激と希望と活力を与えることが出来ると判断する。

また、ODA案件化、海外展開で得られた経験、知識を地元の専門分野に特化した企業クラスター及び茨城大学や日立地区産業支援センター等公的機関にシェアし、これらとの協力・連携により、知識・知見、個々の技術やノウハウを組み合わせることで製品開発をすることは地域雇用の新たな創出（雇用の拡大）に繋がる。今後、海外へのビジネス展開による生産量の拡大に伴い、既存の分野においても国内地域の企業（現段階茨城製作所の外注約200社）へ発注を増やしていく。

第3章 活用が見込まれる製品・技術に関する調査及び活用可能性の検討結果

3-1 製品・技術の検証活動

ネパールの無電化農村地域や電力不足地域へ軽水力発電機 Cappa の導入を図るため、水流や周辺調査、実際に製品を稼働させ現場検証を行った。また、製品 Cappa を日本から輸送し、デモンストレーションを実施することで、実際製品が稼働する様子を今後の協力関係者に向けて紹介した。さらに、製品導入のための部品の現地調達の可能性、現地における製品の製造や修理、メンテナンス技術について調査を行った。

3-2 製品・技術の現地適合性検証

3-2-1 製品稼働試験

第3回現地調査(2015年11月)の現地デモンストレーションでは、Cappa を実際に稼働させた。それに先立ち、カトマンズ盆地内の4か所の候補地において、河川・水路状況等を調査、製品稼働の可能性を検証した。結果、設置とデモンストレーション条件の観点から適している用水路2地点を候補地として絞り込み、第2回現地調査時に稼働試験を行った。

(1) サクー (Sankhu)

2015年4月の大地震の際、カトマンズ盆地内で最も大きな被害が出たといわれる地域である。壊れたがれきの山が積まれ、各国の支援テントが並ぶサクーの街の中心から少し離れた場所には、豊かな水田が広がり、水路が至る所に見られた。第1回現地調査時に水深28~30cm、水路深さ80cm~87cm、水路幅92~129cm、流速2.67m/秒の水路があり、Cappa の稼働が可能と判断した。第2回現地調査時に稼働試験を行った際には第1回現地調査時よりも水量が減っていたものの、水位を上昇させるための柵の設置や、土嚢を使って川から水路への同水量を増やすことで、発電可能なまでの水位に上昇、発電及びLEDの点灯に成功した。製品が稼働したことから、ここをデモンストレーションのサイトとすることを決定した。周辺地域の布テントで暮らす被災者たちが稼働試験の様子を見る為に自然と集まって来た。製品について様々な質問が通訳に集中した。「この製品を、近くの川に並べて暮らしに電気がきたら素晴らしい事だ、直にでも設置してもらえないのか？」と住民の問いに対しあくまでも今回は稼働試験となる旨伝えたが、試験中住民同士でもCappaを眺めながら、身近な水流を使った電化について熱心に話をしていたようである。



図 9 サクーのデモンストレーションサイト周辺 (左)



図 10 夜間の被災者仮設住宅 (右)

(2) ムルカルカ (Mulkharka) 水車小屋付近

カトマンズ盆地北に位置するシバプuri (Shivapuri) 国立公園は、豊かな自然と動植物の生息地となっており、ポカラ方面へカトマンズ盆地からアクセスするトレッキングルートに位置する。小さな山小屋を経営する村の家が数軒立ち並び、学校やヘルスポストもある。第1回現地調査時にシバプuri 国立公園内の集落ムルカルカにある水車小屋の導水部分に深さ 53~57cm、水深 19~22cm、流速 1.68m/秒の水路があり、流れを整流する水路形状を作ることで、Cappa に必要な水流を得ることができると判断し、デモンストレーション候補地とした。

しかし、第2回現地調査時には流量及び水位が非常に少なくなっており、土嚢積み上げで集水し水位を上げる仕組みを作ったが、発電に必要な水位には上昇せず、デモンストレーションのサイトとすることを断念した。



図 11 製品稼働試験の様子

(3) 製品デモンストレーション

2015年11月20日 カトマンズ周辺地域で震災被害が最も大きかったサクーにて、デモンストレーションを実施した。農業用水路に大人2人で製品を投入し、実際に製品が稼動する様子を参加者に紹介した。参加者は、AEPC、今後事業で協力関係者となり得るネパール政府機関関係者、在ネパール日本国大使館、JICA ネパール事務所、民間企業経営者や水力発電製造業者、サクー市役所職員代表、周辺の学校の教員や、NGO、NPO、地域住民などが集まった。

デモンストレーション参加者は、大人2人で製品を簡単に設置し、実際に稼動する様子を見学した。Cappaの発電で、LED電球を灯し、携帯電話充電、扇風機稼動や、ネパール音楽を流した。またUSBリチウムイオンバッテリーへの充電などを行った。

ネパールでのCappa活用方法について、学校、病院、公民館などでの具体的利用用途の説明を行い、また提案の1つとして、段ボールサイズの手作りのお寺ジオラマをカラフルなLED電球で灯し、イルミネーションとしての活用方法を、大人から子供まで分かり易く紹介した。Cappaを初めて見た参加者達は、製品のシンプルな構造に興味を持ち、技術的質問も多く出たため、製品を何度も水から上げ、製品説明を行った。式典中には、JICAネパール事務所所長、在ネパール日本国大使館一等書記官、ネパール小水力発電開発協会会長(NMHDA) Purna N. Ranjitar氏、カウンターパート候補のAEPCプロジェクトマネージャーRana B. Thapa氏から、祝辞や、それぞれ今後ネパールでの普及に向けてのコメントを頂いた。またその他参加者からも多くの質問やコメントが出た。普段明かりのない暮らしを続けている周辺被災者からは、身近にある小さな水流で簡単に発電できることに加え、24時間流れがある限り安定的に使えるCappaをすぐにでも使いたいとの声が上がった。

デモンストレーション式次第

13:30 開会

13:35 茨城製作所 代表取締役社長挨拶 菊池 伯夫

13:45 来賓一同デモサイト移動

13:50 製品デモンストレーション

①メカニズムの説明

②製品稼動

③照明、音楽、ジオラマ点灯による製品プレゼンテーション

④質疑応答

14:30 来賓祝辞

NMHDA Chief Executive Director, Mr. Purna N. Ranjitar

在ネパール日本大使館 大山書記官

JICA ネパール事務所 清水所長

AEPC Project Manager, Mr. Rana B. Thapa

14:45 閉会の言葉 茨城製作所代表取締役社長 菊池

14:50 参加者同士の交流会



図 12 デモサイトの場所



図 13 製品デモンストレーション会場の様子



図 14 製品が稼働する様子

3-2-2 現地の技術水準

Cappa をネパールで運用するにあたっては、現地で最低限の修理、メンテナンスができる必要がある。さらに、製品を普及させるためには現地の製造技術が不可欠であることから、現地の製造業界団体及び現地メーカーに対して工場視察及びヒアリング調査を行った。それぞれ訪問先からは、将来的な Cappa の製造や、日本企業との合弁など積極的な意見があり、また製品紹介のデモンストレーション時には、率先してメンバーを集めて参加をいただいている。

