

令和4年度環境省委託事業

令和4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5年3月10日

株式会社イースクエア

広島県

目次

1. 序論	9
1.1. 調査の背景と目的	9
1.2. 事業内容の概要	9
1.3. 調査体制	10
1.4. 調査スケジュール	11
2. ソクチャン省の基礎調査	12
2.1. ベトナムの概要	12
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	21
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	22
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・ソクチャン省のワークショップ（情報交換会）開催	33
3.5. 今後の協業の見通し	39
4. 籾殻固形燃料による石炭ボイラの燃料転換事業調査	42
4.1. 現地調査スケジュール	42
4.2. 導入を想定する技術・製品	42
4.3. ソクチャン省天然資源環境局訪問	48
4.4. 精米事業者の調査	51
4.5. ベトナムにおける石炭利用状況	61
4.6. 石炭ボイラユーザーの調査	69
4.7. 本事業導入の可能性	86
5. 廃棄物発電等による温室効果ガス削減事業調査	102
5.1. 現地調査スケジュール	102
5.2. 導入を想定する技術の概要	103

5.3.	廃棄物発電に係る国家政策とマスタープラン.....	103
5.4.	廃棄物発電に係る法的枠組み.....	111
5.5.	ベトナムにおける廃棄物発電の先行事例.....	119
5.6.	ソクチャン省の一般家庭廃棄物・産業廃棄物の排出状況、収集実態.....	129
5.7.	事業実施に向けた行政との協議.....	129
5.8.	他自治体及びRPFに関する情報収集.....	138
5.9.	RPF ユーザー候補ヒアリング.....	145
5.10.	事業化に向けた方向性.....	146
5.11.	本事業導入の可能性.....	147

図表目次

表 1	ベトナムの主要指標.....	13
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（2019年）.....	21
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.....	26
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.....	30
表 10	ブリケット、カールチップ、すり潰し穀殻の比較.....	44
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.....	45
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.....	45
表 13	ソクチャン省 VnSAT プロジェクトにおける米の一時保管倉庫一覧.....	49
表 14	精米業者の聞き取り調査結果.....	51
表 15	ベトナム国内炭の規格.....	63
表 16	ベトナム国内炭の品質.....	63
表 17	石炭の種類と特徴.....	65
表 18	ベトナムにおける石炭需要計画.....	65
表 19	2030年における各発電方法による設備容量の推測.....	67
表 20	2045年における各発電方法による設備容量の推測.....	68
表 21	石炭ボイラユーザー等の聞き取り調査結果.....	70
表 22	石炭ボイラユーザー等の聞き取り調査結果（続き）.....	71
表 23	A社使用炭の仕様.....	85
表 24	各社の石炭使用状況まとめ.....	85
表 25	石炭ボイラユーザー各社へのカールチップ輸送費.....	89
表 26	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.....	89
表 27	使用石炭の品質（石炭規格からの推定値）.....	90
表 28	調査対象石炭ユーザー各社のカールチップ導入試算.....	91
表 29	カールチップ導入による燃料費削減効果.....	93
表 30	An Cu 精米所の収益シミュレーション.....	94
表 31	CJ AGRI 社の収益シミュレーション.....	94
表 32	対象となるGHGとその排出源.....	97
表 33	費用対効果.....	99
表 34	モニタリングパラメータ.....	100

表 35	廃棄物のエネルギー利用に関する政策の方向性.....	103
表 36	エネルギー関連戦略.....	104
表 37	国家電力開発 8 での目標.....	105
表 38	エネルギー回収を伴う廃棄物処理に関する目標.....	106
表 39	廃棄物発電の開発を促進するソリューション.....	106
表 40	廃棄物のエネルギー利用の開発に対するインセンティブと支援政策.....	107
表 41	廃棄物処理施設に関する規制.....	111
表 42	エネルギー回収を伴う生活・有害廃棄物処理プロジェクト・施設の技術選定基準.....	112
表 43	廃棄物発電の売り手と買い手の定義.....	113
表 44	廃棄物・バイオマスエネルギーによる発電事業売価.....	114
表 45	ベトナムにおける会社設立の手続き.....	114
表 46	技術移転法 2017 に基づく技術移転登録手続き.....	115
表 47	環境ライセンス.....	116
表 48	環境影響評価の手続き.....	116
表 49	環境ライセンス発行の手続き.....	117
表 50	官民連携投資（PPP）の手続き.....	117
表 51	運用中の廃棄物発電プロジェクト.....	120
表 52	建設中の廃棄物発電プロジェクト.....	122
表 53	計画段階の廃棄物発電プロジェクト.....	125
表 54	ホーチミン市ごみ組成.....	137
表 55	ソクチャン省ごみ組成（推定）.....	137
表 56	廃棄物発電収支予測（ノーマルケース）.....	148
表 57	廃棄物発電収支予測（条件見直し後ケース）.....	149
表 58	対象となる GHG とその排出源.....	151
表 59	費用対効果.....	154
表 60	モニタリングパラメータ.....	154

図 1 調査体制図.....	10
図 2 調査スケジュール.....	11
図 3 ベトナムと日本の位置関係.....	12
図 4 ベトナム国旗.....	12
図 5 ソクチャン省の位置.....	14
図 6 ベトナムの総発電量推移.....	16
図 7 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 8 ベトナムにおける再生可能エネルギーの拡大目標.....	17
図 9 ベトナムの電力料金推移（全体平均）.....	18
図 10 ベトナムの電力料金推移（産業別平均）.....	18
図 11 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 12 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 13 ソクチャン省人民委員会との協議の様子.....	36
図 14 ソクチャン省天然資源局との協議の様子.....	36
図 15 グラインドミル.....	42
図 16 グラインドミルの主要部品.....	43
図 17 グラインドミル カールチップ専用機 (TRM-200CR).....	44
図 18 グラインドミル (TRM-200CR) 外形図.....	47
図 19 天然資源環境局ソクチャン省庁舎.....	48
図 20 天然資源環境局用説明資料より抜粋.....	49
図 21 ソクチャン省天然資源環境局訪問時の様子.....	50
図 22 ブリケット製造装置.....	53
図 23 ブリケット加工装置(上部より籾殻投入).....	53
図 24 既存ブリケット加工装置のノズル.....	53
図 25 製造された筒形ブリケット.....	53
図 26 既存ブリケット販売の様子.....	54
図 27 既存ブリケット加工装置のスクリーン.....	54
図 28 籾殻の保管状況.....	54
図 29 ブリケット加工装置のメンテナンス状況.....	54
図 30 籾搬入用船舶.....	55
図 31 籾殻保管庫の様子.....	55
図 32 グラインドミル設置案 (Chau Hung 精米工場).....	56
図 33 粉碎後の籾殻.....	57
図 34 籾殻粉碎機.....	57
図 35 An Cu 社外観.....	57
図 36 籾の乾燥工程.....	57

図 37 籾殻保管倉庫.....	58
図 38 既存ブリケット製造機.....	58
図 39 敷地見取概略図.....	58
図 40 An Cu 社空き地(1,000 m ²).....	58
図 41 An Cu 社第2工場(5,000 m ²).....	58
図 42 グラインドミル設置案 (An Cu 精米工場)	59
図 43 既存ブリケット製造機.....	60
図 44 ブリケットをベルトコンベアで移送.....	60
図 45 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.....	61
図 46 グラインドミル設置可能スペース.....	61
図 47 ベトナムの主な炭田.....	62
図 48 石炭の種類、コールバンド.....	64
図 49 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.....	66
図 50 農産物乾燥工場の構造.....	72
図 51 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)	72
図 52 燃焼炉への石炭投入口 (燃焼ガスは乾燥室下部に入る)	72
図 53 農産物乾燥機 (乾燥室上部の格子床に農産物を置いて乾燥)	72
図 54 乾燥した農作物.....	73
図 55 石炭の保管状況.....	73
図 56 灰や煤の処分状況.....	73
図 57 MTV 社設備設置図.....	73
図 58 新設した粉炭用ボイラ.....	75
図 59 粉炭保管の様子.....	75
図 60 サーマルオイルボイラ.....	75
図 61 サーマルオイルボイラの例.....	76
図 62 ベトナムボイラ社製 標準型 単胴型自然循環ボイラ.....	76
図 63 Thai Duong 社の石炭焚ボイラの例.....	77
図 64 Thai Duong 社製仕様ボイラ銘盤.....	77
図 65 Thai Duong 社製仕様ボイラの操作モニター.....	77
図 66 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) .	78
図 67 ボイラと貯炭場.....	78
図 68 石炭投入の様子.....	79
図 69 納入炭の粒径.....	79
図 70 炉底スラグの排出設備.....	79
図 71 標準的な石炭ボイラの外観写真.....	81
図 72 標準的な石炭ボイラの系統図.....	81

図 73 CJ Agri Vietnam が使用している石炭	81
図 74 石炭の燃焼炉投入時の様子	81
図 75 CJ Agri のベトナムボイラ製自然循環ボイラ（移動床ストーカ焚）	82
図 76 燃焼室と水管ボイラ部	82
図 77 炉底スラグの排出設備（右）、籾殻ペレット搬入コンベア（左）	83
図 78 ホーチミン市工場の既設石炭焚ボイラ	84
図 79 内部ストーカー（鎖状火格子）	84
図 80 円筒形ボイラ	84
図 81 ビンロン省の工場の既設石炭焚ボイラおよび石炭貯蔵場所	84
図 82 CDM 方法論 AMS-III. AS. が対象とするプロジェクトのイメージ	96
図 83 プロジェクトのバウンダリ	97
図 84 モニタリングの実施体制案	101
図 85 ソクチャン省人民委員会との協議の様子	129
図 86 地元 TV での紹介	129
図 87 現地労働新聞の取材	130
図 88 ソクチャン省でのごみ収集の様子	130
図 89 ソクチャン省の街中のごみ置場	130
図 90 協議の様子	131
図 91 プラスチック造粒設備	131
図 92 搬入ごみ	132
図 93 トロンメル	132
図 94 選別ライン	133
図 95 選別後の有価用プラ	133
図 96 選別後の有価用色付きプラ	133
図 97 プラ混じりの熟成中堆肥	133
図 98 プラスチック除去後堆肥	133
図 99 堆肥混合攪拌機	134
図 100 堆肥用トロンメル	134
図 101 埋立処分場遠景	134
図 102 民間埋立処分場近景	134
図 103 民間焼却施設	135
図 104 埋立処分場	135
図 105 ソクチャン省 DONRE との協議	135
図 106 DECOS との協議の様子	138
図 107 RPF 原料	139
図 108 RPF の成形状況	139

☒ 109	ベトナム製破碎機.....	140
☒ 110	カントー市関係者との協議.....	141
☒ 111	ミントン社作業風景.....	142
☒ 112	ミントン社社長へのヒアリング.....	142
☒ 113	ミントン社との協議参加者.....	142
☒ 114	有害廃棄物.....	144
☒ 115	ビナユーセンの処理施設.....	144
☒ 116	カントービールとの面談.....	145
☒ 117	カントービールの製品.....	145
☒ 118	ビナクラフトペーパーとの協議.....	146
☒ 119	ビナクラフトペーパーのボイラ.....	146

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、多くの人々が居住している。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、現地にてワークショップ/ミーティングを2回開催した。また、籾殻固形燃料、廃棄物発電や廃棄物固形化燃料（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) 廃棄物発電等による温室効果ガス削減事業調査
 広島県内企業である株式会社オガワエコノスが廃棄物発電事業や廃棄物固形化燃料（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。

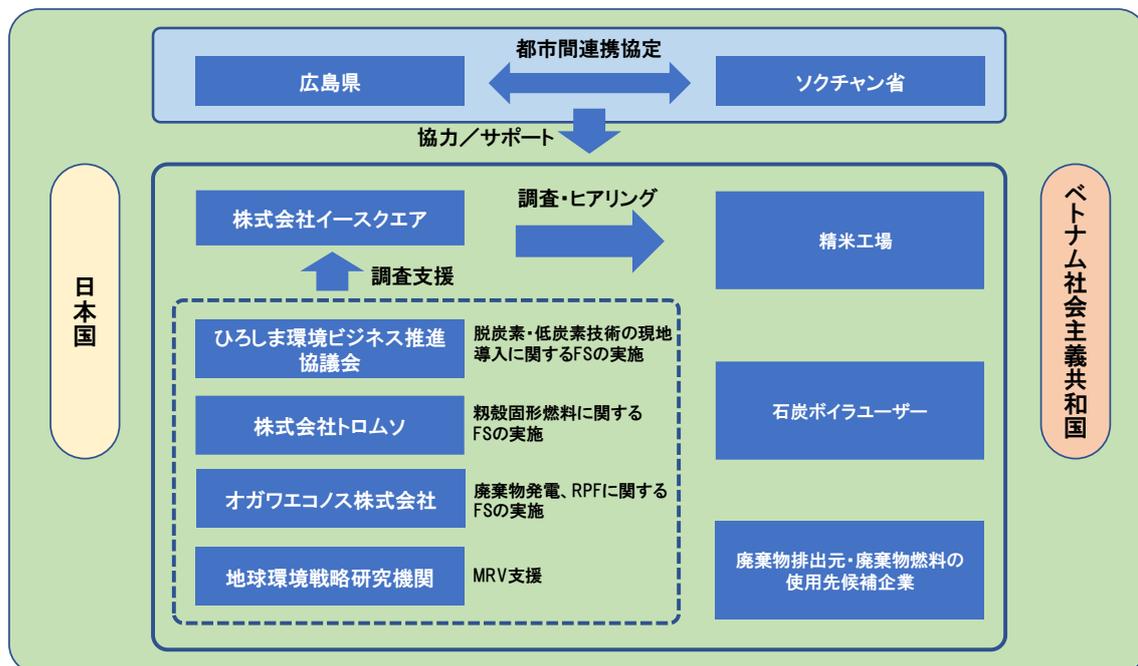


図 1 調査体制図

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、株式会社オガワエコノス、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、2022年7月に開始し、2023年3月に完了した。

項目	2022年						2023年		
	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
基礎調査		→							
ソクチャン省と協働		→							
靱殻固形燃料FS		→							
廃棄物発電 FS		→							
ソクチャン省と会合				★			★		
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 km²（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 9,946 万人（2022 年）。そのうちキン族が約 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。ベトナムの人口は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 2022 年 10 月時点で 2 万 1,819 人だった（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km ² （九州を除く日本の面積に相当）
人口	約 9,946 万人（2021 年） 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）

出典：JETRO ベトナム概況・基本統計、外務省ベトナム基礎データ

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 5 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、水稻、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¹。

(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²。

2.3. ベトナムの経済状況

ベトナム統計総局の発表によると、2022 年のベトナムの実質 GDP 成長率 (推計値) は

¹ ソクチャン省のポータルサイト

² ベトナムの計画投資省のポータルサイト

前年比 8.02%だった。2022 年初に公表した政府目標 6.0～6.5%を達成し、1997 年以来となる 8%超えで近年最も高い成長率となった。2020 年の実質 GDP 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が、V 字回復を果たした。

産業別にみると、農林水産業が 3.36%、鉱工業・建設業が 7.78%、サービス業が 9.99%となった。農林水産業は、畜産物の安定供給や養殖水産の生産量・輸出額の増加に伴い、安定した成長率になった。鉱工業・建設業は、新型コロナウイルス流行前の 2019 年には及ばないものの、前年の 2 倍近い成長率となった。GDP の約 4 割を占めるサービス業は、新型コロナ流行下の低迷からの反発で、大きく回復して経済成長を牽引した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かかわらず、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

³ JETRO ビジネス短信 (2023 年 1 月 10 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。

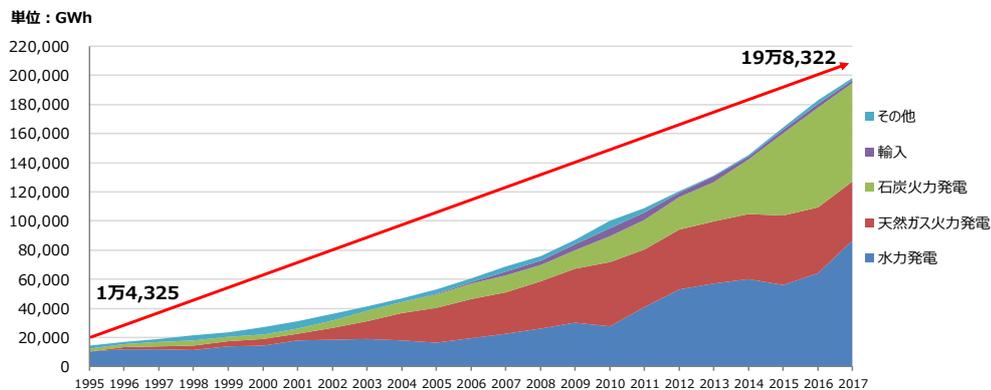
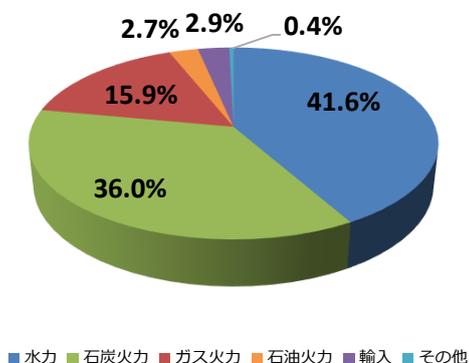


図 6 ベトナムの総発電量推移

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。

***2017年総発電設備容量 4万5,410MW**



***2017年総発電量（輸入含む）実績
19万8,322GWh
(EVN発電60.5%、EVN以外39.5%)**

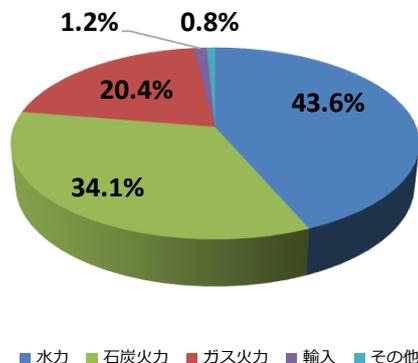


図 7 ベトナムにおける 2017 年の総発電設備容量と総発電量
出典：JETRO ハノイ事務所

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。

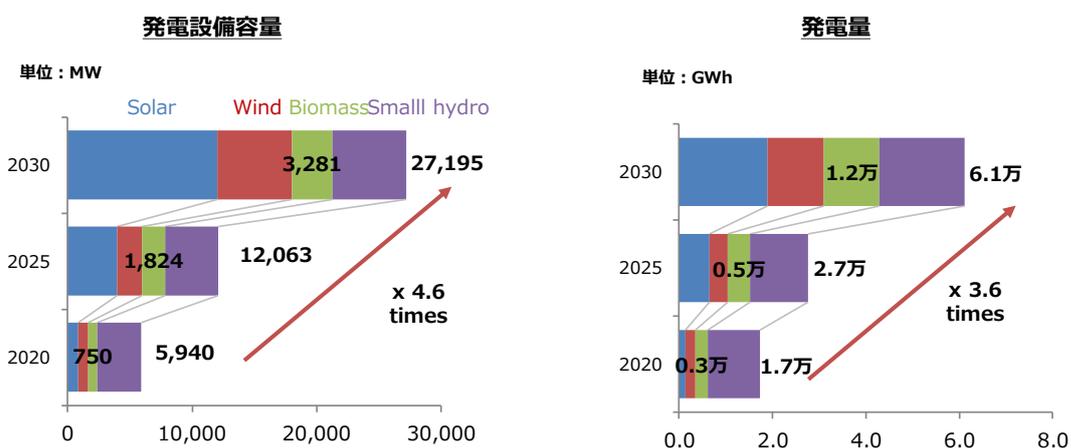


図 8 ベトナムにおける再生可能エネルギーの拡大目標
出典：JETRO ハノイ事務所

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 9）。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低い。

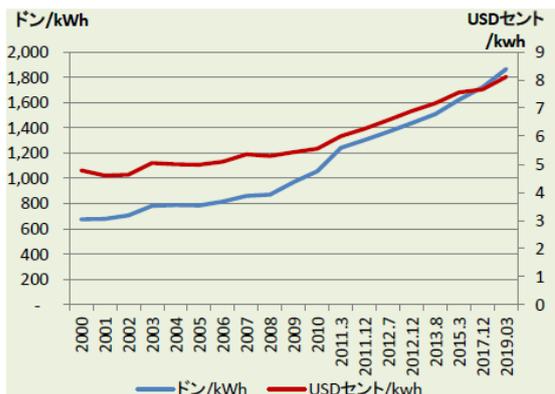


図 9 ベトナムの電力料金推移（全体平均）
出典：JETRO ベトナム電力調査（2019年3月）



図 10 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/QĐ-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

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。

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、コーヒーは世界でも主要生産国。

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（2019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）	2,619		50,825	
うち農林水産業	366	14	593	1.2
1人当たりGDP（USD）	2,715		40,063	

出典：農林水産省 ベトナムの農林水産業概況（2021年）

表 5 主要農産物の生産状況

(単位：万トン)

	ベトナム					日本
	2015	2016	2017	2018	2019	2019
コメ (粳)	4,509	4,311	4,276	4,405	4,345	1,053
さとうきび	1,834	1,631	1,836	1,795	1,527	116
キャッサバ	1,074	1,091	1,027	985	1,011	-
とうもろこし	529	524	511	487	476	0.01
バナナ	194	194	205	209	219	0.0006

出典：農林水産省 ベトナムの農林水産業概況 (2021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 (粳) の年間生産量は約 200 万トンである。年間の粳殻排出量は約 40 万トン程度 (粳米の 20%程度) を占めている。現在、粳殻は米乾燥機、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、2 年経った 2023 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/QĐ-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)
	車輛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/ND-CP)
	土地の賃貸、水面の賃貸に関する法令 (Decree No. 46/2014/ND-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/ND-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/QĐ-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	コージェネ利用	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
	水 上	7.69	
	屋根置き	8.38	(旧)2019年7月1日～2020年12月末までに運開

出典：一般社団法人 海外電力調査会の Web サイト

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/QĐ-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/QĐ-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/QĐ-TTg (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～
粃殻発酵液	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。 トロムソ社が粃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	2019年～	一般廃棄物の効率的な収集・運搬ノウハウ、廃棄物

