

令和4年度 環境省請負業務

令和4年度我が国循環産業の海外展開事業化促進業務

中央ベトナムにおける太陽光パネルのリユース・リサイクル事業

報告書

令和5年3月

株式会社浜田

はじめに

本報告書は、株式会社浜田が環境省より受託した「令和 4 年度 我が国循環産業の海外展開事業化促進業務（中央ベトナムにおける使用済み太陽光パネルのリユース・リサイクル事業）」の成果を取りまとめたものである。中央ベトナムとはベトナム中部地区を指す。

本調査は中央ベトナムにおける使用済み太陽光パネルを対象としたリユース、リサイクル事業の実現可能性を検討するものである。ベトナムは東南アジア域内でも特に日射量の条件に恵まれた国であるため、太陽光発電が普及している。一方で、太陽光パネルの処理に関する制度が確立されておらず、将来大量廃棄が問題となる。ベトナム政府も課題を認識しているが、ベトナムにおいて適正処理できる会社が 1 社もおらず、どのような法律を整備すべきか認識できていない。このような状況下で当社の技術及びサービスを導入することは、ベトナムにおける社会課題の解決や環境負荷低減、再資源化の構築に寄与するものである。

本調査にて同国では拡大生産者責任（以下、EPR）で太陽光パネルを対象としたリサイクル制度を設けることが確認できた。更に太陽光パネルを設置する民間企業等へ調査を行った結果、破損等を原因として既に廃棄となる使用済み太陽光パネルが発生していることが分かった。EPR にてリサイクル制度の策定が決まっている一方で現状太陽光パネルの取扱が定まっていないため、インフォーマルセクター等で有用な金属のみ取り外しその他は不法投棄されるなど不適切処理がされていると推定される。

そのためまずは太陽光パネルの回収や適正処理に関する法制化の動きを踏まえて、当社も法整備への働きかけを行い、太陽光パネルのリユース、リサイクルにおける事業拡大を図っていく。

本事業の実現に向けて、中央ベトナムで唯一有害廃棄物処理認定を持つ ASIA RECYCLING TRUST JSC（以下、ART）と合弁会社設立を視野に入れて調査を行った。更に天然資源環境省ベトナム環境行政環境コンサルタント技術センター（以下、MONRE VEA CECT）とベトナムにおける太陽光パネルのリサイクルに向けた共同研究を行うために 3 者で協力合意書を締結することができた。今後も現地政府及び企業との連携を継続しつつ調査を続けていく。

Summary

This report summarizes the results of the "Feasibility Survey for Reuse and Recycling of Used Solar Panels in Central Vietnam" commissioned by the Ministry of the Environment Japan.

This study was conducted to examine the feasibility of a reuse and recycling project for used solar panels in Central Vietnam. Vietnam is one of the countries in Southeast Asia with particularly favorable solar radiation conditions, and solar power generation is widespread in the country. On the other hand, a system for the disposal of solar panels has not yet been established, which will lead to the problem of mass disposal in the future. The government is aware of the problem, but there is no single company in Vietnam that can properly dispose of the used panels, and they are not aware of what kind of laws they should establish. Under these circumstances, the introduction of our technology and services will contribute to solving social issues, reducing environmental impact, and establishing recycling system in Vietnam.

This study has confirmed that Vietnam has established a recycling system for used solar panels under the Extended Producer Responsibility (hereinafter referred to as "EPR"). While the EPR will regulate the recycling system, the handling of solar panels has not yet been determined, and the informal sector and others are assumed that only useful metals are removed from the panels and other materials are illegally dumped or disposed of improperly.

Therefore, based on the trend toward the establishment of legislation for the collection and proper disposal of solar panels, we will work to expand our business in the reuse and recycling of solar panels by lobbying for the establishment of such legislation.

To realize this project, we conducted a study with a view to establishing a joint venture with ASIA RECYCLING TRUST JSC (hereinafter referred to as "ART"), the only company in Central Vietnam with a hazardous waste treatment

certification. Furthermore, the three parties were able to sign a MoU with the Minister of Natural Resources and Environment of Viet Nam Vietnam Environment Administration Centre for Environmental Consultancy and Technology (hereinafter referred to as MONRE VEA CECT) to conduct joint research for the recycling of solar panels in Vietnam. We will continue our research while continuing to collaborate with the local government and companies.

本報告書で用いる略語について、正式な名称（英語と日本語）を下表に示す。

組織名称	正式名称	説明
MONRE	Ministry of Natural Resources and Environment	天然資源環境省
MONRE VEA CECT	Ministry of Natural Resources and Environment Vietnam Environment Administration Centre For Environmental Consultancy And Technology	天然資源環境省ベトナム環境行政 環境コンサルタント技術センター
DONRE	Department of Natural Resources and Environment	天然資源環境部
MOIT	Ministry of Industry and Trade of the Socialist republic of Vietnam	工商省
EVN	VIETNAM ELECTRICITY	ベトナム電力総公社
EPR	Extended Producer Responsibility	拡大生産者責任
ART	ASIA RECYCLING TRUST JST	現地有害廃棄物処理業者
PDP8	PDP8	第8次電源開発計画
FIT	Feed-in Tariff	固定価格買取制度
HSコード	HS code	輸出入統計品目番号

目次

1. 事業の目的・概要	1
1.1. 事業の背景	1
1.2. 調査の目的	3
1.3. 本事業の実施体制.....	3
1.4. 調査工内容とスケジュール.....	4
2. 海外展開計画案の策定.....	6
2.1. 海外展開計画の概要.....	6
2.2. 事業規模.....	7
2.3. 事業実施体制.....	8
2.4. 事業化スケジュール.....	9
2.5. 収支計画.....	9
3. 対象地域における現状調査.....	10
3.1. 調査手法.....	10
3.1.1. 文献調査.....	10
3.1.2. 現地調査.....	10
3.2. 調査結果.....	12
3.2.1. 社会/経済状況.....	12
3.2.2. 廃棄物処理・太陽光パネルリサイクル関連の政策・制度.....	15
3.2.3. 現状の太陽光パネルのリユース、リサイクルフロー.....	24
3.2.4. 太陽光パネルのリユース、リサイクル市場のプレーヤーの現状.....	27
3.2.5. 連携候補業者の現状.....	28
3.2.6. 太陽光パネルのリユース、リサイクル事業を行うにあたっての試算に必要な情報.....	29
3.2.7. 太陽光パネルのリユース、リサイクル事業を行うにあたっての課題.....	31
4. 廃棄物の組成、性状等調査.....	34
5. 現地政府・企業等との連携構築.....	38
6. 現地関係者合同ワークショップ等の開催.....	41
6.1. 現地ワークショップ.....	41
6.2. 本邦研修.....	45
7. 実現可能性の評価.....	48
7.1. 事業採算性.....	48
7.2. 環境負荷低減効果.....	49
7.3. 社会的受容性.....	50
8. 海外展開計画案の見直し.....	51

8.1. 事業規模	51
8.2. 事業構想	51
8.3. 事業化スケジュール案	52
8.4. 今後の検討課題	53
8.4.1. 事業の実現性の確保	53
8.4.2. 事業の創出に向けた協力体制	54

1. 事業の目的・概要

1.1. 事業の背景

(1) ベトナムにおける問題意識

ベトナムは東南アジア域内でも特に日射量の条件に恵まれた国であり、ベトナム全土における太陽光発電は FIT 制度導入の効果もあり大きく普及した。2045 年には約 95GW まで普及すると見込んでおり、太陽光パネルの適正処理に関する制度や、適正に処理できる会社が存在しないため、ベトナムでは将来大量廃棄が問題となる*1。

既にベトナムでは運搬中や風、石などによる破損が原因で 1 社あたり年間約数十枚～百枚前後の使用済み太陽光パネルが発生している。日本の環境省が提示している太陽電池モジュールの含有量試験結果では、太陽光パネルに鉛 140,000 mg/kg (14%)、アンチモン 2,200 mg/kg (2.2%) が含有している*2。ベトナムでは鉛 2% 以上、アンチモン 0.1% 以上含有している廃棄物は有害廃棄物として指定される*3。更に 2025 年 1 月には EPR によって電気電子機器のリサイクル責任が課されることが決定しており、太陽光パネルもリサイクル対象となっている。しかし太陽光パネルは現在取扱い方法が定まっていない。有害成分が含有しているのにも関わらず無害廃棄物と認識する省庁も存在するため、同国内での具体的な取扱は不明確である。現状はスクラップ業者等インフォーマルセクターで有用な金属のみ取り外し、残りは不適切処理されている状況である。ベトナム政府が太陽光パネルの取扱を定めない限り、不法投棄や埋立されるため再資源化が難しい。

そこで、法整備を踏まえて当社の太陽光パネルのリユース、リサイクル技術およびノウハウをベトナムで導入し、同国の抱える不適切処理による環境被害等の課題を解決するとともに、海外事業の拡大に努める。

*1 MARUBENI ASIAN POWER VIETNAM 収集データ (2022 年 3 月 Institute of Energy PDP8 案) から抜粋

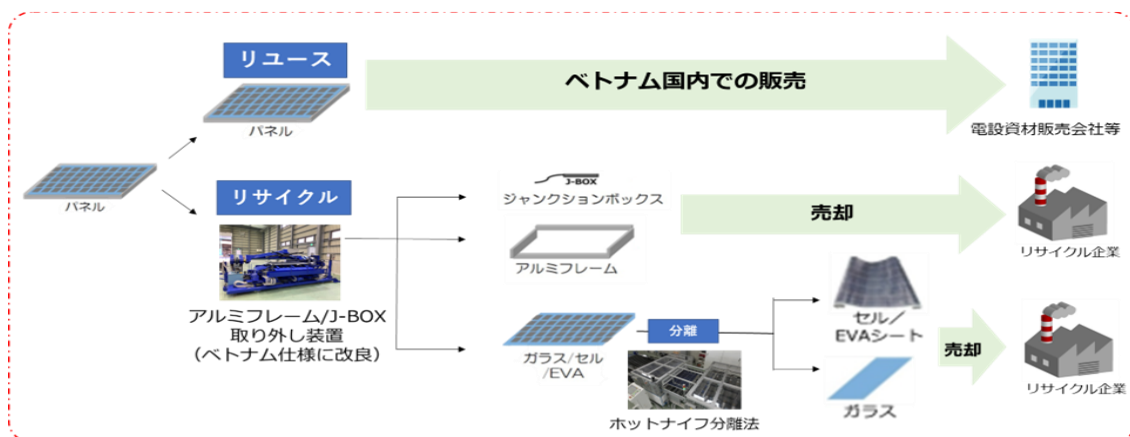
*2 太陽光発電設備等のリユース・リサイクル・適正処分に関する報告書 表 1-6 太陽電池モジュールの含有量試験結果から抜粋

*3 日本貿易振興機構アジア経済研究所『アジア各国における産業廃棄物・リサイクル政策情報提供事業報告書』経済産業省委託、2007年 第6章ベトナムにおける産業廃棄物・リサイクル政策 別表1有害廃棄物管理規則の有害廃棄物リストから抜粋

(2) 株式会社浜田の有する技術の海外展開

株式会社浜田（以下、浜田）は大阪、京都、東京、愛知に拠点を構え、産業廃棄物事業、スクラップ事業、ソリューション事業の3つの柱で事業展開をしている。特に太陽光パネルのリユース、リサイクル事業に注力しており、現在は東京、京都の2拠点で事業を実施している。リユースは、外観検査や性能検査を行うことでまだ使用可能な太陽光パネルを環境省の策定したガイドラインに準じて国内外へ販売している。リサイクルはアルミフレーム、ジャンクションボックス（以下、J-BOX）、ガラス/セルシートの3種類に分離し、その後ホットナイフ分離法を活用した装置でガラス/セルシートを分離する。各素材を破損することなく分離でき、不純物も混在しないため、全てリサイクル原料として売却可能となる。これにより、現在資源循環されていないセルシートに含まれる銀や銅、ガラスの資源循環を可能とする。当社の太陽光パネルリユース、リサイクルサービスは以下の通りである。

図表 1-1 株式会社浜田の太陽光パネルリユース、リサイクルサービス



出所) 当社作成

リユースまたは適正なリサイクルを行うことで、埋立に回らない方法での資源循環を実現し、ベトナムでの不適切処理等による環境汚染や健康被害の解決に寄与する。

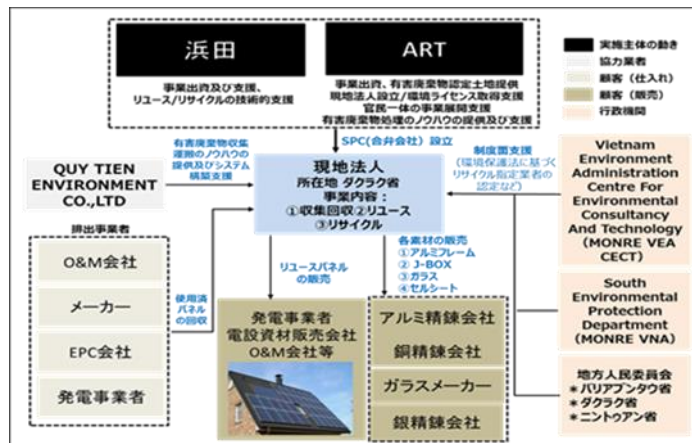
1.2. 調査の目的

1.1.で記載した通り本調査はベトナムで太陽光パネルのリユース、リサイクル事業を行うために実現可能性の調査を行う。現地の市場（回収見込み量やリユース取扱価格等）や法制度を関係省庁や民間企業等との協議により正確に把握することで、本事業が成立するか否かについて事業採算性を精緻化する（現地渡航、ワークショップ開催、本邦研修を含む）。