(1) NMHDA

NMHDA は、マイクロ水力発電関連の民間製造業 80 社をメンバーにもち、そのうち 30 社がタービンを製造している。パキスタン、ブータン、アフガニスタン、インドネシア、ラオス、ベトナムなどに輸出している会社もあることから製造技術レベルは高く、一部現地部品の調達も可能と判断した。NMHDA 及び AEPC からタービン製造会社 2 社 (Nepal Yantra Shala Energy、Kathmandu Metal Industry & Hydro Power PVT.Ltd.) と、カトマンズで観光業を営む経営者からネパール最大の製造業である Balaju Yantra Shala (BYS) の紹介を受け、工場視察を実施した。

(2) Nepal Yantra Shala Energy (NYSE)

NYSE は、1976 年にネパール民間で設立され、小水力に関連するタービン、Pico Power Pack (PPP)、Electronic Load Controller (ELC) 製造や小水力発電に関する調査、設置、修理、メンテナンスを行っている。タービンをパキスタン、ブータン、ラオス等に輸出した実績もあり、一定水準の部品の機械加工技術は有している。工場視察およびマネジメントへのヒアリングの結果、精度・品質レベルは技術指導教育で向上できると判断した。価格は日本の 1/3 程度である。機械設備が少なく、見える形でのプロジェクト管理・安全管理・在庫管理はなされていない印象である。



図 15 NYSE 工場内部

(3) Balaju Yantra Shala (BYS)

BYS は、ネパールで最大規模の機械メーカーである。社員数 75 名。1960 年にスイスが技術援助し、ネパール政府系機関とスイスの支援機関の出資で設立された。主に水車と機械製品全般を製造しているが、他に水力発電、建設用鉄鋼材、吊り橋等の鉄鋼製品の製造をしている。また、小水力設備 (5kW~250kW 程度) をフルパッケージで製造している。インド、ブータン、パキスタン、アフガニスタン、マレーシア等に輸出し、AEPC や各国大使館からも受注している。設備 (スイス製やドイツ製) が概ね揃っており、Cappa の一部の部品を除いてはほぼ精度的に問題なく製造できる。材料は主にインドから輸入しており、アルミ材 (中国製)・鉄材も調達できる。価格面では日本の 13%程度で製造可能である。品質面では、不良率 1%程度であり少し高いが、技術指導でクリアできる課題である。その他の管理では、顧客・計画・工程・納期等のプロジェクト管理、安全管理、在庫管理等が出来ており、製造に関する基本的な管理レベルが保たれており、今後の指導教育で十分レベルアップを図れると考えられる。



図 16 BYS 工場内設備



図 17 BYS 加工部品 (左)



図 18 BYS 部材棚 (右)



図 19 BYS 掲示標語

(2) と (3) の現地メーカーについては、第 4 回目渡航調査の際、茨城製作所から Cappa 部品の難易度の異なる 3 種類の部品の設計図を持参し、それぞれ製造出来るか、また、価格や納期についてヒアリングを行った。その結果、将来的にはこれらの企業との技術提携もしくは合弁会社を設立し、技術指導や維持管理体制構築のための人材教育を実施し、現地での生産体制を確立できると判断する。

また、ネパールでは、技術者が働き始めてから必要に応じて、専門技術を学ぶため NMHDA のトレーニングを受けることが多いとのことであった。NMHDA では事前調査、デザイン、導入、運用、品質モニタリングといったマイクロ水力に関連する一連の技術について AEPC からの資金を使ってトレーニングを実施している。トレーニングセンターは、NMHDA から 11km 離れた場所 (カトマンズ近郊) にあり、デモ目的や、AEPC から受託トレーニング、NMHDA 自身のトレーニングも行なっている。トレーニングセンターには、37.5kW のペルトン水車と、10kW のクロスフロー、7.5kW のペルトン水車などが備え付けてある。NMHDA と協賛する企業がそれらを

提供し、AEPC がサポートしている。ここで、Cappa のメンテナンストレーニングや、ネパールで製造を進める Cappa や、新たな製品のデモ実験等行う事も出来る。まず今後は、Cappa の維持管理に必要な技術の研修への協力要請を検討する。

3-2-3 製品・技術の法的適合性

現地の電力関連の制度について NEA 及び AEPC にヒアリングを実施した結果、1kW 未満の小水力発電はこれまで市場にないが、政策的には支援可能であるとの回答を得たことから、Cappa が現地の法的な規制の影響を受けないと考えられる。一方で、AEPC の補助金の申請にあたっては第三者の認証が必要となる。

3-3 製品・技術のニーズの確認

南アジアで最も所得水準が低いネパールでは、近年安定した経済成長の実現に向け、電力不足に対処するため、電気を含む経済インフラ政策を優先分野と位置づけ、その中で再生可能エネルギー政策を策定している。特に無電化農村地域や電力不足地域においては小水力発電が重要と位置づけ、村落地域の電力供給を計画している。2015 年に入り、2 度の大地震災に見舞われ、また政治問題によりインドからの石油燃料輸入が完全に停止した状況下で、今後の人々の暮らしや、エネルギー問題に対して新たな課題が生じている。電力の供給が不安定なネパールにおいて Cappa は様々な用途への活用が考えられる。AEPC、NMHDA、地方自治体、教育省、学校、地域の医療機関（ヘルスポスト、ヘルスセンター等）等での情報収集や地元住民への聞き取りを通じ、単に生活の利便性を向上するのではなく、無電化、電力不足地域のより多くの住民の生活水準の向上に資するような Cappa の活用方法を検討したところ、以下のようなニーズが高いことがわかった。

3-3-1 学校

ネパール政府は、平等な教育へのアクセス機会の拡充、教育の質の向上、雇用につながる教育、及び効率、信頼性の高い教育システムの構築等を目的とし、初等教育の無償化、及び教育システムの中等教育までの統合、教育の質の向上等に取り組んでおり、第 13 次計画（2013/14-2015/16）によれば、初等教育の就学率は 95.3%に達している。一方で、貧困層などの子供の就学率の低さ、教育の質等は依然として課題である⁴⁶。日本政府も、前述のとおり、対ネパール援助方針として、劣悪な学習環境の改善や、教室建設などによる安全な学習環境の提供等を通じた教育サービスの向上を目標に掲げている。実際、山間部の Primary School では電灯が設置されているのは教務員室のみで、教室や図書室には電気器具が一切ないケースも多く、薄暗い中で授業を行っており、十分な学習環境が整備されていない。また、ネパールでは現在、ICT 教育に力を入れており、前期中等教育課程でコンピュータを使った授業を行っている学校もある。しかし、教育省教育局やカスキ郡の Secondary School でのヒアリングによると、コンピュータの授業が計画停電により影響を受け、実技ができずに教科書を読むだけの授業になることが多く、電力不足が ICT 教育を進

⁴⁶ Thirteenth Plan (FY 2013/14-2015/16) Government of Nepal, National Planning Commission Singha Durbar, Kathmandu, Nepal July 2013

めるうえで制約となっている。

また、学校の校舎を夜間、コミュニティ・ラーニング・センター（Community Learning Center : CLC）として活用している場合もある。CLC は識字教育や生計を立てるための基礎的な技術等を教えるために教育省ノン・フォーマル教育センターによって地域に設置されている比較的小規模な教育施設であり、現在、山間部の村落を含め全国で2,151 か所⁴⁷が稼働している。働くために学校に通えなくなった人々に対する教育も行っていることから、夜間授業に対するニーズがあるため、夜、ケロシンランプを使って識字教育を行っている地域もあった。調査に入った村では、地域の女性達が30人ほど集まり、自ら生活向上のために一生懸命勉強をする教室風景が印象的であった。また、インターネットの基本的な使い方に関する授業や環境教育も実施されている。特にコンピュータの授業は人気が高く、授業料を徴収して実施している場合が多いとのことであった。これらのCLCの活動には安定的な電力供給に対するニーズが高い。なお、ノン・フォーマル教育センターでは識字教育をすでに受けた人々を中心とする新たなCLCのモデルを検討中であること、個別のCLCで授業内容を提案することもできることから、Cappaを組み込んだ教育パッケージを策定できる可能性がある。

