

平成24年度政府開発援助
海外経済協力事業委託費による
「案件化調査」

ファイナル・レポート

ベトナム社会主義共和国

「屋根を利用した省エネ・太陽光・防災事業」
案件化調査

平成25年3月
(2013年)

元旦ビューティ工業株式会社・
株式会社毛利建築設計事務所共同企業体

本調査報告書の内容は、外務省が委託して、元旦ビューティ工業株式会社・株式会社毛利建築設計事務所共同企業体が実施した平成24年度政府開発援助海外経済協力事業委託費による案件化調査の結果を取りまとめたもので、外務省の公式見解を表わしたものではありません。

また、本報告書では、受託企業によるビジネスに支障を来す可能性があると判断される情報や外国政府等との信頼関係が損なわれる恐れがあると判断される情報については非公開としています。なお、企業情報については原則として2年後に公開予定です。

目次

巻頭写真
略語表
要旨
ポンチ絵
はじめに

第1章	ベトナム国における開発課題の現状及びニーズの確認	1
1-1	ベトナム国の概要	1
1-1-1	社会・政治経済状況	1
1-1-2	自然条件と気候	1
1-2	開発課題の現状とニーズ	5
1-2-1	ベトナム国におけるエネルギー分野の現状と課題	5
1-2-2	サイト調査に基づくニーズの確認	9
1-3	環境・エネルギー分野の開発計画、政策及び法制度	11
1-3-1	第7次国家電力マスタープラン	11
1-3-2	省エネルギー法	11
1-4	ODA事業及び他ドナーの援助動向	12
1-4-1	ODA事業の動向（エネルギー/気候変動）	12
1-4-2	他ドナーの援助動向	13
第2章	製品・技術の活用可能性及び将来的な事業展開の見通し	14
2-1	提案企業及び提案が見込まれる提案製品・技術の強み	14
2-1-1	提案製品・技術の強み	14
2-1-2	国内外の同業他社比較、類似製品・技術の概況	16
2-2	提案企業の事業展開における海外進出の位置付け	17
2-2-1	「環境技術で自然と安全を守る」企業方針：経営戦略	17
2-2-2	地球規模課題に取り組むODAとの連携	17
2-2-3	ベトナム国、そしてアジアへの展開	17
2-3	海外進出による地域経済への貢献	19
2-3-1	地元神奈川県への貢献	19
2-3-2	海外事業に関心を持つ協力会社	20
2-4	想定する事業の仕組み	21
2-4-1	基本的方向性	21
2-4-2	売上規模、市場規模感、市場マーケットにおいて想定する需要の見込等	21
2-4-3	直接・間接の効果	22
2-4-4	ODAの効率的・効果的实施	22
2-5	事業実施体制・具体的な普及に向けたスケジュール	22
2-5-1	事業化スケジュール	22
2-5-2	現地パートナーの確保状況及び見通し	22
2-5-3	投資計画	22
2-5-4	設備計画	23

2-5-5 資金計画	23
2-5-6 投資回収計画	23
2-5-7 人員計画	23
2-5-8 現地バックアップ体制	23
2-6 リスクへの対応	23
第3章 ODA案件化による提案企業の事業展開効果	25
3-1 提案製品・技術と当該開発課題の整合性	25
3-1-1 取組むべき開発課題	25
3-1-2 伸び続ける電力需要と再生可能エネルギー	26
3-1-3 頻発する停電	26
3-1-4 省エネ・再生可能エネルギーへの取り組み	27
3-1-5 台風に対する備え：防災	27
3-1-6 地震に対する備え：防災	27
3-2 ODA案件実施による企業の事業展開に係る効果	28
第4章 ODA案件化の具体的提案	31
4-1 ODA案件概要	31
4-1-1 想定されるODAスキーム	31
4-1-2 案件化調査対象案件（ロングリスト）	33
4-1-3 対象案件の絞り込み	36
4-2 具体的な協力内容	37
4-2-1 教育施設	37
4-2-2 病院	39
4-2-3 実地型技術講習	39
4-2-4 パッケージ型提案例	40
4-2-5 施工計画	40
4-2-6 概略設計及び概略事業費	43
4-3 ODA案件の実施による開発効果	74
4-4 他のODA案件との連携可能性	74
4-5 その他関連情報	75
4-5-1 我が国援助方針における位置付け	75
4-5-2 対象国におけるこれまでのODA事業との関連性	76
4-5-3 相手国関係機関との協議状況・面談記録	76

現地調査資料

1. サイト調査結果
2. セミナー開催状況
3. 面談者リスト
4. 収集資料リスト

巻頭写真



教育施設の現状（初等教育施設整備計画）：
ニンビン 省 Le Hong Phongi 小学校



教育施設の現状（第2次初等教育施設整備計画）：
タンホア 省 Nguyen Van Troi 小学校



教育施設の現状（第3次初等教育施設整備計画）：
フエ省 Loc Tri 小学校



教育施設の現状（第4次初等教育施設整備計画）：
ビントゥワン省 Tan Lap 1 小学校



教育施設の現状（北部山岳地域初等教育施設整備計画）：
ライチャウ省 Binh Minh 小学校



教育施設の現状（北部山岳地域初等教育施設整備計画
フェーズⅡ）：
トゥエンクワン省 Thai Binh 小学校



病院の現状（チョーライ病院）：施設全景



病院の現状（チョーライ病院）：屋上



病院の現状（バックマイ病院）：施設全景



病院の現状（バックマイ病院）：屋上



病院の現状（フエ中央病院）：施設全景



病院の現状（フエ中央病院）：屋上



病院の現状（ホアビン総合病院）：施設全景



病院の現状（ホアビン総合病院）：屋上



セミナー開催の様子：ハノイ



セミナー開催の様子：ホーチミン

略語集

ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
AFD	Agence Française de Développement	フランス開発庁
ALC	Autoclaved Lightweight Concrete	オートクレーブ養生軽量気泡コンクリート
BCC	Business Corporate Contract	事業協力契約
COP	Conference of the Parties	気候変動枠組条約締約国会議
CSR	Corporate Social Responsibility	企業の社会的責任
DOET	Department of Education and Training	各省の教育訓練局
EVN	Electricity Vietnam	ベトナム電力公社
FIT	Feed-in Tarrif	電力買い取り制度
GDVC	General Department of Viet Nam Customs	ベトナム税関総局
GHG	Greenhouse Gas	温室効果ガス
IMHEN	Institute of Meteorology Hydrology and Environment	気象水文環境研究所
JETRO	Japan External Trade Organization	日本貿易振興機構
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
KFW	Kreditanstalt für Wiederaufbau (German Development Bank)	ドイツ復興金融公庫
MOET	Ministry of Education and Training	教育訓練省
MOH	Ministry of Health	保健省
NEDO	New Energy and Industrial Technology Development Organization	新エネルギー・産業技術総合開発機構
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
SSVN	Siam Steel Vietnam	サイアム・スチール・ベトナム
VNCC	Viet Nam National Construction Consultants Company	ベトナム国家建設コンサルタント ト公社
VND	Vietnamese Dong	ベトナムドン

要 旨

1. ベトナム国における当該開発課題の現状及びニーズの確認

1-1 ベトナム国の概要

ベトナム社会主義共和国は、1986年より市場経済システムの導入と対外開放を主軸としたドイモイ（刷新）政策を推進し、90年代の平均経済成長率は約6.6%、世界経済危機を含む2000年～2010年においては平均約7.3%の高い成長を達成した。2011年の第11回共産党大会では2020年までに近代工業国家となることを目標として引き続き高い成長を目指す方針が掲げられた。

1-2 開発課題の現状とニーズ

ベトナム国は目覚ましい経済成長と工業化に伴い年率14%ほどで増大する電力需要に対応するため、この10年の間にガス火力から石炭火力へと軸足を移しているが、さらに電力輸入の拡大、原子力や再生可能エネルギーによる電力源の拡充と多様化が求められている。電力料金単価は、1kWhあたり約4円と世界的に見ても極めて安い水準であり、安定した電力供給のためにもコストを反映した適正な電力価格の設定が課題となっている。

ベトナム国政府が再生可能エネルギーの利用拡大を掲げている背景には、新興国も担うべき地球温暖化対策としての二酸化炭素排出削減があり、枯渇するエネルギー¹を次世代に残すという目先のコストではない長期の政策的視点がある。また、太陽光発電をはじめとした再生可能エネルギーの費用対効果は、ベトナム国のみならず日本をはじめとする先進国でも枯渇するエネルギーに劣後する現状があり、「反原発」議論を含めコストのみでは語れない政策的論争点と捉えざるを得ない。市場で遅々とした再生可能エネルギー普及、具体的には太陽光発電システムの設置拡大を公共セクターがリードすることは、エネルギーの多様化とクリーンエネルギーの推進を掲げている政府の重要な役割となる。

1-3 環境・エネルギー分野の開発計画、政策及び法制度

第7次国家電力マスタープラン（2011年～2020年）では、電力の生産・輸入目標値を2015年に約2100億kWh、2020年に約3620億kWhとして大幅な伸びを想定しており、総出力の内、2020年には5.6%を、2030年には9.4%を再生可能エネルギーで賄うことを目指している。また、2011年に制定された省エネルギー法では「クリーンエネルギーを合理的に発展させることを優先し、再生可能エネルギーの使用比率を上げ、省エネを推進する」としており、このため、「認識を高めるための宣伝活動・運動を計画実施し、学校教育として適切なかたちで実施する」としている。

1-4 ODA 事業及び他のドナーの援助動向

2001年以降のエネルギー分野の我が国の主なODA事業としては、技術協力では省エ

¹ 石油46年、石炭118年、天然ガス58年、ウラン106年でそれぞれ枯渇する。

ネ・再生可能エネルギーに対する協力が実施されている一方で、円借款事業においては発電量確保に資する火力発電、水力発電の案件が中心である。また、世界銀行とアジア開発銀行が再生可能エネルギー開発を全国規模で展開するとともに、独国、仏国、韓国なども再生可能エネルギーについて支援している。

2. 製品・技術の活用可能性及び将来的な事業展開の見通し

2-1 提案企業及び提案が見込まれる製品・技術の強み

提案企業は、製品及び技術の多くを自社開発し、数々の工業所有権²を有し、日本の金属屋根業界では「技術の元旦」として定評がある。早くより製品のシステム化及び施工のシステム化に取り組み「早い・簡単」は多くの部分で実現しているものの、高品質と高機能ゆえに価格競争力については課題である。現在、今般の案件化調査を通じて得た現地情報とニーズを分析把握しつつ、白州技術センター等において部材、構造の見直しなどに取り組み、更なる改善とコスト削減を実現していく予定である。

長年にわたり地球環境に配慮し、省エネ、地球温暖化抑制に貢献する「断熱工法」「屋根一体型トップライト」「緑化屋根」など環境技術と屋根の融合を推進してきた。また、太陽光発電については20年以上前から取り組み、NEDO等の依頼を受けて屋根材一体型の太陽光発電システムを日本で初めて開発した。さらに、両面受光の独自システム「Sun-Both」を開発し、限られたスペースでの効率的な発電と太陽光パネルの高温化対策に注力しており、多くが熱帯地域に属する開発途上国にとって有益な技術を研究開発している。これら環境技術・環境製品に加え、災害被害を減らす高強度屋根にも注力しており、「省エネ・省資源に貢献する技術」「自然エネルギーを利用する技術」「大型災害に対応する技術」の3技術要素を併せて提供できることを強みとしている。

海外事業としては、30年前のスリランカ国会議事堂をはじめアジアを中心に公共施設や在外公館の屋根を手がけるとともに、ODA事業として無償資金協力「クリーンエネルギー計画」に参画し、南アジアと中米の公共施設に屋根と太陽光発電システムを設置している。

2-2 提案企業の事業展開における海外進出の位置づけ

提案企業は気候変動にさらされる人々のために地球規模の環境を守り、暴風雨や洪水など頻発する大型災害に対処するため、その製品と技術を提供できるものと考え、地球規模課題に取り組む日本のODAと連携して、より積極的な海外事業展開を図ろうとしている。ベトナム国を含むアジアの市場を徹底的に分析し、「何を」「誰に」「いくらで」「どう」売めるのかを明確化し、戦略（戦術）化する必要がある。また、プロダクト・アウトではなく、マーケット・インをベースとして製品作りをしていく必要があり、そのため「開発・改良・デモ・普及・展開」等の期間が必要であることから、駐在員事務所を設けてこれに取り組むことも検討する。

² 出願累計：特許 1231 件、実用新案 217 件、意匠 2399 件、商標 178 件（2011 年 3 月）

2-3 海外進出による地域経済への貢献

神奈川県は「かながわスマートエネルギー構想」を推進しているが、開発と普及に向けた実証実験において提案企業は、太陽光パネル設置工法等を提供している。また、藤沢市内の公立小中学校 54 校に太陽光発電システムを設置し、教育現場における省エネ・創エネ・蓄エネと地球環境教育に関わっている。ベトナム国における調査成果及び事業化の成果はフィードバックされ、「かながわスマートエネルギー構想」の推進に役立つものとなる。

提案企業の社外には優秀な屋根工事店 700 社 8000 人の熟練施工者が組織化されている。これらの多くは零細企業ながら海外事業にも関心を持ち、一部は提案企業の海外事業にも参画して経験を積みつつある。本案件化調査の成果及びそれに続く提案の事業化は、提案企業のみならずこれら中小零細企業を裨益するものでもある。