集・運搬事業および廃棄物処理プロジェクト		回収サービスおよび、収集運搬で集めるデータを活用し、最適な廃棄物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、「広島ーソクチャン都市間連携協議会」を対面形式により2回開催した(図11)。

3年ぶりのソクチャン省での対面での会議となったため、改めて両自治体が協力し、両地域の企業間の交流を進め、地球温暖化や環境改善につながるプロジェクトを創出していくことで合意するとともに、本都市間連携事業で案件化調査を進めている案件についての協議を行った。

また、直接脱炭素には関わらない技術ではあるが、技術紹介セミナーをソクチャン省と共に開催するとともに、新たなニーズとして、風力発電関連技術や、エビ養殖事業者から排出される汚泥の処理技術等を確認した。

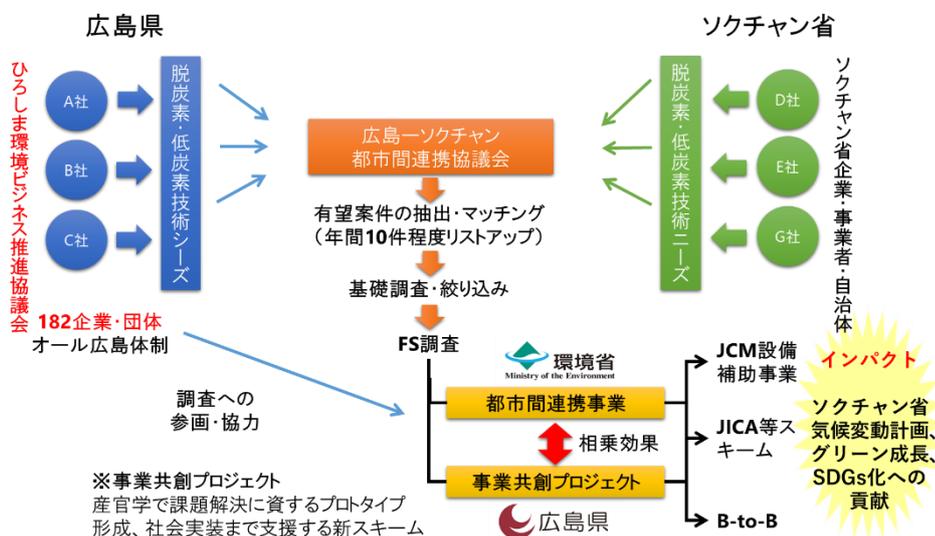
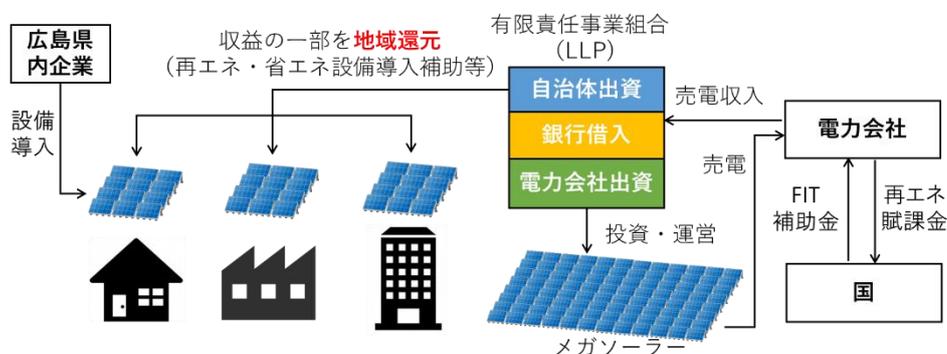


図 11 広島県・ソクチャン省協働による継続的な新規案件発掘・形成の仕組み

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（2013年より実施）（図12）。

令和3年度の都市間連携事業においては、オンライン形式のワークショップを行い、ソクチャン省側に広島県の地域還元型再生可能エネルギー導入事業のノウハウを伝えるとともに、ソクチャン省での事業展開の可能性について意見交換を行ったところ、法律上の課題から実現不可能であることがわかった。そのため、令和4年度については、ソクチャン省側における脱炭素に向けた機運醸成の観点から、地域還元する仕組みとして本県が行っている住民への環境活動支援や環境教育の活性化等の取り組みについて紹介を行った。



- 広島県は2013年度事業開始以来、計7発電所、10MWの実績とノウハウを蓄積
- ソクチャン省において、地域の再エネ・省エネ普及を自立的に後押しする仕組（モデル）を構築支援
- ベトナムの実情に合わせて制度をカスタマイズ
- 県内企業の再エネ・省エネ機器の継続的導入につながる筋道についても可能性を模索
- JCM設備補助の場合でも同様な波及効果が期待できる

図12 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・ソクチャン省のワークショップ（情報交換会）開催

(1) 第1回広島ーソクチャン都市間連携協議会

開催日時	2022年10月11日（火）8:30～10:00
形式	対面
参加者	<p><日本側>◆</p> <p>広島県：空田総括官、松原主査、樽谷主任 オガワエコノス：小川常務、岡室長、鳥居部長、藤村部長 イースクエア：柳田 通訳：Thanh 氏</p> <p><ベトナム側>◇</p> <p>Nam 人民委員会 副委員長 Nhi 天然資源環境局 副局長 農業農村開発局 副局長 投資計画局 副局長 工商局 副局長 外務局 副局長 SPWC（ソクチャン省廃棄物処理公社）社長</p>
次第	開会挨拶（ソクチャン省・Nam 人民委員会副委員長） 廃棄物処理案件についての意見交換

Nam 人民委員会副委員長の発言要旨は以下のとおり。

- ・ 新型コロナウイルス流行の影響でこれまで長期にわたり直接話すことができなかったが、今までソクチャンと広島県でビジネス交流がされてきており、また交流が再開して個人的にも嬉しい。
- ・ 2019年に広島県と共催で持続可能なエビ養殖に関するセミナーの開催や、トロムソが浄水器を200台、ソクチャンの学校や病院に設置してくれ、感謝している。
- ・ 改めて、ソクチャン省の概要は下記のとおり
 - ◇ 面積：3311 km²（70kmが海に面しており、11区域に分かれている。）
 - ◇ 人口は120万人
 - ◇ クメール人など少数民族も多数存在。
 - ◇ 水産業、米の産業が特に盛んで、ST25というブランド米が品評会で世界一の評価を得た。
 - ◇ 今後はコメ関連の加工物も、水産加工物と同等レベルで海外に輸出していきたい。
 - ◇ コメの輸出実績：2500万USD（200万t）／エビの輸出実績：1億USD

- ・ 省内では、風力発電等の再生エネルギーも増加している。風力発電所は 20 箇所が計画中、11 箇所が建設済み。一方で電力系統に繋ぐ事ができたのはわずか 4 箇所です。トータル 110MW の発電量。
- ・ ホーチミンからソクチャンまでの高速道路が建設中であり、メコンデルタのハブ港の建設計画も進行中。
- ・ 一方で気候変動の影響と環境問題も大きな課題となっている。気候変動による影響として、地盤沈下が進んでいる。
- ・ また、環境課題としては、廃棄物、排水。特に廃棄物処理は大きな問題であり、廃棄物問題を通じて、地下水汚染も問題となっている。廃棄物による環境汚染がソクチャン省の大きな課題となっているので、是非この分野で協力頂きたい。
- ・ 廃棄物処理では、生活系の廃棄物に加え、産業廃棄物も課題があるので、人民委員会も注力している。
- ・ 今後も環境分野を中心として、ソクチャンと広島県の交流が更に進むようにしたい。
- ・ 本都市間連携の調査に関しては全力でフォローする。

オガワエコノスから RPF について説明

- ・ RPF 事業を行うためには、現地企業の協力と、RPF の使用者となる需要家が必要となることから、ソクチャン省の協力を依頼。

SPWC (ソクチャン省の廃棄物処理公社) より、廃棄物処理の課題の共有

- ・ ゴミの分別ができていないことが最も大きな問題
- ・ また、雨季に、廃棄物の含水率が高くなることも課題となっている。
- ・ これらを踏まえた最適な技術の導入が必要であり、肥料化、固形燃料化、焼却、埋立の 4 つの方法を検討したい。
- ・ 特に、今ベトナムで主流となっている埋立の比率を低減する必要があるが、埋立は最も安価な処理手法であるため、埋立に頼らざるを得ない状況。
- ・ 一方で、焼却には抵抗があるため、RPF 化に興味がある。
- ・ 当社は元々公社であったが、民営化されているため、オガワエコノス社と SPWC の共同で出資は可能。
- ・ 必要なデータがあればなんでも協力するので、問い合わせて欲しい。
- ・ もう一つの課題は廃棄物回収の困難さ。道路インフラの整備が未熟で、水路も多く、多くの地域で廃棄物回収が進んでいない。

今後の廃棄物案件の連絡体制について

- ・ 広島県の企業の案件は、天然資源環境局が全力でサポートする。(Nhi 副局長)
- ・ 情報やデータについては、どんなデータを海外企業に渡すのか、人民委員会に報告の

義務があるので、DONRE を通して連絡して欲しい。

ソクチャン省の廃棄物処理計画について

- ・ 下記の 2 つの案件がある。
 - ① 産業系廃棄物
 - ② 一般廃棄物の収集・処理（こちらは発電事業を絡める必要がある＝国の工商局に申請が必要）
- ・ 今後、①②について、提案が 2 社以上出た段階で、入札するのがセオリーであるが、1 社だけでも提案内容が良ければ、決める。その場合、早い者勝ちとなる。
- ・ ②については、現在ベトナムの FIT 制度の規格の切り替えのタイミングであり、FIT 価格を決められない状況のため、調査をしている提案候補者は、具体的な提案ができない。また、国の FIT 制度の切り替わりに時間がかかっている。（既に 2 年程度経過）
- ・ 現在は、外資系の企業が調査をしている段階で、具体的な提案はまだどこからも無い。
- ・ ①②を同時に提案する必要はなく、①だけであれば、オガワエコノスが提案すればすぐ人民委員会の承認が下りる可能性がある。
- ・ 提案については、必ずしも SPWC が入る必要もない。SPWC が収集・運搬を行い、提案企業が処理を行う方法でも良いし、提案企業が、収集・運搬含めて行う提案でも良い。

ソクチャン省の廃棄物量

- ・ 生活系廃棄物：831.9t/d（プラ：72t、有害：26t）
- ・ 産業廃棄物：1,800t/d（工業系：1,400t、サービス系：400t）

その他

- ・ 国からの方針で、2024 年 12 月 31 日までに廃棄物分別（3 種類）が義務化される。
- ・ 一方で、家庭で分別されたとしても、現在のオペレーションでは収集・運搬中にまた一緒くたになるため、2024 年以降は、分別して収集・運搬することが必須となる。
- ・ 2024 年までの国の方針はあるが、他の省で分別をして失敗に終わった事例もあり、分別が全てではないとも思っている。（ソクチャン省としては、できれば分別せずに全て焼却して、発電をしたい）
- ・ 生活ゴミの処理費として、ソクチャン省は廃棄物処理事業者に 359,000VND / t を支払っている。



図 13 ソクチャン省人民委員会との協議の様子



図 14 ソクチャン省天然資源局との協議の様子

(2)第2回広島ーソクチャン都市間連携協議会

開催日時	2023年1月10日(火) 8:30~11:30
形式	対面
参加者	<日本側>◇ 広島県：樽谷主任 広島県内メーカー 通訳：Thanh氏
	<ベトナム側>◆ Nam 人民委員会 副委員長 Nhi 天然資源環境局 副局長 投資計画局 副局長 農業農村開発局 水利支局長 農業農村開発局 浄水センター 副センター長 外務局 マネージャー
次第	<ul style="list-style-type: none"> ・開会挨拶(ソクチャン省・Nam 人民委員会副委員長) ・これまでの事業の説明と来年度以降の計画に対する意見交換 ・ソクチャン省で新たに事業展開を検討している広島県内企業の紹介 ・トロムソの案件についての協議 ・オガワエコノスの案件についての協議 ・広島県の住民への環境活動支援や環境教育の活性化等の取り組みの紹介 ・ソクチャン省の環境課題・広島県企業とのマッチングを進めたい分野

これまでの事業の説明と来年度以降の計画に対する意見交換は以下のとおり。

◆廃棄物処理案件について、なぜ発電まで行わず、RPFの燃料化までなのか？

◇前回10月の訪問後に試算を行ったが、想定している廃棄物量だと投資回収ができないことが予想されるため。ソクチャン省では、廃棄物処理に係る施設の導入は、廃棄物発電が必須という理解で良いか？

◆その通りである。

◆RPFの製造機器以外にどんな費用がかかるのか？

◇分別の状態にもよるが、現状の状況を踏まえると分別装置は必要だと考えている。

◆廃棄物案件については欧州企業からも提案を受けている状態。是非発電を考慮に入れて検討して欲しい。

◆ベトナムでも2050年に二酸化炭素ゼロを目指すこととなった。また、今年はベトナムと日本の交流50周年となる。ソクチャン省と広島県の企業のマッチングができるよう

に人民委員会は全面的にバックアップする。

ソクチャン省で新たに事業展開を検討している県内企業の紹介

- ・ ソクチャン省農業農村開発局の協力を得て、ソクチャン省の水門設計会社、水門施行会社、水門運営・管理会社の紹介を頂き、面談を行う予定。ベトナムでの水門設備の実証を行いたく、適切な場所や協力企業の紹介を依頼。

トロムソの案件についての協議

- ・ ソクチャン省では年間 200 万 t の米が生産され、1/3 が粳穀として排出されている。一方でソクチャン省には大規模な精米所が少なく、アンザン省やティエンザン省に、精米前の米を販売し、精米後米を買い取っている企業が大半であるため、ソクチャン省に粳穀は少ない。
- ・ 現在石炭を使用している、トロムソの粳穀燃料の使用先となり得る省内の企業の紹介について何度か依頼をもらったが、省内には家庭用を除いて企業レベルでの使用は無い。
- ・ 環境に関する意識が高くなっており、大量の石炭を使用する大規模事業者ほど石炭は使用していないので、ソクチャン省での石炭代替需要については無いと考えた方が良い。

オガワエコノスの案件についての協議

- ・ 前回 10 月に訪問した際に公募していた①産業廃棄物と有害廃棄物②一般廃棄物の 2 件はまだ公募中である。公募期限は定めていないので、関心があれば投資計画局に相談して欲しい。調査する企業は多数いるが、実際に提案した企業は無い。
- ・ 2024 年末までに一般ごみの分別を実施する政府の指令により、ソクチャン省では、「リサイクル可能なゴミ」と「有機ゴミ」「大型ゴミ」の 3 種類の分別を行う予定。
- ・ ゴミの回収、運搬の際に、ゴミが混在しないようにする必要があるが、回収業者が難色を示していることもあり、2024 年末までの実現可能性は現段階で不確か。
- ・ そのため、廃棄物をそのまま焼却して発電できれば、分別しなくてもいいので、こちらに力を入れている。DONRE としては、ゴミ分別の規格を 2023 年内に人民委員会に提出する必要がある。

広島県が行っている住民への環境活動支援や環境教育の活性化等の取り組みの紹介

広島県の住民向けの環境活動支援や環境教育の活性化等の取り組みの紹介を行った。

本件についての意見交換の趣旨は以下のとおり

- ◆これらの取組で実際に県の職員が活動をすることもあるのか？それともほとんど委託事業として行っているのか？
- ◇広島県の環境県民局というソクチャン省の DONRE にあたる部署の担当者が学校で授業を行うこともある。場合によっては、カードゲームを行いながら子供たちと理解を

深めるような講座もある。

- ◆ソクチャン省では、学校でゴミ分別の教育を行なっているが、効果が出ていない。是非来年度はこのような教育プログラムの紹介も行ってほしい。
- ◇一般ゴミの分別に関する業務は、広島県では基礎自治体が管轄をしており、広島県内にはノウハウが無いため、広島市等の協力次第だが、県でノウハウがある分野については来年度是非紹介させてほしい。

ソクチャン省の環境課題・広島県企業とのマッチングを進めたい分野について

①課題：稲わらの処理

コメの収穫後に大量に廃棄物となる稲わらの処理方法に手を焼いている。日本視察の際に、肥料化する機器を見学したことがあるので、紹介して欲しい。

②課題：炭製造事業者の排気ガス対策

薪から炭を作る家庭（小規模事業者）が省内に1,000近くあり、排気ガス対策を行っていないため、排気ガスが課題となっており、気候変動に大きく寄与する課題だと考えている。現在の製造工程に対応策として後付けで設置できるような機器があれば紹介して欲しい。

③課題：エビ養殖の汚泥処理

ソクチャン省は、エビ養殖量がベトナム全土で2位である。特にソクチャン省は単位面積当たりのエビ養殖量が非常に多い高密度型のバナメイの養殖が主流であることから、エサの食べ残しや糞尿等が養殖中に大量に発生し、未処理で河川に放出されている状況である。そのため、河川が短期間で汚泥によって塞がれてしまい、浚渫に費用が掛かっている。このエビ養殖事業者から大量に発生する汚泥の処理について具体的な解決法を有する企業を紹介して欲しい。

④技術紹介を希望する分野

ソクチャンは、70kmの海岸線を持ち、風も強いエリアも多く、風力発電の案件が非常に多い。もし風力発電に関連する技術を持つ企業がいれば紹介してほしい。

3.5. 今後の協業の見通し

広島県は、2012年から環境分野における海外展開支援を行っており、2014年からはベトナムを重点国家として、ソクチャン省を中心としたメコンデルタエリア地域における現地の環境課題と、県内企業が有する製品やサービスのマッチングを行ってきた。また2020年度からは都市間連携事業にも採択され、県内企業の有する脱炭素に貢献する事業の現地への展開可能性について調査を行ってきたところである。

ベトナムにおいて環境分野におけるビジネス化を検討する上では、ソクチャン省のような行政機関のサポートとともに、現地で県内企業のパートナーとなり得るような企業との協業が欠かせない。なぜなら日本市場で販売をしている製品規格や価格そのまま、プロダクトアウトでビジネスとして成り立つことはほとんど期待ができず、現地のニーズに合わせた形で製品や設備を設計し、現地でビジネスとして回るようにビジネスモデルを再設計する必要があり、そのためには、現地のニーズや課題に精通した企業のサポートが必要不可欠であるからである。

加えて、環境分野におけるビジネス展開においては、現地の法令や規制への対応、実証場所の選定だけでなく、現地企業の有力企業と接点を作る上でも地方自治体のサポートが重要である。

そのため、「広島ーソクチャン都市間連携協議会」のように、行政同士の連携に加え、企業の連携も進むような取組は、現地での事業を創出し、ビジネス化していく上で必要なスキームと言える。

一方で、ソクチャン省のような地域では、環境面に関する課題が山積みしており、それらの課題に対する省の関係部局の関心が高い反面、都市部と比較すると、一次産業に関する企業集積はあるものの、脱炭素技術のユーザー候補となり得る企業や、脱炭素や環境分野において県内企業と協力可能な企業、または共同で研究開発可能な大学・研究機関等が圧倒的に不足している。

そのため、広島県ではこれまでソクチャン省との強固な連携体制を活かし、県内製品の普及を目的とするセミナーを実施する際などは、ソクチャン省と共同で周辺の他の省に呼びかけを行い、ソクチャン省に加え、他の省の関係機関や企業の方々にも広くPRを行うなど、周辺地域の自治体や企業との連携や関係作りも進めてきた。

今年度も、水門関連の技術を有する企業の技術紹介セミナーを1月に開催した際には、メコンデルタ地域の5省から参加者が集まっている。また、2023年3月にも技術紹介セミナーをメコンデルタ地域を対象に行うこととしている。

これまでのソクチャン省における都市間連携事業の最初の2年間は、新型コロナウイルスの影響により、当初計画した調査ができず、実質今年度から具体的な現地調査を行っているところである。今後、調査にとどまらず、ビジネスとして具体化していくためには、ソクチャン省やカントー市といった広島県と強固な関係を有する現地自治体との関係を軸に、周辺の省の関連部署や、企業との連携可能性についても合わせて検討することで、よりビジネス化の可能性が高まり、結果、脱炭素技術の現地への普及可能性や脱炭素ドミノに繋がると考えられる。

広島県では、2021年度からカーボンニュートラルや、SDGsの達成に向けた世界的な潮流をチャンスと捉え、環境・エネルギー産業の育成と強化を通じて、世界の環境課題の解決に貢献するビジネスを広島県から持続的に創出していく「ひろしまグリーンオーシャンプロジェクト」を進めている。

当プロジェクトでは、オープンイノベーションによる事業創出を目指しており、その一環として行っている事業共創プロジェクトの一つメニューである「広島県海外スタートアップ等連携実証プロジェクト創出事業」では、東南アジアで環境課題の解決に取り組むスタートアップ企業や現地の大学研究者と、広島県内企業の有するアセットや技術を掛け合わせ、ビジネスの創出を目指している。

今年度は当プロジェクトにおいて、フィリピン、マレーシア、ベトナムの3か国で具体的な案件創出に向けて進めているところであり、ベトナムにおいては、バイオ炭の販売を行っている現地のスタートアップや、バイオ炭の農業利用の際の土壌の変化や、農作物の育成状況等の研究を行っている大学研究者と共創し、県内企業が有する技術の農業利用／二酸化炭素クレジット活用ビジネスの検討を進めている。

都市間連携事業における調査事業と、当プロジェクトとの関連についてはまだ今年度の段階では結び付けることが難しい段階ではあるが、既にソクチャン省からは、ヒアリングを通してバイオ炭の農業利用や、バイオ炭の原料として、エビ養殖で発生する汚泥の活用についての強い興味を得ている。

来年度に向けては、これまでの調査の深掘りを進めるとともに、ソクチャン省の周辺地域の行政機関や、企業を巻き込み、「広島ーソクチャン都市間連携協議会」を軸に共創の輪を広げるとともに、広島県の事業共創プロジェクトと、都市間連携事業を効果的に融合することで、調査の次フェーズを見据えビジネス化に向けた取組を加速させていく。

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. 現地調査スケジュール

本年度は新型コロナウイルスの影響が落ち着いたため現地渡航を伴った調査を実施した。現地調査の行程は以下の通りである。

日付		内容
2022年10月2日	日	B社訪問
2022年10月3日	月	Thanh Tin社・Chau Hung社訪問/ソクチャン省天然資源環境局訪問
2022年10月4日	火	CJ AGRI社訪問
2022年10月5日	水	MTV社 / AGTEX28社訪問
2022年10月17日	月	A社訪問
2022年12月24日	土	An Cu社訪問