なお、学校は川から離れた高台に立てられていることも多いことから、立地条件によってはバッテリーと組み合わせる、充電した機器を持ち運んで使用するなど考える必要がある。

教育省教育局のDeputy Directorからは、無電化や電力不足の学校は全国に沢山あるので、Cappaを学校へ導入して調査を行い、今後普及の可能性についてアイデアを出しながら、是非見いだして行きたいという前向きな意見をいただいた。



図 20 仮設校舎

3-3-2 無電化地域、電力不足地域の一般家庭

照明、携帯電話の充電、テレビ、ラジオ、扇風機等を使うために電力に対するニーズがある。照明、ラジオなどにはバッテリーが組み込まれているものも普及しており、それらを充電するこ

⁴⁷ Non-Formal Education in Nepal Status Report 2014-15, Non-Formal Education Center, Ministry of Education

とにより、軽水力発電機 Cappa が稼動する発電所からかなり離れた家々でも、充電し持ち運ぶ事でコミュニティ全体へ電気をシェアすることもできる。無電化地域や電力不足地域は、長年改善されず、状況により悪化している現実の中、今後電化への期待も薄い。小さな電力でも家庭で24時間安心して使える電気があるということがどんなに幸せなことか、夜、明かりが灯るとということが生活においてどんなに大切なことかを、多くの住民から聞くことができた。



図 21 電力不足地域（カスキ郡周辺）

3-3-3 被災地

AEPC はこれまでにも、地方電化を進めるために小規模な水力発電施設の建設を進めていたが、今回の震災によってそのうち262か所が被災したことが分かっている。また、2015年4月の大震災以降、家に戻れず、テントやトタン簡易住宅で暮らす人々が未だに多い。サクーで実施した稼動試験の際には、付近の住民が集まり、通電を喜びながら周辺の水路に何台も設置したいと話していた。被害地は郡を跨いで広がり、なかなか復興が進まない地域も沢山あるため、是非その様な場所へCappaを導入してきてほしい、そうした地域には特に再生可能エネルギーを導入する動きがあるため、被災地で活動している団体にも是非紹介したいと伝えられることが度々あった。



図 22 被災地（サクー市街地）

3-3-4 基礎的医療機関

ネパールでは、すべての人が基礎保健サービスにアクセスできるべく、無償の基礎保健サービスへのアクセスと質の向上、予防保健、栄養状態の改善、及び人材、インフラ、組織能力の開発や薬、機材の効率的供給などに取り組んでいる。ネパールでは、プライマリーヘルスセンター（Primary Health Center : PHC）、ヘルスポスト（Health Post : HP）、サブヘルスポスト（Sub Health Post : SHP）が地元の公共医療サービスを担っており、妊産婦や、安全な出産のためのインセンティブ制度の一環として、ヘルスポストやサブヘルスポストなどのすべての医療・保健機関により提供される妊婦、出産に関する保健サービスの無償化、また貧困層に向けた保健サービスの割引などの取組が行われている⁴⁸。

表 12 ネパールの地方における公的医療機関⁴⁹

名称	拠点数
郡病院（District Hospital） 等	78 か所
プライマリーヘルスケアセンター （Primary Health Care Center : PHCC）	208 か所
ヘルスポスト（Health Post : HP）	1,559 か所
サブヘルスポスト （Sub Health Post : SHP）	2,247 か所

⁴⁸ Thirteenth Plan (FY 2013/14-2015/16) Government of Nepal, National Planning Commission Singha Durbar, Kathmandu, Nepal July 2013

⁴⁹ Department of Health Services, MoHP “Annual Report 2070/71 (2013/2014)より JICA 調査団作成。SHP は基礎的医療サービスやボランティアによる地域の健康増進活動をモニタリング等の役割を担うレファラルシステムの最下位の医療機関であり、HP は SHP の機能に加えて産院の機能を有する。郡病院より上位のレファラルの医療機関として、Central Hospital、Regional Hospital、Sub-regional Hospital、Zonal Hospital がある。

しかし、無電化地域の医療・保健機関はもちろん、電化地域であっても既存のグリッドから優先的に配電を受けることができるのは郡病院までであり、多くの PHCC、HP、SHP などでは、計画停電の影響でワクチン保管用の冷蔵庫を安定して使うことができない（訪問先の PHCC には小容量太陽光発電システムが設置されていたが、冷蔵庫への通電は2時間が精いっぱいとのことであった）。

また、ヘルスポストは村落（Village Development Committee : VDC）での産院としての機能も有するため、夜間の出産に対応するため常時照明が使えることが望ましい。

特に貧困層にとっては身近な地域で基礎的な医療が無料で受けられるこれらの基礎的医療機関は Universal Health Coverage⁵⁰の観点から重要であり、停電対策、夜間の照明等のニーズが強い。夜間の出産は、寒い中ロウソクの火を頼りとする地域も沢山ある。風邪をこじらせて苦しむ小児への簡単な吸入（痰を出し易い薬の入った蒸気を吸入する治療）でさえ停電時には行なえなくなる。遠くの村からやっとたどり着いた病人が、停電で長時間待ちするケースなどが頻繁に起こる中、医療関係者からは、Cappa に大きな可能性を感じるという意見もいただいた。人道的な面から設置の要望も強く、喫緊の課題に対応できる Cappa の技術的優位性が発揮できると考えられる。



図 23 地域の医療機関（PHC）の屋根に設置してあるソーラーパネル

3-4 製品・技術と開発課題との整合性及び有効性

「1-2 対象国の対象分野における開発課題」で述べたとおり、ネパールにおける電力不足は深刻な状況にある。特に地方の電力不足地域や無電化地域に安定的に電力を供給することは、教育機関や一般家庭、被災地等で照明や通信の確保という、電力に求められるベーシックなニーズを充足し、教育環境や生活環境の向上を通じてネパール国民の生活水準を向上することにつながる。ナショナル・グリッドを通じた電力供給が不安定である中、機動性に富む軽水力発電機 Cappa は、短期間で独立電源を確保することができることから、ネパールの開発課題の解決に貢献するものとする。

一方、Cappa に類似する特徴を有する水力発電機はネパールになく、Cappa の製品コンセプトをネパール国内に普及する必要がある。また、その特徴を活かした導入モデルを構築すると同時に

⁵⁰ すべての人が適切な健康増進、予防、治療、機能回復に関するサービスを、支払可能な費用で受けられること。

ネパールで求められる製品性能と価格を検討することは、Cappa を ODA 事業で活用するのみならず、将来的に Cappa のビジネス展開を進め、継続的に運用していく上で必要となる。

よって、本案件化調査に引き続き普及・実証事業を実施し、軽水力発電機 Cappa のネパールでの普及と実証を目指すこととする。

3-3で検討したとおり、Cappa によって発電された電気を活用できる対象は多く確認されているが、普及・実証事業では学校に導入することとする。学校はニーズが高いことに加え、2000年代初頭から教育省により学校運営委員会の設立が義務付けられており、地元住民が運営に関与している。現地調査でも学校で調査を実施した際には地元住民が自発的に集まってきて、合わせて地元住民への聞き取りも実施できたなど、地域社会と学校は関わり合いが強いという感触を得た。学校に Cappa を導入することによって維持管理体制の構築をより円滑に進められると考えられる。