1.3. 本事業の実施体制

中央ベトナムにおける太陽光パネルのリユース、リサイクル事業の令和4年度環境省委託事業の実施体制と役割分担は以下の通りである。

図表 1-2 事業実施体制



図表 1-3 役割分担表

企業名	実施項目・役割
株式会社浜田	事業全体の推進
ASIA RECYCLING TRUST JST	現地調査支援、所管官庁との調整、現地事業者の仲介、資料取得等
MONRE VEA CECT	制度面調査支援

出所) 当社作成

1.4. 調査工内容とスケジュール

本事業の事業期間は、2022年9月から2023年3月までである。2022年9月、10月、11月で3度の現地調査を行った。本事業の実現性評価を行うべく、①事業採算性、②環境負荷低減効果、③社会的受容性、④実現可能性の評価を本調査で実施する。調査手法は関係者へのヒアリングを主とする。まずは関係省庁、現地民間企業へヒアリングを行い対象地域における太陽光パネルのリユース、リサイクル事業の実現可能性を確認すべく、現地の廃棄実態や価格（リユース品販売/リサイクル品売却/処理費等）、競合、法規制の調査を行った（①事業採算性、③社会的受容性、④実現可能性の評価）。環境負荷低減効果については、太陽光パネルの導入目標を確認することにより、最終処分場の廃棄物量減容化の効果を確認した（②環境負荷低減効果）。

現地調査で構築した関係省庁や民間企業とのネットワークをもとに、海外進出にあたっての連携を図り、適正処理への啓蒙活動を行うべく、2022年12月に現地でワークショップを開催した。更に日本の廃棄物処理の状況を踏まえた太陽光パネルのリユース、リサイクル事業の全体像の理解のため我が国で本邦研修を2022年1月10日～1月13日で実施した。これまでの調査結果を踏まえ、当初想定していたビジネスモデルの見直しを行い、本報告書を作成した。スケジュールと進捗は以下の表の通りである。

図表 1-4 今年度事業の推進スケジュール

	9月				10月				11月				12月				1月				2月				3月	
	W1	W2	W3	W4	W1	W2	W3	W4	W1	W2	W3	W4	W1	W2	W3	W4	W1	W2	W3	W4	W1	W2	W3	W4	W1	W2
事業採算性			渡航					渡航				渡航														
環境負荷低減効果			渡航					渡航				渡航														
社会的受容性			渡航					渡航				渡航														
実現可能性の評価			渡航					渡航				渡航														
現地ワークショップ開催													開催													
本邦研修の実施																				開催						
ビジネスモデルの見直し																										
報告書及び概要資料作成																										

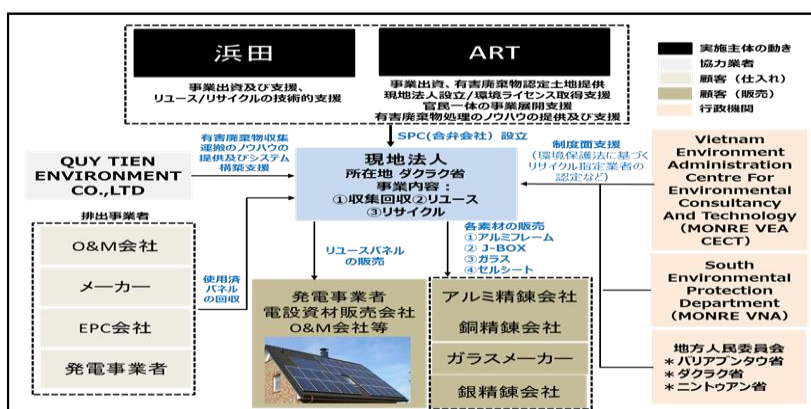
出所) 当社作成

2. 海外展開計画案の策定

2.1. 海外展開計画の概要

想定する事業内容は B/P である ART と SPC（合弁会社）を設立し、中央ベトナムから発生する太陽光パネルのリユース・リサイクル事業を行うものである。当社の有するサービスをもとに、O&M 会社やメーカー、EPC 業者、発電事業者から使用済み太陽光パネルを回収し、選別する。リユース太陽光パネルは現地電材販売会社や発電事業者への販売を想定し、リサイクルについては排出事業者より処分費用を徴収して、アルミフレーム、J-BOX、ガラス、セルシートに分離後リサイクル原料として売却する。本調査開始時に想定した事業想定フローは下記の通りである。

図表 2-1 初期の事業想定フロー



出所) 当社作成

また本事業はダクラク省に太陽光パネルのリユース、リサイクル施設を建設することを想定している。ダクラク省はベトナムにおいて最も太陽光パネルが普及している中央ベトナムに位置する都市であり、人口約 1,909 千人で 4 番目に大きな省である*4。ダクラク省のバンメトート市に B/P である ART が有害廃棄物を処理できる土地を保有しているため、その場所を太陽光パネルのリユース、リサイクル施設の建設予定地とした。

事業予定地：Zone C, Hoa Phu Solid Waste Treatment Complex, Hamlet 11, Hoa Phu Commune, Buon MaThuot City, Dak Lak Province Vietnam

図表 2-2 事業予定地



出所) 当社作成

*4 VietBiz ダクラク省(Dak Lak)の基本情報 | ベトナム 63 省を徹底解説
<https://vietbiz.jp/daklak-vn/>

2.2. 事業規模

ベトナムでは 2020 年末時点で約 16.5GW の太陽光発電の稼働容量であると報告されている*5。日本国内の太陽光パネル稼働容量は、2017 年 9 月時点で約 42GW になっており、そのうち年間 4,400t の使用済みパネルが排出され、3,400t がリユース、1,000t がリサイクルされたと報告されている。太陽光パネルの重量を約 20 kg/枚と想定した場合、220,000 枚の発生がされたと推定される。日本の稼働容量はベトナムの約 2.5 倍であることから、ベトナムで排出される使用済み

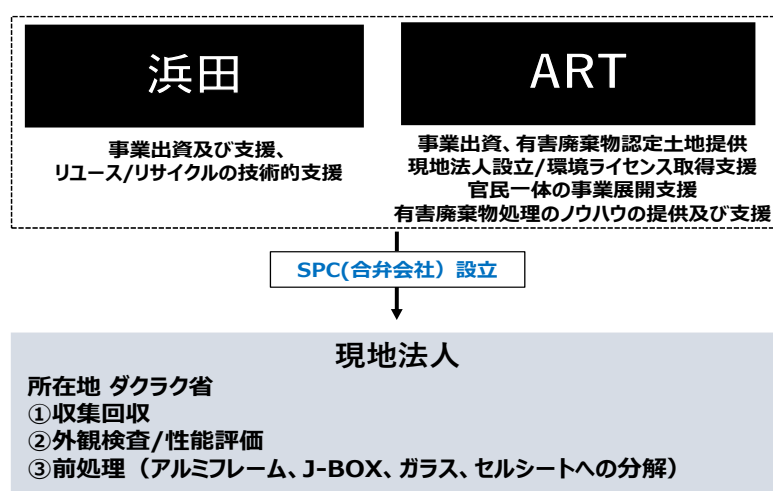
パネルの排出量は年間約 1,760t (88,000 枚) と推測され、その内中央ベトナムの廃棄は年間約 420t (約 21,000 枚) と予測される。当社が有するリサイクル設備の処理能力は 1 日あたり 10.8t である。

*5 ISEAS 報告資料 2021/28 「ベトナムの太陽光発電ブーム：他の ASEAN 加盟国への政策的影響」 Thang Nam Do および Paul J. Burke
<https://www.iseas.edu.sg/articles-commentaries/iseas-perspective/2021-28-vietnams-solar-power-boom-policy-implications-for-other-asean-member-states-by-thang-nam-do-and-paul-j-burke/>

2.3. 事業実施体制

想定する事業スキームは下記の図の通りである。太陽光パネルのリユース、リサイクル技術及びノウハウを持つ当社と B/P である ART がベトナムに SPC(合弁会社) を設立し、現地で太陽光パネルのリユース、リサイクル事業を行う。ART は中央ベトナムで唯一有害廃棄物処理認定を持つ現地企業であり、有害廃棄物処理が可能な土地も有するため許可取得や土地提供に係るリスクは低く、スムーズな事業実施が可能となる。当社は設備提供や技術支援を行い、共同出資による SPC (合弁会社) で事業を行う。

図表 2-3 ビジネスの実施体制



出所) 当社作成

2.4. 事業化スケジュール

当初想定していた事業化スケジュールは下記の通りである。

図表 2-4 事業化スケジュール

時期	取り組み
2022年8月	本業務による現地調査の実施
2023年4月～2024年3月	現地法人を設立し、許認可の取得
2024年4月～2024年12月	工場建設および設備導入
2025年1月～	リユース・リサイクル事業の展開
2028年4月～	事業拡大（ニントゥアン省、ホーチミン）

出所) 当社作成

2.5. 収支計画

2023年は許認可取得への活動となり一般管理費で年間500万円を想定した。2024年には現地法人を設立するに当たり設立費用1,000万円を想定、また2025年にはリサイクル工場建設費5,000万円、リユース及びリサイクル設備導入にあたって設備費10,500万円の資金を見込んでいる。工場および設備については法定耐用年数による減価償却で計上している。事業の売上構成について以下のとおり想定している。①リサイクル費用は35円/kg（1枚当たり700円）とし、3,000枚の処理を想定。②リユース品販売については仕入れ2,000円/枚を想定。販売価格はベトナム国内の新品価格15,000円/枚の半額7,500円/枚で1,000枚の販売を想定。③リサイクル原料の販売についてはアルミフレーム、J-BOX、ガラス、セルシートを各リサイクル原料として売却する。各重量については太陽光パネルの構成比率と取扱い枚数から算出している。なお、FIT開始から10年目の2028年には当社の日本国内実績から11,000万円を想定しており、大量廃棄が予測されるFIT終了である20年目の2038年には50,000万円以上の売上を目標として、啓蒙活動を行いながら事業を実施する。

上記が当初想定していたビジネスモデルであったが、現地調査やワークショップ、本邦研修において情報収集することで、より事業採算性の精緻化を図る。

3. 対象地域における現状調査

事業実現可能性の評価を行うべく、中央ベトナムを中心として公開情報の収集及び現地調査を行った。

3.1. 調査手法

3.1.1. 文献調査

ベトナムにおける社会、経済情報や法律、太陽光発電の導入目標、稼働容量等太陽光パネルの市場について公開データなどを中心に文献調査を行い、調査結果は現地調査で活用した。

3.1.2. 現地調査

本事業では現地調査を3回実施した。事前の文献調査をもとに、中央ベトナムの太陽光パネルの回収見込み量や廃棄フローを推測し、現地調査では内容の精緻化、定量的データの入手を行った。第1回、第2回、第3回の現地調査のスケジュールと訪問先は以下のとおりである。

<第1回現地調査>

2022年9月12日～9月17日

図表 3-1 第1回現地調査スケジュール

日付	訪問先	行政/民間	区分
2022/9/12	在ベトナム日本国大使館	行政	日本大使館
2022/9/13	日本貿易振興機構(ジェトロ)ハノイ事務所	行政	貿易振興機構
	VIETNAM FUKUNAGA ENGINEERING Co., Ltd.	民間	商社
	Solar Electric Vietnam., JSC	民間	EPC/OM業者
	IPC E&C Joint Stock company	民間	EPC/OM業者
	MITSUBISHI MATERIALS TRADING CORPORATION HANOI REPRESENTATIVE OFFICE	民間	商社
2022/9/14	天然資源環境省 ベトナム環境総局(MONRE VEA)	行政	政府機関
	天然資源環境省ベトナム環境行政 環境コンサルタント 技術センター(MONRE VEA-CECT)	行政	政府機関
2022/9/15	商工省(MOIT)	行政	政府機関
	Ministry of Industry and Trade Institute of Energy	行政	政府機関、研究所
	MARUBENI ASIAN POWER VIETNAM CO., LTD	民間	発電事業者
2022/9/16	LONGi Solar Technology(Shanghai) Co., Ltd.	民間	太陽光パネルメーカー

出所) 当社作成

<第2回現地調査>

2022年10月23日～10月29日

図表 3-2 第2回現地調査スケジュール

日付	訪問先	行政/民間	区分
2022/10/24	Sharp Energy Solutions Corporation	民間	太陽光パネルメーカー/発電事業者
	TRUNG NAM CONSTRUCTION INVESTMENT CORP. 発電所	民間	発電事業者
	ニントゥアン省 環境局	行政	政府機関
2022/10/25	VINA OGAWA ALUMINUM RECYCLING COMPANY LIMITED	民間	金属再生業者
	QUY TIEN ENVIRONMENT CO., LTD	民間	有害廃棄物処理業者
	THANH BINH PHU MY JOINT STOCK COMPANY PHU MY 3 SPECIALIZED INDUSTRIAL PARK	行政	政府機関
2022/10/26	TRUNG NAM CONSTRUCTION INVESTMENT CORP.	民間	発電事業者
	中古マーケット視察	民間	中古機械等販売区域
	Next Energy Vietnam Co., Ltd.	民間	太陽光パネルメーカー
	FUJIWARA LOGISTICS VIETNAM CO., LTD.	民間	運送業者
	MARUBENI VIETNAM COMPANY LIMITED	民間	商社
	MARUBENI ASIAN POWER VIETNAM CO., LTD	民間	発電事業者
2022/10/27	KMC会計事務所	民間	会計
	ASIA NETWORKS ENERGY JSC	民間	EPC/OM業者
	屋根置き太陽光現場視察	民間	屋根置き太陽光発電場所
2022/10/28	最終処分場	行政	最終処分
	HO CHI MINH CITY URBAN ENVIRONMENT CO., LTD.(CITENCO)	行政	廃棄物収集運搬/処理業者
	Ho Chi Minh City University of Technology	大学	大学

