令和３年度環境省委託事業

令和３年度
脱炭素社会実現のための都市間連携事業委託業務
（広島県とベトナム・ソクチャン省の都市間連携による自立型脱炭素社会形成促進事業）
報 告 書

令和４年３月 10 日

株式会社イースクエア

広島県

目次

1. 序論 8
1.1. 調査の背景と目的 8
1.2. 事業内容の概要 8
1.3. 調査体制 9
1.4. 調査スケジュール 9
2. ソクチャン省の基礎調査 11
2.1. ベトナムの概要 11
2.2. ソクチャン省の概要 13
2.3. ベトナムの経済状況 14
2.4. ソクチャン省の経済状況 15
2.5. ベトナムの電力事情 16
2.6. ソクチャン省の電力事情 21
2.7. ベトナムの米作概要 22
2.8. ソクチャン省の米作概要 22
2.9. ベトナムの環境・エネルギー法 23
3. 広島県とソクチャン省の協働 29
3.1. 広島県とソクチャン省のこれまでの協業実績 29
3.2. 広島県・ソクチャン省協働による継続的な新規案件発掘・形成の仕組みづくり 31
3.3. 広島県による地域還元型再生可能エネルギー導入事業のノウハウに関するソフト支援 32
3.4. 広島県・ソクチャン省のオンラインワークショップ（情報交換会）開催 32
3.5. 今後の協業の見通し 34
4. 籾殻固形燃料による石炭ボイラの燃料転換事業調査 36
4.1. 導入を想定する技術・製品 36
4.2. 精米事業者の調査 42
4.3. ベトナムにおける石炭利用状況 50
4.4. 石炭ボイラユーザーの調査 55
4.5. 本事業導入の可能性 66
5. 太陽光発電システム及び BEMS 導入による創エネ・省エネ事業調査 80
5.1. 導入を想定する技術・製品 80
5.2. ソクチャン省におけるエネルギー多消費事業者の調査 85
5.3. 本事業導入の可能性 85
5.4. 今後に向けて 91

6. 廃棄物固形化燃料（RPF）利用による化石燃料代替事業調査 92
6.1. 廃棄物処理を巡る動向 92
6.2. 廃棄物処理事業の動向 103
6.3. 関連政策・法規 107
6.4. ソクチャン省の廃棄物 115
6.5. 導入を想定する技術・製品 122
6.6. ベトナムでの RPF 事業普及の位置づけ 129
6.7. RPF ユーザー候補調査 131
6.8. RPF 原料（廃棄物）候補について（RPF 原料の排出元調査） 132
6.9. RPF 競合調査 133
6.10. 本事業導入の可能性 134
7. 添付資料 140

図表目次

表 1 ベトナムの主要指標..... 12
表 2 ソクチャン省の経済成長率推移..... 15
表 3 ベトナムの電気料金の価格表（2019 年 3 月 20 日価格改定）..... 19
表 4 ベトナムと日本の農林水産業の地位（2017 年）..... 22
表 5 主要農産物の生産状況..... 22
表 6 ベトナムにおける環境関連法規一覧..... 23
表 7 ベトナムの FIT 制度概要..... 27
表 8 広島県とソクチャン省の交流による成果..... 30
表 9 広島県とソクチャン省によるプロジェクト案件..... 31
表 10 ブリケット、カールチップ、すり潰し籾殻の比較..... 38
表 11 グラインドミル（ブリケット・カールチップ専用機）の比較..... 38
表 12 グラインドミル（ブリケット・カールチップ専用機）の海外納入実績 39
表 13 精米業者の聞き取り調査結果..... 42
表 14 ベトナム国内炭の規格 51
表 15 ベトナム国内炭の品質..... 52
表 16 石炭の種類と特徴 53
表 17 ベトナムにおける石炭需要計画 54
表 18 石炭ボイラユーザー等の聞き取り調査結果 56
表 19 石炭ボイラユーザー等の聞き取り調査結果（続き）..... 57
表 20 各社の石炭使用状況まとめ..... 66
表 21 石炭ボイラユーザー各社へのカールチップ輸送費..... 69
表 22 石炭をカールチップに代替した場合のシミュレーション..... 70
表 23 使用石炭の品質（規格からの推定値）..... 70
表 24 調査対象石炭ユーザー各社のカールチップ導入試算..... 71
表 25 MTV 社、AGTEX28、CJ Agri Vietnam へのカールチップ導入による燃料費削減効果 72
表 26 対象となる GHG とその排出源..... 76
表 27 費用対効果（カールチップによる燃料転換）..... 78
表 28 モニタリングのパラメータ..... 78
表 29 太陽光発電システム導入の可能性のある企業..... 85
表 30 対象となる GHG とその排出源..... 88
表 31 費用対効果..... 90
表 32 モニタリングのパラメータ..... 90
表 33 地域別の廃棄物排出量（2010 年～2019 年）..... 93

表 34 都市部と農村部の日常生活系固形廃棄物量（2019 年地域別） 96
表 35 2018 年～2019 年の工業系固形廃棄物*発生量..... 97
表 36 主要な省/市における都市の日常生活系固形廃棄物回収率（2019 年） 99
表 37 2018 年の各省設定基準に適合した衛生的な埋立地の割合 99
表 38 環境基準を満たす集中廃水処理施設を有する工業団地および輸出加工区の地域別内訳（2020 年） 102
表 39 工業生産指数（IIP） 103
表 40 現在価値での投資評価額（10 億 VND） 103
表 41 認可された海外直接投資プロジェクト..... 104
表 42 廃棄物関連事業統計..... 104
表 43 主要な廃棄物処理関連企業..... 105
表 44 有害廃棄物処理免許を保有する廃棄物処理施設..... 106
表 45 技術規則一覧－国家レベル..... 109
表 46 産業廃棄物焼却炉に関する排ガスパラメータ基準..... 113
表 47 産業排水に関する国家技術規格..... 114
表 48 ソクチャン省 2020 年産業廃棄物排出量と内訳..... 116
表 49 RPF 使用可能推定廃棄物量（ソクチャン省一般廃棄物） 117
表 50 ソクチャン省医療廃棄物量（登録拠点のみ） 120
表 51 RPF の一般的な品質規格 124
表 52 液化天然ガス火力発電計画（ソクチャン省内） 130
表 53 RPF 事業収支試算表 135
表 54 対象となる GHG とその排出源..... 137

図 1 調査体制図..... 9
図 2 調査スケジュール..... 10
図 3 ベトナムと日本の位置関係..... 11
図 4 ベトナム国旗..... 11
図 5 ベトナムの人口ピラミッド（2016 年）..... 13
図 6 経済発展著しいホーチミンシティ..... 13
図 7 ソクチャン省の位置..... 14
図 8 ベトナムの総発電量推移..... 16
図 9 ベトナムにおける 2017 年の総発電設備容量と総発電量..... 17
図 10 ベトナムにおける再生可能エネルギーの拡大目標..... 17
図 11 ベトナムの電力料金推移（全体平均）..... 18
図 12 ベトナムの電力料金推移（産業別平均）..... 18
図 13 広島県・ソクチャン省協働による継続的な新規案件発掘・形成の仕組み..... 31
図 14 広島県による地域還元型再生可能エネルギー導入事業..... 32
図 15 グラインドミル..... 36
図 16 グラインドミルの主要部品..... 37
図 17 グラインドミル カールチップ専用機(TRM-200CR)..... 38
図 18 グラインドミル（TRM-200CR）外形図..... 41
図 19 ブリケット製造装置..... 44
図 20 ブリケット加工装置(上部より籾殻投入)..... 44
図 21 既存ブリケット加工装置のノズル..... 44
図 22 製造された筒形ブリケット..... 44
図 23 既存ブリケット加工装置のスクリュー..... 44
図 24 既存ブリケット販売の様子..... 44
図 25 籾搬入用船舶..... 45
図 26 籾殻保管庫の様子..... 45
図 27 グラインドミル設置案(Chau Hung 精米工場)..... 46
図 28 精米設備..... 47
図 29 製造された筒形ブリケット..... 47
図 30 籾..... 47
図 31 籾輸送ボート(通常輸送は大型船)..... 47
図 32 既存ブリケット製造機..... 48
図 33 ブリケットをベルトコンベアで移送..... 48
図 34 グラインドミル設置可能スペースにおける既存設備の設置状況..... 48
図 35 グラインドミル設置可能スペース..... 48
図 36 グラインドミル設置案(Thanh Tin 精米工場)..... 49

図 37 ベトナムの主な炭田..... 50
図 38 石炭の種類、コールバンド..... 53
図 39 ベトナムの発電計画による設備容量シェア及び発電量シェア..... 54
図 40 農産物乾燥工場の構造..... 58
図 41 燃焼炉への石炭投入口（左)、石炭燃焼炉に入れられた石炭（右）..... 58
図 43 農産物乾燥機..... 58
図 42 燃焼炉への石炭投入口 （燃焼ガスは乾燥室下部に入る）..... 58
図 44 MTV 社設備設置図..... 59
図 45 灰や煤の処分状況..... 59
図 46 サーマルオイルボイラ..... 60
図 47 サーマルオイルボイラの例..... 60
図 48 ベトナムボイラ社製 標準型 単胴型自然循環ボイラ..... 61
図 49 AGTEX28 のベトナムボイラ製 単胴型自然循環ボイラ（移動床ストーカ焚） . 61
図 50 ボイラと貯炭場..... 62
図 51 石炭投入の様子..... 62
図 52 炉底スラグの排出設備..... 63
図 53 納入炭の粒径..... 63
図 54 標準的な外観写真..... 64
図 55 標準的な系統図..... 64
図 56 CJ Agri Vietnam のベトナムボイラ製自然循環ボイラ（移動床ストーカ焚） 65
図 57 燃焼室と水管ボイラ部..... 65
図 58 炉底スラグの排出設備（右)、籾殻ペレット搬入コンベア（左）..... 66
図 59 CDM 方法論 AMS-III.AS.が対象とするプロジェクトのイメージ..... 74
図 60 プロジェクトのバウンダリ..... 76
図 61 モニタリングの実施体制案..... 79
図 62 1 軸追尾式架台のイメージ..... 81
図 63 太陽光発電システム（720kW)の配置図..... 82
図 64 PN-XERO シリーズのシステム構成図..... 83
図 65 BEMS の空調制御のシステム構成例..... 84
図 66 モニタリングの実施体制案..... 90
図 67 廃棄物の分類..... 92
図 68 本報告書における地方行政区画..... 93
図 69 健康経営 123
図 70 環境学習 123
図 71 海外支援 123
図 72 RPF 置場..... 124

図 73 RPF 写真 124
図 74 RPF 積込作業 125
図 75 RPF 製造フロー 126
図 76 振動選別機仕組み 126
図 77 光学選別機外観例 127
図 78 近赤外線の反射光で識別 127
図 79 識別された物をエアー除去 127
図 80 GE 社訪問団との協議の様子 132
図 81 GE 社訪問団による古紙選別体験の様子 133
図 82 プロジェクトのバウンダリ 137

1. 序論

1.1. 調査の背景と目的

2015 年 12 月にフランス・パリ郊外で開催された国連気候変動枠組条約第 21 回締約国会議（COP21）には全ての国が参加し、2020 年以降の公平で実効的な気候変動対策の法的な枠組であるパリ協定が採択され、その後、2018 年 12 月にポーランド・カトヴィツェで開催された COP24 にて、2020 年からの各国の具体的な義務を定めたルールブックが採択された。

パリ協定が採択された COP21 においては、都市を含む非国家主体の行動を認知すること、そして全ての非政府主体（都市その他地方公共団体等）の努力を歓迎し、そのスケールアップを招請することが決定された。都市は社会経済の発展を支える活動の場であり、多くの人が居住している。世界の全土地面積の２％を占める都市部に、世界人口の約半数が居住しており、その割合は 2050 年までに 70%まで増加すると予想されている。また 2006 年時点で世界の CO2 排出量の 70%以上が都市から排出されていると推定されており、都市部が気候変動の緩和に果たす役割は大きく、都市部における気候変動対策の着実な実施、温室効果ガス排出量の削減がパリ協定の目標の達成において重要となっている。

本事業では、日本の研究機関・民間企業・大学等が、低炭素社会形成に関する経験やノウハウ等を有する日本の都市とともに、海外都市における低炭素社会形成への取組を効果的・効率的に支援するために必要な調査事業を実施する。

なお、本調査では、ベトナム社会主義共和国ソクチャン省において再生可能エネルギー分野で、温室効果ガス排出量の削減ならびにそれに寄与する JCM 案件形成や都市間の連携強化を目的として調査を実施した。

1.2. 事業内容の概要

対象国であるベトナム、そしてソクチャン省の地政学、経済状況、農業特に米作に対する基礎調査を行った。また、広島県とソクチャン省の都市間連携に係る活動を実施し、ワークショップ（オンライン）開催した。また、籾殻固形燃料、太陽光発電システム及び BEMS の活用、廃棄物固形化燃料（RPF）利用による CO2 削減の可能性を検討した。

（１）ソクチャン省の基礎調査

JETRO ベトナム一般概況、現地でのヒアリング調査等をベースとし、現地最新情報を収集して作成した。

（２）広島県とソクチャン省の協働

広島県が保有するノウハウや知見を整理し、ソクチャン省側に伝え、協働の可能性を検討した。

（３）籾殻固形燃料による石炭ボイラの燃料転換事業調査

広島県内企業である株式会社トロムソの籾殻固形燃料製造装置（カールチップ製造機）を現地に導入することを想定して調査を行い、実現可能性を検討した。

（４）太陽光発電システム及び BEMS 導入による創エネ・省エネ事業調査

広島県内企業である広川エナス株式会社の太陽光発電システムおよび BEMS（ビルエネルギーマネジメントシステム）を現地に導入することを想定して調査を行い、実現可能性を調査した。

（５）廃棄物固形化燃料（RPF）利用による化石燃料代替事業調査

広島県内企業である株式会社オガワエコノスが廃棄物固形化燃料（RPF）の製造事業を現地で行うことを想定して調査を行い、実現可能性を調査した。

1.3. 調査体制

本調査の体制図を以下に示す。

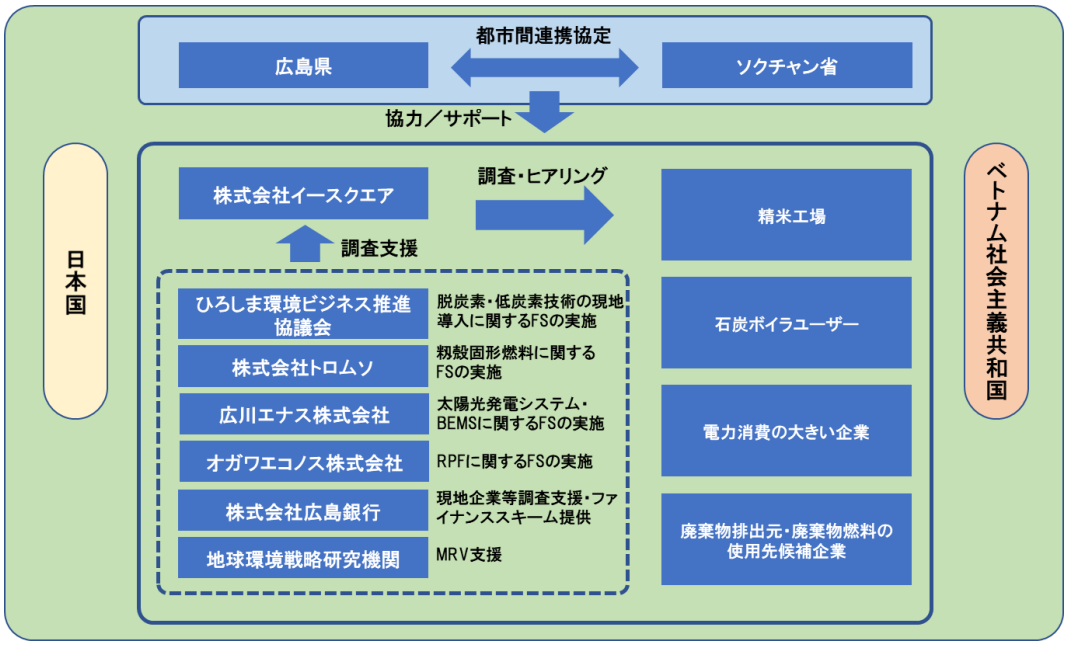


図 1 調査体制図

株式会社イースクエアを実施者とし、本邦自治体として広島県、さらにひろしま環境ビジネス推進協議会、株式会社トロムソ、広川エナス株式会社、株式会社オガワエコノス、株式会社広島銀行、公益財団法人 地球環境戦略研究機関（IGES）を共同実施者とした。

1.4. 調査スケジュール

本調査は、2021 年 11 月に開始し、2022 年 3 月に完了した。

項目	2021年11月	12月	2022年1月	2月	3月
基礎調査	→	→			
ソクチャン省との協働	→	→	→	→	
籾殻固形燃料FS	→	→	→	→	
太陽光・BEMS FS	→	→	→	→	
廃棄物固形化燃料 FS	→	→	→	→	
ソクチャン省との会合		★			
環境省報告会			★	★	
報告書作成			→	→	→ 提出

図 2 調査スケジュール

2. ソクチャン省の基礎調査

2.1. ベトナムの概要

ベトナムは正式名称「ベトナム社会主義民主共和国」（以下ベトナム）。インドシナ半島の東側、北緯 8.35～23.4 度/東経 102.8～109.4 に位置し、西はラオス及びカンボジアと国境を接しており、東は南シナ海である。東京からホーチミンシティへの距離は 4,336km であり、飛行機での所要時間は約 6 時間である。

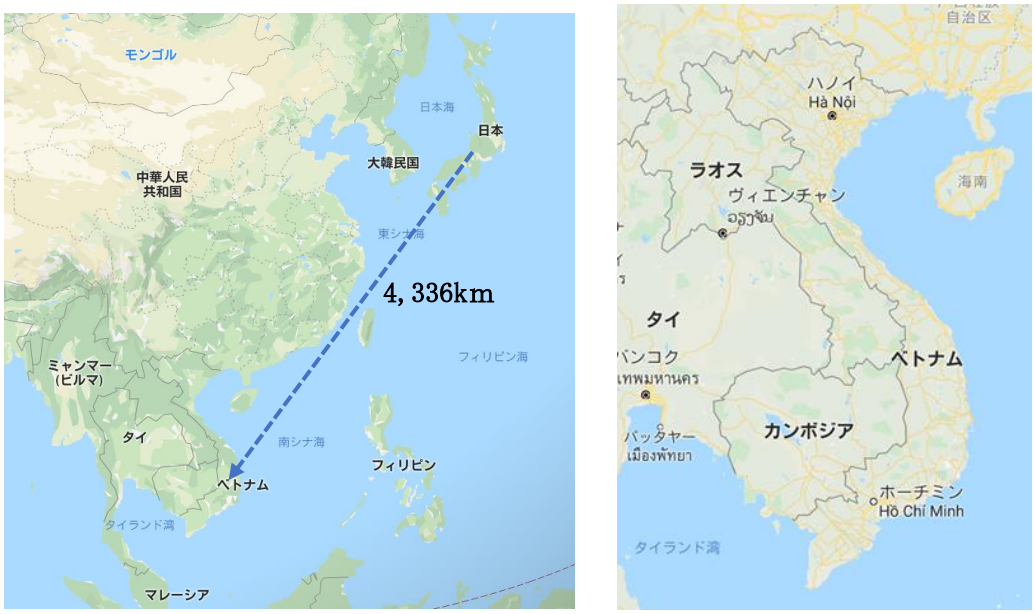


図 3 ベトナムと日本の位置関係

図 4 ベトナム国旗

政治体制は、ベトナム共産党の指導する社会主義共和制であり、1945 年のホーチミン独立宣言（ベトナム民主共和国独立）、ベトナム戦争を経て 1976 年南北統一以降現体制が続いている。

ベトナムの面積は 329,241 ㎢（(日本の面積の約 90%）でその 4 分の 3 は山岳地帯である。地域としては大きく分けると北部／中部／南部に分けられる。北部は首都ハノイが

政治文化の中心となっている。中部はハノイ・ホーチミンに続く第三の産業都市ダナンを中心に観光も主要産業となりつつある。ソクチャン省が位置する南部は旧南ベトナムの首都サイゴン改めホーチミンシティが商業の中心となり発展著しい。また南部にあるメコンデルタ地域は、米の生産が全国的に盛んなベトナムにおいて米作の中心地域でもある。

人口は約 9,762 万人（2020 年推計）。その内キン族が約 86%を占めており、残りは 53 の少数民族により構成されている。人口の 35.7%はハノイ、ホーチミンシティやカントー市等の都市部、64.3%が農村部に居住している。人口ピラミッド（図 5）からも分かるように若年層が多くを占め 60 歳以下の生産年齢及び生産予備軍が多数を占めること、また農村部から都市部への今後の人口移動の余地が十分あることなどから、人口動態の観点からも今後の経済成長が期待されている。

なお、ベトナムにおける在留邦人は 2019 年 10 月時点で 2 万 3,148 人である（外務省発表）。

表 1 ベトナムの主要指標

項目	内容
国名	ベトナム社会主義民主共和国
首都	ハノイ
面積	約 33 万㎢（九州を除く日本の面積に相当）
人口	約 9,467 万人（2018 年推計） 都市部：全体比　35.7%／地方部：同　64.3%
宗教	仏教(80%)、キリスト教(9%)、その他イスラム教、カオダイ教他
言語	公用語：ベトナム語
行政区分	58 省、5 直轄都市（ハノイ、ホーチミン、ハイフォン、ダナン、カントー）
失業率	全体 2.0%、都市部 2.95%、地方部 1.55%（＊15 歳以上の労働力人口は 5,540 万人）

出典：JETRO ハノイ　ベトナム一般概況（2019 年 4 月）

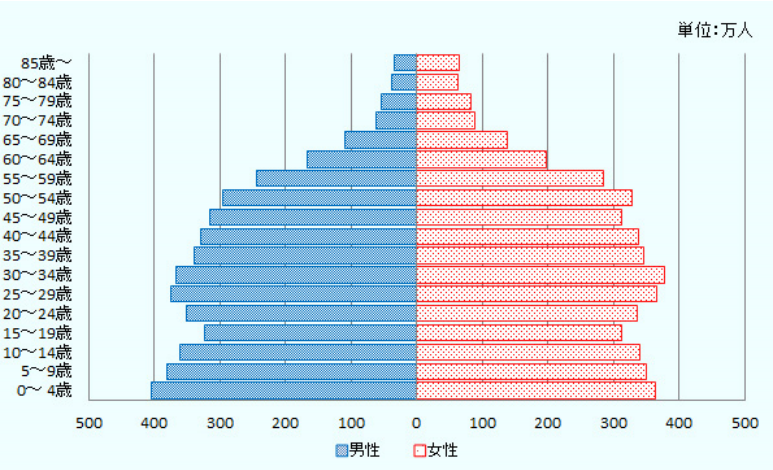


図 5 ベトナムの人口ピラミッド（2016 年）

出典：JETRO 地域・分析レポート

図 6 経済発展著しいホーチミンシティ

2.2. ソクチャン省の概要

広島県と都市間連携協定を締結しているソクチャン省はベトナムの南部のメコンデルタ地域にある南シナ海に面した自治体である。人口は約 200 万人で、稲作を中心とした農業生産とエビ養殖が盛んな地域であり，それらを加工する食品加工工場も数多く立地している。

図 7 ソクチャン省の位置

(1)土地利用

ソクチャン省の総面積は 331,176ha である。ソクチャン省の土地は肥沃で、水稲、サトウキビ、大豆、トウモロコシ、タマネギ、ニンニクなどの野菜、グレープフルーツ、マンゴー、ドリアンなどの果樹の栽培に適している。農地は 205,748ha (62.13%)、林地は 11,356ha(3.43%)、養殖地は 54,373ha(16.42%)、塩生産およびその他の農地が 0.97%を占めている。稲作用地が 144,156ha、その他の一年草用地が 21,401ha、多年草・果樹用地が 40,191ha となっている。特に非農業用地は 53,963ha、未利用地は 2,536ha である (2008 年ソクチャン省統計)。

(2)気候

ソクチャン省の気象平均温度は 26.7℃、最高気温は 28.2℃ (4 月)、最低気温は 25.2℃ (1 月) と、年間を通じて温暖な気候である。メコンデルタに位置し、南シナ海に面していることもあり、平均湿度は 86%と高い。洪水・台風は少ない。

ソクチャン省は熱帯モンスーン気候であり、11 月～4 月の乾季と 5 月～10 月の雨季に分かれ、年間平均降雨量は 1,779.5mm である。年間の平均晴れ時間は、2,372 時間で、年間平均日射量：140～150kcal/cm2 である[1]。

2.3. ベトナムの経済状況

2020 年のベトナムの実質 GDP (国内総生産) 成長率は 2.91%であり、コロナ禍の影響を受け、2011 年から 20 年までの間で最も低い水準となった。しかし、2020 年はコロナ

[1] 出所：ベトナムの計画投資省のポータルサイト

禍の影響で、マイナス成長となる ASEAN 諸国がある中で、ベトナムは、プラス成長を確保できたことは特筆に値する[2]。

また、ベトナム統計総局は 2021 年 12 月 29 日、2021 年の実質 GDP 成長率（推計値）が前年比 2.6%と発表した。第 3 四半期（7～9 月）を中心に新型コロナウイルスの感染拡大で経済が停滞したため、前年の 2.91%よりも低い成長率にとどまったが、プラス成長を維持した。業種別にみると、農林水産業が 2.9%、鉱工業・建設業が 4.0%、サービス業が 1.2%となった。鉱工業・建設業は前年（4.0%）と同率となった。そのうち製造業は、第 3 四半期にマイナスとなったが、通年では 6.4%と引き続き経済を牽引した。サービス業は 4 月末以降の新型コロナウイルス感染拡大の影響を受け、前年（2.3%）を下回る成長率となった。そのうち卸売り・小売りはマイナス 0.2%、宿泊・飲食サービスはマイナス 20.8%だった[3]。

2.4. ソクチャン省の経済状況

(1)主要産業

ソクチャン省は、農業生産と農水産物加工産業が盛んな省である。米の平均生産量は年間 200 万トンを超え、そのうち、高級米が省の総米生産量の 52%以上を占めている。年間の精米の総量は約 100 万トン/年を超え、米の輸出金額は 1 億 6,000 万米ドルに達している（2020 年)。

2020 年の水産養殖の総生産量は 317,182 トンで、冷凍エビ加工品は約 94,000 トン、冷凍イカ・魚は約 15,000 トンだった。2020 年の水産品の輸出は 8 億 2,000 万米ドルだった。

(2)経済成長率

ソクチャン省では、安定的な経済成長が続いている（表 2)。2020 年は新型コロナウイルス流行の影響があったにも関わらず、高いプラス成長を維持している。

表 2 ソクチャン省の経済成長率推移

年	経済成長率
2016 年	5.22%
2017 年	7.01%
2018 年	7.20%
2019 年	7.30%
2020 年	6.75%

出典：ソクチャン省

[2] 2020 年ベトナム経済統計（在ベトナム日本大使館経済班）
[3] ジェトロビジネス短信（2022 年 1 月 12 日）

(3)労働人口

ソクチャン省の人口は約 200 万人、人口密度は 362 人/km2 である。15 歳以上の労働人口は約 658,000 人で、そのうち都市部の労働人口は 31.62%、農村部の労働力は 68.38%である。労働人口の男女比は男性 58.51%に対し、女性は 41.49%となっており、男性の比率が高い。

2.5. ベトナムの電力事情

ベトナムの電力需要は近年伸び続けており、総発電量は年々大幅な増加を続けてきている。2017 年の総発電量は前年比 8.4%増で、1995 年比で約 14 倍弱に増加した。2017 年の一人あたり GDP は 1995 年比で約 8 倍に増加しているが、電力需要は経済規模の拡大を上回るスピードで増えていることが分かる。2015 年の村落電化率（普及率）は 98.8%に達している。

2017 年時点で発電設備容量、発電量ともに水力発電が最も多いが、2014 年以降、石炭火力発電の急激な増加が目立つ。なお、2015 年以降、発電量は石炭火力発電が水力発電を抜いて最も多かったが、2017 年は降水量が多くダムの貯水量を十分に確保できたため、水力発電が石炭火力発電を上回った。

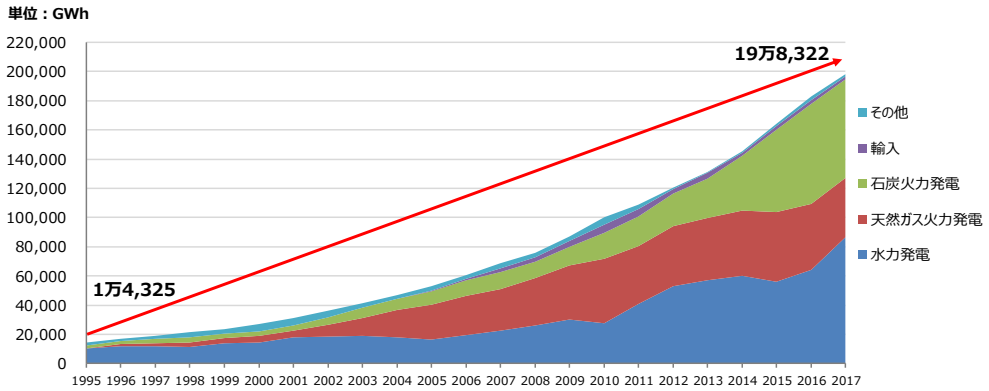


図 8 ベトナムの総発電量推移

出典：JETRO ハノイ事務所

電力政策は、第 7 次国家電力マスタープランの改訂版（2016 年 3 月 18 日制定）、「改定第 7 次国家電力マスタープラン」(2030 年を見据えた 2011 年～2020 年までの電力開発計画）に基づき実行されている。2017 年度の総発電量は 19 万 8,322GWh、発電容量は 4 万 5,410MW だが、2030 年までに総発電量 57 万 2,000GWh、発電設備容量 12 万 9,500MW を目指している。

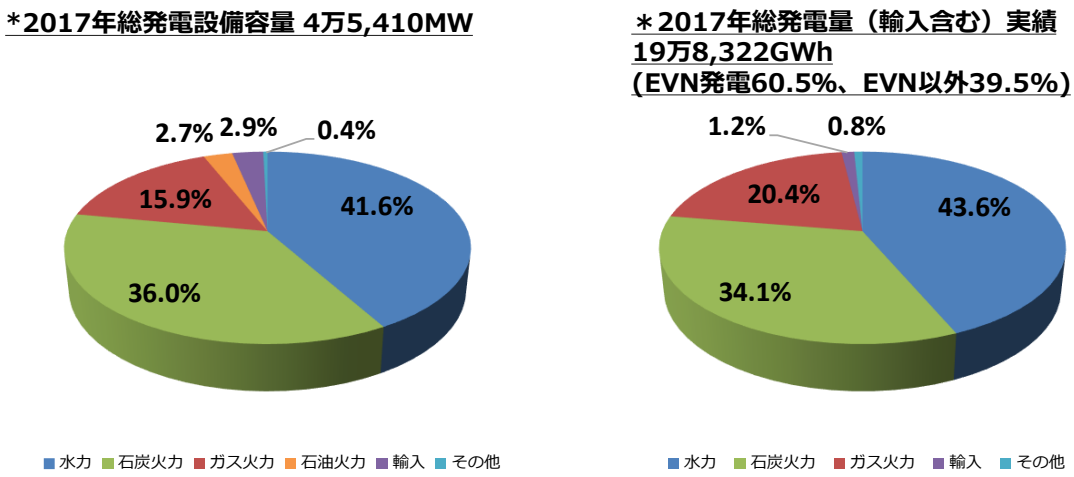


図 9 ベトナムにおける 2017 年の総発電設備容量と総発電量

出典：JETRO ハノイ事務所

電力体制は 1994 年に設立された国有企業であるベトナム電力総公社（EVN：VIETNAM ELECTRICITY）が電力の発電、送電、供給、売買を行う。送配電は同社の独占となっている。

ベトナム政府は、再生可能エネルギーによる発電の拡大を推進しており、2030 年までに「設備容量 27,195MW、発電量 6.1 万 GWh」という数字目標を示している。2030 年までのバイオマス発電の目標値は、「設備容量 3,281MW、発電量 1.2 万 GWh」となっている。

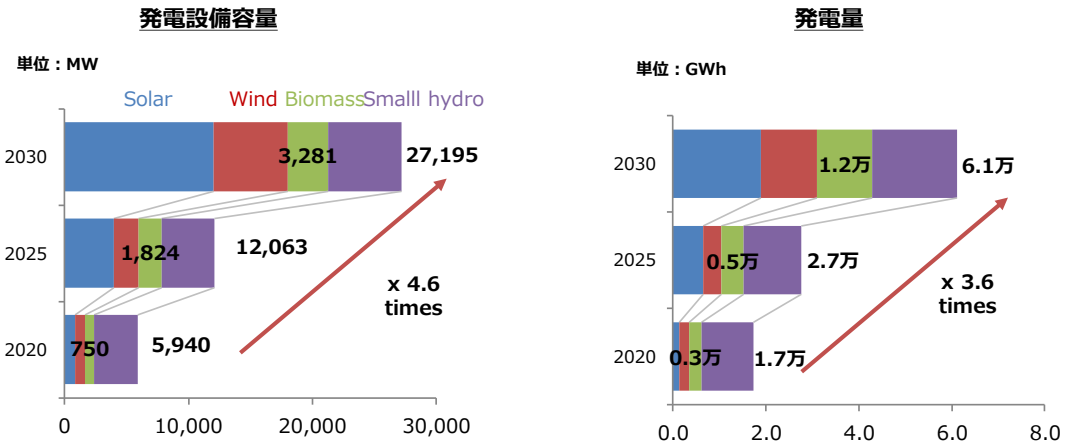


図 10 ベトナムにおける再生可能エネルギーの拡大目標

出典：JETRO ハノイ事務所

2017 年の化石燃料による火力発電比率は 6 割近くで、石炭火力発電の比率も 35%前後のため、発電での温室効果ガス排出量は高く推移しており、改善が求められる。電力の

排出係数は 0.7 kg-CO2/kWh と日本の現在の係数 0.55 kg-CO2/kWh よりも高くなっておりエネルギー転換が求められている。

電力価格は年々引き上げられている（図 11）。ドン安傾向が続いているため、ドルベースの伸び率はドンベースと比べて緩やかになっている。EVN の赤字改善や石炭価格上昇などが電力引き上げの理由。産業別では商業、民生、工業の順で電気料金が高い。

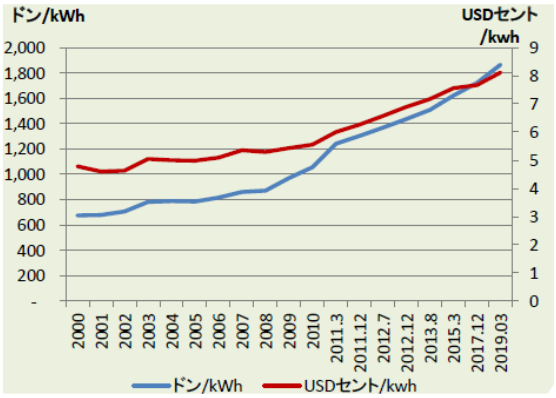


図 11 ベトナムの電力料金推移（全体平均）
出典：JETRO ベトナム電力調査（2019 年 3 月）

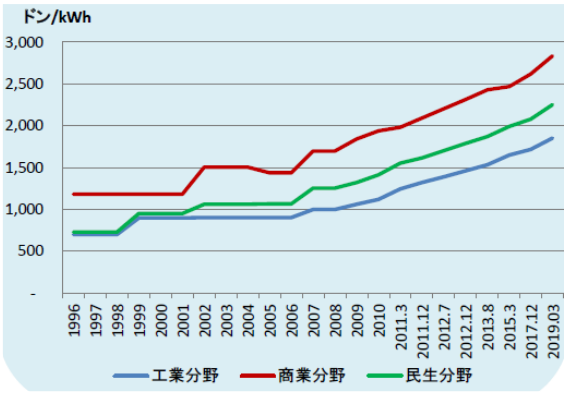


図 12 ベトナムの電力料金推移（産業別平均）
出典：JETRO ベトナム電力調査（2019 年 3 月）

ベトナムには日本のような基本料金はなく、工業用電力料金は時間帯別に 3 段階の単価の従量料金の構成となっている。

ベトナム商工省は 2019 年 3 月 20 日、電気料金の値上げに関する商工省決定 648／QD－BCT 号を公布し、平均 8.36%引き上げると発表した。付加価値税を除いた平均電気料金は、1 キロワット時（kWh）当たり 1,720.65 ドン（約 8.1 円、1 ドン＝約 0.0047 円）から 1,864.44 ドンとなった。値上げは 2017 年 12 月以来で、公布日の 3 月 20 日から適

用された。電気料金は用途や時間帯で価格設定が異なり、工業分野では 1kWh 当たり 970 ドンから 3,076 ドンの間で価格設定された。ベトナム電力総公社（EVN）のディン・クアン・チ副社長は値上げの主な要因について、石炭価格の上昇と電力売買価格の乖離だと指摘した。ベトナムでは近年、石炭火力発電への依存度が増しているが、石炭価格が上昇しており、発電コストが増加している。また、EVN は発電事業者から電力を購入しており、その購入価格と販売価格の差が多額になってきている。そのほか、水資源開発権への支払いや天然ガス価格の上昇もあり、電力事業の赤字が膨らんでいることが背景にあった。今回の値上げによって、EVN は取引先への支払いや発電コストの増加に対応することはできるが、発電設備の改善や新規投資をするためには、さらなる値上げが必要とした。

電気料金値上げは製造業の生産コストを引き上げるため、企業によっては値上げ分を製品価格に転嫁するか、当面自社で負担するか、検討を迫られる結果となった。商工省と統計総局の推計によると、この値上げは消費者物価指数（CPI）を 0.29%上昇させ、GDP を 0.22%押し下げると予想した。当初は 2018 年中に値上げされる予定だったが、CPI と GDP の目標達成のため、グエン・スアン・フック首相が値上げを認めない方針を示し、2019 年に延期されていた[4]。

表 3 ベトナムの電気料金の価格表（2019 年 3 月 20 日価格改定）

単位：VND/kWh

対象分野		電気料金	
		改定前	改定後
1	工業分野の電気料金		
1.1	電圧：110ｋV 以上		
・通常時間帯		1,434	1,536
・オフピーク時		884	970
・ピーク時		2,570	2,759
1.2	電圧：22ｋV～110ｋV 未満		
・通常時間帯		1,452	1,555
・オフピーク時		918	1,007
・ピーク時		2,673	2,871
1.3	電圧：6ｋV～22ｋV 未満		
・通常時間帯		1,503	1,611
・オフピーク時		953	1,044
・ピーク時		2,759	2,964

[4] JETRO ビジネス短信

1.4	電圧：6ｋV 未満		
・通常時間帯		1,572	1,685
・オフピーク時		1,004	1,100
・ピーク時		2,862	3,076
2	行政および専門分野の電気料金		
2.1	病院、保育園、幼稚園、学校		
2.1.1	電圧：6ｋV 以上	1,531	1,659
2.1.2	電圧：6ｋV 未満	1,635	1,771
2.2	公共照明、行政事業		
2.2.1	電圧：6ｋV 以上	1,686	1,827
2.2.2	電圧：6ｋV 未満	1,755	1,902
3	商業分野の電気料金		
3.1	電圧 22ｋV 以上		
・通常時間帯		2,254	2,442
・オフピーク時		1,256	1,361
・ピーク時		3,923	4,251
3.2	電圧：6ｋV～22ｋV 未満		
・通常時間帯		2,426	2,629
・オフピーク時		1,428	1,547
・ピーク時		4,061	4,400
3.3	電圧：6ｋV 未満		
・通常時間帯		2,461	2,666
・オフピーク時		1,497	1,622
・ピーク時		4,233	4,587
4	民生分野の電気料金		
4.1	生活用電気料金		
0～50kWh		1,549	1,678
51～100kWh		1,600	1,734
101～200kWh		1,858	2,014
201～300kWh		2,340	2,536
301～400kWh		2,615	2,834
401kWh 以上		2,701	2,927

・通常時間帯（月曜～土曜：4 時～9 時 30 分、11 時 30 分～17 時、20 時～22 時、日曜：4 時～22 時）

・オフピーク時（22 時～翌 4 時）

・ピーク時（月曜～土曜：9 時 30 分～11 時 30 分、17 時～20 時、日曜：なし）
出典：JETRO ビジネス短信

ベトナム商工省は、2020 年 4 月、新型コロナウイルス感染拡大の影響に応じた経済対策として、2020 年 4～6 月の電気料金を減免することを発表した。

工業および商業向けの電気料金は、全時間帯で 10%引き下げとなり、大きな打撃を受けた観光宿泊施設には、通常の商業向けの電気料金ではなく、より安価な工業向け電気料金が適用される。

一般世帯向けの生活用の電気料金は、1 カ月あたりの利用量が 300 キロワット時(kWh)以下の世帯を対象に 10%引き下げたが、利用量が 300kWh を上回る世帯は、新型コロナウイルスの影響の少ない高所得世帯とみなされ、引き下げの対象からは外れた。

ベトナム商工省は 2020 年 12 月に、新型コロナウイルス対策として、4～6 月に続き 10～12 月の電気料金を減免することを決定した。

一般世帯向けの生活用の電気料金は、1 カ月当たりの利用量が 300 キロワット時(kWh)以下の世帯を対象に 10%引き下げられ、旅行宿泊施設や流通在庫を抱える倉庫は、通常の商業向けの電気料金ではなく、より安価な工業向け電気料金が適用された。また、新型コロナウイルスの予防・防止施設は、集中隔離に係る料金を徴収している施設を除いて、電気料金が減免された。具体的には、新型コロナウイルス感染者および感染の疑いがある者の集中隔離・診察施設は電気料金が全額免除された。また、感染者および感染の疑いがある者を診断・検査・治療している医療施設は電気料金が 20%引き下げられた。なお、1 回目の減免措置の際に対象となっていた工業と、上記を除く商業向けの電気料金は 2 回目の減免対象からは外れた[5]。

2.6. ソクチャン省の電力事情

ソクチャン省において、2020 年の累積電力出力は 16 億 2,079 万 kWh で、2019 年（15 億 3,106 万 kWh）と比較して 8,974 万 kWh（5.86%）増加している。うち商業用の電力消費は 15 億 2,126 万 kWh に達し、2019 年同時期（14 億 2,714 万 kWh）に比べて 9,412 万 kWh（6.59%）増加した。

2020 年 12 月時点での電力契約数は 386,437 人で、家庭用の顧客は 352,717 人(91.27%を占めている）である。業務用の顧客は 33,720 人（8.73%を占めている)。