なお、本案件化調査で山間部の無電化地域、電力不足地域でも小水力発電に対するニーズが確認されたことから、ペットボトルサイズの低落差式超小型水力発電機（重さ約 3.9kg）を Cappa と合わせてネパールへ導入することを検討する。

<低落差式超小型水力発電機の特長>

- ・ 1.5～2.5m の 超低落差で発電可能
- ・ ペットボトル大のサイズ
- ・ 本体重量：3.87 kg
- ・ オプション付き重量：5.63kg
- ・ 水車出力 100W
- ・ W150×150 x H750mm

第4章 ODA 案件化の具体的提案

4-1 ODA 案件概要

普及・実証事業では、本案件化調査で認められたニーズのうち、学校に軽水力発電機 Cappa を中心とした発電システムを導入し教育環境の改善及び周辺家庭の生活用電源の供給を通じて生活水準の向上を図る。本案件化事業の調査結果に基づき試作したネパール仕様のシステムを①生徒数数十人規模の Primary School 及び②生徒数 300 人程度の Secondary School または Higher Secondary School をパイロットサイトとして Cappa を 1 年間稼働させ、現地での実際の稼働状況に合わせて Cappa を改良するとともに、維持管理のトレーニングを受けた現地水力発電技術者の指導の下、地元コミュニティで Cappa を運用、維持管理できる体制作りを目指す。また、集客のしやすい都市近郊で普及のためのデモンストレーションを実施する。さらに、現地メーカーに一部部品の製造技術を移転するとともに、現地メーカーが製造した部品を使った Cappa の稼働試験を行う。

民間提案型普及・実証事業では、カスキ郡とカトマンズ郡シャンカラプール市サークーにパイロットサイトを設置する計画である。

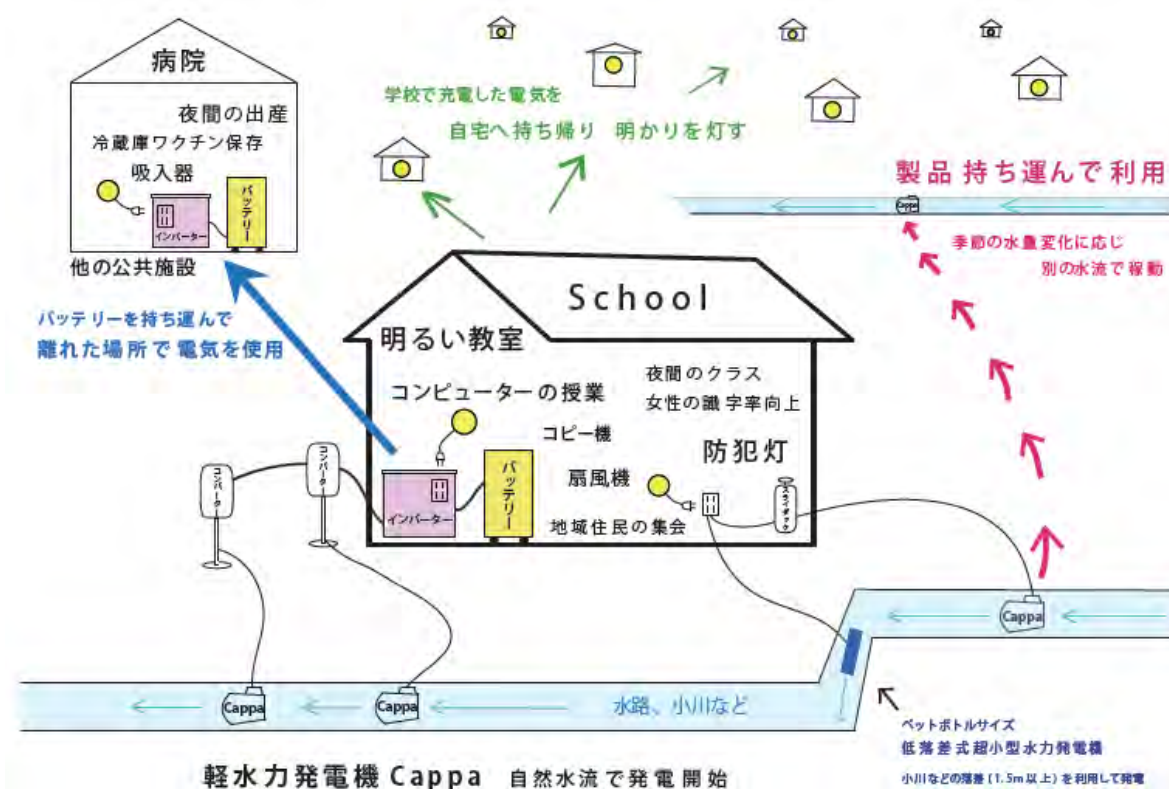


図 24 パイロットサイトイメージ図



図 25 事業サイト候補地の位置⁵¹

表 13 事業サイト候補地の概要

	カスキ郡	カトマンズ郡
面積	2,017km ²	395km ²
人口/世帯数 ⁵²	492,098 人/125,673 世帯	1,744,240 人/436,344 世帯
郡庁所在地	ポカラ	カトマンズ

カスキ郡はネパール中央部に位置し、標高 450m の地点から 8,091m のヒマラヤの山々を含む、自然の豊かな地域である。ヒマラヤへの主な玄関口の 1 つであるポカラには市街地が広がるが、すぐに急峻な山道となり、幹線道路沿いを中心に集落が点在するのみとなる。小規模水力発電所を使ったミニグリッドにより電力が供給されている集落もあるが、大規模水力発電所の建設を契機としてナショナル・グリッドへ切り替えられている。また、山間部には無電化村もある。ただし、ナショナル・グリッドの敷設地域では計画停電が 10 数時間発生しており、グリッドのない地域も含めて安定した電力に対するニーズが高い。

カスキ郡ではアジアモデルのみから構成されるシステムを 1 校、バッテリーモデルを組み込んだシステムを 1 校に導入し、パイロット事業を実施する計画である。また、ポカラ近郊で製品デモンストレーションを行う予定としている。

⁵¹ Central Bureau of Statistics, Population Atlas of Nepal 2014 より JICA 調査団作成。なお、開発区域 (Development region) については憲法制定前の行政区画に基づいている。

⁵² Central Bureau of Statistics, Population Atlas of Nepal 2014



図 26 無電化の学校（カスキ郡）

カトマンズ郡シャンカラプール市はカトマンズ市内から約 20km のカトマンズ盆地の北東部にある。2014 年 12 月に 6 つの VDC が併合⁵³されて Municipality となった。ネワール族の古都として観光地ともなっているサクーを中心に約 60km² に 25,338 人⁵⁴の人口を有する。サクー市街地を抜けると田畑が広がっており、灌漑用水路がいたるところに見られる。すでにナショナル・グリッドから電力供給を受けている地域であるが、2015 年 4 月に発生した大震災でサクーの建物の 90% が被害を受けたとされるほど甚大な被害が生じており、2016 年 1 月に訪問した際も、引き続き仮設住居で暮らす住民は多かった。配電されていない仮設住居で暮らす住民は、近隣の電力供給がある家庭で携帯電話を充電したりテレビを見せてもらったりしている。ただし、ナショナル・グリッドについては他の地域と同様、計画停電が深刻な状況となっており、2016 年 1 月時点では 1 日あたり 15～16 時間程度とのことであった。