2-4 想定する事業の仕組み

3つの視点から日本の ODA により整備された既存の公共施設を分析・評価し、「屋根を利用した省エネ・太陽光・防災」事業として、具体的 ODA 案件を提案し、その後は公正な競争の中で可能な限り下請けも含めてこれを受注していく。また、中間層のみならず貧困層の一部も念頭に BOP ビジネスに結びつく事業の可能性を検討する。さらに、大規模な省エネ・太陽光施設については、日系進出工場を中心に販売、普及を図り、更にベトナム国一般企業にも販路拡大することを目指す。これらの営業活動を通じて「元旦」のブランド名をベトナム国に普及しつつ、本来強みとしている意匠性の高いランドマーク的な建物建設への参画も並行して目指す。

2-5 事業実施体制・具体的な普及に向けたスケジュール

連携候補となるパートナー企業のひとつは、ベトナム国進出 10 年の日系企業であり、日系進出工場の屋根の製造・施工に豊富な実績を有する。同パートナーとの連携を図りながら、いずれは金属屋根メーカーとして生産委託ないし直営により現地生産の具体化に取り組むこととし、その過程を次のように想定する。

表 1 普及に向けたスケジュール（案）

年度	活動
2013 年	本案件化事業調達への参加、市場調査
2014 年	現地適応製品の開発、駐在員事務所設立検討
2015 年	駐在員事務所の設立、現地生産体制の整備開始
2016 年	現地生産の本格化
2017 年	周辺国及び日本への輸出、流通販売網の整備・強化
2018 年	現地適応製品の改良・改善、駐在員事務所の評価
2019 年	現地法人設立準備、周辺国への輸出強化
2020 年	現地法人設立ないし駐在員事務所の延長（5 年）

3. ODA案件化による提案企業の事業展開効果

3-1 提案製品・技術と当該開発課題の整合性

我が国は、2020年の工業国入りを目指すベトナム国の持続的な成長を支援するため、「成長と競争力強化」「脆弱性への対応」「ガバナンス強化」を柱としており、本案件化調査に基づく事業は、特に「脆弱性への対応」の中でも気候変動への対応、グリーン成長戦略に資するものである。具体的には次のような整合性及び重要性がある。

前述の通り、ベトナム国においては増大する電力需要に対応するため、発電量の拡大および電力源の多様化が求められており、目標の一つとして再生可能エネルギーの利用促進が掲げられている。また、現地調査の結果、依然として電力供給が不安定であるとともに、頻発する自然災害に対応できる高強度の屋根製品への需要が高いことが確認された。

提案企業の製品・技術の強みは、これらの課題に対し、屋根の改善により「省エネ・省資源に貢献する技術」、「自然エネルギーを利用する技術」、「大型災害に対応する技術」の3つの技術要素を併せて提供できることであり、ベトナム国の開発課題との整合性は高い。

技術要素別に提案される製品は以下の通り。

表2 技術要素別の提案製品

技術要素	提案製品の性能（商品名）
省エネ・省資源に貢献する技術	<ul style="list-style-type: none">高耐候性防水（サーナルーフ）自然換気の排煙棟
自然エネルギーを利用する技術	<ul style="list-style-type: none">屋根一体型太陽電池（サンパステム防水、アルミ棧防水）両面受光太陽電池（Sun-Both）換気促進羽根（元旦ウィング）
大型災害に対応する技術	<ul style="list-style-type: none">高強度屋根：嵌合式折板（L-100）

3-2 ODA案件実施による企業の事業展開に係る開発効果

- (1) ベトナム国に適合した製品・技術の開発改良
- (2) 中央政府及び政府地方機関とのネットワーク形成
- (3) ベトナム国建設省系設計事務所との連携強化
- (4) 民間企業（ゼネコン、設計事務所、コンサルタントなど）とのネット・ワーク形成
- (5) 太陽光発電関係者との連携可能性

4. 具体的な協力内容

4-1 案件化調査対象案件

本案件化調査では、2012年12月2日～15日に現地調査Ⅰ、並びに2013年1月13日～20日に現地調査Ⅱを実施した。現地調査では、過去の無償資金協力プロジェクトによっ

て建設された施設の中から、一般無償プロジェクトによる19の案件³を対象として屋根を中心とした施設の状況と運営維持管理に関する情報の収集を行った。

【対象案件の絞り込み】

現地調査で収集した情報を基に実施条件、ニーズ、有効性の3項目の評価⁴を行った。評価の結果、初等教育施設6案件と医療施設4案件が屋根の改善の妥当性、必要性が高いと判断された。

表3 対象案件の評価結果

No.	年度	案件名	実施条件					ニーズ					有効性			評価点	評価
			a 太陽光パネルの設置スペースが十分にある	b 障害物が無い	c 障害による懸念が低い	d 日照量/日照時間等が優良な地域である	e 大規模な付帯工事が無い	f 停電の頻度が高い	g 災害シミュレーションとして活用される防災機能の強化が必要	h 屋根の改修の必要がある	i 室内環境改善の必要がある	j 停電時の予備電源確保に資する(特に災害発生時に施設側の必要)	k 改善に対するコストが低く(特に災害発生時に施設側の必要)	l 公共性が高く、地域の住民が利用する(広域・遠隔地の有効性が高い)			
1	1970-1974	フォーライ病院全面改修計画	○	○	○	○	×	△	×	○	×	×	△	○	17	A	
2	1993	カントー大元農学部改善計画	○	○	○	○	△	△	×	×	×	○	○	×	14	B	
3	1994	初等教育施設整備計画	○	○	○	△	△	○	×	○	×	○	○	○	21	A	
4	1994	ワンタオ漁港施設建設計画	○	○	×	○	○	○	△	×	×	△	○	×	14	B	
5	1995	第2次初等教育施設整備計画	○	○	○	△	△	○	×	○	×	○	○	○	21	A	
6	1996	第3次初等教育施設整備計画	○	○	○	○	○	○	○	○	×	○	○	○	25	A	
7	1997-1998	第4次初等教育施設整備計画	○	○	○	○	○	○	○	○	×	○	○	○	25	A	
8	1997-2000	バクマイ病院改善計画	○	○	○	△	○	×	×	×	×	△	○	○	15	A	
9	2005-2009	北部山岳地域初等教育施設整備計画	○	○	○	△	○	○	×	×	×	○	○	○	20	A	
10	2000	日越人材協力センター建設計画(ハノイ)	△	×	○	△	△	○	×	×	×	×	○	△	11	C	
11	2000	日越人材協力センター建設計画(ホーチミン)	△	○	○	○	△	△	×	×	×	×	○	△	13	B	
12	2000	第一交通技術訓練校改善計画	○	○	○	△	○	○	×	×	×	○	△	×	14	B	
13	2002-2005	麻痺ワケン製造施設建設計画	○	○	○	△	○	△	×	×	×	×	○	×	12	B	
14	2002	ニャチャン海洋養殖研究開発センター建設計画	○	○	×	○	○	△	×	×	×	○	△	×	12	B	
15	2003	フエ中央病院改善計画	○	○	○	○	○	×	×	×	×	×	○	○	17	A	
16	2003	北部山岳地域初等教育施設整備計画(フェーズ2)	○	○	○	△	○	○	×	×	×	○	○	○	20	A	
17	2003	ミーニン遺跡保存環境整備計画	○	○	○	△	○	-	×	×	×	○	-	△	13	B	
18	2005	ホアビン総合病院改善計画	○	○	○	△	○	○	×	×	×	×	○	○	18	A	
19	2006	国立衛生保健学研究所職業安全衛生施設整備計画															
20	2007	ホアチン省森林火災防除センター建設整備計画															
21	2008	ホアチン省タンクン州ハイフォン港船舶強化計画															
22	2009	ハイフォン港船舶強化計画(調査時、主要港湾・税関機能強化計画)	○	○	×	△	○	○	×	×	×	△	×	×	10	B	

4-2 具体的な協力内容

本事業では、改善のテーマとして掲げた「省エネ」、「太陽光」、「防災」の観点から、提案企業の製品・技術を生かした屋根の改修・強化と太陽電池を設置を行うとともに、提案企業の技術の紹介と説明、日本人の技術者による屋根の葺き替えと太陽電池の設置に関する施工指導等を目的とした実地型の技術講習会を通じて、ベトナム国の実施機関及び建設関係者への技術移転を図る。

(1) タイプ別の計画内容・概略事業費

屋根の改修・強化と太陽電池の設置のタイプ別の計画内容と概算事業費を下表に示す。また、各タイプ型オプションの組み合わせにより、案件の事業予算規模に合った計画が可能である。

³ 先方実施機関との調整により、調査対象施設を選定した。初等教育施設の6案件はいずれも複数の省(Province)を対象として40~80の対象サイトがある散在型の施設建設である。そのため、サンプル調査として、各案件で3校程度を対象に調査を行った。

教育施設	改善内容		対象案件	対象地域、対象サイト数 ⁵
	屋根の改修	太陽光		
タイプ S-1 	将来的な屋根の改修が可能な太陽電池設置の架台を設置 <u>アルミ棧カバー防水工法</u>	太陽電池 (10kW) を設置 両面受光型	北部山岳初等教育施設整備計画 ----- 北部山岳初等教育施設整備計画 (フェーズ2)	ハザン省、ライチャウ省、カオバン省、バクカン省 (4 サイト) ----- バクザン省、タイグエン省、フートー省、トゥエンクワン省 (4 サイト)
20,507 (千円) / サイト	4,418 (千円) / サイト	16,089 (千円) / サイト		
タイプ S-2 	老朽した屋根を金属屋根 (折板) に葺き替え <u>L-100 嵌合式折板+システム換気棟</u>	太陽電池 (10kW) を設置 両面受光型	第3次初等教育施設整備計画 ----- 第4次初等教育施設整備計画	クアンビン省、クアンチ省、トゥアティエン・フエ省 (3 サイト) ----- クアンナム省、クアンガイ省、ビンディン省、フーイエン省、カインホア省、ビントゥアン省、クアンニン省 (7 サイト)
25,189 (千円) / サイト	9,431 (千円) / サイト	15,758 (千円) / サイト		
タイプ S-3 	老朽した屋根を太陽電池 (10kW) 一体型の屋根へ改修及び金属屋根 (折板) に葺き替え <u>サンパシステム防水工法</u>	太陽電池 (10kW) を設置 両面受光型	初等教育施設整備計画 ----- 第2次初等教育施設整備計画	タンビン省、ハナム省、ナムディン省、ニンビン省 (4 サイト) ----- タンホア省、ゲアン省、ハティン省 (3 サイト)
23,144 (千円) / サイト	7,284 (千円) / サイト	15,860 (千円) / サイト		

医療施設	改善内容		対象施設	所在地
	屋根の改修	太陽光		
タイプ H-1 	既存のウレタン防水の上に高耐候性塩ビシート防水を施す <u>サーナールーフ</u>	太陽電池 20kW 両面受光型	ホアビン総合病院	ホアビン省 ホアビン市
49,347 (千円)	27,860 (千円)	21,487 (千円)		
タイプ H-2 	既存のアスファルト防水の押さえコンクリートの上に高耐候性塩ビシート防水を施す。 <u>サーナールーフ</u>	太陽電池 30kW 両面受光型	バックマイ病院	ハノイ市
66,013 (千円)	37,090 (千円)	28,923 (千円)		

⁵ 対象施設は各案件の対象地域の省において、① 省都または省都近郊で幹線道路沿いに位置し、普及、PR 効果が期待できるサイト② 授業カリキュラムの改編等により電子教材が導入され、電気の需要が高まったサイト③ 施設、機材の維持管理が適切に実施されているサイトの条件を満たすモデル校を1サイト選定し、パイロット工事として実施する。

タイプ H-3 	屋根中央のハイサイドライト部分を利用し、屋根一体型太陽電池（30kW）を設置する。両面受光型 <u>サンバシステム防水工法</u>		フェ中央病院 フェ省フェ市
35,957（千円）	6,807（千円）	29,150（千円）	
タイプ H-4 	老朽した ALC パネルを撤去し、を金属屋根（折板）に葺き替え <u>L-100 嵌合式折板</u>	太陽電池 30kW 両面受光型	チョーライ病院 ホーチミン市
60,825（千円）	31,305（千円）	29,520（千円）	

(2) 事業実施工程

普及事業（展開型）を想定した場合、実施管理機関は提案企業等を対象として、入札またはプロポーザル方式により担当企業の選定を行う。業務実施契約を行った後、受託企業は、現地調査、製品設計、製品製作の順に国内調達業務を行う。

製品は本邦並びに近隣国に製作、海上輸送を行い、ベトナム国の港を経由した後各サイトへ内陸輸送される。

受託企業はベトナム国における労務の調達等、準備段階を経て施工開始となる。屋根の改修と太陽電池の設置を行った場合の施工工期は病院、学校の場合共に 1 施設あたり 2 ヶ月と想定される。

学校施設は対象サイトが複数となる事から、1 ヶ月のずらし着工を想定する。また、学校運営上の影響が最小限となるよう配慮し、児童の出入りが少なく授業の妨害の懸念がない長期休暇期間中の施工を検討する。