ソクチャン省における 2020 年の太陽光発電の発電量は 940 万 kWh である。

2016 年から 2025 年までのソクチャン省の電力開発計画の承認に関する商工省の決定（2630/QĐ-BCT 号）に従い、2021 年から 2025 年の期間中、電力事業者は地方経済発展のために安全で継続的な電力供給を確保できるように送電網に投資する計画である。

[5] JETRO ビジネス短信

2.7. ベトナムの米作概要

ベトナムは南北に細長く、国土の 4 分の 3 が山地、丘陵、台地からなり、変化に富んだ地形と気候によって、広範な農作物が生産されている。

農作物は、メコン（南部)、紅河（北部）の二つの肥沃なデルタで生産されるコメが中心で、重要な輸出品である。この他、さとうきび、キャッサバなどの生産も盛んで、コーヒーはブラジルに次いで世界第 2 位の生産量である（2017 年)。

また、えび、まぐろ等の水産物も貴重な輸出品となっており、日本へも多く輸出されている。

表 4 ベトナムと日本の農林水産業の地位（2017 年）

（単位：億 US ドル、%）

	ベトナム		日本	
	名目額	GDP 比	名目額	GDP 比
国内総生産（GDP)	2,238		48,724	
うち農林水産業	343	15	542	1.1
1 人当たり GDP（USD)	2,342		38,220	

出典：農林水産省　ベトナムの農林水産業概況（2017 年）

表 5 主要農産物の生産状況

（単位：万トン）

	ベトナム					日本
	2013	2014	2015	2016	2017	2017
コメ（籾)	4,404	4,497	4,509	4,311	4,276	978
さとうきび	2,013	1,982	1,834	1,631	1,836	150
その他生鮮野菜	1,219	1,301	1,325	1,382	1,424	265
キャッサバ	976	1,021	1,074	1,091	1,027	-
とうもろこし	519	520	529	524	511	0.02
その他生鮮果実	280	285	292	294	297	-
バナナ	189	186	194	194	205	0.003
コーヒー（生豆)	133	141	145	146	154	-

出典：農林水産省　ベトナムの農林水産業概況（2017 年）

2.8. ソクチャン省の米作概要

ソクチャン省の水田の面積は約 149,162ha で、近年の米の耕作面積は約 351,000ha～

356,000ha の間である。米（籾）の年間生産量は約 200 万トンである。年間の籾殻排出量は約 40 万トン程度（籾米の 20%程度）を占めている。現在、籾殻は米乾燥機、工業用ボイラの燃料として使われたり、農業資材（底土、肥料など）として使われたりしている（ソクチャン省へのヒアリング）。

2.9. ベトナムの環境・エネルギー法

ベトナムにおける再生エネルギー関連の法律としては国家エネルギー開発戦略、電力法、環境保護法が挙げられる。ベトナムの戦略および法律は、国家戦略、法律、決定・議定及び指令という順位で定められている。

基本計画としては、改定第 7 次国家電力マスタープラン（改定 PDP7:REVISIONS TO THE NATIONAL POWER DEVELOPMENT PLAN FROM 2011 TO 2020 WITH VISIONS EXTENDED TO 2030）が定められている。2030 年を見据えた 2011 年～2020 年までの電力開発計画のことであり、2016 年 3 月 18 日に第 7 次国家電力マスタープランが改定された。改定 PDP7 では 2016～2030 年までの計画を公表しており、2030 年までに総発電量 57 万 2,000GWh、発電設備容量 12 万 9,500MW を目指している。この計画では、エネルギーセキュリティの確保、省エネ技術導入、環境保護も含まれる。

2021 年 3 月にベトナム電源開発計画第 8 版ドラフト版「2045 年までのビジョン・2021 年～2030 年までの国家電力開発マスタープラン（PDP8）」が公開された。再生可能エネルギー（水力発電以外）の開発を推進する内容になっており、再生可能エネルギーの国内電源に占める割合を 2020 年に 13%、2030 年に 30%、2045 年には 44%へと引き上げていく目標を掲げているが、1 年経った 2022 年 2 月末時点でも承認されていない状況である。

(1)環境関連法規

ベトナムにおける環境関連法規は下表に示すとおりである。

表 6 ベトナムにおける環境関連法規一覧

項目	法令
環境管理全般	環境保護法(2015 年発行) Law on Environmental Protection (No.55/2014/QH13)
	環境保護法施行細則政令 Decree detailing the Implementation of a Number of Articles of the Law on Environmental Protection (Decree No.19/2015/ND-CP)
	環境保護領域における行政義務違反に対する制裁に関する政令 Decree on the Sanction of Administrative Violations in the Domain of Environmental Protection (Decree No.179/2013/ND-CP)
	環境保護立案、戦略的環境アセスメント、環境影響評価、環境保護計画の規制に関する 2015 年 2 月 14 日付の政府政令第 18 号 Decree on Environmental Protection Planning, Strategic

	Environmental Assessment, Environmental Impact Assessment and Environmental Protection Plans (Decree No. 18/2015/ND-CP)
	環境保護活動へのインセンティブとサポートの提供に関する政令 Decree providing for Incentives and Supports for Environmental Protection Activities (Decree No.04/2009/ND-CP)
	政令 19 号 (No. 19/2015/ND-CP) で規定されている環境保護活動のための法 人税の方針を示す 2015 年 12 月 31 日付の財務省通達第 58 号 Circular on the Guidelines for the corporate income tax policies for environmental protection activities regulated at the government's decree no. 19/2015/ND-CP (Circular 212/2015/TT-BTC)
	環境保護に係る 2020 年までの国家戦略と 2030 年までのビジョン Decision approving the Strategy for Protecting the National Environment by 2020, and the Orientation towards 2030 (Decision 1216/2012/QD-TTg)
	環境損害評価に関する 2015 年 1 月 6 日付の政令第 03 号 Decree on Environmental Damage Assessment (Decree No. 03/2015/ND-CP)
	環境モニタリングサービス活動のための要件を規定する 2014 年 12 月 31 日付 の政府政令第 127 号 Decree regulating the Requirements Applicable to Environmental Monitoring Service Activities (Decree No. 127/2014/ND-CP)
	資源と環境情報技術を利用するプロジェクトの評価、査察および採用を規定 する 2015 年 12 月 08 日付の天然資源環境省通達第 58 号 Circular on the Evaluation, Inspection, and Final Check and Acceptance of Projects on Application of Natural Resources and Environment Information Technology (Circular No. 58/2015/TT-BTNMT)
大気質	大気環境に関する国家技術規則 National Technical Regulation on Ambient Air Quality (QCVN 05/2013/BTNMT)
	大気環境中の有害物質に関する国家技術規則 National Technical Regulation on Hazardous Substances in Ambient Air (QCVN 06/2009/BTNMT)
	無機物質とばいじんに対する産業排出基準 National Technical Regulation on Industrial Emission of Inorganic Substances and Dusts (QCVN 19/2009/BTNMT)
	産業からの有機物質排出に係る国家技術規制 National Technical Regulation on Industrial Emission of Organic Substances (QCVN 20/2009/BTNMT)
	火力発電産業からの排出に係る国家技術規制 National Technical Regulation on Emission of Thermal Power Industry (QCVN 22/2009/BTNMT)
	車輌排ガスの最大許容濃度 National Technical Regulation on Road Vehicles - Maximum permitted limits of exhaust gases (TCVN 6438:2005)

	排出量監視プロセスに関する 2015 年 8 月 17 日付の天然資源環境省通達 40 号 Circular on the Technical Procedure on Monitoring Exhaust Gas (Circular No. 40/2015/TT-BTNMT)
水質	地表水質基準に関する国家技術基準 National Technical Regulation on Surface Water Quality (QCVN 08-MT:2015/BTNMT)
	生活用水水質に関する国家技術基準 National Technical Regulation on Domestic Water Quality (QCVN 02/2009/BTNMT)
	地下水質基準に関する国家技術基準 National Technical Regulation on Underground Water Quality (QCVN 09-MT:2015/BTNMT)
	海域水質基準に関する国家技術基準 National Technical Regulation on Coastal Water Quality (QCVN 10-MT:2015/BTNMT)
	生活排水基準に関する国家技術基準 National Technical Regulation on Domestic Wastewater (QCVN 14/2008/BTNMT)
	産業排水基準に関する国家技術基準 National Technical Regulation on Industrial Wastewater (QCVN 40/2011/BTNMT)
廃棄物	有害廃棄物基準に関する国家技術基準 National Technical Regulation on Hazardous Waste Thresholds (QCVN 07/2009/BTNMT)
	廃棄物と廃棄材の管理に関する 2015 年 4 月 24 日付の政府政令第 38 号 Decree on Management Of Waste And Discarded Materials (Decree No.38/2015/ND-CP)
	有害廃棄物の管理に関する 2015 年 6 月 30 日付の天然資源環境省通達第 36 号 Circular on Management of Hazardous Wastes (Circular No.36/2015/TT-BTNMT)
	廃棄製品の回収および処理についての規制に関する 2015 年 3 月 22 日付の決 定 16 号 Decision on the recovery and disposal of waste (Decision No.16/2015/QD-TTg)
騒音	騒音に関する国家技術基準 National Technical Regulation on Noise (QCVN 26/2010/BTNMT)
振動	振動に関する国家技術基準 National technical Regulation on Vibration (QCVN 27/2010/BTNMT)
土壌	土壌中の重金属の許容限度に関する国家技術基準 National Technical Regulation on the Allowable Limits of Heavy Metals in the Soils (QCVN 03/2008/TNMT)
森林資源	森林の保護及び開発に関する法律 Law on Forest Protection and Development (No.29/2004/QH11)
	森林の保護及び開発に関する法律の施行のための政令

	Decree on the Implementation of the Law on Forest Protection and Development (Decree No.23/2006/ND-CP)
生物多様性	生物多様性法 Law on Biodiversity (No.20/2008/QH12)
環境アセスメント	環境保護立案、戦略的環境アセスメント、環境影響評価、環境保護計画の規 制に関する 2015 年 2 月 14 日付の政府政令第 18 号 Decree on Environmental Protection Planning, Strategic Environmental Assessment, Environmental Impact Assessment and Environmental Protection Plans (Decree No. 18/2015/ND-CP)
	戦略的環境アセスメント、環境影響評価および環境保護計画に関する 2015 年 3 月 29 日付の通達第 27 号 Circular on Strategic Environmental Assessment, Environmental Impact Assessment and Environmental Protection Plans (Circular No. 27/2015/TT-BTNMT)
土地利用、住民	土地法 Law on Land (No. 45/2013/QH13)
	住宅法 Housing Law (No. 65/2014/QH13)
	土地法の詳細規則 (Decree No. 43/2014/ND-CP)
	土地価格の規程 (Decree No. 44/2014/NĐ-CP)
	土地の賃貸、水面の賃貸に関する法令 (Decree No. 46/2014/NĐ-CP)
	住宅法施行令 (Decree No.90/2006/ND-CP)
	政府による用地取得に伴う移転、補償、支援に関する法令 (Decree No. 47/2014/NĐ-CP)
	2020 年までの地元住民に対する職業訓練 (Decision No.1956/2009/QD-TTg)
	農地を収用に係る農民のための職業訓練 (Decision No.52/2012/QD-TTg)
	政府による用地取得に伴う移転、補償、支援に関する天然資源環境省規程 (Circular No.37/2014/TT-BTNMT)
	政府による用地取得に伴う移転、補償、支援の実施に関する基金の設置と積 算に係る財務省規程 (Circular No.57/2010/TT-BTC)

出典：経済産業省「平成 29 年度 質の高いエネルギーインフラの 海外展開に向けた事業実施可能性調査」

(2)電力法

電力法（Luật Điện Lực, Electricity Law 28/2004/QH11）では、再生エネルギーに関して、新エネルギー及び再生可能エネルギー源開発事業計画に対し、財務省（MOF）の方針に従い投資、税金、電気料金に関連したインセンティブを与える（FIT の根拠）ととも

に、特に農村地域や遠隔地域の電化を行う組織及び個人に再生可能エネルギーの利用を促すことを明示している。

(3)FIT

ベトナムにおいて固定価格買取制度（FIT）は 2011 年から開始されている。FIT の対象は太陽光／風力／バイオマス／廃棄物で、買取期間は 20 年間である（表 7）。

表 7 ベトナムの FIT 制度概要

		適用価格 （セント/kWh）	FIT 制度導入時期 または FIT 募集期間
風　力	陸上風力	8.50	(旧)2011 年 8 月 20 日導入 (旧)2018 年 11 月 1 日～2021 年 11 月 1 日までに運開
	洋上風力	9.80	
廃棄物	焼却ごみ	10.05	(現)2014 年 6 月 20 日導入
	埋め立てガス	7.28	
バイオマス	コジェネ利用	7.03	(旧)2014 年 5 月 10 日導入 (現)2020 年 4 月 25 日導入
	その他	8.47	
太陽光	陸　上	7.09	(旧)2017 年 6 月 1 日～2019 年 6 月末までに運開 (旧)2019 年 7 月 1 日～2020 年 12 月末までに運開
	水　上	7.69	
	屋根置き	8.38	

出典：一般社団法人　海外電力調査会の Web サイト

2022 年 2 月 1 日時点では、バイオマス及び固形廃棄物発電プロジェクトにのみ、引き続き FIT の適用があり、新たに商業運転を開始する風力及び太陽光発電プロジェクトについては、FIT は適用されていない。

太陽光発電プロジェクトについては、2020 年 12 月 31 日までに承認された案件については FIT が適用されているが、それ以降の案件については FIT が適用されていない状況である。FIT 制度は今後入札制度（リバースオークション）に移行する見通しだが、詳細はまだ発表されていない。

FIT 関連の主な指令・決定として、ベトナムにおけるバイオマスプロジェクトの開発支援メカニズムに関する決定 24/2014/QD-TTg（Decision on support mechanisms for the development of biomass power projects in Vietnam)、ベトナムにおける固形廃棄物を用いた発電プロジェクトの開発支援メカニズムに関する決定 31/2014/QD-TTg（Decision on support mechanisms for the development of power generation projects using solid waste(s) in Vietnam）及び風力発電事業の支援メカニズムに関

する決定 37/2011/QD-TT g （Decision on support mechanism for the development of wind power project）がある。

なお、ベトナムの現行法規では、「発電用のバイオマス」という用語が定義されている。ただし、その定義では、どの種類のものが含まれているか等、具体的な物品の言及がない。「発電用のバイオマスエネルギー」については、ベトナムにおけるバイオマス発電プロジェクト開発のための支援メカニズムに関する Decision（24/2014/QĐ-TTg）に「農業生産および農業・林業での加工およびその他の栽培で生じ、電力生産に使用し得る副産物・廃棄物」との記載がある。

また、ベトナムには 2035 年に向けた 2025 年までの国家バイオマス発電発展マスタープランという草案がある。これは商工省から依頼を受けたエネルギー研究所が草稿したものであり、2017 年に公表されているものの現時点でも法令として承認されたものではない。ただし、本草案はバイオマス発電に対する政策検討のための資料として運用されている可能性がある。本草案では、2 種類のバイオマス（木材残渣、農作物残渣）に焦点が当てられ、それぞれ具体的な対象物が言及されている。

＜木材残渣＞

（伐採・剪定で得られる）森林の樹木、多年生の産業用作物、果樹の木質燃料および（伐採・剪定時の）その廃棄物が含まれており、以下のものが例示されている:

- ✓ 丸太: 自然林・人口林・散在する樹木由来のもの
- ✓ 低木: 林業地由来のもの
- ✓ 竹（Neohouzeaua, Bambusa nutans）: 林業地由来のもの
- ✓ 周期的に伐採された丸太・枝：多年生の産業用作物由来のもの
- ✓ 剪定物: 果樹由来のもの
- ✓ 枝・切り株・樹皮: 収穫された丸太由来のもの
- ✓ 木材残渣（例：おがくず、木材チップ等）: 木材加工由来のもの
- ✓ その他（建設作業、家屋・家具の修繕・リフォームからの木材で、データベースが利用可能または推定可能な場合）

＜農作物残渣＞

農作物（収穫後の副産物）および廃棄物（加工時に生じるもの）由来のバイオマスであり、以下のもの等が例示されている。

- ✓ 稲わら、籾殻
- ✓ サトウキビのバガス、葉および先端部
- ✓ 茎、鞘、および穂軸
- ✓ 落花生の茎、殻

本事業で対象とする籾殻もバイオマスとして認識されていることが分かる。

3. 広島県とソクチャン省の協働

3.1. 広島県とソクチャン省のこれまでの協業実績

広島県とソクチャン省のこれまでの協業実績は以下の通り（詳細は令和 2 年度報告書巻末の添付資料参照)。

(1)両自治体間の B to B ビジネス交流基盤の構築期（2013 年～2016 年）

広島県には、環境関連装置・公害防止対策で培った技術・ノウハウ等を利用して世界市場で活躍する有力企業や特色ある製品を有する企業が数多く存在している。広島県は、2020 年に向けたチャレンジビジョンの産業政策において、県内の環境関連産業の集積と経済成長、また海外の環境汚染や公害の解決を目指し、県内の環境関連産業の海外展開支援を行ってきた。

広島県はベトナムとの産業交流を円滑に推進し、具体的なビジネス成果へと結び付けるため、広島県内企業の技術を結集し、ベトナム南部にて環境関連プロジェクトを組成、実現することを目指し、同プロジェクト実施に向けて協力が可能な機関や企業、ニーズが見込まれる事業分野および地域等について2013年にJETROの地域間交流支援事業(RIT事業）の海外基礎調査事業を活用し、調査を行った。

この調査の中で、ソクチャン省から非常に積極的にビジネス交流を進めたいという意向を受けた。また同省の環境課題について人民委員会や資源環境局を対象に聞き取りを行ったところ、下記の①～③のニーズが極めて高く、また県内にも課題解決につながる技術があることが分かった。

①農村地域における浄水の確保

②ベトナム有数の米の生産地であるソクチャン省が抱える籾殻の有効利用

③世界的でも有数の生産量を誇るエビの養殖場周辺の水質汚染改善

そこで、2014 年～2016 年の 3 年間、JETRO の地域間交流支援事業（RIT 事業）を活用し、上記の 3 つのニーズを中心としたソクチャン省が抱える環境課題を、ビジネスとして持続可能な形で解決するため、ソクチャン省とのビジネス交流を開始した。カウンターパートはソクチャン省で各企業の抱える環境課題や、ソクチャン省自体が有する環境ニーズを把握している部署である天然資源環境局（DONRE）とした。

RIT 事業では、ソクチャン省から毎年環境課題を抱える地元の企業を DONRE がリストアップし、それらの企業に県の職員が面談することでニーズを掘り下げ、ビジネス展開の確度が高い案件について、広島県で対応する技術を持つ企業と面談を行うビジネスマッチングを行った。また、広島でソクチャン省の企業と商談する際は、県の独自予算でソクチャン省企業と併せてソクチャン省の人員委員会の副委員長および DONRE の局長を招へいし、広島県の環境技術への理解を高めるとともに、広島県でセミナーを開催し、ベトナムの環境課題やニーズについてのマッチングの機会を作った。

また、これらのマッチング機会の創出により生まれた案件を実証し、受注につなげるため、広島県の「環境ビジネスクラスター推進補助金」を企業に提供しながら現地で実証実験を進めてきた。その結果、これまでに表 8 の成果が生まれている。

表 8 広島県とソクチャン省の交流による成果

製品・サービス	ソクチャン省の受注先	受注年
浄水器	ソクチャン省浄水センター	2015 年～
エビ養殖水質浄化剤	エビ養殖事業者	2019 年～
エビ養殖水質浄化膜	エビ養殖事業者	2019 年～
廃棄物由来の有機肥料	肥料卸売業者	2018 年～
籾殻発酵液	野菜農家	2016 年
農業用資材	肥料メーカー	2016 年
リサイクルプラスチック原料	プラスチック成型業者	2016 年～

(2)BtoB ビジネス + プロジェクト案件（2017 年～2020 年）

JETRO の RIT 事業による交流支援が 2016 年に終了後、（一財）国際経済連携推進センター（旧（財）貿易研修センター）のアジア有望指導者招聘事業を活用しながら、両地域の今後の展開可能性について協議を行い、2017 年 9 月に広島県・ソクチャン省共同で開催した、「メコンデルタビジネスマッチングセミナー」において、ソクチャン省と環境浄化産業分野における協力覚書を締結した。覚書ではこれまで積極的に推進してきた BtoB のビジネスマッチングに加え、両地域が協力して行う協力プロジェクトの組成および定期的な打ち合わせの開催を協力して行うことで合意している。

この覚書の締結により、ソクチャン省から個別企業の紹介に加え、ソクチャン省の抱える環境課題をプロジェクトとして捉え、解決を図るための協力体制が構築された。現時点で下記のプロジェクト案件について双方の企業と協力しながら、課題の解決、新たな価値の創造に向けて協力を行っている。

またこの協力関係を基盤に、案件をビジネス化させるため、2018 年から広島銀行と協力し、ベトナム・サポートデスクを開設し、企業のベトナムへの進出に関するサポートを行った。現在ソクチャン省との間で進めているプロジェクト案件の一部を下表に記載する。

表 9 広島県とソクチャン省によるプロジェクト案件

プロジェクト名	実施期間	概要
エビ養殖場環境の浄化と環境負荷の小さなエビのブランド化事業	2018 年～	広島県内企業が有する水質浄化製品を使用し、周辺環境の汚染を招かない環境負荷低減型のエビを養殖し、日本・ベトナムにてブランド化して販売するプロジェクト。 トロムソ社が籾殻を活用した水質浄化剤を開発しており、エビ養殖場への展開可能性も今後期待されている。
一般廃棄物の効率的な収集・運搬事業および廃棄物処理プロジェクト	2019 年～	一般廃棄物の効率的な収集・運搬ノウハウ、廃棄物回収サービスおよび、収集運搬で集めるデータを活用し、最適なごみ処理施設の建設まで行うプロジェクト。
プラスチックごみを減少させる浄水サービス事業	2020 年～	各家庭の水道に浄水器を設置することで、現地で広く普及しているプラスチックのボトル水サービスにより大量に発生するプラスチック廃棄物の削減を目指すプロジェクト。

3.2. 広島県・ソクチャン省協働による継続的な新規案件発掘・形成の仕組みづくり

継続的な案件発掘を行うため、ソクチャン省のニーズと広島県のシーズをマッチングする仕組みとして、「広島－ソクチャン都市間連携協議会」を設置し、有望案件の抽出、絞り込みを行い、都市間連携事業での FS 実施やその後の補助スキーム、さらには事業化につなげる（図 13）。

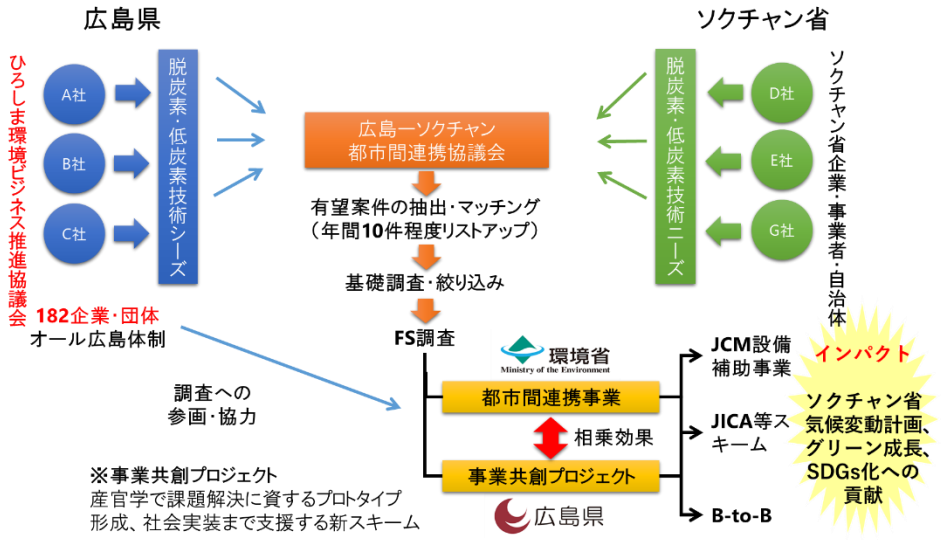


図 13 広島県・ソクチャン省協働による継続的な新規案件発掘・形成の仕組み

3.3. 広島県による地域還元型再生可能エネルギー導入事業のノウハウに関するソフト支援

広島県は、地元電力会社と共同でメガソーラー発電所を運営し、収益の一部を再エネ・省エネ設備導入補助等の形で地域還元する仕組みづくりと運用のノウハウを有する（図 14）。そのノウハウをソクチャン省向けに移転するとともに、現地での県内企業の機器・サービスの導入も目指す。JCM 設備補助事業のような大規模再エネ案件をシーズとして活用し、地域の小規模再エネ・省エネ事業等を支援する自立発展的な仕組みの構築を目指す。

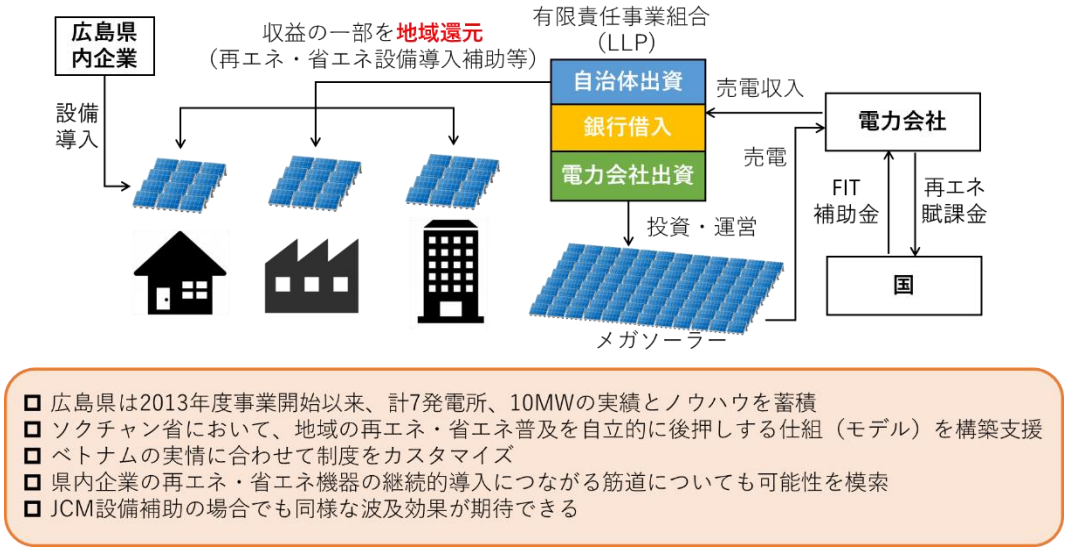


図 14 広島県による地域還元型再生可能エネルギー導入事業

3.4. 広島県・ソクチャン省のオンラインワークショップ（情報交換会）開催

新型コロナウイルス流行のため、今年度は昨年度に引き続き日本・ベトナム間の往来が極めて難しい状況にあったため、通常は現地で開催するワークショップ（情報交換会）は、オンラインで実施することでソクチャン省の合意を得た。

本オンラインワークショップで使用した広島県の再生可能エネルギーへの取り組みを紹介する資料は巻末資料参照。

オンラインワークショップの開催概要は以下の通り。

開催日時	2021 年 12 月 11 日（金）11:00～12:00
形式	オンライン
参加者	＜日本側＞ 広島県：松田　朋美氏（環境県民局 環境政策課主査）、樽谷　帆奈美氏（商工労働局 海外ビジネス課 環境関連産業海外展開グループ主任） 株式会社イースクエア：柳田啓之（シニアマネジャー）
	＜ベトナム側＞

	商工局 エネルギー管理課：Tran Thanh Tuan 氏（課長） Thanh Mai 氏（コーディネーター）
プログラム	✓ 開会の挨拶と趣旨説明（広島県・樽谷氏） ✓ 広島県の地域還元型再生エネルギー導入事業の紹介（広島県・松田氏） ✓ ソクチャン省による再生可能エネルギーへの取り組み（Tran Thanh Tuan 氏） ✓ 協働に向けた意見交換（参加者）

まず、広島県の樽谷氏から、広島県の地域還元型再生エネルギー導入事業の紹介と当該事業のノウハウ移転を通じたソクチャン省における脱炭素施策の展開支援について提案をした後、ソクチャン省による再生可能エネルギーへの取り組みの紹介があり、今後の協働に向けた意見交換を行った。

広島県の松田氏の発言趣旨は以下の通り。

- ✓ 日本では環境省の呼びかけにより、47 の都道府県のうち、広島県を含む 40 の都道府県がゼロカーボンシティ宣言をしている。これは法的な拘束力、罰則があるものではなく、地球温暖化対策に向けた、機運醸成を図ることが目的。
- ✓ 2030 年までは従来の延長線上の省エネ、再エネの取り組みをやっていくが、2030 年以降は CO2 回収・利用などの新しい技術で CO2 削減をしていくイメージである。
- ✓ 炭素を循環させていくことでネット・ゼロカーボンを実現する「広島型カーボンサイクル」にも取り組んでいきたいと考えている。
- ✓ 「広島型カーボンサイクル」とは，CO2 を炭素資源（カーボン）と捉え，広島県の強みを生かしながら、生産活動における再利用や海洋中で CO2 に分解される海洋生分解性プラスチック等の普及促進などにより、海洋を含む地球上において、炭素を循環させる仕組み。
- ✓ 2050 年ネット・ゼロカーボン社会の実現に向け、これまでの省エネルギー対策や再生可能エネルギーの導入促進に加えて、生産活動で発生した二酸化炭素を分離・回収の上、建設資材や燃料等の原材料として再利用する取組や農林水産業における利用、石油由来プラスチックからの代替促進などにより、広島型カーボンサイクル構築の取組を推進していく。
- ✓ COP26 により、日本の CO2 削減目標が引き上げられたため、広島県としても目標引き上げを検討中。
- ✓ 広島県では、電力会社と一緒に有限責任事業組合を作って発電事業を行い、電力販売によって得た収益を得ている。広島県は事業企画、運営、広報、土地提供を担い、電力会社は資材調達、施工、メンテナンスを担当する。現在広島県内に 6 カ所の発電所

を保有し、合計 10MW の発電容量がある。

- ✓ FIT 制度を活用して、2021 年度から単価 40 円/kW で 20 年間売電ができる。費用を差し引いた後に約 3 億円の毎年利益が残る。利益は、広島県内の再生可能エネルギーを増やすために、県内施設に太陽光パネルや省エネタイプのエアコンを導入することや、省エネや再生可能エネルギー普及のための広報活動等に使っている。
- ✓ 広島県では太陽光発電のハード面だけではなくて、ソフト面でも活動をしている。ソクチャン省において環境教育などで課題があれば、ご支援したい。

ソクチャン省商工局 エネルギー管理課 Tran Thanh Tuan 氏（課長）の発言趣旨は以下の通り。

- ✓ 2020 年度は予算 10 億ドンを使ってソクチャン省のビルの屋根 4 か所に太陽光発電システムを設置した。1 か所あたりの出力容量は 16～17kW。2021 年度には 10 か所分の予算 30 億ドンを組んでいたが、資金が使える状態にならず、2021 年は設備投資ができなかった。使えなかった予算はそのまま 2022 年度に先送りし、10 か所の屋根に設置予定。
- ✓ ベトナムの法律上、民間企業は再生可能エネルギー事業を行うことはできる。政府機関は再生可能エネルギー設備を設置することはできるが、収益を得ることはできないため、太陽光発電システムを設置する目的は、エネルギー・電気代の削減。
- ✓ ソクチャン省には風力発電の案件が 20 あり、合計出力は 435MW。太陽光発電は 2020 年末時点で 1,024 か所。
- ✓ 政府機関は太陽光発電事業に出資することもできないが、土地を貸すことで賃借料と税金を得ることはしている。土地の賃貸による収入は 100%国庫に納める。
- ✓ ベトナムのファム・ミン・チン首相も COP26 の会議に参加し、2050 年までにカーボンニュートラルを目指すことを表明した。ベトナム商工省が 2021 年 10 月に作成した第 8 次国家電力マスタープラン（PDP8）草案では、石炭火力発電の割合を減らし、風力発電や太陽光発電といった再生可能エネルギーの割合を増やすことが示されている。
- ✓ 本日の打ち合わせ内容は商工局副局長に報告する。教育関連事業でも今後広島県からの協力を頂けるとありがたい。

3.5. 今後の協業の見通し

「広島－ソクチャン都市間連携協議会」の取組により、再生可能エネルギーに関するプロジェクトについて、新たに大規模投資の潜在性があることを確認した。

- ・陸上および洋上風力（総容量 12,849MW）
- ・太陽光発電（総容量 7,956MW）
- ・バイオマス電力（総容量 125MW）

これらの計画について、引き続きソクチャン省との情報交換をとおし、参画可能性について探っていく。

また、「広島県・ソクチャン省協働による継続的な新規案件発掘・形成の仕組み」により、医療廃棄物処理、水質のモニタリング技術、木炭製造業者の排ガス浄化、藁の有効活用等の現地課題を確認しており、都度、広島環境ビジネス推進協議会の会員企業とのマッチングを図っているところである。

一方で、これらの課題の解決に当たっては、製品を販売して終わるようなものではなく、継続的なメンテナンスや現地でのオペレーションが必要であり、現状オンライン面談のみでは、現地の詳細な状況も把握が難しく、具体的な案件の形成までには至っていない。

案件を発掘する仕組みについてはある程度形になっているが、今後特にコロナ禍において、現地の活動拠点がない中でどのように案件を具体化させていくかが課題である。

また、広島県の太陽光発電事業のノウハウ移転について、現地での事業展開の可能性を調査したところ、ソクチャン省での事業展開は不可能であることがわかった。ベトナムにおける再生可能エネルギー発電事業の実施については、出資を含め自治体が直接事業に関与することは法律上認められていない。ソクチャン省では、省内の公有施設に太陽光パネルを設置する施策が 2020 年から展開されており、公的機関の再生可能エネルギーへの転換が進められているものの、公的に設置した太陽光パネルは、あくまで自家消費を目的に運用されているのが現状である。加えて、民間の太陽光発電事業者から得ている公有地賃借料の収益は中央政府に集約され一元管理されていることから、仮に省独自で発電事業を実施できたとしても、その収益を脱炭素施策に直接還元するという仕組みも実現は困難な状況である。

そのため、今後はソクチャン省における脱炭素に向けた機運醸成の観点から、広島県が発電事業の収益を財源に展開している住民への環境活動支援や環境教育の活性化等について情報提供・情報交換を行っていく。

4. 籾殻固形燃料による石炭ボイラの燃料転換事業調査

広島県内企業である株式会社トロムソの籾殻固形燃料製造装置（カールチップ製造機）を現地に導入することを想定して現地調査を行い、実現可能性を検討した。なお、石炭および石炭利用設備についての調査・分析については、専門の知見を持つ一般財団法人 石炭エネルギーセンター（JCOAL）の協力を得た。

4.1. 導入を想定する技術・製品

(1)籾殻固形燃料製造装置（TRM-200CR）

導入を想定しているのはトロムソが製造するグラインドミル（籾殻固形燃料製造装置）である。トロムソのブリケット専用機のグラインドミル(TRM-120F/120JPF)は、ロータ・スクリューで押し出した籾殻が、電気ヒータで310℃に熱したノズルを通過することにより、圧縮成形されるとともに表面が焼成され、棒状のブリケット（固形燃料）になる（図 15)。

図 15 グラインドミル

グラインドミルは籾殻をすり潰し、圧縮成形・加熱工程を経て、固形化する装置であり、1 時間当たり 120kg の籾殻を固形燃料化することが可能である(籾殻 120kg≒籾殻固形燃料 120 kg)。製造される固形燃料は 100%籾殻由来であり、固形化する際、接着剤などは一切添加する必要がない。

籾殻は表皮に水を弾くクチクラ層（ろう質）があり、この層にシリカが蓄積されているため、非常に堅固となっている。そのため、籾殻の加工は金属部品を早く摩耗させるが、グラインドミルの主要部品には特殊な表面加工を施し、耐摩耗性を大幅に向上させてある。

また、圧縮成形工程を経て製造されるため、固形燃料の体積は約 1/10(対籾殻比)になる。籾殻固形燃料のカロリーは約 4,000kcal/kg となっており、着火すると約 30 分間炎を上げて燃え、その後約 1 時間熾火の状態が継続する。

グラインドミルの籾殻のすり潰し、圧縮成形・加熱工程に係る主要部品は下図の通りとなっている。

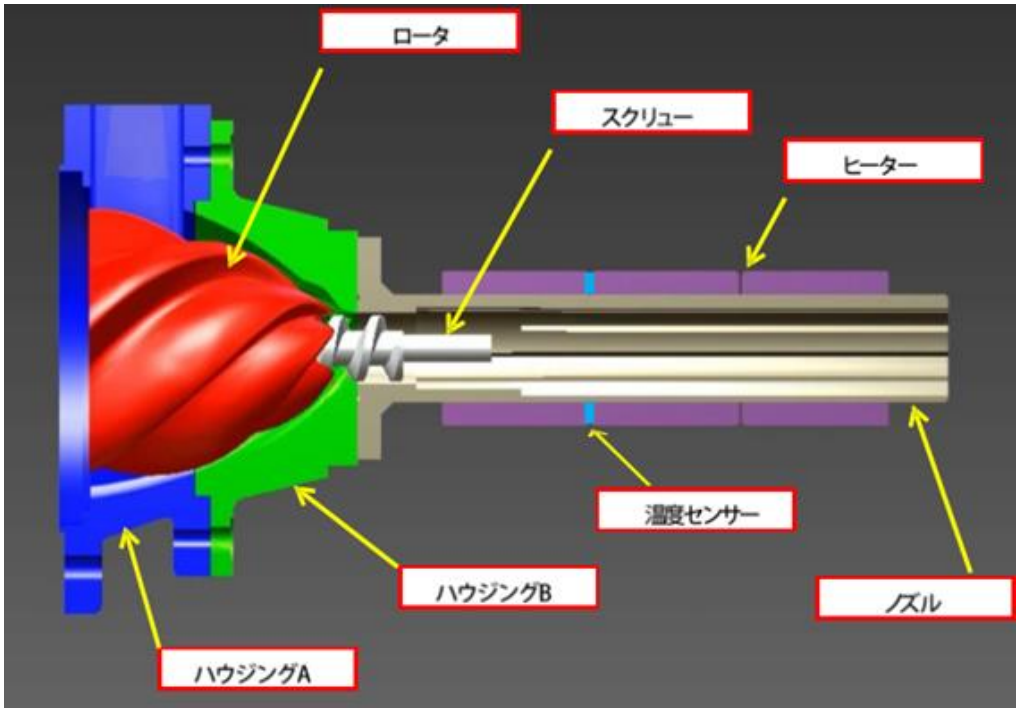


図 16 グラインドミルの主要部品

原料ホッパーに籾殻が投入されると、ロータの回転とハウジング A、B のかみ合わせによりすり潰しを行う。すり潰された籾殻はロータとスクリューの回転により、ノズル方向に押し出されていく。すり潰された籾殻は、ノズルの外周に取り付けられたヒータにより加熱されながらノズル出口側に押し出されていく。加熱を行うことで籾殻に含まれているリグニンの作用により籾殻同士が接着し、固形化する。ノズルから押し出される際に棒状の固形燃料として排出される。固形燃料約 37cm が約 1 kg に相当する。

籾殻固形燃料および籾殻に関する成分分析結果は巻末の添付資料「籾殻固形燃料および籾殻に関する分析資料」参照。

一方、今回現地に導入を想定するグラインドミル（カールチップ専用機）は電気ヒータなしで籾殻をコイル状に固めたカールチップを製造することができる。籾殻のリグニンは摩擦熱で軟化し、スクリューでカールチップ専用ノズル内へ押し込まれる。押し込まれた籾殻はスクリューの形に沿ったコイル状の固形燃料として成型される。カールチップはブリケット（約 4,000kcal）と比較すると熱量は少し低い約 3,700kcal である。着火すると約 15

分間炎を上げて燃え、その後約 1 時間熾火の状態が継続する。また、圧縮成型過程を経るため、カールチップの体積は約 1/8～1/9(対籾殻比)になる。

図 17 グラインドミル カールチップ専用機(TRM-200CR)

またカールチップ専用機は、ノズルを取り外して運転すると、1～3 ㎜程度にすり潰されたすり潰し籾殻を製造することができる。すり潰し籾殻は圧力をかけて籾殻同士をすり合わせることによって製造されるため、装置内部で約 90℃の摩擦熱が加わる。そのため、すり潰し籾殻はある程度殺菌され吸水性と保水性に優れる。すり潰し籾殻は園芸培土や家畜敷料として活用できる。

グラインドミルで作ることのできるブリケット、カールチップ、すり潰し籾殻の特徴は表 10 の通り。

表 10 ブリケット、カールチップ、すり潰し籾殻の比較

項目	ブリケット	カールチップ	すり潰し籾殻
使用装置	ブリケット専用機	カールチップ専用機	ブリケット専用機/カールチップ専用機
寸法	直径 55㎜、穴径 15㎜、長さ 350 ㎜	幅 20 ㎜、厚み 17 ㎜	1～3 ㎜
形状	中空の棒状	コイル状	粉状
ヒータによる加温	あり	なし	なし
主な用途	燃料	燃料	園芸培土・敷料・たい肥原料
発熱量	3,970kcal/kg	3,700kcal/kg	ー
写真			

下表はグラインドミル(ブリケット・カールチップ専用機)の比較となる。

表 11 グラインドミル（ブリケット・カールチップ専用機）の比較

項目	ブリケット仕様	カールチップ仕様
生産能力	約 120kg/h	約 240kg/h

装置寸法	約幅 2,500×奥行 990×高さ 1,500(mm)	約幅 2,250×奥行 1,100×高さ 1,550(mm)
装置重量	約 850kg	約 985kg
駆動動力	AC200-400V 3φ50/60Hz 4P 減速比 1/15	AC200-400V 3φ 50/60Hz 4P 減速比 1/7.12
消費電力	20kW	30kW
国内定価	500 万円 (税別)	400 万円 (税別)

(2)同製品及び類似型式の販売・導入実績

上記①の国内外の販売・導入実績 (販売開始年、販売数量、売上高、シェア等)

販売開始年　　2008 年 6 月/日本国内でグラインドミルを販売開始

国内販売実績　　約 130 台(2022 年 1 月時点)

海外販売実績　　30 台 (表 12 参照)

直近売上高　　5,500 万円(グラインドミル国内外年間売上高)