出所) 当社作成

<第3回現地調査>

2022年11月27日～12月3日

図表 3-3 第3回現地調査スケジュール

日付	訪問先	行政/民間	区分
2022/11/28	T&T GROUP JOINT STOCK COMPANY	民間	発電事業者
	JUNK & Co. Vietnam Co., Ltd.	民間	古紙回収業者
	MONRE VEA CECT	行政	政府機関
2022/11/29	SHARP NSN ENERGY SOLUTION JSC	民間	太陽光パネルメーカー/発電事業者
	MATSUDA SANGYO(VIETNAM) CO., LTD.	民間	貴金属回収業者
	MARUBENI ASIAN POWER VIETNAM CO., LTD.	民間	発電事業者
2022/11/30	THANG LONG INDUSTRIAL PARK	民間	発電事業者
	Japan International Corporation Agency Vietnam Office	行政	政府機関
2022/12/1	ASIA RECYCLING TRUST JSC工場見学	民間	有害廃棄物処理ができる土地
	ダクラク省投資計画局	行政	政府機関
	URENCO	行政	政府機関
	MJ AGRI VINA CO., LTD	民間	バイオマスチップ製造業者
2022/12/2	Ho Chi Minh City University of Technology (現地ワークショップ)	大学	現地ワークショップ
	中古マーケット視察	民間	中古機械等販売区域

出所) 当社作成

3.2 調査結果

3.2.1 社会/経済状況

ベトナムにおける基礎情報は以下の通りである。ベトナムは58の省と5つの中央管轄市からなる人口約9,762万人の国で、5年ごとに国会議員の中から国会が国家元首を選出する。国教は仏教であるが、信仰の自由を認めているため、カトリックやカオダイ教も信仰されている*6。

図表 3-4 ベトナム基礎情報

ベトナム基礎情報	
面積	32万9,241平方キロメートル
人口	約9,762万人
首都	ハノイ
主要都市	ハノイ、ダナン、ホーチミン
主要言語	ベトナム語
民族	キン族（越人）約86%、他に53の少数民族
宗教	仏教、カトリック、カオダイ教他

出所) 外務省 ベトナム社会主義共和国 (Socialist Republic of Viet Nam) 基礎データ

*6 国土交通省国土政策局 各国の国土政策の概要

<https://www.mlit.go.jp/kokudokeikaku/international/spw/general/vietnam/index.html>

外務省 ベトナム社会主義共和国 (Socialist Republic of Viet Nam) 基礎データ

<https://www.mofa.go.jp/mofaj/area/vietnam/data.html>

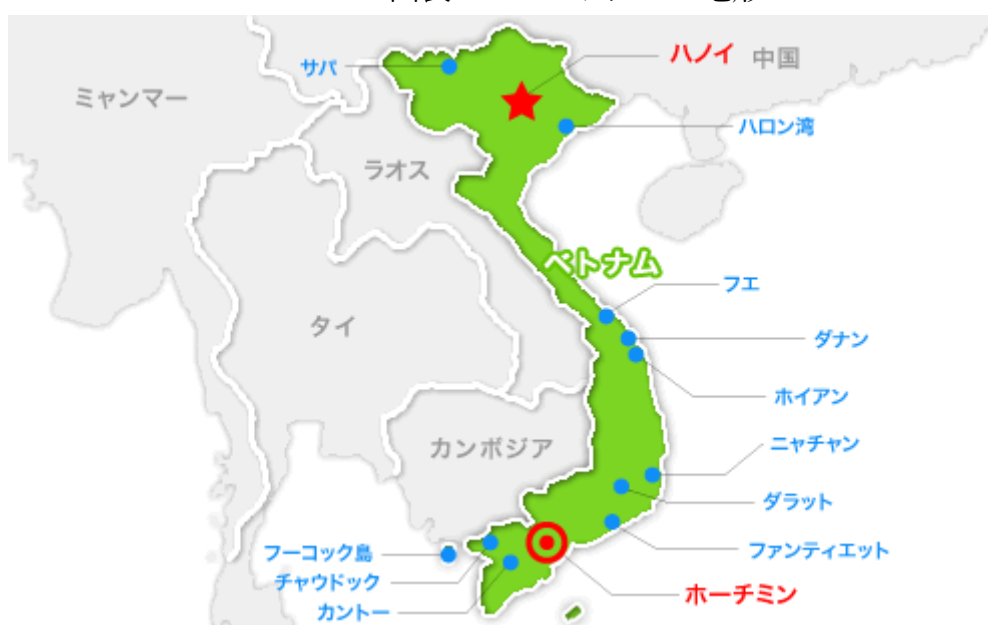
株式会社国際協力銀行 ベトナムの投資環境 (2019)

https://www.jbic.go.jp/ja/information/investment/images/inv_vietnam02.pdf

(1) 地形・気候

ベトナムはインドシナ半島の東半分を占め、北は中国国境、北西はラオス、南西はカンボジアに隣接している。南北に長い地形で、国土の約 80%は山岳地帯となる。全体として高温多雨で、熱帯モンスーン気候に属しているが、南北に細長い地形のため、同じ時期でも地域によって気候は大きく異なる。北部には四季があり冬には 10℃近くまで下がるが南部では 20℃を下回ることはない*7。

図表 3-5 ベトナムの地形



出所) SHINWA ベトナム ベトナムの地形

*7 SHINWA ベトナム ベトナムの地形、ベトナムの気候

<http://www.sakaibankin.co.jp/wp/vietnam/17/>

<http://www.sakaibankin.co.jp/wp/vietnam/30/>

(2) 民族・文化

ベトナムは複合民族国家で 53 の多民族で構成されている。約 9 割を占めるのがキン族で、主に都会や平野部に住んでおり、少数民族の多くは山岳部に居住している。全人口の 80%が仏教や道教、儒教、土着の要素が入った大乘仏教を信仰しており、キリスト教やカオダイ教などの信仰者も存在する*7。

(3) 政治動向

ベトナムは憲法に従い共産党が全てを指導する統治構造となっている。国会が立法、政府が行政、人民裁判所が司法を担う三権分業の体制であり、共産党政治局が党の最高意思決定機関として、国家の基本方針・方向性及び人事を決定する。脱炭素に関しては 2021 年 10 月に首相決定された国家グリーン成長戦略の具体化や第 8 次電源開発計画 (PDP8) の草案修正、2050 年までの国家気候変動戦略 (NCCS) の策定などが進められている*8。

*8 ベトナム 2022～ASEAN 最有望国ベトナム～

https://www.jbic.go.jp/ja/information/reference/reference-2022/contents/202207_1_seminar.pdf

(4) 経済動向

ベトナムは 1986 年からのドイモイ政策により社会主義市場から資本主義市場への転換が行われ、一気に経済成長が進んでいる。新型コロナウイルスの感染拡大前の数年間は年間 7～8% の経済成長率を維持してきたが、新型コロナウイルスの影響により、2021 年の GDP 成長率は 2.6% と直近 30 年間の中で最も低い結果となった。しかしワクチンの普及によりベトナム政府も規制緩和を始めたことから 2022 年時点では既にコロナ以前の経済活動を取り戻している*9。

図表 3-6 ベトナムの経済動向

項目	2019 年	2020 年	2021 年
実質 GDP 成長率	7.4%	2.9%	2.6%
名目 GDP 総額	330.39 (10 億ドル)	343.24 (10 億ドル)	362.64 (10 億ドル)
一人当たりの名目 GDP	2,714 (ドル)	2,779 (ドル)	N/A

出所) JETRO 概況・基本統計より抜粋し当社にて作成

主な産業は、農林水産業、鉱工業・建築業、サービス業、経済を支える労働力人口は 5,040 万人である*10。

太陽光発電については2045年までに地上置きで約75GW、屋根置きで約20GW、合計約95GWの導入目標を掲げていることが分かった*11。

*9 VietBiz ベトナム経済の最新情報と見通し：2022年GDP成長率

<https://vietbiz.jp/vietnam-economy-2022/>

*10 公益財団法人国際労働財団「2021年 ベトナムの労働事情」

https://www.jilaf.or.jp/rodojijyo/asia/southeast_asia/vietnam2021.html

*11 MARUBENI ASIAN POWER VIETNAM 収集データ(2022年3月 Institute of Energy PDP8案) から抜粋

3.2.2 廃棄物処理・太陽光パネルリサイクル関連の政策・制度

(1) 法体系

ベトナムの法体系は①国会が制定する憲法、法律、決議、②国会常任委員会が制定する布告、決議、③国家主席が制定する命令、決定、④政府が制定する政令、⑤政府首相が制定する決定、省庁の大臣及び省レベルの機関の長が制定する通達等から構成される*12。またベトナムにおける法体系は下記の通り制定されている。下記の法体系に加え、政府の政策動向の把握が重要である。

図表 3-7 ベトナムの法令の種類

法令の名称	内容
Constitution (憲法)	国家の最高法規として位置付けられる。
Law (法律)	国会によって制定される法令
Decree (議定・政令)	政府によって制定される法令であり、法律の実施に係る細則を定める。
Decision (決定)	政府首相によって制定される政令であり、法律の実施に係る細則を定める。
Circular (通達)	大臣、省同格機関の長によって制定される法令であり、上位法において委任を受けた詳細を定める。

出所) 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング株式会社「平成29年度地球温暖化・資源循環対策等に資する調査委託費『アジアにおける国際資源循環型リサイクル事業 拡大に向けた調査』(2017)

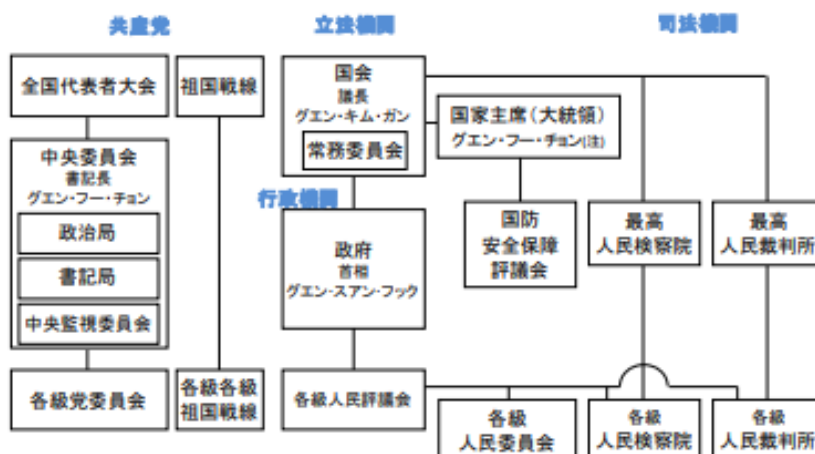
*12 BLJ 法律事務所「ベトナムの法制度の概要」

https://www.bizlawjapan.com/wp-content/uploads/vietnam_houseido_01.pdf

(2) 政府・自治体の体系

ベトナムは共産党が一党支配する統治体制になっている。共産党が国家の基本的指針や方向性を決定し、それを受けて行政機関が政策を執行する。5年に1度党員代表により党大会が開催され、党改正規約や党人事を決定する。中央執行委員会は党大会が閉会中の最高指導機関であり、定例会を6か月に1度開催し政策を起案、決定している。ベトナムは共産党の書記長、政府の首相、国家主席からなるトロイカ体制によって政治運営がなされており、バランスの取れた政権運営となっている*13。

図表 3-8 ベトナムにおける政府の組織体制

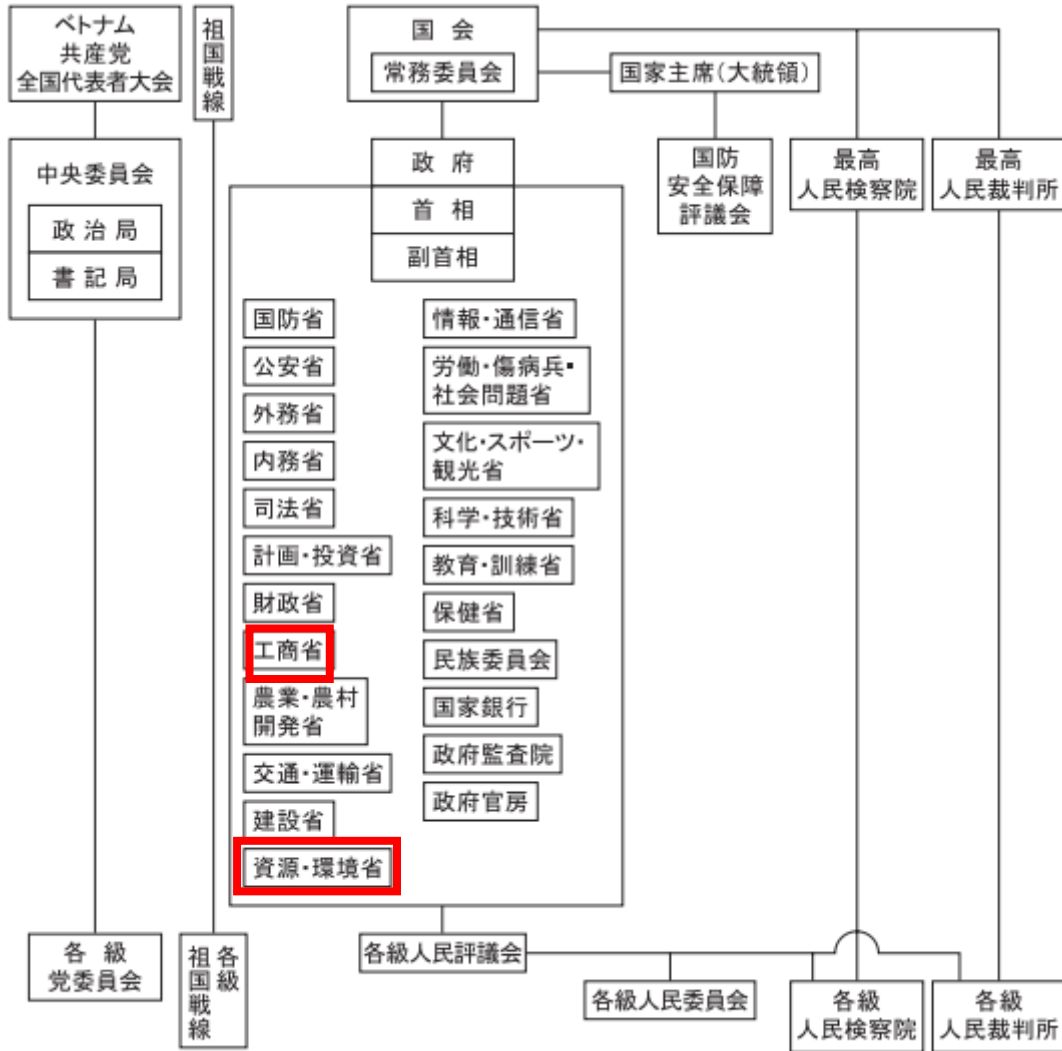


2023年1月現在

出所) 株式会社国際協力銀行 ベトナムの投資環境 (2019)