図 1 実施行程（案）

(3) 相手国側分担事業の概要

事業の円滑な実施にはベトナム国側の負担事項の確実なる実施が不可欠である。計画対象は学校、病院であるため、施設内の工事区域の確保、施設使用者と工事関係者との動線分離並びに第三者を含む安全の確保への協力が必要となる。また、本事業に携わる法人または個人に対しベトナム国での業務に必要な便宜供与、免税等に係る協力が必要である。

協力施設の維持管理に関しては、太陽電池は雨による受光体表面の自然清掃を前提としているので、維持管理は基本的に不要とされているが、ゴミや異物の付着によって発電効率が低下する為、定期的に発電量を観測し効率の低下がないかをモニタリングする必要がある。改修された屋根については、中長期的な修繕計画を立てることが望ましいが、短期的に繰り返すメンテナンスとしては屋根面と樋部分の清掃が必要である。

4-3 ODA 案件の実施による開発効果

前述の通り、我が国は2020年の工業国入りを目指すベトナム国の持続的な成長を支援するため、「成長と競争力強化」「脆弱性への対応」「ガバナンス強化」を柱としてプログラム協力を展開しているが、中でも本案件は「脆弱性への対応」の内「気候変動への対応」「グリーン成長戦略」に資する事業である。

本事業により、短期的には公共施設における平時電力供給の補完及び非常用電源の提供による電力事情改善、「電力消費の見える化」による省エネ意識の向上が期待される。また、これらの公共施設が自然災害時にシェルター・避難所として利用されることも想定される。長期的には、温暖化対策としての再生可能エネルギー利用・省エネによる国民の地球環境意識の醸成、エネルギーの多様化、ベトナム国政府策定「2030年までの国家電力開発計画ビジョン」達成への寄与が期待される。

案件名:「屋根を利用した省エネ・太陽光発電・防災事業」案件化調査

企業・サイト概要

- 提案企業：元旦ビュティ工業株式会社・株式会社毛利建築設計事務所
- 提案企業所在地：神奈川県藤沢市湘南台1-1-21・東京都中央区日本橋本町3-4-7
- サイト：ベトナム国都市部及び農村部・C/P機関:保健省及び教育訓練省等

ベトナムの開発課題

- 成長と競争力強化
- 伸び続ける電力需要への安定的対応
 - インフラのレベルアップ
- 脆弱性への対応
- 地球環境への取り組み
 - 省エネ、グリーン成長戦略
 - 台風など自然災害への対応(防災)

第7次国家電カマスタープラン及び省エネルギー法

- エネルギーの多様化とクリーンエネルギーの優先・拡大

中小企業の技術・製品

- **自然エネルギーを利用する技術**
高断熱(ベースレイヤなど屋根下地構造、元旦ボード)、自然換気の排煙棟、採光改善のトップライト、緑化屋根、高耐候性防水(サーナールーフ)
- **省エネ・省資源に貢献する技術**
屋根一体型太陽電池(ノンシヤドウソーラー、マッタラーソーラー、サンパシステム防水)、屋根置型架台(サンピカ)、トラス活用(テクトラス)、両面受光太陽電池(Sun-Both)、換気促進羽根(元旦ウイング)
- **大型災害に対応する技術**
3次防水機能(高機能金属屋根+断熱バックアップ材+断熱ベースレイヤー)、大型台風や地震に対応する高強度(最大級の対風圧性能)、天井落下防止対策(元旦工鋼+パンチング板・メッシュ)

企画書で提案されているODA事業及び期待される効果

- 日本のODAで建設された初等教育施設への太陽光発電システム設置と屋根の強化(台風の来襲する中部地域など)→電力補完、環境意識の醸成、避難所機能
- 日本のODAで建設された四総合病院への太陽光発電システム設置→電力補完、環境意識の醸成

日本の中小企業のビジネス展開

- これまでの意匠性と機能を重視したマーケットにおける拡大(製品輸出と施工監理)+市場調査
- 中間層を中心としたポリューム・ゾーンへの展開(製品開発、現地生産、販売網整備、人材育成等)



はじめに

1. 調査の背景

調査対象国であるベトナム社会主義共和国（以下、「ベトナム国」とする。）はアジアの成長センターの一つとして高い経済成長率を享受している。一方で、毎年約14%という高い電力消費の伸びもあり、以前として国全体の電力供給は安定しているとは言い難く、開発上の課題となっている。かかる状況の下、ベトナム国政府は、当面の高い電力需要に対応するため石炭火力、ガス火力を主軸としつつも、長期的には化石燃料への依存を軽減し、再生可能エネルギー活用を拡大すべく、2020年には総発電出力の5.6%を、2030年には9.4%を太陽光や風力等の再生可能エネルギーで賄うとしている。

本案件化調査で着目した建物の屋根は、太陽光による再生可能エネルギーの創出、蓄電等による有効利用ばかりでなく、屋根の断熱や採光による省エネ効果、さらに高強度化による災害時の避難シェルターとしての機能が期待できるが、共同企業体は長年にわたりこれらの製品・技術を開発し、その普及に努めてきた。

2. 調査の目的

今般の調査は、上記を背景として、屋根を利用した環境技術を導入することで、ODAによる途上国支援を目的とする。

具体的には、ベトナム国における公共施設に省エネ、創エネ、畜エネ及び防災を目的とした屋根製品・技術を導入し、平時の補完的な電力源や停電、災害時の非常用電源とするとともに、屋根の高強度化による防災対策に取り組む。

さらに、地域の公共施設の屋根の省エネや創エネの機能及び効果を可視化することで、人々の環境意識を高め、気候変動対策等への関心を喚起することも目的とする。限られたODA資金の有効活用及びODAの成功事例や記念碑的事業を活用する観点からも、過去にODAにより建設された施設を中心に無償資金協力事業を形成し、特に小規模案件についてはより迅速な対応が可能となる技術協力等のODA適用を目的とする。

3. 調査概要

(1) 調査の基本方針

本案件化調査では、調査対象であるベトナム国の金属屋根や太陽光発電システムなどに係るニーズを各種関連資料の整理・分析、同国政府機関、現地民間企業、現地進出日系企業等へのヒアリングを通じて可能な限り網羅的に把握し、具体的なODA案件の提案のための情報収集を行った。

ベトナム国の開発課題に貢献し、かつ費用的にも事業性が期待される技術・システムであっても、人材、資金、物資、情報等の不足により導入が阻害されることも考えられたため、この点を鑑み、同国の現状・特性を踏まえたODA案件の提案について関係

者と意見交換を行った。このほか、法規制・知的財産権保護・コストダウン等のための現地の部分的な委託生産や ODA 事業後の普及を想定した普及方法についても調査を行った。

上記のように、調査対象国の金属屋根や太陽光発電システムなどに係る支援ニーズ及び共同企業体が有する製品・技術を踏まえ、中小企業等の海外展開と途上国の課題解決の両立を図る具体的提案を行うべく、本調査を実施した。

(2) 調査項目と方法

本案件化調査の調査項目とその分担事項は以下の通りである。

	元旦ビューティ工業	毛利建築設計事務所
現地調査 I	<ul style="list-style-type: none"> 環境・エネルギー分野の開発課題 環境・エネルギー政策、法制度等とその方向性 金属屋根市場の分析(業界における位置付けの確認) 国内外の同業他社、類似製品・技術の概況 政府機関、設計事務所、建設関連企業を対象としたセミナー開催 事業展開の方針 海外進出による地域経済への貢献 マーケットにおいて想定する需要の見込み等 	<ul style="list-style-type: none"> 開発課題の現状・ニーズ調査 社会・政治・経済の概況 社会基盤、公共施設の現状 調査対象案件現況調査(サイト視察) 政府及びカウンターパートの実施体制 ODA 事業の動向、他ドナー援助動向 提案製品・技術と開発課題の整合性 我が国援助方針における位置づけ 過去のベトナム国 ODA 事業との関連性 対象となる関連機関等との協議状況
国内解析 I	<ul style="list-style-type: none"> ODA 案件のための技術、製品検討 対象案件の絞込み 具体的な ODA 事業スキームの検討 協力内容(案件の目標、投入、対象機関(C/P 機関)、実施体制、スケジュール)の検討 概略設計策定 概略事業費積算 	<ul style="list-style-type: none"> 実施体制、スケジュールの策定
	<ul style="list-style-type: none"> 現地ニーズに適した製品・技術の開発と改良 現地生産体制の検討 中長期海外経営戦略・戦術の検討 事業計画、資金計画の検討 	
現地調査 II	<ul style="list-style-type: none"> ODA 案件の実施による企業の事業展開への効果 流通・販売計画(販路の確保状況、販売方法・販売網の構築、売り上げ規模、市場規模感) 現地パートナーの確保状況及び見通し 想定されるリスク、顕在化したリスクへの対応方法 	<ul style="list-style-type: none"> 計画対象施設の適合性・妥当性確認 他 ODA 事業、他ドナー案件等との連携可能性 投入(我が国負担、相手国負担)の検討 開発効果、インパクト調査
国内解析 II	<ul style="list-style-type: none"> 運営維持管理計画 調査報告書(案)作成 報告書及びその他成果品のまとめ、提出 	

4. 調査スケジュール

本案件化調査において実施した現地調査日程は以下の通り。

現地調査Ⅰ：2012年12月2日～12月15日

日時	a	b	c	d	e	f	g	h
	総括・CSR 小林 正博 14日間	海外取引 林 万成 7日間	製品技術 田村 雅浩 7日間	製品技術 嶋業 祐一 7日間	施工技術② 西田 和倫 7日間	業務主任/ニーズ調査 吉澤 博幸 14日間	社会・開発調査 岡田 有希子 14日間	施設・インフラ調査 小泉 一七 14日間
-2 11/30 金		成田10:50⇒ハノイ14:30						
-1 12/1 土		ハノイ						
1 12/2 日	成田10:00(VN311)⇒ハノイ14:30	ハノイ12:20⇒ハノイ14:10 VN610				成田10:00(VN311)⇒ハノイ14:30		成田9:30(VN301)⇒ホーチミン12:25
2 12/3 月	JICA, McET, 案件調査(ハノイ・日越人材協力センター)					JICA, McET, 案件調査(ハノイ・日越人材協力センター)		建設事情調査
3 12/4 火	セミナー①開催					セミナー出席	社会・経済事情調査	カントへ移動 案件調査(ホーチミン・カントへ大学)
4 12/5 水	ハノイ8:30(VN1127)⇒ホーチミン10:30 セミナー開催準備、案件調査(ホーチミン・日越人材協力センター)					ハノイ8:30(VN1127)⇒ホーチミン10:30 案件調査(ホーチミン・日越人材協力センター)	ハノイ8:30(VN1127)⇒ホーチミン10:30 案件調査(ホーチミン・日越人材協力センター)	案件調査(ホーチミン・カントへ大学) ホーチミンへ移動
5 12/6 木	セミナー②開催					セミナー出席	案件調査(ホーチミン・第4次初等教育施設)	案件調査(ホーチミン・第4次初等教育施設)
6 12/7 金	案件調査(ホーチミン・チョーライ病院)					案件調査(ホーチミン・チョーライ病院)	案件調査(ホーチミン・ウタオ港港施設)	案件調査(ホーチミン・ウタオ港港施設)
7 12/8 土	関連調査	ホーチミン発0:15(VN300)⇒成田7:45				建設事情調査	社会・経済事情調査	建設事情調査
8 12/9 日	ホーチミン12:30(VN1140)⇒ハノイ14:30					ホーチミン14:40(VN1137)⇒フエ16:00	ホーチミン12:30(VN1140)⇒ハノイ14:30	ホーチミン12:20(VN1352)⇒ニャチャン13:15
9 12/10 月	関係機関協議/実施体制調査					案件調査(フエ・フエ中央病院、第3次初等教育施設)	カントへ移動/実施体制調査	案件調査(ニャチャン海洋養殖研究開発センター、第4次初等教育施設) ニャチャン17:55(VN1552)⇒ハノイ19:40
10 12/11 火	大使館表敬・報告、他ドナー調査(AFD)、 財務省関税総局と協議					案件調査(フエ・第3次初等教育施設) フエ13:20(VN1542)⇒ハノイ14:40	他ドナー調査(AFD)、財務省関税総局と協議	大使館表敬・報告、建設事情調査
11 12/12 水	案件調査(ハノイ・ホアビン総合病院)					案件調査(ハノイ・ホアビン総合病院)	案件調査(ハノイ・フォン港港施設)	案件調査(ハノイ・フォン港港施設)
12 12/13 木	案件調査(ハノイ・バクマイ病院、 麻酔ワクチン製造施設) 教育訓練省報告					案件調査(ハノイ・バクマイ病院、 麻酔ワクチン製造施設) 教育訓練省報告	案件調査(ハノイ・バクマイ病院、 麻酔ワクチン製造施設) 教育訓練省報告	案件調査(ハノイ・第一交通技術訓練校) 教育訓練省報告
13 12/14 金	保健省訪問、VNCC、JICA報告					保健省訪問、VNCC、JICA報告	案件調査(北部山岳初等教育施設 フェーズⅡ)	案件調査(北部山岳初等教育施設 フェーズⅡ)
14 12/15 土	ハノイ発0:10(VN310)⇒成田7:00					ハノイ発0:10(VN310)⇒成田7:00		