表 12 グラインドミル (ブリケット・カールチップ専用機) の海外納入実績

年	国	台数	モデル名	備考
2014	中国	1	TRM-120F	
2014	タンザニア	4	TRM-120F	JICA 普及・実証事業で導入
2015	タンザニア	4	TRM-120JPF	JICA 普及・実証事業で導入
2015	タンザニア	1	TRM-120TA	
2015	ナイジェリア	1	TRM-120TA	
2015	ベトナム	1	TRM-120TA	
2016	ベトナム	3	TRM-120JP	
2018	マダガスカル	3	TRM-120JPF	
2019	ナイジェリア	7	TRM-120JPF	外務省無償資金協力
2019	タンザニア	3	TRM-120JPF	現地パートナーが組み立て
2020	セネガル	2	TRM-200CR	

トロムソは 2020 年にセネガル共和国向けにグラインドミル(カールチップ専用機)を販売した実績があり、JICA によるセネガルにおける職業訓練センター組織能力改善を目的としたプロジェクトとして導入した。首都ダカールにあるセネガル日本職業訓練センター (CFPT)の実習棟に 1 台、また CFPT と連携するサンルイ州の民間企業の敷地内に 1 台設置。CFPT の人材育成機能の強化につながる機材の調達及び訓練の実施を目指し、サンルイ州の民間企業の敷地内においてグラインドミルを 1 台設置し、同機材の運転・保守を行い、固形燃料の販売を通して、同地域におけるグラインドミルの普及のフィージビリティを証明し

ている。また同時に、グラインドミル 1 台を CFPT に設置し、メンテナンス技術を CFPT の指導員に指導し、そして研修を受けた指導員が同技術を訓練生や卒業生に教え、CFPT の卒業生がグラインドミルのメンテナンスや製造を行う職に就くことを可能とした。したがって、職業訓練の一環として CFPT 在校生及び卒業生により運営されており、商業的利用だけでなく、家庭を対象とした日常的な調理用燃料への代替に伴う環境保全促進や機械製造に従事する現地ワーカーの雇用機会の創出など、人材育成・雇用創出・廃棄物有効活用といった様々な分野において貢献している。

(3)外形図

図 18 がグラインドミル（カールチップ専用機）の外形図である。

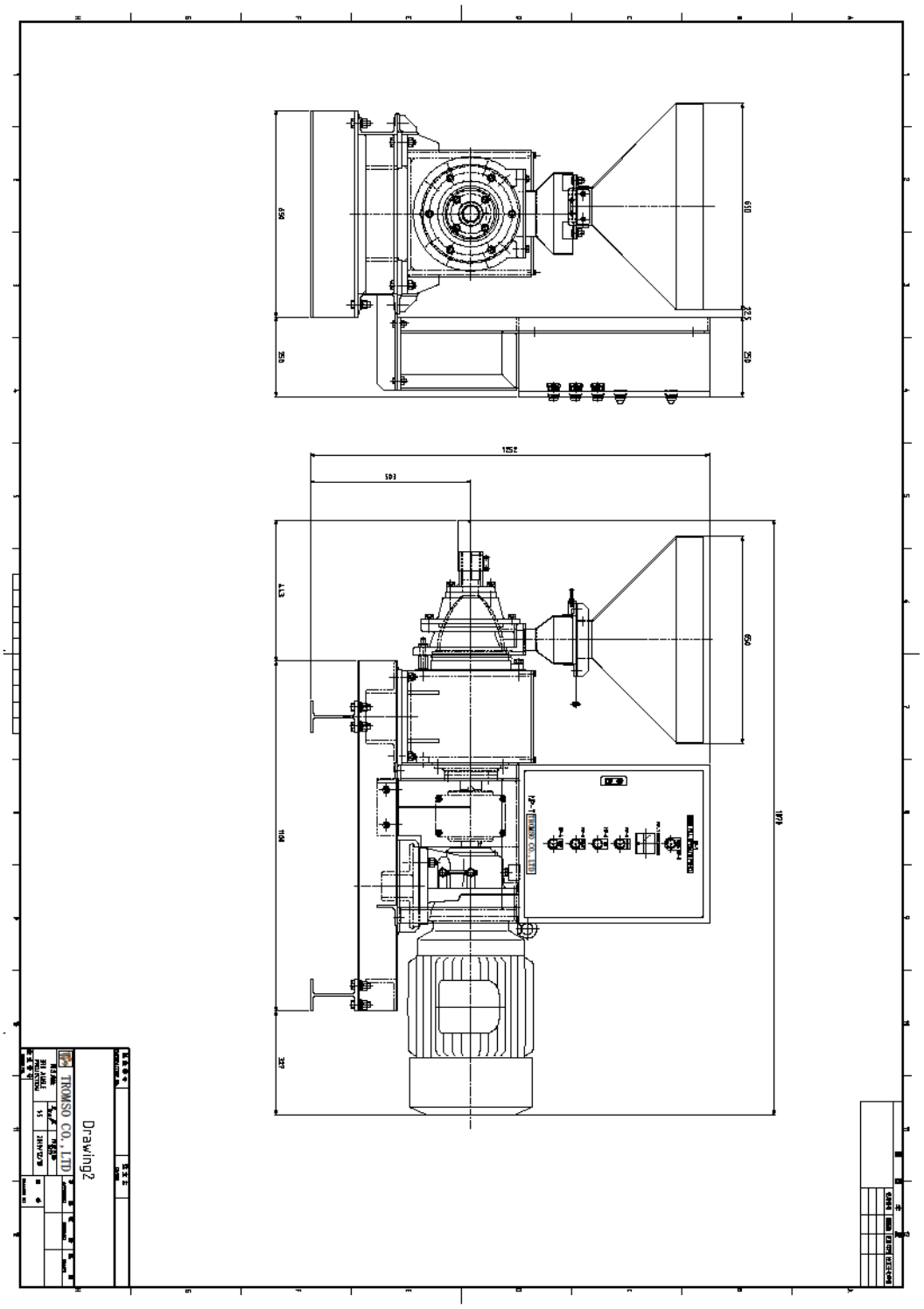


図 18 グラインドミル（TRM-200CR）外形図

4.2. 精米事業者の調査

ソクチャン省内の精米事業者 2 社の協力を得て、本年度も継続し調査を実施した。両精米所は、河川沿いに立地しており、籾を船で精米所に搬入している。Chau Hung 精米所は小規模だが、Than Tin 精米所は大規模で、精米の輸出も行っており、生産量の増加を計画している。いずれの精米所も籾殻固形燃料を製造しているものの、石炭ボイラは設置していないため、籾殻固形燃料の自家消費は無く、籾殻固形燃料の販売先(例：飼料製造会社等)がボイラ用燃料として購入している。

表 13 精米業者の聞き取り調査結果

会社名	Chau Hung	Thanh Tin
場所（省）	Soc Trang（ソクチャン）	Soc Trang（ソクチャン）
工場種類	精米工場	精米工場
従業員数	20 人	250 人
敷地	5,000 ㎡	70,000 ㎡
生産量	精米量：3,000 t	精米量： 180,000 t /年 輸出が主､5 年後 50 万 t 目標
	籾殻産量：600 t /年	籾殻産量：36,000 t /年
販売価格	籾殻： 1.4 円/kg	籾殻： 5.4 円/kg
	固形化後：5.9 円/kg	固形化後：8.2～9.1 円/kg
ボイラ	無	無
グラインドミル利用可否	△	△
	現在ﾌﾞﾘｹｯﾄﾏｼﾝ 4 台保有(1 台 25 万円)	現在ﾌﾞﾘｹｯﾄﾏｼﾝ 15 台保有
	籾殻ブリケット 2t/日製造中	籾殻ブリケット 200t/日製造中
輸送可否(ｶｰﾙﾁｯﾌﾟ)	川狭く小舟で輸送要	河輸送
	大型船 20km 先	工場は川隣り
ｶｰﾙﾁｯﾌﾟ貯蔵ｽﾍﾟｰｽ	敷地･建屋の空き無､要買収	
事業展開 (関心有無)	生産量アップ計画無し	販売価格アップできたら興味有り
籾殻活用への興味	製品販売価格アップなら有り	ｶｰﾙﾁｯﾌﾟが売れて儲かれば可

1JPY=199.5VND(2022 年 1 月 14 日時点)

(1)Chau Hung 精米工場

Chau Hung 精米工場にはボイラ用燃料として使用可能な籾殻を固形化するブリケット製造装置が設置されている。ブリケット製造に使用されない籾殻は外部販売もしくは自社の籾乾燥装置の燃料として活用されている。

ブリケット製造装置は図 19 に示された装置で、籾殻をブリケットに加工する装置は図 20 のような形状をしている。供給された籾殻は装置の上から漏斗状の受け皿に投入され、下部の加工部にあるロータに運ばれ、その回転により固形燃料(筒形)が製造されている。ブリケットは工場内に山積みされ保管されている。現在この装置が 4 台設置されている。装置は 2012 年に 46,000,000VND/式で購入しており、製造能力は 2t/日となっている。

ブリケット製造機の仕様；

生産能力	2t/日
価格	46,000,000VND(約 23 万円)/式
製造温度	300℃
モータ	30HP
消耗品	①ノズル、②スクリュー、③ヒータ

以下、各消耗品に対する現在の対応となる。

① ノズル

近隣の機械加工業者へ現物合わせで製作を依頼している。価格は 2,000,000VND(約 1 万円)/式、材質の指定はなく、依頼時に機械加工業者に在庫されている材質を使用している。

② スクリュー

約 5 年に 1 度程度の交換頻度であり、通常時、約 12 時間稼働毎に摩耗してしまうため、はんだ付けを行い、修復しながら使用している。修復は非常に複雑な作業のため、工場内に 1 名しか対応できる人材がいない。

2,000,000VND(約 1 万円)/式、材質は鉄。

関係のある大学教授を通して、耐摩耗性の高い材質を用いた開発を実施していたが、費用対効果が合わず、開発は滞っている。

③ ヒータ

ベトナム製市販品のヒータを使用しており、1 か月に 1 度交換をしている。価格は 200,000VND(約 1 千円)/式。

図 19 ブリケット製造装置

図 20 ブリケット加工装置(上部より籾殻投入)

図 21 既存ブリケット加工装置のノズル

図 22 製造された筒形ブリケット

図 23 既存ブリケット加工装置のスクリュー

図 24 既存ブリケット販売の様子

昨年度の調査時は精米所に平均約 200t／月納入される籾が精米され、約 40t／月の籾殻が発生し、その籾殻の１／２がブリケットに加工され、ボイラ用燃料として販売、利用されていた。本年度は平均約 250t／月の籾が納入され、約 50t／月の籾殻が発生しているなど、取扱規模が増加しているものの、未加工籾殻の販路として、レンガメーカー・酒メーカー等

を開拓し、未加工の籾殻のまま 200-250VND/kg(300VND/kg(2020 年調査実施時))で販売している。販路開拓に伴い、未加工籾殻の割合が全体の 8 割に上り、現在ではおよそ約 10t/月のみブリケットとして加工しているため、設置されているブリケット製造機 4 台中 1 台のみ稼働している。ブリケットは主に一般向けに販売されていたが、近隣の一般家庭のガス普及率が上昇したことが、未加工籾殻の販売量増加とブリケット製造量減少につながっている。

Chau Hung 精米工場は、河川の傍に工場を建設しており、籾の輸送は水路を使用している。規模が小さな河川であり、大型の船舶での通行は困難なため、大型船舶が停留可能な場所に停泊させ、籾の輸送時、距離として約 20km 区間を 10t 程度の小型船舶で大型船舶の停留している場所まで往復させている。

図 25 籾搬入用船舶

図 26 籾殻保管庫の様子

将来的に既存事業の事業拡大を優先し、設備拡張を希望している。また現状、未加工籾殻を施設まで輸送して販売しているが、籾殻の発生地である田畑周辺で販売が開始できるように事業計画を策定している。グラインドミルの導入に関して、価格及び販路先の確保が懸念材料となる。

既存建屋(工場内)へグラインドミルを導入する場合の設置案は以下の通り。

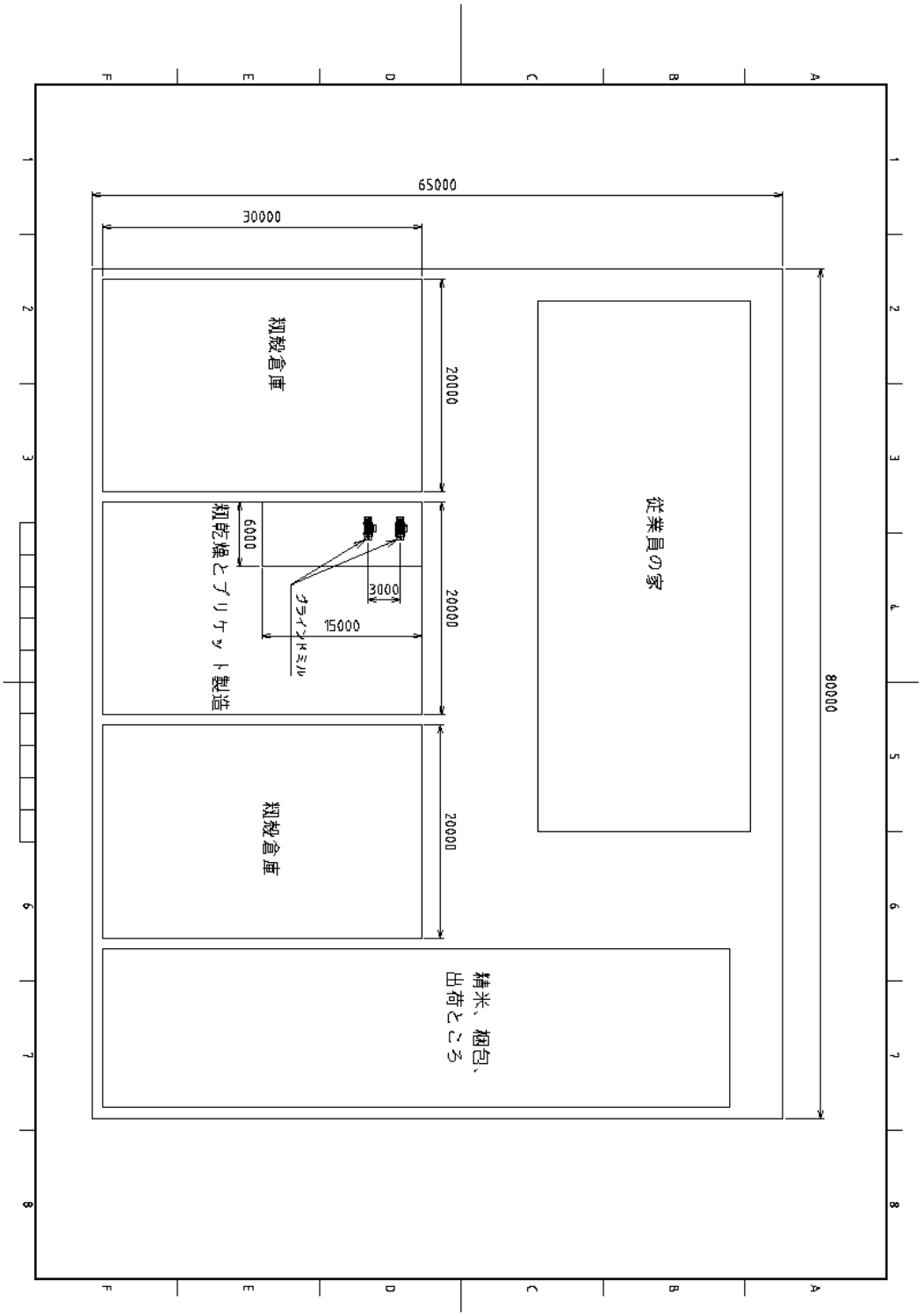


図 27 グラインドミル設置案(Chau Hung 精米工場)

(2)Thanh Tin 精米工場

Thanh Tin 精米工場は、最新式の大規模なベトナム製のブリケット製造装置が多数設置されている。

精米所に納入された籾は、図 28 に示す大型自動製造装置で精米され、それによって発生する籾殻は自動製造装置で筒型の固形燃料に加工される。精米所で生産される精米量は 2019 年で 220,000t／年、推定籾殻発生量は同年で 44,000t／年であり、その籾殻のうち、約 70%がブリケットに加工され、家畜飼料を製造する企業に販売されていた。現在では、籾殻無しの籾の調達割合が増加したため、同精米所内の籾殻発生量は 36,000t／年に減少しているものの、ブリケット製造に利用する籾殻の割合は約 80%に増加した。製造されたブリケットのうち、約 80%を外資（タイ）系飼料製造メーカ 1 社へ 1500-2200VND/kg で供給しており、供給先による半期毎の監査・評価を受け、指定される仕様に準じて製造・販売している。

図 28 精米設備

図 29 製造された筒形ブリケット

図 30 籾

図 31 籾輸送ボート(通常輸送は大型船)

この精米工場は河川の傍にあり、籾及び米の輸送は水路を使用している。この河川を運航可能な最も大型の船舶は籾 3,000t を輸送できる。船舶の全長は最大 50ｍである。

既存事業の設備・規模拡大、籾製油などの副産材を用いた製品開発等、事業拡大を計画している。グラインドミル(カールチップ専用機)を導入する事業において、現状既に販売している籾殻加工品と併せて、さらに販売量を増加させることができるのであれば、導入を検討するとのことだった。現在、ベトナム製ブリケット製造装置が 15 台設置されており、1 日約 1.6t/台のブリケットが製造可能である。また装置の価格面においてもグラインドミルと比較して安価であるが、消耗部品の消費は激しく、同社のメンテナンスチーム(30 名程度)が修理を行いながら、運転をしている。

図 32 既存ブリケット製造機

図 33 ブリケットをベルトコンベアで移送

同社から排出される籾殻を全量処理するためには、グラインドミルを 79 台設置する必要がある。しかし、調査実施時に既存建屋(工場内)へグラインドミルを導入する場合に活用できるスペース(図 34 及び図 35)を確認したが、既存設備(既存ブリケット製造機等)の配置換えもしくは新たな設置スペースの確保が必要である。図 36 は設置可能スペースの既存設備を取り除き、グラインドミルを設置した場合の設置案となる。

図 34 グラインドミル設置可能スペースにおける既存設備の設置状況

図 35 グラインドミル設置可能スペース

同社へグラインドミルを導入する場合の設置案は以下の通り。

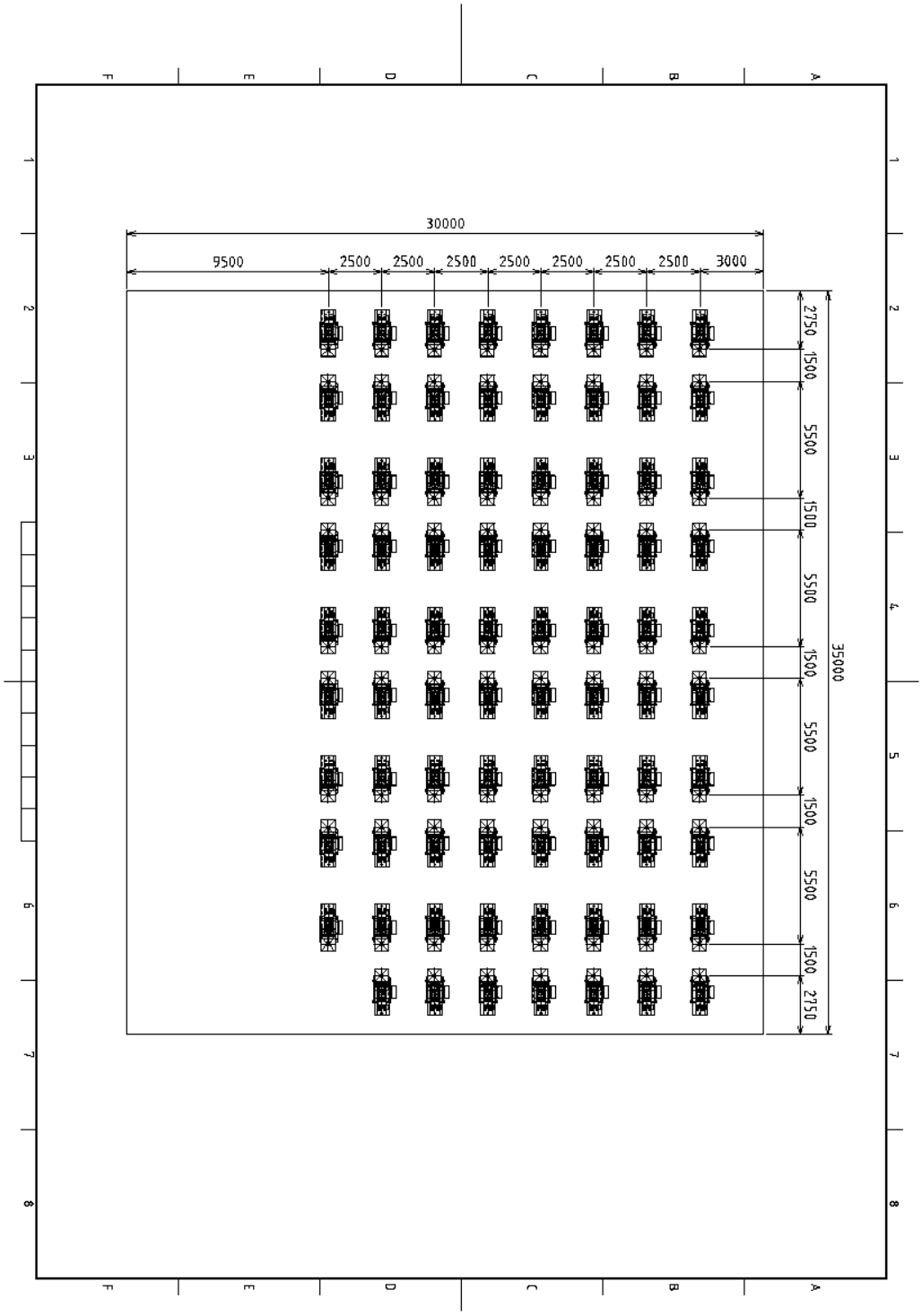


図 36 グラインドミル設置案(Thanh Tin 精米工場)

4.3. ベトナムにおける石炭利用状況

(1)ベトナムの石炭の特徴

本件調査における石炭ボイラの燃料転換の可能性調査の基礎データとするため、ベトナムにおける石炭の品質について調査した。ベトナムは ASEAN 地域でも有数の石炭産出国となっており、国内で年間 4,000 万トン強を生産している。しかし同国の経済成長を支える電力需要を賄うため、国内炭では供給が追い付かず、ここ数年輸入が急増している。

図 37 ベトナムの主な炭田

出典：JCOAL 作成

図 37 にベトナムの主な炭田を示す。ベトナムの石炭生成時代は古生代から新生代で、主に北東部に賦存している。中部と南部にも分布しているが、中部のクアンガイ周辺に賦存する小規模な無煙炭を除いて、泥炭あるいは褐炭、亜瀝青炭である。北部では、クアンニン 炭田の無煙炭、ハノイ南部に位置する紅河デルタ炭田の亜瀝青炭が代表的である。

産炭地は主に北部に偏在しているため、中部及び南部へは鉄道及び内航船による輸送に頼っている。従って南部石炭ユーザーは輸送費分割高な燃料を使用している。また一部大手電力は自社発電所向けにインドネシアからの輸入も行っている。

下表にベトナム国内炭の規格及び品質を示す。ベトナムは炭素質が濃縮された無煙炭

（出典：JCOAL コールノート 2011、原出典 Van Krevelen 「Coal」

図 38 および表 16）を多く産出し、一部の良品質無煙炭は中国や日本等、海外の鉄鋼用途に輸出され外貨獲得の資源となっている。近年国内優先の政策をとっており輸出用が一方的に停止されることが頻繁に起こっている。一方石炭火力発電所向けや、国内の小口需要家向けは、灰分が多く比較的発熱量の低いグレードが流通している。

表 14 ベトナム国内炭の規格

	規格		サイズ	灰分(%)	
	Domestic	World	(mm)	平均	範囲
Lump	2a	02A	35-100	8.00	6.00-10.00
(塊炭)	2a	02B	25-100	12.50	10.01-15.00
	3	03A	25-50	4.50	3.00-6.00
	4a	04A	15-35	5.50	4.00-7.00
	4a	04B	15-35	9.50	7.01-12.00
	4a	04C	15-35	14.00	12.01-16.00
	5a	05A	6-18	6.50	5.00-8.00
	5b	05B	6-18	10.00	8.01-12.00
Fine	1	06	<15	6.50	5.00-8.00
(粉炭)	2a	07	<15	9.00	8.01-10.00
	3a	08A	<15	11.50	10.01-13.00
	3a	08B	<15	14.50	13.01-16.00
	3a	08C	<15	17.50	16.01-19.00
	4a	09A	<15	21.00	19.01-23.00
	4a	09B	<15	25.00	23.01-27.00
	5a	10A	<15	29.00	27.01-31.00
	5b	10B	<15	33.00	31.01-35.00
	6a	11A	<15	37.50	35.01-40.00
	6b	11B	<15	42.50	40.01-45.00
Sludge	1a	12A	<0.5	29.00	27.01-31.00
(ｽﾗｯｼﾞ)	1b	12B	<0.5	33.00	31.01-35.00

出典：VINAVCON 資料より JCOAL 作成

表 15 ベトナム国内炭の品質

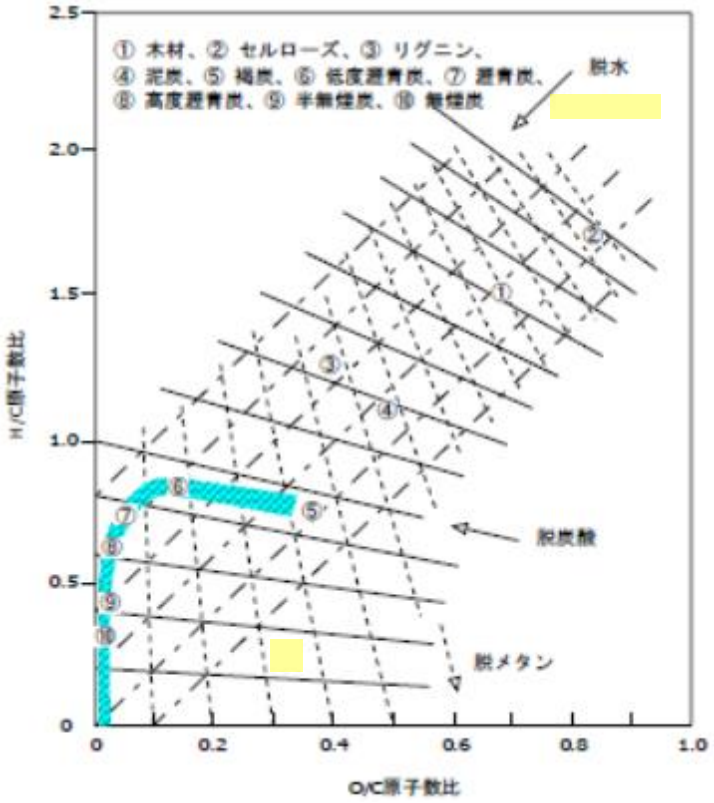
	規格	灰分 (%)	水分 (%)	揮発分 (%)	硫黄分(%)	発熱量 (kcal/kg)
		平均	平均	平均		
Lump	2a	8.00	4.00	6.00	0.65	7,600
(塊炭)	2a	12.50	4.00	6.00	0.65	7,100
	3	4.50	4.00	6.00	0.65	7,950
	4a	5.50	4.50	6.00	0.65	7,900
	4a	9.50	4.50	6.00	0.65	7,400
	4a	14.00	4.50	6.00	0.65	7,050
	5a	6.50	4.50	6.00	0.65	7,850
	5b	10.00	4.50	6.00	0.65	7,400
Fine	1	6.50	8.00	6.50	0.65	7,800
(粉炭)	2a	9.00	8.00	6.50	0.65	7,600
	3a	11.50	8.00	6.50	0.65	7,300
	3a	14.50	8.00	6.50	0.65	7,000
	3a	17.50	8.00	6.50	0.65	6,750
	4a	21.00	8.00	6.50	0.65	6,400
	4a	25.00	8.00	6.50	0.65	5,950
	5a	29.00	8.00	6.50	0.65	5,600
	5b	33.00	8.00	6.50	0.65	5,250
	6a	37.50	8.00	6.50	0.65	4,800
	6b	42.50	8.00	6.50	0.65	4,350
Sludge	1a	29.00	20.00	7.00	0.65	5500
(ｽﾗｯｼﾞ)	1b	33.00	20.00	7.00	0.65	5200

出典：VINAVCON 資料より JCOAL 作成

表 15 からわかるように、ベトナム炭は規格によらず水分、揮発分、硫黄分は同等で、典型的な無煙炭の性状を示している。発熱量の違いは含まれる灰分量に反比例しており、発熱量ベースの価格設定のため、上位グレード程高価格になる。ただし取引量、輸送コストによっては選炭[6]を用いることもある。

[6] 洗炭ともいう。岩石と石炭の比重差を利用し、水流下で連続的に沈降分離させる方法

表 17 にベトナムにおける石炭需要計画を示す。そのほとんどが電力需要増に対応するための石炭火力発電向けであり、他産業は微増である。



出典：JCOAL コールノート 2011、原出典 Van Krevelen 「Coal」

図 38 石炭の種類、コールバンド

表 16 石炭の種類と特徴

石炭の種類	特徴
褐炭	最も石炭化反応の若い石炭で、揮発分、水分を多く含む。そのため、長期保管時に自然発火傾向があるため、長距離輸送に向かず、産炭地で利用されることが多い。出典：JCOAL コールノート 2011、原出典 Van Krevelen 「Coal」 図 38⑤
亜瀝青炭	褐炭と瀝青炭の中間的な性質を持つ。国際市場では瀝青炭より低価格であり、近年日本でも瀝青炭と混合して発電用燃料として使用が拡大している。出典：JCOAL コールノート 2011、原出典 Van Krevelen 「Coal」 図 38⑥
瀝青炭	日本で一般的に発電用に使用されている石炭。高カロリーで水分、灰分、硫黄分の少ないものは高価格であるが、日本は長期契約で調達。一部鉄鋼用にも使用される。出典：JCOAL コールノート 2011、原出典 Van Krevelen 「Coal」 図 38⑦, ⑧

無煙炭	瀝青炭から更に石炭化反応が進んだもの。カロリーは高いが、燃焼には時間がかかる。良質の無煙炭は鉄鋼用コークス原料として使用される。出典：JCOAL コールノート 2011、原出典 Van Krevelen「Coal」 図 38⑨,⑩

表 17 ベトナムにおける石炭需要計画

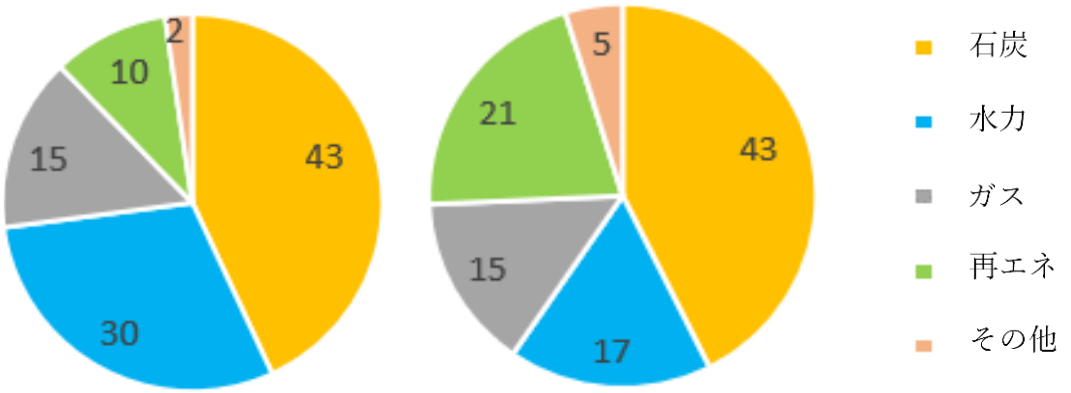
（単位：百万トン）

No.	石炭需要	2016 年	2020 年	2025 年	2030 年
1	火力発電	33.2	64.1	96.5	131.1
2	肥料、薬品	2.4	5.0	5.0	5.0
3	セメント	4.7	6.2	6.7	6.9
4	冶金	2.0	5.3	7.2	7.2
5	その他	5.2	5.8	6.1	6.4
合計		47.5	86.4	121.5	156.6

出典：ベトナム商工省 CDP より JCOAL 作成

(2)ベトナムの石炭発電の位置づけ

ベトナムの電力運営は、同国の最新の発電力設備計画として Power Development Plan 7 (PDP 7)により行われていたが、2016 年 3 月に改訂され、2030 年に向けて再エネの比率を大幅に増加させる見直しを行った。



出典：ベトナム商工省 PDP 7 改訂より JCOAL 作成

図 39 ベトナムの発電計画による設備容量シェア及び発電量シェア

そのため、電力だけでなく、農林水産業、工業･建設業、民生関係等の一次エネルギーの需要予測も、再生エネルギーの比率が大幅に増えることが予想されている。再エネルギーの中でも、発電や熱供給のためのバイオマスの使用量が大幅に増加することが予想されてい

る。継続的に石炭火力発電の使用が見込まれる中で、再エネの中でもバイオマスの使用拡大が望まれるため、石炭ボイラへのバイオマス混焼が期待される。

(3)PDP8 ドラフト版におけるエネルギー政策

2021 年 3 月にベトナム電源開発計画第 8 版（Power Development Plan、PDP8）ドラフト版「2045 年までのビジョン・2021 年～2030 年までの国家電力開発マスタープラン（PDP8)」が公開されている。2021 年の COP26 の影響もあり、政府は一年近く経った現在でも未だドラフト版の承認に至っておらず、さらなる再エネ導入の見直しが入ると予想されている。本節においては、PDP8 ドラフト版における石炭政策を概述する。

ベトナム商工省は、「2045 年までのビジョン・2021 年～2030 年までの国家電力開発マスタープラン（PDP8)」について関係省庁と関係機関の意見を聴取するために第 1 次草案を公表した。ベトナムの GDP の成長率は、2021 年～2030 年の段階で平均 6.6%／年であり 2021 年～2045 年の段階で平均 5.7%／年である。高い成長率を維持するための電力予測は、2030 年に 491TWh、2045 年に 877TWh と見込まれている。

2030 年までにベトナム全国総設備容量は 137.2GW（石炭火力：27%、ガス火力：21%、水力：18%、風力・太陽光及び他の再生可能エネルギー：29%、輸入：約 4%弱、揚水発電及び他のエネルギー蓄電装置：約 1%弱)、2045 年までに原子力発電も含む総設備容量は 276.7GW に達する（うち、石炭火力：18%、ガス火力：24%、水力：9%、風力・太陽光及び他の再生可能エネルギー：44%以上、輸入：約 2%弱、揚水発電及び他のエネルギー蓄電装置：約 3%)。

ベトナム政府は水力を除く再生可能エネルギーの開発を奨励しており、2020 年の容量比率が約 13%であるのに対し、2030 年には 30%弱、2045 年には 44%に増加する見込である。一方で石炭火力開発計画は、2021 年～2030 年段階で 2021 年～2025 年の間に稼働できる建設中や建設投資促進中の案件以外は新規石炭火力発電所案件を開発しない方針となった。従って石炭火力発電の電源構成は 2020 年の 34%から 2030 年には 27%まで減少し、改定 PDP7 の計画と比べても 16%の減少となる。さらにこの計画が進行すると 2045 年には石炭火力の比率は 17～18%に減少する。2025 年以降の石炭火力プラントは超々臨界圧発電方式（USC）以上の先進技術のみ導入する予定で、高効率化により発電量当たりの石炭火力からの CO2 排出を低減させる。この傾向を発電量でみると、その構成は石炭火力が 2030 年の約 40%から 2045 年に 28～30%に減少する見込である。

石炭火力では国内炭の生産・供給が 4,500～5,000 万ｔで既に頭打ちになっており、南部の石炭火力発電所を中心にインドネシア等からの輸入炭に依存している。発電用石炭の輸入はシナリオにも依存するが、2030 年時点で 4,700～5,200 万 t、2045 年時点で 7,500～9,600 万ｔと予想されている。

4.4. 石炭ボイラユーザーの調査

昨年度の調査時に協力を得た 4 社のうち、COVID-19 の影響により、MTV 社を除いた 3 社

は継続的な調査を実施することができなかったため、新規石炭ボイラユーザー2 社に協力を要請し、本年度の調査を実施した。

(1)石炭ボイラユーザー調査結果一覧

表 18 および表 19 にメコンデルタ地域にある石炭ボイラユーザー等の調査結果を一覧にした。

表 18 石炭ボイラユーザー等の聞き取り調査結果

会社名	MTV(農産物乾燥)	AGTEX28(布染色)	CJ Agri Vietnam(飼料製造)
場所(省)	Dong Nai	Ho Chi Minh	Long An
工場種類	農産物乾燥(籾、ﾓﾛｺｼ)	布・服製造	飼料製造(畜産・水産)
従業員数	5 人	1,800 人	400 人
敷地	1,000 ㎡	90,000 ㎡ (うちボイラ運用敷地は 1,500 ㎡)	53,000 ㎡
生産量			27,000t/月
ボイラ	○(2 台所有)	○(3 台所有)	○
燃料	石炭： 200～250ｔ/年	石炭； 12,000t/年	石炭： 29,500ｔ/年
石炭性状	6,200kcal/kg	5,500kcal/kg	4,500kcal/kg
石炭購入価格	25.8 円/kg	4.7~8.7 円/kg で変動(調査実施時の価格は 6.1 円/kg)	10.2 円/kg
石炭輸送方法	トラック輸送	トラック輸送	トラック輸送
ボイラ設備(石炭使用)	乾燥炉(2 炉:4x8m)	蒸気ボイラ 3 台(台湾製×1 台/ベトナム製×2 台)	蒸気ボイラ 1 台(ベトナム製×1 台)
	現地乾燥炉ﾒｰｶ製造	ベトナムボイラー(株)南部支社より購入	ベトナムボイラー(株)より購入
粉砕機・	無	無	無
運炭設備	無	ブルドーザ 1 台で移送	フォークリフト 1 台で移送
貯炭場・	無 (炉横に 15 ㎡の置場)	約 300 ㎡の屋根付き倉庫	約 200 ㎡の屋根付き倉庫あり(ただし、業者に

			必要な分だけを毎回搬入してもらっているため、在庫はほぼなし)
灰処理	池に埋戻し 工場敷地に投棄	業者に約3円/kgで処理委託	一般ごみとして処理
除塵設備	無	廃ガスは水に通過させ排出	廃ガスは水に通過させ排出

表 19 石炭ボイラユーザー等の聞き取り調査結果（続き）

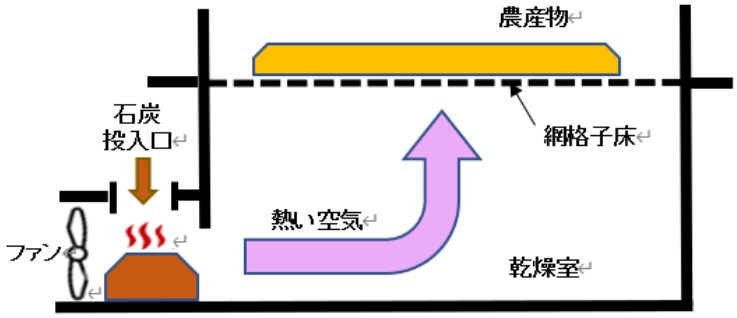
会社名	MTV(農産物乾燥)	AGTEX28(布染色)	CJ Agri Vietnam(飼料製造)
カールチップ利用可否	△	△	○
	置場無し、労働力増	利用可能。ただし、カールチップが詰まる可能性もある。	そのまま使用可能
	コスト的に疑問	詰まりが発生する場合、追加の粉砕工程が必要	
輸送可否カールチップ	ソクチャン省の精米所から購入	ソクチャン省の精米所から購入	ソクチャン省の精米所から購入
	海路約250km、その後トラックで90km	海路約250km、その後トラックで25km	海路約200km、その後トラックで7km
石炭の調達方法	近隣石炭販売業者がトラックで搬入(5km圏内)	深夜、業者がコンテナにより搬入・積み下ろし	近隣石炭販売業者がトラックで搬入(2km圏内)
カールチップ貯蔵スペース	炉横15㎡の石炭置場のみ	既存の石炭貯蔵庫に保管可 敷地の余裕もあり、追加で建設も可能	約200㎡の石炭貯蔵庫に保管可 敷地の余裕もあり、追加で建設も可能
事業展開(関心有無)	乾燥能力維持で利あれば可 全コスト引いて利あれば可	煙の発生や経済的な問題が解決するのであれば、導入を検討	石炭運用コストよりも安価かつ安定供給可能であれば、導入を検討

1JPY=199.5VND(2022年1月14日時点)

(2)MTV農産物乾燥工場

昨年度の調査時には、投入できる程度に石炭を粉砕しており、特に粉砕設備は無く、また取扱量も少量のため、価格の高い石炭を購入していた。本年度調査では、現在仕入れている石炭のサイズは一定となったが、価格が上昇していることが分かった。昨年度より、炉の仕様に変更はなく、乾燥室上部の格子床に農産物を置き、石炭投入口より、燃焼炉へ石炭を投入し、石炭燃焼によって温められた空気をファンで送風し、農産物(籾、トウモロコシ等)を

乾燥させる（下図）仕組みであり、そのままカールチップに代替可能と思われるが、COVID-19 の影響により、農産物の需要が下がり、1 日 25 トン程度のトウモロコシを乾燥させている状況であり、昨年度の石炭使用量と比較し、本年度の石炭使用量は半減している。



出典：現地調査結果を基に JCOAL 作成

図 40 農産物乾燥工場の構造

図 41 燃焼炉への石炭投入口（左）、石炭燃焼炉に入れられた石炭（右）

図 43 燃焼炉への石炭投入口
（燃焼ガスは乾燥室下部に入る）

図 42 農産物乾燥機

石炭の価格は 5,150VND/kg、年間消費量は 200～250 トンである。固形炭を購入しており、石炭燃焼後に排出される灰や煤は、引き取り業者へ依頼せず、池の埋め立てに利用もしくは

工場敷地に投棄し、自社で処分している。工場から約 5km 離れた石炭販売業者から 1~2 週間に 1 回の頻度で石炭を購入している。昨年までは自社トラックを用いて調達していたが、本年より、石炭販売業者に配達も依頼している。10t 程度の石炭の保管が可能な既存の 15 ㎡のスペースがあるが、乾燥炉付近に保管倉庫を増設できる空き地がある。

図 45 灰や煤の処分状況

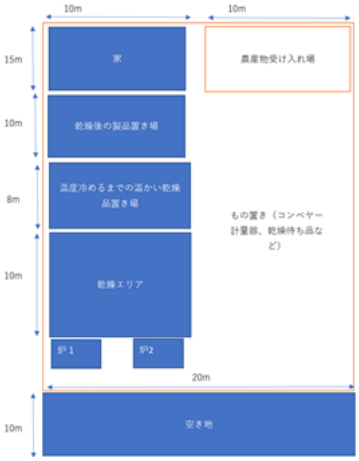


図 44 MTV 社設備設置図

石炭の籾殻固形燃料への代替について、既存の石炭ボイラ乾燥装置が利用可能であることはアドバンテージであるが、同社で籾殻固形燃料を代替する場合、現状の石炭使用量の 2 倍の量が必要であり、新規雇用及び籾殻固形燃料の置き場が必要となる。これらの初期投資に対して、一定の利益が見込まれるのであれば、導入を検討したいとのことである。