中でも本事業に関わる組織は、廃棄物や適正処理等を管轄する天然資源環境省 (Ministry of Natural Resources and Environment : 以下、MONRE)、太陽光発電全般の政策に係わる工商省 (Ministry of Commerce and Industries : 以下、MOIT) である。

図表 3-9 各省庁組織図



出所) VietBiz ベトナム駐在員必見：共産党・社会主義を知る者がビジネスを制する

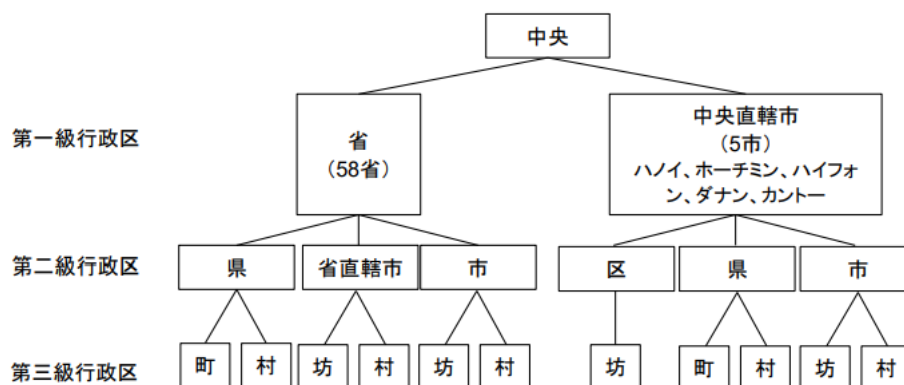
図表 3-10 太陽光パネルリユース、リサイクル事業に関わる組織と管轄法

省庁		管轄の法制度、管轄内容
天然資源環境省 Ministry of Natural Resources and Environment (MONRE)	省全体	<ul style="list-style-type: none"> ・EPR の立案、発行 ・環境保護法 ・No.59/2007/ND-CP Decree on Solid Waste Management
	環境局	<ul style="list-style-type: none"> ・EIA 審査 ・営業ライセンスの発行
工商省 Ministry of Commerce and Industries (MOIT)	省全体	<ul style="list-style-type: none"> ・2021～30 年における国家の電力開発基本計画及び 2045 年までの展望 (PDP8) 素案作成 ・バーゼル許可発行

出所) 現地調査を元に当社にて作成

またベトナムは①省級、②県級、③村級の 3 段階に分類され、行政区画ごとに人民評議会と人民委員会が設置されている。また中央政府から業務や役割が分担される。地方行政の組織体制は下記の通りである*13。

図表 3-11 ベトナム地方行政制度の体制



出所) 株式会社国際協力銀行 ベトナムの投資環境 (2019)

*13 株式会社国際協力銀行 ベトナムの投資環境 (2019)

https://www.jbic.go.jp/ja/information/investment/images/inv_vietnam02.pdf

(3) 廃棄物・環境関連・太陽光パネルリユース/リサイクル関連の法規制・ガイドライン

①現行の法・規定・規則・命令

太陽光パネルのリユース、リサイクル事業に対し許認可の取得や法律について調査を行い下記の通り整理した。

a. 太陽光パネルのリユースに関連する法律

科学技術省が発行した「第 18/2019/TT-BKHCHN 号」(以下、10年規制)に中古機械、設備の輸入が規制されている。中古機械、設備の中で輸入禁止品に該当するものを除き HS コード 84 類、85 類に属する品目の輸入が認められる。原則設備年齢 10 年以内(製造から 10 年を超えていない)の中古機械、設備のみ輸入が認められているが、ベトナムにおける企業の生産活動に直接用いる中古機械、設備、技術ラインの輸入しか認めておらず、商社などに向けた販売は不可となっている。

リユース可能な太陽光パネルは 85 類に該当し、輸入するためには製造年齢 10 年未満、安全性、省エネ、環境保護に関するベトナム国家技術基準(QCVN)に適合し製造されていることが必要となる。一方で規定の 10 年という条件を満たさない場合、生産能力または効率性が設計上の数値に対して残存 85%以上の能力があること、更に原料消費数、エネルギー消費数が設計上の数値より 15%を超えない場合には嘆願申請を行い、輸入許可を取得することができる*¹⁴。

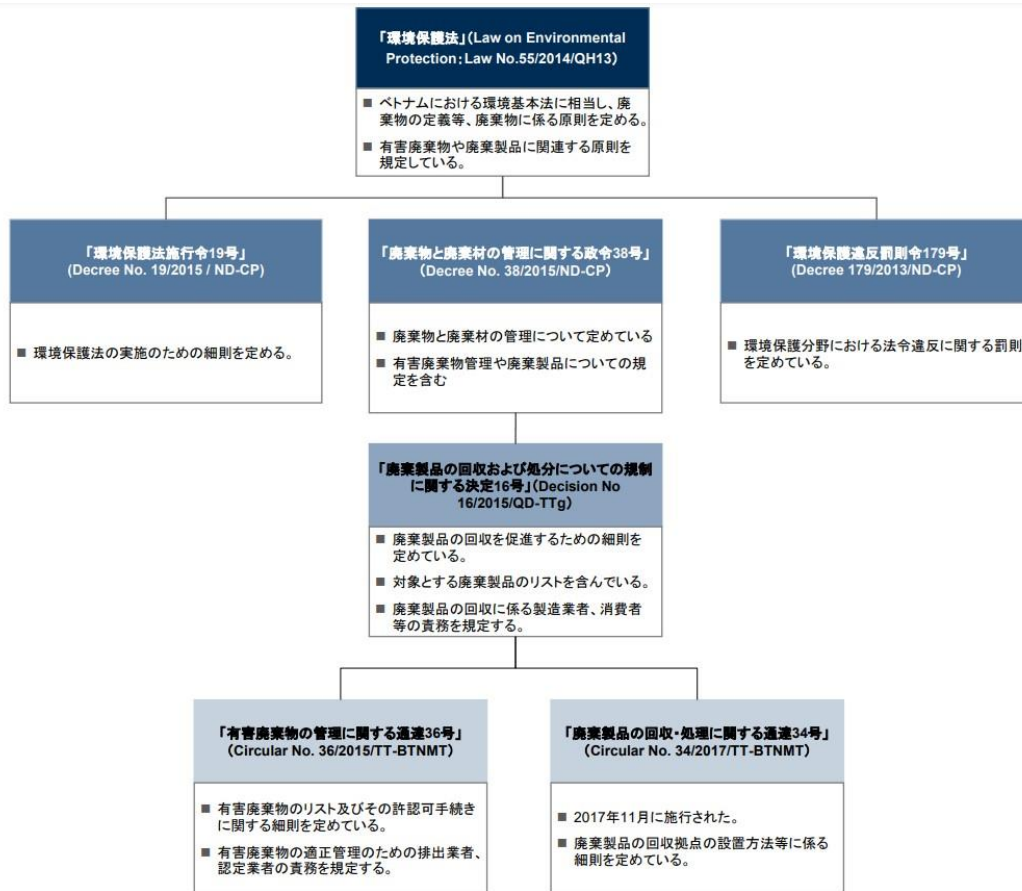
*¹⁴ ベトナム進出サポーターズ 【2021 年度版】ベトナム中古機械・中古設備
輸入規制について

<https://vietnam-shinshutsu.com/helpful-info/used-machinery/>

b. 太陽光パネルのリサイクルに関する法律

廃棄物の取扱いに係る法律や規定等は MONRE によって定められている。ベトナムでは廃棄物の処理、リサイクルに関する法制度は環境保護法を基本法としている。環境保護法とそれに基づく規定、規則及び命令の関係は下記のとおり。

図表 3-12 ベトナムにおける法体系



出所) 経済産業省「平成29年度地球温暖化・資源循環対策等に資する調査委託費『アジアにおける国際資源循環型リサイクル事業拡大に向けた調査』(三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社)

環境保護法のうち、太陽光パネルのリサイクルについて規定する法制度はない。しかし太陽光パネルには鉛やアンチモンがベトナム政府の規制する基準値以上含有していることから、有害廃棄物の管理に該当する見解を持つ省も存在する。有害廃棄物の規定値を下記のとおり記載する。

図表 3-13 有害廃棄物リスト

コード	バーゼル条約 Y コード	品目	閾値	処理・処分方法									
				回収		物理・化学処理				焼却		埋め立て	
				油/溶剤	金属	酸化/還元	中和	安定化	分離	セメント	特殊炉	衛生	特別管理
金属含有廃棄物													
A1020	Y27	アンチモン及びアンチモン化合物含有廃棄物	>0.1%		○		○	○					
A1020	Y20	ベリリウム及びベリリウム化合物含有廃棄物	>0.1%		○		○	○					
A1020	Y26	カドミウム及びカドミウム化合物含有廃棄物	>0.1%		○		○	○					
A1020	Y31	鉛および鉛化合物含有廃棄物	>2%		○		○	○					
A1020	Y25	セレンウム及びセレンウム化合物含有廃棄物	>0.1%		○		○	○					
A1020	Y28	テルル及びテルル化合物含有廃棄物	>0.1%		○		○	○					
A1030	Y24	砒素および砒素化合物含有廃棄物	>0.1%		○		○	○					
A1030	Y29	水銀および水銀化合物含有廃棄物	>0.2%		○		○	○					
A1030	Y30	タリウム及びタリウム化合物含有廃棄物	>0.1%		○		○	○					
A1040	Y21	6価クロム含有廃棄物	>1%				○						
A1060	Y34	金属酸洗廃酸	pH<2				○	○					
有機物を主とした廃棄物（金属や無機物を含む場合もある）													
A3180	Y45	PCB 他有機塩素高分子汚染物	≧50mg/kg 注							○	○		

出所) 日本貿易振興機構アジア経済研究所『アジア各国における産業廃棄物・リサイクル政策情報提供事業報告書』経済産業省委託、2007 年

廃棄物と廃棄材の管理に関する政令 38 号 (Decree No. 38/2015/ND-CP) では有害廃棄物の取扱を定めている。排出事業者は収集と輸送、処理に関し許可を有する事業者への委託、契約締結が求められる一方で、太陽光パネル自体に適用されないため処理に関する法律は存在しない。

その他留意すべき法律として、特定有害廃棄物等の輸出入等の規制に関する法律 (以下、バーゼル法) がある。太陽光パネルを分離した後のセルシートには鉛等規定以上の重金属が含有しているため、日本へ輸出し処理する場合は、バーゼル法に則り手続きを行う必要がある。

②今後の法・規定・規則・命令

ベトナムでは政令 (08/2022/ND-CP) を制定し、EPR においてリサイクルロードマップの策定が検討されている。包装・パッケージ、バッテリー、潤滑油、タイヤ、電気電子機器、輸送手段 (自動車、バイクなど) が EPR の対象となり、太陽光パネルは電気電子機器に含まれる。実施スケジュールは下記の通りである。

図表 3-14 EPR 対象廃棄物リサイクル実施スケジュール

対象廃棄物	実施スケジュール
包装/パッケージ	2024 年 1 月 1 日～
バッテリー	2024 年 1 月 1 日～
潤滑油	2024 年 1 月 1 日～
タイヤ	2024 年 1 月 1 日～
電気電子機器	2025 年 1 月 1 日～
輸送手段	2027 年 1 月 1 日～

出所) MONRE A Legal Framework for Extended Manufacturer Liability を基に
当社作成

現地調査におけるヒアリングやワークショップ、本邦研修から、政府機関及び民間企業の太陽光パネルの不適切処理に対する問題意識の高さを確認した。現在ベトナムには太陽光パネルのリサイクルについて規定する法制度は存在しない。EPR の動向を注視しつつ今後の法整備について引き続き調査を行っていく。

(5) 太陽光パネルのリユース、リサイクル事業の実施に関わる許認可

太陽光パネルのリユース、リサイクル事業を行うにあたり、様々な許認可の取得が必要となる。SPC (合弁会社) 設立において、まず投資登録証明書の発給申請後、企業登録証明書を取得し、その後会社印の作成、会社設立の公示、銀行口座の開設、事業ライセンスの取得が必要となる*15。ART の土地に建設する場合の事業実施に係る必要な許認可は下記の通りである。

図表 3-15 太陽光パネルのリユース、リサイクル事業に係る許認可

許認可名	内容	管轄
ダクラク省人民委員会プロジェクト承認の変更申請	・太陽光パネルリユース、リサイクル事業の承認 ・土地使用权取得、用地における a)太陽光パネルリユース、リサイクル事業の事業承認、b)工場建設に関する承認、c)事業経営に関する承認	計画投資局
会社設立の登録	会社の登記。 リサイクル業、小売業を明記するし、投資登録証明書、企業登録証明書を取得。	所在地の中央管轄市・省の計画投資局/管理委員会
環境影響評価	環境保護法に則り環境影響評価を行う必要がある。	地区の人民委員会環境局
建設活動許可	工場建設において建設活動許可の取得を行う。	地方人民員会建設局
試運転許可	工場設備の試運転許可取得	天然資源環境局
営業許可書	営業許可発給申請	天然資源環境局