4.2. 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株式会社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。株式会社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

グラインドミルは粃殻をすり潰し、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の粃殻を固形燃料化することが可能である(粃殻120kg⇔粃殻固形燃料120kg)。製造される固形燃料は100%粃殻由来であり、固形化する際、接着剤などは一切添加する必要がない。

粃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、粃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(対粃殻比)になる。粃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。

グラインドミルの粃殻のすり潰し、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。

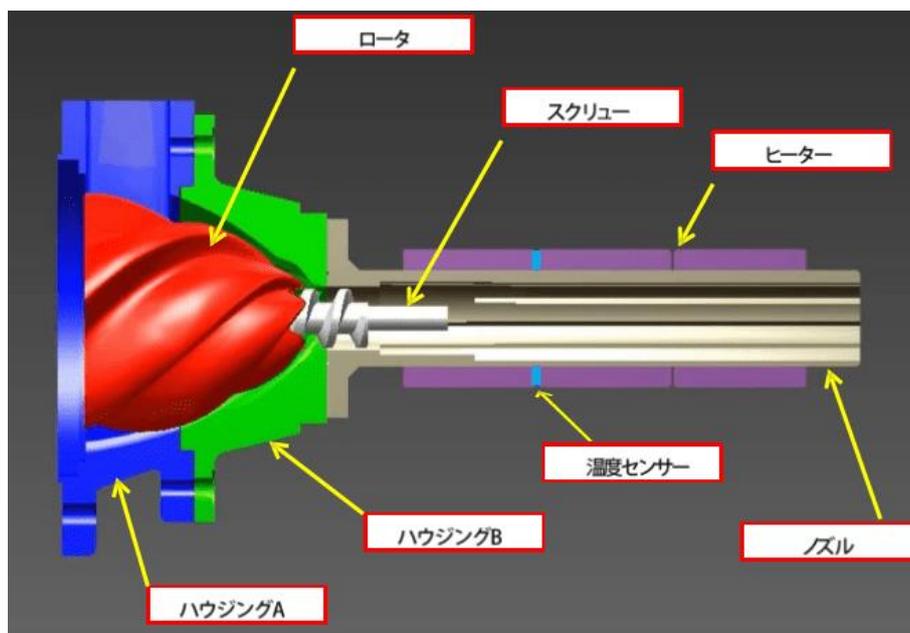


図 16 グラインドミルの主要部品

原料ホッパーに粃殻が投入されると、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。すり潰された粃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。すり潰された粃殻は、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。加熱を行うことで粃殻に含まれているリグニンの作用により粃殻同士が接着し、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1kgに相当する。

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 mm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 55mm、穴径 15mm、長さ 350 mm	幅 20 mm、厚み 17 mm	1～3 mm
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	—
写真	 モミガライト もみ殻から生成された エコ燃料	 カールチップ 籾殻を摩擦熱で軟化した 状態に固められています。	 細くすりつぶしたもみ殻 すりつぶすことで 堆積に優しい新資源に

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 3φ 50/60Hz 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	550 万円 (税別)	550 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 150 台(2023 年 1 月時点)

海外販売実績 36 台 (表 12 参照)

直近売上高 5,500 万円(グラインドミル国内外売上高)

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	
2023 (暫定)	ナイジェリア	2	TRM-120DD	トロムソ工場にて製作中

2023 (暫定)	セネガル	4	TRM-200CR	トロムソ工場にて製作中
--------------	------	---	-----------	-------------

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およ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

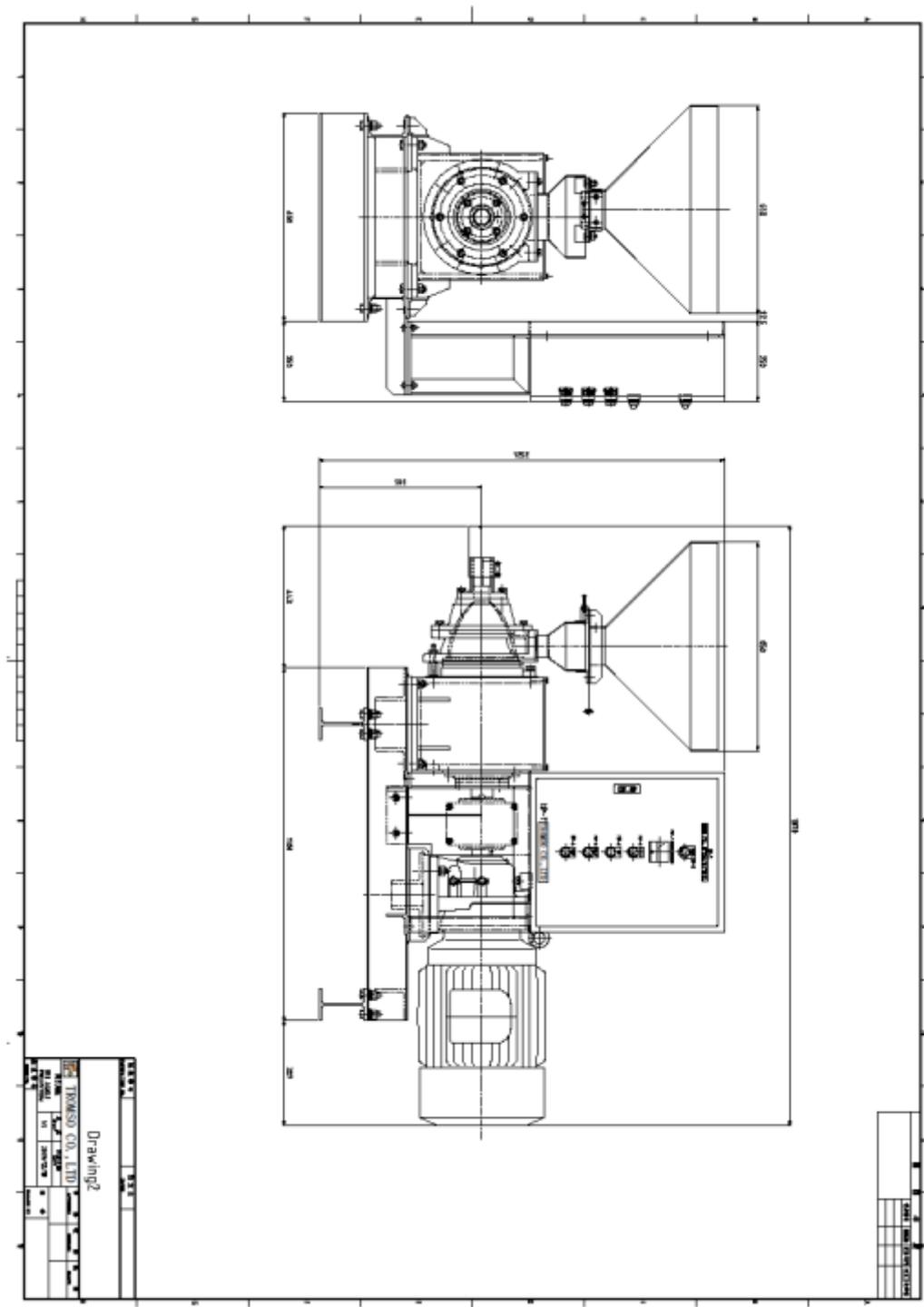


図 18 グラインドミル (TRM-200CR) 外形図

4.3. ソクチャン省天然資源環境局訪問

昨年度までの本事業に関する調査報告及び今後の調査協力依頼を目的とし、天然資源環境局のソクチャン省支局を訪問した。Nguyen Thi Thuy Nhi 氏(天然資源環境省副局長)、Pham Van Tung 氏(天然資源環境省環境保護局長)、Huynh Van Nhung 氏(農業農村開発省財務計画部副部長)、Mong Van 氏(産業貿易省エネルギー管理部専門家)、Pham Thi Doan Duy 氏(天然資源環境省環境保護省環境影響評価・評価部門専門家)の5名と面談し、ソクチャン省における稲作に関連する情報の開示、協働可能なプロジェクトや本事業に関する協力に関して協議した。



図 19 天然資源環境局ソクチャン省庁

(1) ソクチャン省における稲作

ソクチャン省内では約 327,825ha の稲作面積があり、年間 2,000,000t 以上の粳が生産されているが、生産される粳のうち、約 80%は近隣の地域(アンザン省/ティエンザン省/カンター市/ドンタップ省)へ粳のまま販売され、粳摺り加工されているのが現状である。したがって、ソクチャン省では盛んに稲作が営まれているものの、グラインドミルの原料となる粳殻の発生量は粳の生産量と比較して少なく、省内消費分である約 20%の粳から発生する粳殻量が固形燃料に変換できる潜在的な量であることが分かった。なお、日本国内粳殻排出量の算出方法を参考に、ソクチャン省内で利活用可能な潜在的な粳殻排出量は約 80,000t と推定できる。また、ソクチャン省は海面上昇の影響を受け、農地塩害に関する問題が発生していることから、米生産を縮小し、エビ養殖等の養殖産業を拡大していくことを検討しており、今後も他省で精米した米を購入して販売するといった傾向にあることが予測される。

(2) 本事業及び TRM-200CR に関する説明

TRM-200CR 及び籾殻固形燃料について、ソクチャン省天然資源環境局関係者に説明を行い、籾殻固形燃料の燃料時間・燃焼温度、装置の処理能力に関する基本的な情報から籾殻固形燃料の燃料時の燃焼ガス成分・既存石炭ボイラを用いて燃焼した場合に考えられる問題点等、詳細な議論にも発展した。また、二国間クレジット制度（Joint Crediting Mechanism: JCM）を適用した設備投資のメカニズムについても同様に説明を行い、ソクチャン省内において装置の導入を検討可能性がある精米所のリストを提供することになった。

Product(Rice husk briquetting machine)

Grind Mill

Rice husks products

Rice husk briquette

Ground rice husk

- ✓ Solid fuel made from 100% of rice husk
- ✓ No binders to solidify
- ✓ Calorific value curl chip 3697kcal/kg
- ✓ Flexible to combustion with coal
- ✓ Agricultural material (bedding material, compost etc.)
- ✓ Features with excellent water retention

Processing capacity: Approx. 200kg/h
 Dimension: 2250(W)x1100(D)x1550(H)
 Weight: Approx. 985kg
 Power: AC200-400V 3φ 50/60Hz
 Motor: 30KW
 Heater: None

Utilization as a substitute for coke and coal used in waste incinerators / thermal power plants

Environmental problems including climate change due to carbon dioxide (greenhouse gas) emissions from the use of coke and coal

Carbon dioxide emissions from rice husk briquette, which is a carbon-neutral fuel, virtually no emissions → Control of climate change

Can be used as an alternative fuel

図 20 天然資源環境局用説明資料より抜粋

(3) 協働可能な現在進行形プロジェクト

世界銀行から資金提供を受け、ベトナムの持続可能な農業変革プロジェクト (VnSAT) を実施しており、プロジェクトエリア内の協同組合 9 か所の生産性向上を目的とする。プロジェクトにおいて、籾乾燥機(約 30~40 トン/バッチ)を設置した倉庫 9 箇所を設立しており、同乾燥機の燃料には木炭が使用されており、籾殻固形燃料に代替可能性があることが分かった。

表 13 ソクチャン省 VnSAT プロジェクトにおける米の一時保管倉庫一覧

NO	Name	Establishment year	Address	Number of farmers	Total area (ha)	Investment scale
1	Hợp tác xã Nông nghiệp Tín Phát	2005	Thanh Tan hamlet - Ke Thanh commune - Ke Sach district	306	527	Warehouse for temporary storage and cover of drying kiln, capacity of 1000 tons; Horizontal static drying equipment 40 tons/batch
2	Hợp tác xã Nông sản Mỹ Hương	2017	Tra Coi A hamlet - My Huong commune - My Tu district	306	545	Warehouse for temporary storage and cover of drying kiln, capacity of 1000 tons; Horizontal static drying equipment 20 tons/batch
3		2016		295	523	

	Hợp tác xã Nông nghiệp Phước An		Phuoc An hamlet - Phu Tan commune - Chau Thanh district			Warehouse for temporary storage and cover of drying kiln, capacity of 1000 tons; Horizontal static drying equipment 40 tons/batch
4	Hợp tác xã Nông nghiệp Đoàn Kết	2012	Tra Do hamlet - Lam Kiet commune - Thanh Tri district	235	569	Warehouse for temporary storage and cover of drying kiln, capacity of 1000 tons; Horizontal static drying equipment 20 tons/batch
5	Hợp tác xã Nông nghiệp Kiệt Lập B	2012	Kiet Lap B hamlet - Lam Tan commune - Thanh Tri district	296	503.1	Warehouse for temporary storage and cover of drying kiln, capacity of 1000 tons; Horizontal static drying equipment 20 tons/batch
6	Hợp tác xã Nông nghiệp Thọ Hòa Đông A	2004	Tho Hoa Dong A hamlet - Phu Tam commune - Chau Thanh district	386	693	Warehouse for temporary storage and cover of drying kiln, capacity of 1000 tons; Horizontal static drying equipment 40 tons/batch
7	Hợp tác xã Dịch vụ Nông nghiệp Tân Tiến	2017	Xay Da B hamlet - Ho Dac Kien commune - Chau Thanh district	413	581	Warehouse for temporary storage and cover of drying kiln, capacity of 1000 tons; Horizontal static drying equipment 20 tons/batch
8	Hợp tác xã Dịch vụ Nông nghiệp Hung Lợi	2017	Hoa Hung Hamlet - Long Duc Commune - Long Phu District	538	608.23	Warehouse for temporary storage and cover of drying kiln, capacity of 1000 tons; Horizontal static drying equipment 40 tons/batch
9	Hợp tác xã Nông nghiệp Thạnh Trị	2016	Truong Hien Hamlet - Thanh Tri Commune - Thanh Tri District	432	451	Warehouse for temporary storage and cover of drying kiln, capacity of 1000 tons; Horizontal static drying equipment 20 tons/batch

出典：ソクチャン省



図 21 ソクチャン省天然資源環境局訪問時の様子

4.4. 精米事業者の調査

本年度は前年度から継続しているソクチャン省内の精米事業者 2 社の協力および新規精米事業者 1 社からも新たな協力を得て、調査を実施した。継続調査先の 2 社のうち、Thanh Tin 精米所は本年度より他省から玄米を購入し、自社で精米して販売する事業形式に転換し、従来自社で行っていた粃摺り工程を廃止していたため、粃殻が排出されない状況になっていた。したがって、グラインドミルを同社へ導入した場合、これまで大量に発生していた自社排出分の粃殻を利活用することはできず、近隣もしくは他省より粃殻を調達する必要があることが分かった。昨年度までは 2 社とも粃殻固形燃料を製造していたが、Thanh Tin 精米所は粃殻が自社で発生しなくなったため、固形燃料の製造を停止していた。Chau Hung 精米所では引き続き、粃殻固形燃料を主に自社設備である乾燥機の燃料として自家消費していた。また、ベトナム国内において粃殻のバイオマス燃料としての活用が徐々に普及してきており、粃殻の価格が上昇傾向にあることも分かった。

表 14 精米業者の聞き取り調査結果

会社名	Chau Hung	An Cu	Thanh Tin
場所 (省)	ソクチャン省	ソクチャン省	ソクチャン省
工場種類	精米工場	精米工場	精米工場
従業員数	20 人	30 人	250 人
敷地	5,000 m ²	8,500 m ²	70,000 m ²
生産量	精米量：2,000 t/年	精米量：10,000 t/年	精米量：180,000 t/年
粃殻排出量	粃殻排出量：400 t/年	粃殻排出量：2,000 t/年	-
粃殻販売価格	粃殻：2.0 円/kg	粃殻：11.7 円/kg	粃殻：-
	固形化後：11.7 円/kg	粉碎後：14.1 円/kg	固形化後：-
ボイラ	有(乾燥機)	有(乾燥機)	無
グラインドミル導入可否	△	△	△
	ブリケットマシン 4 台保有(現在稼働は 4 台中 2 台/要メンテナンス)	ブリケットマシン 1 台保有(現在未稼働/要メンテナンス)	ブリケットマシン 15 台保有(ただし、現在稼働していない)
	製造能力：150-200kg/h 約 25 万円/台	モーター出力 60 馬力 約 12 万円(中古)/台	
輸送可否(カ)	川狭く小舟で輸送要	敷地沿いに河川あり	河輸送

カルチップ)			
	大型船 20km 先	大型船航行可能	工場は川に隣接
カルチップ 貯蔵スペース	敷地・建屋の空き無、要 買取	約 3,500 m ² の空き地有	敷地・建屋の空き有
事業展開	生産量アップ計画なし	2023 年は 4-5 倍の規模 拡大を予定	—
粳穀活用への興味	製品販売価格アップな らあり	利益率高ければあり	—
輸送費用と輸送量	現状、粳は川輸送だが大 型船	粳は水路、米は陸路で 輸送。	現状、粳は川 or 海上輸 送
	運航無理で限界あり	粳の調達は商社経由	カルチップも輸送可

1JPY=173.03VND(2022年12月19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粳穀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粳穀(生粳穀)は主に自社の粳乾燥装置の燃料として活用されており、余剰分を外部販売に当てている。粳穀販売のうち、生粳穀の状態での販売が全体のうち70%を占め、残りがブリケット販売である。ブリケット製造装置全体は図 22 に示された装置で、粳穀をブリケットに加工する装置は図 23 のような形状をしている。供給された粳穀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)が製造される。昨年度までブリケットは工場内に山積みされ保管されていたが、現在4台の装置のうち、2台のみ稼働しており、残りの2台はメンテナンス・修理が必要なため、稼働していない。装置は2012年に46,000,000VND/式(約25万円)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	2 トン/日
価格	46,000,000VND(約25万円)/式
製造温度	300℃
モータ	30HP
消耗品	①ノズル、②スクリー、③ヒータ

以下は各消耗品に対する同社の対応である。

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1.2万円)/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、溶接を行い、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ない。スクリューは鉄製で2,000,000VND(約1.2万円)/式。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1.2千円)/式。



図 22 ブリケット製造装置



図 23 ブリケット加工装置(上部より籾殻投入)



図 24 既存ブリケット加工装置のノズル



図 25 製造された筒形ブリケット



図 27 既存ブリケット加工装置のスクリュー



図 26 既存ブリケット販売の様子



図 28 籾殻の保管状況



図 29 ブリケット加工装置のメンテナンス状況

籾殻は室内で保管されているものの、ゴミ(微細なビニールひもや小石等)が混入している様子が確認できた。同社の既存ブリケット加工装置の構造上、籾殻を原料投入口から籾殻を流し込み、スクリュー部で圧縮しながら固形化しているため、ゴミの混入が消耗部品の亀裂や破損を引き起こし、早期的な部品交換もしくは修理をせざるをえない状況であると推測された。また、図 33 はブリケット加工装置の原料投入口上部より撮影しており、側面に籾殻が張り付いている様子が確認でき、部品内部の清掃・メンテナンス頻度が低いと推測できる。同社にグラインドミルを導入する場合、籾殻の取り扱いや装置のメンテナンス等の研修が必須であると考えられる。

昨年度の調査時は精米所に平均約 250t/月納入される籾が精米され、約 50t/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 170t/月の籾が納入され、約 35t/月の籾殻が発生しており、取扱規模が昨年度と比較して縮小している。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 300-400VND/kg (200-250VND/kg (2021 年調査実施時))

で販売している。昨年度からの販路開拓に伴い、未加工粳殻の割合が未だ全体の7割を占めている。現在ではおよそ約5t/月のみブリケットとして加工しており、設置されているブリケット製造機4台中2台稼働している。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、未加工粳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、粳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、粳の輸送時、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 30 粳搬入用船舶



図 31 粳殻保管庫の様子

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、未加工粳殻を施設まで輸送して販売しているが、粳殻の発生地である田畑周辺で販売を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および同社の装置に対するメンテナンス体制が懸念材料となる。

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。

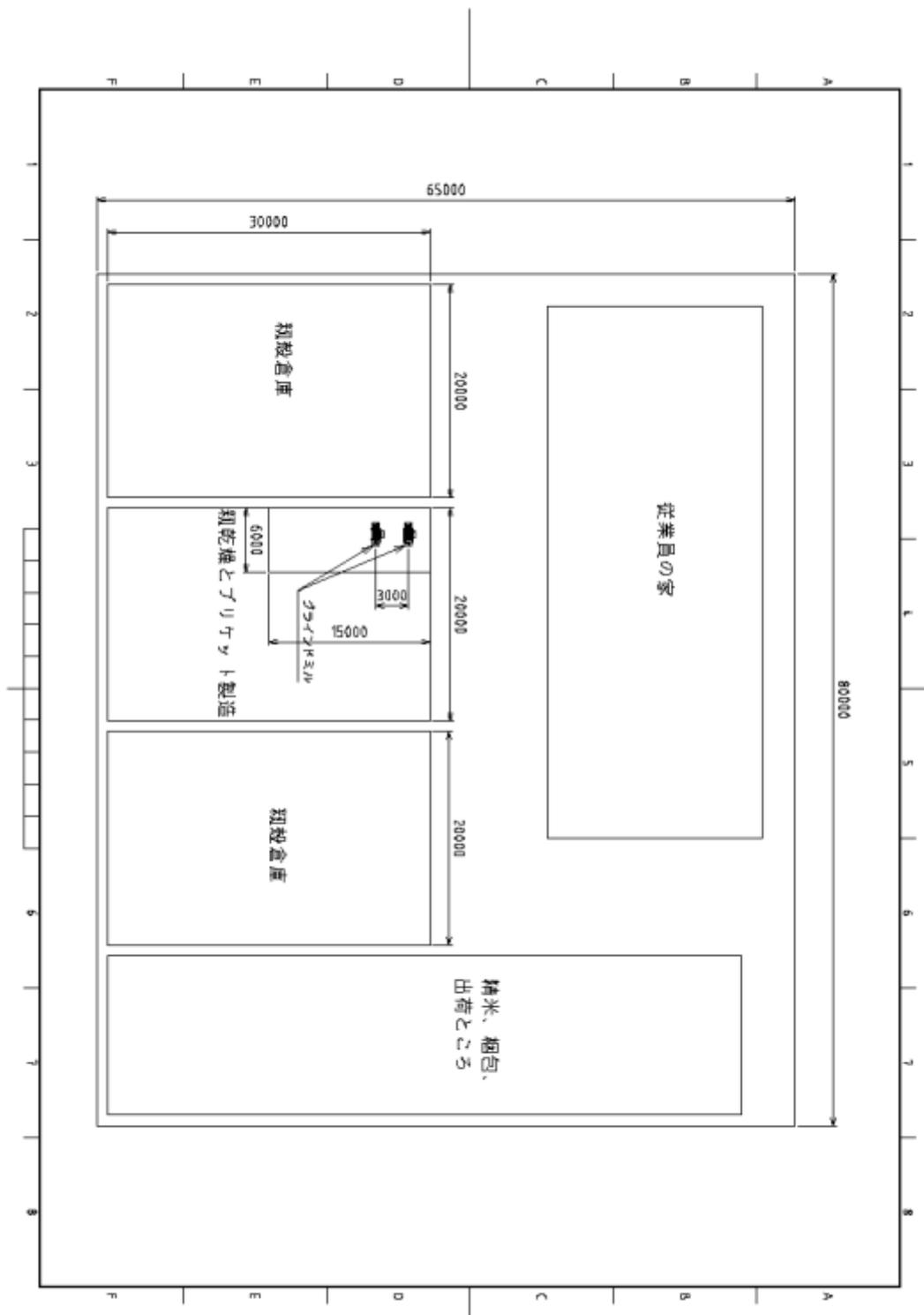


図 32 グラインドミル設置案(Chau Hung 精米工場)