(3)AGTEX28

AGTEX28 社は 1975 年に設立した Ho Chi Minh 市に所在する国防省管轄の国営企業であり、全国に拠点を持ち、主事業である布・服の製造から不動産や燃料業まで事業を拡大しており、布・服製造工場において、石炭ボイラを使用している。1999 年より石炭販売を事業としている外部とボイラ運行契約を締結し、外部にボイラ運用を委託していたが、2010 年より別会社(THANH DAT TIEN 社)を設立し、ボイラ・土地・建物の所有権は AGTEX28 社が所有し、同社管理のもと、THANH DAT TIEN 社が運行を担当している。AGTEX28 社の所有敷地面積は 90,000 ㎡、従業員数 1,800 名であることに対して、THANH DAT TIEN 社の管理敷地面積(ボイラ運行敷地に限る)は 1,500 ㎡、従業員数は 20 名である。

石炭の価格は、安定しておらず、約 930～1,700VND/kg で変動している。調査実施時の価格は約 1,200VND/kg であった。平均市場価格と比較し、安価な理由は同社が国営企業であり、元来、石炭販売を事業としてきた THANH DAT TIEN 社と連携できることが要因の一つでないかと考えられる。AGTEX28 社はインド産の石炭を使用しており、年間消費量は約 12,000 トンであり、熱量 5,500kcal(使用石炭の成分表は社外秘にあたり、入手できず)である。し

かし、同等の熱量を発する石炭規格であれば、灰分 20-25%であるのに対して、AGTEX28 社の使用する石炭は灰分 40-45%である。加えて、使用している石炭は湿っているように見受けられ、含水率が高く、低品質な石炭を使用していることが予想される。運搬方法は調達先が毎晩、AGTEX28 社へトラックでコンテナ搬入し、積み下ろしまで行っている。

石炭の籾殻固形燃料への代替について、現在使用している石炭の価格と同等もしくは同等以下であれば、可能性がある。したがって、カールチップに代替する場合、5,500kcal÷3,700kcal(使用するカールチップの 1kg あたりの熱量)=約 1.48kg(必要なカールチップ量(発熱量ベース))となるため、カールチップ約 1.48kg の購入からボイラに使用するまでの費用を含めた全体のコストが同社の石炭購入価格と灰の処分費用を含めたコストと比較した際に優位性が認められれば採算性があると考察される。

i　AGTEX28 のボイラ仕様と技術

工場にはサーマルオイルボイラ 1 台と石炭ボイラ 3 台(1 台は工事中)が設置されている。

①　サーマルオイルボイラ

・ 概要：台湾製、2012 年購入のボイラ

・ 仕様：熱媒体に液体油を使用、循環油温度：275℃、戻り油温度：265℃

図 46 サーマルオイルボイラ

ドラム状の高温低圧加熱炉に内装されたコイル状の伝熱管内を循環する熱媒体が炉内で加熱された後、工場内の染色設備に送られ、放熱後、ボイラに戻り、循環使用される。炉内の特殊な伝熱管配置構造で、高い熱効率で燃料の節約が可能。運転中は、炉内は負圧で高温燃焼ガスが炉外に漏れることはない。

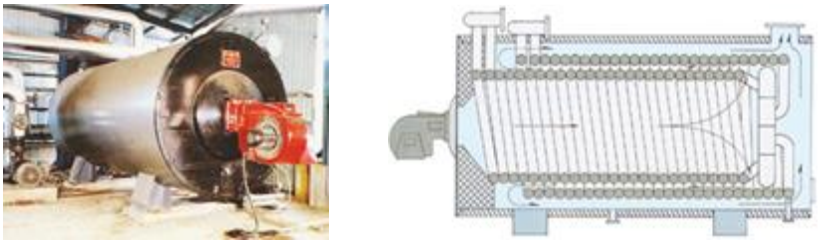


図 47 サーマルオイルボイラの例

② 石炭ボイラ

概要： 3 台のうち、最初の 2 台は元々、台湾製のサーマルオイルボイラだったが、うち 1 台は台湾製(メーカー、型番不明)、もう一台はベトナムボイラ社製の石炭ボイラに、それぞれ 2011 年、2019 年に取り換えられた。3 台目も導入当初は、台湾製ボイラであり、大きい塊状の石炭を燃料に使用していたが、小径の石炭を焚けるベトナム製の石炭焚ボイラ(型番不明)に取換え工事中。

- 仕様(ベトナム製)：ベトナムボイラ(株)南部支店製
- 型番：LH10/10.GX　　蒸発量：10t/h
- 蒸気条件：10kg/㎠ x 184℃　(最高許容圧力 15kg/㎠)
- 形式：単胴型自然循環ボイラ移動床ストーカ焚

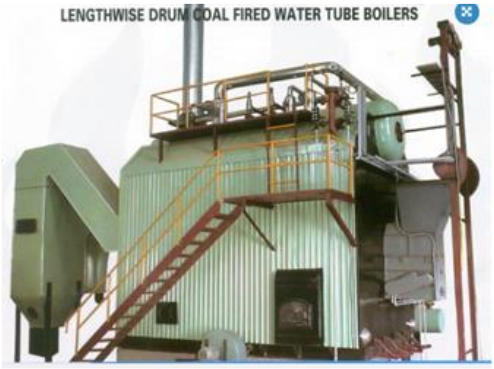


図 48 ベトナムボイラ社製 標準型 単胴型自然循環ボイラ

ii 運転状況

ーボイラの状況

図 49 AGTEX28 のベトナムボイラ製 単胴型自然循環ボイラ（移動床ストーカ焚）

石炭は Thanh Dat Tien 社により手配されたインド産の石炭で、下図の写真の様な建屋にボイラと一緒に設置され、屋根も隙間があるなど、老朽化しており、保修の必要な状態である。カールチップを混焼するには、その貯蔵場所の確保が必要である。左下図の左側のボイラがベトナムボイラ社製、右側が台湾製、その右手に貯炭場があり(右下図)、奥側に石炭、手前側に灰が貯蔵されている。

図 50 ボイラと貯炭場

石炭はブルドーザで移送され、先述の様に、中央図の台湾製ボイラでは作業員がシャベルでボイラの燃料投入孔に投入している。

図 51 石炭投入の様子

ボイラはいずれもストーカ焚で、燃料はインド炭を主燃料としているが、納入炭の粒径は約 3mm 以下で、粉砕は不要である。(図 53 参照) 石炭燃焼後の灰は、ごみ処理業者に処理してもらっている。

図 53 納入炭の粒径

図 52 炉底スラグの排出設備

(4)CJ Agri Vietnam

CJ 社は韓国外資 CJ グループに属し、1999 年に Long An 省へ工場を建設し、家畜・家禽及び水産の飼料製造ラインを整備しており、石炭ボイラが組み込まれている。

CJ 社の石炭使用量は、29,500 トン、石炭の発熱量は約 4,500kcal/kg であり、同等の熱供給を想定すると、石炭使用量の 22%増となる約 36,000 トンのカールチップが必要となる。貯蔵場所は 200 ㎡の屋根付き石炭保管倉庫があり、石炭販売業者に必要分のみ搬入してもらっており、保管スペースに余裕があるため、新規で建設する必要がない。

i CJ Agri Vietnam のボイラ仕様と技術

工場にはオイルボイラ 1 台と石炭ボイラ 1 台が設置されている。

① オイルボイラ（2005 年購入）：予備として購入も、ほとんど使用していない。

・ 仕様(ベトナム製)：メーカ不明
・ 蒸気条件：7Pa
・ 使用燃料：DO、FO

② 石炭ボイラ（2005 年購入）

・ 仕様(ベトナム製)：ベトナムボイラ(株)製
・ 型番：LT8/10X　　蒸発量：８t/h （最大値）
・ 蒸気条件：8.5Pa x 18０℃
・ 形式：外燃室水管ボイラ　移動床ストーカ焚

このボイラの構造は、外部燃焼室と水管ボイラを組み合わせた自然循環式ボイラで、標準的な系統図、外観写真は以下の通りである。系統図に示す様に石炭ボイラは移動床ストーカ炉で石炭を燃焼して発生したガスで水管ボイラ飽和蒸気を発生させる自然循環式ボイラである。

図 54 標準的な外観写真

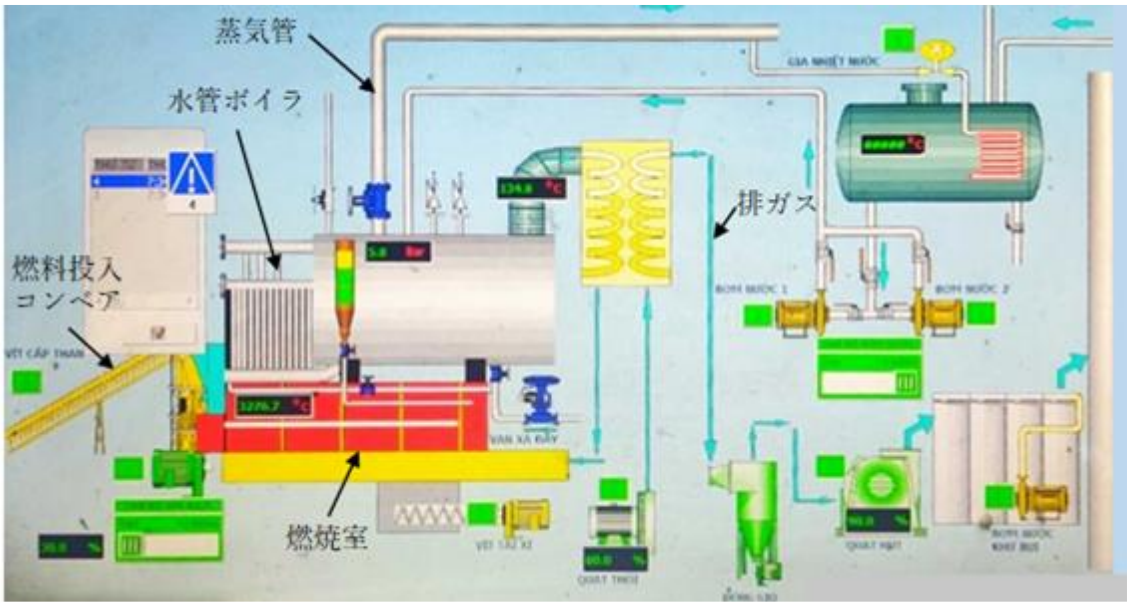


図 55 標準的な系統図

ii　運転状況

①　ボイラの状況

燃料はインド炭を主燃料としているが、直近 3 年間は燃料価格が上がった時には、籾殻の固形化燃料（小さいペレット状）を使用している。同社は既に籾殻ペレットを使用しているため、カールチップの使用に抵抗はないという回答を得ている。

図 56 CJ Agri Vietnam のベトナムボイラ製自然循環ボイラ（移動床ストーカ焚）

基本的に石炭の在庫は持たない方針を取っており、約 2km 離れた所にある石炭販売会社の 5,000 ㎡倉庫から、必要分(10t トラック 1 台分)だけ、業者に都度、搬入を依頼している。籾殻ペレットは隣の Tien Giang 州からトラックで持ち込み、石炭倉庫に置いている。

使用石炭の灰は一般ゴミとして廃棄されている。既存の籾殻ペレット使用時は、灰が相当量排出されるが、肥料に使う者もおり、無料で引き取られている。ボイラ排ガスは煙突前で、水に通過させ、埃だけを取り、煙突から排出されている。

図 57 燃焼室と水管ボイラ部

図 58 炉底スラグの排出設備（右)、籾殻ペレット搬入コンベア（左）

(5)各社における石炭使用状況

各社の石炭ボイラユーザー調査結果のうち、石炭使用状況の調査結果をまとめた（表 20)。

表 20 各社の石炭使用状況まとめ

	MTV(農産物乾燥)	AGTEX28(布染色)	CJ Agri Vietnam (飼料製造)
石炭使用量 t/年	250	12,000	29,500
石炭熱量 Kcal/kg	6200	5,500	4,500
石炭単価 円/kg	25.8	6.1	10.2
石炭単価 VND/kg	5,150	1,200	2,000
1kg あたりの石炭熱量換算籾殻固形燃料必要量(kg)	1.68	1.48	1.21
籾殻固形燃料必要量 t/年	420	17,760	35,695

1JPY=199.5VND(2022 年 1 月 14 日時点)

カールチップ熱量=3,700kcal/kg

4.5. 本事業導入の可能性

(1)籾殻固形燃料の製造原価

本事業において、実態調査を実施した Chau Hung 精米所及び Thanh Tin 精米所の 2 社のうち、籾殻排出量や導入可能性等を総合的に考慮し、Thanh Tin 精米所にグラインドミル（TRM-200CR）導入を想定する。TRM-200CR を 1 台導入し、月に 20 日、1 日 8h 稼働にて 12 ヶ月で約 460t のカールチップを生産することを条件として、籾殻を無償とした場合と有償

とした場合の 2 通りで試算する。

i 籾殻を無償とした場合

1. 前提条件

項目		数量	単位	備考
1)	グラインドミル TRM-200CR 購入費	270	万円	CR 型本体 250 万円+輸送費 20 万円込
2)	建屋電気設備設置費	0	万円	既存の建屋に設置と仮定。
	設備費合計（250 万円＋20 万円）	270	万円	
3)	減価償却費(270 万円÷7)	39	万円	7 年均等償却。
4)	カールチップ製造の月数	12	ヶ月	
5)	消耗部品（1920 時間当たり）	68.4	万円/1920h	8h x 20 日 x 12 か月=1920h
6)	生産に要する人件費(12 カ月稼働)	30.0	万円/12 ヶ月	2.5 万円/月 Thanh Tin 精米所の人件費を参照
7)	使用電力量(12 ヶ月分)	57,600	kwh/12 ヶ月	30kw×1920h=57,600kwh
8)	電力料金(12 ヶ月分)	44.9	万円/12 ヶ月	7.8 円/kWh Thanh Thin 精米所の電気料金(一般時単価を適用)より抜粋"
9)	カールチップ生産量（１時間運転)	240	kg/h	240kg/ｈと仮定
10)	カールチップ生産量（12 ヶ月 1920 時間稼働)	460.8	t/1920h	12 か月生産量

2. 生産コスト試算表

項目	コスト	単位	備考
籾殻調達コスト	0.0	万円	籾殻を 0 円/kg で調達と仮定/自社排出分を使用
グラインドミル設備減価償却費	39	万円	270 万÷7
人件費(12 ヶ月分)	30	万円	月 2.5 万円×12 か月
電力料金(12 ヶ月分)	44.9	万円	7.8 円/kWh Thanh Thin 精米所の電気料金(一般時単価を適用)より抜粋
消耗品費用	68.4	万円	部品単価×1920h
合計	181.9	万円	

3.

ブリケット 1t 当たりの生産コスト

項目	数量	単位
カールチップ生産量	460.8	t
カールチップ 460.8t の生産コスト	181.9	万円
カールチップ 1t の生産コスト	0.39	万円/t
カールチップ 1kg の生産コスト	3.9	円/kg

2022 年 1 月 14 日時点　1VND=0.005 円

ii 籾殻を有償とした場合

1. 前提条件

項目		数量	単位	備考
1)	グラインドミル TRM-200CR 購入費	270	万円	CR 型本体 250 万円+輸送費 20 万円込
2)	建屋電気設備設置費	0	万円	既存の建屋に設置と仮定。
	設備費合計（250 万円＋20 万円）	270	万円	
3)	減価償却費(270 万円÷7)	39	万円	7 年均等償却。
4)	カールチップ製造の月数	12	ヶ月	
5)	消耗部品（1920 時間当たり）	68.4	万円/1920h	8h x 20 日 x 12 ヶ月=1920h
6)	生産に要する人件費(12 カ月稼働)	30.0	万円/12 ヶ月	2.5 万円/月 Thanh Tin 精米所の人件費を参照
7)	使用電力量(12 ヶ月分)	57,600	kwh/12 ヶ月	30kw×1920h=57,600kwh
8)	電力料金(12 ヶ月分)	44.9	万円/12 ヶ月	7.8 円/kWh Thanh Thin 精米所の電気料金(一般時単価を適用)より抜粋
9)	カールチップ生産量（1 時間運転)	240	kg/h	240kg/h と仮定。
10)	カールチップ生産量（12 ヶ月 1920 時間稼働)	460.8	t/1920h	12 か月生産量

2. 生産コスト試算表

項目	コスト	単位	備考
籾殻調達コスト	92.2	万円	籾殻を 2.0 円/kg で調達と仮定(400VND/kg)
グラインドミル設備減価償却費	39	万円	270 万円÷7
人件費(12 ヶ月分)	30	万円	月 2.5 万円×12 か月

電力料金(12 ヶ月分)	44.9	万円	7.8 円/kWh Thanh Thin 精米所の電気料金(一般時単価を適用)より抜粋
消耗品費用	68.4	万円	部品単価×1920h
合計	274.1	万円	

3. ブリケット 1t 当たりの生産コスト

項目	数量	単位
カールチップ生産量	460.8	t
カールチップ 460.8t の生産コスト	274.1	万円
カールチップ 1t の生産コスト	0.59	万円/t
カールチップ 1kg の生産コスト	5.9	円/kg

2022 年 1 月 14 日時点　1VND=0.005 円

Thanh Tin 精米所に TRM-200CR 1 台を導入した場合、籾殻に価格を設定しない場合は 3.9 円(780VND)/kg となり、一方、籾殻に価格を設定する場合は 5.9 円(1,180VND)/kg の製造原価となる。

(2)籾殻固形燃料の輸送費用

籾殻固形燃料(カールチップ)を用いて石炭ボイラユーザー各社が石炭の代替とする場合、Thanh Tin 精米所からの各社への輸送費も含める必要がある。石炭ボイラユーザー各社へ輸送する費用は現地ヒアリング調査結果より、以下の通りとなる。

表 21 石炭ボイラユーザー各社へのカールチップ輸送費

	MTV(農産物乾燥)	AGTEX28(布染色)	CJ Agri Vietnam (飼料製造)
輸送費 VND(JPY)/kg	435(2.18)	337.5(1.69)	287.5(1.44)
輸送手段 陸送 or 運河	運河+陸送	運河+陸送	運河+陸送
輸送距離 km	340	250	275
石炭代替可能最大量 (t/年)	250	12,000	30,000

(3)籾殻固形燃料代替使用時の試算

表 21 の輸送費を含め、各社が石炭を籾殻固形燃料（カールチップ）に代替した場合のシミュレーションは下表の通りとなる。

表 22 石炭をカールチップに代替した場合のシミュレーション

項目	単位	MTV(農産物乾燥)	AGTEX28(布染色)	CJ Agri Vietnam(飼料製造)
カールチップ購入価格(籾殻無償ケース)	VND/kg	1,220	1,120	1,080
カールチップ購入価格(籾殻有償ケース)	VND/kg	1,620	1,520	1,480
カールチップ購入価格(籾殻無償ケース)	円/kg	6.1	5.6	5.4
カールチップ購入価格(籾殻有償ケース)	円/kg	8.1	7.6	7.4
籾殻固形燃料必要量	t/年	420	17,838	36,486
年間カールチップ購入費(籾殻無償ケース)	VND/年	512,400,000	19,978,560,000	39,404,880,000
	JPY/年	2,568,421	100,143,158	197,518,195
年間カールチップ購入費(籾殻有償ケース)	VND/年	680,400,000	27,113,760,000	53,999,280,000
	JPY/年	3,410,526	135,908,571	270,673,083

※1 JPY=199.5VND(2022 年 1 月 14 日時点)

※カールチップ購入価格は製造原価及びを基に設定

石炭/ユーザーが現在使用している石炭をカールチップで代替する場合、原料となる籾殻に無償とした場合、4.9 円(978VND)～5.2 円(1,037VND)/kg となり、籾殻を有償とした場合、6.9 円(1,377VND)～7.2 円(1,436VND)/kg で代替可能である。

(4)石炭ボイラユーザーが使用する石炭のカロリー

今回得られた調査結果によると、使用石炭のカロリー（熱量）はそれぞれ MTV 社が 6,200kcal/kg、AGTEX28 社が 5,500kcal/kg、CJ Agri 社が 4,500kcal/kg となっているため、表 23 からそれぞれ、粉炭 4a、粉炭 5a、粉炭 6a を使用しているものと推察される。

表 23 使用石炭の品質（規格からの推定値）

企業	規格	灰分(%)	水分(%)	揮発分(%)	硫黄分(%)	発熱量(kcal/kg)
MTV	4a	21.00	8.00	6.50	0.65	6,400
AGTEX28	5a	29.00	8.00	6.50	0.65	5,600
CJ Agri	6a	37.5	8.00	6.50	0.65	4,800

AGTEX28 社及びCJ Agri 社は、大規模な屋根付き倉庫で石炭を保管しており、石炭をカールチップに代替した場合、定常的に受け入れる体制が既に整備されている。また、AGTEX28 社において、燃焼灰を 2,500 円/t で有償処理しているが、カールチップは石炭に比較して半分以下の灰分となるため、処理コストの低減が期待できる。

(5)石炭ボイラへの籾殻固形燃料の適用可否

MTV 農産物乾燥工場はそのまま使用可能と思われるが、使用量が少ないため、燃料転換のインパクトは小さい。AGTEX28 社のボイラはいずれもストーカ焚であり、石炭の粒径は約 3mm 以下のものを使用しており、カールチップの細分化等を含む前処理の必要がなく、石炭と同様の手段で使用可能である。CJ Agri 社で採用しているボイラの構造は、外部燃焼室と水管ボイラを組み合わせた自然循環式ボイラであり、石炭ボイラは移動床ストーカ炉で石炭を燃焼して発生したガスで水管ボイラ飽和蒸気を発生させている。最近では主燃料である石炭の価格が上がった時のみ、籾殻固形化燃料（小さいペレット状）を籾殻ペレット搬入コンベアで炉に投入しているため、カールチップ代替にあたり新たな設備導入の必要はない。ただし籾殻には、稲の健全な生育に欠かせないケイ酸分が多量に含まれているため、ボイラで燃焼する場合、ボイラの燃焼炉内にクリンカと呼ばれる結晶性シリカの塊が形成されるため、それへの配慮が必要である。ストーカ型ボイラの場合、過燃焼による炉内高温化に気を付ける他、燃焼炉壁の保護のため耐火物、あるいはライニング等の対応や、火格子での吹き抜け、あるいは逆に閉塞に注意する必要がある。

(6)籾殻固形燃料による燃料転換の可能性

石炭使用実態調査結果より、調査対象全社が既存設備をそのまま使用し、カールチップを使用できるため、新たな設備投資は伴わず、技術的な石炭代替への障害は少ない。したがって、調査対象石炭ユーザー全社の石炭使用時に発生する費用とカールチップ使用時に発生する費用を試算する。

表 24 調査対象石炭ユーザー各社のカールチップ導入試算

			MTV(農産物乾燥)	AGTEX28(布染色)	CJ Agri Vietnam(飼料製造)	備考
石炭	石炭使用量	t/年	250	12,000	29,500	
	石炭熱量	kcal/kg	6,200	5,500	4,500	
	石炭単価	VND/kg	5,150	1,200	2,000	
		JPY/kg	25.8	6.0	10.0	
	年間石炭購入費	VND/年	1,287,500,000	14,400,000,000	59,000,000,000	
		JPY/年	6,453,634	72,180,451	295,739,348	

	ボイラメンテナンス費	VND/年	0	2,970,000,000	0	
		JPY/年	0	14,887,218	0	
	石炭使用時の年間ランニング費	VND/年	1,287,500,000	17,370,000,000	59,000,000,000	
		JPY/年	6,453,634	87,067,669	295,739,348	
カールチップ	カールチップ使用量	t/年	419	17,838	35,878	
	カールチップ熱量	kcal/kg	3,700	3,700	3,700	
	カールチップ単価	VND/kg	1,220	1,120	1,080	籾殻無償
		JPY/kg	6.1	5.6	5.4	
		VND/kg	1,620	1,520	1,480	籾殻有償
		JPY/kg	8.1	7.6	7.4	
	年間カールチップ購入費	VND/年	511,180,000	19,978,378,378	38,748,648,649	籾殻無償
		JPY/年	2,562,306	100,142,248	194,228,815	
		VND/年	678,780,000	27,113,513,514	53,100,000,000	籾殻有償
		JPY/年	3,402,406	135,907,336	266,165,414	
	ボイラメンテナンス費	VND/年	0	1,485,000,000	0	
		JPY/年	0	7,443,609	0	灰分が半分になるため、石炭ボイラメンテナンス費の50%と試算
	カールチップ使用時の年間ランニング費	VND/年	511,180,000	21,463,378,378	38,748,648,649	籾殻無償
		JPY/年	2,562,306	107,585,857	194,228,815	
		VND/年	678,780,000	28,598,513,514	53,100,000,000	籾殻有償
		JPY/年	3,402,406	143,350,945	266,165,414	

また、各社の石炭使用を全量カールチップへ代替した場合の削減費用は以下の通りである。

表 25 MTV 社、AGTEX28、CJ Agri Vietnam へのカールチップ導入による燃料費削減効果

			MTV 社(農産物乾燥)	AGTEX28(布染色)	CJ Agri Vietnam(飼料製造)	備考
比較	ボイラ燃料を石炭からカールチップに変える事で得ら	VND/年	776,320,000	-4,093,378,378	20,251,351,351	籾殻無償
		JPY/年	3,891,328	-20,518,187	101,510,533	
		VND/年	608,720,000	-11,228,513,514	5,900,000,000	籾殻有償
		JPY/年	3,051,228	-56,283,276	29,573,935	

	える削減費用					
	石炭使用の年間発生費用と比較したカールチップ使用の年間発生費用の削減率	%	60.3%	-23.6%	34.3%	籾殻無償
		%	47.3%	-64.6%	10.0%	籾殻有償

したがって、籾殻の価格設定を無償とするか有償とするかどうかで削減できる費用は変動するが、石炭使用時と比較し、MTV 社は年間 3,051,228 円(608,720,000VND)～3,891,328 円(776,320,000VND)の削減が期待され、石炭使用時の 47.3%～60.3%まで削減することができる。また、CJ Agri 社は年間 29,573,935 円(5,900,000,000VND)～101,510,533 円(20,251,351,351VND)の削減が期待され、石炭使用時の 10.0%～34.3%まで削減することができる。一方、AGTEX28 社がカールチップで石炭を代替した場合、石炭使用時の年間発生費用と比べて 23.6～64.6%まで費用が増加した。これは AGETEX28 社の石炭の調達単価が極めて安いことが大きな要因である。したがって、AGTEX28 社を除き、MTV 社及び CJ Agri 社におけるカールチップ代替可能性は高いと考えている。そして、カールチップ販売元となる精米所の想定する利益分を上乗せした際、①精米所の収益確保及び②購入先となるユーザーの石炭使用時と比較した経済的な優位性の確保できるのであれば、本事業の実現可能性は一層高まると考えている。COVID-19 の影響によって現地への渡航制限や省をまたぐ移動の制限等、本年度は調査実施における制限が多く、上記 2 点に関する調査実施は叶わなかったため、次年度に継続的な調査を予定する。

(7)CO2 削減量・費用対効果算出等

i 概要

既存の製造業者（非エネルギー用途）における燃料転換に伴う GHG 排出削減効果を評価する。このプロジェクトは石炭から籾殻由来のカールチップに転換するものである。ソクチャン省において「カールチップの代替燃料としての可能性」を検討した結果、Thanh Tin 精米所でカールチップを製造し、CJ Agri Vietnam 社及び MTV 社でそのカールチップを受け入れることの実現可能性が示唆された。ここでは、以下の 2 つのケースについて、温室効果ガス排出削減効果及び費用対効果を評価する。

①Thanh Tin 精米所から供給されるカールチップで Pulppy 社の石炭全量を代替する
②Thanh Tin 精米所から供給されるカールチップで MTV 社の石炭全量を代替する

ii MRV 方法論

MRV 方法論は、CDM 方法論「AMS-III.AS.： 非エネルギー用途の既存の製造施設における化石燃料からバイオマスへの転換（Version 2.0)」を参考にした。この方法論は、化石燃料の全量、または一部が転換される場合の両方に適用可能である（図 59)。

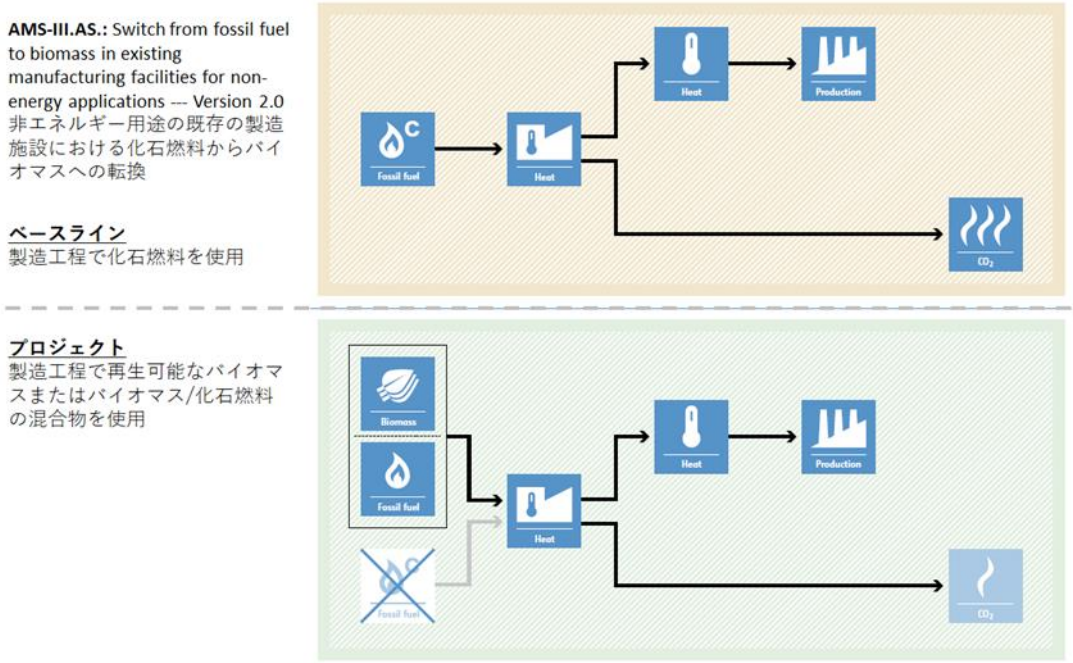


図 59 CDM 方法論 AMS-III.AS.が対象とするプロジェクトのイメージ

出典：UNFCCC “CDM Methodology Booklet - Eleventh edition”, Nov. 2019.

適格性要件（適用可能性）は以下の通りである。検討中のプロジェクトは、全ての適格性要件を満たしているものと想定した。

＜適格性要件＞

(a) ベースラインの化石燃料とプロジェクトのバイオマスは、製品（鉄鋼、セラミック、アルミニウム、石灰、クリンカ等）の製造に使用される熱エネルギー変換装置（炉、キルン、乾燥機等）で消費される。

(b) プロジェクト開始日の直前から少なくとも 3 年間は、改造、改修、交換が行われている生産システムにおいて、化石燃料のみ（再生可能なバイオマスは使用していない）が使用されていたことを、過去のデータを用いて証明しなければならない。少量のバイオマスが実験目的で使用された場合は、これを除外することができる。

(c) 規制は、現地規制の広範な不遵守（その国の製造生産活動の 50%未満の遵守）が証明されない限り、ベースラインの化石燃料の使用を制限したり、プロジェクトのバイオマスや低炭素エネルギー源の使用を要求したりすることはない。

(d) 燃料転換が行われる生産プロセスは、明確なエネルギー投入（特定の燃料）と明確な出力（中間製品又は最終製品）がなければならない。各要素プロセスの出力は、適切

な国際／国家標準又は工業標準が存在する出力でなければならない。

(e) この方法論は、プロセスの一次出力が直接測定可能なエネルギー（熱、電気等）であるプロジェクト活動には適用できない。

(f) プロジェクト期間中の工場における製品（例：セラミック碍子、タイル、鋼塊、石灰、アルミニウム 調理器具）がベースラインのそれと同等であること。当該方法論において同等の製品というのは、同じ用途、同じ物理的性質、同じ機能であることをいう。また、同じ期間中に製品は、ベースラインの時と同等かそれ以上のサービスか性能を持たなければならない。製品に国または国際的な規格が適用される場合は、その製品はそのような規格に合うものでなければならない。そうでない場合は、関連する業界の規範に従うものであること。

(g) プロジェクトで使用される投入資材の種類は、ベースラインで使用された投入資材と同質であり、投入資材の種類、組成、または製品生産量の単位あたりの投入資材の使用量のクレジット期間中の偏差は、ベースラインの特性と値の±15%の範囲内でなければならない。

(h) 改造、改修及び／又は交換を伴う設備は、ベースラインの生産能力の±15%を超えて生産能力に影響を与えてはならない。

iii プロジェクトのバウンダリ

プロジェクトのバウンダリ（境界線）は、エネルギー源の転換が行われる物理的、地理的な場所であり、転換によって影響を受けるすべての設備、プロセス、機器が含まれる。検討中のプロジェクトでは、プロジェクトシナリオにおいて、籾殻からのカールチップ製造に使用する電力消費に伴う CO2 排出量、並びにカールチップの輸送にかかる燃料消費に伴う CO2 排出量も算定対象とする。他方、リファレンスシナリオにおける籾殻からのブリケット製造に使用する電力消費に伴う CO2 排出量、並びブリケットの輸送に伴う CO2 排出量は、保守性を担保するという観点から計上しないものとした（図 60）。

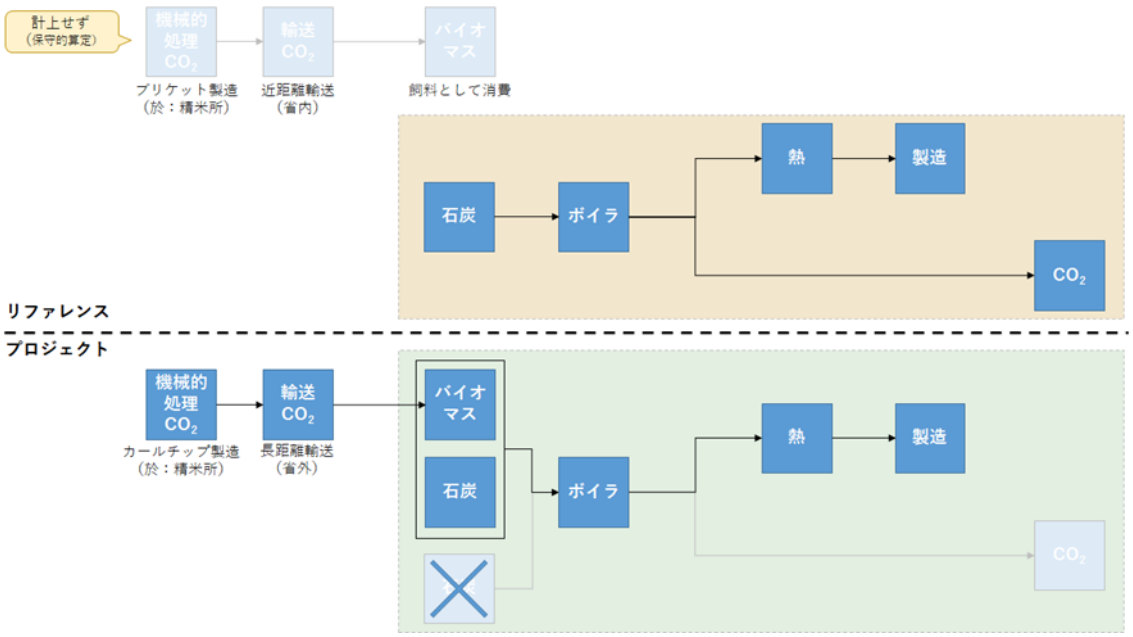


図 60 プロジェクトのバウンダリ

表 26 対象となる GHG とその排出源

	排出源	GHG	算定対象	説明
リファレンス	ボイラでの石炭消費	CO_2	Yes	主要排出源
		CH_4, N_2O	No	ごく微量。保守的算定のため除外。
	ボイラでの電力消費	CO_2	No	ファン等の限られた機器のみで消費。保守的算定のため除外。
	バイオマス製造の電力消費	CO_2	No	保守的算定のため除外。
	バイオマス輸送の燃料消費	CO_2, CH_4, N_2O	No	保守的算定のため除外。
	バイオマス投棄による腐敗	CO_2, CH_4, N_2O	No	飼料として消費。該当せず。
プロジェクト	ボイラでの石炭消費	CO_2	Yes	主要排出源
		CH_4, N_2O	No	ごく微量。簡素化のため除外。
	ボイラでのバイオマス消費	CO_2	No	カーボンニュートラル。
		CH_4, N_2O	No	ごく微量。簡素化のため除外。
	ボイラでの電力消費	CO_2	No	ファン等の限られた機器のみで消費。リファレンスと同じボイラ想定で除外。
	バイオマス製造の電力消費	CO_2	Yes	主要排出源
	バイオマス輸送の燃料消費	CO_2	Yes	主要排出源
		CH_4, N_2O	No	ごく微量。簡素化のため除外。
	バイオマスの貯蔵	CO_2	No	カーボンニュートラル
		CH_4, N_2O	No	1 年以上貯蔵されることはなく、発生

				量は微量と想定し、簡素化のため除外。

iv 温室効果ガス排出量の計算式及び算定結果

CJ Agri Vietnam 社及び MTV 社における温室効果ガス排出削減量を以下の計算式を用いて計算を行った。

両社ともに石炭の全量をカールチップで代替するものと仮定した場合、CJ Agri Vietnam 社では年間約 48,000 トン、MTV 社では年間約 560 トンの CO2 削減効果が見込まれた。

$ER = E_{Reference} - E_{Project}$

ER:	温室効果ガス排出削減量（トン CO_2 換算/年）
$E_{Reference}$:	リファレンスシナリオの温室効果ガス排出量（トン CO_2 換算/年）
$E_{Project}$:	プロジェクトシナリオの温室効果ガス排出量（トン CO_2 換算/年）

リファレンス排出量

$E_{Reference} = M_{Coal} * NCV_{Coal} * EF_{Coal}$

$E_{Reference}$:	リファレンスシナリオの温室効果ガス排出量（トン CO_2 換算/年）	
M_{Coal}:	石炭の消費量（トン/年）	実測値
NCV_{Coal}:	石炭の発熱量（GJ/トン）	実測値
EF_{Coal}:	石炭の排出係数（トン CO_2/GJ）	石炭の IPCC デフォルト値：94.6 $kgCO_2$/GJ

プロジェクト排出量

$E_{Project} = (M_{Coal} * NCV_{Coal} * EF_{Coal}) + (M_{Electricity} * EF_{Electricity}) + (M_{Transport} * EF_{Transport})$

$E_{Project}$:	プロジェクトシナリオの温室効果ガス排出量（トン CO_2 換算/年）	
M_{Coal}:	石炭の消費量（トン/年）	モニタリング対象　※全量代替される場合はゼロ
NCV_{Coal}:	石炭の発熱量（GJ/トン）	リファレンスの値と同じ
EF_{Coal}:	石炭の排出係数（トン CO_2/GJ）	リファレンスの値と同じ
$M_{Electricity}$:	カールチップ製造機の電力消費量（kWh/年）	モニタリング対象
$EF_{Electricity}$:	電力の排出係数（$kgCO_2$/kWh）	ベトナムのデータ：0.9130 $kgCO_2$/kWh
$M_{Transport}$:	輸送燃料の消費量（L/年）	モニタリング対象（輸送距離、トラックの最大積載量及び燃費からも推計可。この場合、輸送距離はモニタリング対象）
ρ	燃料の密度（kg/L）	ディーゼルの値：0.85 kg/L （出典 Science Direct）
$EF_{Transport}$:	輸送燃料の排出係数（$kgCO_2$/GJ）	ディーゼルの IPCC デフォルト値：74.1 $kgCO_2$/GJ

v 費用対効果

CJ Agri Vietnam 社及び MTV 社で使用される石炭の全量をカールチップで代替する場合の

費用対効果の試算を以下に示す。JCM 設備補助事業の公募情報には、「GHG 排出削減総量に係る補助金額の費用対効果（GHG 排出量を 1 トン削減するために必要な補助金額の費用対効果）は、原則として 4 千円/tCO2eq 以下とする。」とある。最低限の補助率である 3 割が適用された場合の費用対効果は 190～210 円/トン CO2 であり、4 千円/トン CO2 をはるかに下回ることが確認された。

表 27 費用対効果（カールチップによる燃料転換）

項目	CJ Agri Vietnam 社	MTV 社	備考
導入台数（台）	78	1	カールチップ製造機
初期投資額（円）①	2 億 1,060 万	270 万	270 万円/台
耐用年数（年）	7	7	減価償却資産の耐用年数等に関する省令、農業用設備
GHG 排出削減量（トン CO_2）②	340,000	3,900	耐用年数期間中の効果
費用対効果（円/トン CO_2）	620	690	①/② ※補助なしの場合。
費用対効果（円/トン CO_2）	190	210	補助額/② ※JCM 設備補助事業の計算式。3 割補助想定の試算結果。

vi モニタリングの実施体制

プロジェクトを実施する際には表 28 に示すパラメータをモニタリングする必要がある。データ収集を行う事業者についても表中に示している。JCM 設備補助事業に申請する際には、導入設備の法定耐用年数の MRV 報告が求められるため、モニタリングの実施体制を整えておく必要がある。想定される実施体制は図 61 の通りである。カールチップ製造所でほとんどのデータは取れるが、プロジェクトのバイオマス輸送にかかる燃料消費量に関連するデータは、輸送事業者から入手する必要がある。そのためには、事前に関係者間で協力協定等を結ぶといった調整が必要である。

なお、ここでは石炭全量をカールチップで代替することを想定しているが、一部の代替（混焼）となる場合は石炭の消費量もモニタリング対象となる。その場合は、ボイラユーザー企業からの協力獲得も必要となる。

表 28 モニタリングのパラメータ

パラメータ	モニタリング実施者
石炭の消費量（トン/年）	石炭ボイラユーザー（CJ Agri Vietnam 社、MTV 社）が記録する。 ※全量代替される場合はモニタリング不要
カールチップ供給量（トン/年）	カールチップ製造者（Thanh Tin 精米所）が記録する。
付帯設備の電力消費量（kWh/年）	カールチップ製造者（Thanh Tin 精米所）が記録する。
輸送燃料の消費量（L/年）、または輸送距離（km/年）	カールチップ製造者（Thanh Tin 精米所）が記録する。 ただし、データは輸送業者から入手する必要がある。