現地調査Ⅱ：2013年1月8日～1月20日

日時	a	b	c	d	e	f	g
	総括 小林 正博 13日間	経営管理② 日比野 信 7日間	太陽電池関連① 藤原 大介 7日間	建築設計 北川 桂一 7日間	施工技術① 山田 秀雄 7日間	業務主任/ニーズ調査 吉澤 博幸 8日間	社会・開発課題調査 岡田 有希子 8日間
1 1/8 火	成田10:00(VN311)⇒ハノイ14:30						
2 1/9 水	太陽光発電メーカー訪問、関連市場調査						
3 1/10 木	教育訓練省、JICAベトナム事務所						
4 1/11 金	保健省、JICAベトナム事務所						
5 1/12 土	ニンビン省日系金属製品工場視察						
6 1/13 日	資料収集および整理	成田10:00(VN311)⇒ハノイ14:30				成田10:00(VN311)⇒ハノイ14:30	
7 1/14 月	案件化調査：ホアビン総合病院、バクマイ病院、政府系設計事務所VNCC					案件化調査：ホアビン総合病院、バクマイ病院	実施機関調査、 案件化調査：バクマイ病院
8 1/15 火	案件化調査：北部山岳地域初等教育施設(フェーズⅡ)	案件化調査：初等教育施設		(a)に同行	(b)に同行	案件化調査：初等教育施設	案件化調査：北部山岳地域初等教育施設(フェーズⅡ)
9 1/16 水	ハノイ11:20(VN1543)⇒フエ12:30 案件化調査：フエ中央病院 ダナンへ移動					ハノイ11:20(VN1543)⇒フエ12:30 案件化調査：フエ中央病院 ダナンへ移動	
10 1/17 木	案件化調査：第3次初等教育施設 ミーン・通海保存施設 ダナン19:40(VN1321)⇒ホーチミン20:50	案件化調査：第4次初等教育施設、 ミーン・通海保存施設 ダナン19:40(VN1321)⇒ホーチミン20:50		(a)に同行	(b)に同行	案件化調査：第4次初等教育施設、 ミーン・通海保存施設 ダナン20:05(VN1520)⇒ハノイ21:15	案件化調査：第3次初等教育施設 ミーン・通海保存施設 ダナン20:05(VN1520)⇒ハノイ21:15
11 1/18 金	案件化調査：チョーライ病院					商工省、教育訓練省	商工省、教育訓練省
12 1/19 土	省エネルギー局	ホーチミン発0:15(VN300)⇒成田7:45				セクター関連調査	社会・開発課題調査
13 1/20 日	ホーチミン発0:15(VN300)⇒成田7:45					ハノイ発0:10⇒成田着7:00	

5. 団員リスト

本案件化調査の現地調査団員及びそれぞれの担当、所属、調査期間は以下の通り。

現地調査 I

氏名	担当業務	所属	現地調査期間
小林正博	総括・CSR	元旦ビューティ工業株式会社	2012/12/2-12/15
林 万成	海外取引	元旦ビューティ工業株式会社	2012/12/2- 12/8
田村雅浩	製品技術①	元旦ビューティ工業株式会社	2012/12/2- 12/8
稲葉祐一	製品技術②	元旦ビューティ工業株式会社	2012/12/2- 12/8
西田和倫	施工技術②	元旦ビューティ工業株式会社	2012/12/2- 12/8
吉澤博幸	プロジェクトマネージャー/ニーズ調査	株式会社毛利建築設計事務所	2012/12/2-12/15
小泉一七	施設・インフラ調査	株式会社毛利建築設計事務所	2012/12/2-12/15
岡田有希子	社会・開発課題調査	株式会社毛利建築設計事務所	2012/12/2-12/15

現地調査 II

氏名	担当業務	所属	現地調査期間
小林正博	総括・CSR	元旦ビューティ工業株式会社	2013/1/8 - 1/20
日比野信	経営管理	元旦ビューティ工業株式会社	2013/1/13 - 1/19
北川桂一	建築設計	元旦ビューティ工業株式会社	2013/1/13 - 1/19
藤原大介	太陽電池関連	元旦ビューティ工業株式会社	2013/1/13 - 1/19
山田秀雄	施工技術①	元旦ビューティ工業株式会社	2013/1/13 - 1/19
吉澤博幸	プロジェクトマネージャー/ニーズ調査	株式会社毛利建築設計事務所	2013/1/13 - 1/20
岡田有希子	社会・開発課題調査	株式会社毛利建築設計事務所	2013/1/13 - 1/20

第1章 ベトナム国における開発課題の現状及びニーズの確認

1-1 ベトナム国の概要

1-1-1 社会・政治経済状況

本調査の対象国であるベトナム社会主義共和国（以下、「ベトナム国」とする。）は、東南アジアに位置する面積約 32 万 9,241km²、人口約 8,880 万人の共和国である。公用語はベトナム語であり、このほか少数民族の 53 の言語の存在が認められている。また、初等教育においては外国語として英語またはフランス語が教授されている。民族構成は人口の 8 割以上を占めるキン族、その他 53 の少数民族から成り、主な宗教は仏教、カトリック、カオダイ教等である。

政治は、唯一の合法政党であるベトナム共産党による一党制である。5 年ごとに開催される共産党大会で国家の方針が定められる。直近では 2011 年 1 月に第 11 回共産党大会が開催され、2020 年までに近代工業国家に成長することを目標として引き続き高い成長を目指す方針が掲げられた。

経済政策としては 1986 年より市場経済システムの導入と対外開放化を主軸としたドイモイ（刷新）政策を推進しており、90 年代の平均経済成長率は約 6.6%（95～96 年については 9%台の高成長）を記録し、世界経済危機を含む 2000 年～2010 年においても約 7.3%と高い水準を達成した（外務省、2012 年）。一方で急速な物価上昇等の課題があり、ベトナム国政府はマクロ経済の安定化とインフレ対策を最重要課題としている。1 人当たりの GDP は 2000 年に 1,000US ドルを超え、2011 年には 1,374US ドルとなった。主要な産業は農林水産業、鉱業、軽工業であり、2010 年の GDP に占める割合は農林水産業が 20.6%、鉱工業が 41.1%、サービス業が 38.3%である（世界銀行、2010）。

1-1-2 自然条件と気候

ベトナム国の国土は南北に広く、北は中国、西はラオスとカンボジアに、東は南シナ海に面している。案件化調査の対象は広範囲に渡っており、地域によって気象条件が異なることから、計画対象とする施設の選定に当たっては自然条件との適性を考慮する必要がある。主要な気象データを以下に示す。

1-1-2-1 降雨量

太陽電池モジュールは基本的にはメンテナンスフリーとされているが、太陽電池の表面に付着するホコリやゴミを洗い流すため一定量の降雨が必要である。ベトナム国における地域別降雨量は以下の通りである。年間の降雨量も多く、特に北部と南部は 5 月～9 月、中部は 9 月～12 月に降雨量が多い。

表1 月別平均降雨量 (mm)

地域	月間												年間
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
Lai Châu	27	36	60	135	258	438	467	372	146	91	51	25	2105
Cao Bằng	25	25	49	87	184	236	272	260	138	83	43	21	1422
Hà Nội	18	19	34	105	165	266	253	274	243	156	59	20	1611
Ninh Bình	24	29	48	78	165	232	224	317	369	244	68	32	1829
Vinh	52	42	45	64	132	117	118	223	517	542	187	74	2113
Huế	126	65	43	58	102	113	92	117	394	757	621	311	2798
Đà Nẵng	83	25	20	35	84	90	87	117	312	650	432	216	2151
Nha Trang	38	16	31	35	70	59	36	50	159	302	332	153	1280
Tân Sơn Nhất	12	4	13	51	207	294	307	281	305	291	135	28	1926
Cần Thơ	9	2	8	40	177	218	228	240	261	321	133	38	1674

注) Tân Sơn Nhất=Ho Chi Minh郊外 150mm以上 300mm以上 500mm以上

出展：建築基準法（建築のための気象データ）を基に対象地域を抜粋して作成

1-1-2-2 平均最高気温

北部から中部にかけては不明瞭ながらも四季があり、夏は暑く冬は涼しい。北部の年平均気温は21℃～23℃で年較差は14℃にも及ぶ。南部は年間を通して30℃前後の月が続く。

太陽電池は気温が高い場合に発電効率が低下する特徴があるため、高温となる地域で設置する場合は、温度上昇を防ぐ対策が必要となる。提案企業の製品には、自然通風を確保し高温下でも発電効率を保つ製品もラインナップされており、高温対策については優位性を持っている。

表2 月別平均最高気温 (℃)

地域	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年間平均
Lai Chau	18.8	27.1	25.4	30.9	32.1	32.0	32.8	33.0	32.6	30.6	26.8	20.7	28.6
Cao Bang	12.2	20.5	19.4	26.4	30.5	33.1	33.8	33.1	31.8	27.0	27.3	19.4	26.2
Ha Noi	14.9	20.9	19.8	26.9	31.2	33.5	33.6	32.4	30.9	27.4	27.5	20.6	26.6
Vinh	20.6	20.1	19.3	26.6	31.8	35.0	33.8	32.3	30.6	26.4	26.2	19.2	26.8
Hue	18.7	23.7	22.1	28.5	32.6	34.5	34.6	33.9	31.2	27.8	27.1	20.5	27.9
Da Nang	22.5	25.4	24.8	28.7	32.7	34.2	34.8	34.0	31.2	28.7	27.7	22.9	29.0
Nha Trang	26.4	28.1	27.2	29.5	31.9	32.0	31.4	32.2	32.1	29.8	28.9	26.2	29.6
Tan Son Nhat	31.2	33.6	33.7	34.3	34.0	33.1	33.2	33.8	31.7	33.4	33.3	32.2	33.1
Can Tho	30.1	31.3	31.9	32.9	33.1	32.2	31.9	32.1	31.0	32.2	31.8	30.0	31.7

25℃以上 30℃以上 35℃以上

出典：気象水文環境研究所（IMHEN）のデータを基に作成

1-1-2-3 日射量・日照時間

北部の1月～3月は日照時間が短く、日射量も南部に比べ少ない。南部は年間を通して一定した日照時間と日射量が得られる。日射量は太陽電池の発電効率に最も影響を与える要因であるため、案件化の対象地域の選定において適性を考慮する必要があるが、年間を通してみると、南部と北部では大きな差はない。以下に地域別の平均日射量と月間日照時間を示す。

(1) 平均日射量

表 3 平均日射量 (W/m²/日)

地域	月間平均												年間平均
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
Lai Châu	3,275	4,127	4,500	5,197	5,318	4,382	4,430	5,075	5,250	4,494	3,715	3,310	4,423
Cao Bằng	2,535	2,755	3,242	4,168	5,284	5,463	5,727	5,652	5,516	4,395	3,599	3,101	4,286
Hà Nội	2,687	2,741	2,871	3,979	6,067	6,198	6,299	5,720	5,532	4,887	4,017	3,492	4,541
Vinh	2,191	2,140	2,732	4,326	6,091	6,176	6,550	5,751	4,715	3,604	2,747	2,441	4,122
Đà Nẵng	3,718	4,738	5,304	6,292	6,844	6,774	6,904	6,628	5,438	4,158	3,281	2,806	5,240
Tân Sơn Nhất	5,600	6,605	6,616	6,220	5,561	5,438	5,190	5,361	5,215	5,180	4,993	5,161	5,595
Cần Thơ	5,737	6,514	6,767	6,780	5,437	4,861	5,015	4,944	4,582	4,336	4,757	5,037	5,397

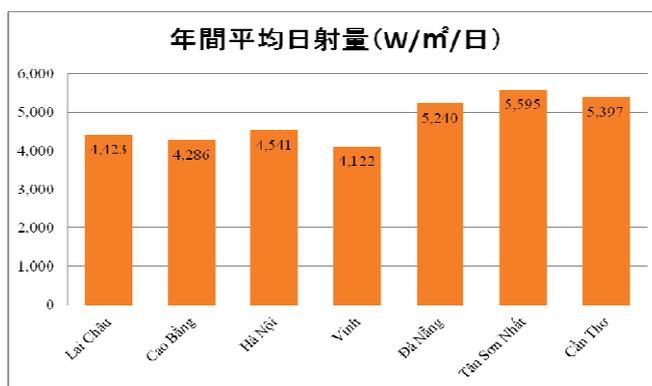


図 1 地域別の月間日射量(W/m²/日)