サクーのサイトでは、現地メーカーの所在地から近いことから技術的検証（現地製造部品を組み込んだ Cappa と日本で製造した Cappa の稼動比較、持ち運び運用の試行）を中心に実施する。

表 14 シャンカラプール市の概要⁵⁵

人口	男性	女性	合計
	14,148 人	14,727 人	28,875 人
世帯数			4,802 世帯
集落の数			308 集落
電気の照明を使用している人口			14,524 人
ソーラー発電を使っている世帯数			260 世帯

⁵³ 併合前は Bajrayogini VDC、Indrayani VDC、Lapsipedi VDC、Naglebhare VDC、Pukhulachhi VDC、Suntol VDC であった。

⁵⁴ Central Bureau of Statistics, Population Atlas of Nepal 2014

⁵⁵ Shankarpur Municipality, 統計データ(2015 年) (ネパール語文献)

4-2 具体的な協力計画及び開発効果

4-2-1 普及・実証事業

(1) 目的、成果、活動

<p>目的</p> <p>電力供給が不安定な地域もしくは無電化地域の学校に軽水力発電機 Cappa と低落差式超小型水力発電機を設置し学校及びコミュニティに安定した電力を供給することによって、生活環境を向上させ貧困の削減に寄与する。</p>	
成果	活動
<p>成果 1</p> <p>Cappa と低落差式超小型水力発電機が学校やコミュニティ施設に設置され、電力を供給できるようになる</p>	1-1 茨城製作所により Cappa 等の設置場所が特定され、現地の使用条件に適合した Cappa と低落差式超小型水力発電機のシステム構成が開発される
	1-2 カウンターパートの調整の下、Cappa 等を設置するために必要な手続きが進められる
	1-3 発電機と周辺機器が茨城製作所より現地に輸送される
	1-4 地域住民により Cappa 等の設置に必要な環境の整備（水路の補修、清掃など）が行われる
	1-5 Cappa 等が設置され、稼動することが確認される
<p>成果 2</p> <p>地元コミュニティによる維持管理体制が構築される</p>	2-1 カウンターパートにより Cappa 等の維持管理技術者が任命される
	2-2 茨城製作所によって維持管理技術者に対するトレーニングが実施される
	2-3 学校運営委員会や住民団体により、維持管理担当者が任命される
	2-4 維持管理技術者の指導に基づいて、維持管理担当者が Cappa 等の維持管理計画を策定し、実施する
<p>成果 3</p> <p>Cappa と低落差式超小型水力発電機の特長を活かした導入モデルが構築される</p>	3-1 設置が容易、持ち運び可能という Cappa の特徴を活かし、維持管理担当者が、水路の水位の変化に応じて Cappa の設置場所を変更する
	3-2 24 時間発電可能という Cappa と低落差式超小型水力発電機の特長を活かし、各家庭に貸与したバッテリーに充電して家庭でも Cappa と低落差式超小型水力発電機が発電した電力を使用する
<p>成果 4</p> <p>Cappa と低落差式超小型水力発電機の製造工程の一部が現地メーカーへ移管される</p>	4-1 茨城製作所から現地メーカーに製造を移管する部品について、技術移転が行われる
	4-2 現地メーカーによって、Cappa の部品の一部が製造される
	4-3 ネパール製の部品を組み込んだ Cappa が製造され、稼動実験が行われる
	4-4 更なる販売価格の低減のために、周辺国からの部品の輸入を検討する

成果 5 ネパールで Cappa と低落差式超小型 水力発電機の普及 活動が実施される	5-1	Cappa と低落差式超小型水力発電所に関するより詳細な市場調査を実施する
	5-2	地方自治体と共同で設置サイト近隣の地域を対象としたデモンストレーションが実施される
	5-3	関係する行政組織（Tourism Board など）と共同で NGO や民間企業を対象としたデモンストレーションが実施される

成果 1 Cappa と低落差式超小型水力発電機が学校やコミュニティ施設に設置され、電力を供給できるようになる

活動 1-1 茨城製作所により Cappa 等の設置場所が特定され、現地の使用条件に適合した Cappa と低落差式超小型水力発電機のシステム構成が開発される

事業サイトの候補地域で実際に Cappa を設置する場所を 3 箇所選定し、システム構成を検討する。

表 15 システム構成（案）

導入先	導入システム
カスキ郡学校①	日本製バッテリーモデル 1 台＋日本製アジアモデル 1 台 ＋低落差式超小型水力発電機
カスキ郡学校②	日本製アジアモデル 2 台＋低落差式超小型水力発電機
サクー	日本製アジアモデル 2 台、現地部品組み込みアジアモデル 1 台

活動 1-2 カウンターパートの調整の下、Cappa 等を設置するために必要な手続きが進められる

案件化調査の結果、Cappa や低落差式超小型発電機の設置は電力関連の法制度の規制対象外ではあるが、地元自治体や水利組合等の許可や事前の申し入れが必要な場合もあることがわかっていることから、カウンターパートの調整の下、許可の取得を進める。同様に、学校周辺の土地の使用に当たっては学校運営委員会への申請や所有者からの許可を得るようにする。なお、案件化調査で設置サイトの候補地として実際に訪問した集落では、住民にとって役立つ機器を設置する場合の土地の使用については認められるであろうとの見解を得ている。

活動 1-3 発電機と周辺機器が茨城製作所から現地に輸送される

Cappa と低落差式超小型水力発電機、設置に必要な周辺機器の輸出、運送手続きを進める。なお、案件化調査でデモンストレーションを実施するために Cappa 1 台と周辺機器を実際に現地に輸送し、手続き等については把握できている。ただし、普及・実証事業では合計 9 台分の機材を輸送し設置まで一時保管する必要があることから、特に保管場所の確保にあたってはカウンターパート等の現地関係者の協力を求めることとする。

活動 1-4 住民により Cappa 等の設置に必要な環境の整備が行われる

Cappa 等の設置にあたり、土木工事は不要であるが、水路のサイズや維持管理状況によっては簡易な補修が必要とされる可能性がある。水路の補修、清掃を含め、このような設置環境の整備

については地元住民や場合によっては DDC、VDC の技術部門の協力を得る。パイロットサイトの候補となっているカスキ郡では DDC 土木技術部門に対して既に協力を要請し、快諾を得ている。

活動 1-5 Cappa 等が設置され、稼動することが確認される

茨城製作所が地元住民の協力の下、Cappa を含む発電システムを実際に事業サイトに設置する。設置後は地元関係者の立会いの下、稼動試験を行う。

成果 2 地元コミュニティによる維持管理体制が構築される

活動 2-1 カウンターパートにより Cappa 等の維持管理技術者が任命される

ネパールにおける Cappa と低落差式超小型水力発電機の持続的な維持管理体制を確立するため、NMHDA からの推薦を元にカウンターパートに維持管理技術者を任命してもらい、維持管理技術者は小型の水力発電に関する知見を有する技術者であり、地元住民から選定される維持管理担当者に対して技術指導する役割を担う。

活動 2-2 茨城製作所によって維持管理技術者に対するトレーニングが実施される

茨城製作所は、カウンターパートに任命された維持管理技術者に対して、Cappa を含むシステムに関する技術や維持管理の方法、維持管理計画の策定等についてのトレーニングを実施する。トレーニングの一部は、維持管理技術者を本邦に招聘し茨城製作所の工場で実施することを想定している。