(2)An Cu 精米工場

同精米所は本年度より調査対象として追加されている。同社は 2000 年に精米量約 100-200kg/h の小規模に精米事業を開始してから、現在では精米量約 5t/h に規模を拡大しており、粃殻発生量も年間約 2,000t に上る。製品(コメ)の半数は、ハノイに所在する輸出業者へ販売し、残りの半数をロンアン省やその他省(南西部)の企業へ販売している。また、発生する粃殻の約 80%をレンガ焼き業者 2 社へ自社設備である粉碎機で粉碎加工後、1.8 mm以下のサイズに粉碎してから販売している。残り 20%を自社乾燥設備の熱源として再利用している。乾燥機燃料として未加工の粃殻を使用しているものの、ブリケットの燃焼効率の良さに興味があり、ブリケット製造装置もまた設置されている。しかし、定期的な生産は行われておらず、①機械の故障頻度が多い、②修理費用が高い、③製造時に煙が発生する、④ブリケットの品質に問題がある等の問題点を抱えている。



図 34 粃殻粉碎機



図 33 粉碎後の粃殻



図 35 An Cu 社外観



図 36 粃の乾燥工程



図 37 粃殻保管倉庫



図 38 既存ブリケット製造機

図 37 の通り、粃殻は粃殻保管倉庫 (W30m×D16m×H8m) 内で雨風が防げる状態で保管されており、最大保管量は 3,000t。また、ゴミ (微細なビニールひもや小石等) の混入もほとんど確認されず、ブリケット生産の観点から保管状況は良好であることを確認した。

同社は河川沿いに工場を建設し、200t 規模の船舶が可能であり、粃の搬入は水路を使用している。自社設備として、15t 規模の船舶を 5 台所有しているが、ほぼ使用していない。また、コメの搬出は陸路を使用しており、図 39 の通り、敷地に隣接する道路は 10t 以下のトラックは通行可能だが、10t 以上のトラック (コンテナトラック等) の場合、約 100m 離れた道路まで小型トラックで運び出し、詰め替え作業が必要。



図 39 敷地見取概略図



図 40 An Cu 社空き地 (1,000 m²)



図 41 An Cu 社第 2 工場 (5,000 m²)

同社にグラインドミルを設置する場合、図 40 の通り、未活用な空き地がある他、第 2 工

場(12,500 m²)の資材・機材設置率は50%を下回っており、設置場所として活用可能である。
 図 42 はグラインドミルを設置した場合の設置案となる。

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。

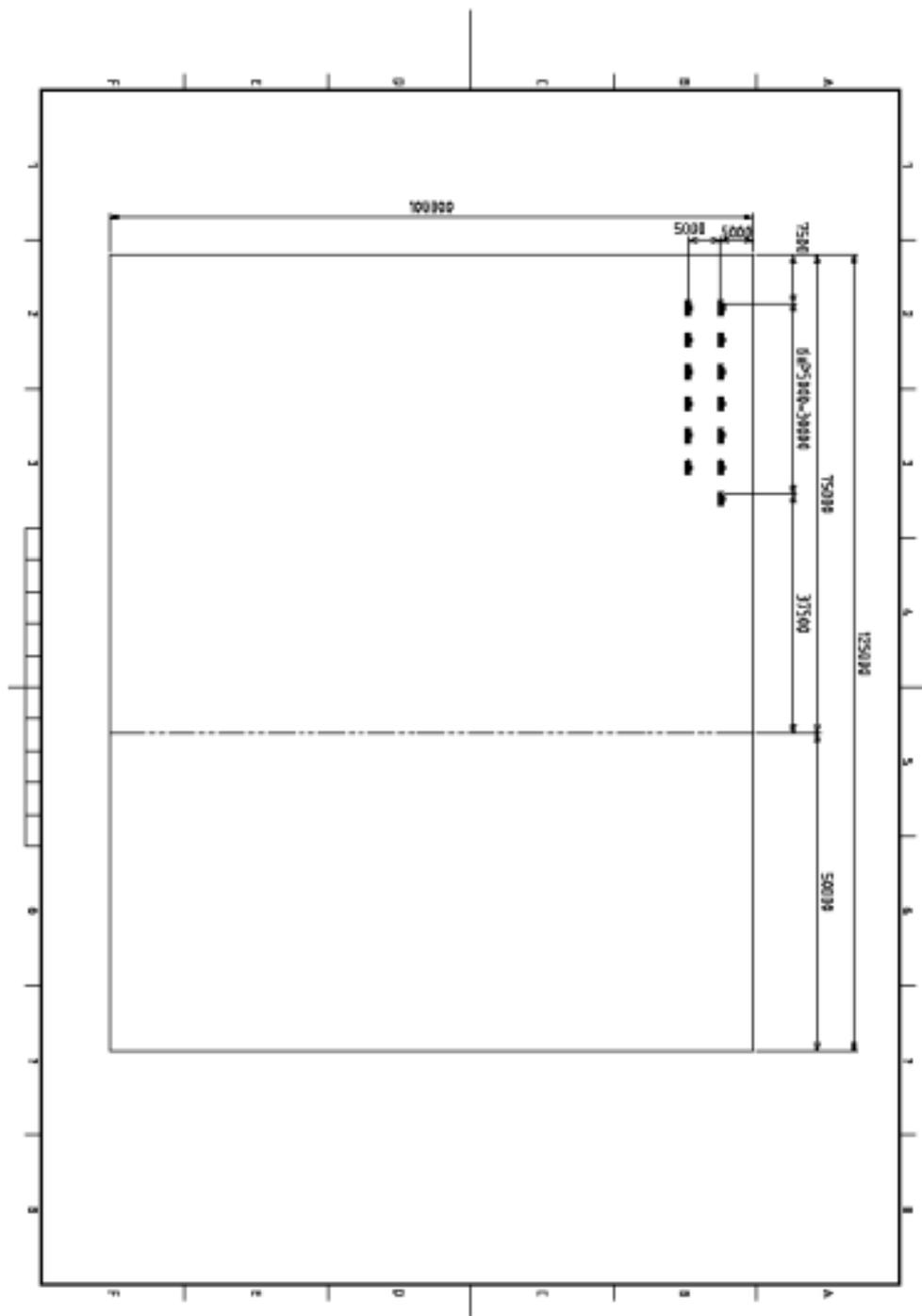


図 42 グラインドミル設置案 (An Cu 精米工場)

現時点、同社の事業規模で対応できている顧客ニーズは約 50%にしか満たず、年々規模を拡大しており、2021 年と比較し、2022 年売上は約 3 割増加している。2023 年は約 5 倍の規模拡大を計画している。2023 年 2 月に設備投資が完了する予定であり、精米量 25t/h まで向上し、それに伴い、粃殻発生量も約 5 倍に増加することが予想される。2023 年次の設備投資による粃殻発生量の急増を考慮に入れ、増加する粃殻排出量を基にグラインドミル導入台数を算出した場合、15 台の導入により、粃摺り時に発生する粃殻を滞りなく処理することができる。また、粃殻発生量の増加が予想される背景があり、利益率を考慮した上で、グラインドミル導入の関心は高い。

(3)Thanh Tin 精米工場

昨年度まで、Thanh Tin 精米工場では精米所に納入された粃を、大型装置で精米し、それによって発生した粃殻を自動製造装置で筒型の固形燃料に加工していたが、自社内の粃摺り工程を廃止したため、原料となる粃殻が発生せず、同装置は全て稼働していない。精米所で生産される現在の精米量は 180,000t/年(2021 年: 精米量 220,000t/年)と前年比で減少しているものの、依然としてソクチャン省内で最大規模の精米所である。玄米は隣省であるアンザン省より調達している。

前年度までは、自社発生分の粃殻のうち、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していたが、粃摺り済みの玄米を購入するようになった。

前年度までベトナム製ブリケット製造装置が 15 台設置され、1 日約 1.6t/台のブリケットが製造可能であり、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、運転をしている状況であった。現在では、同社のコメの調達方法の変更により、全ての装置の稼働を停止している。



図 43 既存ブリケット製造機

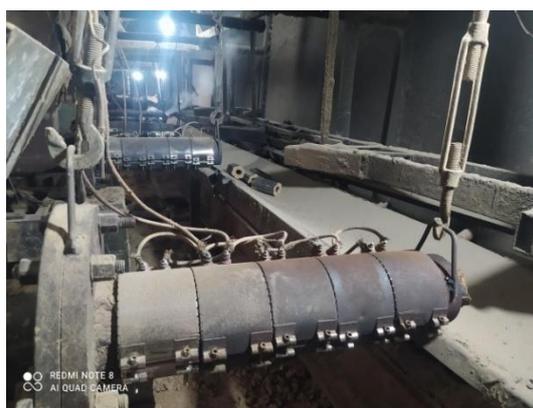


図 44 ブリケットをベルトコンベアで移送

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、現時点で粃殻の取り扱いがなく、今後も玄米の調達を行う予定であるため、粃殻を調達する必要性があり、導入の

障害となっている。

仮に昨年と同規模の粃殻排出分を調達し全量処理するために必要なグラインドミル台数を算出したところ、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 45 及び図 46)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 45 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 45 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 46 グラインドミル設置可能スペース

4.5. 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 47 ベトナムの主な炭田
出典：JCOAL 作成

図 47 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 15 ベトナム国内炭の規格

	規格		サイズ (mm)	灰分(%)	
	Domestic	World		平均	範囲
Lump (塊炭)	2a	02A	35-100	8.00	6.00-10.00
	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 (粉炭)	1	06	<15	6.50	5.00-8.00
	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
Sludge (スラッジ)	1a	12A	<0.5	29.00	27.01-31.00
	1b	12B	<0.5	33.00	31.01-35.00

出典：VINAVCON 資料より JCOAL 作成

表 16 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 (塊炭)	2a	8.00	4.00	6.00	0.65	7,600
	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 (粉炭)	1	6.50	8.00	6.50	0.65	7,800
	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
(スラッジ)	1b	33.00	20.00	7.00	0.65	5200

出典：VINAVCON 資料より JCOAL 作成

表 16 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⁵を用いることもある。

表 18 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。

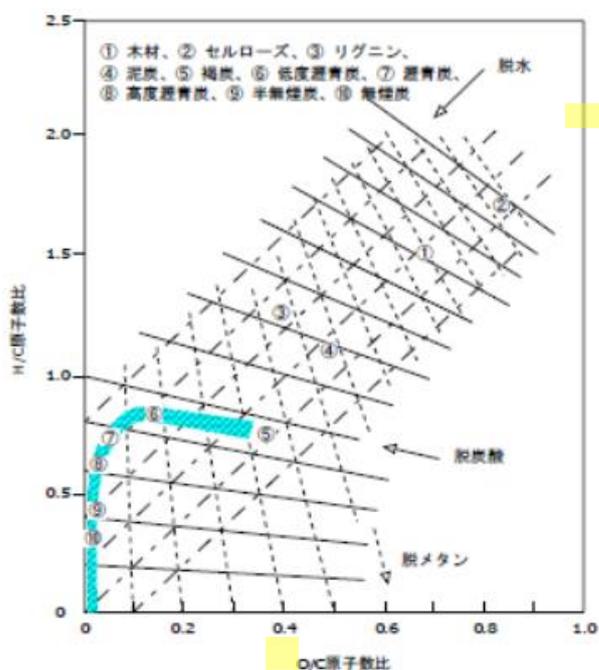


図 48 石炭の種類、コールバンド

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

⁵ 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 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。図 48⑤
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。図 48⑥
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。図 48⑦, 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。図 48⑨, ⑩

表 18 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、図1のように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。

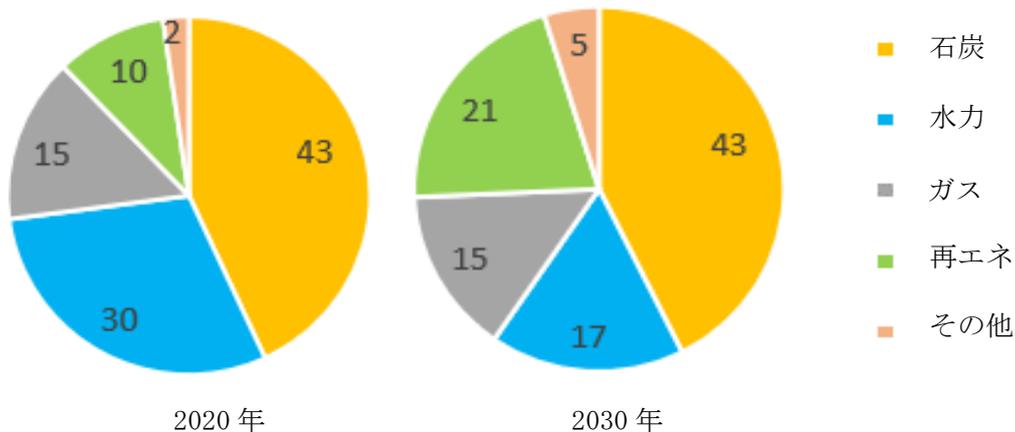


図 49 ベトナムの発電計画による設備容量シェア及び発電量シェア

出典：ベトナム商工省 PDP 7 改訂より JCOAL 作成

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。再生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) ベトナムエネルギー政策におけるバイオマスの位置づけ

2015 年、政府は再生可能エネルギーに関する最初の国家開発戦略を発表し、2030 年までに一次供給と発電全体における再生可能エネルギーの割合を約 32%に引き上げることを目指している。

表 19、表 20 に示すように、PDP8 ドラフト最新版で見ると、2020 年末では設備容量としてカウントできないほど普及していないバイオマス燃焼/混焼が、2030 年 1,230MW、2045 年 5,210MW と予定されており、バイオマスがベトナムにおける再エネ導入の重要な役割を担っていることが伺える。

表 19 2030 年における各発電方法による設備容量の推測

Item \ Year	2020		2030	
	End of 2020	Installed capacity		
		Proposal No. 1682 (March 2021) Base-scenario	After review (October 2021) Base-scenario	After review (Apr 2022) High-scenario
Coal-fired thermal power	21,838	37,573	40,649	37,467
Combined cycle gas turbine + domestic gas-fired thermal power + domestic gas-fired thermal		14,783	14,783	14,930
Gas turbine utilizing new LNG	9,025	12,550	12,550	23,900

Flexible source running on LNG (ICE+SCGT)		1,400	0	150
Thermal power + Oil and Gas Turbine		138	138	0
Hydropower (including small-scale hydropower)	20,993	24,872	25,484	28,946
Wind power	538	16,010	11,820	16,121
Offshore wind power		2,000	0	7,000
Solar power (including rooftop solar power)	16,506	18,640	18,640	16,491
Biomass power and other renewables		3,150	1,170	1,230
Pumped - Storage hydropower + battery energy storage, others	325	1,200	1,200	2,450
Import	572	5,743	3,937	5,000
Total installed capacity (MW)	69,797	138,059	130,371	153,685

出典 : Baker & McKenzie

表 20 2045 年における各発電方法による設備容量の推測

Year Item	2045		
	Installed capacity		
	Proposal No. 1682 (March 2021) Base-scenario	After review (October 2021) Base-scenario	After review (Apr 2022) High-scenario
Coal-fired thermal power	50,168	50,699	37,467
Combined cycle gas turbine + domestic gas-fired thermal power + domestic gas-fired thermal	12,754	14,783	14,930
Gas turbine utilizing new LNG	38,150	39,050	31,400
Flexible source running on	15,600	8,100	28,200

LNG (ICE+SCGT)			
Thermal power + Oil and Gas Turbine	0	0	0
Hydropower (including small-scale hydropower)	25,772	29,077	35,139
Wind power	39610	27,110	55,950
Offshore wind power	21,000	21,000	66,500
Solar power (including rooftop solar power)	55,090	51,540	96,666
Biomass power and other renewables	5,310	5,250	5,210
Pumped - Storage hydropower + battery energy storage, Others	7,800	6,600	29,250
Import	5,743	8,743	11,042
Total installed capacity (MW)	276,997	261,952	411,754

出典：Baker & McKenzie

PDP8 ドラフト最新版ではバイオマス利用について混焼か専焼かについては詳細には触れていないものの、ベトナムでバイオマス燃料を展開しているイーレックス社の試算によると、2030年、石炭火力混焼 1.0GW、専焼 1.2GW、2035年、石炭火力混焼 2.3GW、専焼 2.0GW、2040年、石炭火力混焼 4.6GW、専焼 3.4GW と見積られている。

4.6. 石炭ボイラーユーザーの調査

昨年度も調査協力を得た3社の継続調査を実施するとともに、新規石炭ボイラーユーザー1社に協力を要請し、本年度の調査を実施した。

(1) 石炭ボイラーユーザー調査結果一覧

表 21 および表 22 にメコンデルタ地域にある石炭ボイラーユーザー等の調査結果を一覧にした。

表 21 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)	A社(食品加工)	CJ Agri(飼料製造)
場所(省)	Dong Nai	Ho Chi Minh	Ho Chi Minh	Long An
工場種類	農産物乾燥(粃、タバコ、トウモロコシ等)	布・服製造	即席麺製造	飼料製造(畜産・水産)
従業員数	5人	1,800人	1,000-2,000人	400人
敷地	1,000 m ²	90,000 m ² (うちボイラ運用敷地は1,500 m ²)	30,000 m ²	53,000 m ²
生産量			10億食/年	飼料27,000t/月
ボイラ	○(4台所有し、うち2台が稼働)	○(4台所有。2022年8月に1台増設)	○	○
燃料	石炭: 75t/年	石炭; 12,000t/年	石炭; 20,000t/年	石炭: 50,000t/年
石炭性状	6,200kcal/kg	5,500kcal/kg	4,200kcal/kg	3,600kcal/kg
石炭購入価格	47.0 円 /kg(8,000VND)	微粉炭 14.7 円 (2,500VND)/kg 石炭 17.0 円 (2,900VND)/kg	非公開	14.1 円 (2,400VND)/kg
石炭輸送方法	トラック輸送	トラック輸送	非公開	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4台(台湾製×1台/ベトナム製3台)	蒸気ボイラ1台	蒸気ボイラ2台(ベトナム製×2台)
	現地乾燥炉メーカー製造	ベトナムボイラ(株)南部支社/Thai Duong社より購入		ベトナムボイラ(株)より購入
粉砕機・	無	無	無	無
運炭設備	無	ブルドーザー1台で移送		フォークリフト1台で移送
貯炭場・	無(炉横に15m ² の置場)	約300m ² の屋根付き倉庫	既存貯炭場有	約200m ² の屋根付き倉庫あり
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	専門業者へ委託	一般ごみとして処理
除塵設備	無	廃ガスは水に通過	適切に処理	廃ガスは水に通過

		させ排出		させ排出
--	--	------	--	------

表 22 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)	A社(食品加工)	CJ Agri(飼料製造)
カールチップ利用可否	△ 置場無し、労働力増、コスト面を懸念	△ 利用可能。カールチップが詰まる場合、粉碎工程の追加が必要	○ 過去に使用実績あり	○ そのまま使用可能
輸送可否 カールチップ	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	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25km	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200km、その後トラックで7km
石炭の調達方法	石炭販売業者がトラックで搬入(同社所在地より30km-40km)	深夜、業者がコンテナにより搬入・積み下ろし	非公開	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	既存の石炭貯蔵庫に保管可	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=170.03VND(2022年12月19日時点)

(2)MTV 農産物乾燥工場

昨年度の調査時も、石炭価格の上昇を確認したが、本年度調査でも、仕入れている石炭のサイズに変更はないものの、価格が更に上昇していることが分かった。昨年度調査時より、乾燥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、たばこ等)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、前年同様、COVID-19の影響により、農産物の需要が下がり、1日10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以下となっており、本事業の調査を開始した一昨年度から3年連続で石炭

使用量が減少し続けている。

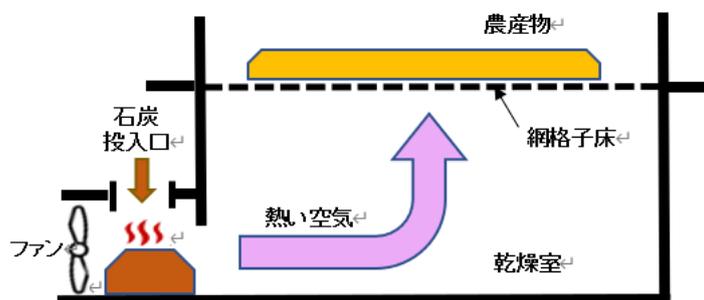


図 50 農産物乾燥工場の構造

出典：現地調査結果を基に JCOAL 作成



図 51 燃烧炉への石炭投入口（左）、石炭燃烧炉に入れられた石炭（右）



図 52 燃烧炉への石炭投入口
(燃烧ガスは乾燥室下部に入る)