出所) 日本貿易振興機構 (ジェトロ) 投資法・企業法に基づくベトナム拠点設立マニュアル (2022 年 3 月)
岡山県ベトナムビジネスサポートデスクレポート Vol.12(2009.1 月号)
ART ヒアリングにより作成

*15 日本貿易振興機構 (ジェトロ) 投資法・企業法に基づくベトナム拠点設立マニュアル (2022 年 3 月)
https://www.jetro.go.jp/ext_images/_Reports/02/2022/ed272f032fec21e9/vn_manual202203.pdf

3.2.3 現状の太陽光パネルのリユース、リサイクルフロー

現地調査で実施したヒアリングにより、リユース、リサイクルの現状フローを以下の通り整理した。

(1) 太陽光パネルの発生・回収状況（リユース）

ベトナムにおいて太陽光発電が普及したのは 2019 年の FIT 以降であり、設置から 3 年しか経過していないためリユース可能な太陽光パネルの発生はない。またベトナムは世界でも有数の災害国であり日本同様危険性が非常に高い国である。しかしベトナムにおける災害保険では日本のように一部が破損した場合に全損扱いとして処理してしまうことはなく、保険業者が現地確認を行い、破損したパネルをのみを交換するためリユース可能な太陽光パネルが災害時に発生することはないことが確認できた。

(2) 太陽光パネルの発生・回収状況（リサイクル）

ベトナムにおける使用済み太陽光パネルは運搬中の破損や風、石などが原因で発生している。発生枚数は 1 社あたり年間数十枚～百枚である。破損した使用済み太陽光パネルの回収ルートは、①スクラップ業者等インフォーマルセクターへの売却または無償引き取り、②パネルメーカーの自主回収、③有害廃棄物処理業者への委託の 3 点である。各回収状況は以下の通りである。

① スクラップ業者等インフォーマルセクターへの売却または無償引き取り

発電事業者、EPC 業者、OM 会社等の排出事業者から発生した太陽光パネルは無償又は有償でスクラップ業者等インフォーマルセクターが引き取りを行っており、破損したパネルも全て回収されている。アルミフレーム、J-BOX は有用な金属として無理に取り外しされ、ガラス/セルシートは不法投棄されていると想定される。鉛やアンチモン等の有害成分はガラス/セルシートに含有しており、不法投棄された場合、環境に悪影響を及ぼす。

② パネルメーカーによる自主回収

保証期間中に交換したパネルを自主回収しており、またパネルの製造過程で発生した不具合品も併せて自国へ輸出している。輸出後の処理方法は把握していないが、現地廃棄物処理企業へ委託し、埋立していると推測される。

③ 有害廃棄物処理業者による回収

太陽光発電所が多く建設されているニントゥアン省では、同省の環境局の指導により太陽光パネルを有害廃棄物として取扱する必要がある。ニントゥアン省は中部に位置する省であり、発電事業者へのヒアリングでは、有害廃棄物処理ができる企業が中部に無く、北部に位置するクアンナム省まで運搬する必要があることが分かった。使用済み太陽光パネルは下記のとおり運用し処理される。

- a. 有害廃棄物処理業者と発電事業者で処理に関する契約を締結
- b. 使用済み太陽光パネルがたまり次第、有害廃棄物処理業者へ連絡
- c. 有害廃棄物処理業者にて引き取り後処理。

処理費は 6,100 ドン (40 円/kg 前後) であり、発電事業者にて負担する。

まだ設置から 3 年しか経過しておらず、使用済み太陽光パネルの発生は殆どない。そのため破損したパネルは自社倉庫で保管をしている状況であった。

図表 3-16 保管パネル



出所) 第二回現地調査にて当社撮影

④ 災害発生時の回収

台風や地震などで発生した災害廃棄物については、上述した従来の廃棄物回収フローでの回収、処理を行う。

(3) 太陽光パネルの分離・リサイクル・処理状況

スクラップ業者等インフォーマルセクターにて回収された太陽光パネルは有用な金属のみ取り外しがされ、その他の素材については不法投棄や埋立されている恐れがある。

・アルミフレーム

日本同様金属スクラップとして取扱を行い、原料としてリサイクルを行っている。

・J-BOX

日本同様金属スクラップとして取扱を行い、原料としてリサイクルを行っている。

・ガラス

アルミフレームやJ-BOXを分離する際に破損し、セルシートが付着したまま不法投棄や埋立される。メーカーによって透明度をあげるためにヒ素等の有害成分を使用しているパネルが存在するため、不法投棄や埋立する場合は環境汚染に繋がる。故にセルシートとガラスを分離し、ガラス原料としてリサイクルすることが望ましく、日本ではグラスウールとしてリサイクルされている。

・セルシート

ガラスとセルシートを分離する技術がないため、ガラスが付着した状態で不法投棄や埋立される。セルシートには鉛等有害成分が含有しており、不法投棄や埋立されると環境汚染に繋がる。一方で、銀(2,000ppm~6,000ppm)や銅(10%前後)も含有しており、不法投棄や埋立されると資源として金属を回収することができない。本調査ではベトナム国内でセルシートから貴金属を精錬できる会社は確認できなかったため、日本の精錬会社への輸出を検討する必要がある。輸出にあたり運送コストの観点からベトナム国内で一次処理として粉碎を行う企業の調査と、鉛がバーゼル法の基準値である0.1%以上セルシートに含有しているため、関係省庁より輸入許可を得た上で運搬しなくてはならず、バーゼル手続きについても調査が必要となる。

3.2.4. 太陽光パネルのリユース、リサイクル市場のプレーヤーの現状

(1) 太陽光パネルのリユース

太陽光パネルの設置から3年しか経過していないため、ベトナム国内で発生するリユース太陽光パネルは存在しない。ハノイ、ホーチミンにて中古品を取り扱うマーケットを視察したものの新品の太陽光パネルの取扱のみであった。しかしインターネットを通じてリユース太陽光パネルの販売店を確認できた。同社はビンズン省 (Binh Duong)、タイビン省 (Thai Binh) に倉庫を持ち、仕入れたリユース太陽光パネルの販売を行っている。現地調査時に販売されていたリユース太陽光パネルの種類及び価格は下記の通りである。

図表 3-17 流通するリユース太陽光パネルの種類

順番	パネル仕様	最大出力	サイズ	製造年	製造	保証期間	個数	単価 (VND)	単価 (JPY)
1	JA	373W	2,000 x 991 x 40mm	2019/10/7	中国	なし	1枚	1,875,000	11,719
2	First Solar 220VDC	440W	2009 x 1232 x 49mm	2020	ベトナム	なし	1枚	2,400,000	15,000
3	JA	395W	1979 ± 2 x 996 ± 2mm x 40 ± 1mm	2019/10/7	中国	なし	1枚	1,975,000	12,344

出所) 現地調査を元に当社作成

今後競合となりえる一方で、日本で発生したリユース太陽光パネルの買取面で連携可能性がある。

(2) 太陽光パネルのリサイクル (スクラップ業者/インフォーマルセクター)

各地域にスクラップ業者やインフォーマルセクターが存在し、破損の有無を問わず太陽光パネルを回収している。ベトナム国内で太陽光パネルの処理に関する仕組みや制度が存在しないため、回収後はアルミフレームと J-BOX のみ取り外し、その他は不法投棄や埋立される。分離する設備は使用せず、無理にアルミフレームと J-BOX を取り外していると想定されるため、ガラスは破損しセルシートも付着した状態のためリサイクルが難しい。

一部アルミフレームが付随していないフレームレスタイプのパネルを発電事業者が使用しているが、金属回収ができないため回収を行う業者は存在しなかつ

た。

(3) 太陽光パネルのリサイクル（有害廃棄物処理業者）

これまで有害廃棄物処理業者では使用済み太陽光パネルの受け入れ実績はない。太陽光パネルを素材ごとに分離できる技術を持つ企業は1社も存在しないため、B/PであるARTと連携し、素材ごとに分離、100%リサイクルすることを目指す。現地有害廃棄物処理業者へのヒアリングにより、分離した後のガラスのリサイクルはベトナム国内で可能と確認ができています。またセルシートは日本への輸出を行うことで貴金属を抽出しリサイクルを行うことが可能であるが、運送コストなどを考慮するとベトナム国内で処理することが望ましいため、引き続きベトナム国内でセルシートをリサイクルできる方法も調査する。

(4) 太陽光パネルのリサイクル（パネルメーカー）

ベトナム国内に適正処理できる企業が存在しないため、太陽光パネルの保証期間中に交換したパネルを自主回収し、製造過程で発生した不具合品と併せて自国へ輸出している。2025年1月以降EPRが施行された場合、パネルメーカーの責任で使用済み太陽光パネルを回収する必要があるため、協業可能性がある。

(5) 太陽光パネルのリサイクル（最終処分場）

一般ごみや無害の産業廃棄物を埋立する最終処分場がベトナムには存在し、オープンダンプ式での埋立となる。少量ではあるが太陽光パネルが搬入される事例もあり、有害成分が含有している太陽光パネルが埋立される場合、溶出するため土壌汚染など環境汚染に繋がる。

3.2.5. 連携候補業者の現状

第1回目～3回目の現地調査において、太陽光パネルのリユース、リサイクル事業に関わる企業や政府を訪問し、下記の通り連携が可能であると考えます。詳細は機密情報のため、下記には概要を記載する。

(1) 太陽光パネルのリユース

ベトナム国内で発生するリユース可能な太陽光パネルが存在しないため、日本からリユース太陽光パネルを、ベトナムへ輸出する。太陽光パネルを取扱う販売代理店や太陽光パネルの導入検討している企業等と連携しベトナム国内でリユース太陽光パネルを販売する。

(2) 太陽光パネルのリサイクル

廃太陽光パネルの処理責任を有す事業者と連携し、回収した太陽光パネルの適正リサイクルを実施する。分離後の素材（アルミフレーム/J-BOX/ガラス/セルシート）のリサイクルは各リサイクル業者との連携を行い原料として売却する。

3.2.6. 太陽光パネルのリユース、リサイクル事業を行うにあたっての試

算に必要な情報

(1) 支出（イニシャルコスト）

太陽光パネルのリユース、リサイクル事業に係るイニシャルコストは以下のとおりである。

図表 3-18 イニシャルコスト

イニシャルコスト	単価
設備費（リユース/リサイクル）	10,100 万円
建設費	5,000 万円

出所) 現地調査の情報を基に当社にて作成

(2) 支出（ランニングコスト）

太陽光パネルのリユース、リサイクル事業に係るランニングコストは以下のとおりである。

図表 3-19 ランニングコスト

ランニングコスト	単価
ユーティリティ費	電気代 1,690 VND/ kWh
	水道代 9,600 VND/m ³
燃料費	ガソリン 10,940~19,840 VND/L
人件費	管理者 24,687,920 VND/月
	一般ワーカー 15,005,990 VND/月
リユースパネル仕入費	3,000 円/枚 (250W パネル想定)

出所) JETRO「投資コスト比較ホーチミン」、現地調査、ART からの情報を基に当社にて作成

図表 3-20 インカムコスト

インカムコスト	単価
リユースパネル販売	7,500 円/枚
太陽光パネル処理費	35 円/kg
アルミフレーム売却	相場により変動
J-BOX 売却	相場により変動
ガラス売却	相場により変動
セルシート売却	相場により変動

出所) 現地調査、ART からの情報を基に当社にて作成

現地調査ではニントゥアン省に発電所を有す企業にヒアリングを実施した。ニントゥアン省環境局にて太陽光パネルは有害廃棄物として取扱を行う必要があると決定されているため、有害廃棄物処理業者への委託が必須である。処理費は6,100 ドン（40 円/kg 前後）で契約されており、当社が想定する 35 円/kg は妥当であると考えられる。ニントゥアン省同様、ベトナム国内全土で太陽光パネルの有害廃棄物指定がなされることで事業採算性を見込むことができるため、

今後法制度を管轄する天然資源環境省へ働きかけを行う。

3.2.7. 太陽光パネルのリユース、リサイクル事業を行うにあたっての課題

ベトナムにおける太陽光パネルのリユース、リサイクル事業の展開に当たり、次の課題が明確化された。

(1) 太陽光パネルのリユース

- ・日本では台風や水害などを原因としたパワコン等の故障や、高効率化を目的とした太陽光パネルの交換により、まだ使用可能な太陽光パネルが多く発生している。しかしベトナムでは太陽光発電が普及したのが FIT 開始後の 2019 年であり、設置からまだ 3 年しか経過していないため、日本同様高効率化を目的とするパネルの発生はない。加えて災害発生時には保険会社が現地確認を行い、破損したパネルのみを交換するため、ベトナム国内から発生する使用可能な太陽光パネルは存在しない。そこでベトナム国内から発生する太陽光パネルをリユース太陽光パネルとして販売するビジネスモデルではなく、日本で発生したリユース太陽光パネルを SPC（合弁会社）でベトナムへ輸入し販売するビジネスモデルでの再考が必要である。
- ・日本で発生したリユース太陽光パネルをベトナムへ輸入するために、科学技術省が発行した第 18/2019/TT-BKHCHN 号で規定されている 10 年規制に該当しない太陽光パネルの選定が必要である。
 - a) 製造から 10 年を超えていないこと
 - b) 生産能力または効率性が設計上の数値に対して残存 85%以上の能力があること
 - c) 原料消費数、エネルギー消費数が設計上の数値より 15%を超えないこと