活動 2-3 学校運営委員会や住民団体により、維持管理担当者が任命される

Cappa 等の日常的な維持管理については、地元住民が実施することを想定している。学校運営委員会等のパイロットサイト関係者や地元住民団体に対して維持管理担当者を任命するように要請する。維持管理担当者は Cappa 等の維持管理が持続的に行われるように、1 パイロットサイトあたり 3 名程度を想定している。

活動 2-4 維持管理技術者の指導に基づいて、維持管理担当者が Cappa 等の維持管理計画を策定し実施する

Cappa 等が持続して運用されるように、維持管理担当者は維持管理技術者の指導を受けて維持管理計画を策定する。維持管理計画の策定に当たっては、水路の水位の変化や事業サイト周辺の環境（自然環境や地元の生活環境等）を考慮し、清掃の回数や半消耗品（ごみよけネット等）の交換時期等を計画する。

成果 3 Cappa と低落差式超小型水力発電機の特長を活かした導入モデルが構築される

活動 3-1 設置が容易、持ち運び可能という Cappa の特徴を活かし、維持管理担当者が、水路の水位の変化に応じて Cappa の設置場所を変更する

ネパールでは、流量調整のための水門が設置されている水路でも乾季と雨季で水路の水位に大きな変化があることが通常である。維持管理担当者は維持管理技術者と相談し Cappa が効率的に稼動するように Cappa の設置場所を水路の状況に応じて試行的に移動させる。効率的に稼動することが確認できた場合には、設置場所の移動についても維持管理計画に反映させることとする。

活動 3-2 24 時間発電可能という Cappa 等の特徴を活かし、各家庭に貸与したバッテリーに充電して家庭でも Cappa 等が発電した電力を使用する

太陽光発電とは異なり、Cappa と低落差式超小型水力発電機は 24 時間発電することができる。周辺家庭にリチウムイオンバッテリーを貸与し、学校で Cappa の電力を使用していない時間帯に充電し、自宅に持ち帰り照明や携帯電話の充電に使用する仕組みの運用を試みる。

成果 4 Cappa と低落差式超小型水力発電機の製造工程の移管により、価格の低減を図る

活動 4-1 茨城製作所から現地メーカーに製造を移管する部品について、技術移転が行われる

案件化調査では現地メーカーでも Cappa の部品の一部を製造できる水準の技術力を有することがわかっていることから、現地メーカーで茨城製作所技術者による技術移転セミナーを実施し、部品の製造指導を行う。

活動 4-2 現地メーカーによって、Cappa の部品の一部が製造される

現地メーカーに部品を製造してもらい、茨城製作所が Cappa へ組み込むために十分な品質が達成されているかを確認する。場合によっては追加的な技術指導を行い、品質の向上を図る。

活動 4-3 ネパール製の部品を組み込んだ Cappa が製造され、稼動実験が行われる

現地メーカーが製造した部品を現地で組み込み、Cappa を完成させる。可能であれば茨城製作所から輸出した完成品と現地で組み立てた完成品を同時に同じ条件の元で運用し、発電データの収集・比較を行い品質の改善に努める。

活動 4-4 更なる販売価格の低減のために、周辺国からの部品の輸入を検討する

案件化調査の結果、ネパールでは水車関連部品を製造しているものの、発電機は製造されておらず、インドから輸入されていることがわかっている。Cappa 及び低落差式超小型水力発電機の原価を低減させ、販売価格の引き下げを実現するため、インドからの発電機等の部品の調達を検討するための現地調査を実施する。

成果 5 ネパールで Cappa と低落差式超小型水力発電機の普及活動が実施される

活動 5-1 Cappa と低落差式超小型水力発電所に関するより詳細な市場調査を実施する

案件化調査において、第 5 章で述べるとおり Cappa 等の販売先について当面のターゲットとする市場と将来的な市場に分けてターゲットを絞っているが、より詳細な販売先の調査やサプライチェーンの構築のため、情報収集を行う。現地情報収集については、商社等の現地のビジネス関係者の協力を得る予定である。

活動 5-2 地方自治体と共同で設置サイト近隣の地域を対象としたデモンストレーションが実施される

Cappa 等をネパール各地に普及させるため、サクーでデモンストレーションを実施し、教育省や保健省等の中央省庁や周辺の自治体に対して Cappa と低落差式超小型水力発電機の広報活動を行う。また、案件化調査で訪問したカスキ DDC の土木技術部門では、Cappa を使ったデモンストレーションを実施し事業サイト以外でも Cappa を導入する可能性を探りたいとの意見があったことから、共同でデモンストレーションを実施することを検討する。

活動 5-3 関係する行政組織と共同で NGO や民間企業を対象としたデモンストレーションが実施される

第5章で述べるとおり、Cappaの購入者としては公的機関のみならず NGO や観光業者を中心とした民間企業も想定している。これらのマーケット関係者を対象としたデモンストレーションを、カスキ郡観光局などの関係機関の協力を得て実施する。

(2) 日本側の主要な投入

ア 軽水力発電機 Cappa

Cappa 本体については、日本製バッテリーモデル、日本製アジアモデル、現地製造部品組み込みアジアモデルを稼働させ、技術的な検討と製品の改良を行う。特に現地製造部品組み込みモデルについては、現地で性能の評価および耐久性の実証を行うものとする。落差を必要としない Cappa とネパールの地形的特長である山間部の急峻な高低差のある傾斜面を利用した低落差式超小型水力発電機による発電を組み合わせることによって、より広い地域での電力供給が可能となる。

イ 周辺機器、設置用資材

設置用足場等、現地での調達が可能なものについては、初期投資を極力少なくすると同時にネパールで Cappa を持続的に運用してもらうために、現地で入手することとする。

ウ 日本人専門家

Cappa の設置にかかる詳細調査、現地技術者向けの維持管理トレーニングの実施、ビジネス展開に関する追加調査等のために、茨城製作所の人員およびコンサルタントを投入する。

エ 現地ローカルコーディネーター

カウンターパートである AEPC、DDC、VDC、学校運営委員会等のコミュニティ組織といった関係機関を円滑に連携させるために、人的ネットワークを有する現地の人材を雇用する。

(3) ネパール側の主要な投入

ア プロジェクト担当者

普及・実証事業は、AEPC をカウンターパートとして実施する。AEPC にネパール側のプロジェクトのマネジメント責任者としてプロジェクト担当者を置く。プロジェクト責任者は関係省庁との調整や設置サイトの確保、維持管理トレーニングの実施、監督等を行う。

イ 水路の整備

Cappa の設置には大掛かりな土木工事が不要ではあるものの、既存の水路に設置する場合には周辺の草刈や底にたまった堆積物の除去、破損箇所への修理は必要となる。また、より効率的に発電するために簡易水路の整備が望ましいケースもある。その場合に労働力や資材を提供する。