図 53 農産物乾燥機（乾燥室上部の
格子床に農産物を置いて乾燥）

石炭の価格は 5,000 円/トン、年間消費量は約 75 トンであり、同社から 30-40km 程度離れた Bien Hoa 省に所在する石炭販売業者より購入している。固形炭を購入し、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。一昨年までは自社トラックを用いて調達していたが、本年度より石炭販売業者からの配達に一任している。10t 程度の石炭の保管が可能な既存の 15 m² のスペースがあるが、屋根がなく、雨ざらしの状態では仮置き・保管されているため、籾殻固形燃料の保管には向いていない。一方、乾燥炉付近に保管倉庫を増設できるスペースがあることを確認し、カールチップ利用時は同スペースを活用する必要がある。



図 54 乾燥した農作物



図 55 石炭の保管状況



図 56 灰や煤の処分状況

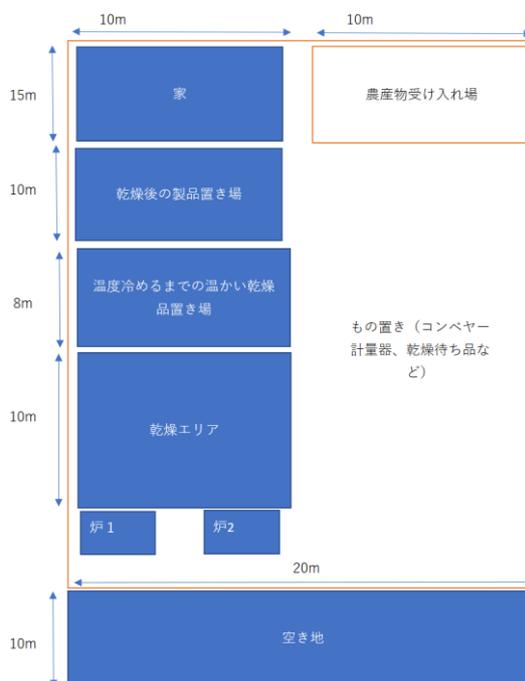


図 57 MTV 社設備設置図

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(屋根付き)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(株))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(株)が運行を担当している。AGTEX28社の所有敷地面積は90,000 m²、従業員数1,800名であることに対して、THANH DAT TIEN(株)の管理敷地面積(ボイラ運行敷地に限る)は1,500 m²、従業員数は20名である。

石炭価格は、昨年度に約930~1,700VND/kgで変動していたが、本年度は2,900VND/kgまで変動していた。平均的な石炭市場価格と比較し、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(株)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、2022年8月にはベトナムボイラ(株)南部支店製のボイラに代わり、新しい石炭(粉炭)ボイラを新設している。新設ボイラはバイオマス(コーヒー殻、ココナッツ殻、木屑、籾殻等)も利用可能な仕様であり、籾殻固形燃料もサイズの調整は必要だが、使用可能である。なお、排ガスは水に通して濾過した後、屋外へ排出している。

年間石炭消費量は約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。運搬方法はホーチミン市内の石炭調達先が毎晩、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。



図 58 新設した粉炭用ボイラ



図 59 粉炭保管の様子

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、導入を検討するとの回答があった。したがって、カールチップに代替する場合、 $5,500\text{kcal} \div 3,700\text{kcal}$ (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 台新設分)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 60 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。

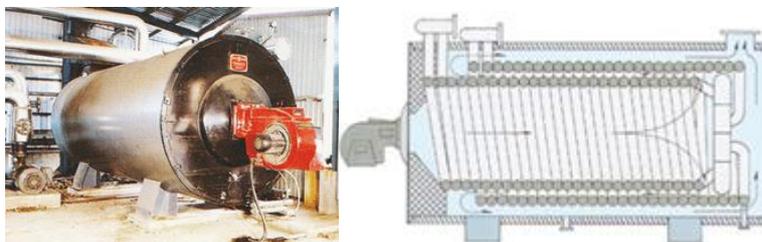


図 61 サーマルオイルボイラの例

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（Thai Duong 社製）に2022年8月に取換え。現在、Thai Duong 社製ボイラ（型番：TD - 15.0/11 TS）が稼働中。

（ベトナムボイラ（株）南部支店製仕様）

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/cm² × 184℃（最高許容圧力 15kg/cm²）

形式：単胴型自然循環ボイラ移動床ストーカ焚

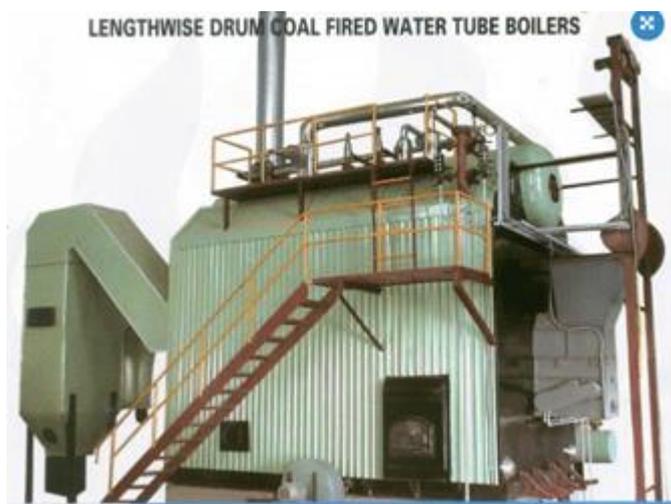


図 62 ベトナムボイラ社製 標準型 単胴型自然循環ボイラ

(Thai Duong 社製仕様)

仕様(ベトナム製) : Thai Duong 社製

型番 : TD - 15.0/11 TS 蒸発量 : 15t/h

蒸気条件 : 10kg/cm² × 179°C飽和蒸気 (最高許容圧力 11kg/cm²)

形式 : 石炭焚ドラム型ボイラ

鎖火格子のストーカー燃焼炉を備えた燃焼室と後部伝熱部で構成されており、本型式のボイラは蒸発量 2~25 t/h の容量に対応出来、燃料も石炭だけでなく、おがくずペレット、木材チップ、細かく刻んだ籾殻等も燃焼可能である。



図 63 Thai Duong 社の石炭焚ボイラの例



図 64 Thai Duong 社製仕様ボイラ銘盤



図 65 Thai Duong 社製仕様ボイラの操作モニター

ii 運転状況

- ボイラの状況



図 66 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(株)により手配されたインド産の石炭で、下図の写真のような建屋にボイラと一緒に設置され、屋根に亀裂があるなど、老朽化しており、保守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おり、台湾製ボイラと貯炭場の間に Thai Duong 社製ボイラが新設されている。



図 67 ボイラと貯炭場

石炭はブルドーザーで移送され、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。なお、Thai Duong 社製ボイラは焼却炉の原料投入ホッパーまで自動給炭コンベアが設置されており、操作モニター上で稼働を管理できる。自動給炭コンベアは粉炭貯蔵タンク内に設置されており、タンクまで石炭同様、ブルドーザーで移送している。



図 68 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、粉碎は不要である。(図 69 参照) 石炭燃焼後の灰は、廃棄物処理業者に処理してもらっている。



図 69 納入炭の粒径



図 70 炉底スラグの排出設備

(4) CJ Agri

CJ Agri 社は韓国資本の 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 Agri RI 社の石炭使用量は 50,000t/年となり、昨年度(29,500t/年)と比較して大幅に増加している。一方、使用している石炭発熱量は約 3,600kcal/kg となっており、前年調査時、発熱量が約 4,500kcal/kg であったことを考慮したうえで同等の熱供給を想定した際、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っていたが、本年度調査結果を基に試算すると、石炭使用量の 3%減となる約 48,500 トンのカールチップが必要となることが分かった。貯蔵場所は 200 m²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 のボイラ仕様と技術

CJ Agri の工場にはオイルボイラ 1 台と石炭ボイラ 2 台が設置されている。石炭ボイラ 2 台のうち 1 台は 2005 年に導入された型式と同型式のボイラが 2022 年に新設されている。

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) : メーカー不明

蒸気条件 : 7Pa

使用燃料 : D0、F0

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 : 8 t/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

③ 石炭ボイラ (2022 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 : 8 t/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 71 標準的な石炭ボイラの外観写真

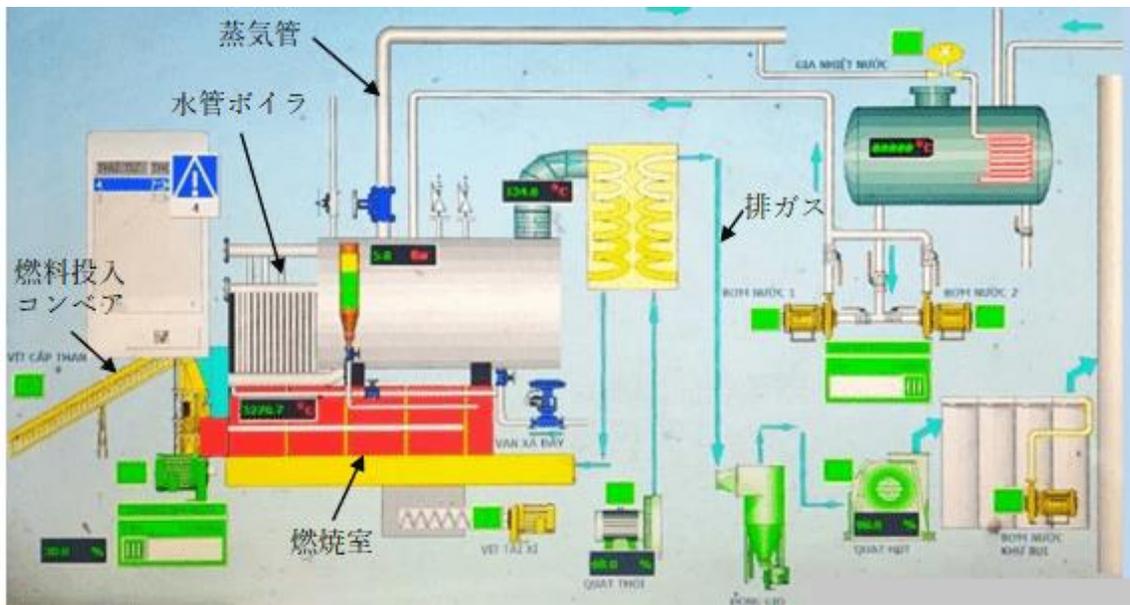


図 72 標準的な石炭ボイラの系統図



図 74 石炭の燃焼炉投入時の様子



図 73 CJ Agri Vietnam が使用している石炭

ii 運転状況

-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際、籾殻固形燃料（ペレット状）を使用するといった対策を取っていた。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の回答を得ている。



図 75 CJ Agri のベトナムボイラ製自然循環ボイラ（移動床ストーカ焚）

同社は石炭を在庫し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。

燃焼後の灰は主に一般ゴミとして廃棄されているが、一部は植林に再利用している。既存の籾殻ペレット使用時は、灰が相当量排出されるが、肥料に使う者もあり、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 76 燃焼室と水管ボイラ部



図 77 炉底スラグの排出設備（右）、籾殻ペレット搬入コンベア（左）

現在、CJ Agri 社はビンロン省、ロンアン省、ドンナイ省、ビンズン省、ビンディン省、フンイエン省、ハナム省に工場を一か所ずつ稼働させており、全ての工場において石炭を使用している。各工場の平均的な石炭消費量は約 20t/日であり、籾殻固形燃料の導入時は全ての工場にも供給できるような体制を整えてほしいとの要望があった。なお、同社からは籾殻固形燃料の確定した価格が石炭を下回る場合、積極的に導入を検討すると回答を得ており、籾殻固形燃料の大規模供給先として考えられる。

(5)A 社

A 社はベトナムの大手食品メーカーである。同社はホーチミン市及びビンロン省に工場を所有しており、食品加工の製造工程において、石炭ボイラが組み込まれている。既にビンロン省に所在する工場の石炭ボイラに籾殻固形燃料を過去使用した実績があり、新たな設備投資をせずに籾殻固形燃料を使用できる可能性が高い。所有敷地面積は 30,000 m²、従業員数 1,000-2,000 名である。

i A 社のボイラ仕様と技術

2か所の工場に石炭ボイラ 1台ずつ設置されている。元々、両工場とも MAC TICH (MARTECH) 社のボイラを使用していたが、ビンロン省の工場では、HAMADA 社のボイラを採用している。

① 石炭ボイラ

仕様

蒸発量：16 t/h

蒸気条件：1.1 MPa x 約 190 °C

形式：

- ・ホーチミン市工場：

MAC TICH (MARTECH) 社

ボイラ：

鎖火格子のストーカーボイラ



図 78 ホーチミン市工場の既設石炭焚ボイラ

- ・ビンロン省の工場：

HAMADA 社ボイラ (COALMAC)：ストーカー円筒型ボイラ



図 80 円筒形ボイラ



図 79 内部ストーカー（鎖状火格子）



図 81 ビンロン省の工場の既設石炭焚ボイラおよび石炭貯蔵場所

同社石炭使用量は 20,000t/年となり、使用している石炭発熱量は約 4,200kcal/kg となっている。CJ Agri 社同様、調査結果を基に籾殻固形燃料の必要量を試算すると、石炭使用量の 13%増となる約 22,600 トンのカールチップが必要となることが分かった。貯蔵場所は屋根付き石炭保管倉庫があり、既存保管スペースを利用して籾殻固形燃料を保管できるため、新規で倉庫等を建設する必要がない。

表 23 A 社使用炭の仕様

No.	項目	ASTM	パラメーター
1	全水分 (%)	As Received	34 - 36
2	灰分 (%)	Dry	Max 10
3	揮発分 (%)	Dry	38 - 43
4	硫黄分 (%)	Dry	Max 0.5
5	到着ベース発熱量 (Kcal/kg)	As received	4100 - 4200
6	ドライベース発熱量 (Kcal/kg)	Dry	Min 5900
7	粒子サイズ (mm)	mm	4 - 30 (内<4mm; 20%)

同社は適時、燃焼材の相場を比較し、安価な燃焼材を選定している。これまでの燃焼材の相場を基に、籾殻固形燃料の販売価格が 2,500VND/kg を下回るのであれば、導入検討可能と回答があった。また、導入検討に当たり、ボイラ容量を考慮し、籾殻固形燃料を 5~10t 程度用いた試験実施が必要となるとの回答があった。

(6) 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 24)。ただし、A 社の調査時、石炭単価は非回答であった。したがって、同社工場はホーチミン市に所在しており、同様にホーチミン市で工場を稼働させている AGTEX28 社と同額とし暫定的な金額を設定した。

表 24 各社の石炭使用状況まとめ

	MTV (農産物 乾燥)	AGTEX28 (布染 色)	A 社 (食品加 工)	CJ Agri (飼料製 造)
石炭使用量 t/年	75	12,000	20,000	50,000
石炭熱量 Kcal/kg	6200	5,500	4,200	3,600
石炭単価	47.0	17.0	17.0	14.1

円/kg				
石炭単価 VND/kg	8,000	2,900	2,900	2,400
1kg あたりの石炭熱 量換算 粃殻固形燃 料必要量(kg)	1.68	1.49	1.14	0.97
粃殻固形燃料必要 量 (t/年)	126	17,838	22,703	48,649

1JPY=170.03VND(2022年12月19日時点)

カールチップ熱量=3,700kcal/kg

4.7. 本事業導入の可能性

(1) 粃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、Thanh Tin 精米所、An Cu 精米所の3社のうち、粃殻排出量や導入可能性等を総合的に考慮し、An Cu 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24日、1日12h稼働にて12ヶ月で約691tのカールチップを生産することを条件として、粃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 粃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	295	万円	CR型本体275万円+輸送費20万円込 (本体はJCM設備投資事業の適用価格を設定)
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(275万円+20万円)	295	万円	
3) 減価償却費(295万円÷7)	42	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(3,456時間当たり)	145.7	万円 /3,456h	12h x 24日 x 12ヶ月 =3,456h
6) 生産に要する人件費(12カ月稼働)	94.8	万円/12ヶ月	2.5万円/人/月*2人分 Thanh Tin 精米所の人件費を参照
7) 使用電力量(12ヶ月分)	103,680	kwh/12	30kw x 3456h=103,680kwh

			ヶ月	
8)	電力料金(12ヶ月分)	73.6	万円/12ヶ月	7.1円/kWh Thanh Tin 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)	200	kg/h	200kg/hと仮定
10)	カールチップ生産量(12ヶ月3,456時間稼働)	691.2	t/3,456h	12か月生産量

2. 生産コスト試算表

項目	コスト	単位	備考
粃殻調達コスト	0.0	万円	粃殻を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	42	万円	295万÷7
人件費(12ヶ月分)	94.8	万円	月3.95万×12か月×2人
電力料金(12ヶ月分)	73.6	万円	7.1円/kWh Thanh Tin 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	145.7	万円	部品単価×3,456h
合計	321.4	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	691.2	t
カールチップ 460.8t の生産コスト	356.2	万円
カールチップ 1t の生産コスト	0.52	万円/t
カールチップ 1kg の生産コスト	5.2	円/kg

1JPY=170.03VND(2022年12月19日時点)

ii 粃殻を有償とした場合(他社調達を想定)

1. 前提条件

項目	数量	単位	備考	
1)	グラインドミル TRM-200CR 購	295	万円	CR型本体275万円+輸送費

	入費			20 万円込 (本体は JCM 設備投資事業 の適用価格を設定)
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 (275 万円+20 万円)	295	万円	
3)	減価償却費(295 万円÷7)	42	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 (3,456 時間あたり)	145.7	万円 /3,456h	12h x 24 日 x 12 ヶ月=3,456h
6)	生産に要する人件費(12 か月稼働)	94.8	万円 /12 ヶ月	3.95 万円/人/月 An Cu 精米所の人件費単価 / 日 を 参 照 (280,000VND/ 日)
7)	使用電力量(12 ヶ月分)	103,680	kwh/12 ヶ月	30kw×3456h=103,680kwh
8)	電力料金(12 ヶ月分)	73.6	万円 /12 ヶ月	7.1 円/kWh Thanh Tin 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)	200	kg/h	200kg/h と仮定
10)	カールチップ生産量(12 ヶ月 3,456 時間稼働)	691.2	t/3,456h	12 か月生産量

2. 生産コスト試算表

項目	コスト	単位	備考
粃殻調達コスト	812.9	万円	粃殻を 11.76 円/kg で調達と仮定(2,000 ドン/kg)
グラインドミル 設備減価償却費	42	万円	295 万÷7
人件費(12 ヶ月 分)	94.8	万円	月 3.95 万×12 か月×2 人
電力料金(12 ヶ月 分)	73.6	万円	7.1 円/kWh Thanh Tin 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	145.7	万円	部品単価×3,456h

合計	1,134.3	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	691.2	t
カールチップ 691.2t の生産コスト	1,169.1	万円
カールチップ 1t の生産コスト	1.69	万円/t
カールチップ 1kg の生産コスト	16.9	円/kg

1JPY=170.03VND(2022年12月19日時点)

An Cu 社に TRM-200CR 1台を導入した場合、自社発生分粃殻を使用する場合は 4.7 円/kg となり、一方、粃殻を他社から調達する場合は 16.4 円/kg の製造原価となる。粃殻を他社から調達する場合、近年のベトナム国内における粃殻価格の高騰の影響を受け、昨年度試算時の単価を遥かに上回っている。したがって、An Cu 社から発生する粃殻全量の使用を前提とし、粃殻は無償扱いとする。

(2) 粃殻固形燃料の輸送費用

粃殻固形燃料(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、An Cu 社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 25 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)	A 社(食品加工)	CJ Agri (飼料製造)
輸送費 VND(JPY)/kg	435(2.55)	337.5(1.98)	337.5(1.98)	287.5(1.69)
輸送手段 陸送 or 運河	運河+陸送	運河+陸送	運河+陸送	運河+陸送
輸送距離 km	340	250	250	275
石炭代替可能 最大量 (t/年)	75	10,000	10,000	10,000

1JPY=170.03VND(2022年12月19日時点)

(3) 粃殻固形燃料代替使用時の試算

各社が石炭を粃殻固形燃料(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 26 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)	A社(食品加工)	CJ Agri(飼料製造)
カールチップ購入価格	VND/kg	4,250	1,870	2,465	2,227
	円/kg	25.0	11.0	14.5	13.1
最大カールチップ提供可能量	t/年	126	10,000	10,000	10,000
年間カールチップ購入費	VND/年	535,500,000	18,700,000,000	24,650,000,000	22,270,000,000
	円/年	3,150,000	110,000,000	145,000,000	131,000,000

※1 JPY=170.03VND(2022年12月19日時点)

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、11.0円(1,870VND)～25.0円(4,250VND)/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3,600kcal/kgとなっているため、表27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。またA社はインドネシアやインドからの輸入炭(瀝青炭または亜瀝青炭)を使用している。

表27 使用石炭の品質(石炭規格からの推定値)

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
A社	瀝/亜瀝青炭	Max 10	34 - 36	38 - 43	Max 0.5	4,100 - 4,200
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。各社該当期間は表 28 の「提供可能期間」の項目参照。

表 28 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)	A社(食品加工)	CJ Agri(飼料製造)	備考
石炭	石炭使用量	t/年	75	12,000	20,000	50,000	
	石炭使用量	t/月	6	1,000	1,667	4,167	
	石炭熱量	kcal/kg	6,200	5,500	4,200	3,600	
	石炭単価	VND/kg	8,000	2,900	2,900	2,400	
		JPY/kg	47.1	17.1	17.1	14.1	
	年間石炭購入費	VND/年	600,000,000	34,800,000,000	58,000,000,000	120,000,000,000	
		JPY/年	3,528,789	204,669,764	341,116,274	705,757,807	
	該当期間中の石炭購入費	VND/年	50,000,000	2,900,000,000	4,833,333,333	10,000,000,000	2ヶ月間
		JPY/年	294,066	17,055,814	28,426,356	58,813,151	
	該当期間中のボイラメンテナンス	VND/年	0	495,000,000	0	0	
JPY/年		0	2,911,251	0	0		