上記の条件に該当するパネルの選定を日本国内で行う体制構築、本規制に関するより詳細な調査を引き続き行っていく必要がある。

(2) 太陽光パネルのリサイクル（制度的課題）

- ・現状太陽光パネルのリサイクルを規定する法制度は存在しない。しかし EPR では太陽光パネルを含む電気電子機器のリサイクルロードマップが 2025 年 1 月で適用される。しかし、適正リサイクルが可能な業者が存在せず処理方法が不明確である。まずはベトナムにおいて太陽光パネルの適正処理ができる体制を構築するために、ART との SPC(合弁会社)設立に向けた協議を続ける。加えて EPR の発行に遅延がないよう、関係省庁と協議を続け、ベトナムにおける太陽光パネルのリサイクルスキームの構築を図る。
- ・EPR では環境基金（VEP）として対象の廃棄物は費用が徴収される。しかし回収した資金の使用用途は決まっておらず、排出事業者やリサイクル業者を対象とする処理費用の拠出等、MONRE へのアプローチが必要である。
- ・現在、太陽光パネルの取扱を定める法制度はなく、各排出事業者の判断や各省の環境局による判断により取扱が決定される。そのためスクラップ業者やインフォーマルセクターへ販売する排出事業者も多く、有用な金属を取り外した後は不法投棄や埋立され、環境汚染に繋がる。太陽光パネルを品目として有害廃棄物指定する規制が発行された場合、有害廃棄物処理の許可を有する事業者への委託が必須となる。故にスクラップ業者やインフォーマルセクターへ流通せず、適正処理の促進が可能となる。そこで太陽光パネルを品目として有害廃棄物指定されるよう、MONRE と引き続き協議が必要である。

(3) 太陽光パネルのリサイクル（回収量の課題）

- ・太陽光発電の普及からまだ 3 年ほどしか経過しておらず、中央ベトナムにおける使用済み太陽光パネルの年間発生量が定かではない。定期的なメンテナンスの実施や適正処理の必要性など啓蒙活動が必要である。
- ・大量廃棄は 2040 年以降と想定されており、現状使用済み太陽光パネルの発生は少ない。

- ・太陽光パネルのリサイクルを対象とした法整備がなく取扱も不明確のため、現在発生している使用済み太陽光パネルはスクラップ業者やインフォーマルセクターへ引き渡されている。太陽光パネルを品目として有害廃棄物指定されることで、使用済み太陽光パネルの入荷量増加につながるため、法整備支援に向けた協議を MONRE と続ける。将来入荷量増加を考慮し、中央ベトナムだけでなく、ベトナム全土を対象とした集荷システムの仕組みを構築し広域化に向けて検討する必要がある。

これらの課題を踏まえて、まずは排出事業者になりうる太陽光パネルメーカー、発電事業者、EPC 業者、OM 会社等民間企業を対象に、2022 年 12 月にワークショップを開催し、太陽光パネルの適正処理の必要性について啓蒙活動を行った。この効果を基に引き続き、ART や天然資源環境省など関係省庁と協議を進めていく。

4. 廃棄物の組成、性状等調査

現地で発生する使用済み太陽光パネルの組成や性状等を調査するため、第1～3回の現地調査にてサンプル提供を排出事業者へ依頼し、確認を行った。

(1) 使用されている太陽光パネルの種類

ベトナムで使用されている太陽光パネルメーカーは下記のとおりであり、容量は300W以上と、日本で使用されているメーカーと変動はない。

図表 4-1 太陽光パネルのメーカー一覧

	太陽光パネルのメーカー（一部抜粋）
1	LONGi Solar Technology
2	TrinaSolar Co., Ltd.
3	JA ソーラーホールディングス
4	Canadian Solar Inc.
5	First Solar, Inc.
6	HT ソーラー株式会社
7	Vina Solar Technology Co., Ltd.

出所) 現地ヒアリングをもとに当社にて作成

(2) 太陽光パネルのリユースに係る性能評価

太陽光発電の普及から3年ほどしか経過しておらず、まだ使用可能な太陽光パネルの発生はベトナム国内ではなかった。本調査で性能評価を実施することはできなかったものの、日本で10年以上使用した太陽光パネルのサンプルを入手し、性能評価を実施できるよう調整する。

(3) 太陽光パネルのリサイクルに係る組成/性状等調査

現在風や石等が原因で割れたパネルを発電事業者が自社の倉庫で保管している。サンプルを入手し日本で成分分析を実施する予定だったが、廃棄物の輸出は関係省庁からの許可を取得する必要があり時間を有するため、ベトナム国内の分析会社へ依頼した。発生した太陽光パネルに含有している成分の分析を目的

とし蛍光X線分析を実施し、当社の所有する同廃棄物分析結果との比較を行う。

① 破損状態、リサイクル設備での処理可否等

目視確認できるほど破損しており、当初導入を予定していたホットナイフ分離法を活用する設備ではガラスとセルシートの分離が不可。

② 分析方法

太陽光パネルを 30cm×30cm サンプルングし、蛍光 X 線分析を実施。

図表 4-2 太陽光パネルサンプル



③ 分析結果

(1) ガラスの分析結果

分析結果は下記表のとおりである。サンプルング箇所により、ベトナムの有害廃棄物基準値のアンチモンが 0.1%以上含有している結果となった。ガラスは太陽光パネルの約 70%を占めるため、ベトナムにおいて適正な取扱を行う必要があることが分析結果より明らかになった。現在ベトナムでガラスは適正な取扱がされることなく、不法投棄されるか埋立されている。

図表 4-3 ガラス分析結果

No.	Component	Result	Unit	Det. limit	El. line	Intensity	w/o normal
1	Na2O	13.0	mass%	0.02141	Na-KA	39.6473	11.9926
2	MgO	3.70	mass%	0.01013	Mg-KA	27.6335	3.4026
3	Al2O3	1.19	mass%	0.00437	Al-KA	22.5417	1.0916
4	SiO2	72.3	mass%	0.01596	Si-KA	1234.0862	66.5100
5	P2O5	0.0050	mass%	0.00150	P-KA	0.1165	0.0046
6	SO3	0.172	mass%	0.00199	S-KA	3.4030	0.1584
7	Cl	0.0347	mass%	0.00228	Cl-KA	0.5662	0.0320
8	K2O	0.281	mass%	0.00241	K-KA	4.4193	0.2585
9	CaO	9.15	mass%	0.00591	Ca-KA	151.2728	8.4236
10	TiO2	0.0206	mass%	0.01002	Ti-KA	0.1156	0.0190
11	Fe2O3	0.111	mass%	0.00232	Fe-KA	6.3836	0.1019
12	SrO	0.0132	mass%	0.00068	Sr-KA	16.6993	0.0121
13	ZrO2	0.0043	mass%	0.00068	Zr-KA	10.3740	0.0039
14	I	0.0150	mass%	0.00413	I-KA (OV)	5.6582	0.0138
15	BaO	0.0261	mass%	0.00902	Ba-KA	3.7772	0.0240

No.	Component	Result	Unit	Det. limit	El. line	Intensity	w/o normal
1	F	0.392	mass%	0.08872	F-KA	0.0382	0.3427
2	Na2O	11.5	mass%	0.02048	Na-KA	33.1169	10.0952
3	MgO	3.63	mass%	0.00995	Mg-KA	26.1281	3.1723
4	Al2O3	1.22	mass%	0.00415	Al-KA	22.2797	1.0648
5	SiO2	73.5	mass%	0.01576	Si-KA	1205.2717	64.3237
6	P2O5	0.0125	mass%	0.00153	P-KA	0.2745	0.0109
7	SO3	0.286	mass%	0.00196	S-KA	5.3603	0.2503
8	Cl	0.0992	mass%	0.00266	Cl-KA	1.5297	0.0868
9	K2O	0.0221	mass%	0.00181	K-KA	0.3290	0.0194
10	CaO	9.02	mass%	0.00573	Ca-KA	141.7913	7.8878
11	Fe2O3	0.0202	mass%	0.00212	Fe-KA	1.1071	0.0177
12	SrO	0.0032	mass%	0.00067	Sr-KA	3.8733	0.0028
13	ZrO2	0.0075	mass%	0.00064	Zr-KA	12.4503	0.0065
14	Sb2O3	0.201	mass%	0.00290	Sb-KA	8.1734	0.1758

出所) 分析結果から抜粋

(2) セルシートの分析結果

ベトナムの分析会社でのセルシート分析ができなかったため、使用済再生可能エネルギー設備のリユース・リサイクル・適正処分に関する検討会が発行する分析結果を下記の通り記載する。電極には鉛が14%含有しているため、ベトナムにおける有害廃棄物基準値の鉛2%を超過していることが分かる。現在ベトナムでは適正に取扱されることなく不法投棄や埋立されている。

図表 4-4 太陽電池モジュールの含有量試験結果

種類	製造年	部位	含有量試験結果 (mg/kg)														試験				
			Pb	Cd	As	Se	T-Hg	Cr ⁶⁺	Be	Sb	Te	Cu	Zn	Sn	Mo	In		Ga	Ag		
			鉛	カドミウム	ヒ素	セレン	水銀	六価クロム	ベリリウム	アンチモン	テルル	銅	亜鉛	スズ	モリブデン	インジウム	ガリウム	銀			
単結晶	国内	～1999	フロントカバーガラス	20	<1	—	—	—	—	5	—	—	—	—	—	11	—	—	—		
			電極	110000	—	—	—	—	—	—	3	—	740000	—	69000	—	—	—	—	30000	
			EVA・糊剤・バックシート	85000	—	—	—	—	—	—	—	550000	—	—	650	—	—	—	—	18000	
		2000～2009	フロントカバーガラス	1900	3	<1	<1	<1	<0.5	<1	88	<1	4500	220	1900	4	1	17	6200	—	
			電極	1900	<1	<1	<1	<1	<0.5	<1	20	<1	320	51	1700	3	<1	15	4300	—	
			EVA・糊剤・バックシート	310	—	1	—	—	—	—	2100	—	—	—	—	2	—	—	—	—	
	2010～	フロントカバーガラス	<1	—	<1	—	—	—	—	1600	—	—	—	—	<1	—	—	—	—		
		電極	1100	—	—	—	—	—	—	—	—	130000	—	160000	—	—	—	—	25000		
		EVA・糊剤・バックシート	14	—	—	—	—	—	—	—	—	670000	—	950	—	—	—	—	6900		
		フロントカバーガラス	110	<1	<1	<1	<1	<0.5	<1	12	<1	13	13	180	8	88	7	3200	—		
		電極	32	<1	<1	<1	<1	<0.5	<1	8	<1	11	13	58	7	58	6	3200	—		
		EVA・糊剤・バックシート	230	<1	<1	<1	<1	<0.5	<1	10	<1	490	40	1100	3	3	7	5300	—		
	海外	2009～2013	フロントカバーガラス	290	<1	<1	<1	<1	<0.5	<1	5	<1	71	11	270	2	2	3	3100	—	
			電極	120	—	4	—	—	—	—	2200	—	—	—	—	<1	—	—	—	—	
			EVA・糊剤・バックシート	18	—	<1	—	—	—	—	1200	—	—	—	—	<1	—	—	—	23000	
		2014～	フロントカバーガラス	5	—	—	—	—	—	—	—	—	830000	—	18000	—	—	—	—	280	
			電極	290	<1	25	<1	<1	<0.5	<1	96	26	160000	170	2700	7	400	6	9400	—	
			EVA・糊剤・バックシート	1	<1	<1	<1	<1	<0.5	<1	9	<1	49	12	25	2	<1	<1	150	—	
	多結晶	国内	2001～2009	フロントカバーガラス	19	—	<1	—	—	—	780	—	—	—	—	<1	—	—	—	—	
				電極	58000	—	<1	—	—	—	—	510	—	—	—	—	<1	—	—	—	—
				EVA・糊剤・バックシート	9	—	—	—	—	—	—	—	—	760000	—	88000	—	—	—	—	84
			2010～	フロントカバーガラス	27	<1	3	<1	<1	<0.5	<1	2700	2	140	100	83	3	<1	1	470	—
				電極	67	<1	<1	<1	<1	<0.5	<1	1200	<1	21	18	28	—	<1	1	280	—
				EVA・糊剤・バックシート	10	<1	1	<1	<1	<0.5	<1	52	<1	110000	28	19000	2	<1	<1	120	—
海外		2001～2009	フロントカバーガラス	7	<1	<1	<1	<1	<0.5	<1	36	<1	84000	13	18000	2	<1	<1	59	—	
			電極	369	—	<1	—	—	—	—	2000	—	—	—	—	<1	—	—	—	—	
			EVA・糊剤・バックシート	<1	—	<1	—	—	—	—	—	—	830000	—	250000	—	—	—	—	32000	
		2010～	フロントカバーガラス	140000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			電極	390	—	—	—	—	—	—	—	—	410000	—	460	—	—	—	—	4700	—
			EVA・糊剤・バックシート	200	8	14	<1	<1	<0.5	<1	57	7	660	840	14000	5	1	7	12000	—	
2012～		フロントカバーガラス	100	<1	<1	<1	<1	<0.5	<1	5	<1	40	14	41	2	<1	3	290	—		
		電極	8	—	3	—	—	—	—	2000	—	—	—	—	<1	—	—	—	—		
		EVA・糊剤・バックシート	<1	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
		フロントカバーガラス	64000	—	—	—	—	—	—	—	—	83000	—	89000	<1	—	—	—	12000		
		電極	5500	—	—	—	—	—	—	—	—	70000	—	2900	—	—	—	—	1800		
		EVA・糊剤・バックシート	390	<1	14	<1	<1	<0.5	<1	35	7	850	840	290	5	1	4	2600	—		
海外		2012～	フロントカバーガラス	100	<1	<1	<1	<1	<0.5	<1	5	<1	40	97	41	2	<1	3	290	—	
			電極	30	—	8	—	—	—	—	1700	—	—	—	—	<1	—	—	—	—	
			EVA・糊剤・バックシート	1	—	<1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	<1	—	—	—	—	
		2013～	フロントカバーガラス	59000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			電極	1600	—	—	—	—	—	—	—	—	850000	—	85000	—	—	—	—	19000	
			EVA・糊剤・バックシート	1500	<1	18	<1	<1	<0.5	<1	100	100	2900	210	1500	5	3	5	2100	—	
5.薄膜	国内	2008～2013	フロントカバーガラス	100	<1	<1	<1	<1	<0.5	<1	15	3	160	58	280	2	<1	3	160		
			電極	630	<1	10	<1	<1	<0.5	<1	570	16	200	51	1100	3	<1	3	3300		
			EVA・糊剤・バックシート	41	<1	<1	<1	<1	<0.5	<1	81	2	12	20	10	2	<1	1	250		
	海外	2008～2013	フロントカバーガラス	70	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
			電極	52	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
			EVA・糊剤・バックシート	15	<1	<1	2	<1	<0.5	<1	2	<1	4200	680	680	6	<1	2	180		
化合物	国内・海外	2007～2013	フロントカバーガラス	1	<1	<1	<1	<1	<0.5	<1	<1	<1	12	21	240	3	<1	1	47		
			電極	4100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
			EVA・糊剤・バックシート	8	—	—	—	—	—	—	—	—	570000	—	25	—	—	—	—	5800	
			28	390	2	370	<1	<0.5	<1	1600	470	4500	500	450	180	300	53	11			
			2	5	1	150	<1	<0.5	<1	<1	<1	18	10	15	8	<1	<1	<1			