(4) 実施体制

普及・実証事業は以下の体制で実施することを想定している。

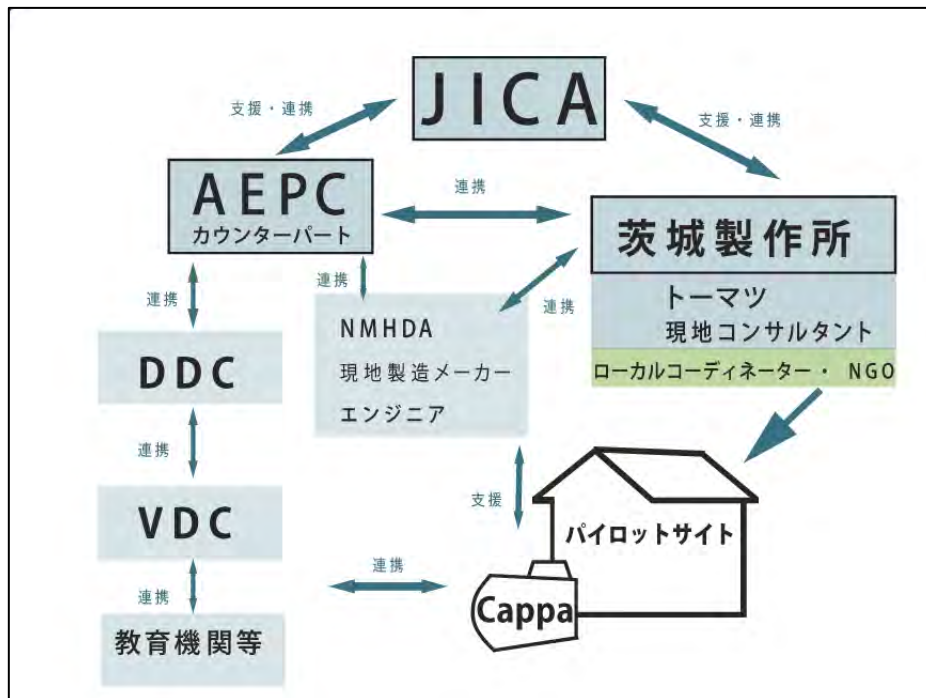


図 27 普及・実証事業体制

(5) スケジュール

スケジュールの想定は以下のとおりである。

	2016年	2017年				2018年				
	10~12月	1~3月	4~6月	7~9月	10~12月	1~3月	4~6月	7~9月	10~12月	
Cappa・システム開発、設置サイトの追加調査	■									
設置に必要な手続きの実施	■	■								
輸出		■								
設置サイトの整備		■	■							
稼動試験、導入モデルの構築				■	■	■	■	■	■	
維持管理トレーニング					■	■	■			
現地メーカーへの技術移転	■	■	■	■						
普及のためのデモンストレーション			■	■	■			■	■	

図 28 普及・実証事業スケジュール

(6) 事業額概算

事業費は以下を想定している。

表 16 普及・実証事業 事業費概算

(税抜、金額：万円)

I. 人件費		2,000
II. 直接経費		
1. 機材製造・購入・輸送費	Cappa7 台、低落差式超小型水力発電機 2 台、周辺機器、設置工事費 等	2,705
2. 旅費		1,550
3. 現地活動費	車両借上費、現地備人費、現地再委託費等	1,500
4. 本邦受入活動費		866
III. 管理費		598
概算合計		9,220

(7) 本提案事業と実施後のビジネス展開との関連

普及・実証事業実施後は、ネパール国内の無電化もしくは電力不足地域および観光業をターゲットとしてビジネスを展開する計画である。そのためには、軽水力発電機 Cappa を現地の使用環境に合わせて改良するとともに、現地メーカーや販売業者を組み込んだサプライチェーンを構築して価格の低減を図ることは必要不可欠である。また、観光業をターゲットとした販路を拡張する過程で、先進国の見込み顧客からの反応や情報を収集し、先進国へのビジネスの可能性も広げていく。

4-3 他 ODA 案件との連携可能性

パイロットサイト候補地の 1 つであるカスキ郡の DDC では、青年海外協力隊員 (JOCV) が 1 名活動しており、本案件化調査では JOCV の人的ネットワークを通じて DDC の複数の部署の関係者と面談を持つことができた。また、カスキ郡の他の JOCV から Cappa の設置サイトとなりうる水路や公共施設について情報を提供してもらった等の協力を受けた。「3-3 対象国における製品・技術のニーズの確認」で述べたとおり、Cappa は学校、基礎的保健施設、コミュニティといった様々な場での活用が期待されることから、JOCV の活動と連携し、ネパールの生活環境の改善に貢献できる可能性がある。

4-4 ODA 案件形成における課題と対応策

4-4-1 水路の整備、維持管理

パイロットサイト候補地周辺を含めネパール国内には水路が多く見られるが、日本の水路とは異なり、同じ水路でも場所によって深さや幅などが異なっていたり、破損したまま放置されたり、水底に堆積物がたまったままの場所もある。一方で、水路の整備や維持管理について積極的に活動しているコミュニティ組織がある場合や、水路に導水する必要性を認めれば地域で清掃する場

合（案件化調査実施中に Cappa の稼動試験を実施するために清掃し、その後は水路が使われるようになった例がある）が見られた。普及・実証事業では現地ローカルコーディネーターを通じて、コミュニティ組織の活動と連携し Cappa が設置できる水路が維持されるように図る。

4-4-2 関係者との合意の形成

ODA 案件の実施に当たってネパール国内で共通する条件として、カウンターパートにあたる AEPC のみならず他の関係者（DDC、VDC、学校運営委員会、住民組織 等）のそれぞれと組織のレベルに応じた合意文書（簡易なものでもよい）を締結することが望ましいことがわかった。普及・実証事業を開始する際には各関係者のタスクを明確化するとともに円滑に合意文書を締結できるよう、ネパール人で ODA 案件の経験が豊富なコンサルタントと協力してコミュニケーションを継続する。

第5章 ビジネス展開の具体的計画

5-1 市場分析結果

(非公開)

5-2 想定する事業計画及び開発効果

(非公開)

5-3 事業展開におけるリスクと課題

(非公開)

別添資料 現地調査 主要面談・サイト調査記録

(非公開)

英文要約

Feasibility Survey for the Private Sector for
Utilizing Japanese Technologies in ODA
Project

Summary Report

Federal Democratic Republic of Nepal

Feasibility Survey for Introducing Small
Hydro-Kinetic Power Generator to the
Himalayan Poverty Rural Area, Nepal

May 2016

Ibasei, Ltd.

Chapter 1: The current situation in the surveyed country

The Federal Democratic Republic of Nepal is confronted with a severe electricity supply shortage; only 78.4% of its demand (2013/14) with an especially low electrification rate in rural areas. The Nepal Electricity Agency predicts that the electricity demand in Nepal will increase by an annual 9% with the increase in generation capacity as well as rural electrification both recognized as urgent issues. Under such a situation, damage to many micro hydro generation plants by the major earthquake in April 2015, and the India border blockage worsened the electricity supply, and in February 2016 the daily planned national grid power cuts spanned more than 10 hours on average.

The Government of Nepal aims to emerge from the group of the Least Developed Countries by 2020. The Government of Japan is providing support to a variety of sectors in Nepal including the education sector, in order to encourage GoN's challenges which include poverty reduction in rural areas.

In 2009, GoN declared in their Renewable Energy Policy that micro hydro generators are required for electricity supply in rural areas. Rural electrification is promoted by the Alternative Energy Promotion Center (AEPC) under the Ministry of Science, Technology and Environment, which is in charge of disseminating renewable energy in quantities smaller than 1 MW.

Chapter 2: Possible applicability of SME's products and technologies, and policy for overseas business development



A JICA survey team considered the applicability in Nepal of “Cappa,” a small hydro-kinetic power generator produced by Ibasei, Ltd. “Cappa” generates electricity using flowing water and does not require a water drop. Therefore, installation is relatively simple compared with normal micro hydro power generators, which require civil engineering works. “Cappa” can also be used in remote areas where heavy construction machinery cannot enter or electricity for starting generators is not available.

In this feasibility survey, the JICA survey team recognized the advantages of “Cappa” when comparing the generation efficiency and purchase price per watt hour, with a popular solar power generation system in Nepal.