(2) 月間日照時間

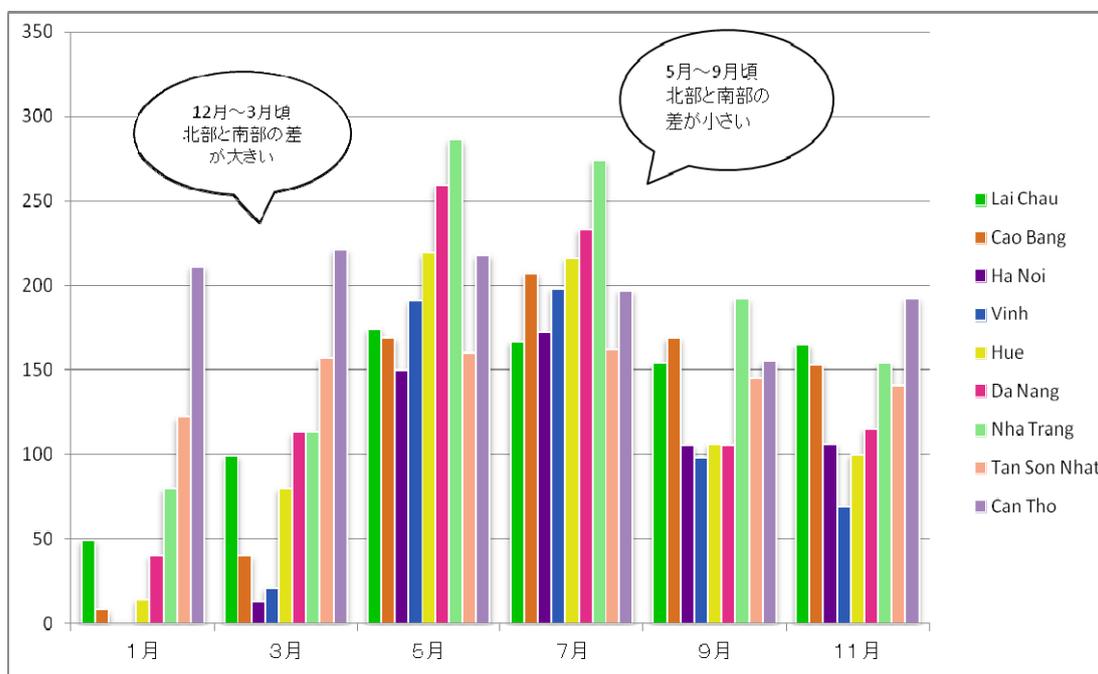


図 2 地域別の月間日照時間

1-1-2-4 台風（熱帯低気圧）発生歴

ベトナム国沿岸部においては主に6月～11月にかけて台風（熱帯低気圧）が発生するが、とりわけ中部～南部の東海岸は台風、洪水等の自然災害が多い。2006年11月～2011年6月の間に発生した台風（熱帯低気圧）の履歴は以下の通り。

表4 台風（熱帯低気圧）発生歴

沿岸地域名	発生年月日	名称	風圧階級
Quang Ninh- Thanh Hoa (北部)	2007/9/23	Fransisco	Grade 9 (75-88 km/h)
	2008/8/4	Kammuri	Grade 8 (62-74 km/h)
	2008/8/11	ATND	Grade 6 (39-49 km/h)
	2008/9/21	Hagupit	Grade 6 (39-49 km/h)
	2008/10/1	Higos	Grade 8 (62-74 km/h)
	2009/7/10	Soupelor	Grade 6 (62-74 km/h)
	2009/9/8	Mujigae	Grade 8 (62-74 km/h)
	2010/7/12	Con Son	Grade 7 (50-61 km/h)
Nghe An- Quang Binh (北中部)	2007/9/27	Lekima	Grade 11 (103-117 km/h)
	2008/9/27	Mekkhala	Grade 9 (75-88 km/h)
	2008/10/13	ATND	Grade 6 (39-49 km/h)
	2010/8/21	Mindulee	Grade 10 (89-102 km/h)
Quang Tri- Quang Ngai (中部)	2006/11/8	Chebi	Grade 13 (> 133 km/h)
	2009/9/23	Ketsana	Grade 6 (39-49 km/h)
	2009/10/16	ATND thang 10	Grade 6 (39-49 km/h)
Binh Dinh- Ninh Thuan (中南部)	2006/11/26	Cimaron	Grade 13 (> 133 km/h)
	2007/8/2	ATND	Grade 8 (62-74 km/h)
	2007/10/29	ATND	Grade 6 (39-49 km/h)
	2007/11/22	Hagibis	Grade 12 (118-133 km/h)
	2008/11/11	ATND	Grade 6 (39-49 km/h)
	2008/11/15	Noul	Grade 7 (50-61 km/h)
	2009/9/3	ATND thang 9	Grade 6 (39-49 km/h)
	2009/10/25	Marinae	Grade 6 (39-49 km/h)
	2010/7/18	Chan Thu	Grade 7 (50-61 km/h)
	2010/11/12	ATND	Grade 6 (39-49 km/h)
Binh Thuan- Ca Mau (南部)	2006/11/24	Durian	Grade 13 (> 133 km/h)
	2007/11/2	ATND	Grade 6 (39-49 km/h)
	2007/11/4	ATND	Grade 6 (39-49 km/h)
	2008/1/13	ATND	Grade 6 (39-49 km/h)
	2008/1/22	ATND	Grade 6 (39-49 km/h)
	2009/11/23	ATND thang 11	Grade 6 (39-49 km/h)
	2010/1/18	ATND	Grade 6 (39-49 km/h)

1-1-2-5 雷雨

ベトナム国では頻繁に雷雨が発生し、北部から山岳地域にかけては雨季の間は特に頻度を増す。そのため、低層の建物であっても避雷設備が設置されている。地域別にみた雷雨の月間平均日数は下表の通り。

表 5 雷雨の月間平均日数

地域	月間平均												年間
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
Lai Châu	0.9	2.4	5.8	11.6	12.8	11.4	9.2	8.3	4.4	2.2	0.7	0.3	70.0
Cao Bằng	0.2	0.8	3.0	6.2	8.1	11.4	12.2	11.6	5.5	2.1	0.3	0.2	61.6
Hà Nội	0.2	0.7	2.0	6.4	9.3	10.4	10.8	9.8	6.2	2.3	0.4	0.1	58.6
Vinh	0.1	0.6	2.3	5.3	7.1	4.5	3.6	6.6	6.8	4.0	0.4	0.1	41.3
Huế	0.0	0.4	2.5	7.1	11.3	7.6	6.6	7.2	8.5	4.9	0.6	0.0	56.7
Đà Nẵng	0.0	0.2	1.0	4.3	8.5	6.6	6.3	5.8	7.8	5.0	0.7	0.0	46.1
Nha Trang	0.0	0.0	0.1	1.0	4.2	2.7	2.3	2.3	5.3	2.4	0.9	0.0	21.2
Tân Sơn Nhất	0.0	0.3	0.2	2.0	11.0	8.0	13.0	9.0	9.0	8.0	6.0	1.0	67.5
Cần Thơ	0.1	0.2	1.1	4.3	10.3	7.8	7.2	6.4	8.9	10.4	4.4	0.9	62.1

5日以上 10日以上

出典：建築基準法（建築のための気象データ）を基に地域を抜粋して作成

1-2 開発課題の現状とニーズ

1-2-1 ベトナム国におけるエネルギー分野の現状と課題

ベトナム国エネルギー研究所によれば、ベトナム国における発電構造は過去 10 年間で大きく変化している。2010 年時点の主電源はガス火力であるが、今後は石炭火力を主電源とする計画である。一方で、年率 14%ほどで増大する需要に応えるため輸入、原子力、再生可能エネルギー等による発電量増加が計画されており電源開発の多様化が予定される。

ただし、2010 年時点では一部小水力発電及び風力発電による再生可能エネルギーへの取り組みは見られるものの、再生可能エネルギー全体で目標としていたエネルギー総体の 3% 目標(約 540MW)には大きく及ばず、小水力と風力でそれぞれ 30MW 程となっている。太陽光発電については小規模な設置は徐々に広がっているものの、目立った展開に至っておらず今後の普及が課題である。

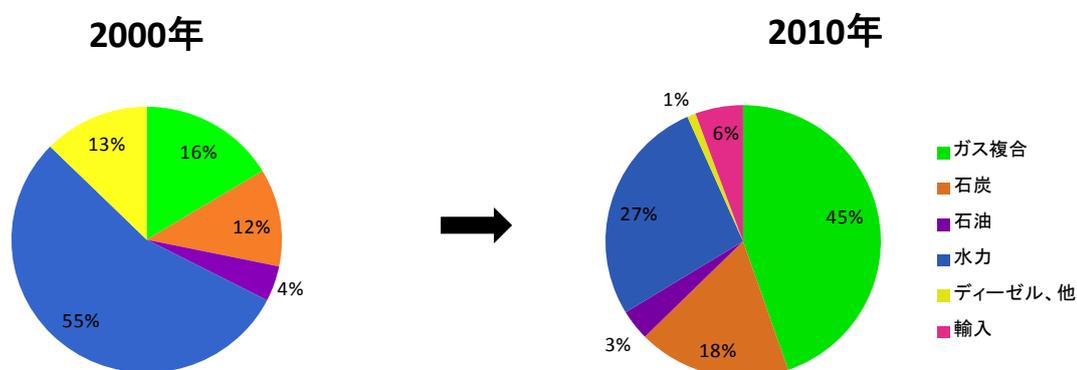


図 3 発電構造の変化(2000～2010年)

1-2-1-1 電化状況

ベトナム国では都市部、農村部共に電化が進んでおり、特に農村部においては電力の使用率が大幅に増加している。

表 6 照明方法からみた電化状況

年	都市部 (%)				農村部 (%)			
	電気	電池/ 発電機	灯油	その他	電気	電池/ 発電機	灯油	その他
2002	98.2	0.4	1.1	0.3	82.7	2.1	13.1	2.1
2006	99.1	0.4	0.4	0.1	94.9	1	3.2	0.9
2010	99.6	0.3	0.1	0	96.2	1.6	2	0.2

出典：ベトナム国統計総局の統計を基に作成

1-2-1-2 電力需給の課題と停電

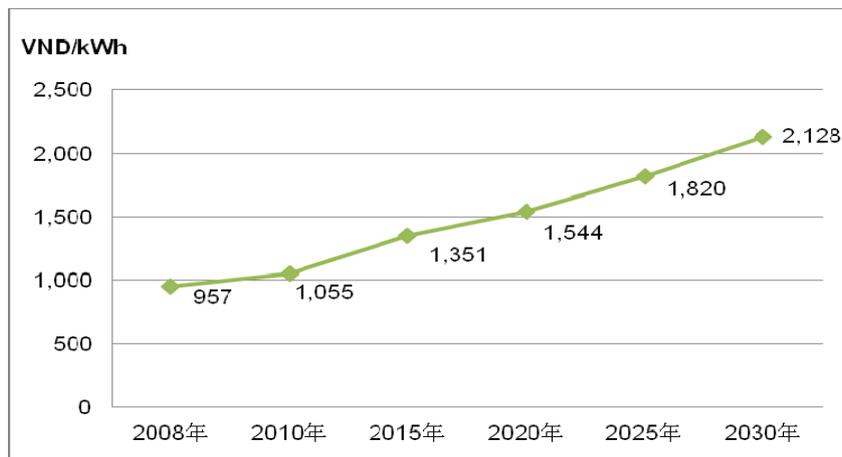
ベトナム国では工業化に比例して電力需要が増加しているが、需要に見合う電力供給が課題となっている。JETROの「ベトナム電力調査 2011」の電力需要予測によれば、とりわけベトナム国南部において電力不足が懸念されており、2012～2014年の電源の予備率は実質ゼロであることから電源開発は急務である。

また、ベトナム国では電力需要に対して供給電力が不足することから、自然災害による停電のみならず、計画停電が実施される。特に需要の高くなる夏場は頻繁に計画停電が行われ、長い時では48時間の停電が実施されることもある。

1-2-1-3 電気料金の推移

ベトナム国の電気料金は周辺国と比較しても低い水準となっており、2010年時点の単価は1kWhあたり約4円であり、世界的に見ても極めて安い電力を市場に供給している。これらの料金設定は実際のコストを適切に反映しておらず、安定した電力供給のためには適正価格の設定が喫緊の課題である。

これまでの電気料金の推移及び今後の見通しは下表の通り。



出典:「ベトナム国国家電力開発計画支援プロジェクトファイナルレポート」の予測を基に作成

図4 電気料金の推移

1-2-1-4 再生可能エネルギー開発への取り組み

発電量としては大きくないものの、ベトナム国では気候変動対策及び安定的なエネルギー供給及び電力ソースの多様化に向けて再生可能エネルギー開発への取り組みが実施されている。

(1) 風力発電

再生可能エネルギーの中でも、3,000km を超える海岸線と季節風のためベトナム国におけるポテンシャルは東南アジアの中でも高く、比較的発電量が多いのが風力発電である。しかし、風力発電システムのコストは大きく、また、低周波騒音なども発生することから、一般住宅や小規模施設には設置しにくい状況がある。具体的な事例としては、ベトナム再生可能エネルギー株式会社（REVN）によって建設されたビントゥアン省の総出力 30MW の風力発電所を始めとし、2011 年より開始した Cong Ly 建設貿易観光社によるバックリウ省風力発電所（総出力 99MW）の建設等、とりわけベトナム国南部において開発が進められている。ベトナム国エネルギー研究所はそのポテンシャルを 1,800MW と推定している。

(2) 太陽光発電

風力発電に比べると面積に対する発電量は劣るものの投資規模に応じて様々な選択肢があり、既存施設の屋根等にも設置が可能であることから、公的セクター、民間セクター共に太陽光発電の導入が徐々に図られている。特に日射量・日照時間ともに地理的優位性のある中部から南部地域においてはホーチミン市をはじめとして、太陽光発電への取り組みが進められている。この5年間は、研究開発の成果、電力買取制度（FIT）の導入可能性、産業界の競争もあり毎年 50%の伸びで普及しているものの、その利活用は期待値には届いていない。

大規模なソーラー発電事業としては、Intel Products Vietnam がホーチミン市ハイテクパークにベトナム国最大級のソーラー発電所（年間 321MW：凡そ 300kW 規模）を建設された。これにより、バイク 600 台分に相当する年間 222 トンの二酸化炭素排出が削減されると期待されている。