出所) 使用済再生可能エネルギー設備のリユース・リサイクル・適正処分に関する検討会『太陽光発電設備等のリユース・リサイクル・適正処分に関する報告書 表 1-6 太陽電池モジュールの含有量試験結果』

5. 現地政府・企業等との連携構築

本調査において B/P の ART だけでなく、太陽光パネルのリユース、リサイクル事業を実施するにあたり必要となる現地政府や企業との関係構築を行った。

(1) 民間企業との連携

・ A 社（太陽光パネルメーカー）

現地で太陽光パネルを製造する企業との面談を行った。2025 年 1 月には EPR によりリサイクルロードマップが運用され、パネルメーカーにリサイクル責任が課される。同社ではリサイクル先を持たないため、パネルの保証期間及び終了後に回収したパネルの適正処理について、当社との連携を図り対応する方向で今後も協議を実施することとなった。

・ B 社（発電事業者）

太陽光パネルのリユース、リサイクルについて協議した。太陽光パネルを適性処理できる企業が 1 社もないため、将来的に同社にて処理業の許可を取得し、当社と協業しリユース及びリサイクル事業を展開する話が浮上した。自社で使用した太陽光パネルだけでなく、隣接する別の発電所から発生する太陽光パネルの処理も含め検討していくこととなった。

更にリユース太陽光パネルの活用についても興味を示しており、販売先の候補として連携を図る。

・ C 社（EPC 業者）

太陽光パネルのリユース、リサイクルについて協議した。既にスクラップ業者への売却を行っているものの、その後の処理について把握しておらず、将来的に回収や処理において連携できないか提案。適正処理の必要性は理解頂き、前向きに連携できるよう引き続き協議を続けることとなった。またリユース太陽光パネルの活用についても興味を示しており、販売先の候補として連携を図る。

・D社（OM会社）

現在破損など不具合が起きた場合に、発電事業者よりOM会社へ連絡を行う流れとなっており、定期的なメンテナンスは実施されていない。今後は日本で実施されているような定期的なメンテナンスの必要性を啓蒙するとともに、メンテナンス時に発生する使用済み太陽光パネルの回収や処理で連携していけるよう引き続き情報交換を進めることとなった。またリユース太陽光パネルの活用についても興味を示しており、販売先の候補として今後も連携を図る。

・E社（リサイクル業者）

現在、太陽光パネルの受け入れはないが、将来的に太陽光パネルの廃棄が増えることは認識されていた。同社はすでに有害廃棄物処理のライセンスを取得しており、今後の太陽光パネルのリサイクルにおいて、回収やエリア展開などで連携できるよう引き続き情報交換を進めることとなった。また、同社では太陽光パネルではないが、廃棄物から発生したガラスをリサイクル原料して売却しているため、太陽光パネルのガラスのサンプルを送り、買取可否について調査を行う。原料としてのリサイクルについて今後も連携を図る。

（2）政府との連携

これまでの調査から太陽光パネルを品目として有害廃棄物指定することが、本事業の展開には必要である。そこで天然資源環境省環境総局へ提案すべく、下部組織である MONRE VEA CECT と MoU を締結した。

図表 5-1 MoU 締結



MoU の内容は使用済み太陽光パネルの収集運搬などの回収システム、リサイクル原料化、有害廃棄物適正処理に関する法案の提案や、処理技術の開発、分離後の各素材のリサイクル方法研究である。今後は MONRE VEA CECT と共に研究を行い、天然資源環境省の環境総局へ有害廃棄物指定に向けた提案を実施する。

6. 現地関係者合同ワークショップ等の開催

6.1. 現地ワークショップ

ベトナムでは太陽光パネルの処理に係る法制度が存在しないため、スクラップ業者やインフォーマルセクターへ回収してもらう企業が多い。使用済み太陽光パネルの適正処理の必要性について啓発し、適切な管理・処理においてすべての参加者に理解を深めてもらうことを目的として、発電事業者や EPC 業者、OM 会社、廃棄物処理業者等民間企業を対象に、「ベトナムにおける使用済み太陽光パネルのリユース・リサイクル」のワークショップを 2022 年 12 月 2 日に開催した。本ワークショップは Ho Chi Minh City University of Technology との共同開催で実施した。

(1) 概要

開催したワークショップの概要は以下の通りである。

図表 6-1 ワークショップの概要

日程	2022 年 12 月 2 日 (金) 9:00~11:00
開催地	Ho Chi Minh City University of Technology
目的	使用済み太陽光パネルの適切な処理の必要性について啓発し、適切な管理・処理において全ての参加者の理解を深める
参加者	15 名
プログラム	<ul style="list-style-type: none">・開会の挨拶 (株式会社浜田 小林 政彦)・ベトナムのエネルギー/太陽光パネルの基本情報、法制度 (Ho Chi Minh City University of Technology Associate Professor Dang Viet Hung)・日本における太陽光パネル処理の現状/処理方法 (株式会社 浜田 丸小野 愛梨)・質疑応答

出所) 当社にて作成

(2) ワークショップの内容

ワークショップは太陽光パネルのリユース、リサイクル事業への関心や適正処理への意識向上を目的とし、発電事業者や EPC 業者、OM 会社、廃棄物処理業者などに参加頂いた。

まずは Ho Chi Minh City University of Technology の Dang Viet Hung 教授による、ベトナムのエネルギーや太陽光パネルの基本情報、法制度について基調講演を実施した。講演内容について下記のとおり要点を整理する。

- ・2050 年を見据えた 2020 年までの国家エネルギー開発戦略 (Decision 1855/QD-TTg) を策定し、原油や石炭などの一次エネルギー消費量の自然エネルギーでのカバーを目標としており、2020 年の再生可能エネルギーの総計画容量の 80% が太陽光発電で構成された。
- ・日射量に恵まれているベトナムは太陽光発電のポテンシャルが最も高く、最大 300GW 導入されると考えられている。実際 2019 年には太陽光発電が中部地方、南部地方に多く設置された。
- ・太陽光パネルは結晶系、薄膜系、その他に分類されるが、ベトナムで使用されるのは変換効率の高さから結晶系が多い。
- ・太陽光パネルの寿命は長く、リサイクルに関心を持つものは少なかったものの、既に廃棄が発生している現状からベトナムでは徐々に環境問題となっている。鉛、スズ、カドミウムなどの有害成分が含まれているため環境汚染や健康被害に繋がる。故に将来的に太陽光パネル専門のリサイクル工場建設が効果的である。
- ・MOIT の発行する No. 18/2020/TT-BCT では、太陽光発電事業によって廃棄される太陽光パネルの処理責任は投資家にあると規定されている。更に Prime Minister が発行した Decree No. 08/2022/ND-CP では 2025 年 1 月に電子機器のリサイクルロードマップに従い責任を果たす必要がある。

- ・排出事業者は適切な管理のため、有害廃棄物の閾値に関する規則に規定された基準に従い、太陽光パネルを処理する責任がある。

次に当社より日本における太陽光パネルの発生状況や処理方法について説明。

- ・日本の太陽光パネル発生状況
2010年以降太陽光発電が普及し、2040年には約80万トンの廃棄が推測されている。しかし災害や高効率化への交換により、推測値を大幅に上回る廃棄が発生しており、日本の環境省はリユース、リサイクルのガイドラインを発行。鉛やアンチモン等有害成分が含有しているため、適正な取扱が必要。
- ・一般的な処理方法
破砕式が多く、ガラスやセルシートを綺麗に分離できずリサイクルできない。そのためセメント原料や埋立に回ることが多い。
- ・当社の技術、サービス
アルミフレーム及びJ-BOXをガラスが割れることなく取り外し、ホットナイフ分離法を活用しガラスとセルシートを分離する。不純物が付着することなく全ての素材をリサイクル可能。

現地ワークショップでは基調講演だけでなく、積極的な議論の場として活用され、参加者の理解促進を行った。

図表 6-2 現地ワークショップの様子



(3) ワークショップの効果

ワークショップにおいて参加者を対象にアンケートを実施した。リユース太陽光パネルの購入意思やリサイクルに関する法整備の必要性、適正処理への意識向上など質問を行った結果、下記の通り回答があった。

図表 6-3 アンケート結果 (一部抜粋)

リユース太陽光パネルの購入意思	有	11 名	無	1 名
処分に関する規制や法整備の必要性	有	11 名	無	1 名
適正処理を行う企業への処理委託	委託したい	13 名	委託不要	0 名
当社との情報交換	希望	13 名	不要	0 名
アンケート回答者数				13 名

出所) 当社作成

法整備については殆どの現地民間企業が必要と回答しており、天然資源環境省へ結果を共有し、有害廃棄物指定に向けたアプローチを実施していく。今回のワークショップでは太陽光パネルに有害成分が含有しており、取扱に注意が必要な点、適正処理を進める必要がある点などについて、深く理解を深めてもらえている。全ての企業が引き続き当社との情報交換を希望すると回答頂けているため、今後の事業展開においてパートナーとして連携を図ることが期待できる。

6.2. 本邦研修

現地ワークショップの開催により、太陽光パネルの排出事業者になりうる民間企業の参加者にはリユース、リサイクルを適正に行う必要性を啓発できた。法整備への意識も高く、ワークショップの結果を基に天然資源環境省へ有害廃棄物指定に向けたアプローチを行う。その一環として天然資源環境省への太陽光パネルのリユース、リサイクル事業の全体像の理解促進と日本における太陽光パネルリユース、リサイクルの現状を把握してもらうため、当社京都リサイクル工場視察を軸とした現地関係者への本邦研修を実施した。

(1) 概要

開催した本邦研修の概要は下記の通りである。

図表 6-4 本邦研修概要

日程	2023年1月10日(火)～1月13日(金)
開催地	東京/大阪
目的	日本の廃棄物処理の状況を踏まえた、太陽光パネルのリユース、リサイクル事業の全体像の理解と事業策定の促進
参加者	4名(うち、天然資源環境省関係者2名)
プログラム	<ul style="list-style-type: none"> ・ J&T 環境株式会社工場見学 ・ 株式会社浜田 大阪リサイクルセンター工場見学 ・ 近畿電電輸送株式会社工場見学 ・ 株式会社浜田 京都リサイクルセンター工場見学

出所) 当社作成

招聘者は以下のとおりである。天然資源環境省より2名来日頂けた。

図表 6-5 本邦研修招聘者（天然資源環境省）名簿

氏名		所属
Mr.	NGO THUONG CAT	MONRE VEA CECT
Mr.	DUONNG DANH MANH	MONRE VEA CECT

（２）ワークショップの内容

本邦研修のプログラム概要は下記の通りである。

図表 6-6 本邦研修スケジュール

日付	時刻	形態	研修内容	研修場所
1月10日（火）	0:30 - 7:00		・来日（ハノイ成田空港）	
	13:00 - 14:30	見学	・太陽光パネルリサイクル（ハンマー式）の見学	J&T環境株式会社
1月11日（水）	8:00 - 11:00		・移動（東京－大阪）	
	16:00 - 17:00	見学	・株式会社浜田の取扱商材について ・工場見学	株式会社浜田大阪リサイクルセンター
1月12日（木）	9:00 - 11:00	見学	・太陽光パネルリサイクル（ローラー式）の見学 ・太陽光パネルのリユース事業の見学	近畿電電輸送株式会社
	13:00 - 15:00	見学	・太陽光パネルリサイクル（ホットナイフ式）の見学	株式会社浜田京都リサイクルセンター
1月13日（金）	10:30 - 13:40		・出国（関西国際空港－ハノイ）	

出所）当社作成

・J&T 環境株式会社での研修

同社ではハンマー式で太陽光パネルのリサイクルを行っており、処理方法や処理後物についても説明を頂いた。処理費用の拠出や処理業者向けの補助金、素材分離後のリサイクルフローなど積極的な意見交換を行うことができた。

・株式会社浜田

産業廃棄物や有害廃棄物の管理や処理をどのように行っているか、太陽光パネルに限定せず説明し、分別や管理の必要性について理解頂いた。太陽光パネルは当社の保有する技術、アルミフレーム及びJ-BOX 分離設備、ホットナイフ設備を見学頂き、他社の分離方法との比較をして頂いた。分離レベルは高いものの、導入コストが課題として挙げられ、今後ベトナム国内に合致する設備を検討していく。また分離後のリサイクル方法についても積極的に意見交換を行い、ベトナムにおける各素材分離後のリサイクル方法も併せて検討する必要がある点が挙げられた。

・近畿電電輸送株式会社

ローラー式で太陽光パネルを処理する方法を見学し、ハンマー式、ホットナイフ式との違いを確認できた。ガラスのリサイクル方法についても自社で研究しており、リサイクル方法の理解を深めた。同社はリサイクルだけでなくリユースパネルの検査事業も実施しており、参加者からは強い関心が示された。