Ibasei, Ltd. is focusing on overseas business development as one of their major business targets for its original group of products that use renewable energy after the severe experience during the Great East Japan Earthquake. Dr. Kikuchi, the President, has decided to start overseas business development in developing countries based on his previous work experience in India and other countries.

Chapter 3: Survey and investigation results on the applicability of the proposed products and technologies

The JICA survey team conducted a field study in the candidate area of the project sites in Kaski District and Shankarpur Municipality, Kathmandu District, an operation test and demonstration in Shankarpur Municipality, and an interview survey with related governmental office and private sector companies.

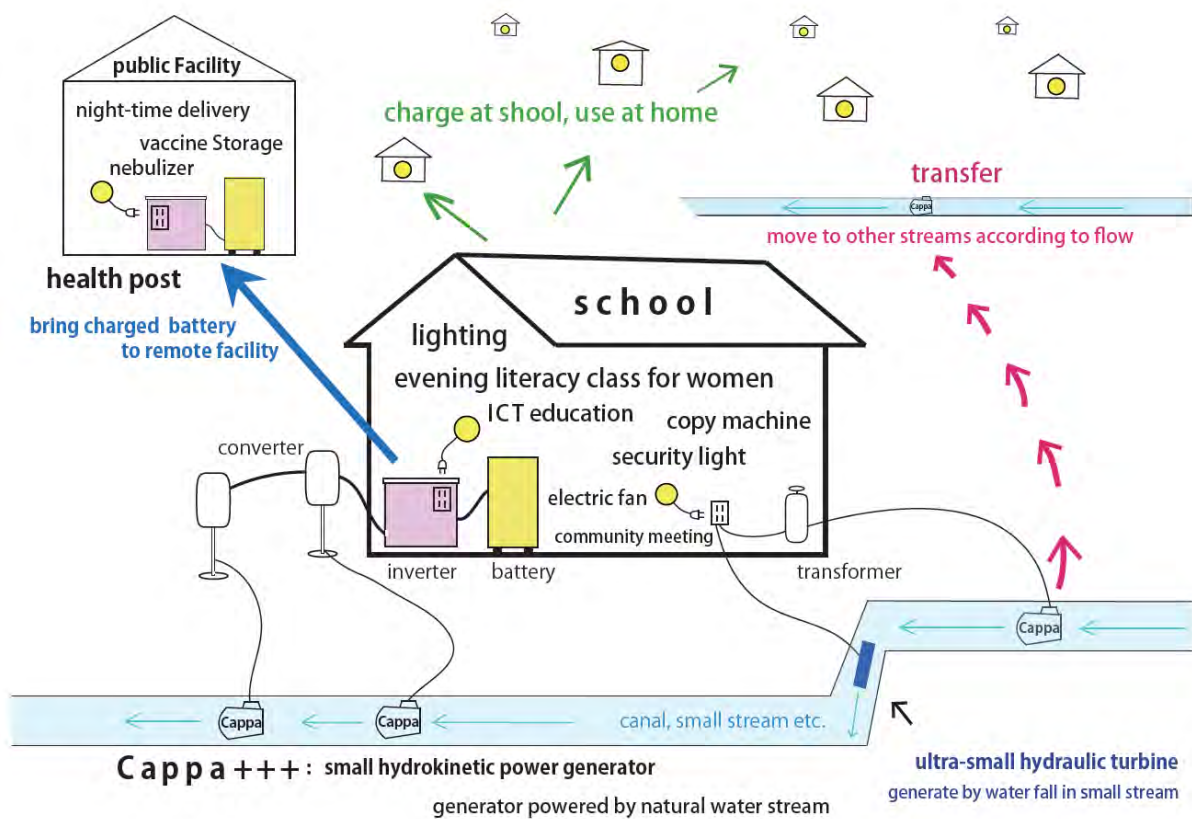
The demonstration was held in Sankhu, where damage from the major earthquake in April 2015 was most severe in the suburbs of metropolitan Kathmandu. AEPC, the candidate for the counterpart organization of the verification survey proposed as the next project for dissemination of “Cappa”, and other related governmental office and regional offices sent participants to the demonstration. Participants from the private sector and neighbors also gathered at the event. People who had been victims of the earthquake were very interested in “Cappa”, as a simple but stable electricity source.

In discussions with the Nepal Micro Hydro Development Association (NMHDA), an industry group comprised of Nepalese companies and two local manufacturers, the JICA survey team realized that the Nepalese private companies were aggressively positive regarding production of some of the parts and joint ventures with Japanese companies. The technical levels of the two companies were sufficient for production of “Cappa” parts in the future. following technical transfer and capacity development.

As a result of the survey, “Cappa” can be used for many purposes in Nepal. The JICA survey team chose schools as the installation point in the pilot project site because the local residents are involved in the operation of a school in Nepal based on national policy. The goal to pursue is improvement of the living standards of Nepalese people, due to the electricity generated by “Cappa.” The electricity will be provided not only to the school but also to neighbor residents, and contribute to improving both the educational environment and the living environment. The JICA survey team is planning to propose a “Verification Survey with the Private Sector for Disseminating Japanese Technologies” to disseminate and provide experimental proof of “Cappa”, as well as a plastic-bottle-sized hydro power generator for mountain areas.

Chapter 4: Proposals for formulating ODA projects

In the Verification Survey, the JICA survey team proposed to conduct the pilot projects at a primary school and a secondary/higher-secondary school.



The project goal and objectives are as follows;

<u>Project Goal</u>	
“Cappa” and the plastic-bottle-size generator contribute to poverty reduction by improving the living environment, as a result of the stable electricity supply to schools and communities.	
Objective 1	Install “Cappa” and the plastic-bottle-size generator in the school/public facility and start to generate power.
Objective 2	Establish O&M systems in the local communities.
Objective 3	Installation model using the features of “Cappa” and the plastic-bottle-size generator.
Objective 4	Transfer some parts of the production processes of “Cappa” and the plastic-bottle-size generator to manufacturers in Nepal.
Objective 5	Promote dissemination campaigns for “Cappa” and the plastic-bottle-size generator in Nepal.

Feasibility Survey for introducing small hydro-kinetic power generator to the Himalayan poverty rural area, Nepal

SMEs and Counterpart Organization

- Name of SME : IBASEI, Ltd.
- Location of SME : Hitachi, Ibaraki Pref., Japan
- Survey Site / Counterpart Organization : Kathmandu, Makwanpur and Kaski District / Alternative Energy Promotion Center (AEPC)



Power generator "Cappa" Can be carried by 2 adults, and immediately start power generation

Concerned Development Issues

- Frequent outage due to the shortage of power supply significantly affects life and economy of people.
- There are a lot of non-electrified communities, or power shortage areas in the Himalayan and rural areas.
- Basic infrastructure including electricity was seriously damaged by the earthquake in April, 2015.

Products and Technologies of SMEs

- Small Hydro-kinetic Power generator "Cappa" can be carried by 2 persons and immediately start power generation once it's placed in a water flow.
- "Cappa" does not require drop of a water flow.
- "Cappa" does not require extensive civil engineering work for installation.
- "Cappa" can be a stand-alone power source without grid connection.

Proposed ODA Projects and Expected Impact

- Introduce proposed technology to schools and establish community based O&M system with Pilot Survey for Disseminating SME's Technologies.
- Improve education standard in the non-electrified or power shortage areas and living environment in the community by stable electricity supply to contribute to poverty reduction.