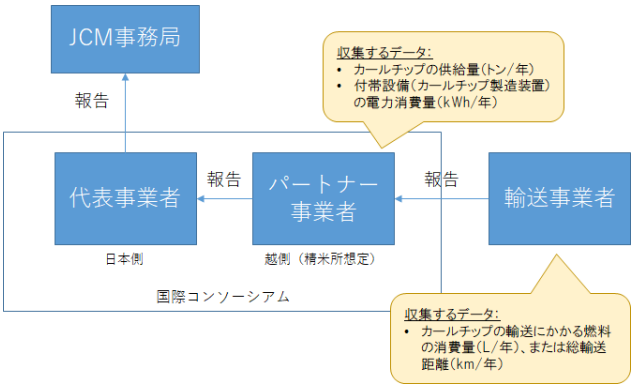


図 61 モニタリングの実施体制案

vii 今後の検討事項

特になし。プロジェクトの内容に変更があった際には適宜データを更新する必要がある。

5. 太陽光発電システム及び BEMS 導入による創エネ・省エネ事業調査

広島県内企業である広川エナス株式会社が手掛ける太陽光発電システムおよび BEMS（ビルマネジメントシステム）を現地に導入することを想定して現地傭人を通じて現地調査を行い、実現可能性を検討した。

5.1. 導入を想定する技術・製品

(1)太陽光発電システム

導入を想定する太陽光発電システムは工場等における自家消費を基本とするが、夜間や土曜日、日曜日などの非稼働時間には余剰電力が発生する。余剰電力の取り扱いにより、太陽光発電設備の出力設定が検討課題である。また、発電量に応じて太陽光パネル設置場所の制約条件がある。太陽光発電設備を設置可能な場所として、敷地内の空き地や工場の屋根、建物の屋上等が考えられる。

地上に設置する太陽光発電設備のパネル取り付け架台は、固定式架台が多く採用されています。固定式架台は、太陽光からのエネルギーを最も多く受け取ることができるよう、ほぼ真南の方角にパネルを向けて、設置場所ごとに決定された最適な傾斜角度で設置されているが、固定式のため、午前 11 時ころから午後 2 時ころまでが高い発電出力が期待できるが、それ以外の時間帯では、太陽の角度の関係でパネルが受け取れるエネルギーが減少するため、多くの発電量が期待できないという現象が起きる。

最近では、太陽光からのエネルギーをより多く受け取れるよう、日の出の時間にはパネルは東を向き、太陽の動きに合わせて動き、日没の時間にはパネルには西を向く、東西を追尾する「１軸式」と、これに加えて季節の変化に伴ってパネルの傾斜角度も変化させて、東西南北の全方位を追尾する「２軸式」の追尾式架台を採用した太陽光発電設備も徐々に増えてきている。これら追尾式架台は、同じ条件の場所での年間の総発電量が固定式架台に比して約 1.2～1.5 倍になると言われている。半面、設置費用が増大することがデメリットである。

ベトナムは緯度があまり高くないため、固定式架台に加え、東西で追尾する１軸追尾式架台の導入を検討した（図 62)。

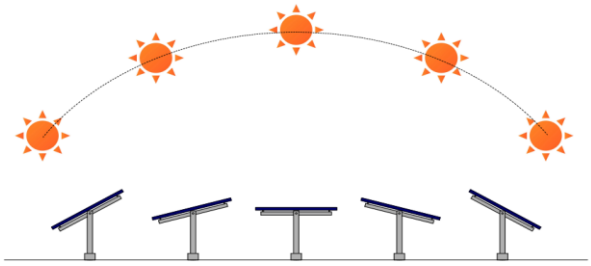


図 62 1軸追尾式架台のイメージ

今年度も新型コロナウイルス流行が続いており、現地協力者がソクチャン省内に立ち入ることや、調査先の協力を得ること自体が困難を極めた。そのため、現地確認及び情報収集が不足している段階で、最適な検討・提案は難しいが、720kW の太陽光パネルの地上設置、屋上設置による太陽光パネル配置図を作成した（図 63)。

また、現地に提供する資機材は太陽光パネル(現地調達可能)、太陽光パネル架台、パワーコンディショナー、連系設備等である。施工に関しては、現地施工会社を活用し、技術指導を行う想定である。

太陽光発電システム導入に係る、「ベトナムにおける太陽光発電の奨励メカニズムに関する規定（要約)」及び「太陽光発電プロジェクトの開発及び電力売買契約のフォーマットに関する規定(要約)」は巻末の添付資料参照。

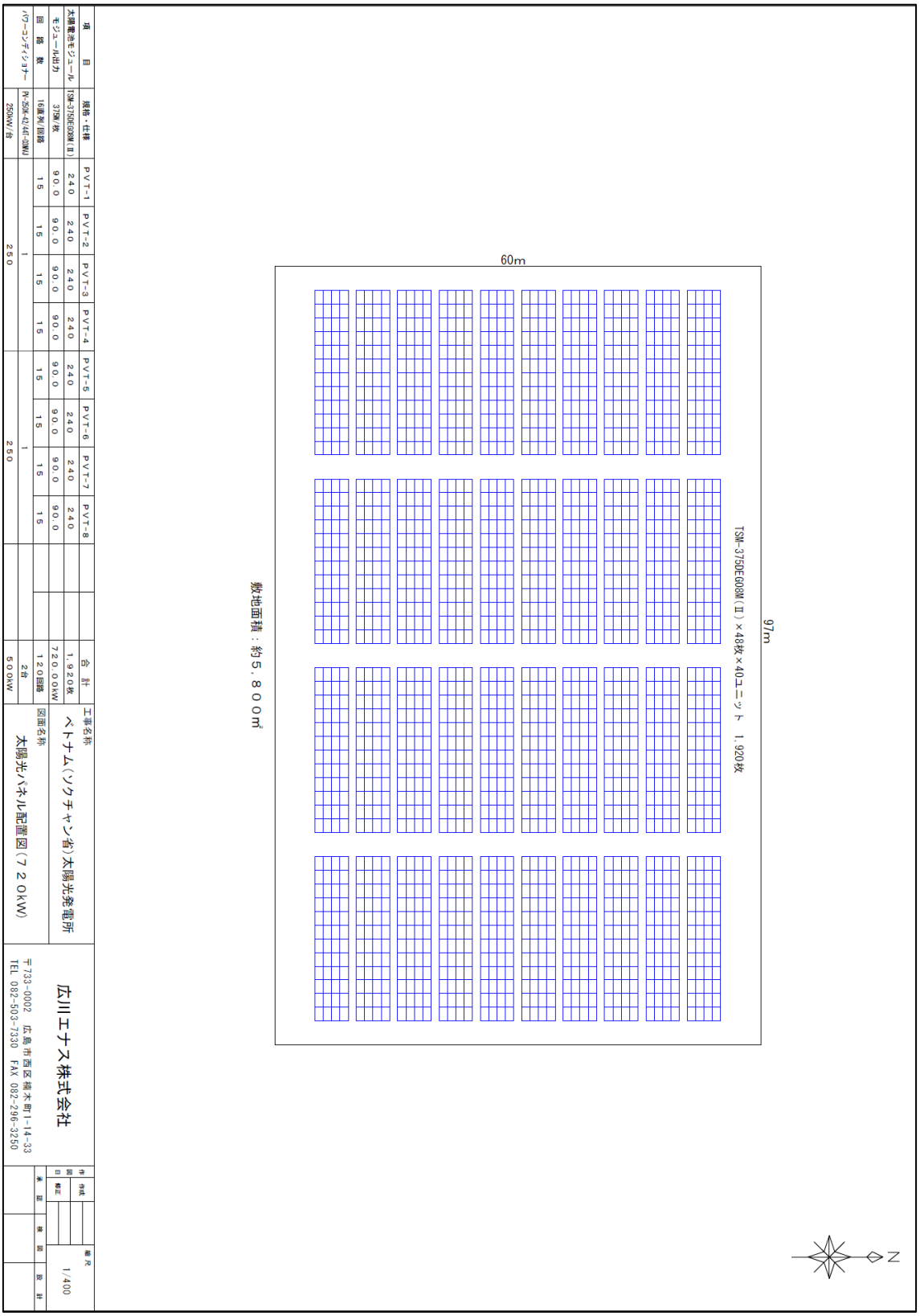


図 63 太陽光発電システム（720kW)の配置図

(2)BEMS

エネルギーを管理するシステムはEMS（Energy Management System）と呼ばれるが、商業施設などの建物向けはBEMS（Building Energy Management System）と呼ばれる。BEMSはビル内の機器や設備などの運転管理を効率的に行うことによりエネルギー消費量を削減するシステムである。デマンド制御やパターン自動制御、警報機能などによって、消費エネルギーを抑える手法が採られる。

本調査で提案するBEMS（ビルエネルギーマネジメントシステム）は、広川エナスで施工実績のある空調の出力制御による、省エネ方式である。この方式は、温度センサーを各室に取り付けて室外機の出力制御を行い、最適な温度調整を行うとともに使用電力量の削減を行うシステムである。具体的には、パルコスモ株式会社（長野県）のPN-XEROシリーズの導入を想定している。

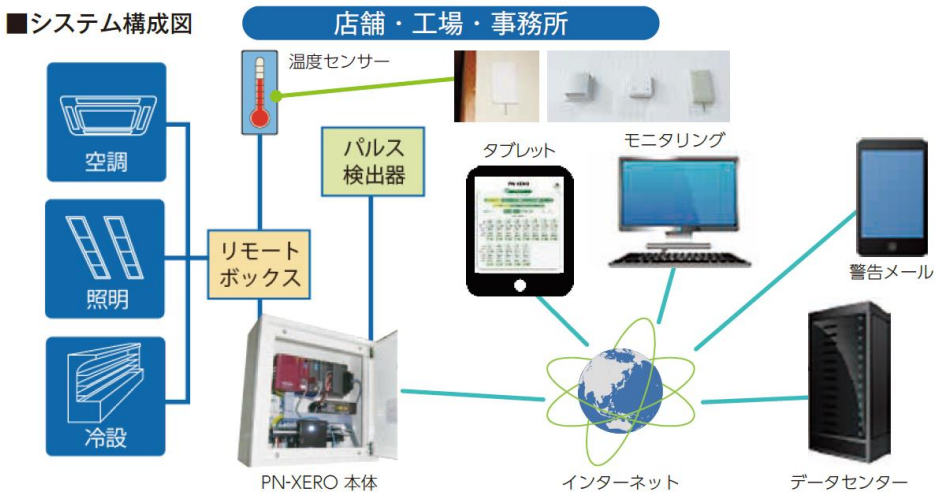


図 64 PN-XEROシリーズのシステム構成図
出典：パルコスモ株式会社のWebサイト

図 65 は空調制御のシステム構成の事例を示したものである。

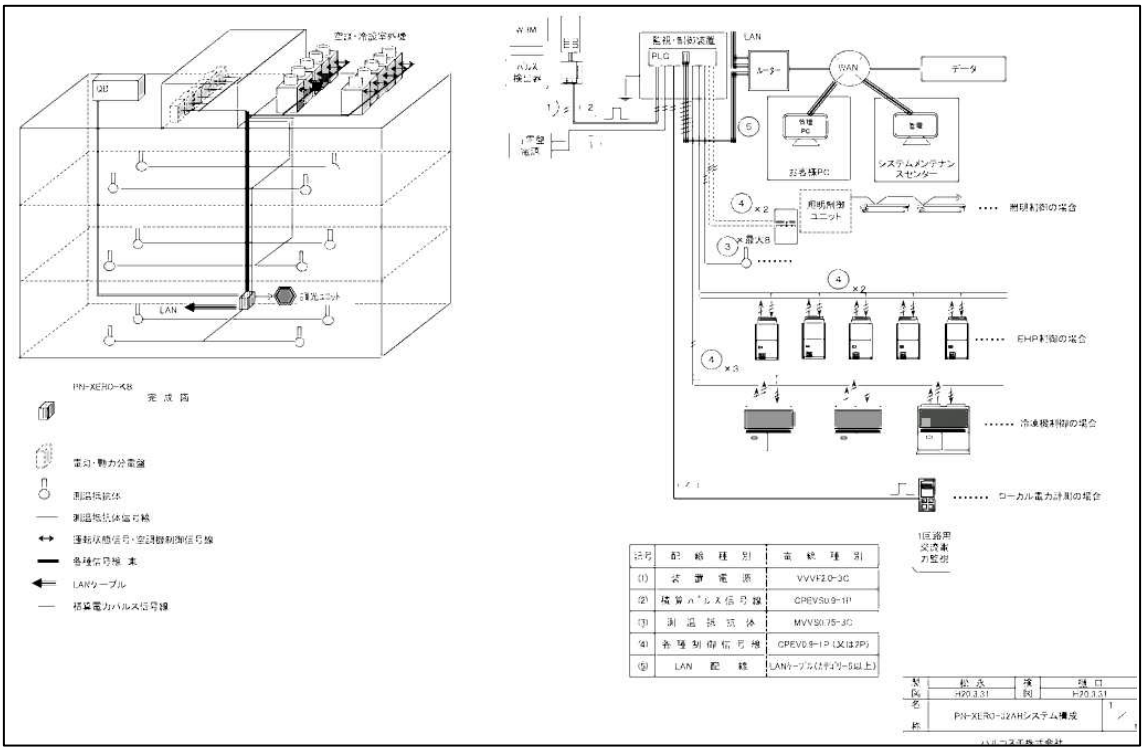


図 65 BEMS の空調制御のシステム構成例
出典：パルコスモ株式会社

このシステムは、日本国内で数千件の実績があり、省エネおよびコストダウンの成果が出ている。

なお、空調機の出力制御は機器メーカー（日本）にて一括管理制御を行っているため、インターネット回線によるベトナム～日本のデータ通信が必要となる。

本システムにより制御が可能な機種は、基本的には 2000 年以降に製造された機種であるが、詳細な現地調査により確認が必要である。

昨年度の調査により、ソクチャン省内の病院である SOC TRANG HOSPITAL は年間の電気代は、約 4,500 万円に上ることが分かった。空調で使用する電気代が 50%と仮定すると、2,250 万円となり、BEMS により電気代が 10%削減されるとすれば、225 万円/年が削減され、BEMS の設備費を 1,000 万円と仮定すると、5 年以内に回収可能であると想定された。

今年度、SOC TRANG HOSPITAL に質問票を送り、空調機器等の詳細調査を申し入れたが、新型コロナウイルス流行への対応により多忙を極めて人が割けないうえ、基本的に外部からの訪問を断っているということで、今年度は調査を行うことができなかった。

エネルギー調査への協力が得られた SAOTA FOODS（水産加工会社）はエビ養殖池には空調を使用しないものの、加工工場内に全てに空調を使っている（GUNTNER 製、3kW×50 台）。し

かし、空調の温度如何によって水産加工品に影響があるため、BEMS の導入検討は見送りたいとのことだった。そのため、今年度は BEMS の導入検討は行うことができなかった。

5.2. ソクチャン省におけるエネルギー多消費事業者の調査

ソクチャン省内のエネルギー多消費事業者 2 社を対象に調査を行った。調査対象としたのは、SAOTA FOODS（水産加工会社）および Thanh Tin 精米所である。どちらも太陽光発電システム導入への関心があり、詳細容量の最終決定はさらなる現地調査が必要だが、所有用地および稼働負荷設備容量等から想定すると、720kW 規模の太陽光発電システムの設置の可能性がある。

表 29 太陽光発電システム導入の可能性のある企業

企業名	SAOTA FOODS	Thanh Tin 精米工場
業種	水産加工工業	精米業
勤務体制	7：00～17：00 24 日／月	8:00～17:00（土日祝祭日除く）
業務用空調	GUNTNER 3kW×50 台	なし
使用電力量 （2021 年）	21,603MWh／年（2021 年 12 月分を除く）	16,200MWh／年 （概算）
電力料金 （2021 年）	40,141,669,860VND （2021 年 12 月分を除く）	24,000,000,000VND （概算）
太陽光発電設備設置意向	設置希望あり	設置希望あり
用地の有無等	6,000 ㎡	今後の工場新設計画による
想定導入規模	720kW 程度	720kW 程度

出典：現地調査結果を基にイースクエアが作成

5.3. 本事業導入の可能性

(1)事業の収益性等（SAOTA FOODS）

i 太陽光発電設備出力

調査の結果、電力使用箇所は複数の養殖池に分かれており、使用量の変動幅が大きい箇所もあるため、太陽光発電設備の設置個所をそのうちで、ある程度の使用量があり変動が比較的少ない箇所（月間平均使用量 25 万 kWh／月）をモデルとする。

発電出力は、逆潮流が発生しにくい時間平均使用量の約 50%相当の 500kW[7]とした。

ii 時間帯別の使用量比率

太陽光発電設備の年間発電量 120 万 kWh／年を自家消費し、消費量のうち 15%[8]をピーク時間帯使用とし、残り 85%を通常時間帯使用とみた。

iii 購入電気料金

養殖場における購入電気料金は、ピーク時間帯料金 2,871VTD／kWh（13.0 円／kWh）、通常時間帯料金 1,555VTD／kWh（＝7.1 円／kWh）で事業性を考える。

iv 太陽光発電設備の建設費

太陽光発電設備 500kW（パネル出力 720ｋW）の設置費用は、現地の施工会社から入手した標準施工価格を反映して 10,000 万円とする。

v 簡易的な投資回収年数

自家消費電力の購入電気代相当額は、

ピーク時：120 万 kWh/年×0.15×13.0 円／kWh＝234 万円／年

通常時：120 万 kWh/年×0.85×7.1 円／kWh＝724 万円／年

であり、年間で 958 万円（234 万円＋724 万円）となる。

維持管理費、金利等を考慮しない建設費回収年数は、10,000 万円／958 万円≒10 年　となる。

維持管理費、金利等に対する追加調査が必要だが、事業性は厳しいと思われる。なお、太陽光発電設備の設置にあたり、補助金等の公的支援を活用できれば、建設費回収年数の短縮が期待できる。

(2)事業の収益性等（Thanh Tin 精米工場）

i 精米工場における電力使用量

調査の結果、精米所の稼働は高稼働期（2,000MWh／月）と低稼働期（700MWh／月）に分かれているため、低稼働期で精米所の稼働日（302／365 日）と操業時間（7:30～11:30、12:00～15:00）を考慮した率で考えた平均毎時使用電力量は 3,900kWh/h[9]となる。

ii 敷地から決定される太陽光発電設備出力

太陽光発電設備の設置は離接の精米工場増設用地にするとし、倉庫建設の計画もあるため 25%相当(6,000 ㎡)を活用するとすれば、敷地面積からみて太陽光発電設備は出力 500kW（約 5,800 ㎡）となるため、太陽光発電設備出力は 500kW とする。

---

[7] 太陽光発電可能時間帯 7:00～17:00(10hr)　250,000×0.5/(31 日×10hr)＝400kW ⇒500kW

[8] 太陽光発電可能時間帯で、電気代がピーク時間料金となる時間帯と曜日を考慮し 15%(月曜～土曜 9:30～11:30,17:00～20:00、日曜なし)とみた

[9] 700,000/(7hr×31 日×302/365)≒3,900kWh/h

iii 自家消費率と余剰売電率

発電した電力を主に自家消費用として使用し、休日等自家消費が少ないとき、余剰売電とする。太陽光発電設備の年間発電量 120 万 kWh／年の振り分けは、自家消費 80%（精米所の稼働日率と同等をみた）と余剰売電 20%とする。

iv 購入電気及び余剰売電電気料金

自家消費のうちピーク料金時間帯と通常料金時間帯別の比率は、15%をピーク時間帯（太陽光発電可能時間帯 7:00～17:00 とし、ピーク時間帯電気料金の適用時間帯と曜日を考慮し 15%とみた)、残り 85%を通常時間帯とする。

電気料金は、ピーク時間帯料金 2,871VTD／kWh（13.0 円／kWh)、通常時間帯料金 1,555VTD／kWh（＝7.1 円／kWh)、余剰売電単価は 1,644VTD／kWh（＝7.5 円／kWh）で事業性を考える。

v 太陽光発電設備の建設費

太陽光発電設備 500kW（パネル出力 720kW）の設置費用は、現地の施工会社から入手した標準施工価格を反映して 10,000 万円とする。

vi 簡易的な投資回収年数

自家消費電力の購入電気代相当額は、

ピーク時：120 万 kWh／年×0.8×0.15×13 円／kWh＝187 万円／年

通常時：120 万 kWh／年×0.8×0.85×7.1 円／kWh＝579 万円／年

余剰売電収入額は、120 万 kWh／年×0.2×7.5 円／kWh＝180 万円／年

年間収入予想は、946 万円(187 万円＋579 円＋180 万円)となる。

維持管理費、金利等を考慮しない建設費回収年数は、10,000 万円／946 万円≒11 年となる。

維持管理費、金利等に対する追加調査が必要だが、事業性は厳しいと思われる。なお、太陽光発電設備の設置にあたり、補助金等の公的支援を活用できれば、建設費回収年数の短縮が期待できる。

(3)CO2 削減量・費用対効果算出等（太陽光発電システム）

i 概要

ソクチャン省における太陽光発電システム及びビルエネルギー管理システム（BEMS）導入に伴う GHG 排出削減効果を評価する。

ソクチャン省内の精米所及びエビ養殖場に自家消費を目的とした太陽光発電設備を設置することによる温室効果ガス排出削減効果及び費用対効果を試算した。調査の結果、太陽光発電については JCM を活用する形での導入は困難であることが示唆された。

なお、昨年度から継続して調査予定であった SOC TRANG HOSPITAL への BEMS 導入案件は、現地の新型コロナウイルスの感染拡大に伴い調査先の協力が得にくくなったことから、本年度の調査からは外した。

ii MRV 方法論

ここでは太陽光発電設備 500kW（パネル出力 720kW）規模の設置に伴う GHG 排出削減効果を算定する。精米所では、自家消費 80%、余剰売電 20%のシナリオを想定した。エビ養殖場では、100%自家消費を想定した。

MRV 方法論は、ベトナムの JCM 合同委員会で承認された方法論「VN_AM007: 太陽光発電システムの導入（Version 1.0)」を参考にした。

適格性要件は以下の通りである。検討中のプロジェクトは、全ての適格性要件を満たしているものと想定した。

＜適格性要件＞

(a) 新たに太陽光発電システムを導入するプロジェクトであること

(b) PV モジュールが設計認証（IEC 61215、IEC 61646 または IEC 62108）及び安全認証（IEC 61730-1 及び IEC 61730-2）を取得していること

(c) プロジェクト現場に太陽光発電システムの出力や日射量を監視する装置が設置されていること

なお、太陽光発電システムの発電量の推計には、「令和２年度二国間クレジット制度資金支援事業のうち設備補助事業の公募」サイトで公開されている「削減量算定ファイル： 01 太陽光発電」のファイルを使用した。

iii プロジェクトのバウンダリ

一般に、プロジェクトのバウンダリ（境界線）は、エネルギー源の代替が行われる物理的、地理的な場所であり、代替によって影響を受けるすべての設備、プロセス、機器が含まれるものと想定されるが、今回参照した方法論には該当する記述が無く、評価対象となる GHG と排出源については表 30 のように示されていたことから、これを参照した。

表 30 対象となる GHG とその排出源

	排出源	GHG	算定対象	備考
リファレンス	系統電力及び/又は自家発電電力の消費	CO_2	Yes	—
プロジェクト	太陽光発電システムによる発電量	CO_2	Yes	—

iv 温室効果ガス排出量の計算式及び算定結果

太陽光発電システム（720kW 規模のもの）を設置した場合の温室効果ガス排出削減量を以下の計算式を用いて計算した。その結果、年間約 408 トンの CO2 削減効果が見込まれた。

$ER_p = RE_p - PE_p = RE_p$

ER_p:	プロジェクト期間 p の CO_2 排出削減量（tCO_2/p）
RE_p:	プロジェクト期間 p のリファレンス排出量（tCO_2/p）
PE_p:	プロジェクト期間 p のプロジェクト排出量（tCO_2/p）

リファレンス排出量

$RE_p = \Sigma_i (EC_{j,p} * EF_{RE,i})$

RE_p:	プロジェクト期間 p のリファレンス排出量（tCO_2/p）	
$EC_{j,p}$:	プロジェクト期間 p にプロジェクトの太陽光発電システム i で発電された電力から電力会社に消費または売電された量 (MWh/p)	実測値
$EF_{RE,i}$:	プロジェクト太陽光発電システム i のリファレンス CO_2 排出係数（tCO_2/MWh）	ベトナムの排出係数：0.333 kg CO_2/kWh 出典：2020 年度 JCM 設備補助公募要領、別添「CO_2 排出係数一覧表」、「所内自家発電のみを代替する場合」以外の場合の再エネの排出係数

プロジェクト排出量

$PE_p = 0$

PE_p:	プロジェクト期間 p のプロジェクト排出量（tCO_2/p）	太陽光発電システムの電力消費量はごくわずかであるため、プロジェクトの排出量は想定しない。

v 費用対効果

精米所及びエビ養殖場に太陽光発電システムを導入した場合の試算結果は、いずれも同じであったことから、精米所等としてまとめて以下に示す。JCM 設備補助事業の公募情報には、「GHG 排出削減総量に係る補助金額の費用対効果（GHG 排出量を 1 トン削減するために必要な補助金額の費用対効果）は、原則として 4 千円/tCO2eq 以下とする。」とある。最低限の補助率である 3 割が適用された場合の費用対効果は 4,300 円/トン CO2 であり、4 千円/トン CO2 を上回ることが確認された。

表 31 費用対効果

項目	精米所等	備考
パネル設置枚数（枚）	1800	
システムの太陽電池容量（kW）	720	モジュール出力：400W/枚
年間総発電量（kWh/年）	1,225,550	
初期投資額（円）①	100,000,000	
耐用年数（年）	17	減価償却資産の耐用年数等に関する省令、電気業用設備、主として金属製のもの
GHG 排出削減量（トン CO_2）②	6,900	耐用年数期間中の効果
費用対効果（円/トン CO_2）	14,400	①/②
費用対効果（円/トン CO_2）	※補助なしの場合	

vi モニタリングの実施体制

プロジェクトを実施する際には表 32 に示すパラメータをモニタリングする必要がある。データ収集を行う事業者についても示している。JCM 設備補助事業に申請する際には、導入製品の法定耐用年数の MRV 報告が求められるため、モニタリングの実施体制を整えておく必要がある。想定される実施体制は図 66 の通りである。

表 32 モニタリングのパラメータ

パラメータ	モニタリング実施者
プロジェクト期間 p にプロジェクトの太陽光発電システム i で発電された電力から電力会社に消費または売電された量 (MWh/p)	日本側の太陽光設置業者がネット回線で以て発電量を把握する。

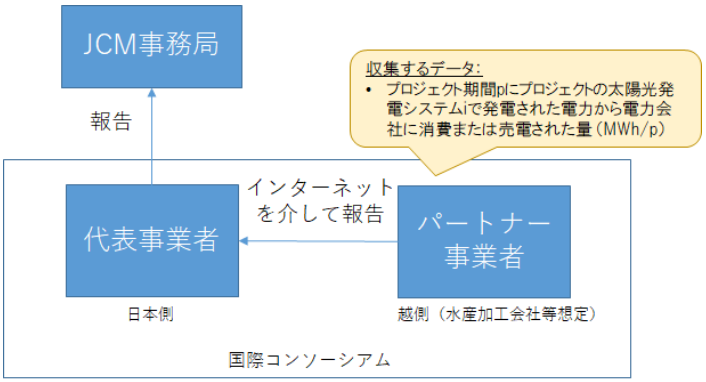


図 66 モニタリングの実施体制案

vii 今後の検討事項

今回の試算では費用対効果が JCM 設備補助事業の基準に乗ってこないことが明らかとなったが、JCM 設備補助事業の獲得を狙う場合は、より高効率で安価なパネルを使用する、あるいは複数の機器を組み合わせてプロジェクトのバウンダリを再設定する等の検討を行う余地がある。

5.4. 今後に向けて

今年度の調査の結果、調査対象先 2 社には、太陽光発電システムの導入可能性が一定程度あることが分かった。しかし、電気系統設備の目視確認に加え、太陽光発電設備の建設費を含むより詳細な収益分析や国際コンソーシアムの組成に向けた現地パートナーとの協議等のためには、現地渡航が欠かせない。本報告書作成時点では、新型コロナウイルスの流行はまだ収まっておらず、来年度も現地渡航が見通せないうえ、FIT 制度終了後の公的支援スキームも未発表のため、広川エナス株式会社としては、都市間連携事業を活用した事業化調査は今年度で終了し、現地渡航が見通せる状況になった時点で事業化調査の再開を検討する。

6. 廃棄物固形化燃料（RPF）利用による化石燃料代替事業調査

広島県内企業である株式会社オガワエコノスが廃棄物固形化燃料（RPF）利用による化石燃料代替事業を現地で手掛けることを想定して現地調査を行い、実現可能性を検討した。

6.1. 廃棄物処理を巡る動向

(1)廃棄物分類

廃棄物は、廃棄物の管理に関する政令 Decree 09/VBHN-BTNMT により、性状（固体/非固体、危険/普通）と廃棄物の発生元（日常生活/工業/医療/建設/農業）によって以下分類される。

- 固形廃棄物とは、生産、事業、サービス、日常生活、その他の活動から排出される固形またはペースト状の廃棄物（廃棄物汚泥）をいう。その他の非固形廃棄物は、廃水、液体/ガス廃棄物などの形状をとる。
- 有害廃棄物には、爆発性、引火性、酸化性、腐食性、毒性、感染性のカテゴリーがある。

対して、通常廃棄物とは、有害廃棄物のリストに記載されていないもの、もしくは有害廃棄物リスト記載の危険因子について指定有害廃棄物レベル以下のものを指す。

廃棄物は発生元によって日常生活系、工業系、医療系、建設系、農業系に分けられる。

(2)分類別の廃棄物排出状況

公的なデータ統計については、すべての種類の廃棄物についての情報が公開されておらず、また、省・市のデータについても不十分なデータしか入手できないのが現状である。ベトナムの主な廃棄物発生元である、日常生活、工業、医療の分野の固形廃棄物について主に説明したうえ、これらの主要な廃棄物の他に、廃水などの他の種類の廃棄物がある場合それらについても言及する。

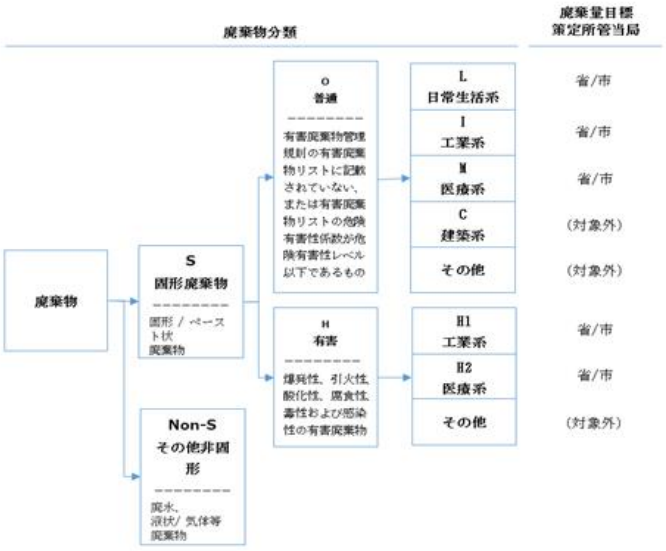


図 67 廃棄物の分類

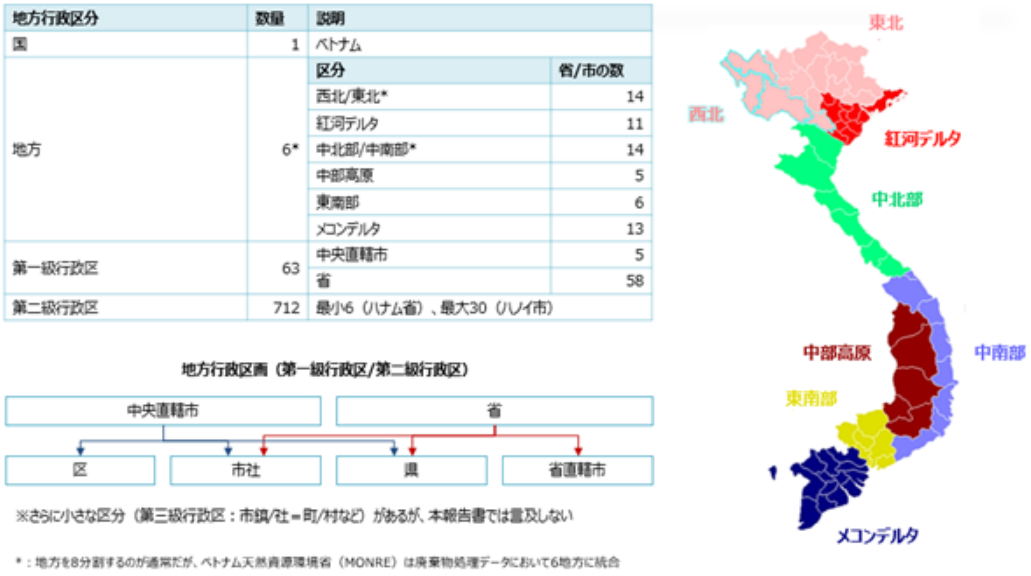


図 68 本報告書における地方行政区画

i 日常生活系固形廃棄物

2011 年の国の環境実態調査報告書によると、日常生活で発生する固形廃棄物の総量は 1 日あたり約 44,400 トンである。2019 年には 64,658 トン/日（都市部 35,624 トン/日、農村部 28,394 トン/日）となり、2011 年の数値と比較すると 46%の増加となっている。2019 年には、15/63 の省・市で 1,000 トン/日以上の日常生活系固形廃棄物が生じている（6,000 トン/日以上発生するハノイとホーチミン市を含む）。

ホーチミン市（9,400 トン/日）、ハノイ市（6,500 トン/日）、タインホア市（2,175 トン/日）、ハイフォン市（1,982 トン/日）、ビンズオン市（2,661 トン/日）、ドンナイ市（1,885 トン/日）、クアンニン市（1,539 トン/日）、ダナン市（1,080 トン/日）、ビントゥアン市（1,486 トン/日）など、都市化・工業化・観光化が進んでいる地域では、日常生活系固形廃棄物の量が大幅に増加している。

表 33 地域別の廃棄物排出量（2010 年～2019 年）

No	*区分*	排出量*（トン/日）				単位当たり量（kg/人/日）			
		2010	2015	2018	2019	2010	2015	2018	2019
紅河デルタ									
1	ハノイ	5,000	5,515	6,500	6,500	0.95	0.76	0.86	0.81
2	ヴィンフック	-	-	830	830	-	-	0.76	0.72
3	バクニン	-	-	870	900	-	-	0.7	0.66
4	クアンニン	-	805	1,397	1,539	-	1.02	1.1	1.17

5	ハイズオン	-	-	1,072	1,072	-	-	0.59	0.57
6	ハイフォン	1,250	1,000	1,715	1,982	0.67	0.51	0.85	0.98
7	フン イェン	-	-	650	650	-	-	0.55	0.52
8	タイ・ビン	-	-	950	950	-	-	0.53	0.51
9	ハナム	-	-	275	305	-	-	0.34	0.36
10	ナムディン	-	-	860	880	-	-	0.46	0.49
11	ニンビン	-	-	422	487	-	-	0.43	0.5
北部内陸・山間地域									
12	ハザン	-	-	705	316	-	-	0.83	0.37
13	カオバン	-	-	367	134	-	-	0.68	0.25
14	バクカン	-	-	191	191	-	-	0.58	0.61
15	ツェンクアン	-	-	178	181	-	-	0.23	0.23
16	ラオカイ	-	-	434	456	-	-	0.62	0.62
17	イェン・バイ	-	-	473	473	-	-	0.58	0.58
18	タイ・グエン	-	-	785	818	-	-	0.62	0.64
19	ランソン	-	-	422	424	-	0.26	0.53	0.54
20	バクザン	-	-	754	754	-	-	0.45	0.42
21	フートー	-	-	704	710	-	-	0.5	0.48
22	ディエンビエン	-	72	264	253	-	0.13	0.46	0.42
23	ライ・チャウ	-	-	280	193	-	-	0.61	0.42
24	ソンラ	-	-	360	282	-	-	0.29	0.23
25	ホアビン	-	-	507	507	-	-	0.6	0.59
北中部・中部沿岸地域									
26	タインホア	-	-	2,246	2,175	-	-	0.63	0.6
27	ゲアン	-	-	1,629	2,464	-	-	0.52	0.74
28	ハティン	-	197	640	640	-	0.16	0.5	0.5
29	クアンビン	-	-	345	466	-	-	0.39	0.52
30	クアンチ	-	-	345	368	-	-	0.55	0.58
31	トゥアティン・フエ	225	-	559	550	0.21	-	0.48	0.49
32	ダナン	805	900	1,168	1,100	0.83	0.87	1.08	0.97
33	クアンナム	198	-	920	920	-	-	0.61	0.62
34	クアンガイ	262	-	625	848	0.21	-	0.49	0.69
35	ビンディン	372	-	850	890	0.25	-	0.55	0.6

36	フーイェン	142	-	510	510	-	-	0.56	0.58
37	カインホア	486	-	869	1,068	-	-	0.71	0.87
38	ニントゥアン	164	-	604	604	0.28	-	0.99	1.02
39	ビントゥアン	594	-	1,485	1,486	-	-	1.2	1.21
中部高原									
40	コントゥム	166	189	212	212	0.38	0.38	0.4	0.39
41	ザーライ	344	-	697	697	0.26	-	0.48	0.46
42	ダクラク	246	-	1,444	1,370	0.14	-	0.75	0.73
43	ダクノン	69	-	311	311	0.14	-	0.48	0.5
44	ラムドン	459	-	338	338	0.38	-	0.26	0.26
南東部									
45	ビンフック	158	-	518	518	0.18	-	0.53	0.52
46	タイニン	134	-	412	412	0.12	-	0.36	0.35
47	ビンズオン	378	-	1,838	2,661	0.22	-	0.85	1.1
48	ドンナイ	773	-	1838	1885	0.28	-	0.6	0.61
49	バリア・ヴンタウ	456	700	912	914	0.44	0.65	0.82	0.8
50	ホーチミン	7,081	8,323	9,128	9,400	0.96	1.02	1.06	1.05
メコン川デルタ									
51	ロンアン	179	-	1,086	1,086	0.12	-	0.72	0.64
52	ティエンザン	230	-	502	216	0.14	-	0.28	1.22
53	ベンチェ	135	-	493	270	0.11	-	0.39	0.21
54	チャヴィン	124	-	372	401	0.12	-	0.35	0.4
55	ヴィンロン	137	159	378	813	0.13	0.15	0.36	0.79
56	ドンタップ	209	-	1,060	800	0.13	-	0.63	0.5
57	アンザン	562	-	1,128	1,128	0.26	-	0.52	0.59
58	キエンザン	376	-	1,300	481	0.22	-	0.72	0.28
59	カントー	876	846	605	599	0.73	0.68	0.47	0.49
60	ハウザン	105	-	525	782	0.14	-	0.68	1.07
61	ソクチャン	252	-	916	917	0.19	-	0.7	0.76
62	バクリュウ	207	-	505	307	0.24	-	0.56	0.34
63	カマウ	233	-	357	356	0.19	-	0.29	0.3

注： (*)日常生活系固形廃棄物は都市部と農村部の両方を含む

(-) 統計情報なし

都市部における日常生活系固形廃棄物

社会経済的分類における開発地域分類で日常生活系固形廃棄物の量を見ると、南東部の都市では 4,613,290 トン/年と最も多くの日常生活系固形廃棄物が生じており（全国の都市部で発生するの 35%を占める)、次いで紅河デルタ地域では 3,089,926 トン/年（24%を占める）の日常生活系固形廃棄物が生じている。中央高原地域の都市では、日常生活系固形廃棄物の発生量が最も少なく、542,098 トン/年（4%）である。

農村部における日常生活系固形廃棄物

農村部で発生する日常生活系固形廃棄物の発生元は、家庭、市場、倉庫、学校、病院、オフィスビルなどである。農村部の日常生活系固形廃棄物は、主に水分率 60%以上の分解されやすい有機物（生ゴミ、園芸ゴミ）で構成されているが、難分解性の有機物や無機物（ガラス、食器、金属、紙、プラスチック、壊れた電化製品など)、ビニール袋なども多く見られる。ほとんどの日常生活系固形廃棄物は現場で分別されていないため、古紙、金属、プラスチックなどのリサイクル・再利用される廃棄物の回収率はまだ低く、ほとんど再利用されていない。統計によると、農村部で発生する日常生活系固形廃棄物の量は、1 日あたり 28,394 トン（年間では 10,363,868 トンに相当）である。農村部の日常生活系固形廃棄物の発生量が最も多いのは紅河デルタ地域の 278 万 4,494 トン/年（27%）で、次いで北部中央地域と中部沿岸地域の 269 万 9517 トン/年（26%）となっている。最も少ないのは中央高原地域で、52 万 6,586 トン/年（5%）に過ぎない。

表 34 都市部と農村部の日常生活系固形廃棄物量（2019 年地域別）

No.	地域	廃棄量（トン/日）		人口（人）		単位当量（kg/人/日）	
		都市部	農村部	都市部	農村部	都市部	農村部
1	紅河デルタ	8,466	7,629	7,904,784	14,638,823	1.07	0.52
2	北部内陸・山間地域	2,740	2,949	2,282,809	10,250,057	1.20	0.29
3	北中部・中部沿岸地域	6,717	7,371	5,720,313	14,466,980	1.17	0.51
4	中部高原	1,485	1,443	1,676,030	4,166,651	0.89	0.35
5	南東部	12,639	3,150	11,196,480	6,632,427	1.13	0.47
6	メコン川デルタ	3,577	5,852	4,342,132	12,931,498	0.82	0.45
	全国	**35,624**	**28,394**	**33,122,548**	**63,086,436**	**1.08**	**0.45**

ii 工業系固形廃棄物

通常廃棄物

工業系固形廃棄物は、主に工業団地や輸出加工区、ハイテクゾーン、工業団地近郊生産施設などから生じ、その量は約 2,500 万トン/年に上る。工芸村の工業系固形廃棄物の量は、約 14〜17 トン/日である。

表 35 2018 年〜2019 年の工業系固形廃棄物*発生量

州・都市	2018	2019
	（トン/日）	（トン/日）
ハノイ	646	653
ハイフォン	7,342	7,342
クアンニン	2,749	2,749
ハイズオン	3,765	3,322
フン イェン	291	295
バクニン	660	685
ヴィンフック	452	500
タイ・グエン	1,206	1,500
ハティン（主に Formosa 社より）	10,929	10,959
ダナン	49	46
クアンガイ(主に産業ゾーンより)	167	98
ホーチミン市	-	2,000
ロンアン	-	1,300
ドンナイ	1,091	-
ビンズオン	2,645	2,342
バリア・ヴンタウ	1,280	1,280
カントー	408	-
アンザン	62	74
キエンザン	147	149
カマウ	126	130