全体では、1.6MW～1.8MW が太陽光により発電されていると見られ、その分担は一般世帯が 25%～30%、通信業界が 35%、水運業界 35%と推定されている。ベトナムエネルギー研究所は、太陽光のポテンシャルを 4～5kWh/m²と推計しており、土地の 10 分の 1 が利用できれば 3,300GW という膨大な電力の供給可能性を示唆している。

(3) 水力発電

ベトナム国において水力発電は、柱となる電源であり全体の 4 割を占めている。二酸化炭素排出の観点から、水力発電を再生可能エネルギー利用として捉えることができるものの、大規模ダム開発に伴う森林破壊が問題視されており、一般的に MW あたり約 20ha、50MW 規模で 1,000ha の森林を犠牲にしなければならないことが課題となっている。これらのことから、最近はより環境的インパクトの少ない小規模ダム開発に注力されているものの、台風時に水害を発生させるケースもあり、地元で反対運動が起きていることから今後大きな伸びは期待し難い。

ベトナムエネルギー研究所は、小水力のポテンシャルを 4,000MW と推定している。

(4) バイオマス及び地熱発電

バイオマス及び地熱発電について、ベトナムエネルギー研究所はそれぞれのポテンシャルを 150MW 以上及び 340MW 程度と推定しているが、他の再生可能エネルギーに比べるとさほど期待が持てない状況である。

(5) 電力買取制度（FIT：Feed In Tariff）の現状

不足がちな電力供給の穴埋めとして、ベトナム電力公社（EVN）による再生可能エネルギーの買取り制度があるが、風力や太陽光発電などの設備投資を踏まえると発電コストと EVN 買取り価格の差が大きく、期待ほどには投資が進んでいない現状がある。2011 年に風力発電の固定買取価格を売電価格の倍に近い 7.8US セント/kWh（内 1.0US セントは政府補助金）としたこととで、大規模風力発電所がビントゥアン省及びバクリエウ省に建設された。だが、再生可能エネルギー生産者には減税などのインセンティブが用意されているものの、唯一設定された風力発電の買取り価格もタイ国の買取り価格 22US セント/kWh～36US セント/kWh と比較してかなり低く、再生可能エネルギー普及の追い風となっていないと言わざるを得ない。

1-2-1-5 太陽光発電のコストと役割

FIT の現状からも分かる通り、売電価格が世界水準と比較しても低廉なベトナムでは、一般に 5,000US ドル～10,000US ドル/kWh とされる太陽光の初期コストを回収

するためには、日本で約 10 年とされている以上の年月を要し、合理的な投資とは言い難い。

しかし、ベトナム国政府が政策として再生可能エネルギー・クリーンエネルギーの利用拡大を掲げている背景には、新興国も担うべき地球温暖化対策としての二酸化炭素削減があり、枯渇するエネルギー（石油 46 年、石炭 118 年、天然ガス 58 年、ウラン 106 年で枯渇）を次世代に残すという目先のコストではない長期の政策的視点がある。また、太陽光発電をはじめとした再生可能エネルギーの費用対効果は、ベトナム国のみならず日本をはじめとする先進国でも枯渇するエネルギーに劣後する現状があり、「反原発」議論を含めコストのみでは語れない政策的論争点と捉えざるを得ない。市場で遅々とした再生可能エネルギー普及、具体的には太陽光発電システムの設置拡大を公共セクターがリードすること、すなわち政府などが公共施設に設置してデモンストレーションすることは、エネルギーの多様化とクリーンエネルギーの推進を掲げている政府の重要な役割と言えよう。

1-2-2 サイト調査に基づくニーズの確認

本案件化調査では、「省エネ・省資源に貢献する技術」「自然エネルギーを利用する技術」「大型災害に対応する技術」の 3 技術要素を活用すべく過去の ODA 案件（無償資金協力）によって建てられた公共施設のサイト調査を実施した。施設の状況を確認し、聞き取り調査を行った結果、以下のようなニーズが確認された。

1-2-2-1 教育施設

ベトナム国において実施された小学校建設案件は、初等教育施設整備計画（1 次～4 次）及び北部山岳地域初等教育施設整備計画（フェーズ 1～2）の 6 案件であり、建設総数は 200 校を超えている。今回は各案件 3～4 校において現状視察及び聞き取り調査を実施した。

(1) 教育施設の現状

築 16～18 年が経過した第 1 次及び第 2 次初等教育施設整備計画により建設された施設は経年劣化、自然災害などの影響により屋根材（タイル）が損傷しており、改修が必要な状態である。第 1 次については 2003 年度にフォローアップ協力が実施されているが、現状としては雨漏りしている学校が多数ある。

第 3 次、第 4 次の施設については屋根材の品質が低く、劣化が激しい状態のものがほとんどであった。また、台風・洪水被害の多い地域であるため、強風で屋根が剥がれてしまい既に改修済みの学校もあった。

また、特に中南部においては災害時の避難所として使用されることから、大型台風にも耐えうる強度の屋根が必須である。

(2) 教育施設の電力ニーズ

2002年以降カリキュラム改革が実施され、英語、音楽、図工などの科目が増えたことにより、普通教室以外の教室・教育機材のニーズが高まっている。施設の整備状況は地域によって異なるが、音楽室、英語教室などが整備されている学校においては電子キーボード、視聴覚教材等のデジタル機材が導入されている。これらの機材は電力を使用するが、停電の際は授業を中止する必要があることから、安定した授業の実施が課題である。

なお、小型の発電機を備えている学校も一部見受けられたが、全施設の電灯を賄う容量はないため天候によっては授業の継続が難しく、止むを得ず休校となる場合もある。

1-2-2-2 病院施設

(1) 病院施設の現状

本案件調査の対象である4つの病院施設はいずれも大規模な総合病院であり、堅牢な造りとなっている。しかし、築約40年のチョーライ病院については屋根仕上の一部に著しい劣化が見られるため、早晚改修が必要である。

(2) 病院施設の電力ニーズ

24時間稼働の総合病院においては、医療機器、空調、照明等の継続使用により電力需要は非常に高い。基本的には緊急用発電機が整備されているため新たな予備電源としてのニーズは低いものの、確実な補完電源となるとともに、電力消費の見える化による節電・省エネ意識の醸成が求められている。

1-3 環境・エネルギー分野の開発計画、政策及び法制度

1-3-1 第7次国家電力マスタープラン

ベトナム国政府は「2030年までの国家電力開発ビジョン - 2011年～2020年の国家電力開発計画における批准の決定」として、2011年7月に第7次国家電力マスタープランを策定した。

具体的な生産・輸入電力量の目標値としては、2015年に約1千940億～2千100億kWh、2020年が約3千300億～3千620億kWh、2030年が約6千950億～8千340億kWhを目標としている。電力生産用の再生可能エネルギー源を優先的に使用することとし、2010年に3.5%であった電力生産量の比率を2020年に4.5%、2030年には6.0%まで増加させることを目標としている。

また、全発電所による総出力を2020年には75,000MW（内5.6%を再生可能エネルギーで賄う）とし、2030年には146,800MW（内9.4%を再生可能エネルギーで賄う）とすることを目指している。

1-3-2 省エネルギー法

2011年1月1日発効の省エネルギー法の中では、エネルギー使用に関する戦略・企画・プログラムについて、以下の条件を定めている。

- (1) 安定的かつ安全的なエネルギーを供給する。エネルギー資源の使用の合理化を図る。
- (2) 石炭・石油ガス・電力事業及びその他のエネルギー計画とのバランスを取りながら経済社会発展の戦略・企画・計画に基づいた需要・供給源の見通しを立てる。
- (3) クリーンエネルギーを合理的に発展させることを優先し、再生可能エネルギーの使用比率を上げ、省エネルギーを推進する。
- (4) 省エネの車両・機器・建材を生産する方針を設定し、実施する。

また、ベトナム国政府は組織・個人の以下の活動を推進し、その実施環境を整える。

- (1) 省エネルギーに関する法律の規定を厳守する認識を高めるための宣伝活動・運動を計画、実施する。
- (2) 省エネルギーに関する項目を学校教育として適切な形で実施する。
- (3) 次の活動を実施するためにエネルギーに関するコンサルタントサービスを実施する。
 - エネルギー診断
 - 省エネまたは環境に優しい技術の移転
 - 先進的にエネルギー管理事業を導入するための育成・コンサルタント事業
 - エネルギー使用者に対する省エネ措置の実施におけるコンサルタント事業
 - 省エネルギーに関する情報を提供し、周知させる
 - 省エネルギーに関する他のサービス

1-4 ODA事業及び他ドナーの援助動向

1-4-1 ODA事業の動向（エネルギー/気候変動）

2001年以降に実施された主なエネルギー分野のODA事業は以下の通りである。傾向としては、技術協力では省エネ・再生可能エネルギーに対する援助が実施されている一方で、円借款事業においては発電量確保に資する火力発電、水力発電の案件が中心である。

表7 我が国のODA事業の動向（エネルギー/気候変動）

援助形態	案件名	年度	限度額 (億円)	概要
技術協力	省エネ研修センター設立支援プロジェクト (円借款付帯技プロ)	2011～ 2012	-	省エネルギーに係る人材育成制度の構築を目標にエネルギーデータの管理能力と統計分析能力強化の研修を実施するもの。
	(科学技術) ベトナム及びインドシナ諸国におけるバイオマスエネルギーの開発による多益性気候変動緩和策の研究プロジェクト	2011～ 2016	3.7	ベトナム国及び周辺インドシナ諸国において、荒地での生育可能な非食用作物や未利用の非食用果実を原料としたバイオディーゼル燃料の製造、利用方法の研究を行うことで気候変動影響緩和策の策定を目的とするもの。
有償資金協力	オモン火力発電所及びメコンデルタ送変電網建設事業 (I～IV)	2001～ 2007	525.47	カントー市北東に位置するオモンに最大出力300MWの火力発電所の建設・周辺地域への送変電設備整備・コンサルティングサービスを実施するもの。
	タクモ水力発電所増設事業	2004	59.72	ビンフック省タクモ町を流下するペー川の既設タクモ水力発電所に75MWの発電所、取水口、スイッチヤード等を増設するもの。
	ギソン火力発電所建設事業 (I～III)	2006～ 2011	911.25	タインホア省のギソン工業団地内に600MW(300MW×2基)の石炭火力発電所及び石炭搬入港湾施設等の関連設備を建設するもの。
	送変電・配電ネットワーク整備事業	2007	109.06	都市部(特に工業団地等)における送変電網の増強、及び配電線の整備を行うことで急増する電力需要に対応する安定的・効率的な電力供給を確保するもの。
	タイビン火力発電所及び送電線建設事業 (I)	2009	207.37	タイビン省において、600MWの火力発電所と周辺地域の送電線等を整備するもの。
	省エネルギー・再生可能エネルギー促進事業	2009	46.82	ベトナム開発銀行を通じたツーステップローンにより、同国企業へ省エネルギー促進及び再生可能エネルギー活用に必要な中長期的資金を供給するもの。
	気候変動対策支援プログラム	2010	100.00	政策対話により気候変動と密接に関係する15セクターにおいて政策アクションを形成し、同アクションの実施状況を評価して財政支援を行うことで、気候変動対策関連政策の推進を図るもの。

1-4-2 他ドナーの援助動向

他ドナー機関による再生可能エネルギー・省エネルギー分野の援助動向は以下の通り。

表 8 他ドナー援助動向（再生可能エネルギー・省エネルギー）

援助機関	案件名	援助形態	承認年度	金額* (百万 VND)
世界銀行	再生可能エネルギーの生産性・均等性改善プロジェクト（全国送電会社）	ソフトローン	2002 年	8,823
	再生可能エネルギーの生産性・均等性改善プロジェクト（北部電力）	ソフトローン	2002 年	2,093,081
	再生可能エネルギーの生産性・均等性改善プロジェクト（中部電力）	ソフトローン	2002 年	571,524
	再生可能エネルギーの生産性・均等性改善プロジェクト（南部電力）	ソフトローン	2002 年	621,567
アジア開発銀行 (ADB)	再生可能エネルギー開発及び地方部電力系統復元・再建プロジェクト（北部電力）	ソフトローン	不明	1,723,030
	再生可能エネルギー開発及び地方部電力系統復元・再建プロジェクト（中部電力）	複合	2009 年	1,694,769
	再生可能エネルギー開発及び地方部電力系統復元・再建プロジェクト（南部電力）	ソフトローン	2008 年	532,359
ドイツ復興金融公庫(KFW)	地方部におけるエネルギー効率改善プロジェクト（北部電力）	ソフトローン	不明	不明
	地方部におけるエネルギー効率改善プロジェクト（北部電力）	ソフトローン	不明	不明
フランス開発庁 (AFD)	気候変動プログラム・ローン（JICA との共同出資）	ソフトローン	2010 年	24,000,000 US ドル

*：AFD については US ドルにて記載。

なお、太陽光発電に関する援助動向としては、近年以下のような活動が実施されている。

- (1) ドイツ政府の資金援助により、ハノイ市の商工省庁舎の屋根に最大出力は 12kW、年間発電量 1 万 8000kWh の太陽光発電システムが設置された（2010 年）
- (2) 韓国の ODA によりクアンビン省におけるソーラープラント建設のための費用が提供された（2011 年）