	費						
	石炭使用時のランニング費	VND/年	50,000,000	3,395,000,000	4,833,333,333	10,000,000,000	
		JPY/年	294,066	19,967,065	28,426,356	58,813,151	
カールチップ	最大カールチップ提供可能量	t/年	126	10,000	10,000	10,000	
	月当たり石炭の代替必要量	t/月	10	1,486	1,892	4,054	
	提供可能期間	月	12	6.7	5.3	2.5	
	完全代替時のカールチップ使用量	t/年	126	17,838	22,703	48,649	
	カールチップ熱量	kcal/kg	3,700	3,700	3,700	3,700	
	カールチップ販売価格	VND/kg	4,250	1,870	2,465	2,227	糶殻無償
		JPY/kg	25.0	11.0	14.5	13.1	
	年間カールチップ購入費	VND/年	534,121,622	33,356,756,757	55,962,162,162	108,340,540,541	
		JPY/年	3,141,892	196,216,216	329,189,189	637,297,297	
	該当期間中のカールチップ購入費	VND/年	44,510,135	2,779,729,730	4,663,513,514	9,028,378,378	糶殻無償
		JPY/年	261,824	16,351,351	27,432,432	53,108,108	
	該当期間中のボイラメンテナンス費	VND/年	0	41,250,000※	0	0	
		JPY/年	0	242,604	0	0	
	カールチップ使用時のラン	VND/年	44,510,135	2,820,979,730	4,663,513,514	9,028,378,378	糶殻無償
		JPY/年	261,824	16,593,956	27,432,432	53,108,108	

	ニング 費						
--	----------	--	--	--	--	--	--

※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

また、各社の石炭使用を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 29 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)	A 社(食品加工)	CJ Agri(飼料製造)	備考
比較	石炭使用と比較した費用削減金額	VND/年 5,489,865	574,020,270	169,819,820	971,621,622	籾殻無償
		JPY/年 32,241	3,373,109	993,924	5,705,043	
	石炭使用と比較した費用削減率	% 11.0%	16.9%	3.5%	9.7%	籾殻無償

したがって、石炭使用時と比較し、MTV 社は年間 32,241 円(5,489,865VND)程度の削減が期待され、石炭使用時と比較して 11.0%を削減することができる。また、CJ Agri 社は該当期間中 5,705,043 円(971,621,622 VND)の削減が期待され、石炭使用時と比較して 9.7%削減することができる。AGTEX28 社においてもカールチップで石炭を代替した場合、石炭使用時の該当期間中発生費用と比べて 16.9%まで費用が節減できる可能性がある。更に、本年度新たに調査した A 社においても、同様に石炭使用時の該当期間中に発生する費用と比べて 3.5%まで費用削減が期待される。ただし、A 社の石炭価格は非公開であったため、同エリアの石炭ボイラユーザーの石炭購入価格を暫定として設定しており、今後さらなる調査が必要である。以上より、いずれの会社においてもカールチップ代替可能性は高いと考えており、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を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。

(7)An Cu 精米所における籾殻固形燃料販売における事業性

前項に示した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を示すため、An Cu 精米所から石炭ボイラユーザー(CJ AGRI 社)への販売価格を設定した 3 ヶ年分の事業収益を試算した。An Cu 精米所で発生する籾殻上限量を基に最大固形燃料製造量を想定し、CJ AGRI 社へ全量販売することを想定する。試算上、An Cu 精米所から固形燃料を全量提供した場合、CJ AGRI 社はカールチップを石炭の代替として 2 ヶ月間専焼可能である。An Cu 精米所が CJ AGRI 社へカールチップを 2 ヶ月間販売した場合、想定される月間売上は約 53,000,000 円、月間利益約 24,000,000 円が見込める(表 30)。

表 30 An Cu 精米所の収益シミュレーション

【販売単価設定】	
項目	単価
粉砕固形燃料(カールチップ)	¥13.1

【原価設定】	
項目	単価
粉砕固形燃料(カールチップ)	¥7.1

年	1年目												合計		
月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	12か月計		
売上高													53,107,400	53,107,400	106,214,800
売上原価(販管費を含む)													28,919,345	28,919,345	57,838,689
総利益	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24,188,055	24,188,055	48,376,111

年	2年目												合計	累計		
月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	12か月計	24か月計		
売上高													53,107,400	53,107,400	106,214,800	212,429,600
売上原価(販管費を含む)													28,919,345	28,919,345	57,838,689	115,677,379
総利益	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24,188,055	24,188,055	48,376,111	96,752,221

年	3年目												合計	累計		
月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	12か月計	36か月計		
売上高													53,107,400	53,107,400	106,214,800	318,644,400
売上原価(販管費を含む)													28,919,345	28,919,345	57,838,689	173,516,068
総利益	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24,188,055	24,188,055	48,376,111	145,128,332

なお、CJ AGRI 社が該当期間中に石炭をカールチップに代替した場合の削減効果も試算した(表 31)。試算上、月当たり約 5,700,000 円の削減効果が期待される。

表 31 CJ AGRI 社の収益シミュレーション

【購入単価設定】	
項目	単価
石炭	¥14.1
粉砕固形燃料(カールチップ)	¥13.1

年	1年目												合計		
月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	12か月計		
石炭	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58,813,151	58,813,151	117,626,301
粉砕固形燃料	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	53,108,108	53,108,108	106,216,216
差額	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5,705,043	5,705,043	11,410,085

年	2年目												合計	累計		
月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	12か月計	24か月計		
石炭	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58,813,151	58,813,151	117,626,301	235,252,602
粉砕固形燃料	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	53,108,108	53,108,108	106,216,216	212,432,432
総利益	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5,705,043	5,705,043	11,410,085	22,820,170

年	3年目												合計	累計		
月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	12か月計	36か月計		
石炭	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58,813,151	58,813,151	117,626,301	352,878,904
粉砕固形燃料	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	53,108,108	53,108,108	106,216,216	318,648,649
総利益	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5,705,043	5,705,043	11,410,085	34,230,255

石炭のカールチップ代替事業の採算性は、競合する石炭の価格や穀物の価格などに大きく左右されるため、具体的な導入が見込みづらいが、トロムソでは An Cu 社への 2023 年度中のグラインドミル導入、同社からの CJ AGRI 社等石炭ボイラユーザーへのカールチップ販売を目指し、働きかけを行っていく予定である。

(8)CO2 削減量・費用対効果算出等(穀物固形燃料による石炭ボイラの燃料転換事業)

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穀物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、An Cu 精米所または Chau Hung 精米所でカールチップを製造し、CJ Agri 社、MTV 社、AGTEX28 社、A 社の 4 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 4 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。

- ① 精米所から供給されるカールチップで CJ Agri 社の石炭全量を代替する
- ② 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
- ③ 精米所から供給されるカールチップで AGETEX28 社の石炭全量を代替する
- ④ 精米所から供給されるカールチップで A 社の石炭全量を代替する

なお、精米所はいずれもソクチャン省内にあることから、MRV 評価で考慮に入れるバイオマス燃料の輸送に伴う CO₂ 排出量の計算に必要な運搬距離の起点はほぼ同じと想定し、ここでは単に「精米所」と記載した。

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 82)。

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。

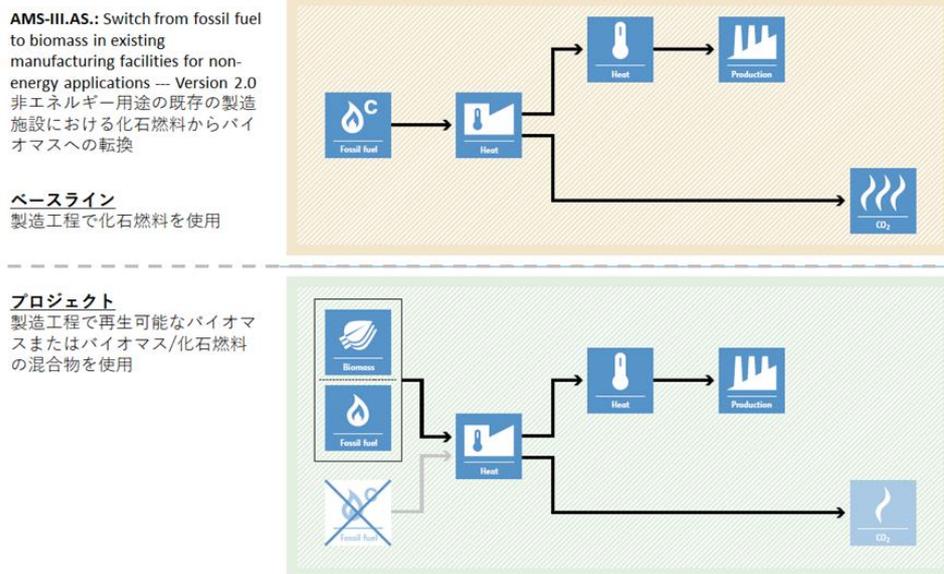


図 82 CDM 方法論 AMS-III. AS. が対象とするプロジェクトのイメージ
 出典：UNFCCC “CDM Methodology Booklet - Eleventh edition”, Nov. 2019.

< 適格性要件 >

- (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：セラミック磚子、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%の範囲内で行なければならない。
- (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、並びに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。

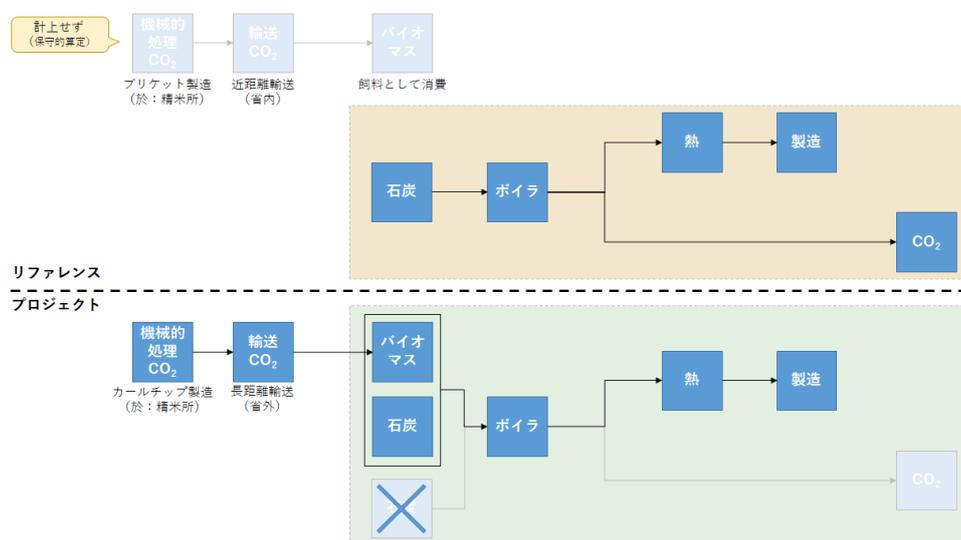


図 83 プロジェクトのバウンダリ

表 32 対象となる GHG とその排出源

	排出源	GHG	算定対象	説明
リ	ボイラでの石炭消費	CO ₂	Yes	主要排出源
		CH ₄ , N ₂ O	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 ₂ O	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 ₂ O	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 ₂ O	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 ₂ O	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 ₂ O	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 ₂ O	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

カールチップを受け入れる可能性のある 4 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。

全ての会社で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 社では年間約 65,400 トン、MTV 社では年間約 130 トン、AGTEX28 社では 24,000 トン、A 社では 30,500 トンの CO₂ 削減効果が見込まれた。

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

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

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

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

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

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

カールチップを受け入れる可能性のある 4 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約 190~890 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 33 費用対効果

項目	CJ Agri 社	MTV 社	AGTEX28 社	A 社	備考
導入台数 (台)	106	1	39	50	カールチップ製造機
初期投資額 (円) ①	2 億 8,620 万	270 万	1 億 530 万	1 億 3,500 万	270 万円/台
耐用年数 (年)	7	7	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	458,000	914	168,000	214,000	耐用年数期間中の

量 (トン CO ₂) ②					効果
費用対効果 (円/トン CO ₂)	625	3,000	627	632	①/② ※補助なしの場合。
費用対効果 (円/トン CO ₂)	188	890	188	190	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 34 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 84 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 34 モニタリングパラメータ

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 社、MTV 社、AGTEX28 社、A 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 (An Cu 精米所、Chau Hung 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 (An Cu 精米所、Chau Hung 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 (An Cu 精米所、Chau Hung 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。

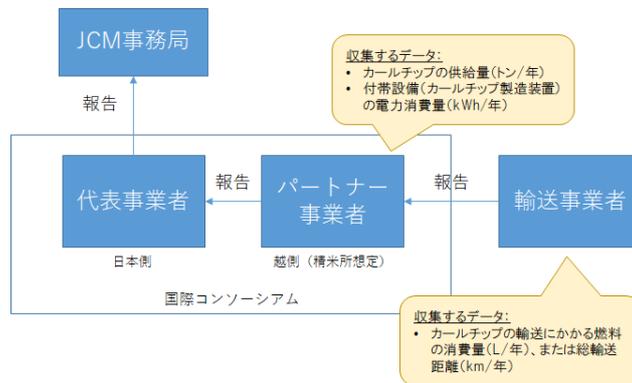


図 84 モニタリングの実施体制案

vii 今後の検討事項

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. 廃棄物発電等による温室効果ガス削減事業調査

広島県内企業である株式会社オガワエコノスが廃棄物発電等により温室効果ガスを削減する事業についての調査を行い、実現可能性を検討した。

5.1. 現地調査スケジュール

令和3年度は新型コロナウイルスの影響で遠隔で調査を実施したが、今年度は2回に分けて現地調査を実施した。

第1回現地調査（2022年10月10日～14日）

日付		内容
10月10日	月	SPWC(ソクチャン省廃棄物処理公社)との面談
		ソクチャン省既存廃棄物処理施設及び新規建設予定地(現在は埋立処分場として活用) 視察
		ソクチャン省民間焼却施設 視察
		ソクチャン省にて懇親会 (Hieu 元副委員長, Nam 副委員長, SPWC, 各局代表 (Donre, 農業農村開発局, 投資計画局, 工商局, 外務局))
10月11日	火	広島県, ソクチャン省, オガワエコノス社, SPWC での 4者面談
		ソクチャン省天然資源環境局(DONRE) 面談 (令和4年度都市間連携事業について)
		カントー市人民委員会面談
10月12日	水	SPWC 施設再視察
		カントー市民間焼却, 埋立施設 ミントン訪問
10月13日	木	ビナクラフトペーパー(製紙工場)訪問
		現地貿易会社訪問(物流関係ヒアリング)
10月14日	金	ビナユーセン視察
		CITTENCO(ホーチミン市廃棄物処理公社)面談
		ソクチャン, ホーチミン民間収集運搬企業訪問

第2回現地調査（2023年1月10日～13日）

日付	内容

1月10日	火	フンイエソ省 DECOS(ベトナム RPF 製造企業)訪問
1月11日	水	カントー市人民委員会 面談
		カントー市天然資源環境局(DONRE) 面談
		Can Tho Urban Joint Company 面談
1月12日	木	カントー市 カントービール商談
1月13日	金	ビンズオン省天然資源環境局(DONRE) 面談
		ビンズオン省 ビナクラフトペーパー 面談

5.2. 導入を想定する技術の概要

(1) 廃棄物固形化燃料 (RPF)

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いる。RPF や関連技術については令和3年度の都市間連携事業報告書を参照。

(2) 廃棄物発電

廃棄物発電にはいくつか方式があるが、例としてオガワエコノスが日本国内で運用している焼却施設および発電施設について概要を説明する。オガワエコノスが導入している焼却炉は、バーチカル炉と呼ばれる方式である。縦型の炉の周りに冷却用のウォータージャケットがついているが、その冷却で得られた排熱を利用して温水を作り、最終的にはタービンにより発電を行う。特徴は、バイナリー発電機と呼ばれる小型発電機で循環熱媒にフロンガスを使用しており、温水が 90℃以上あれば利用できる点である。これにより少ない廃棄物量、更には低い発熱量でも一定の発電が可能となる。ただし、今回ソクチャン省に導入を検討している施設は、日量 600 t を想定しており、バイナリー発電ではなく、規模の大きいタービンの活用を前提とした収支予測としている。

5.3. 廃棄物発電に係る国家政策とマスタープラン

(1) 廃棄物のエネルギー利用に関する方向性

ベトナムにおける廃棄物のエネルギー利用 (Waste to energy) に関する政策の方向性について下表にまとめた。

表 35 廃棄物のエネルギー利用に関する政策の方向性

関連項目	方向性
廃棄物発電の整備	<ul style="list-style-type: none"> 再生可能エネルギー、廃棄物発電 (WtE) を含む新エネルギー、クリーンエネルギーの活用を優先した同期成長の実現。 地元の環境に配慮し、エネルギー回収を伴う廃棄物処理を推進する。

関連項目	方向性
テクノロジー	<ul style="list-style-type: none"> ● WtE の技術を含む、再生可能エネルギー技術の開発。 ○ 短期的な技術の活用と長期的な技術の開発を両立させる。 ○ 鑑定・検証された技術の活用に注力する。 ● 適切な技術に基づいた同期的な廃棄物管理システムへの投資。 ● 2050 年までに、あらゆる種類の廃棄物の埋立処分を最小限にし、適切な技術を行う。
計画	<ul style="list-style-type: none"> ● 一般廃棄物の管理と、エネルギー回収を伴う廃棄物処理の活動計画について。 ○ 広域的、学際的な方法で実施する。 ○ 経済性、技術、社会・環境安全性の観点からの最善の方法を取る。 ○ 現地の条件と国家計画に関連するコンプライアンスを徹底する。 ● 廃棄物処理からのエネルギー回収の計画。 ○ 地域や地方ごとに合理的に配分する。 ○ 各地域ごとの比較優位性に基づき、全てを最適に配分することを目指す。
その他の理念	<ul style="list-style-type: none"> ● エネルギーを経済的かつ効率的に、環境に配慮しながら利用する。 ● 持続可能なエネルギー開発の実現。 ● 公正で透明な競争に基づくエネルギー産業の発展。 ● WtE を含む再生可能エネルギーの開発・利用を促進するためのインセンティブや支援政策を市場に合わせて設定する。

(2) ベトナムの廃棄物発電開発に関連する国家戦略

i エネルギー関連戦略

ベトナムは、廃棄物処理からの回収エネルギーを含む、再生可能な新エネルギーやクリーンエネルギーの効率的な開発・利用を推進するため、次のような戦略を打ち出している。

表 36 エネルギー関連戦略

戦略・計画	発行年	内容
2030 年までのベトナムの再生可能エネルギー開発戦略、および 2050 年までのビジョン	2016	以下の項目に基づいた計画となる： <ul style="list-style-type: none"> ● ベトナムの再生可能エネルギー開発の可能性。 ● ベトナムの 2020 年までの国家エネルギー開発戦略、2050 年までのビジョン（2007）。 ● ベトナム電力開発計画 7（Power Development Plan VII：2016）。
2030 年までの国家エネルギー開発戦略、2045 年までのビジョン（エネルギー戦略 2020）	2020	以下の項目に基づいた計画となる： <ul style="list-style-type: none"> ● 2050 年を見据え、国家エネルギー開発戦略実施から 2020 年までの 15 年間の状況評価。 ● 目的： <ul style="list-style-type: none"> ○ エネルギー産業における現状の制約克服と課題への対応。 ○ エネルギー産業の発展目標と方向性を示す。
国家電力開発計画 8（PDP VIII）」のドラフト。	今後の予定	2030 年までの国家エネルギー開発戦略、2045 年までの目標に基づき、国家電力マスタープランの具体的な目標と実施ロードマップを発行する。

2020年までの国家エネルギー開発戦略（2050年までのビジョン）を15年間実施した結果、多くの目標指標が好ましくない方向に変動し、多くのプロジェクトが予定より遅れるなど、いくつかの課題が残った。そこで、最新の2030年までの国家エネルギー開発戦略（2045年までのビジョン）では、目標が修正されている。その上で、「国家電力開発計画 8」が起案され、現在承認段階にある。具体的な目標は次のように体系化されている。

表 37 国家電力開発 8 での目標

エネルギーソース	政策・方針 目標	エネルギー戦略 2020	PDP VIII (ドラフト)	エネルギー戦略 2020	PDP VIII (ドラフト)
		2030		2045	2050
一次エネルギー	一次エネルギー総供給量 (Mil. TOE)	75-195	記載なし	320-350	記載なし
	再生可能エネルギー／一次エネルギーの比率(%)	15-20		25-30	
	再生可能エネルギーの総量 (Mil. TOE)	11. 25-39		80-105	
二次エネルギー	総電力量(MW)	125, 000	121, 757 - 145, 989	-	201, 836 - 295, 638
	再生可能エネルギー／総電力容量の比率(%)	-	18-27	-	54. 9-58. 9

ii 廃棄物管理・処理に関するベトナムの戦略

廃棄物発電の原料は廃棄物であるため、この分野は廃棄物管理とも関係がある。したがって、廃棄物発電の政策の方向性は、「2025年まで固形廃棄物に関する総合管理国家戦略の改正及び2050年に向けたビジョン」（改訂版 - 決定 491/QĐ-TTg）にも記載されている。

廃棄物からのエネルギー回収に関連する目標として、ベトナムは以下を掲げている。：

- ・ 廃棄物全般の管理能力を高め、同時に保管、収集、運搬、再利用、リサイクル、処理を促進するためのソリューションを取り入れる。
- ・ 生活廃棄物管理における民間の関与の促進および民間または外国組織からの投資の誘致
- ・ 廃棄物の処理に先進的で安全な環境に配慮した技術を適用し、エネルギー回収、温室効果ガス排出の削減などと組み合わせた廃棄物処理技術を取り入れる。