※日常生活系固形廃棄物は都市部と農村部の両方を含む

(-) 統計情報なし

有害廃棄物

省・市の報告によると、2019 年の工業系有害廃棄物の量は約 113 万 3,077 トン（2018 年比 25 万 8,688 トン増）で、排出元は主に軽工業、冶金工業、化学工業の分野に集中している。特記事項としては、原材料用スクラップの不法輸入による有害廃棄物があげられる。一部の組織や個人は、原材料用スクラップの貿易を装い、主に金属くず、プラスチック、廃ゴ

ムタイヤ・チューブ、自動車のボディシェル、未清掃の船舶、廃鉛バッテリー、使用済み電子製品（コンピューターのモニター、電子回路基板など）などの有害廃棄物をベトナムに送っている。主な対象地域は、北部国境線（カオバン省、ランソン省、ラオカイ省）、南西部（タイニン省、キエンザン省）、海上貿易拠点都市（ハイフォン市、クアンニン市、ホーチミン市）である。

iii 医療系固形廃棄物

通常廃棄物

保健省の 2019 年の環境保護作業に関する報告書によると、通常生ずる医療系固形廃棄物の量は約 96,000 トン/年以上である。医療系固形廃棄物の回収・処理率は、年々、少しずつ上昇している。中央、省、地区レベルのほとんどの医療施設では、医療系固形廃棄物の回収と処理が行われている。しかし、小規模な遠隔地の医療施設では、廃棄物の発生量は少ないものの、回収・処理が困難であるのが現状である。

有害廃棄物

全国で発生する医療系有害固形廃棄物の総量は約 24,000 トン/年である（2020 年保健省）。地域別に見ると、医療系有害固形廃棄物の発生量が最も多いのは東南部地域で、全国の発生量の 32%を占め、紅河デルタ地域（21%）がそれに続く。排出量が多い（500 トン/年以上）省・市は、ハノイ、ホーチミン市、タインホア、ドンナイ、ヴィンフック、ダナン、カンホア、トゥアティエンフエ、アンザン、カントー、ゲアン、フートー、ハイフォン、ロンアンなどである。

(3)廃棄物の回収と処理

i 日常生活系固形廃棄物

2016 年～2019 年の期間の統計結果によると、都市部の固形廃棄物の回収・処理率は平均 2%/年で増加している。農村部では、平均回収率は約 63%で、ほとんどの廃棄物が埋立て処理されている（処理済み廃棄物の 70%を占める）。

各省の報告書によると、一部の特級都市[10]、特級 I 都市では、ダナン（100%）、ハイフォン（98～99%）、ハノイ（93～94%）、ホーチミン市（91%）など、中心部の回収率が高い。グレード II および III の都市の回収率も大幅に改善しており、そのほとんどにおいて中心部の回収率は 80～85%以上に達している。グレード IV、V の都市部では、資源が不足しているために回収作業の改善が進んでおらず、ほとんどが協同組合や個人の回収チームによ

[10] 決議番号 1210/2016/UBTVQH13 に基づく都市等級分類による

って行われており、設備への投資資本が不足している状況である。

表 36 主要な省/市における都市の日常生活系固形廃棄物回収率（2019 年）

No	省/市	割合	No	省/市	割合
1	ホーチミン市	91%	8	バクニン	83%
2	ダナン	100%	9	ドンナイ	99%
3	ハイフォン（都市部）	98%	10	ゲアン（都市部＋農村部）	50%
4	ハノイ（都市＋郊外）	93%	11	クアンナ	90%
5	トゥアティエン・フエ(都市部)	83%	12	キエンザン（都市部＋農村部）	60%
6	ハティン	88%	13	バリア・ヴンタウ	94%
7	ロンアン	90%			

出典：各省へのヒアリングに基づき

都市部では、都市環境事業者や都市建設事業者が廃棄物の回収・運搬を行っている。ほとんどの廃棄物は発生元で分別されておらず、未分別のまま埋立地に運ばれている。

農村部では、ごみの回収と運搬は、各家庭から拠出された回収費用を使って、協同組合や民間の回収チームが主に行っている。現在、ビン・スエン地区やイエンラック地区（ビンフック省）、タインチ地区（ハノイ）、イエンフォン地区（バクニン省）など、約 40%の村やコミューンでは、家庭からの運営資金で自主管理のゴミ回収グループやチームを組織している。しかし、固形廃棄物回収の効率は依然として低い状況である。

・ゴミの分別や再利用システムがうまく機能していない、または存在しない
・農村部での回収・輸送は、通常、域内での廃棄物の移動に過ぎないため、地域内の固形廃棄物回収の問題を根本的に解決するものではない

現在、全国には 1,322 の固形廃棄物処理施設がある。その内訳は 381 の固形廃棄物焼却炉、37 のコンポスト製造ライン、904 の埋立地であるが、その多くが不衛生な状態にある。

表 37 2018 年の各省設定基準に適合した衛生的な埋立地の割合

No.	地域	省/市	衛生的な埋立地の割合
合計	**6**	**63**	**31%**
1	北中部・中部沿岸地域	タインホア	9%
2		クアンチ	45%
3		ニントゥアン	11%
4		ゲアン	53%

5		クアンナム	36%
6		ビントゥアン	23%
7		クアンガイ	58%
8		ビン・ディン	75%
9		ハティン	45%
10		カーンホア	18%
11		トゥアティエン・フエ	60%
12		クアンビン	78%
13		フーイェン	11%
14		ダナン	100%
15	紅河デルタ	ヴィンフック	3%
16		ハイズオン	100%
17		クアンニン	38%
18		ハイフォン	67%
19		ハナム	20%
20		ナムディン	80%
21		ハノイ	100%
22		フン イェン	67%
23		ニンビン	50%
24		バクニン	100%
25		タイ・ビン	100%
26	メコン川デルタ	ソクチャン	0%
27		アンザン	7%
28		キエンザン	17%
29		カマウ	18%
30		ドンタップ	20%
31		ロンアン	0%
32		ベンチェ	13%
33		チャヴィン	25%
34		ティエンザン	29%
35		バクリュウ	17%
36		カントー	75%
37		ヴィンロン	25%
38		ハウザン	100%
39	北部内陸・山間地域	バクザン	13%
40		ソンラ	0%
41		カオバン	33%
42		ラオカイ	100%
43		イェン・バイ	10%
44		ディエンビエン	22%
45		ホアビン	22%
46		ライ・チャウ	100%

47		バクカン	25%
48		ハザン	29%
49		ランソン	100%
50		タイ・グエン	33%
51		ツェンクアン	20%
52		フートー	75%
53	中部高原	ザーライ	29%
54		ダクラク	13%
55		ラムドン	23%
56		ダックノン	22%
57		コントゥム	14%
58	南東部	ビン・フック	17%
59		ドンナイ	100%
60		バリア・ヴンタウ	67%
61		ホーチミン市	100%
62		タイニン	50%
63		ビンズオン	100%
注：明確な定義はないが、天然資源環境省（MONRE）は、衛生的な埋立地と非衛生的な埋立地の主な違いについて「衛生的な埋立地では、廃棄物に毎日覆いがかけられているが、非衛生的な埋立地ではそうではない。」としている			

回収された廃棄物の総量のうち、約 71%が埋立て方式（コンポスト（発酵処理）施設からの廃棄物と焼却炉から発生する灰を含まず）で処理され、16%がコンポスト（発酵処理）施設で処理され、13%が焼却方式で処理されている。

MONRE は、廃棄物の埋立て処理の割合を減らし、再利用・再利用廃棄物の割合を増やす方向で、省庁や省・市と調整して、ベトナムの実情に適した廃棄物処理技術を検討・評価・提案する計画である。2019 年のレビュー結果では、381 基の廃棄物焼却炉のうち、ベトナム国家技術基準 QCVN 61-MT:2016/BTNMT の要件を満たす 300kg/h 以上の能力を持つ焼却炉は 294 基（約 77%）しかなかった。多くの省・市では、大規模な集中廃棄物処理の方向性に伴い、Nghia Dan（ゲアン省）、Cam Xuyen、Can Loc（ハティン省）、Hung Yen、Uong Bi（クアンニン省）、Tam Diep（ニンビン省）、Thanh Liem（ハナム省）など、地区および地区間規模で、将来的に効果が期待できる処理システムに対して投資をしている。特にドンナイ省では、固形廃棄物の埋め立て率が 43%（国内最低値）まで低下している。現在までに、全国で 59/63 の省・市で地域の固形廃棄物管理計画が承認されている。ほぼ 100%のコミューンにおいては、新たな農村計画の策定・承認を完了しており、その中で廃棄物の移動・回収ポイントや小規模埋立地の場所の特定を行っている。42/63 の省・市に農村部での集中廃棄物処理の計画があり、そのうちいくつかの省・市が省規模で計画を実施している（ナムディン省、ドンナイ省、ハティン省など）。

ii 工業系廃棄物および有害廃棄物（固形およびその他非固形）

産業ゾーンや輸出加工区のほとんどの企業は、固形廃棄物を回収して処理場に運ぶ前に、分別して一時的に保管する措置をとっている。一部の産業ゾーンや輸出加工地区では、固形廃棄物の回収と処理を集中的に行っている。産業ゾーンや輸出加工地区以外の生産拠点や事業所では、固形廃棄物は基本的に回収され、輸送と処理の機能を持つ設備に移される。工業系固形廃棄物の回収・処理率は非常に高く、発生量の 90%以上に達している。

現在の工業団地や輸出加工区の 90%近くは、環境基準を満たす集中排水処理施設を備えている。北中部と中部沿岸地域は 70%にとどまり、全国で最も低い。一方、最も高いのは紅河デルタ地域（92%）である。

表 38 環境基準を満たす集中廃水処理施設を有する工業団地および輸出加工区の地域別内訳（2020 年）

	工業団地と輸出加工区の総稼働数（ゾーン数）	環境基準を満たす集中廃水処理施設を有する工業団地および輸出加工区の数（ゾーン数）	環境基準を満たす集中廃水処理施設を有する工業団地および輸出加工区の割合(%)
国全体	**285**	**255**	**89**
紅河デルタ	74	68	92
北部内陸・山間地域	21	18	86
北中部・中部沿岸地域	46	32	70
中部高原	6	5	83
南東部	99	97	98
メコン川デルタ	39	35	90

2020 年末までに、天然資源環境省の認可を受けた有害廃棄物処理施設は全国に 117 カ所あり、総処理能力は約 200 万トン／年となっている。規制に基づいて回収・処理された有害廃棄物の割合は 85%（2017 年比約 6 ポイント増）に達し、そのうち 100%に達した省・市は 4 省・市あり、タイグエン省とバクザン省は 85%を下回っているが、残りの省・市は 85%以上を達成している。当初、ベトナムは、有害廃棄物を海外に輸出しており（2019 年、MONRE は 9 社に総量 3,958 トン以上の有害廃棄物の輸出を承認）、これらの実績は、国内の有害廃棄物の回収・処理の実利的な側面に加えて、廃棄物処理に関するベトナムに対する国際圧力の軽減に貢献している。

iii 医療系固形廃棄物

2016 年～2020 年の間に、医療系固形廃棄物の回収と処理が大幅に強化された。しかし、

省や市によって投資の規模には大きな差がある。環境管理局（保健省）が医療系固形廃棄物の管理について報告したデータによると、90%以上の病院が毎日回収を実施し、廃棄物を発生元で分別している。しかし、各省の保健局（保健省傘下）が管理する地方の検診・治療施設では、固形廃棄物の回収・保管・輸送、特に廃棄物の発生元での分別・保管が不十分である。

保健省(2020 年)によると、19 省/市の 87 の医療固形廃棄物焼却炉の排出物分析サンプルの 80%以上が国家技術水準 QCVN 02:2012/BTNMT を満たした値になっている。いくつかの省/市では、その地域の有害医療固形廃棄物を回収、輸送、処理する計画が承認済であり、その計画中では、排ガス処理基準を満たしていない現場の焼却炉の制限/代替を進めるため、集団回収による医療固形廃棄物の集中処理を積極的に導入することによる解決策が示されている。

現在、医療系固形廃棄物処理では、燃焼処理を行わない、環境に優しい技術の使用が奨励され、優先的に開発が進められている。一般的に、オートクレーブやマイクロ波滅菌による医療用固形廃棄物処理技術は、400℃以下の温度で使用されるため、排出物（特にダイオキシン・フラン）が発生せず、エネルギー消費も抑えられるため、経済的にも環境的にも有効である。

6.2. 廃棄物処理事業の動向

ベトナムでは、上水道、下水道、廃棄物管理、環境修復ビジネスへの注目度が高まっている。2020 年には、32,6380 億 VND（～1.40 億 USD）の投資実績があり、2015 年の 1.6 倍となっている。2020 年までに 81 の FDI プロジェクトが認可されており、新規登録資本と過去の認可プロジェクトへの追加資本を含めて、2.90 億 USD と評価される。

表 39 工業生産指数（IIP）[11]

	2015	2017	2018	2019	2020（速報値）
廃棄物の回収、処理、処分；再利用(*)	107.5	112.4	103.5	104.9	106.2
(*) 2015 年のデータは基準年 2010 年に準拠、2017 年からは基準年 2015 年に準拠					

表 40 現在価値での投資評価額（10 億 VND）

	2015	2017	2018	2019	2020（速報値）
上水道、下水道、廃棄物管理、修復活動	22,137	26,723	27,392	29,606	32,638

[11] 工業生産指数（IIP）は、基準期間の工業生産量に対する当期の工業生産量の割合で、産業発展状況を即時的に反映

表 41 認可された海外直接投資プロジェクト

	プロジェクト数	登録資本金総額(*) (百万 USD)
上水道、下水道、廃棄物管理、環境修復	81	2,926
(*) 過年度の新規登録資本とライセンスプロジェクトへの追加資本を含む。2016 年以降は外国人投資家の拠出資本と株式購入を含む		

※2020 年 12 月 31 日時点で有効なプロジェクト累計

政府当局の調査をもとにした B&Company Vietnam の統計分析によると、2,300 以上の廃棄物関連事業が運営されており、そのほとんどが売上高 30 億 VND 以下の小規模なものである。一般的な利益状況を見ると、中規模企業、大企業は平均して利益率 4%とわずかな利益を得ているが、零細企業、小企業の 2019 年度平均値は赤字と推計される。

表 42 廃棄物関連事業統計

VSIC-コード 5	事業内容	会社数	2019 年度純利益 (10 億 VND)
37002	廃水処理	465	4,780.3
38110	非有害廃棄物の回収	1,244	18,428.0
38121	医療廃棄物の回収	4	2.6
38129	その他の有害廃棄物の回収	34	889.8
38210	非有害廃棄物の処理・処分	217	4,376.7
38221	非有害廃棄物の処理・処分	5	115.6
38229	医療廃棄物の処理・処分	49	3,122,4
38301	その他の有害廃棄物の処理・処分	110	6,606.7
38302	金属廃棄物の再利用	183	4,165.1
TOTAL		**2,311**	**42,487.3**

収益規模	会社の数	純収益合計、2019 年 (10 億 VND)	税引前利益合計、 2019 年 (10 億 VND)	利益率 (%)
零細企業 (<30 億 VND)	1,586	898.8	(133.2)	-15%
小企業 (3-500 億 VND)	532	7,008.9	(110.7)	-2%
中規模企業 (>50-2000 億 VND)	151	15,218.0	603.3	4%
大企業 (2000 億 VND 以上)	42	19,361.6	795.4	4%

今回の調査では、以下のような廃棄物処理関連企業を取り上げた

表 43 主要な廃棄物処理関連企業

No	会社名(英語名)	ウェブサイト	市/省	設立年	会社形態	産業廃棄物処理				
						金属再利用	廃水処理	廃棄物焼却処理	埋立処理	その他
1	Citenco Co., Ltd	http://www.citenco.com.vn/	ホーチミン	2010	SOE		o	o		o
2	Hoa Binh IRT JSC	http://www.moitruonghoabinh.vn/	ハノイ	2008	JSC	o	o	o		o
3	Hung phat Urban Environment Co., Ltd	http://hungphat.org.vn/	バクニン	2010	Ltd	o	o	o		o
4	Sonadezi JSC	http://news.sonadezi-sdv.com.vn/	ドンナイ	2007	JSC		o	o	o	o
5	Phu Ha Environment Company Limited	http://moitruongphuha.com/	フート	2007	Ltd	o	o	o	o	o
6	Hue Phuong VN Green Environment Co., Ltd	http://huephuongvn.com/	タイニン	2011	Ltd	o	o	o	o	o
7	Viet Star Environmental JSC	https://vietstarjsc.com/en/home/	バリア・ブンタウ	2008	JSC		o	o		o
8	Tai Tien Co., Ltd	http://taitien.vn/	ドンナイ	2009	Ltd	o	o	o	o	o
9	Green Idea Co., Ltd	http://moitruongcongnghiepxanh.vn/	ヴィンフック	2007	Ltd	o	o	o		o
10	GE Vietnam Co., Ltd	https://moitruongxanhvn.com/	タイニン	2007	JSC	o	o	o		o
11	Thanh Tung 2 Co., Ltd	http://thanhtung2.com/default.gss	ドンナイ	2000	Ltd	o		o		o
12	Green Earth JSC	http://moitruongtraidatxanh.com/	ロンアン	2011	JSC	o	o	o		o

(*) JSC: ジョイントストックカンパニー（合本会社）; Ltd: 有限責任会社; SOE: 国有企業
会社の選択基準。

- 主たる事業内容が廃棄物処理である
- 産業廃棄物の処理を行っている
- 廃棄物処理企業中上位の売上高である
- ウェブサイトを公開している

情報源

- B&Company エンタープライズ調査データ
- 全国企業登録システム（NBRS）
- 企業の公式サイト
- 企業の有害廃棄物処理免許（入手可能な場合）

表 44 有害廃棄物処理免許を保有する廃棄物処理施設

No.	処理施設名	省/市	処理能力*[1]	処理方法*[2]				
				焼却（トン/日）	中間処理（トン/日）	再利用（トン/日）	埋立（㎥）	前処理（トン/日）
合計：	14		①+②+③	①	②	③	④	⑤
1.1	HCM Hazardous Waste Treatment Station at Dong Thanh Construction Site	ホーチミン	21	21	0	0	27,909	0
1.2	HCM Hazardous Waste Treatment Station at Industrial and Hazardous Solid Waste Treatment Complex	ホーチミン	7	7	0	0	0	0
2	Industrial Waste Treatment and Scrap Recycling Factory	バクザン	155	20	67	68	1,500	1
3	Hung phat Urban Environment Co., Ltd	バクニン	>305	×		×		
4.1	Quang Trung Waste Treatment Complex	ドンナイ	3,218	8	3,210	0	206,236	0
4.2	Liquid Waste Physicochemical Treatment Plant	ドンナイ	2	0	0	2	0	0
5	Industrial Waste and Heath-care Waste Treatment Plant	フートー	37	12	5	20	0	0
6	Hue Phuong VN Green Environment Co., Ltd	タイニン	85	16	24	45	11,536	4
7	Sao Viet Hazardous Waste Treatment Plant	バリア・ヴンタウ	28	8	9	10	0	4
8	Hazardous Waste and Daily-life Solid Waste	ドンナイ	88	9	50	29	214,900	0

	Treatment Plant							
9	Recycling and Waste Treatment Center	ビンフック	91	32	4	55	0	4
10	Waste Treatment Plant	タイニン	52	6	23	23	0	1
11	Industrial Waste and Hazardous Waste Recycling and Treatment Factory	ドンナイ	19	5	2	12	0	1
12	Green Earth Environment Technology JSC	ロンアン	23	6	10	7	0	0
注: 図表 12 の企業の番号と対応（処理施設・運営企業）；一企業で複数の施設を運営している場合、枝番で表記（例： 1.1, 1.2 等） × 処理方法は分かっているが、処理能力に関する情報を入手できない								
*1	埋め立ては、処理能力の単位が他の処理方法と異なるため含まず。前処理は、他の処理方法の中間工程のため含まず 固形廃棄物の処理方法は、①焼却、②中間処理、③再利用、④埋立、⑤前処理の 5 つに分類（廃液の処理方法については省略）							

6.3. 関連政策・法規

(1)廃棄物管理に関連する国家政策の要点

i 廃棄物管理に関する一般規定

基本事項は環境保護に関する法律 No.55/2014/QH13[12]-第 IX 章に記載がある。主な要点は以下の通り

- 廃棄物処理に適用される要求事項
  - 廃棄物は、発生、最小化、分別、回収、運搬、再利用、破砕のプロセスを通して管理されなければならない
  - 通常の廃棄物であっても、許容範囲を超えて有害廃棄物を含み、分別できないものは、有害廃棄物に準じて管理する
  - 政府は、廃棄物管理に関する規制を策定する[13]

[12] 2022 年 1 月 1 日より、環境保護に関する法律 No.72/2020/QH14 が、法律 No.55/2014/QH13 に代わり施行される。重要な変更点は、環境監査が追加されたことである。天然資源環境大臣は、企業による環境自己監査に関する技術指導を行う。

[13] 政府の政令 09/VBHN-BTNMT では、廃棄物の管理についてより具体的な指針が示されており、具体的には、有害廃棄物、国内の固形廃棄物、通常の産業固形廃棄物、液体廃棄物、廃水、産業廃ガスなどの廃棄物管理、スクラップの輸入における環境保護などが規制されている。

- 廃棄物の最小化と再利用
  - 再利用や燃料として利用が可能な廃棄物は分別する必要がある
  - 廃棄物を発生させる製造業や事業所の所有者は、廃棄物を最小限に抑え、再利用するか、あるいは廃棄物を再利用できる組織に譲渡する責任がある

- 廃棄製品の回収・処理
  - 製造業や事業所の経営者は、廃棄製品を回収し、処理しなければならない
  - 製品利用者は、適切な場所に廃棄製品を運搬する義務を負う
  - 人民委員会と環境当局は、製造業や事業所が廃棄製品を回収することを促進しなければならない
  - 廃棄製品は、内閣総理大臣の決定に従い、回収・処理される

- 廃棄物処理に関する人民委員会の責任
  - 地域の廃棄物処理インフラの計画を策定、承認、実施すること
  - 地域の廃棄物処理を担う公共事業に投資し、運営すること
  - 法律で定められた、廃棄物処理を支援するための促進政策を導入すること

- 工業団地、輸出加工区、ハイテクゾーンの投資家の廃棄物管理に関する責任
  - 自分の管理下にある事業の廃棄物を集積するための十分な場所を提供すること
  - 汚水濃縮処理システムの開発と運営を行うこと

ii 環境排出前の廃棄物中汚染物質の許容レベル

ベトナムの処理済廃棄物品質規制は、国、省、工業団地の各段階に応じて規定されている。

<table>
<tr><td rowspan="3">処理後廃棄物の基準</td><td>国家レベル</td><td>産業全般または特定の産業から排出される廃棄物（廃水、排ガス、廃油のみ）に含まれる汚染物質の排出許容レベル基準
韓国の規格を参考にした新しい技術規制を作成中</td><td rowspan="2">規制の適用順序：<table><tr><td>優先度低</td><td>優先度高</td></tr><tr><td>国家レベル</td><td>地域レベル</td></tr><tr><td>産業全般</td><td>特定の産業</td></tr></table></td></tr>
<tr><td>省レベル</td><td>いくつかの省では、廃棄物中の汚染物質の許容レベルに関する省技術規則/規制を制定している
省内では強制力あり</td></tr>
<tr><td>工業団地レベル
（一部の工業団地のみを対</td><td>一部の工業団地では、廃棄物中の汚染物質の許容レベルに関する内部基準を定めている
工業団地内では強制力あり</td><td>工業団地の内部基準は、国や州の技術規則よりも厳しいため、工業団地の内部基準に準拠している場合、国、省の技術規則準</td></tr>
</table>

	象とした調査による）		拠は担保される。

技術規則は、産業全般、一部の特定産業、および廃棄物処理により生じる 3 形態の排出物（廃水、排ガス、廃油）に適用される。韓国の規格を参考にした新しい技術規則を作成中。

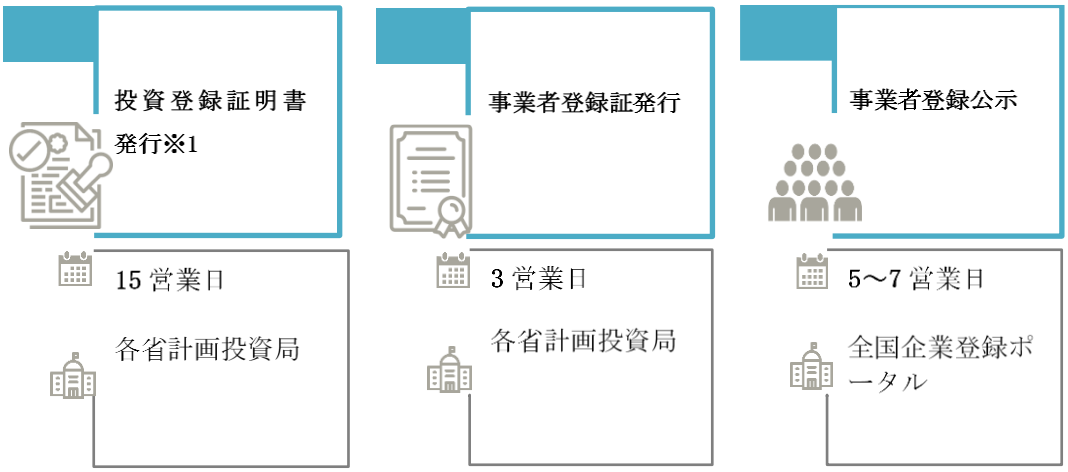
表 45 技術規則一覧－国家レベル

種類	**内容**						
所管省庁	環境総合局、 天然資源環境省(MONRE)						
廃棄物の種類	**分類**		**現技術基準 (QCVN)**	**新技術基準設定計画**			
				実施期間*		進行状況	参考基準
				開始	期限		
廃水	産業全般		QCVN 40:2011/BTNMT	2019	2020	QCVN 40:2021/BTNMT 素案段階	韓国基準に準ず
	廃棄物を大量に排出する特定の産業	天然ゴム加工	QCVN 01-MT:2015/BTNMT				
		水産物加工	QCVN 11-MT:2015/BTNMT				
		パルプ・製紙工場	QCVN 12-MT:2015/BTNMT				
		繊維	QCVN 13-MT:2015/BTNMT				
		製鉄	QCVN 52:2017/BTNMT				
		バイオエタノール製造	QCVN 60-MT:2015/BTNMT				
		キャッサバ澱粉製造	QCVN 63:2017/BTNMT				
	廃棄物処理方法	固形廃棄物埋め立て	QCVN 25:2009/BTNMT				
排ガス	産業全般		QCVN 19:2009/BTNMT	2019	2020	未公表	韓国基準に準ず
			QCVN 20:2009/BTNMT				
	廃棄物を大量に排出する特定の産業	化学肥料	QCVN 21:2009/BTNMT				
		火力発電	QCVN 22:2009/BTNMT				
		セメント	QCVN 23:2009/BTNMT				

		石油精製・石油化学	QCVN 34:2010/BTNMT				
		製鉄	QCVN 51:2017/BTNMT				
	廃棄物処理方法	産業廃棄物焼却	QCVN 30:2012/BTNMT				
		セメント焼成副産物再資源化	QCVN 41:2011/BTNMT	2021	2021	未公表	
		廃油再利用	QCVN 56:2013/BTNMT	2021	2021	未公表	
廃油	産業全般		No QCVN				
	廃棄物を大量に排出する特定の産業		No QCVN				
	廃棄物処理方法	再利用	QCVN 56:2013/BTNMT	2021	2021	未公表	韓国基準に準ず
(*) 実施期間は当局の想定であり、実際には異なる可能性がある							

(2)事業者登録の流れ

i 事業登録手続き



（実際には、登録には2～6ヶ月かかることもあり）

*外国人投資家または外国人投資家とみなされる企業（外国人が資本金の51%以上を保有する企業）による投資に限り必要

ii 特定事業の営業許可証申請

企業が有害廃棄物の処理、再利用、再資源化 、エネルギー回収、収集運搬、積替保管、前処理作業等を含むサービスを行う場合、有害廃棄物処理許可証を取得する必要がある。

有害廃棄物関連事業者以外にも、以下のような事業活動に対応する許可や条件について確認する必要がある。

・ 日常生活系固形廃棄物処理施設については、許認可は不要であるが、第21条、政令Decree 38/2015/ND-CP（Decree 40/2019/ND-CPにて修正・補足）の条件を満たす所定の環境保全工事を完了したことを所轄官庁が証明する必要がある
・ 産業排出ガスの排出には排出許可が必要
・ 生産用の原材料として使用するスクラップを輸入する場合は、環境保全適格性の証明書が必要

(3)有害廃棄物処理免許

有害廃棄物を処理するための許可を取得するには以下の条件が必要である。但し、条件は以下に限定されないことに留意

・ 天然資源環境省が承認した環境影響評価報告書があること
・ 有害廃棄物処理施設の所在地（生産施設が有害廃棄物の再資源化処理を行っている場合

を除く）が、省レベル以上の管轄当局によって承認された廃棄物管理・処理に関するマスタープラン記載の対象地域に含まれていること

・処理システムおよび装置（予備処理、再利用、再資源化処理、エネルギー回収を含む)、梱包、保管装置、一時保管場所または積み替え場所、輸送手段（ある場合）は、規定の技術要件および管理プロセス基準を満たしていること

・有害廃棄物処理施設内の環境保全作業が、規定の技術要件と管理プロセスの基準を満たしていること

・従業員は以下の要件を満たす人員で構成されていること（規定上は政令 Decree 40/2019/ND-CP により抹消されているが、同様の内容が通達 Circular 36/2015/TT-BTNMT にあり、実質的に廃止とはなっていない)

- 有害廃棄物処理施設には、環境又は化学に関連する専攻の専門資格を持つ管理・監督・専門技術指導の担当者を少なくとも 2 名以上配置し、規定に基づいた有害廃棄物管理許可を保持していること
- 有害廃棄物の運搬拠点には、環境または化学に関連する専攻の専門資格を持つ、管理、監督、専門技術指導の責任者を少なくとも 1 人置くこと
- 上記 2 点に規定している人員に対しては、法律で定められた社会保険料および健康保険料を支払わなければならず、又、企業の事業登録証明書（または同等の書類)、経営者、従業員名簿、危険物・有害廃棄物の取り扱い許可申請書中に個人名の記載がない場合は、長期の労働契約を締結していること
- 車両、システム、機器の安全な運用を確保するために、訓練されたオペレーターと運転者のチームを持つこと

・有害廃棄物の回収、運搬（ある場合)、処理（事前処理、再利用、再資源化処理、エネルギー回収を含む)のための車両、システム、機器の安全な操作のための手順を有すること。

・以下の内容を含む、環境保護計画を持つこと：汚染防止および環境保全のための計画、労働安全衛生保護計画、事故防止および対応計画、訓練計画、定期的訓練の計画、環境モニタリング計画、処理操作のモニタリングおよび有害廃棄物処理の効果評価計画

・事業終了時に汚染を抑制し、環境を回復するための計画があること

(4)産業廃棄物焼却炉に関する国家技術規格（QCVN)

RPF は、エネルギー回収の一つであるが、廃棄物を燃料化するという観点で、廃棄物の燃焼に関わる法令ならびに関連する法令について確認したので、要点を記載する。

i 産業廃棄物焼却炉に関する排ガスパラメータ基準（QCVN 30:2012/BTNMT)

表 46 産業廃棄物焼却炉に関する排ガスパラメータ基準

項目	単位	規制値
総粉塵	mg/ Nm3	100
塩酸	mg / Nm3	50
一酸化炭素	mg / Nm3	250
二酸化硫黄	mg / Nm3	250
窒素酸化物	mg / Nm3	500
水銀および水銀として表される化合物	mg / Nm3	0.2
カドミウムおよびカドミウム中の化合物	mg / Nm3	0.16
鉛および鉛として表される化合物	mg / Nm3	1.2
他の重金属の合計（As、Sb、Ni、Co、Cu、Cr、Sn、Mn、TI、Zn）及び化合物	mg / Nm3	1.2
総炭化水素	mg / Nm3	50
ダイオキシン類（PCDD / PCDF） 容量 300kg / h 以上の焼却炉	ngTEQ / Nm3	0.6

※表中の最大許容値は、2015 年以降の燃焼炉が対象

ii 産業廃棄物焼却炉に関する運転等の主な基準（QCVN 30:2012/BTNMT）

・2 次燃焼ゾーンは、800℃以上。
・放射性廃棄物、爆発性廃棄物など規制されている有害廃棄物の焼却は禁止。
・産業廃棄物焼却炉の運転ログを保管し、量と種類を明確に記載する必要がある。
・炉の排気ガス処理システムから発生する廃水は、QCVN40：2011 /BTNMT 工業廃水に関する国家技術規制を満たし処理された場合は、排出することができる。
・火災事故防止の観点で、緊急時の対応計画や燃焼ゾーンには、自動シャットオフ機能などが必要である。
・産業廃棄物焼却炉は、測定と記録のために自動で継続的な監視装置を備えていなければならない。燃焼ゾーンの温度パラメータ、排気ガス処理システム後の排気ガス温度等。

産業廃棄物焼却炉に関する基準については、日本の基準よりも厳しい部分もあるが、RPF 供給先の燃焼炉が、この条件をクリアできる燃焼炉であることを今後確認する必要がある。

また、排ガスパラメータの規制値をクリアできれば、特定の有害廃棄物でない限り燃焼させること自体に規制はないため、通常想定される RPF の原料となる廃棄物であれば、燃焼は可能と判断できる。

(5)産業排水に関する国家技術規格（QCVN 40:2011/BTNMT）

製紙スラッジを RPF の原料として利用する場合、製造工程で排水が発生する可能性もあるため、産業排水に関する基準の確認を行った。表における数値は、生活水供給目的で使用される受水源に排出される産業排水における汚染物質の規定値である。水分の多い製紙スラッジを利用する場合においては、事前に調査しておく必要がある。

表 47 産業排水に関する国家技術規格

項目	単位	規定値
温度	° C	40
色度	Pt/Co	50
pH	-	6～9
BOD5（20° C）	mg/l	30
COD	mg/l	75
TSS（総懸濁固体量）	mg/l	50
ヒ素	mg/l	0.05
水銀	mg/l	0.005
鉛	mg/l	0.1
カドミウム	mg/l	0.05
六価クロム	mg/l	0.05
三価クロム	mg/l	0.2
銅	mg/l	2
亜鉛	mg/l	3
ニッケル	mg/l	0.2
マンガン	mg/l	0.5
鉄	mg/l	1
全シアン化物	mg/l	0.07
総フェノール	mg/l	0.1
総鉱物油	mg/l	5
硫化物	mg/l	0.2
フッ素	mg/l	5
アンモニウム（N 換算）	mg/l	5
全窒素	mg/l	20
全リン（P 換算）	mg/l	4
塩化物（塩水源又は汽水源に排出する場合は、適用しない）	mg/l	500
残留塩素	mg/l	1
有機塩素系殺虫剤	mg/l	0.05
有機リン系殺虫剤	mg/l	0.3
総 PCB	mg/l	0.003
大腸菌群	菌/100ml	3000
全アルファ線強度	Bq/l	0.1
全ベータ線強度	Bq/l	1

各種サンプリングや分析は、国家規格である TCVN の各種方法に沿って行う必要がある。TCVN 6663-1:2011 (ISO 5667-1:2006)：水質－サンプリングプログラム及びサンプリング手法に関するガイドライン、TCVN 7877:2008 (ISO 5666 -1999)：水質－水銀の測定、TCVN 6658:2000：水質－六価クロムの測定等。

6.4. ソクチャン省の廃棄物

(1)廃棄物の収集運搬に関する情報

ソクチャン省の廃棄物収集運搬に関してソクチャン省等にヒアリングした結果は以下の通り。

・ソクチャン省内のご廃棄物収集業者である Global Clean Green Technology Environment 社（GE 社）が、収集しているのは、Cu Lao Dung 地区の一ヶ所であり、日量 15ｔの廃棄物を収集している。
・他 3 つの地区（Ke Sach、Long Phu、Trand De）を含めた 4 地区のごみ処理を行う工場を検討しており、4 地区で発生するごみの量は、200t/日である。
・ソクチャン省のゴミ回収料金
人民委員会からの売上 ： 3 億 VND / 年（１地区からの支援金）
各家庭からの売上 ： 20,000～30,000 VND /１世帯・月
・1kg 当り約 600VND（収集代金 364VND、運搬代金 247VND)、運搬代は輸送距離で変動する。収集代金は家庭から回収、運搬代金は政府から回収する形である。
・この約 600VND／kg は国で定められた金額で、全国各地でほぼ同額料金である。
・Cu Lao Dung 地区での収集人員など
ごみ収集する人数： 4 名（朝 3 時～昼 3 時まで営業）
車両台数： 車 1 台（2.4t)、バイク 1 台
回収量： 15t/日（家庭から１地区に１箇所ある集積場まで運搬する）
・ソクチャン省在住の女性達による取り組みとして、環境汚染を抑制すると同時に、収入を高めるために、空き缶、段ボール、廃プラスチック類などを収集、分別・販売している実績がある。こうした活動の妨げにならないようにしながら、有価になりにくい物を分別協力して頂き、原料確保につなげられる可能性がある。

(2)ソクチャン省廃棄物関連情報

ソクチャン省の廃棄物処理に関してソクチャン省等にヒアリングした内容は以下の通り。

・1 日の一般廃棄物量は、約 600t ある（収集実施分)。
収集は省内の市内を中心に約 60% がカバーされており、市街周辺は対象外である。
排出された廃棄物は、基本的に分別されておらず、処理は全て埋立処理である。
・ソクチャン省に 8 ヶ所処理場があり、ソクチャン省の都市開発公社が運営中であり、3 ヶ所が焼却施設である。焼却できない大半が、埋立処分であり、処理場の汚水貯水池は雨期には、いっぱいになるなどの問題を抱えている。

・収集運搬が正しく行われず埋立処分場にさえ運ばれない一般廃棄物もあり、河川に投棄されている。そのまま海洋に流出して海洋プラスチック問題の温床となり、自治体の対応も含めて改善が求められている。
・有害廃棄物、産業廃棄物の処理を安定的に省内で実施したいという意向がある。
病院から発生する医療廃棄物は、有害廃棄物として登録し、3 ヶ所で焼却処理している。管理登録してある病院から発生する医療廃棄物の量は、134t／年であり、登録されていない病院からの廃棄物も存在している。収集～処理のために、病院側が支払う費用は、24,600VND／kg である。
・3 ヶ所ある焼却施設は、それぞれ、60kg／h、25kg／h、30kg／h の能力であり、医療廃棄物も含めて対象となる廃棄物の発生量に対して十分カバーできていない。コロナ禍で、更に処理が滞りやすい状態にある。
・表 48 にソクチャン省の産業廃棄物の排出量並びに処理などの内訳を示す。この表は、2020 年ソクチャン省における通常の産業固形廃棄物発生・管理状況アップデートプロジェクトからの引用である。発生量 1,177.24t／日の内、約 90%にあたる 1,057.90t／日が再生又は再利用されており、かなり高いリサイクルが実施されている事が分かる。堆肥化、飼料化などが多いと思われる。

表 48 ソクチャン省 2020 年産業廃棄物排出量と内訳

単位：t／日

業種	再生・再利用	建築資材又は路盤整地材	処理・埋立	合計
水産物下処理・加工	56.25	－	26.26	82.51
食料・食品加工	320.41	－	70.24	390.65
砂糖精製	512	－	－	512
飲料生産	164.82	－	8.46	173.28
肥料製造	0.09	－	－	0.09
木・竹加工	1.02	－	0.21	1.23
機器製造	1.12	－	0.49	1.61
建材製造	1.83	12.62	－	14.45
プラスチック	0.13	－	0.17	0.3
縫製	0.21	－	0.83	1.04
エネルギー関連	0.02	0.05	0.01	0.08
合計	1,057.90	12.67	106.67	1,177.24

・産業廃棄物を大量に排出する生産企業（例：ベトナムクリーン水産株式会社、ソクチャンサイゴンビール工場など）は、分別した上でホーチミン市、カントー市、バクリュウ省、カマウ省等の業者に引き渡し、規定に沿って処理を任せている。但し、距離も遠いため、

コストがかかるため、ソクチャン省内に処理施設ができる事が望ましいと考えられている。

・中小企業では、分別の実施が徹底されておらず、省内の零細廃品回収業者に、売却可能な廃棄物を売るために一部の分別が実施されている（金属、段ボールなど）が、価値が無く売却不可能な物は、生活系廃棄物と一緒に省内の埋立処分場に運ばれている。

・ソクチャン省内の製糖会社では、さとうきびの搾りかすであるバガスやもみ殻、木質バイオマスなどを燃焼して発電するバイオマス発電により売電も行われている。発電設備の総出力は、6,000kW である。

(3)RPF 使用可能廃棄物推定量

ソクチャン省におけるごみ組成の情報が得られていないため、同じベトナム国内のハノイ市のごみ組成[14]を元にソクチャン省で排出される一般廃棄物日量約 600t の内、RPF へ使用可能と思われる廃棄物の量について推定した結果を表 49 に示す。

表 49 RPF 使用可能推定廃棄物量（ソクチャン省一般廃棄物）

分類項目	ハノイ市 ごみ組成 比率%(乾季)	ソクチャン省			
		日量(t)	月間(t)	見込係数 (%)	使用可能 推定数量 月間(t)
食品	63.2	379	11,755		
プラスチック	**7.2**	**43**	**1,339**	**50**	**670**
石炭灰	9.1	55	1,693		
紙	**5.3**	**32**	**986**	**30**	**296**
ガーデン関係	3.2	19	595		
ガラス	1.6	10	298		
繊維	**0.9**	**5**	**167**	**50**	**84**
金属	0.9	5	167		
陶器	0.4	2	74		
木	**0.6**	**4**	**112**	**30**	**33**
ゴム、革	0.2	1	37		
その他	7.4	44	1,376		
合計	**100**	**600**	**18,600**		**1,083**

[14] ※ハノイ市のごみ組成については、下記の文献を参照した。
環境研究総合推進費 補助金 研究事業　総合研究報告書
東南アジアにおける廃棄物データベースの構築及び廃棄物処理システムの評価
（Ｋ２１１８ Ｋ２２０５９ Ｋ２３３８）
平成 24 年 3 月　代表研究者　（独）国立環境研究所 大迫政浩