第2章 製品・技術の活用可能性及び将来的な事業展開の見通し

2-1 提案企業及び提案が見込まれる提案製品・技術の強み

2-1-1 提案製品・技術の強み

【技術の元旦】

提案企業は、製品及び技術の多くを自社開発、数々の工業所有権(出願累計:特許 1231 件、実用新案 217 件、意匠 2399 件、商標 178 件 2011 年 3 月)を有し、全国のランドマーク的な建築の屋根を手がけてきており、日本の金属屋根業界では「技術の元旦」として定評がある。また、安藤忠雄氏や隈研吾氏等に代表されるいわゆるアトリエ系設計事務所からも多く受注しており、より高機能で意匠性の高い金属屋根の設計、製造に取り組んでいる。

【安い・早い・簡単】

高い意匠性や高機能では優位性を持つものの、他方で特に㎡単価を競い合う工場の屋根に使われる「折板」屋根では、金属原材料を安価に入手できる鉄鋼系の金属屋根メーカーも存在することから価格面での競争力には欠ける。これらの鉄鋼系金属屋根メーカーは、資本関係や役員人事に関しても親会社たる鉄鋼メーカーと緊密な関係にあり、その多くは大企業である。提案企業をはじめとする日本の製品・技術を開発途上国で展開するためには、「安い・早い・簡単」を追求する必要がある。提案企業は早くより製品のシステム化及び施工のシステム化に取り組み「早い・簡単」は多くの部分で実現しているものの、高品質と高機能ゆえに価格競争力については課題である。現在、今般の案件化調査を通じて得た現地情報とニーズを分析把握しつつ、白州技術センター等において部材、構造の見直しなどに取り組んでおり、更なる改善とコスト削減を実現していく予定である。

【環境技術と屋根の融合】

提案企業は、長年にわたり地球環境に配慮し、省エネ、地球温暖化抑制に貢献する「断熱工法」「屋根一体型トップライト」「緑化屋根」など環境技術と屋根の融合を推進してきた。また、太陽光発電については、「新エネルギーは屋根から」を基本に 20 年以上前から取り組み、新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO)等の依頼を受けて屋根材一体型の太陽光発電システムを日本で初めて開発した。さらに、太陽光発電についても両面受光の独自システム「Sun-Both」を開発し、限られたスペースでの効率的な発電と太陽光パネルの高温化対策に注力しており、多くが熱帯地域に属する開発途上国にとって有益な技術を研究開発している。これら環境技術・環境製品(トップライト・太陽電池一体型屋根・緑化屋根等)に加え、災害被害を減らす高強度屋根にも注力しており、「省エネ・省資源に貢献する技術」「自然エネルギーを利用する技術」「大型災害に対応する技術」の3技術要素を併せて提供できることを強みとしている。

【海外進出】

提案企業の海外事業としては、30年前にスリランカ国会議事堂の屋根を担当し高い評価を得たのをはじめアジアを中心に当該国の公共施設や日本の在外公館の屋根を手がけている。また、ODA事業としては、無償資金協力「クリーンエネルギー計画」にサブ・コントラクターとして参画し、南アジアと中米の公共施設に屋根と太陽光発電システムを設置している。

今回対象となるベトナム国において「屋根を利用した省エネ・太陽光・防災」事業の検討にあたり、「省エネ・省資源に貢献する技術」「自然エネルギーを利用する技術」「大型災害に対応する技術」の3技術要素の視点から既存公共施設を分析・評価し、求められる改善点に応じて、次のような製品・技術を活用可能である。

(1) 屋根の省エネ部材と製品

省エネ部材は新築や改修にも対応可能であり、施設の室内環境性能が向上するとともに、省エネに寄与する。

屋根材と一体化が可能な断熱ベースレイヤーは金属屋根からの輻射熱を低減し、室内の温度上昇を防ぐために効果的であり、施工も容易である。また、棟換気システムとの組み合わせにより、天井上部や小屋裏の熱気を外部に逃がし、室内の空気環境をさらに良好に保つことが可能となり、特にベトナム国南部の熱帯地域に有効である。室内への採光を補うトップライトは上記断熱屋根との組み合わせも可能。採光、断熱の両面で省エネ効果を発揮する。

製品：高断熱(ベースレイヤーなど屋根下地構造：元旦ボード)、自然換気の排煙棟、採光改善のトップライト、緑化屋根、高耐候性防水(サーナルーフ)

(2) 太陽光発電屋根

様々な屋根形状に対応が可能であり、屋根の改修においては一体的に設置作業が出来ることから特にメリットがある。

提案企業の太陽電池モジュールは直接光と屋根の反射光からの両面発電が可能。従来の片面受光に比べリフレクターとの組み合わせで120%の発電が可能である。また、モジュールとリフレクターとの間の空気を流動させることで、モジュールの温度上昇が抑制され、発電効率の低下が抑えられ、ベトナム国南部中部の比較的暑い地方では特に威力を発揮する。また、新たに開発された「元旦ウイング」は簡便な装置ながら、モジュール下の空気を強力に排出する効果を持ち、今後、開発途上国に広く適用できる製品・技術であると考えられる。なお、今回案件化の具体的な太陽電池パネルとしては、提案企業自社開発のガンタブル245(両面受光型太陽電池モジュール245W)を想定している。ガンタブル245は単結晶N型のため一般的な単結晶(P型)に比べて高出力であり、セル変換効率が18.8%と高く少ない面積で多くの発電が可能である。また両面受光型太陽電池のため、モジュール裏面に反射光・散乱光が照射されれば、さらに多くの発電量が期待できる。提案企業では、日本国内でこれらモジュール製品について出力9割を10年保証している。

太陽光発電には初期投資が必要であるものの、モジュール等の生産で生じる二酸化炭素の回収、すなわちエネルギー・ペイバック・タイム（EPT）は2年程度とされている。また、我が国のように相応の買取価格を含む電力買取制度が導入されている国では、10年程度で初期投資が回収できるとも言われている。ベトナム国にも再生可能エネルギーの電力買取制度があるものの、現時点では「風力発電」のみ価格設定されており、「太陽光発電」については活用されていない現状がある。

製品： 屋根一体型太陽電池（ノンシャドウソーラー、マッターラーソーラー、サンパシステム防水、アルミ棧防水）、屋根置型架台（サンピカ）、トラス活用（テクノトラス）、両面受光太陽電池（自社開発：Sun-Both）、換気促進羽根（元旦ウイング）

(3) 防災屋根

嵌合式の金属屋根は屋根材自体の強度、耐風圧性能は勿論、何よりも施工が簡単であり、熟練工を要しない為、施工技術の低い途上国においては特に有効な工法であり、品質の確保も容易である。提案企業の金属屋根は、南大東島など日本の台風常襲地域において多くの実績を誇る。

製品：3次防水機能（高機能金属屋根+断熱バックアップ材+断熱ベースレイヤー）、大型台風や地震に対応する高強度屋根（嵌合式折板、最大級の対風圧性能）、天井落下防止対策（元旦ユ鋼+パンチング板・メッシュ）

2-1-2 国内外の同業他社比較、類似製品・技術の概況

提案企業は、文部科学省が主導する「スクールニューディール計画」に沿った「かながわスマートエネルギー構想」に参画し、藤沢市内の公立小中学校54校に太陽光発電システムを設置し、教育現場における省エネ・創エネ・蓄エネと地球環境教育に関わっており、太陽光発電を中心とした再生可能エネルギー活用に注力している黒岩知事の神奈川県下の企業の中でも豊富な実績を有する。

提案企業は、1970年代に金属で初めて毛細管現象による雨漏りのない横葺屋根を完成したことを皮切りに、金属屋根システム工法、定尺継ぎ手横葺き工法、縦葺き屋根、外断熱屋根システム、パネル屋根、嵌合式折板屋根、トップライト、ユ鋼システム、緑化屋根など次々に金属屋根業界に独自の製品と技術を提供してきた。工業所有権の出願累計数は、特許1,259件、実用新案217件、意匠2,456件、商標180件と、この業界では類を見ない実績を有しており、これらと類似の製品は基本的に特許有効期間が終了した後に他社が生産を始めたものが多い。

また、太陽光発電についても、20年前に提案企業がNEDOなどと連携して屋根材一体型の太陽光パネルを我が国で始めて生産しており、その後、他社もそれに追随する形で生産をはじめている。

なお、太陽光発電システムの屋根への設置は、電気工事業者も多くが手がけているが、設置後雨漏りする事例が多く報告されており、広く問題化している。設置の際に屋根を傷つけることなく、従って雨漏りさせないことが屋根専門業者の比較優位となっている。

2-2 提案企業の事業展開における海外進出の位置付け

2-2-1 「環境技術で自然と安全を守る」企業方針：経営戦略

提案企業の総合カタログの冒頭に記載している通り、「化石燃料・CO2 排出」「干ばつ・砂漠化」「地球温暖化」「森林破壊」「大型災害頻発」に強い危機感を持ち、「環境破壊を止めるため、企業の責任が問われる時代」との認識に立っている。このため 30 年以上にわたり、環境に貢献する技術を追求し、「環境技術で自然と安全を守る！」を企業方針としてきた。この過程で、環境製品（トップライト・太陽電池一体型屋根・緑化屋根等）を研究開発し、近年はとりわけ太陽光発電システム製品の拡充及び定着化に注力している。

2-2-2 地球規模課題に取り組む ODA との連携

経済のグローバル化にともない、多くの企業が少子高齢化の中で縮小傾向にある国内市場から、70 億人を超えた世界市場に目を転ずるのは当然である。その中で、提案企業は気候変動にさらされる人々のために地球規模の環境を守り、暴風雨や洪水など大型災害の頻発に対処するため、微力ながら、その製品と技術を提供できるものとする。その方向性を考えれば、地球規模課題に取り組む日本の ODA と多く合致する要素があり、より積極的な海外事業展開を図ろうとしている。既に太陽光発電を中心とした無償資金協力「クリーンエネルギー計画」など一部 ODA 事業にサブコントラクターとして関わっており、強みとする屋根の環境技術・環境製品を武器により総合的本格的に ODA 事業に取り組むつもりである。2008 年に「海外事業部」を設置し、社長である舩木亮亮自らが海外事業部長を兼任しつつ、社内体制を拡充する途上にある。当期（第 43 期）経営計画では、太陽光発電システムの定着と製品の拡充を重点としており、積極的に海外展開を図ることとしている。

2-2-3 ベトナム国、そしてアジアへの展開

【アジアにおける手頃さ】

世界人口 70 億人の約 6 割が住むアジアには世帯あたりの可処分所得が 5,000US ドルから 35,000US ドルと言われる中間層が 9 億人存在し、今のペースで成長が続けば人口の 8 割は早晚この中間層で占められることと成る。他方で「Made in Japan」のアジアにおける地位は確実に低下しており、例えば家電製品では中国、韓国、台湾ブランドが流通上位ランキングを占めている。この現実を見れば、「日本企業の製品だから、技術だから、サービスだから

らアジアの人々が欲しがらるだろう」との発想からの脱却が緊要であると考えらるべきであらう。その上で、ベトナム国を含むアジアの市場を徹底的に分析し、中間層の「手頃さ：Affordability」を解明する必要がある。100US ドルを費やせる人が1人いるのと、10US ドルを費やせる人が10人いるのとでは、そのニーズやビジネスアプローチも全く異なるからである。

「日本は10の機能と品質を100US ドルで売る。」「韓国は7の機能と品質を70US ドルで売る。」「中国は3の機能と品質を50US ドルで売る。」と言われらるアジア市場では、100点満点を目指す必要はなく70点で良しとすべしとも言われらる。今般の案件化調査を通じ、中長期的には「中途半端な現地化（ローライゼーション）は通用しない。元旦の技術・経験はベースとするが、製品は一から発想するべきであり、多少のカスタマイズではだめ。」との思いを強くしてらる。

【ローカルに学ばる】

提案企業は、人口規模、政治的社会的安定、地勢的条件・東西回廊・南北回廊、日越友好関係、日系企業進出、日系投資、パートナー関係、提案企業の実績、人材・労賃、情報、インフラ、電力、通信、アクセスなど様々な要素を総合的に分析し、当面の目標をベトナム国市場とした。その上で、今後はさらに「何を」「誰に」「いくらで」「どう」売らるのかを事前に明確化し、戦略（戦術）化する必要がある。また、「フォロワー」として先行進出企業に学ばる、さらにローカル企業から徹底的に学ばる、現地の競合他社のプロモーション戦術に学ばる必要がある。現地の流通機構は未整備な上に、複雑でもあり、多くの情報を得て分析して行く必要があるが、その緒に就いた状況である。また、プロダクト・アウトではなく、マーケット・インをベースとして製品作りをして行く必要があり、そのため「開発・改良・デモ・普及・展開」等の期間が必要であることから、駐在員事務所を設けてこれに取り組むことも検討したい。

【駐在員事務所設立の検討】

ベトナム国政府は、「禁止投資分野」「条件付投資分野」「奨励投資分野」の3分野を定めらるているが、提案企業の業種・投資分野は、「新素材・新エネルギー」「エコ技術の応用」に該当し、ベトナム国における推奨投資分野であると判断される。