図表 6-5 本邦研修参加中の様子



7. 実現可能性の評価

7.1. 事業採算性

(1) 太陽光パネルのリユース

まだ使用可能な太陽光パネルが現状ベトナム国内で発生しないことから、日本で発生したリユース太陽光パネルを SPC（合弁会社）で輸入し販売することを検討した。当社では年間 10,000 枚以上のリユース太陽光パネルの取扱をしており、まずは 2024 年に 500 枚の輸入を見込み、事業採算性を確認した。現状の課題は輸入に係る 10 年規制であるが、引き続き調査を進める。輸入可能な場合、リユース事業に係る事業採算性の確保ができることが確認できており、前提条件は下記の通り設定している。

<収益>

- ・リユース太陽光パネルとしての売却を前提とする。
- ・リユース太陽光パネルが流通している価格 7,500 円/枚（30 円/W）で設定。
（250W パネル想定）

<支出>

- ・日本国内での太陽光パネル買取費用が必要である。
- ・日本からベトナムまでの輸送費および関税も必要となる。

(2) 太陽光パネルのリサイクル

現地法人の設立、施設の工事、建設費、設備費に要する費用は、主要取引銀行から 15,000 万円の借入を想定している。設備については法定耐用年数による減価償却で計上する。2025 年 1 月に EPR にて太陽光パネルのリサイクルロードマップが制定されるため、2025 年初年度には今回ヒアリングを実施した発電事業者にて保管中の太陽光パネル 300 枚の取扱を見込んで事業採算性を評価した。

<収益>

- ・発電事業者、EPC 業者、OM 会社、パネルメーカーからの回収を前提とする。
- ・処理委託費を 35 円/kg で想定。

- ・再生品（アルミフレーム、J-BOX、ガラス、セルシート）の売却。

<支出>

- ・建屋建設費用
- ・リサイクル設備費用

図表 7-1 事業採算性算出結果と算出根拠

	2024年	2025年	2026年	2027年	2028年	2029年
売上	3,750,000	7,852,059	16,173,531	26,020,593	37,041,186	49,235,310
リサイクル費	0	210,000	700,000	2,100,000	4,200,000	7,000,000
リユース品販売	3,750,000	7,500,000	15,000,000	22,500,000	30,000,000	37,500,000
リサイクル原料販売	0	142,059	473,531	1,420,593	2,841,186	4,735,310
原価	3,000,000	17,791,000	20,787,000	23,947,000	27,187,000	30,507,000
人件費	1,500,000	3,000,000	3,000,000	3,000,000	3,000,000	3,000,000
減価償却費	0	11,607,000	11,607,000	11,607,000	11,607,000	11,607,000
リユース仕入れ	1,500,000	3,000,000	6,000,000	9,000,000	12,000,000	15,000,000
光熱水費	0	103,000	110,000	130,000	160,000	200,000
消耗品	0	81,000	70,000	210,000	420,000	700,000
販管費および一般管理費	15,000,000	5,000,000	5,000,000	5,000,000	5,000,000	7,500,000
営業利益	-14,250,000	-14,938,941	-9,613,469	-2,926,407	4,854,186	11,228,310

リユース太陽光パネルの販売では10年規制に抵触しないこと、リサイクルでは有害廃棄物指定されることによる処理委託費の確保ができる場合、当該事業の実現可能性が高いと考えられる。一方で競合他社の参入可能性や政策動向に注視する必要がある。

7.2. 環境負荷低減効果

ベトナムでは現在、太陽光パネルの有用な金属のみ不適切に取り外され、不法投棄や埋立されている。当社の技術を活用することで、廃棄物量発生削減、適正処理による環境汚染や健康被害の問題が解決される。日本国内での年間処理量4,400tを考慮する場合、ベトナムにおける太陽光パネルの年間発生見込みは1,760t以上である。ベトナムで太陽光パネルが設置された20年後には15万枚以上の取扱を想定しており、約3,000tの最終処分場の減容化に寄与する。将来、既に導入されている16.5GWを全て廃棄した場合、280W/枚（20kg）の太陽光パネルを使用していると想定すると約118万t、5,900万枚の発生となるため、最終処分場の減容化及び環境負荷低減に貢献する。

7.3. 社会的受容性

(1) 太陽光パネルのリユース

ベトナムにおいて新品の太陽光パネルは仕入価格約 37 円/W に販売会社の利益が追加された価格が市場流通価格となる。これは日本と同等の価格となるため、より安価なパネルの需要が確認できた。第 3 回目調査、12 月 2 日で実施した現地ワークショップでは、参加者にアンケートを実施し回答者 12 名の内 11 名がリユースパネルへの購入興味を持っていた。「メーカー、使用年数、保証の有無、価格」が購入する上で検討するポイントと確認がとれた。希望条件に合致するパネルであればリユース太陽光パネルの社会的受容性が高いと考えられる。

(2) 太陽光パネルのリサイクル

ベトナムでは 2045 年までに太陽光発電導入目標を約 95GW で設定しており、将来の大量廃棄が問題になる。本調査では政府、民間企業ともに適正処理への需要を確認できた。現在は有用な金属のみ取り外し、その他は不法投棄や埋立される。ガラスやセルシートには鉛やアンチモンなどの有害成分が含有しており、不法投棄や埋立される場合、有害物質が溶出し環境汚染や健康被害に繋がる。第 3 回目、12 月 2 日に実施した現地ワークショップでのアンケート結果では、参加した全ての企業が適正処理への必要性を認識しており、リサイクルにおける需要は高い。

太陽光発電の導入量が最も多いニントゥアン省では既に太陽光パネルを有害廃棄物として取り扱っている。しかし近隣に有害廃棄物の処理業者が存在せず、クアンナム省まで運搬し処理するとヒアリングできた。更に同社の処理費は約 40 円/kg であり、当社の想定する 35 円/kg は価格面での受容性も高い。当社が事業実施を行う場所はダクラク省であり、よりニントゥアン省に近く距離ニーズの高さも確認できた。

現地政府へのヒアリングからは、適正処理への意識の高さが確認できた。EPR において電気電子機器が対象となっており、太陽光パネルも含まれる。2025 年 1 月以降リサイクルが義務化されることから政府も適正処理への高い意識を持っている。

8. 海外展開計画案の見直し

これまでの検討結果を踏まえ、太陽光パネルのリユース、リサイクルそれぞれで現地の状況に適したビジネスモデルの検討を行い、見直しを行った。

8.1. 事業規模

(1) 太陽光パネルのリユース

ベトナムで太陽光パネルが普及したのが2019年以降だったため、ベトナム国内におけるリユースパネルの発生がない。そのため当面は日本で発生したリユース太陽光パネルの販売とする。販売数量は事業開始初年度に500枚、2025年度以降毎年1,000枚ずつ増加し輸入、販売を行う想定に変更した。

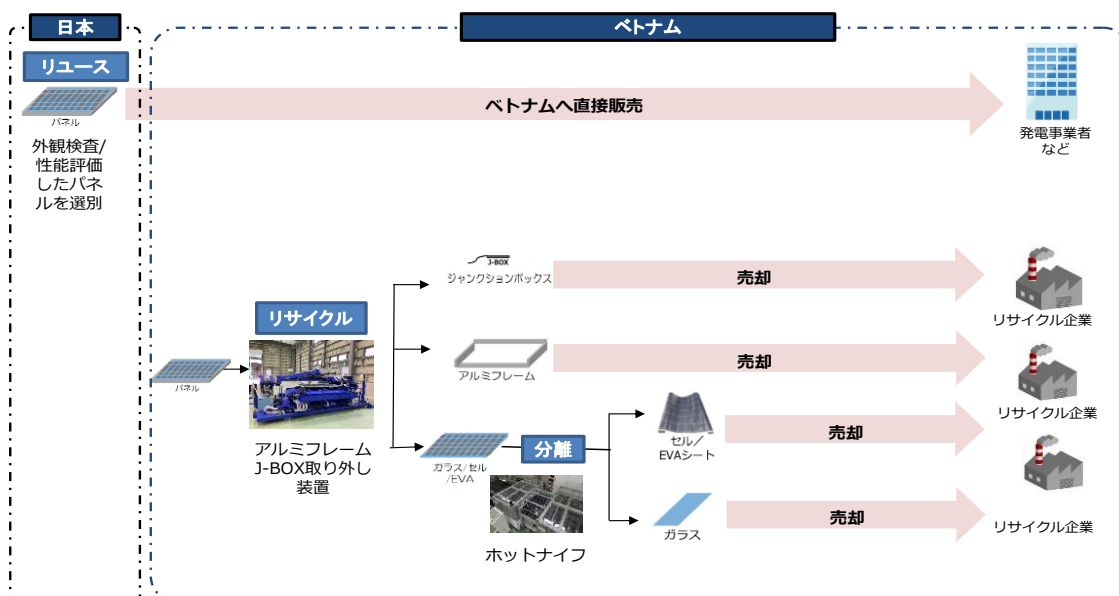
(2) 太陽光パネルのリサイクル

当初想定したビジネスモデルから変更はない。

8.2. 事業構想

現地調査を踏まえ、新しく想定したビジネスモデルは下記のとおりである。

図表 8-1 想定しているビジネスモデル



出所) 現地調査を元に当社で作成

株式会社浜田と ART で SPC（合弁会社）を設立し、IRC 及び企業登録証明書の取得を行う。その後 EIA や建設許可など取得することで営業許可を取得し、太陽光パネルのリユース、リサイクルを実施する。

（１）太陽光パネルのリユース

日本で外観検査及び性能評価を行った良品のリユース太陽光パネルを環境省のガイドラインに従い輸出する。発電事業者や EPC 業者、OM 会社、販売店へ販売する。

（２）太陽光パネルのリサイクル

現在太陽光パネルの取扱が決められていないため、スクラップ業者やインフォーマルセクターにて不適切な処理がされている。そこで適正処理を促し当社での回収量を増やすために、ベトナム政府より太陽光パネルを品目として有害廃棄物指定するようアプローチを行う。有害廃棄物指定された場合、許可を有する業者での処理が必須となるため、処理費を受託しての回収が見込める。

仕入元は発電事業者や EPC 業者、OM 会社、パネルメーカーを想定しており、使用済みの太陽光パネルを回収し、アルミフレーム、J-BOX、ガラス、セルシートと各素材に分離する。アルミフレーム、及び J-BOX は価格の良いリサイクル業者へ販売する。ガラスは現地リサイクル業者へ買取可能性を確認しており、引き続き販売価格を調査する。セルシートは現地のリサイクル業者への販売若しくは日本への輸出を行い原料化する。当初想定した通り 100%リサイクルを実現し、埋立に回らない体制を構築できる。

8.3. 事業化スケジュール案

政府や民間企業との連携を基に、事業化に向け以下のスケジュールにて検討を進める。

図表 8-2 事業化スケジュール案

項目	予定年度	内容
事前準備	2023年～2024年	・ MONRE VEA CECT との共同研究 ・ 天然資源環境省環境総局に対する有害廃棄物指定に向けた提案
現地法人許可取得	2024年	・ 現地法人設立 ・ 各種許可取得（企業登録、リユース品販売の営業許可）
許可取得	2025年	・ 各許可取得（リサイクル事業の営業許可）
事業開始	2025年～	・ リサイクル事業の展開
事業拡大	2028年～	・ ハノイ、ホーチミンなど中央ベトナム以外における拠点拡大

出所) 当社作成

8.4. 今後の検討課題

8.4.1. 事業の実現性の確保

これまでの調査や事業採算性試算を踏まえ、今後下記の内容について引き続き調査、検討を進める。

(1) 太陽光パネルのリユース

日本からリユース太陽光パネルを輸入する際の10年規制について、引き続き調査を行う。輸入における取扱方法や手続きを確認し、製造年数が10年以内のパネルであるという証明書類を用意する取り組みなど、日本から輸入できるように調整を行う。

(2) 太陽光パネルのリサイクル

・ 回収見込み量の把握

想定される排出事業者へヒアリングを行ったが、設置から時間がたっていないため年間発生量は少なく、正確なデータは入手できていない。引き続き、発電事業者やEPC業者、OM会社、パネルメーカーを対象に発生状況を調査し

ていく。

- ・再生品の売却先

アルミフレーム、J-BOX は現地スクラップ業者で販売できることは確認できているものの、ガラスとセルシートの売却先の確保ができていない。MONRE VEA CECT と MoU を締結したため、ガラスリサイクルの可能性について協議を進めるとともに、現地リサイクル業者などへサンプル提供を行い、買取可否を調査する。またセルシートは現地でリサイクルできる方法がないか検討を進めると同時に、日本への輸出を行いリサイクルの実施も検討する。

- ・天然資源環境省環境総局への有害廃棄物指定に向けた働きかけ

太陽光パネルのリサイクルを対象とした法律がなく、取扱が決まっていないため不適切処理に繋がっている。有害成分が含有していることから、不適切処理を行う場合環境汚染や健康被害に繋がるため、太陽光パネルを品目として有害廃棄物指定してもらえよう MONRE VEA CECT と共に働きかける。

- ・事業採算性の検討

引き続きより精緻化したデータを基にビジネスモデルの構築を行う。

8.4.2. 事業の創出に向けた協力体制

太陽光パネルを品目として有害廃棄物指定する働きかけを行うため、MONRE VEA CECT と共同研究するために浜田、ART、MONRE VEA CECT と 3 社で MoU を締結した。今後も 3 社で、ベトナムに合致した技術の検討や各素材分離後のリサイクル方法など適正処理に向けた共同研究を行うとともに、有害廃棄物指定に向けた提案を天然資源環境省環境総局へ実施する。ベトナムにおける太陽光パネルのリユース、リサイクル事業の実現を目指し、ベトナムでの環境負荷低減や持続可能な社会の構築に貢献していく。

リサイクル適性の表示：印刷用の紙にリサイクルできます
この印刷物は、グリーン購入法に基づく基本方針における「印刷」に係る判断の基準にしたがい、印刷用の紙へのリサイクルに適した材料〔Aランク〕のみを用いて作製しています。