いくつか補足する。まず分類項目のうち、RPF の原料として使用可能と思われるものをプラスチック、紙、繊維、木の 4 項目（太字下線）としている。それらにハノイ市のごみ組成比率を掛け合わせ、日量（t)、月間（t）の発生量をまず算出している。さらにその排出量に対して、RPF 原料として使用できる比率を見込係数として掛け合わせて、使用可能推定数量を算出している。石炭灰については、南部にあるソクチャン省では、組成比率については、実際にはかなり低い可能性が高いと考えている。

見込係数については、プラスチックについては、有価物になる可能性のあるプラスチックや塩素を含んでいて RPF に利用できないプラスチックが一定量あると想定して、50%を係数としている。紙についても同様で、新聞や雑誌などの有価物になるものが多くあると推定して 30%を係数とみている。繊維については、水分を含んだものなど利用が難しい物も含まれていると想定して 50%としている。最後に木であるが、通常は剪定木が多く、水分を含んでいるので使用が難しく、実質利用可能なものは 30%と見込んでいる。

今回のハノイ市ごみ組成は、乾季のデータである。雨季はもう少しプラスチック量が増加する（1.4 倍）が、少ない方の乾季のデータを元に推定算出している。また当時（平成 24 年 3 月）の調査よりも約 10 年経過していることから、実質は使用されているプラスチック量はいくらか増加していると考えている。さらに収集ができていないエリアが 40%程度あり、それらを踏まえるとさらに廃プラスチック類の量は多いことが予測されるが、今回の推定には含んでいない。

最終的な RPF 原料としての使用可能推定量が、月間で 1,083t であり、プラスチック比率も 62%あるので、RPF 製造においては、十分な量が確保できると考えている。

(4)その他可能性のある廃棄物、工業団地情報等

i 医療廃棄物

2030 年までのソクチャン省における都市発展プロジェクト承認に関するソクチャン省人民委員会の決定 3232/QĐ-UBND 号（2018 年 12 月 7 日付）によると、2050 年を見据え、危険性を伴う医療廃棄物の収集および処理全てにおいて環境基準を満たすとされている。

現在、省内における医療廃棄物処理は、2016～2020 年段階および 2025 年を視野に入れたソクチャン省における危険性を伴う医療固形廃棄物の収集、運搬、処理に関するソクチャン省人民委員会の計画 42／QĐ-UBND 号（2017 年 4 月 10 日付）、計画 42／KH-UBND 号（2017 年 12 月 14 日付）を補足するためのソクチャン省人民委員会の決定 3302／QĐ-UBND 号（2018 年 12 月 14 日付）で示される区域モデルに沿って行われている。

表 50 は、ソクチャン省における定期的医療廃棄物の管理状況を報告している一部の登録医療機関における医療廃棄物情報からの引用である。多いところで、年間 56t の排出量を伴う。

先述したソクチャン省廃棄物関連情報の中でも触れた医療廃棄物は、感染性を伴う有害廃棄物と、そうでないものに実際には分ける事ができると考えており、医療廃棄物の中からも RPF 原料となる廃棄物を今後調査する考えである。具体的には、使用済みの点滴パック、血液などが付着していない不要シーツ、X 線フィルムなどである。

表 50 ソクチャン省医療廃棄物量（登録拠点のみ）

単位：kg/年

No.	病院／医療センター	廃棄物の総排出量	内訳							
			感染性廃棄物				非感染性廃棄物で危険性を伴う廃棄物		X線フィルム	その他の危険性を伴う廃棄物
			感染性廃棄物で鋭利物	感染性廃棄物で非鋭利物	高い感染性を持つ廃棄物	解剖材料	危険性を伴う化学物質	水銀・重金属を含む、故障設備		
1	産科・小児科専門病院	56,041	1,390	36,965		17,686				
2	Ke Sach 医療センター	3,816	318	3,251	9	238				
3	軍民医療病院	1,303	65	988		29	220	1		
4	Long Phu 医療センター	7,537	80	6,610	0	826		5		16
5	Hoang Tuan 有限責任会社	10,335	10,273					58		4
6	ソクチャン私立眼科専門病院	693		693						
7	Vinh Chau 町医療センター	15,927	1,671	10,176		3,944			30	106
8	Nga Nam 町医療センター	11,745	11,680					60		5
9	Thanh Tri 県医療センター	11,729	11,700					24		5
10	My Tu 県医療センター	7,736	652	7,084				1		
11	Chau Thanh 県医療センター	2,738	730	1,825	183					
12	Cu Lao Dung 県医療センター	2,008	1,460	548						

ii 工業団地情報等

ソクチャン省は、農業や水産業が盛んであり、現時点では重工業、軽工業などの企業が少なく、比率として 1 次産業が減少傾向にある中で、3 次産業が増加傾向にある。一方では、アンギエップ（An Nghiep）工業団地、テャンデ（Tran De）海洋経済特区などがあり、今後も工業団地の開設が進んでいくと思われ、それに伴い産業廃棄物も種類や排出量が変化していくと考えている。

工場等の誘致では、ホーチミン近隣の省が外資の誘致が盛んであるが、ソクチャン省周辺で可能性が高いのが、メコンデルタ南部地方では、ソクチャンに隣接するチャビン省であり、同省は多くの工業団地が既に開設済みである。カウガン郡におけるヒエップミータイ(Hiep My Tay)工業団地の新設が決定されるなど、引き続き企業誘致や工場建設が推進される可能性が高いとみている。

ヒエップミータイ工業団地は用地面積 40ha で、稼働開始時期は 2023 年 7～9 月の予定との事である。主に縫製・革靴、手工芸品、建設資材、肥料、電子機器製造、食料品加工、　二輪車・トラクター産業などの企業が入る見通しである。

ソクチャン省周辺のチャビン省、バクリュー省、カマウ省及びソクチャン省を含む 4 省の中では、軽工業関連の輸出について、唯一、チャビン省の輸出実績があり、他の省では、重工業、軽工業が少ないようである。付近で大きな都市であるカントー市よりもチャビン省の軽工業に関する輸出額は大きい。

チャビン省は、工業団地の増加や、ディンアン（Dinh An）経済特区もあるため、より一層、企業などの誘致が進みやすい状況にある。同経済特区の法人税は、所得の発生以降の最初の 4 年間は免税であり、その次の 9 年間が 5%、さらにその次の 2 年間が 10%、それ以降が 25%である。

またチャビン省は、国際港でもあるカイメップ ・ チーバイ港（バリア・ブンタウ省）にも海上輸送できる可能性が高いことから、国際的にもより発展性が高いエリアであると考えている。将来的には、ホーチミン周辺のエリアから発生する廃棄物を海上輸送で、チャビン省あるいはソクチャン省で受入、RPF 化する事も視野に入れたいと考えている。海上輸送のメリットは、渋滞回避と CO2 削減であり、長距離輸送の場合、コスト削減につながる可能性もある。日本の産業廃棄物処理で考えると関東や関西の廃棄物を地方に運搬して処理するケースは多くみられるが、今後、ベトナムでも同様に、ある程度の広域処理は発生すると考えられる。

チャビン省とソクチャン省は、メコン川支流により分離されており、フェリーなどでの移

動が一般的であるが、今後、チャビン省－ソクチャン省間に建設されるダイガイ橋により、ソクチャン省から約 50km 圏内となり、経済交流もより活発になると予測される。

ソクチャン省周辺での大きな都市としては、カントー市があり、チャー・ノック（Tra Noc）工業団地などを始め、規模も大きい工業団地が整備されている。今後、有害廃棄物も含めて廃棄物排出量の増加が考えられる。カントー市では、焼却発電が行われているが、処理能力が 400t／日で、他地域の埋立廃棄物の焼却計画もあり、大幅な処理の増加は難しく、逆に同市にある他の焼却施設は処理能力に対して余力があるが、今後サーマルリサイクルも含めたリサイクル化の増強が望まれる。

iii 選別処理場

ソクチャン省内には、ノルウェーの ODA で建設された固形廃棄物の選別処理場があり、2015 年から稼働している。同処理場では、日量 160t の選別する能力がある。選別された生ごみからは、日量 100t の堆肥を製造し、リサイクル可能（有価）なプラスチックを日量 5t 生産する。

プラスチックについては、全てが有価物としてリサイクルに回るものばかりではないため、埋立地処分場延命の観点でもサーマルリサイクルへの流れが検討できないかソクチャン省と協議していきたいと考えている。

6.5. 導入を想定する技術・製品

(1)オガワエコノスの事業の概要

オガワエコノスは昭和 27 年創業で、し尿汲み取りや浄化槽の維持管理、さらには公共下水道の維持管理などを手掛ける一方で、一般廃棄物・産業廃棄物収集運搬、一般廃棄物・産業廃棄物の中間処理・リサイクル化に従事している。近年では、環境教育にも注力しており、工場見学の受入や小学校等での出前授業、環境省の体験の機会の場にも認定して頂き、環境全般について考える場の提供に取り組み、これまでの知見を活かした海外への支援も実施している。

また環境に関するコンサルティングやカーボンオフセット等の事業も手掛けている。更には安定的な業務の継続、従業員の健康維持のための健康経営を推進し、ヨガ教室等の開催もしている。

図 70 環境学習

図 69 健康経営

図 71 海外支援

(2)ベトナムで普及を目指す製品・技術

i 製品・技術の特徴

オガワエコノスでは、日本国内で石炭の代替燃料として普及している廃棄物固形化燃料（以降 PRF と表記）の製造事業を実施しており、その特徴などについて説明するが、オガワエコノスは、日本国内でも上位の RPF 生産量に加え、RPF の原料となる廃棄物の管理、配分調整によりその品質を確保できる技術を有している。また、これまでも新規参入する事業者への技術的な指導も実施しており、ベトナムでも単なる設備導入ではなく、製造に関する技術的な指導も踏まえた普及を考えている。

①廃棄物の資源化

RPF は、廃棄物由来の廃プラスチック類・紙くず・木くず・繊維くず等の原料に熱を加えて固形化し、ボイラでの蒸気利用や発電などに使用することでサーマルリサイクルの一環を担っている。廃棄物固形化燃料の RPF という手法は、埋め立てたり、単純焼却するのと違い、石炭などの代替として有効活用できる上に、一定のエリア内での廃棄物の地産地消が図れる。

②石炭等の代替燃料

RPF は製造工程で原料である廃プラスチック類の配合比率を変えることにより、発熱量を石炭(約 6,000kcal/kg)やコークス(約 8,000kcal/kg)並みにすることが可能であり、石炭等の代替燃料となる。日本国内でも石炭を利用している製紙工場などのユーザーが多く、ベトナムにおいても化石燃料を利用している企業からの需要は高いと考えられる。

③環境負荷

RPF は不燃物混入が少なく、硫黄分・窒素分・灰分などの環境規制物質が石炭よりも少ないため、排ガス処理、灰処理が容易である。また、圧縮固化された状態で運搬されるため、かさ張りやすいプラスチックと異なり、運搬時の CO2 排出量も抑制され、なおかつ燃焼時の CO2 排出量は石炭の 67%程度であることから、地球温暖化防止に寄与する燃料である。

(3)製品の一般的な品質規格等

RPF の一般的な製品スペックを表 51 に示す。RPF は、現在、日本産業規格である JIS Z 7311 として規格が制定されている。JIS を取得することは、厳格な規格に沿った製品を製造している技術力のある製造業者として認定され、品質を保証されたことになる。なお、日本全国 200 社以上ある RPF 事業者中 20 事業所が JIS を取得しており、うち 3 工場はオガワエコノスの所有である。

表 51 RPF の一般的な品質規格

RPF の一般的な品質規格	
品質項目	品質範囲
発熱量	25MJ～33M J /kg（6,000～8,000kcal/kg）
	注）原料配合で調整可能
塩素	A 等級 0.3%以下
	B 等級 0.3%超 0.6%以下
	C 等級 0.6%超 2.0%以下
灰分	6%以下
水分	10%以下（通常 5%以下）
窒素分	1%以下（通常 0.1%以下）
硫黄分	1%以下（通常 0.5%以下）
外形	円柱状　直径 35㎜φ
	長さ 30㎜～150㎜

図 73 に RPF の外観を示す。オガワエコノスで製造している RPF で直径が 35㎜ で、長さが 100㎜ 前後である。RPF には、リングダイと呼ばれる成形機で製造される小型の RPF もあり、大きさは直径が 15㎜ 程度で、長さが 30㎜ 前後である。

図 73 RPF 写真

図 72 RPF 置場

(4)製品の製造フロー

基本的な製造フローを図 75 に示す。原料となる廃プラスチック類、紙くず、木くず、繊維くずなどを破砕して、タンクに貯留し、一定の比率で廃プラスチック類を約 60%、その他の原料を約 40%で混合して成形する設備に投入していく。成形する設備に投入された原料は、ヒーターなどで熱を加えて、140℃～150℃程度で成形されて、置場へ搬送される。

日本では、搬送中に水などで冷却して、置場で 40℃程度以下になるように、法令上管理が求められている。海外で RPF 事業を行う場合も、現地の法令に関係なく、水などによる冷却やその他の温度管理は技術上必要な事と考えている。また、原料に水分が多いと形状が崩れやすくなるため、外観も管理している。

図 74 に RPF の積込時の写真を示す。通常は、20t～25 t 程度積載のトレーラーなどで運搬される。納入用に積込を行う際にも温度管理が徹底されている。

図 74 RPF 積込作業

図 75 に示したフローは、事前に選別された原料を受け入れる場合のフローであり、選別されていない原料を受け入れる場合は、別途選別施設が必要となる。選別が必要となる場合、どのような設備が必要となるか参考までに記載する。

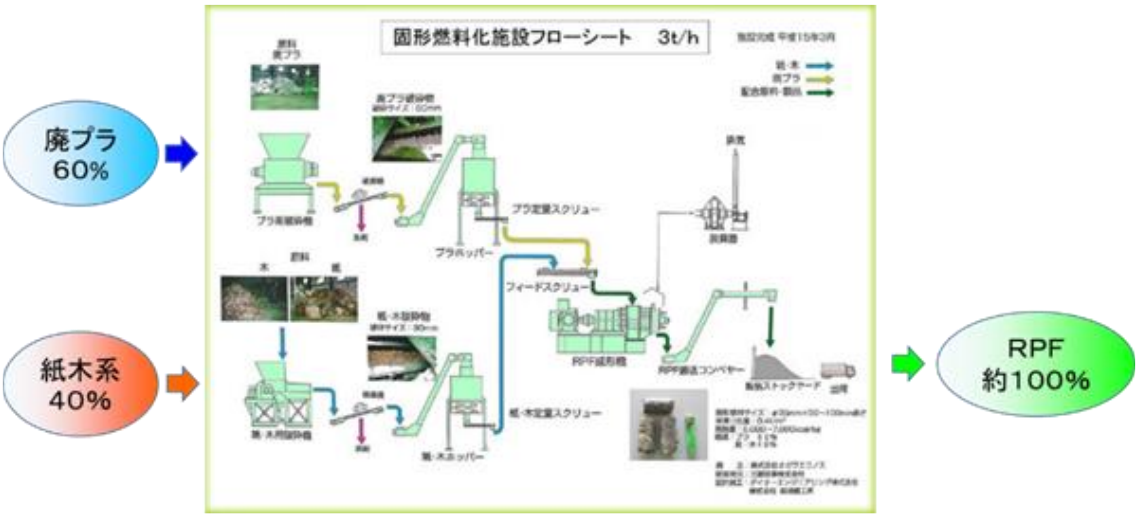


図 75 RPF 製造フロー

i 振動選別機

振動選別機は、廃プラスチック類や木くず、がれき類などの混合廃棄物を粗破砕後に投入して、設備内で振動しているプレート上に破砕後の廃棄物が乗り、重い物は下側へ、軽い物を上側へ（エアーも使用）送られて振り分けられる仕組みである。設備内部のイメージを図 76 に示す。

従来は、土間での多人数による選別が主流であったが、振動選別機を導入することにより、大きく重い物と軽量物を比較的簡単に分けられる。

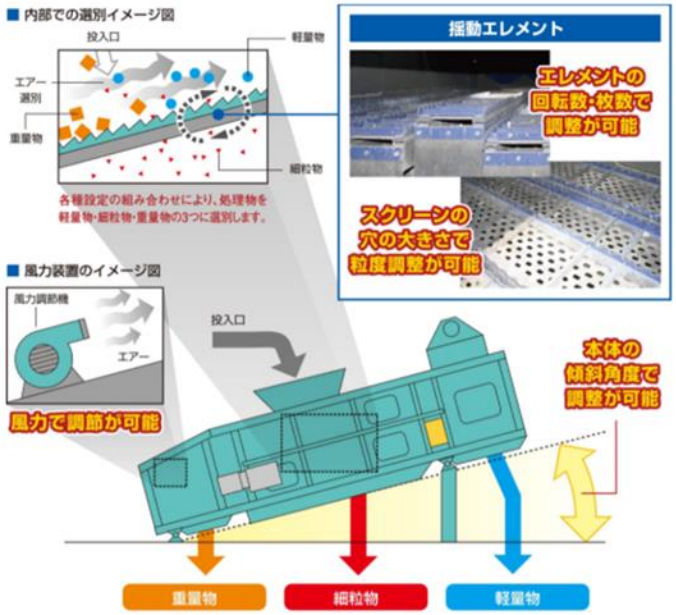


図 76 振動選別機仕組み

出典：（株）御池鐵工所

ii 光学選別機

振動選別機で分けられた廃プラスチック類などを更に選別す場合に使用される。

ベルトコンベヤー上を流れる廃棄物に、近赤外線を当て、反射された光を分析（スペクトル分析）することで物質を特定する。特定されたものをエアーではじくなどして選別する構造である。プラスチックの種類ごとに選別も可能であるが、RPF の製造で使用する場合は、主に塩素の含有品を除去する場合に利用されるケースが多い。

コンベヤー速度は、一般的に秒速 1～3m 程度であり、かなり高速で選別されるため、人間がコンベヤー上で選別するよりも時間あたりで多くの量を選別することが可能である。

図 77 光学選別機外観例

出典：ＰＥＬＬＥＮＣ　ＳＴ

図 78 近赤外線の反射光で識別

図 79 識別された物をエアー除去

(5)競合製品・技術と比べた比較優位性

RPF についての、オガワエコノスが有する優位性および他の廃棄物燃料との比較について、以下に示す。

i 塩素管理技術

塩素は、RPF を利用するボイラ設備で腐食などの影響を及ぼすため、重要管理項目である。原料となる廃棄物の契約時から注意が必要な品質項目であり、特に廃プラスチック類には、塩素を含んだものも多くあるため、これを事前に検査し、選別除去することで、RPF の塩素含有量を一定水準以下にする技術が求められている。

オガワエコノスは蛍光 X 線分析器等を用いた廃棄物や RPF の塩素含有量検査を行い、それを元にした廃棄物の混合方法などの製造技術を確立しており、RPF 製造に係る JIS 認証の中で、塩素の少ない A 等級（JIS Z 7311 RPF-A）を取得している。

ii 廃棄物総合処理及び廃棄物施設運営能力

オガワエコノスは、自治体委託の資源廃棄物処理、一般廃棄物・産業廃棄物の収集運搬及び中間処理（破砕や焼却含む）・再生、下水処理施設及び埋立処分場の維持管理、堆肥の製造及び販売など多種多様な廃棄物を多角的にマネジメントしている。一般家庭から排出される容器包装プラスチックなどは、自治体と共に品質改善に取り組んできた。

また今回ベトナムでの普及を考えている RPF については、国内で 15 年以上にわたり 3 工場を運営している経験があり、それを踏まえて自社だけでなく、他社への助言や原料（廃棄物）供給にも協力している。エリアをまたいで、多様な廃棄物から一定品質の RPF を製造する方法や安全・設備維持管理においても多くの経験を有する。

iii 競合する燃料との比較

廃棄物由来の燃料として、廃プラスチック類を破砕し一定のサイズにしたフラフ燃料がある。フラフ燃料の場合、石炭等と比べて発熱量が高く、燃焼炉の中で早く燃焼するという特性があるが、他の燃料との混焼により調整する必要がある。また、塩素の観点でも、廃プラスチック類のみのフラフは、塩素のばらつきが大きく、高塩素向け、又は塩素の影響を受けにくい燃焼炉でないと使用が難しいなどの制限がある。

RPF の場合、圧縮固化しており、フラフに比べて徐々に燃焼する特性があり、発熱量についても石炭と同等の発熱量になるように製造するため、燃焼炉に投入する際、気にせず投入が可能となる。塩素についても、塩素を含んでいない木くずなどと混合して製造するので、一定の塩素含有率になるようにコントロールすることが容易である。

東南アジアで一部普及しているフラフ燃料（RDF）の場合、家庭から出る生ごみなどとの分離が課題で、分離されても廃プラスチック類に水分が付着していたりするため、燃料としてみた場合、水分が多いなどの問題がある。但し、燃焼炉によっては、破砕のみのフラフの方が固形化している RPF よりも形状的に適している場合もある。RPF の場合、製造時に熱を

加えるため、原料に付着した多少の水分は蒸発して、水分の影響を受けにくい特徴がある。

また他の廃棄物燃料として、木材を破砕して一定サイズにした木チップがある。木チップは、バイオマス燃料としての価値は非常に高いが、発熱量が低いため（17MJ)、量も多く必要となる。発熱量あたりで見るとRPFと比較して、海上輸送、陸上輸送含め輸送時のCO2排出量も多くなる。

一方、木チップではなく、木材を一度粉末にしてからペレット化する木質ペレットも燃料の一つとして挙げられるが、製造過程など含めてCO2の排出量が多いと言われており、発熱量当たりで考えると価値は下がると思われる。木質系については、必要以上の森林伐採は、欧州などで問題視されているように、生物多様性等の観点からも抑制が必要と考えている。

東南アジアで生産が多い廃棄物燃料の一つにアブラヤシ殻である PKS （Palm Kernel Shell：以降PKSと表記）がある。PKSも木チップ同様17MJ程度の発熱量であり、RPFよりも発熱量は低い、また水分が20%ぐらいあるという特徴がある。パーム油の残渣であることから、パーム油の生産量にPKSの生産量がそのまま左右されることが課題である。

RPFと比較して発熱量は高くないものの、製造工程などでのCO2排出量は少なく、CO2排出量の観点だけで考えれば木チップやRPFに比べて優位である。

さらに特殊な物として、製紙スラッジがある。製紙スラッジは、含水率が高く、燃料としての価値は低いが、逆に含水率を下げれば、有効な補助燃料として扱う事ができる。RPFとの対比ではなく、むしろRPF原料として、製紙スラッジを有効利用することが可能である。オガワエコノスでは、一部の製紙工場から発生する製紙スラッジを原料として利用している。また、RPFを成形する成形機の中には、水分を絞り出しながら成形ができるタイプがあり、その様な設備を使用すれば、より安定した燃料化が可能となる。

6.6. ベトナムでのRPF事業普及の位置づけ

(1)ベトナムでのRPF事業普及の目的

i サーマルリサイクルとして

広島県とソクチャン省との交流からオガワエコノスも機会を頂き、現地を訪問して役所の方や廃棄物の収集運搬を業務として活動する現地企業などと協議をしている。その中で、省外へ頼るのではなく、ソクチャン省内においても本格的な廃棄物のリサイクルを推進したいという関係者の意向があり、オガワエコノスとしても収集運搬も含めた活動提案が可能と判断し協議を継続するに至っている。その中で特にRPF事業についても興味を示して頂き、今回の調査を実施した上で、的確な導入を進めたいと考えている。

2020 年（共産党政治局 55 号決議）においてベトナムでも石炭火力発電より、電力系統と自然エネルギー開発を優先する方向が示されており、更には COP26 におけるベトナム国の 2050 年までのカーボンニュートラル宣言を踏まえ、第 8 次電力マスタープラン（PDP8）も再度見直されている。

そうした状況下にはあるが、石炭については、自国生産のうち、一部輸出（7～10%）はあるものの、大半が国内利用である。またベトナム石炭産業の 2020 年までの開発計画及び 2030 年までの見込み検討（石炭開発マスタープラン 2011）注１によると、2025 年の段階で必要となる石炭需要に対して 64%を輸入に頼る予測（需要：175,026kt、輸入：112,081kt）とされており、国営の石炭火力発電などは、今後、見直されて再生可能エネルギー由来の発電に切り替えられたとしても、民間では急速な経済成長と共に再生可能エネルギー由来で対応できない部分のエネルギー需要に対して石炭や天然ガスの確保が課題になると予測している。2020 年の段階では、石炭輸入量が前年比 25%と増加している[15]。

引き続きベトナムでも再生可能エネルギーの活用や、それに伴う投資も増えると思われるが、著しい経済成長を支える意味では、CO2 排出量を配慮しながらも、石炭火力発電に依存する可能性は当面続くと思われる。

再生可能エネルギーの観点では、ソクチャン省は風が強く 72km にも及ぶ沿岸部分を有しており、20 ヶ所の風力発電施設を計画している。2021 年の段階で最初の 3 ヶ所が稼働を開始し、国の電力網に接続されている。最終的な発電量は、1,435MW を目指している。

一方では、再生可能エネルギーへの転換が間に合わない点もあり、一部はソクチャン省内でも石炭火力発電ではなく、液化天然ガス（LNG）による火力発電の稼働を目指すプロジェクトがある。概要を表 52 に示す。商用ベースで、2025 年の稼働を目指している。

表 52 液化天然ガス火力発電計画（ソクチャン省内）

Project Type	Total Capacity (MW)	Pipeline Capacity (MW)	Project Status	Project Location	Project Developer
Thermal	9,600	9,600	Announced	Soc Trang Province	Millennium Energy Vietnam

[15] ベトナム石炭産業の 2020 年までの開発計画及び 2030 年までの見込み検討
（石炭開発マスタープラン 2011）
平成 23 年度 海外炭開発高度化等調査「ベトナムにおける石炭開発状況調査」
平成 24 年 2 月　独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

現状では、日本同様、石炭代替燃料の需要は高いと考えており、RPF 事業の普及はそれに寄与するものと考えられる。オガワエコノスの企業理念の中に「Think Globally, Act Locally」という行動指針があり、国内で長年培った廃棄物処理の技術を海外で必要とされる廃棄物の有効利用に活用したいと考えている。

ii ケミカルリサイクルとして

将来的にサーマルリサイクルとしての RPF 事業が、石炭やその他化石燃料の代替燃料としての価値が下がり終焉を迎えた場合、どのような派生事業が考えられるかについても考察している。

候補としてあるのは、ケミカルリサイクル原料としてのプラスチック供給である。具体的には、RPF を製造する設備で、廃プラスチック類を成形固化した物をガス化施設に供給する。ガス化施設では、その成形された原料を低温ガス化炉、高温ガス化炉などを用いてガス化を行い、水素と二酸化炭素の合成ガスを作り、それぞれアンモニアや液化炭酸ガスなどに置き換えるというものである。

日本では既に運用され始めており、今後更に増加していくと推測している。ベトナムにおいても、石炭だけでなく化石燃料の抑制がより一層進めば、特に沿岸部を中心に広域的な廃プラスチック類の流通とケミカルリサイクル化が推進されると考えている。このケミカルリサイクル用に使用する廃プラスチック類は、基本的にはサーマルリサイクル用に RPF で使用する物と同等の物で問題ないと判断している。

6.7. RPF ユーザー候補調査

日本国内の事例を元にＲＰＦの納入先を考えると、製紙工場やセメント工場が候補として考えられる。ソクチャン省周辺でユーザーとなりうる可能性のある事業者について記載する。

(1))Nhà Máy Giấy Lee & Man Việt Nam (Lee & Man Paper)

業種：　製紙工場

位置：　ハウザン省内（ソクチャン省北西部に隣接）にある。
　　ソクチャン中央部から 40km

その他：　製紙スラッジなど、RPF 原料としても利用できる可能性があり、たとえ少量でも廃棄物を燃料化して製紙工場へ戻すという循環が目指せる。
　　製紙スラッジについては、水分が多い場合は、成形する設備で水分が除去できるタイプの成形機を使用することで対応が可能であり、水分が少ない物であれば、

少量ずつ混合して燃料化できる。

(2)An Giang Cement Factory
業種：　セメント工場
位置：　アンザン省内にある。ソクチャン中央部から 70km
その他：セメントキルン炉の有害廃棄物の共処理に関する国家技術基準（QCVN 41:2011/BTNMT）があるが、RPF の燃焼には直接影響がないと考えている。

6.8. RPF 原料（廃棄物）候補について（RPF 原料の排出元調査）

現時点では、ソクチャン省では、水産業や農業が盛んであり、工業系のプラスチック廃棄物が少ないため、ソクチャン省を中心とした一般廃棄物やソクチャン省周辺の企業を中心に、RPF の原料となる廃棄物の確保を検討している。

まずは、カウンターパート候補である Global Clean Green Technology Environment 社（以降、GE 社と表記）が担当している収集運搬についての情報並びにソクチャン省の廃棄物情報について確認を実施している。

2020 年 1 月には GE 社の代表や関係者が、オガワエコノスを訪れ、リサイクル施設の視察や収集運搬・選別作業体験などを行い、ソクチャン省での中間処理施設の可能性などについて協議を実施している（図 80、図 81 参照）。

図 80 GE 社訪問団との協議の様子

図 81 GE 社訪問団による古紙選別体験の様子

6.9. RPF 競合調査

RPF 事業やごみ発電の先行事例等の有無についても調査した。現状では、近場では競合するような事業はないと判断している。今回確認したカントー市の案件もカントー市内の廃棄物を対象にしており、競合するものではないと確認している。

(1)Dai Dong Environment Solutions（市川環境エンジニアリング）

種類：　ＲＰＦ製造

位置：　ハノイ南東にあるフンイェン省内（ハノイから約 40km）

概要：　Dai Dong Environment Solutions は、現地ナノイ市の廃棄物処理公社ハノイ URENCO の子会社である URENCO11 が 49%、市川環境エンジニアリングが 51%を出資する形で設立し、2016 年 5 月から合弁会社として RPF 製造並びに販売が実施されている（合弁以前は 2014 年から RPF の製造販売実施）。

RPF の原料としては、廃プラスチック類及び製紙スラッジを利用されている。製紙スラッジは水分が多いため、脱水機能のついた成形機を使用している。海外では、日本と同等の廃棄物原料の確保が難しいため、水分への対策は十分検討しておく必要がある。

(2)カントー市

種類：　ごみ発電

位置：　カントー市内（ソクチャン省から北西に 60km）

概要：　ベトナム国内では首都ハノイやホーチミン市などでもごみ発電がおこなわれているが、ソクチャン省周辺ではカントー市（人口約 120 万人）で、ごみ発電が行われている。同市内では、有害廃棄物、産業廃棄物を除き、約 600t／日のごみが

収集されているが、ごみ発電施設では、約 400t／日程度のごみが利用されている。年間で 6,000 万 kWh の発電を実施し、施設での使用分を除いて全て売電されている。

6.10. 本事業導入の可能性

(1)RPF 事業収支試算

ベトナムで RPF 事業を進める上での収支予測及び最低限必要となる売上に関係する廃棄物処理費及び RPF 売価について試算したものを表 53 に示す。まず、廃棄物の処理費は最低限 4 円/kg、RPF の売価は 5 円/kg が事業を継続する上で、最低限必要となる価格である。投資回収には約 7 年かかる見込みである。

現状、一般廃棄物の回収費などだけでは約 3 円/kg（600VND/kg）相当の売上しかなく、RPF 製造においては、別途の経費がかかるため、埋立処分場の延命につながるという位置づけで別途処理費について協議したいと考えている。RPF の売価についても輸入炭の相場が 10 円～15 円/kg ぐらいであり、それと比較すると 5 円/kg の売価は安価であるが、より安定した事業にするには協議が必要と考えている。

収支を試算する上での特徴としては、労務費が日本の約 17%程度であり、水道光熱費のうち、電気料金が従動制の部分は日本と同等であるが、基本料金（固定費）が発生しないため、安価な製造が目指せる。オガワエコノスで使用していた中古の成形機を 1 台確保しており、成形機を除く設備等（選別設備含まず）を 2 億円、建屋を 1 億円の合計 3 億円の初期投資という想定で試算している[16]。

なお、今回の試算には含まれていないが、JCM 活用の検討や今後、産業廃棄物系の処理単価が高い廃棄物の確保を進めていくことで、採算性の向上につながると見込んでいる。

[16] 電気使用料金や労務費、運賃については、日本貿易振興機構 JETRO の投資コスト比較を使用し、日本でのオガワエコノスの RPF 工場の実績を元に試算している

表 53 RPF 事業収支試算表

項目	単位	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目
		2025 年	2026 年	2027 年	2028 年	2029 年	2030 年	2031 年	2032 年	2033 年	2034 年
取扱量	t／年	6,336	13,464	21,600	21,600	21,600	21,600	21,600	21,600	21,600	21,600
売上	**千円／年**	**57,024**	**121,176**	**194,400**	**194,400**	**194,400**	**194,400**	**194,400**	**194,400**	**194,400**	**194,400**
労務費	千円／年	4,847	10,300	16,524	16,524	16,524	16,524	16,524	16,524	16,524	16,524
消耗修繕費	千円／年	9,757	20,735	33,264	33,264	33,264	33,264	33,264	33,264	33,264	33,264
運賃	千円／年	5,930	12,602	20,218	20,218	20,218	20,218	20,218	20,218	20,218	20,218
水道高熱費	千円／年	11,500	24,437	39,204	39,204	39,204	39,204	39,204	39,204	39,204	39,204
減価償却費	千円／年	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000
その他	千円／年	7,983	16,965	27,216	27,216	27,216	27,216	27,216	27,216	27,216	27,216
原価合計	**千円／年**	**70,018**	**115,039**	**166,426**	**166,426**	**166,426**	**166,426**	**166,426**	**166,426**	**166,426**	**166,426**
営業利益	**千円／年**	**-12,994**	**6,137**	**27,974**	**27,974**	**27,974**	**27,974**	**27,974**	**27,974**	**27,974**	**27,974**
＜資金収支＞											
前年繰越	千円		-282,994	-246,857	-188,882	-130,908	-72,934	-14,959	43,015	100,990	158,964
収入	千円／年	57,024	121,176	194,400	194,400	194,400	194,400	194,400	194,400	194,400	194,400
支出（含設備投資）	千円／年	-340,018	-85,039	-136,426	-136,426	-136,426	-136,426	-136,426	-136,426	-136,426	-136,426
単年収支	千円／年	-282,994	36,137	57,974	57,974	57,974	57,974	57,974	57,974	57,974	57,974
翌年繰越	千円	-282,994	-246,857	-188,882	-130,908	-72,934	-14,959	43,015	100,990	158,964	216,938

(2)その他（外国人技能実習制度）

海外で工場を運営する場合、日本からもスタッフを派遣するが、現地採用人員を最初から全て指導しながら、工場を操業していくのは非常に困難である。

2021 年 1 月、日本の外国人技能実習制度に、RPF 製造業が職種として追加されたので、海外で工場を操業する前に、操業予定の国から人材を雇い入れて、教育をすることが可能となっている。この制度を利用して工場が完成する前に、日本に来て RPF 製造を習得してもらい、ベトナムに帰国して工場操業に対応してもらう予定である。

この制度には、初級、専門級、上級とあり、一定の期間ごとに実習生には試験を受けてもらう事となる。㈱オガワエコノスには、試験監督者及び試験の監修を行う人材もいるため、しっかりとした指導が可能である。また、受入企業側にも資格要件が求められており、オガワエコノスは、全て要件を満足している。下記にその要件を示す。

①JIS 規格 JIS　Z7311:2010 認証を受けている工場又は 300t/月以上の生産能力を有する工場である。

②安全管理者（常時 50 人以上の労働者を使用する工場）又は安全衛生推進者（常時 50 人未満の労働者を使用する工場）を選任している。

③安全衛生委員会を設置し、毎月 1 回以上開催するとともに、議事の概要を労働者に周知している。

④一般社団法人日本 RPF 工業会が定めるひな型に準じた安全衛生規定を制定している。

(3)CO2 削減量・費用対効果算出等（RPF 製造による埋立処分場からのメタン回避及び燃料転換事業）

i 概要

ソクチャン省で排出される一般廃棄物の一部が RPF の原料となることによる埋立処分場からの CH4 排出回避と、RPF による化石燃料の代替に伴う CO2 排出の削減効果を評価する。

ii MRV 方法論及びプロジェクトのバウンダリ

MRV 方法論は、JCM 方法論「都市ごみ燃焼による発電と埋立ガス排出の回避 ver. 01.0」並びに CDM 方法論「ACM0022: 廃棄物の代替処理プロセス（Version 3.0)」を参考にした（図 1)。本案件の対象は廃棄物発電プロジェクトでは無いため、JCM 方法論のうち発電に該当する部分を除外し、代わりに RPF 製造の工程と RPF 燃焼に伴う温室効果ガス排出量を追加した。RPF により代替される化石燃料の燃焼に伴うベースラインの CO_2 排出については、保守

的算定の観点から対象外することで、リファレンス排出量を設定した。

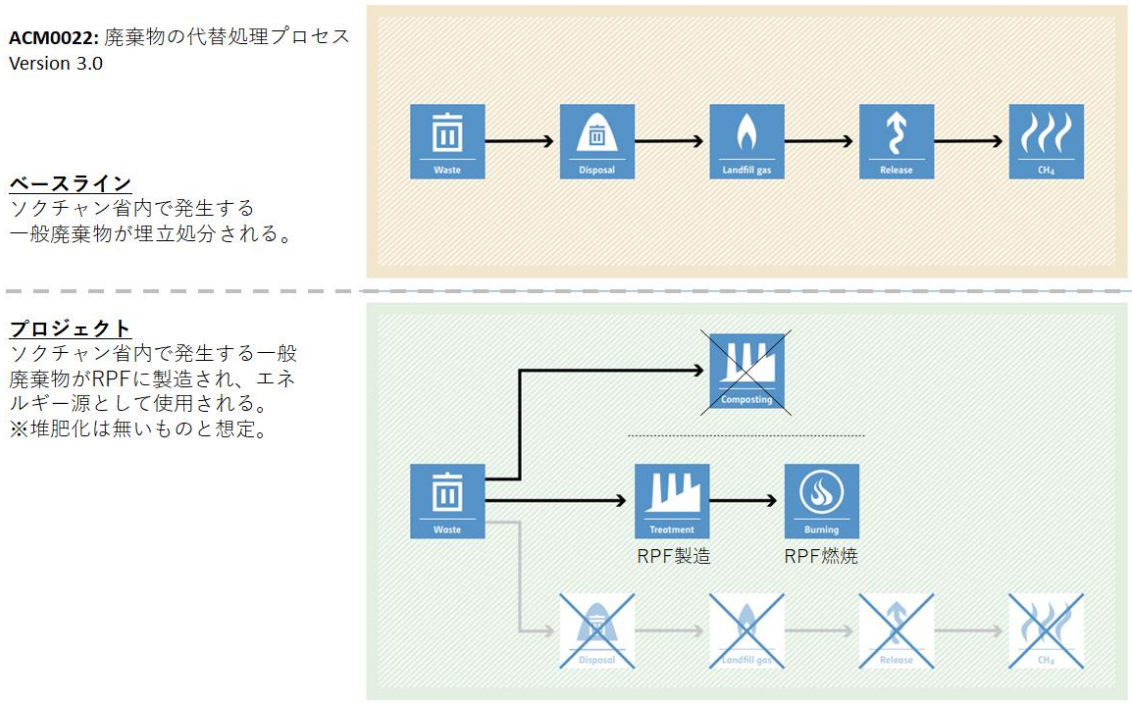


図 82 プロジェクトのバウンダリ

注：UNFCCC “CDM Methodology Booklet – Twelfth edition”, Dec. 2020 内の「ACM0022」を基に作成した。

表 54 対象となる GHG とその排出源

	排出源	GHG
リファレンス	埋立処分場における固形廃棄物の分解に伴う排出	CH_4
プロジェクト	RPF 製造に伴う排出（電力消費を想定）	CO_2
	RPF 燃焼に伴う排出（プラスチック画分の燃焼を想定）	CO_2
	RPF 燃焼に伴う排出（バイオマス画分の燃焼を想定）	CH_4, N_2O （CO_2 は対象外）

iii 温室効果ガス排出量の計算式及び算定結果

温室効果ガス排出量の計算式は以下の通りである。

$$ER = E_{Reference} - E_{Project}$$

ER:	温室効果ガス排出削減量（トン CO_2 換算/年）
$E_{Reference}$:	リファレンスシナリオの温室効果ガス排出量（トン CO_2 換算/年）
$E_{Project}$:	プロジェクトシナリオの温室効果ガス排出量（トン CO_2 換算/年）

リファレンス排出量

$E_{Reference} = E_{CH4,y}$

$E_{Reference}$:	リファレンスシナリオの温室効果ガス排出量（トン CO_2 換算/年）	
$E_{CH4,y}$:	埋立処分場からの固形廃棄物の分解に伴うメタン排出量（トン CO_2 換算/年）	一次減衰（FOD）モデルを用いて算定する。ほとんどのパラメータについては IPCC の 2006 年ガイドラインのデフォルト値を用いるが、以下のパラメータについては実測値を用いる。 ・ごみの組成調査の結果を基にした有機炭素の画分 ・埋立地でメタンが回収されている場合はその回収量 なお、FOD モデルについては、IPCC の 2006 年ガイドライン[17]や JCM 方法論「JCM_MM_AM001_ver01.0」[18]を参照されたい。

プロジェクト排出量

$E_{Project} = (M_{Electricity} * EF_{Electricity}) + (M_{RPF} * DC/100 * P_{plastic} * FCC_{plastic} * 44/12) + (M_{RPF} * EF_{CH4} * GWP_{CH4}) + (M_{RPF} * EF_{N20} * GWP_{N20})$

$E_{Project}$:	プロジェクトシナリオの温室効果ガス排出量（トン CO_2 換算/年）	
$M_{Electricity}$:	RPF 製造に伴う電力消費量（kWh/年）	モニタリング対象
$EF_{Electricity}$:	電力の排出係数（$kgCO_2/kWh$）	ベトナムのデータ：0.9130 $kgCO_2/kWh$
M_{RPF}:	RPF の燃焼量（トン/年）	モニタリング対象
DC:	RPF の乾物の割合（%）	実測値/国独自の値（専門家判断）/IPCC デフォルト値
$P_{plastic}$	RPF のプラスチック画分（%）	実測値/国独自の値（専門家判断）/IPCC デフォルト値
$FCC_{plastic}$:	プラスチックの炭素含有率（トン C/トン）	実測値/国独自の値（専門家判断）/IPCC デフォルト値
EF_{CH4}:	バイオマス燃焼に伴う CH_4 排出係数（トン CH_4/トン）	IPCC デフォルト値（オープンバーニングの場合）6500 g / t MSW
GWP_{CH4}:	メタンの地球温暖化係数	IPCC AR4 の値　25
EF_{N20}:	バイオマス燃焼に伴う N_2O 排出係数（トン N_2O/トン）	IPCC デフォルト値（オープンバーニングの場合）150 g N20 / t waste
GWP_{N20}:	一酸化二窒素の地球温暖化係数	IPCC AR4 の値　298

iv 費用対効果・モニタリングの実施体制・今後の課題

今年度の調査の試算では、初期投資として、成形機を除く設備等（選別設備含まず）を 2 億円、建屋を 1 億円の合計 3 億円が想定されているものの、現地調査の制約もあり RPF の製造量等が不明であることから、費用対効果の評価までは至っていない。費用対