当面は市場調査を行いつつ、次のように2015年を目途に駐在員事務所を設立する可能性を検討する。駐在員事務所では、ベトナム人スタッフを雇用し、市場調査・営業促進等を行なう。制度上、駐在員事務所は①連絡業務、②営業の促進、③市場調査、④本社-ベトナム国企業間の案件のフォロー及び監督業務に限られ、直接の販売行為やサービスの提供を行なうことは出来な。市場調査では次のような、情報を広範囲に様々な手段を駆使して収集するとともに、ベトナム国に適合した製品開発に資する情報を集め、必要に応じて現地において実証モデルを設置、デモンストレーション、モニタリング、維持管理する。

駐在員事務所が収集すべき情報

- 1 基本情報
 - 1-1 企業概況
 - 1-1.1 登録情報
 - 1-1.2 沿革概況
 - 1-1.3 対外投資状況
 - 1-2 人員及び組織構成
 - 1-2.1 株主情報
 - 1-2.2 株主背景
 - 1-2.3 従業員給与状況
 - 1-3 財務情報
 - 1-3.1 貸借対照表
 - 1-3.2 損益計算書
 - 1-3.3 財務分析
 - 1-3.4 新投資分析
 - 1-4 企業M&A情報
 - 1-5 最新動向
- 2 販売及び経路
 - 2-1 販売構成
 - 2-1.1 販売部門構成
 - 2-1.2 営業員数
 - 2-2 販売及び経路分布
 - 2-2.1 販売経路区分
 - 2-2.2 主要販売区分
 - 2-2.3 主要代理店の販売状況
 - 2-2.4 提携方式
 - 2-2.5 代理店政策
 - 2-2.6 販売比率
 - 2-2.7 アフターサービス
 - 2-3 販売収入状況
 - 2-3.1 主要製品状況
 - 2-3.2 主要製品の販売比率
 - 2-3.3 数年間の各地域販売比率
 - 2-3.4 輸出情報
 - 2-4 価格戦略及び価格分析
 - 2-4.1 主要製品の価格
 - 2-4.2 主要製品の市場価格
 - 2-4.3 割引分析
 - 2-4.4 価格変動分析
- 3 製品と生産
 - 3-1 生産及び開発状況
 - 3-1.1 工場状況
 - 3-1.2 年間生産能力
 - 3-1.3 生産人員状況
 - 3-1.4 開発能力
 - 3-1.5 ISO 証明書
 - 3-1.6 品質管理
 - 3-1.7 生産プロセス状況
 - 3-2 製品戦略
 - 3-2.1 製品状況
 - 3-2.2 優位製品
 - 3-3 仕入れ状況
 - 3-3.1 原材料仕入
 - 3-3.2 部品
- 4 顧客調査
 - 4-1 主要顧客分布
 - 4-2 OEM 顧客
- 5 市場プロモーション
 - 5-1 市場シェア
 - 5-1.1 国内市場の占有率
 - 5-1.2 主力製品の占有率
 - 5-2 競合相手に対する戦略
 - 5-3 市場プロモーション
 - 5-3.1 販売促進方式
 - 5-3.2 販売促進活動
 - 5-3.3 主要宣伝製品
- 6 総合分析
 - 6-1 優位性
 - 6-2 劣勢点

2-3 海外進出による地域経済への貢献

2-3-1 地元神奈川県への貢献

神奈川県は「創エネ・省エネ・蓄エネ」を組み合わせることで効率の良いエネルギー需給を地域において実現する「かながわスマートエネルギー構想」を推進しているが、この「蓄

エネ」の取組みの一つとして、再利用した車載リチウムイオン電池と太陽光発電を組合わせたシステムの開発と普及に向けた実証実験を行った。同事業において、提案企業は太陽光パネル設置工法を「横須賀三浦地域県政総合センター」「産業技術センター」に提供している。また、文部科学省の「スクールニューディール計画」と連携した「かながわスマートエネルギー構想」に参画し、藤沢市内の公立小中学校 54 校に太陽光発電システムを設置し、教育現場における省エネ・創エネ・蓄エネと地球環境教育に関わっている。

「かながわスマートエネルギー構想」は、「原子力発電に過度に依存しない」「環境に配慮する」「地産地消を推進する」という 3 つの原則のもと、再生可能エネルギー等の導入を進め、電力供給量の拡大を図る「創エネ」、電力のピークカットを図る「省エネ」、電力のピークシフトを図る「蓄エネ」 3 つの取組みを総合的に進め、それらを組合わせて効率的なエネルギー需給を地域において実現するものである。ベトナム国における調査成果及び事業化の成果として提案企業関係者にたくわえられた知見、情報、データなどは、「かながわソーラーセンター」などにフィードバックされ、「かながわスマートエネルギー構想」の推進に役立つものと確信する。

【「かながわスマートエネルギー構想」の実施イメージ例】

- ・ 系統連携型
- ・ 太陽光パネル 3kW
- ・ 蓄電池 10kWh 相当（再利用車載リチウムイオン電池）
- ・ EV 用充電器（200V）

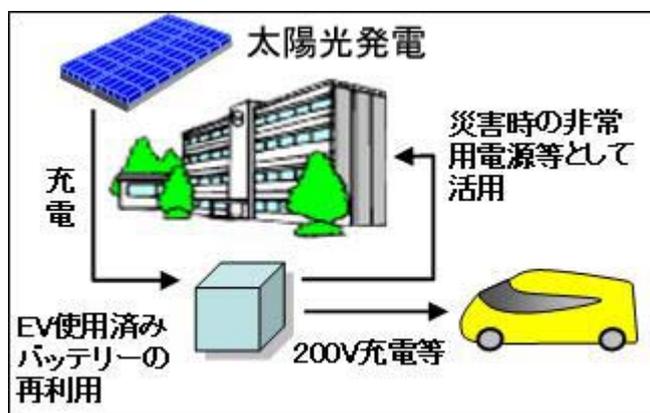


図5 「かながわスマートエネルギー構想」実施イメージ例

2-3-2 海外事業に関心を持つ協力会社

提案企業の社外には優秀な屋根工事店 700 社 8000 人の熟練施工者が組織化されている。提案企業創業者が、大手ゼネコンやハウスメーカーの下請け、孫請け、曾孫請けとしてピラミッドの低層になりがちな全国の板金店に呼びかけて結成した「元旦会」である。これによりメンバー板金店は、より自立し責任を持った経営を進めている。これらの多くは零細企業ながら海外事業にも関心を持ち、一部は提案企業の海外事業にも参画して経験を積

みつつある。そのような背景から、昨年7月5日に提案企業において「海外事業オリエンテーション」を開催し、これまでの ODA を含む海外施工事業の具体事例や今後の展開見通しなどを紹介したが、全国から約 40 社 50 名が参加し、これら中小零細企業がこれまで以上に海外に目を向けていることが実感された。本案件化調査の成果及びそれに続く提案の事業化は、提案企業のみならずこれら中小零細企業を裨益するものとする。

2-4 想定する事業の仕組み

2-4-1 基本的方向性

3つの視点から日本の ODA により整備された既存の公共施設を分析・評価し、「屋根を利用した省エネ・太陽光・防災」事業として、具体的 ODA 案件を提案し、その後は公正な競争の中で可能な限り下請けも含めてこれを受注していく。

- 公共施設などに設置する小規模な省エネ・太陽光施設については、今後、さらに「安い・早い・簡単」を追求しつつ改良に努め、中間層のみならず貧困層の一部も念頭に BOP ビジネスに結びつく可能性を検討する。
- また、大規模な省エネ・太陽光施設については、工業団地に進出している日系工場を中心に販売、普及を図り、さらにベトナム国一般企業にも販路拡大することを目指す。
- そのほか、我が国の鉄道駅で実施した駅舎を太陽光パネルで覆う事業や円借款で整備された空港に太陽光を設置する事業も提案して行く。
- これらの営業活動を通じて「元旦」のブランド名をベトナム国に普及しつつ、本来、当社が強みとしている意匠性の高いランドマーク的な建物（博物館、迎賓館、国会議事堂など）建設への参画も並行して目指す。
- 2020年までに製品販売で40億円以上の累計額を達成することを目標とする。

2-4-2 売上規模、市場規模感、市場マーケットにおいて想定する需要の見込等

日本の製造業がベトナム国を中長期的有望事業展開先と考える理由として、優秀な人材・安価な労働力の確保が比較的し易いとする理由に加え、販売面においても現地市場の高い成長性が挙げられている。この事は、ベトナム国の一人当たり GDP の推移を見た場合、2001年約 US ドル 400であったものが、その後10年間で約3倍に急成長しているところからも裏付けされる。海外の製造業の投資を呼び込むための工業団地も、現在200か所以上設立されており、当該地域においては、優遇税制度や様々なインセンティブが設けられ、大型工場の建設ラッシュが続いている。これらの旺盛な建

設需要の取り込みの為、依然として日本からは大手を始め各ゼネコンが進出しており、ベトナム国での事業展開を目指す日本の各製造業の工場建設に対応している。

しかし、ベトナム国の金属屋根市場を概観すると折板、なまこ板などが主流で、未だ多様な性能と意匠を有する金属屋根の普及は進んでおらず、今後さらに富裕層・中間層が増えて、市場が拡大するにはしばらくの時を要する。しかし、速やかにこれら市場の拡大に向け、より手に入れやすい価格で一定の性能品質が確保されている言わば 70 点の製品を開発していく必要があり、今後は駐在員事務所なども活用しながらベトナム国に適合した製品・技術の開発改良に努めて行くこととする。

2-4-3 直接・間接の効果

直接的には、太陽光発電の設置により公共施設における平時電力供給の補完及び非常用電源の提供による電力事情改善があり、また、屋根の高強度化と併せて自然災害時に避難シェルターとして利用できる防災上の効果が期待される。

間接的には、エネルギー消費の見える化等により温暖化対策としての再生可能エネルギー利用・省エネによる国民の地球環境意識の醸成及び向上に貢献することが期待され、さらに、ベトナム国政府策定「2030年までの国家電力開発計画ビジョン」への寄与が見込まれている。

2-4-4 ODA の効率的・効果的实施

ODA 予算が縮減される中で、フォローアップ的に、ベトナム国における過去の我が国 ODA 関連施設に「省エネ・太陽光・防災」の視点から新たな付加価値を与えることは、過去の好事例に再度光を当てることにもなり、費用対効果の点からも有効な取り組みであると考えられる。

2-5 事業実施体制・具体的な普及に向けたスケジュール

2-5-1 事業化スケジュール

本項目は非公開とする。

2-5-2 現地パートナーの確保状況及び見通し

本項目は非公開とする。

2-5-3 投資計画

本項目は非公開とする。

2-5-4 設備計画

本項目は非公開とする。

2-5-5 資金計画

本項目は非公開とする。

2-5-6 投資回収計画

本項目は非公開とする。

2-5-7 人員計画

本項目は非公開とする。

2-5-8 現地バックアップ体制

本項目は非公開とする。

2-6 リスクへの対応

成長著しいアジアの新興国でビジネスを展開することそのものがリスクであるが、出来る限りの予防策と対応策を講じつつ取り組み、それをチャンスに変えていく必要がある。

中期的事業展開での課題

期待も課題も大きいベトナム国進出だが、製造業のベトナム国進出については次の課題が一般的に知られている。

- 裾野産業が未発達であり、日本の製造業の品質を支える、部品供給企業の集積が未だ不十分である。
- 石油精製所や高度な製鉄所が十分に稼動しておらず、安定した素材供給ができない状況がある。
- 安い労働量が豊富という魅力の半面で、経験を積んだミドルマネジメント層が決定的に不足している。また、労賃も徐々に上がりつつある。管理職・技術系人材不足から欧米・アジア企業との人材獲得競争があり、採用後の人材定着のために企業努力が求められている。
- 法制度の未整備と運用上の不透明さ、すなわちガバナンスの問題がある。
- 南北に細長い地形で山間部も多く、物流的にも経済圏にも北部・中部・南部に分断されており、市場やインフラもこれらの都市に集中している。
- 電力・水道などの基本インフラの整備がニーズにフィットして追いつかない。道路敷設総距離数では、ベトナム国はその他東南アジア主要国と比較し上回っているが、都市部でも道幅が狭く、かつ産業道路と生活道路が共用となっていることや、車、バイク、自転車といった路線区分がない事が多い為、通勤時間帯には渋滞が発生する。今

後整備が予定されている主な道路の中でも、国道 1 号線（ハノイ～ホーチミン約 1,800km）の実現が期待される。

- 法務、知的財産権保護その他のリスクに関しては、中国に比べ、知的財産権を犯されるリスクは高くないが、当社は多数の特許を有しており、これらのリスクには十分な対策を講じて事業にあたる予定である。2006 年 7 月に施行された「知的財産権法」は、著作権とそれに関連する権利及び工業所有権（商標・商号・発明・工業意匠など）が保護対象となっており、「著しい特徴を有し、他社の商品・サービスと明確に区別」できるものは、出願日から 10 年間は保護されることになっている。そのため、必要に応じてベトナム国をベースに、知財問題や労働問題に経験を有する日系ビジネスコンサルタントとアドバイザー契約を締結することも検討する。
- 環境面、社会配慮など 基本的には環境にプラスとなるインパクトをもたらす事業であるが、公共施設の改修に当たっては、利用者のニーズや利用状況など十分な社会的配慮をもって計画策定に当たる必要がある。