エネルギー回収を伴う廃棄物処理に関する具体的な目標は、以下：

表 38 エネルギー回収を伴う廃棄物処理に関する目標

目標	比率 (%)	廃棄物の種類
環境保全の要求を満たす回収・運搬・処理	100	<ul style="list-style-type: none"> 生産活動、ビジネス、サービス、医療施設、工芸村から排出される有害廃棄物。 生産工場、貿易施設、工芸村から排出される産業廃棄物。 医療施設や病院から排出される医療廃棄物。
	90<100	<ul style="list-style-type: none"> 一般的な生活廃棄物は、エネルギー回収を伴う処理方法で処理する。 都市部で排出される建設廃棄物。
	80-89	<ul style="list-style-type: none"> 家庭または個人から排出される有害廃棄物。 農村から排出される生活廃棄物 畜産・養鶏から排出されるその他廃棄物
埋立処分場の閉鎖、改修、再利用	100	<ul style="list-style-type: none"> 環境保護要件を満たす計画に含まれていない農村からの生活廃棄物の埋立処分場。
	90<100	<ul style="list-style-type: none"> 都市部の生活廃棄物埋立処分場。 農村部の生活廃棄物埋立処分場。
埋立処分の比率	<30	<ul style="list-style-type: none"> 埋設処分された生活廃棄物。
	<20	<ul style="list-style-type: none"> 自治体・農村の処理施設の廃棄物処理後の埋立処分量。

iii 廃棄物発電開発を促進するソリューション

①戦略的ソリューション⁶

廃棄物発電分野に関する上記の目標を達成するため、ベトナムは廃棄物からのエネルギー回収を含む再生可能エネルギーの開発を促進するソリューションを以下のように提言している。：

表 39 廃棄物発電の開発を促進するソリューション

再生可能エネルギー	<ul style="list-style-type: none"> 再生可能エネルギーの大規模導入に向けた能力強化。 適切な電力購入契約システム、再生可能エネルギープロジェクトのためのエネルギーオークション/入札システムの導入。 電力料金の透明性の確保。 農村部における再生可能エネルギーの開発・利用の促進。
バイオマスエネルギー・廃棄物のエネルギー利用	<ul style="list-style-type: none"> バイオマスコージェネによるエネルギー利用の最大化 石炭火力発電所には、バイオマスエネルギーによる複合発電の検討や、バイオマス燃料への転換技術の向上が求められる。 廃棄物やバイオマスエネルギーによる発電の強化 投資促進のための関連メカニズムや政策の強化・完成、バイオマスエネルギー/廃棄物を利用した発電所の送電網接続・電力販売に関する手続きの免除・削減。
テクノロジー	<ul style="list-style-type: none"> 廃棄物処理による発電技術の開発を優先的に進める。 廃棄物処理施設の設計・建設・運営および技術選択における基準・規格の策定と調査・研究。

⁶ 国家エネルギー戦略 2020 と 2025 年まで固形廃棄物に関する総合管理国家戦略の改正及び 2050 年に向けたビジョンから構成される。

計画	<ul style="list-style-type: none"> ● 地の利を生かした再生可能エネルギー拠点の構築と展開。 ● 環境保護と循環型経済の発展に伴い、廃棄物とバイオマスを利用する発電所の建設への投資を奨励する。 ● 承認された計画に従って、廃棄物処理施設の投資および開発計画の見直し、調整、作成を行う。 ● 各地方で承認された計画に基づき、各段階における優先投資プロジェクトとタスクを明確にする。
資本/金融政策	<ul style="list-style-type: none"> ● 官民連携メカニズム（PPP）の推進。 ● エネルギー関連企業、特にグリーンエネルギー関連企業が資本調達に有利な条件を整えるための政策を実施する。 ● 持続可能なエネルギー開発のための基金を設立し、再生可能エネルギー分野で活用する。
認知度向上	<ul style="list-style-type: none"> ● 再生可能エネルギー技術に関する研究開発プログラムの実施。 ● 情報共有とコミュニケーションの強化、再生可能エネルギーの開発と利用、および人々やコミュニティの廃棄物管理に関する意識の向上。

iv 廃棄物のエネルギー利用の開発に対するインセンティブと支援政策

廃棄物のエネルギー利用（Waste to Energy）の開発に対するインセンティブと支援政策を下表の通りまとめた。

表 40 廃棄物のエネルギー利用の開発に対するインセンティブと支援政策

インセンティブ	内容	条件 ⁷	関連政策
投資資金	<p>VEPF および地方の環境保護基金:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 年利 4.275%以下の優遇金利での融資を受けることができる。 ● 融資総額：建設投資総額の70～80%以内（事業主の種類により異なる）。 ● 年間収支の差額を投資後の支援に優先的に充てることことができる。⁸ 	<p>以下のいずれかに該当する事業者が対象:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 収集した廃棄物の総量に対し、処理後に埋設する廃棄物の割合が30%未満の廃棄物処理技術を用いる廃棄物処理事業。 ● 再生可能エネルギー企業、またはエネルギー回収を伴う廃棄物処理技術を提供する企業など。 	<ul style="list-style-type: none"> - 政令 08/2022/ND -CP - 政令 32/2017/ND -CP

⁷ 条件欄で指定されたすべてのプロジェクトは、廃棄物/バイオマスエネルギーからの電力供給計画および所轄官庁が承認した電力計画に属するもの。

⁸ 年間収支差額がプラスの場合、基金の責任で他の金額を追加資本に払い込んだ後の残金の20%を控除して、出資・援助等を行う。

インセンティブ	内容	条件 ⁷	関連政策
投資資金	<p>VDPによる支援:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 融資総額：建設投資総額（運転資金を含まない）の70%以内： ○ 1 投資家からの融資は、銀行から調達した資金総額の15%以内。 ○ 1 投資家、関係者からの融資は、銀行から調達した資金総額の25%以内⁹。 ● 投資クレジットローンの金利 8.55%/年。 ● 期間：12～15年以内 	<p>以下の条件を完全に満たす投資プロジェクト：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 都市中心部、工業団地、経済特区、輸出加工区、ハイテクパーク、病院、産業クラスター、工芸村における廃棄物処理施設の建設プロジェクト（グループA、B）¹⁰。 ● VDBが効率的かつ返済能力があると査定・評価したものの。 ● プロジェクト実施に必要な自己資本が、プロジェクト投資総資本の20%以上であること。 ● 融資の担保提供。 ● 融資の提供および実行までに、すべての信用機関に対し不良債権を有していないこと。 ● ローン担保の損害保険に加入していること。 ● 会計、年次財務諸表および年次財務諸表監査に関する規制の遵守。 	<ul style="list-style-type: none"> - 政令 08/2022/ND-CP - 政令 32/2017/ND-CP - 通達 76/2015/TT-BTC
	<p>投資後のサポートについて: 投資後のサポート金利 2.4%/年（投資家が金融機関に返済する度に適用される）。</p>		
土地購入サポート	<ul style="list-style-type: none"> ● 国は、土地所有権の競売を行わず、その地域の共通技術インフラシステムに関連する事業の範囲外の利用可能道路、電気などの技術インフラ建設項目に関連する土地を優先的に割り当てる。 ● 国が上記条項を満たさない場合、プロジェクト所有者は、投資に関する法律の規定に従って、インフラ建設の援助を受ける権利を有する。 	<p>以下のいずれかに該当する事業者：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 廃棄物処理事業。 ● 事業活動・投資活動に属さないもの：技術革新、廃棄物処理施設の改修・改良など。 	<p>政令 08/2022/ND-CP</p>

⁹ 信用機関法第4条第28項において、「関係者」に関する規制が定められている。

¹⁰ グループA、グループBに属するプロジェクトの分類は、公共投資に関する法律39/2019/QH14の第8条、第9条に規定されている。

インセンティブ	内容	条件 ⁷	関連政策
土地購入サポート	<p>土地賦課金および地代の免除・減免制度:</p> <ul style="list-style-type: none"> 非農業用地使用税の免除¹¹。 基礎工事期間中の地代免除: 3年以内。 建設期間中の地代を免除した後、11-15年間地代を免除(プロジェクト実施地域の状況により異なる。) 	<ul style="list-style-type: none"> 社会経済的条件の厳しい、または極めて厳しい地域における廃棄物処理からの再生可能エネルギー生産分野での投資プロジェクト¹²。 	<p>政令 08/2022/NĐ-CP; 政令 31/2021/NĐ-CP; 通達 83/2016/TT-BTC; 政令 46/2014/NĐ-CP</p>
法人税	<p>税率について:</p> <ul style="list-style-type: none"> 優遇措置適用税率: 総所得の10%。 期間 15~30年(規模や適用技術、投資誘致の必要性により異なる)。 <p>免税・減税制度について:</p> <ul style="list-style-type: none"> 最初の4年間: 非課税。 次の9年間: 上記税率から納付税額の50%を減額する。 	<p>以下の条件を全て満たす企業:</p> <ul style="list-style-type: none"> 社会経済的条件の極めて厳しい地域において、廃棄物処理からの再生可能エネルギー生産分野における新たな投資プロジェクトを実施。 投資許可証、投資登録証明書、企業登録証明書(投資金額が150億 VND未滿の国内投資プロジェクトで、条件付投資分野のリストに含まれていないが、新規企業設立に関連する場合)。 	<p>政令 218/2013/NĐ-CP; 政令 12/2015/NĐ-CP; 通達 212/2015/TT-BTC</p>
法人税	<p>税率について:</p> <ul style="list-style-type: none"> 優遇措置適用税率: 総所得の20%。 期間: 10年 <p>免税・減税制度について:</p> <ul style="list-style-type: none"> 最初の2年間: 非課税。 次の4年間: 上記税率から納付税額の50%を減額する。 	<ul style="list-style-type: none"> 社会経済的条件の厳しい地域で新規投資プロジェクトを実施する企業。 	
法人税	<ul style="list-style-type: none"> 技術移転により得られた所得の納税額の50%を減額。 	<p>社会経済的に困難な状況にある地域の団体や個人を対象に、優先的に技術移転を行う企業。</p>	<p>政令 218/2013/NĐ-CP</p>

¹¹ 非農業土地使用税法第9条第1項により、期限を定めない。

¹² 政令 31/2021/NĐ-CP の付録 II、パート A の投資優遇措置の対象となる事業のリスト参照。

インセンティブ	内容	条件 ⁷	関連政策
輸入関税の免除	<ul style="list-style-type: none"> ● 輸入された固定資産にかかる関税の免除： <ul style="list-style-type: none"> ○ 機械及び装置：部品、組立用スペアパーツ、機械及び装置のルーズパーツ、スペアパーツ等。 ○ 特定輸送手段。 ○ 国内で生産できない建設資材。 ○ 期間¹³：プロジェクトの場所によって異なるが、50～70年以内。 ● 国内で製造できない原材料、供給品、部品で、投資プロジェクトの製造活動のために輸入されるものに対する輸入税の免除 <ul style="list-style-type: none"> ○ 期間：製造開始日から5年間。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 廃棄物処理からの再生可能エネルギー生産分野における投資プロジェクト（社会経済的条件が極めて厳しい、または困難な地域での投資プロジェクト）。 	<p>政令 118/2015/ND-CP; 政令 31/2021/ND-CP</p> <p>政令 134/2016/ND-CP; 政令 18/2021/ND-CP;</p>
技術移転を伴うプロジェクト	<ol style="list-style-type: none"> 1. 再生可能エネルギー生産分野での投資プロジェクトに提供される投資優遇措置を受けることができる。（上述） 2. 技術移転のための融資については、以下の通り： <ul style="list-style-type: none"> ● 技術移転のための融資については、国家技術革新基金または科学技術開発基金から年2%を上限とする利息の補助を受けることができる。 ● 譲許的な融資を行うファンドや信用機関の規定に基づく優遇金利での融資を受けることができる。 	<p>以下の条件を全て満たす企業：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 廃棄物処理からの再生可能エネルギー生産の分野で投資プロジェクトを持つこと。 ● 上記プロジェクトによる技術移転を行うこと。 	<p>政令 76/2018/ND-CP</p>

¹³ 投資プロジェクトは、投資プロジェクトの終了時まで、輸入された固定資産に対する関税を免除することができる（「投資に関する法律」第44条）。

5.4. 廃棄物発電に係る法的枠組み

(1) エネルギー回収を伴う廃棄物処理のプロセスに関連する規制

廃棄物の種類によって、ベトナムでは廃棄物処理プロセスの具体的な対応規定が定められており、これにはエネルギー回収を伴う廃棄物処理も含まれる。しかし、廃棄物発電は導入されてからまだ日が浅く、関連する法的枠組みも整備段階にあるため、この分野を直接規定する規制はない。

現在のベトナムの廃棄物発電では、生活廃棄物と有害廃棄物（あまり多くはないが、すでに1つの施設がある¹⁴）にエネルギー回収を伴う廃棄物処理の方法を導入することが推奨されている。そこで、本報告書では、生活廃棄物と有害廃棄物の2種類に焦点を当て規制内容をまとめる。

i 廃棄物処理施設に関する規制

エネルギー回収を伴う処理など、廃棄物処理施設に関する規制は、「環境保護法 2020」で定められている（表 41）：

表 41 廃棄物処理施設に関する規制

対象廃棄物	施設に関する規制
生活廃棄物	<ul style="list-style-type: none"> ● 共同処理の奨励 ● 環境保護への対応 ● 各レベルの人民委員会は、次のいずれかの方法によって処理施設を選定しなければならない：(i) 入札，(ii) 発注，または (iii) タスク割り当て。 <ul style="list-style-type: none"> ○ 入札による選定が行われなかった場合は、法令に定める発注方法または業務分担の方法を採用するものとする。
有害廃棄物	<ul style="list-style-type: none"> ● 計画： 有害廃棄物の共同処理の場合を除き、国の環境保護計画または有害廃棄物処理に関する内容を含む計画に準拠していること、安全な環境距離が保たれていること。 ● 人事： 環境または適切な分野を専攻した者。 ● 運営： 安全な操業のためのプロセス、環境管理計画、環境ライセンス、環境保護に関するデポジット（廃棄物の埋設を行う場合）を有していなければならない。 ● テクノロジー： 技術移転に関する法律に基づく評価と見解を得る必要があり、その中でエネルギー回収技術との組み合わせによる処理が推奨される。

注： 廃棄物処理施設の種類に応じて、投資家は関連する国の技術規則/規格（ある場合）を確認する必要がある。例えば、発電と焼却を組み合わせたエネルギー回収を伴う廃棄物処理のプロジェクトでは、施設所有者は、焼却炉が以下の基準に準拠していることを確認する必要がある。：

- ・ 産業廃棄物： QCVN 30:2012/BTNMT
- ・ 生活廃棄物： QCVN 61-MT:2016/BTNMT

¹⁴ ハノイ市ソクソン区にある、ビンフック省、バクニン省、フンイエン省の有害廃棄物をエネルギー回収技術で燃焼処理する施設。

ii 処理テクノロジー選定基準に関する規定

現在、ベトナムでは、一般廃棄物処理、特にエネルギー回収を伴う廃棄物処理に用いられるテクノロジーの選定基準として、以下の3つがある：

- ① テクノロジー： 廃棄物の量、成分、性質、市場ニーズなどを反映した、企業や生産施設の条件との適合性。
- ② 環境・社会貢献： 環境衛生の課題とテクノロジーのもたらす影響について。
- ③ 経済性： 国・地域経済への貢献度

エネルギー回収を伴う生活・有害廃棄物処理プロジェクト・施設の技術選定基準は、通達02/2022/TT-BTNMTに規定されている。：

表 42 エネルギー回収を伴う生活・有害廃棄物処理プロジェクト・施設の技術選定基準

基準	内容
テクノロジー	<ul style="list-style-type: none"> ● テクノロジーのルーツ。 ● 機械化・自動化の度合い、生産能力の拡大・増強能力、加工技術の高度化など。 ● 安全、省エネ、環境保護に関する国内の技術基準や規制、G7 諸国および韓国の基準に対する処理過程の適合度合い。 ● エネルギー回収を伴う廃棄物処理技術の奨励。 ● 処理過程における機器の均一性、国産部品やスペアパーツの使用・交換が可能であること。 ● システム・機器の現地調達率。 <p>生活廃棄物処理について：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 廃棄物の受け入れと分類、臭気、下水、排ガスを柔軟に処理し、異なる種類の廃棄物を処理する他の技術と組み合わせることのできる機能。 ● 処理、エネルギー回収、廃棄物二次処理能力。 ● 適切な処理スケール ● 処理・再利用・リサイクル・埋設率。
環境・社会貢献	<ul style="list-style-type: none"> ● 環境技術基準および規制を遵守していること。例：QCVN 19:2009/BTNMT；QCVN 20:2009/BTNMT；QCVN 40:2011/BTNMT など。 ● 土地利用面積の節約。 ● 省エネ、エネルギー回収が可能であること、処理過程での有価物（有害廃棄物）の回収が可能であること。 ● 機器の管理、運用、メンテナンスに参加する地元のリソースを訓練する能力。 <p>有害廃棄物処理について：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 評価対象技術の選定基準：移転制限リストに属するもの、または焼却など環境に悪影響を及ぼす可能性のある技術。 ● 処理技術および処理後の廃棄物が環境、生態系および人に及ぼす影響の程度。 ● 環境への影響へのリスクの程度と技術的問題の予防・克服能力。

経済性	<ul style="list-style-type: none"> ● プロジェクトの廃棄物処理活動から得られた産物の市場可能性。 ● 処理後の再利用エネルギーからもたらされる可能性と経済価値。 ● 市場の需要、処理後に適用される製品の品質基準。 ● 機器の設置・建設費、運用費、保守・修理費の妥当性。
-----	--

iii 廃棄物発電の売電価格支援制度に関する規定

廃棄物発電の送電網設置事業について：ベトナムでは、廃棄物発電の売電価格を支援する仕組みが規定されており、電力買い取り業者は、その管理下にある地域のバイオマスエネルギー/廃棄物を利用した発電事業の電力を全量買い取る義務がある。これは決定 24/2014/QĐ-CP、決定 08/2020/QĐ-CP、決定 31/2014/QĐ-CP で規定されている（表 43）。

表 43 廃棄物発電の売り手と買い手の定義

売り手	買い手
<p>売り手とは、以下のいずれかの事業者を指す：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● バイオマスエネルギー／廃棄物を利用した発電事業を行う団体または個人。 ● -法律で定められた権利と義務を前者から受けるもの。 <p>上記プロジェクトの条件は、以下：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● バイオマスエネルギー／廃棄物を利用した発電の開発計画。 ● 国家機関の管轄下で承認された電力開発計画。 	<p>バイヤーとは、以下のいずれかの事業者を指す：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● ベトナム電力公社。 ● 認定された企業。 ● ベトナム電力公社から権利義務を受託している団体。

廃棄物・バイオマスエネルギーによる発電事業に適用される売価は、表 44 のとおり。

表 44 廃棄物・バイオマスエネルギーによる発電事業売価

種類	発電プロジェクトの形態	売価		関連情報
		VND/kWh	セント/kWh	
バイオマス	コージェネレーション (CHP)	1,634	7.03	決定 08/2020/QĐ- TTg
	CHP 以外	1,968	8.47	
廃棄物	直接燃焼	2,114	10.05	通達 32/2015/TT- BCT
	埋立処分場から回収した ガスの燃焼	1,532	7.28	

- ・ 上記のすべてのプロジェクトの売電価格は、水力発電の発電価格である 1,110VND/kWh よりも高い水準にある。
- ・ バイオマス発電の「CHP 以外」と廃棄物の直接燃焼方式を取り入れたプロジェクトの電力の販売価格は、石炭発電所の電力より高い 1,773.76VND/kWh である。
- ・ **再生可能エネルギーを利用した独立発電システムの場合：** 投資家は、電力価格スキームを策定し、国家予算からの支援総額を決定して商工省に提出し、査定を受けて首相に報告し、承認を得るものとされている。

(2) プロジェクト実施・投資に関する規制

i 会社設立の手続き

投資家は、調査、現地ニーズの研究、国家電力開発計画に基づき、投資法、電力法およびその他の関連法文書の規定に従って投資プロジェクトを策定し、投資登録機関（計画投資局）に申請書を送付して検討、評価、意見を求めなければならない。

表 45 ベトナムにおける会社設立の手続き

手続き	所轄官庁	期限 ¹⁵	関連情報	
運用ガイドラインの承認*	国会/首相/地方人民委員会	国民議会および首相： 特になし 地方人民委員会の場 合：50 日以内	2020 年投 資法	
投資登録証明書	地方計画投資局	15 日以内		
企業登録	企業登録証 明書	地方計画投資局	3 日以内	2020 年企 業法

¹⁵ 有効な申込書を受領した後。

	企業登録情報 の公開	企業自身	30日以内	
--	---------------	------	-------	--

注：この過程で、有害廃棄物処理プロジェクトは、技術移転法 2017 の第 2 章に従って、所轄官庁による技術の鑑定またはコメントを受ける必要がある。移転された技術を使用するプロジェクトでは、以下のセクションで詳述する技術移転手続きを行うことが義務付けられている。

ii 技術移転の手続き

現在、ベトナムの廃棄物発電プロジェクトの多くは、日本、中国、ヨーロッパ諸国など、世界各国から技術移転されたものを使用している。この種の投資プロジェクトにおける技術移転の手続きは、以下の通り：

a. 条件

- ・ 以下の技術のいずれかが転用可能であること：
 - エンジニアリング・テクノロジーのノウハウ。
 - 技術計画またはプロセス、エンジニアリングソリューション、パラメータ、図面またはダイアグラム、数式、コンピュータソフトウェアおよびデータベース。
 - 生産の合理化と技術革新のためのソリューション。
 - 上記 3 つの移転可能な技術に付随する機械設備。
- ・ 政令 76/2018/ND-CP によると、バイオマス・廃棄物エネルギーを利用した発電技術は、移転奨励技術リストに属する。

b. 手続き

技術移転は、後に当事者間で締結される契約または投資プロジェクトの条件または規定または契約書または一式書類の付録に基づいて実施される場合がある。その後、海外からベトナムへの技術移転については、技術移転法 2017 に基づく技術移転登録が義務付けられている（表 46）。

表 46 技術移転法 2017 に基づく技術移転登録手続き

手順	手続き	担当者	期限
1	技術移転登録証明書申請書の提出	譲渡先	技術移転契約締結から 90 日以内。
2	技術移転登録証の発行	科学技術省/地方科学技術省 ¹⁶	有効な申請書を受領してから 5 日以内。