[17] IPCC 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume 5 Waste (https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol5.html)

[18] JCM_MM_AM001_ver01.0 (https://www.jcm.go.jp/mm-jp/methodologies/75/approved_pdf_file)

効果やモニタリングの実施体制の検討を行うためにもさらなる情報収集が必要である。

7. 添付資料

(1)ベトナムにおける太陽光発電の奨励メカニズムに関する規定（要約）

ベトナムにおける太陽光発電の奨励メカニズムに関する規定(第 13 号/2020/QD-TTg)は、2020 年 4 月に首相決定された規定であり、太陽光発電の対象者・定義、電力購入価格等について定められている。

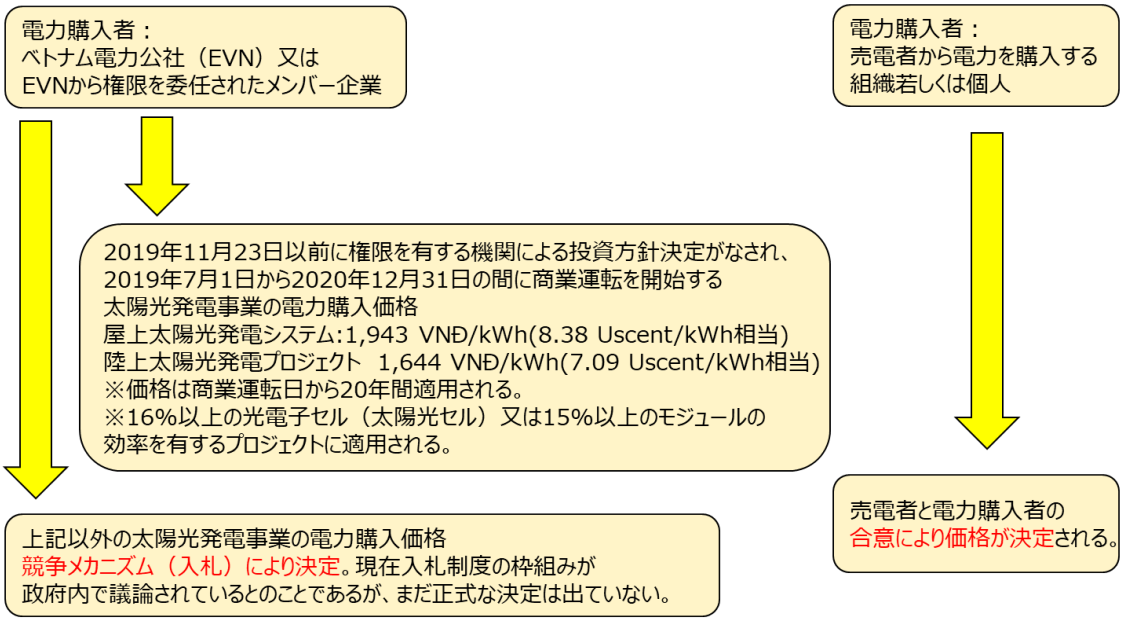
【太陽光発電対象者の定義】
「電力購入者」
①ベトナム電力公社（EVN)、EVN から権限を委任されたメンバー企業
②売電者から電力を購入する組織若しくは個人
③法令の規定により上記の組織の権利及び義務を受け入れた組織

「売電者」
①工場（発電所)、太陽光発電システムを活用し売電を行う組織
②法令の規定により上記の組織の権利及び義務を受け入れた組織
③個人からの発電分野における活動に参画する組織又は個人

【太陽光発電事業の定義】
「屋上太陽光発電システム」
電力購入者が有する 35kV 以下の電圧レベルのグリッド（送電系統、電力網）に、直接又は間接的に接続された、1MW を超えない容量で建造物の屋根の上に設置される太陽光パネルを有する太陽光発電システム。

「陸上太陽光発電プロジェクト」
水上太陽光発電プロジェクト以外で、国家グリッド（送電系統、電力網）に直接接続された太陽光発電プロジェクト。

【電力購入価格について】


電力購入者：
ベトナム電力公社（EVN）又は
EVNから権限を委任されたメンバー企業
電力購入者：
売電者から電力を購入する
組織若しくは個人
2019年11月23日以前に権限を有する機関による投資方針決定がなされ、
2019年7月1日から2020年12月31日の間に商業運転を開始する
太陽光発電事業の電力購入価格
屋上太陽光発電システム:1,943 VNĐ/kWh(8.38 Uscent/kWh相当)
陸上太陽光発電プロジェクト 1,644 VNĐ/kWh(7.09 Uscent/kWh相当)
※価格は商業運転日から20年間適用される。
※16%以上の光電子セル（太陽光セル）又は15%以上のモジュールの
効率を有するプロジェクトに適用される。
売電者と電力購入者の
合意により価格が決定される。
上記以外の太陽光発電事業の電力購入価格
競争メカニズム（入札）により決定。現在入札制度の枠組みが
政府内で議論されているとのことであるが、まだ正式な決定は出ていない。

(2)太陽光発電プロジェクトの開発及び電力売買契約のフォーマットに関する規定(要約)

プロジェクト開発及び太陽光発電プロジェクトに適用するモデル電力売買契約に関する規定(第 18 号/2020/TT-BCT)は、2020 年 7 月に首相決定された規定で、太陽光発電の実施手続き、各組織の役割、電力売買契約のフォーマット等について定められている。

【屋上太陽光発電システム※に関する実施手順】※電気事業許可証の免除対象
売電者は、電力購入者に対し、設置場所、容量規模（1MW 及び 1.25MWp を超えない)、送電線、予定されている接続ポイントを含む各情報を接続に関する届出として提供する。
↓
電力購入者は接続、送電に関して意見があれば売電者の届出を受領した日から 5 日以内に回答する。
↓
売電と電力購入者で太陽光発電システム接続の合意を実施する。電力購入者が充足した書類を受領した日から
5 日以内に接続に関する合意に署名する。
↓
売電者が屋上太陽光発電システムの設置を実施する。
↓
売電者は、屋上太陽光発電システムの売電要請書類を送付する。
売電要請文書（システムの技術書類)：太陽光パネル、直流から交流への電子変換器（インバーター)、送電線、変圧器（ある場合)、工場からの出荷証明書, 設備品質証明書（写)
↓
各当事者は、技術検査の実施、電力生産量を計量するメーターの設置、メーターの検針、電力売買契約の締結、電力供給準備、及び屋上太陽光発電システムの運転を実施する。電力購入者は、売電者の売電要請文書を受領した日から 5 日以内に契約に署名する。
↓
売電者と電力購入者は各工事を実施する。 売電者は、インバーターを設置し、各外部要因からの事業・運転の干渉又はモニタリング権の侵害を防止し、各基準、標準、電力品質に関する法令の規定を遵守する。

【各組織の役割・実施体制】

○電力・再生可能エネルギー庁（EREA）

- 通達の実施に係る普及，ガイダンス及び検査。
- 各種障害をまとめ，商工大臣が本通達の改正及び補充を検討するよう助言を行う

○各省の人民委員会

- 現行法令の規定に従った，地方における太陽光発電開発の監視、検査、監査。
- 毎年 1 月 15 日までに、監視及び管理のための太陽光発電プロジェクトの投資登録活動、実施展開状況に関する報告を商工省に送付。

○電力購入者

- ベトナム電力公社（EVN）は、屋上太陽光発電システムに適用する運転を開始するための接続、試験、電力売買契約の締結、検収に関する合意の申請内容を公表する。
- 6 ヶ月毎に、全国における屋上太陽光発電システムの開発状況に関するまとめ及び報告を実施し、商工省に送付する。
- 各太陽光発電所の運転活動の検査、監視の責務を負い、外部からの不正アクセスを発見し、売電者の発電所活動設備監視ソフトウェアに違法なコンテンツが含まれている場合、電力システムへの接続を一時停止し、記録を作成するとともに、処理するために商工省に報告する。

○売電者

- 商工省によって公布される電力システムの運転、調整に関する規定、送電システムに関する規定、配電システムに関する規定を遵守する。
- 恒常的に運転活動，太陽光発電設備活動監視ソフトウェアを検査するとともに，外部からの違法な干渉、侵入を防止する方策を有する必要がある。
- 情報セキュリティの確保に関する法令の各規定に違反しないことが求められる。
- 法令の規定に正しく従い、環境保護、防火及び防爆、並びに電力安全に関する業務を実施する。

(3)ソクチャン省への太陽光発電システム導入のシミュレーション（720kW）

720kW 固定式架台太陽光発電システムを導入することにより、

1,226,690　ｋＷｈ／年の電力削減効果

408,488　ｋｇ-ＣＯ２／年　の二酸化炭素削減効果　を見込むことができます。

・太陽光発電システムの発電量算出方法

太陽光発電システム　720　ｋＷｐを設置した場合に得られる電力量は、以下の通りになります。

月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
月日数	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
傾斜面日射量 [kWh/㎡・日]	5.73	6.51	6.76	6.78	5.43	4.86	5.01	4.94	4.58	4.33	4.75	5.03	5.39
1日の太陽電池発電量 [kWh/日]	3589.8	4056.5	4167.6	4165.3	3372.6	3051.4	3145.5	3101.6	2875.6	2718.6	2982.3	3158.1	3365.4
1ヶ月の太陽電池発電量 [kWh/月]	111,284.00	113,582.00	129,196.00	124,959.00	104,551.00	91,542.00	97,511.00	96,150.00	86,268.00	84,277.00	89,469.00	97,901.00	1,226,690

真南　傾斜角度　10°

平均傾斜面日射量　：　5.39　［ｋＷｈ／m^2・日］

１日の平均太陽電池発電量：　3365.4　［ｋＷｈ／日］

（発電量計算式）　$Q_m=(P_p\times\frac{Q_d}{P_o})\times K\times S$

Ｑｍ：太陽光発電量　［ｋＷｈ／月］

Ｐｐ：太陽電池容量　720　［ｋＷ］

Ｑｄ：傾斜面日射量　［ｋＷｈ／m^2・日］

Ｐｏ：太陽電池の基準日射量　1　［ｋＷ／m^2］

Ｋ　：システム効率（＝ Ｋ１ × Ｋ２ × Ｋ３ ）

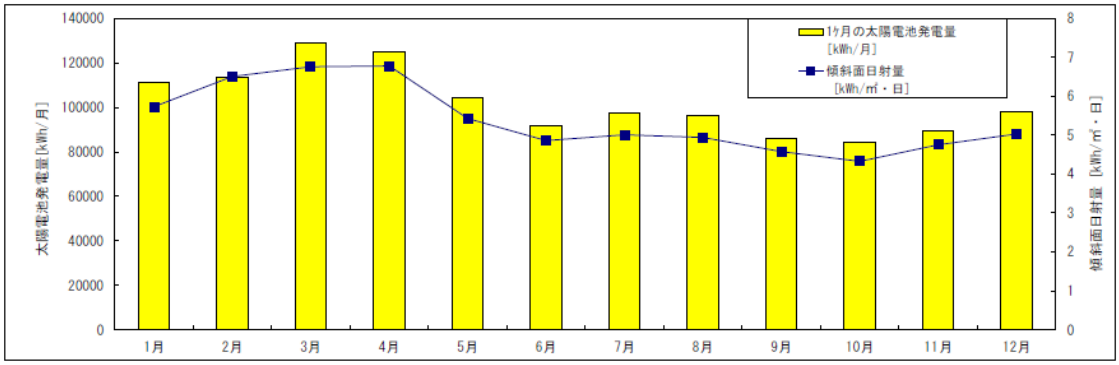
Ｋ１：太陽電池損失／温度補正係数

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
温度損失	0.93	0.92	0.91	0.91	0.92	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93

Ｋ２：パワーコンディショナ効率　0.987

Ｋ３：その他の損失係数（受光面汚れ、配線・回路ロス等）　0.95

Ｓ　：月の日数　［日］



従って、年間発電量は　1,226,690　kWh/年となり、

本システムの導入によるCO_2の年間削減量は、　408,488　kg - CO_2/年 となります。

（換算係数は、0.333kg - CO_2/kWh を使用しています。）

(4)広島県の再生可能エネルギーへの取組

みんなで挑戦 未来につながる
2050 ひろしま
ネット・ゼロカーボン

広島県の地球温暖化対策

令和３年１２月
広島県環境県民局環境政策課

1

みんなで挑戦 未来につながる
2050 ひろしま
ネット・ゼロカーボン

内容

１　地球温暖化問題の動向

２　広島県の取組

2

1　地球温暖化問題の動向

■　大気中の二酸化炭素等の増加により，地表面の温度が上昇

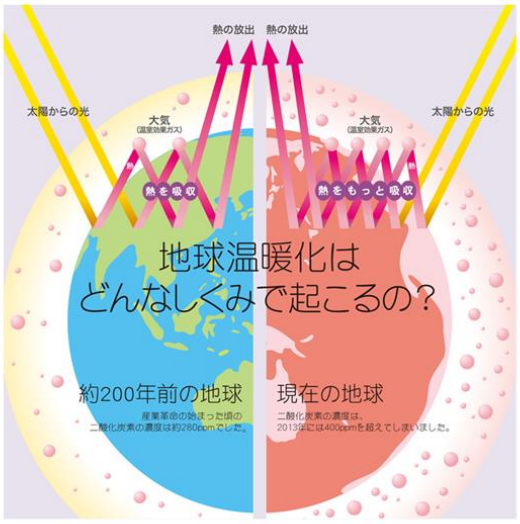
温室効果のメカニズム

太陽からのエネルギーで地表面から放射される熱を温室効果ガスが吸収・再放射して大気が温まる。

二酸化炭素などの温室効果ガスの大気中濃度が上昇すると・・・

温室効果がこれまでより強くなり，地表面の温度が上昇する。

これが地球温暖化

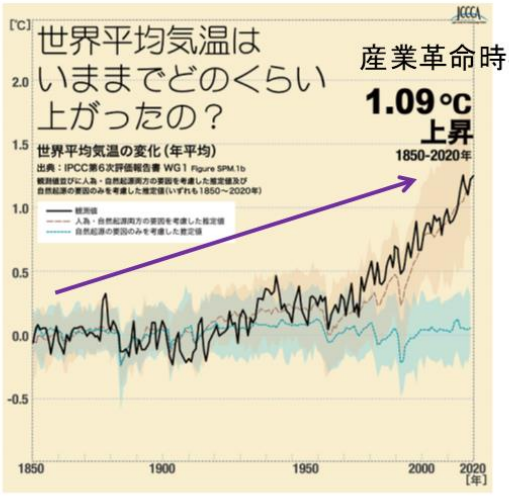


（出典：JCCCA）

1　地球温暖化問題の動向～地球温暖化の進行状況～

■　人間の影響が地球を温暖化させてきたことには疑う余地がない

■　地球温暖化の主原因は，産業革命以降の化石燃料の大量消費



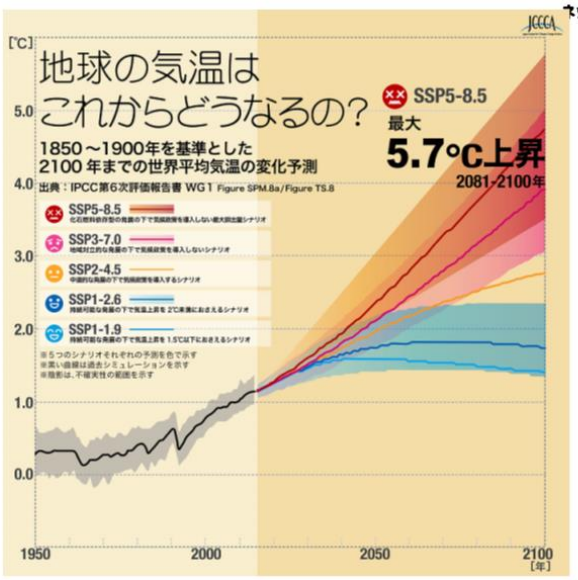
■産業革命期と比べて，ここ百数十年で1.09℃上昇

（出典：JCCCA）

1　地球温暖化問題の動向
～地球温暖化のさらなる進行の見込み～

みんなで挑戦 未来につながる
2050 ひろしま
ネット・ゼロカーボン

■　厳しい対策がなければ，今世紀末に気温が最大5.7℃上昇と予測



（出典：JCCCA）

1　地球温暖化問題の動向

■　地球温暖化の影響は，食糧，自然災害など様々な分野に及ぶ

みんなで挑戦 未来につながる
2050 ひろしま
ネット・ゼロカーボン

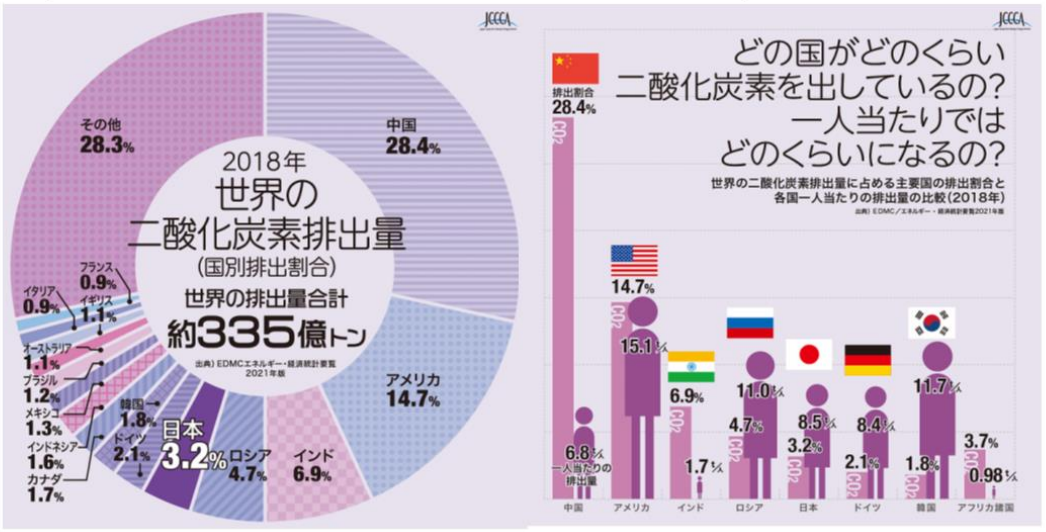
（出典：JCCCA）

（出典：広島県HP）
https://www.pref.hiroshima.lg.jp/uploaded/attachment/322119.pdf

1　地球温暖化問題の動向～二酸化炭素排出量の国別割合～

■　国別排出量は，中国が１位でアメリカが２位
■　日本は5位で3.2％

みんなで挑戦 未来につながる
2050 ひろしま
ネット・ゼロカーボン



（出典:JCCCA）

7

1　地球温暖化問題の動向～パリ協定の採択・発効～

■　COP21で「パリ協定」採択；全ての国が参加する新たな枠組み

みんなで挑戦 未来につながる
2050 ひろしま
ロカーボン

● COP21（2015年11月30日～12月13日，於;フランス・パリ）おいて、「パリ協定」(Paris Agreement)を採択。
✓「京都議定書」に代わる、2020年以降の温室効果ガス排出削減等のための新たな国際枠組み。
✓ 歴史上はじめて、すべての国が参加する公平な合意。

●安倍総理が首脳会合に出席。
✓ 2020年に現状の1.3倍の約1.3兆円の資金支援を発表。
✓ 2020年に1000億ドルという目標の達成に貢献し、合意に向けた交渉を後押し。

●パリ協定には、以下の要素が盛り込まれた。
✓ 世界共通の長期目標として2℃目標の設定。1.5℃に抑える努力を追求することに言及。
✓ 主要排出国を含むすべての国が削減目標を5年ごとに提出・更新。
✓ 我が国提案の二国間クレジット制度(JCM)も含めた市場メカニズムの活用を位置付け。
✓ 適応の長期目標の設定、各国の適応計画プロセスや行動の実施、適応報告書の提出と定期的更新。
✓ 先進国が資金の提供を継続するだけでなく、途上国も自主的に資金を提供。
✓ すべての国が共通かつ柔軟な方法で実施状況を報告し、レビューを受けること。
✓ 5年ごとに世界全体の実施状況を確認する仕組み(グローバル・ストックテイク)。

（出典:環境省（一部加筆））

14　8

1　地球温暖化問題の動向～ＣＯＰ２６～

みんなで挑戦 未来につながる
2050 ひろしま
ネット・ゼロカーボン

COP26（2021年10月31日～11月13日，イギリス・グラスゴー）開催

●日本からは，岸田総理から，2030年までの期間を「勝負の10年」と位置付け，全ての締結国に野心的な気候変動対策を呼びかけたほか，新たな2030年温室効果ガス削減目標，グリーンイノベーションの推進など，日本の気候変動分野での取組を発信

●ベトナムからも2050年までのカーボンニュートラルを目指すと表明

●この会議においては，
日本の岸田総理とベトナムのファム・ミン・チン首相との会談も行われており，気候変動対策での連携などが確認された。

（出典：環境省）

9

1　地球温暖化問題の動向～世界の新たな削減目標～

みんなで挑戦 未来につながる
2050 ひろしま
ネット・ゼロカーボン

各国の削減目標

JCCCA

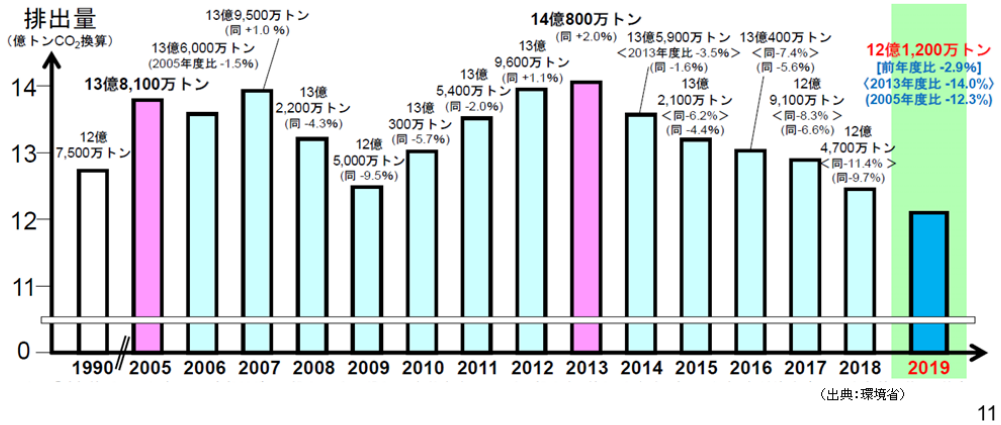
国名	削減目標	今世紀中頃に向けた目標 ネットゼロ※を目指す等
中国	2030年までに GDP当たりのCO2排出を 60-65% 削減（2005年比） ※CO2排出量のピークを2030年より前にすることを目指す	2060年までに CO2排出を実質ゼロにする
EU	2030年までに 温室効果ガスの排出量を 55% 以上削減（1990年比）	2050年までに 温室効果ガス排出を実質ゼロにする
インド	2030年までに GDP当たりのCO2排出を 45% 削減 電力に占める再生可能エネルギーの割合を50%にする 現在から2030年までの間に予想される排出量の増加分を10億トン削減	2070年までに 排出量を実質ゼロにする
日本	2030年度において 46%削減（2013年比） ※さらに、50%の高みに向け、挑戦を続けていく	2050年までに 温室効果ガス排出を実質ゼロにする
ロシア	2050年までに 森林などによる吸収量を差し引いた温室効果ガスの実質排出量を 約60% 削減（2019年比）	2060年までに 実質ゼロにする
アメリカ	2030年までに 温室効果ガスの排出量を 50-52% 削減（2005年比）	2050年までに 温室効果ガス排出を実質ゼロにする

各国のNDC提出・表明等、表現のまま掲載しています（2021年11月現在）

10

1　地球温暖化問題の動向～日本の排出量～

- 2019年度の日本の温室効果ガス総排出量は、12億1,200万トン（前年比▲2.9%，2013年度比▲14.0%，2005年度比▲12.3%）2014年度以降6年連続で減少しており，排出量を算定している1990年度以降で最少。
- 2018年度と比べて排出量が減少した要因は，エネルギー消費量の減少（製造業における生産量減少等）や，電力の低炭素化（再エネ拡大）に伴う電力由来のCO２排出量の減少等による。
- 2013年度と比べて排出量が減少した要因は，省エネ等によるエネルギー消費量減少や，電力の低炭素化が挙げられる。
- 2005年度と比べて排出量が減少した要因は，省エネ等によるエネルギー消費量減少などが挙げられる。



（出典：環境省）

みんなで挑戦 未来につながる
2050 ひろしま
ネット・ゼロカーボン

内容

1　地球温暖化問題の動向

2　広島県の取組

2　広島県の取組　～2050ネット・ゼロカーボン宣言～

みんなで挑戦 未来につながる
2050 ひろしま
ネット・ゼロカーボン

広島県　ゼロカーボンシティ宣言

令和２年10月，「2050年カーボンニュートラル」が宣言されて以降，国においては，その実現に向けて，「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」の策定や「国・地方脱炭素実現会議」の開催などにより，「経済と環境の好循環」を目指した取組について，国を挙げて強力に推し進められています。

こうした中，広島県は，カーボンが様々な形で存在し，自然界や産業活動の中で循環し，持続的に共生できる社会経済「カーボン・サーキュラー・エコノミー」の実現を目指しています。

広島県は，これまでの省エネルギー対策や再生可能エネルギーの導入促進に加え，二酸化炭素を建設資材や燃料等の原材料として再利用する取組や農林水産業における利用，石油由来プラスチックからの代替促進などにより，環境と地域経済の好循環を図りながら，ＳＤＧｓへも貢献することで，日本のみならず世界から注目を集めるような広島型カーボンサイクル構築の取組を推進していきます。

このため，2050年温室効果ガス排出量の実質ゼロを目指して，県民，事業者など多様な主体が一緒になって取組を進められるよう，「みんなで挑戦　未来につながる　2050ひろしまネット・ゼロカーボン宣言」を行います。

令和３年３月18日

広島県知事　湯﨑英彦

2021年３月18日
「みんなで挑戦　未来につながる　2050ひろしまネット・ゼロカーボン宣言」を行いました。

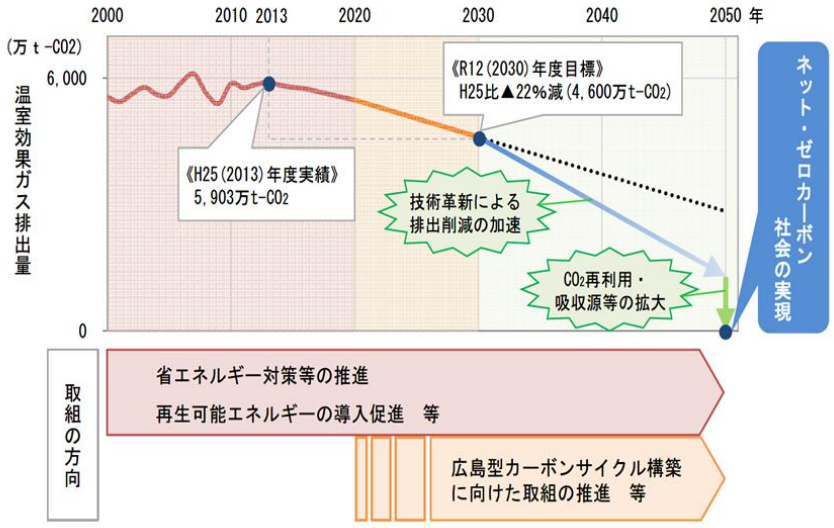
宣言について意見交換をする
湯﨑広島県知事（左）と小泉環境大臣（右）
（新型コロナウイルスの感染拡大に伴いweb会議実施）

◆広島県以外の状況
http://www.env.go.jp/policy/zerocarbon.html

13

2　広島県の取組
～ネット・ゼロカーボン社会の実現に向けたイメージ～

みんなで挑戦 未来につながる
2050 ひろしま
ネット・ゼロカーボン



14

２　広島県の取組

みんなで挑戦 未来につながる
2050 ひろしま
ネット・ゼロカーボン

第3次広島県地球温暖化防止地域計画

国の「地球温暖化対策計画」（2016年策定）における中期目標（2030年度において2013年度比26%減）を，県に当てはめて算定した目標を設定。
【期　　間】2021年度～2030年度（10年間）
【削減目標】2030年度において2013年度比22%減
広島県は，鉄鋼業や化学工業などエネルギー多消費型の産業が集積する「ものづくり県」であることから，県に当てはめた場合，目標とする削減率が低くなる。

国では，2021年４月の気候変動サミットにおいて，目標の上方修正（26%→46%，さらに50%に向けて挑戦）を表明。これに伴い，県計画も見直しを行う予定。

15

２　広島県の取組　～県内の温室効果ガス排出量～

みんなで挑戦 未来につながる
2050 ひろしま
ネット・ゼロカーボン

（単位；万t-co2）

区　分			H25(2013)（基準年度）	R12(2030)（目標年度）		
			排出量	対策後排出量	削減量	削減率
二酸化炭素	産業部門		4,094	3,231	▲ 863	▲21%
	運輸部門		613	522	▲ 91	▲15%
	民生部門	家庭	579	399	▲ 180	▲31%
		業務	405	267	▲ 138	▲34%
	廃棄物部門		45	47	2	5%
	小　計		5,736	4,466	▲ 1,270	▲22%
その他ガス			167	134	▲ 33	▲19%
合　計			5,903	4,600	▲ 1,303	▲22%

16

施策体系と主な取組内容

赤部分が新規施策

みんなで挑戦 未来につながる
2050 ひろしま
ネット・ゼロカーボン

施策体系	主な取組の方向
① 省エネルギー対策等の推進 【二酸化炭素排出削減対策の推進】 (1)産業部門・民生(業務)部門対策 (2)運輸部門対策 (3)民生(家庭)部門対策 (4)廃棄物部門対策 【その他温室効果ガス削減対策の推進】 (5)代替フロン類排出削減対策	・温室効果ガス削減計画書の策定・公表制度による事業者の自主的な取組の促進 ・二酸化炭素の排出抑制につながる技術・設備の導入促進 ・「広島県地球温暖化防止活動推進センター」などと連携した地域の取組の推進 ・「うちエコ診断」の実施など,二酸化炭素排出量「見える化」の促進
② 再生可能エネルギーの導入促進	・太陽光のエネルギー利用の促進 ・木質バイオマスのエネルギー利用の促進 ・再生可能エネルギーの利用(需要側)に着目した取組の検討
③ カーボンサイクルの推進 (1)広島型カーボンサイクル構築に向けた取組の推進 (2)森林吸収源対策の推進	・広島型カーボンサイクルの推進 ・森林の経営管理の推進

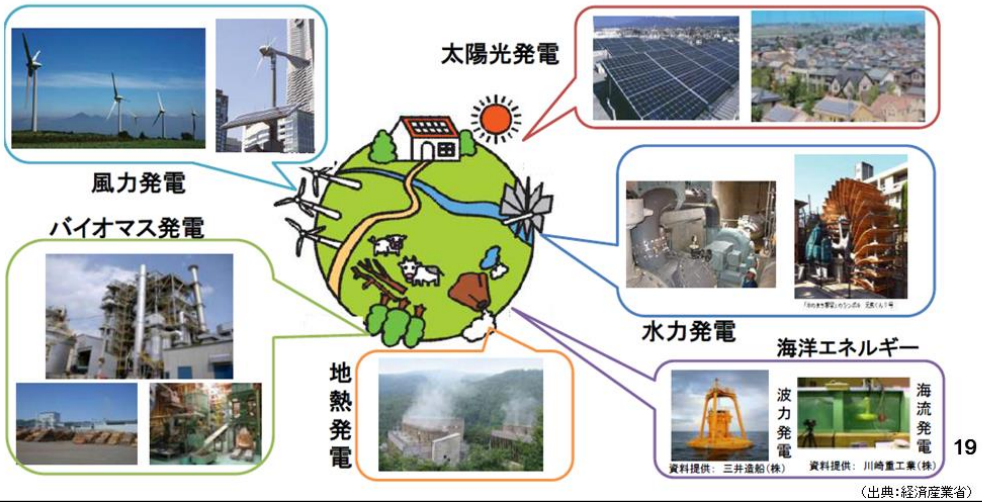
みんなで挑戦 未来につながる
2050 ひろしま
ネット・ゼロカーボン

施策体系	主な取組の方向
④ 気候変動を見据えた適応策の推進	・気候変動適応に係る情報収集,整理,分析,発信 (令和3年4月「ひろしま気候変動適応センター」を設置) ・取り組むべき優先順位が高い項目(農業,自然生態系,自然災害・沿岸域,健康,県民生活・都市生活)に係る適応策の推進
⑤ 基盤づくりの促進	・環境配慮の仕組みづくりの促進 ・低炭素型まちづくりの推進 ・環境学習,研究,開発の推進

18

2　広島県の取組　～再生可能エネルギー～

■太陽光，風力その他非化石エネルギー源のうち，エネルギー源として永続的に利用することができると認められるもの
■太陽光，風力，水力，地熱，太陽熱，大気中の熱その他の自然界に存在する熱、バイオマスなど
■資源が枯渇せず繰り返し使え，発電時等に地球温暖化の原因となる二酸化炭素をほとんど排出しない優れたエネルギー

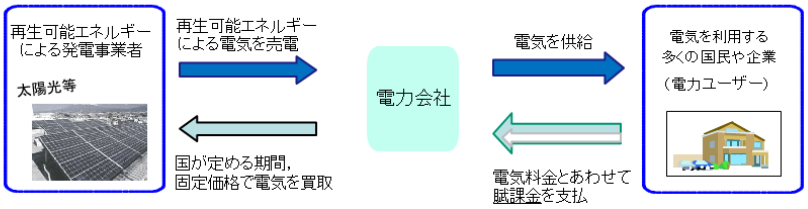


19

（出典：経済産業省）

2　広島県の取組　～地域還元型再生可能エネルギー導入事業～

■県が主体となってメガソーラー発電に取り組み，収益を広く県民に還元



● 固定価格買取制度は，再生可能エネルギー普及拡大に有効な手法である一方，発電を行う事業者の収益を，賦課金によって多くの国民や企業（電力消費者）が支えるという不公平性が内在

● 県が主体となって電力買取制度を活用したメガソーラー発電に取り組み，発電事業で得られる収益を地域に還元し，不公平性を緩和

● 県と中国電力グループが共同で，メガソーラー発電事業を実施（全国初）

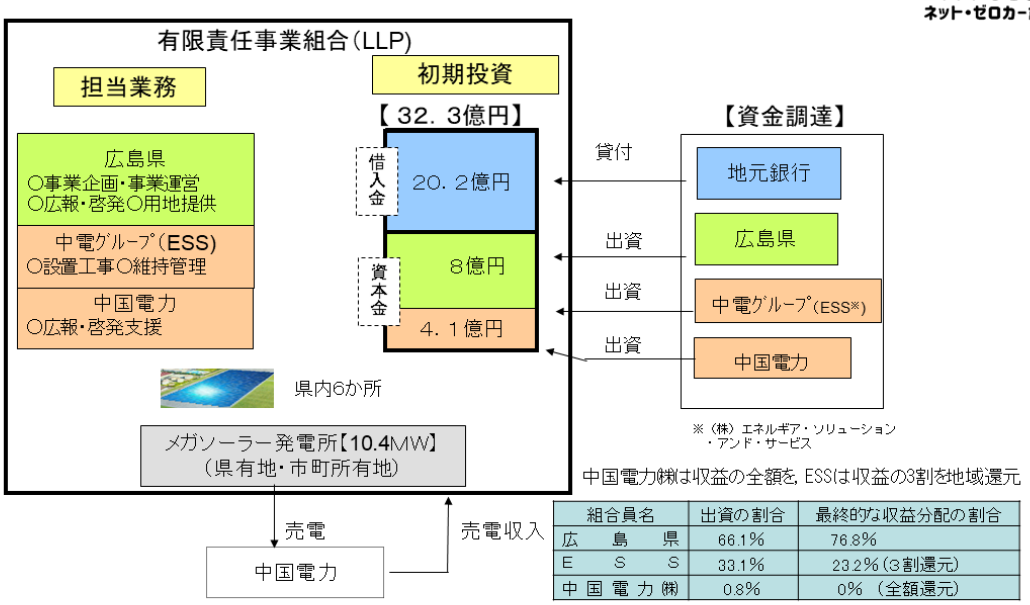
http://www.pref.hiroshima.lg.jp/site/eco/megasora.html

20

地域還元型再生可能エネルギー導入事業　～事業フレーム～

みんなで挑戦 未来につながる
2050 ひろしま
ネット・ゼロカーボン

■　県と中国電力グループによる共同事業（事業組合の設立）



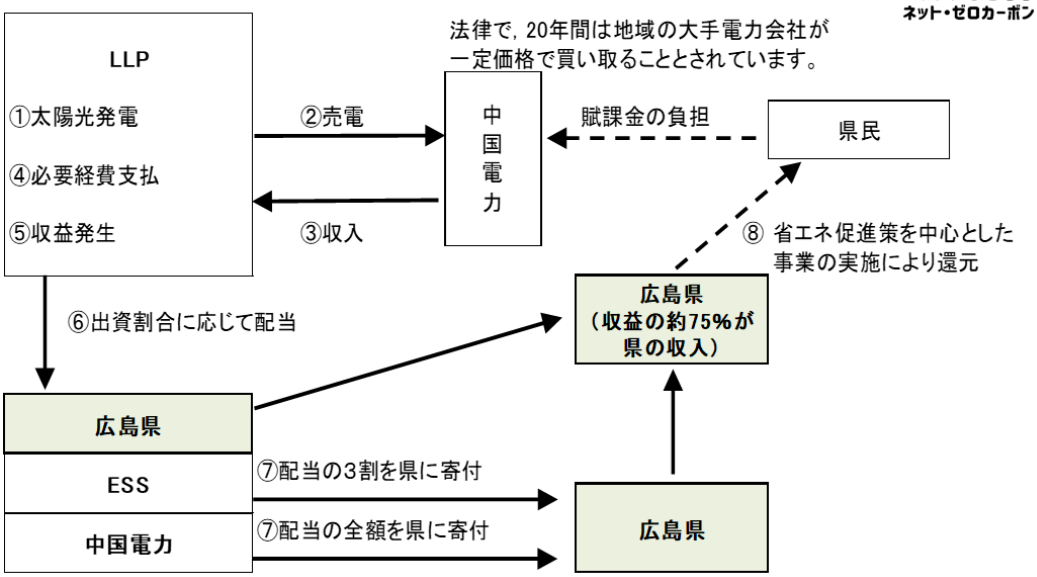
中国電力㈱は収益の全額を，ESSは収益の3割を地域還元

組合員名	出資の割合	最終的な収益分配の割合
広　島　県	66.1%	76.8%
E　S　S	33.1%	23.2%（3割還元）
中 国 電 力 ㈱	0.8%	0%　（全額還元）

21

地域還元型再生可能エネルギー導入事業　～収益の仕組み～

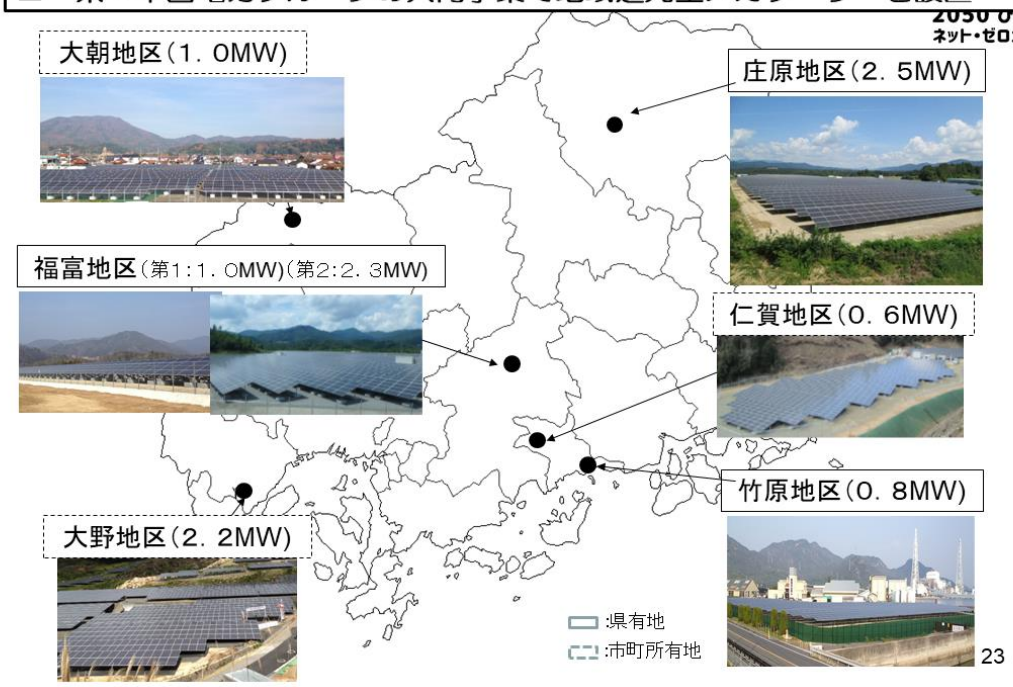
みんなで挑戦 未来につながる
2050 ひろしま
ネット・ゼロカーボン



22

（参考）広島県の再生可能エネルギー～地域還元型メガソーラー～

■　県・中国電力グループの共同事業で地域還元型メガソーラーを設置



23

2　広島県の取組　～創エネ・省エネ設備導入促進補助金～

■　幼稚園・保育園の省エネエアコン・太陽光発電等設置を支援

24

２　広島県の取組　～温暖化対策活動促進補助金～

■　地域の団体による温暖化対策のための活動を支援

省エネマイスター育成

省エネ学習会

緑のカーテン

出前講座

省エネイベント

エコクッキング

25

２　広島県の取組　～温暖化対策活動促進補助金～

小学生と保護者がSDGsカードゲーム体験をしています。

ゲームを楽しみながら，経済・環境・社会がどれも大切で，バランスが取れないと幸せになれない，ということを実感

この小学校では，この体験をきっかけに，町内会などと一緒にプラスチックを減らす活動を始めています。

26

みんなで挑戦 未来につながる
2050 ひろしま
ネット・ゼロカーボン
ご清聴
ありがとうございました！
みんなで挑戦 未来につながる
2050 ひろしま
ネット・ゼロカーボン
27