注：技術移転契約は、技術移転登録証の発行日から有効となる。

¹⁶ 投資プロジェクトの種類による。

iii エネルギー開発を含む廃棄物処理施設に必要な許可の種類

①環境ライセンス

a. 事業者

表 47 環境ライセンス

プロジェクト分類	形態	強制力の有無	関連
新規	有害廃棄物処理事業	必須	2020 年環境保護に関する法律第 39 条
	生活廃棄物・産業廃棄物処理事業	プロジェクト分類により異なる。	
旧プロジェクト (2022 年 1 月 1 日以前に正式運用を開始したもの)	既に環境許認可を取得しているプロジェクト	オプション、有効期限までコンポーネントライセンスの使用を継続することができる。 ¹⁷	2020 年環境保護法第 42 条第 2 項の D
	環境関連許認可を取得していないが、新規制により環境関連許認可が必要となったプロジェクト	必須 (2022 年 1 月 1 日から 36 ヶ月以内に環境ライセンスを取得する必要がある)。	

b. 条件

環境影響評価の対象となるプロジェクトについては、環境ライセンスの発行を申請する前に、EIAR 評価結果の承認に関する決定を受ける必要がある。環境保護法第 30 条第 3 項により、有害廃棄物処理事業を行うプロジェクトは、環境影響評価を実施することが義務付けられている。¹⁸

c. 手続き

・環境影響評価¹⁹

表 48 環境影響評価の手続き

手順	手続き	担当者	期限
1	EIAR の作成	プロジェクトオーナー・認定コンサルタント会社	-
2	EIAR の評価	環境庁・省人委員会	45 日以内

¹⁷ または、無期限環境ライセンスの場合は、2022 年 1 月 1 日から 05 年以内。

¹⁸ 環境影響評価の対象となる事業かどうかを判断するための分類に基づく (2020 年環境保護法第 28 条、第 30 条)。

¹⁹ フィージビリティスタディレポートの作成と同時に実施。

3	EIAR 評価結果承認決定書発行		
---	------------------	--	--

・環境ライセンス

表 49 環境ライセンス発行の手続き

手順	手続き	担当者	期限
1	申請書の提出	プロジェクトオーナー	45 日以内
2	環境ライセンスの発行	環境庁・省人委員会	

②電気事業ライセンス

a. 事業者

1 つまたは多くの形態で電気事業を行う組織や個人。

b. 条件

2004 年（2012 年改正）電気事業法第 32 条第 2 項により、以下の条件を満たす団体、個人に電気事業の許可を与えている：

- ・ 電気事業活動において実現可能なプロジェクトやスキームがあること。
- ・ 電気事業ライセンスの取得、変更、または補完のための有効な申請書類を有していること。
- ・ 管理者またはマネージャーが、電気事業の分野に適した経営能力および専門的資格を有していること。

c. 手続き

廃棄物発電プロジェクトでは商工省に電気事業ライセンスを申請する必要がある。このプロセスの期限は、有効な書類を受領した日から 30 営業日となっている。

iv 官民連携投資 (PPP) の手続きについて

計画投資省調達管理局副局長のヴー・クイン・レー氏によると、現在ベトナムで行われている廃棄物発電プロジェクトの多くは、官民連携（2022 年）の形で実施されている。官民連携投資法 2020 に基づく投資プロセスは表 50 の通り。

表 50 官民連携投資 (PPP) の手続き

手順	手続き	内容
1	事業化調査報告書の作成・評価、投資ガイドラインの決定、プロジェクトの公表	査定を受けるためのプレフィージビリティ・スタディ報告書を作成し、申請書を完成させて各主管庁に提出し、検討・決定結果を待つ。 ²⁰

²⁰ PPP プロジェクト（エネルギー分野）の投資ガイドラインを決定する権限は、プロジェクトの分類に応じて、国民議会、首相、商工大臣、省人民評議会に属している。

手順	手続き	内容
2	フィージビリティスタディ報告書の作成、評価、プロジェクトの承認	フィージビリティスタディ報告書を作成し、評価（上記）を行った後、プロジェクト承認申請書を作成・提出する。 ²¹
3	投資家の選定	<ul style="list-style-type: none"> ● 候補者リストの作成（ある場合） ● 準備 ● 投資家の選定 ● 入札書類の審査 ● 成果の提出、評価、承認、公表 ● 官民連携契約の交渉・確定・締結、契約情報の公開
4	官民連携プロジェクト企業の設立と契約の締結	選定結果の承認決定後、投資家は、官民連携契約の締結・実施を唯一の目的とする有限会社または株式会社という形態で官民連携事業会社を設立する。 ²²
5	官民連携契約の実施	<ul style="list-style-type: none"> ● 建物・インフラシステムの構築 ● 管理・運用 ● 官民連携契約の譲渡と解除

（官民連携プロジェクトの手続き完了までの期間は決まっているわけではない。実際、多くのプロジェクトでは契約段階まで数年かかる場合がある。）

²¹ PPP プロジェクトの承認権限は、プロジェクトの分類に応じて、首相、大臣、省人委員会委員長のいずれかに属する。

²² 投資ガイドラインを承認するステップを除き、1 項と同じプロセスに従う。

5.5. ベトナムにおける廃棄物発電の先行事例

(1) 廃棄物発電プロジェクトの事例

一般に、ベトナムの廃棄物発電プロジェクトの多くは、まだ紙面上か建設中である。生活系・産業系廃棄物に関しては、ハノイとカントーの2件の商業プロジェクトが稼働しているのみである。一方、農業廃棄物によるバイオマス発電は、主に製造業企業(サトウキビなど)が主力工場と一体となって投資・建設している。メコンデルタ地域(アンザン、ティエンザン、ドンタップ、キエンザン、カントーなど)では、何年も前に計画されたバイオマス発電事業が、農家の作付け転換、農業投入廃棄物の価格上昇、廃棄物が電気より価値の高い副産物になるなどの理由で中止された例が多くある²³。ベトナムの廃棄物発電プロジェクトは、各地域の計画に応じて、国や民間企業が提案することになる。多くのプロジェクトは、できるだけ早く稼働できるよう、時間を節約するために段階的に建設、配備、拡張されている。生活・産業廃棄物発電プロジェクトは、通常、各省の既存の廃棄物処理場やこれから処分場とされる予定の地域に設置される。以下の表は、ベトナムにおける代表的な廃棄物発電プロジェクトの概要である。なお、報告書作成時点ではベトナムの廃棄物エネルギー回収プロジェクトのほとんどは、焼却方式のみを採用している。

²³ 例えば砂糖製造の廃棄物は、糖蜜や有機肥料の生産に利用できる。

表 51 運用中の廃棄物発電プロジェクト

No.	名称	所在地	企業	廃棄物 処理能力 (トン/日)	廃棄物の 種類	発電能力 (MW)	想定発電量 (千MWh/年)	操業開始予定 日	投資額 (百万米ドル)	敷地面積 (ha)	WTA (ある場合)
1	NEDO 産業廃棄物処理発電所 ²⁴	ハノイ市	新エネルギー・産業技術総合開発機構（日本）、日立造船株式会社（日本）、Urban Environment Limited Company（ベトナム）による合弁会社	75	産業廃棄物	1.93	-	2017年4月より運用開始	27 ²⁵	1.7	ソクソン地区ナムソン廃棄物処理施設
2	ソクソン廃棄物発電所	ハノイ市	Ha Noi Thien Y Environmental Energy JSC（中国天映集団傘下）	第1期:第3工場:800本、 第2期:第2工場・第4工場:800本/本 第3期:第1工場・第5工場:800本/本 800/plant ・3フェーズ終了後5000	生活廃棄物、 産業廃棄物	フェーズ 1:植物215個 フェーズ 2:植物1,245個 フェーズ 3:植物1,2,375個	-	2022年7月25日より運用開始	295	17.51	
3	トイライ廃棄物発電所	カントー市	China Everbright International Limited（香港）	400	生活廃棄物	7.5	60	2018年10月運用開始	47	5.3	トイライ地区WTA

²⁴ パイロットプロジェクトであるため、能力が低い。

²⁵ 2,000万米ドルはNEDOからの非返還型援助、700万米ドルはハノイ市の予算からの相互出資。

No.	名称	所在地	企業	廃棄物 処理能力 (トン/日)	廃棄物の 種類	発電能力 (MW)	想定発電量 (千MWh/年)	操業開始予定 日	投資額 (百万米ドル)	敷地面積 (ha)	WTA (ある場合)
4	フーイエン 工業団地バイ オマス発電所	フーイ エン省	KCP Vietnam Industries Limited (インド)	- ²⁶	農業廃棄物 (バガス)	フェーズ 1: 30 フェーズ 2: 60	70 (フェーズ 1)	2017年4月 第1期運用開 始	54	-	
5	Lasuco バ ガス・コージ エネレーシ ョン発電所	タイ ン ホア省	Lam Son Sugar JSC (ベトナム)	-	農業廃棄物 (バガス)	33.5	69.57	2012年運用開 始	-	-	
6	NASU バガ ス・コージエ ネレーショ ン発電所	ゲア ン 省	Nghe An Sugar Limited Liability Company (ベトナム)	1,800	農業廃棄物 (バガス)	10	15 ²⁷	2016年運用開 始	-	-	
7	An Khe バイ オマス発電 所	ザラ イ 省	Quang Ngai Sugar JSC (ベトナム)	1,370	農業廃棄物 (バガス)	95	95 - 120 ²⁸	2018年運用開 始	80	-	

※農業廃棄物（バガス）による発電はFITにおいてはバイオマス発電に分類される

²⁶ 主要な製糖工場は、1日当たり11,000トンのサトウキビを圧搾する能力を持つ。

²⁷ 2020年～2021年のサトウキビ圧搾シーズン中。

²⁸ 2018年は110.7千MWh、2019年は97千MWhを発電。

表 52 建設中の廃棄物発電プロジェクト

No.	名称	所在地	企業	廃棄物 処理能力 (トン/日)	廃棄物の 種類	発電能力 (MW)	想定発電量 (千MWh/年)	操業開始予定 日	投資額 (百万米ドル)	敷地面積 (ha)	WTA (ある 場合)
1	セラフィン 廃棄物発電所	ハノイ市	Amacao Group (ベトナム)	1,500	生活廃棄物、 産業廃棄物	37	2.4	2023 年末に完 成予定	162	5	ソンサ イ区ス アンソ ン WTA
2	クエボ廃棄 物発電所	バクニン省	Thang Long Energy Environment JSC (ベトナム)	500	生活廃棄物	11.7	-	2023 年 10 月 完成予定	69	4.8	クエボ 地区フ ーラン 村集中 WTA
3	ルオンタイ 廃棄物発電 所	バクニン省	バクニン EU - Conch Venture New Energy Co., Ltd - EU Energy & Waste Disposal JSC(ベト ナム) と Conch Venture (中国) の 合弁会社	300	生活廃棄物	11 - 13	-	2022 年 12 月 完成予定	0.04	8.7	ルオン タイ地 区アン ティン 村集中 WTA
4	トゥアンタ イン廃棄物 発電所	バクニン省	T&J Green Energy - JFE エンジニア リング (日本) と Tuan Thanh Environment (ベト ナム) の合弁会社	500	生活廃棄物、 産業廃棄物	11.6	91.872	2024 年 1 月完 成予定	58 ²⁹	4.8	トゥア ンタイ ン地区 グータ イ村集 中 WTA

²⁹ 1,800 万米ドルは日本の環境省から、3,000 万米ドルは国際金融公社から、残りは投資家から調達。

No.	名称	所在地	企業	廃棄物 処理能力 (トン/日)	廃棄物の 種類	発電能力 (MW)	想定発電量 (千MWh/年)	操業開始予定 日	投資額 (百万米ドル)	敷地面積 (ha)	WTA (ある 場合)
5	Vietstar 廃 棄物発電所	ホーチミン 市	Vietstar JSC (ベ トナム)	フェーズ 1 : 2000 フェーズ 2 : 4000	生活廃棄物	フェーズ 1:20 フェーズ 2:40	-	具体的な完成 時期は未定 (旧完成予 定:2020年末 /2021年初 頭)	400	30	クチ地 区北西 部廃棄 物処理 場
6	Tam Sinh 廃 棄物発電所	ホーチミン 市	Tam Sinh Nghia Investment Development JSC (ベトナム)	フェーズ 1 : 2000 フェーズ 2 : 5000	生活廃棄物	40	-	具体的な完成 時期は未定 (旧完成予 定:2020年末 /2021年初 頭)	210	8	
7	Tasco 廃棄 物発電所	ホーチミン 市	Tasco Joint Stock Company (ベトナム)	3000	生活廃棄物	-	-	具体的な完成 時期は未定 (旧完成予 定:2020年末 /2021年初 頭)	42	-	
8	トラムタン 廃棄物発電 所	フートー省	Phu Tho Tianyu Environmental Energy Co., Ltd (中国)	フェーズ 1 : 500 フェーズ 2 : 1000	生活廃棄物、 産業廃棄物	9	-	具体的な完成 時期は未定 (旧完成予 定:2022年 末)。	90	14	
9	ハウザン廃 棄物発電所	ハウザン省	Greenity Hau Giang Co., Ltd (ベトナム)	フェーズ 1 : 300 フェーズ 2 : 600	生活廃棄物	フェーズ 1:6 フェーズ 2:12	-	2024年運用開 始予定	56	23	

No.	名称	所在地	企業	廃棄物 処理能力 (トン/日)	廃棄物の 種類	発電能力 (MW)	想定発電量 (千MWh/年)	操業開始予定 日	投資額 (百万米ドル)	敷地面 積(ha)	WTA (ある 場合)
10	ハウザンバ イオマス発 電所	ハウザン省	Hau Giang Bioenergy JSC (ベトナム)	330	農業廃棄物 (粃殻)	20	125	2024年第4四 半期に運用開 始予定	37	10	

表 53 計画段階の廃棄物発電プロジェクト

No.	名称	所在地	企業	廃棄物 処理能力 (トン/日)	廃棄物の 種類	発電能力 (MW)	想定発電量 (千 MWh/ 年)	操業開始予 定日	投資額 (百万米ド ル)	敷地 面積 (ha)	WTA (ある 場合)
1	ケジャン廃 棄物処理場 (医療廃棄 物および一 般廃棄物の 焼却発電事 業)	クアンニン 省	Viet Long Investment and Construction JSC (ベトナム)、 Chodai Co. (日 本)、前田建設工 業株式会社 (日 本) による合弁会 社	300	医療廃棄 物・生活廃 棄物	10	-	2026 年完成 予定	-	-	ウオン ビ市ト ウオン イエン コン村 ケジャン WTA
2	ビンタン廃 棄物発電所	ドンナイ省	Ecotech Vietnam Technology Investment & Trading JSC (ベ トナム) と Le Delta JSC (ベト ナム) による合弁 会社	フェーズ 1 : 800 フェーズ 2 : 1200	生活廃棄物	フェーズ 1 : 20 フェーズ 2 : 30	フェーズ 1 : 160	2023 年着 工、工期 3 年予定	96	12	ビンチ ユウ区 ビンタ ン村 WTA
3	クアンチュ ン廃棄物発 電所	ドンナイ省	Sonadezi Services JSC (ベ トナム)	フェーズ 1 : 150 フェーズ 2、 3 : フェーズ 1 の経済性を考	生活廃棄物	フェーズ 1 : 3.4 フェーズ 2・3 : フェ ーズ 1	-	許可申請 中、許可が 下り次第着 工予定	27 ³⁰	3	トンニ ヤット 地区ク アンチ ュン村

³⁰ うち 30%は出資者より調達、残りは借入金による資金調達。

No.	名称	所在地	企業	廃棄物 処理能力 (トン/日)	廃棄物の 種類	発電能力 (MW)	想定発電量 (千 MWh/ 年)	操業開始予 定日	投資額 (百万米ド ル)	敷地 面積 (ha)	WTA (ある 場合)
				慮し決定		の経済性 を考慮し 決定					WTA
4	DIVI バイオ マス発電所	ビンフック 省	Dinh Viet Energy Co., Ltd (ベトナム)	-	農業廃棄物	10	-	電力マスター プランへの 追加申請 中	-	-	
5	廃棄物発電 焼却処理場	バリアーブン タウ省	-	フェーズ1: 500 フェーズ2: 1000	生活廃棄物	-	-	プロジェクト 選定に参 加中	55	5	フーミ ー町ト ックテ イエン 中央 WTA
6	ディンブー 廃棄物処理 場廃棄物発 電プラント 1号機	ハイフォン 市	-	フェーズ1: 1000 フェーズ2: 2000	生活廃棄物	フェーズ 1: 20 フェーズ 2: 40	-	2025年12 月操業開始 予定	105	9	ハイア ン地区 ディン ブー WTA
7	チャンズオン 第2廃棄 物発電所	ハイフォン 市	-	フェーズ1: 1000 フェーズ2: 2000	生活廃棄物	フェーズ 1: 20 フェーズ 2: 40	-	2027年操業 開始予定	106	10 - 20	
8	カインホア 廃棄物発電 所	カインホア 省	KH New City JSC (ベトナム)	1,300	生活廃棄物	32	-	申請中	137	-	

(2) 廃棄物発電に関する課題

i プロジェクト実施の遅れ

- **発電計画にプロジェクトを追加するプロセスが困難**：2022年8月に行われたベトナム議会テレビの報道では、規定上、発電所は計画に含まれていないと送電網への接続が認められないが、計画策定に関する具体的な指針がないため、廃棄物発電プロジェクトの国家基本計画への追加が長期化しているという。その上、国会経済委員会によると、PDP VIII が承認されていないため、多くの発電プロジェクトがまだ実施されずにいる事実につながっている。Vietstar JSC の社長ゴー・ヌー・フン・ベト氏（Vietstar 廃棄物発電所の代表者）は、「3つのゴミ分別ラインの設置・運営、工場に通じる幅 27 メートルの道路建設、45,000 平方メートルの敷設、海外からの主要機器の契約・保証金支払いを完了したが、PDP8 の承認が遅れているのですべてが保留になっている」と述べている。

- ホーチミン市クチ地区北西部廃棄物処理施設における3つのWtE プロジェクトは、当初の完成予定日（2020年末から2021年初め）を大幅に超えているが、手続きの問題から稼働に至っていない。これらの事例の詳細な理由の一部を以下に示す：
 - **長い投資プロセス**：企業からは、廃棄物処理事業への投資手続きは、多くの省庁の承認が必要で複雑であるとの指摘があった。官民連携（PPP）形式の投資の場合、投資家の選定だけでも通常1~2年かかると言われている。また、ベトナム安全な水と環境協会の代表は、各省庁の手続きは地方ごとに異なっていると述べている。
 - **地方自治体が官民連携での投資家を公募・選定することの難しさ**：Ha Noi Thien Y Environmental Energy JSC の副社長ブー・バン・ディン氏は（S ソクソン廃棄物発電所、現在ホーチミンやダナンなどいくつかの大都市では入札の準備を進めているが、今のところ投資家が確認できる入札書類は発行されていないと述べている。
 - **その他事由**：用地確保の遅れ、融資の承認や発注待ち、事業主からの規模拡大の提案、地元住民の反対による工場建設地だけでなく廃棄物集積場の適地探しなど。

- **投資家のキャパシティ不足による工事の遅れ**：Vietnam T-TECH Technology Corporation³¹のグエン・ディン・チョン会長によると、上記の理由のほかに、プロジェクトの進捗、特に建設段階は投資家のキャパシティに大きく左右されると言う。投資家の資金力・技術力が弱かったり、廃棄物発電所の建設にあまり経験がなかったりすると、請負業者に頼りがちになり、すべて遅れにつながると述べている。

³¹ T-TECH 焼却炉の技術を保有し、廃棄物焼却発電の分野で集中的な研究投資を行う企業。

ii 運用上の課題

- **処理前の廃棄物の分別が難しい：** ハノイ工科大学熱工学・冷凍学部のグエン・スアン・クアン博士の分析によると、ベトナムの生活廃棄物は混合されており、排出元で分別されていないためである。一方、処理時に分別を必要としない最新の WtE 技術は、投資コストが高くつくことが多く、高い技術力も必要となる。
- **廃棄物の焼却による大気汚染の抑制が難しい：** また、グエン・スアン・クアン博士は、環境中に放出されるガスや粉塵の処理と監視に必要な多額の投資費用を負担できるのは大規模な廃棄物処理施設だけで中小企業には負担が大きいのという指摘もしている。
- **廃棄物の投入量が事業運営に必要な量に達していない：** グエン・フー・ティエン氏 (URENCO 社ジェネラルディレクター、ベトナム都市環境・工業団地協会副会長) によると、効果的な運用を行うには、ゴミ収集・焼却の規模が大きくなければならない (500 トン/日以上であることが望ましい)。したがって、WtE はゴミの量が多く、収集・運搬能力が確実な特定の地域にしか適していない。

iii コストと投資回収に関する課題

- **WtE プロジェクトは、多額の投資コストと高いリスクを伴うため、銀行からの融資を受けることが難しい：** WtE プロジェクトは、最先端の技術や手法を必要とするため、多額の投資額を必要とすることが多い。投資家が融資 (例えばプロジェクト投資額の 50%程度) とオフ・プラン物件 (ここでは廃棄物発電所) の抵当権設定を要求しても、銀行が容易に受け入れることはない。なぜなら、WtE プロジェクトは、上記のような多くの主観的、客観的な理由により、リスクが高く、スケジュール通りに完成しない可能性が高いと考えられている。また、新型コロナウイルスが大流行した 2 年間に資材費が予想以上に高騰したため、実際のプロジェクト投資額が見積もりよりはるかに高くなったという不満が投資家の大半から寄せられたためである。
- **投資回収期間が非常に長い：** 廃棄物発電所の発電効率は、投資額が大きいのにもかかわらず、20~25%程度にとどまり、40~42%の火力発電所と比較するとかなり低く、送電量も少ない。また、ベトナムの廃棄物・バイオマス発電事業の電力買取価格は、世界各国と比較してまだ低い水準にある。

5.6. ソクチャン省の一般家庭廃棄物・産業廃棄物の排出状況、収集実態

ソクチャン省では、11区域のうち6区域分を廃棄物処理公社（SPWC）、残りの5区分を民間が廃棄物を回収している。ソクチャン省全体の4割程度は廃棄物が回収されていない。回収できているのは、600トン/日程度であり、未収集エリア分も含めるとソクチャン省全体では、1,000トン/日程度のごみが発生していると予測されている。

SPWCの処理場では、SPWCが回収する6区域分のうち、ソクチャン市4区分：125トン/日とソクチャン市以外の100トン/日の合計215トン/日进行处理している。生ごみを堆肥化し、ビニール袋などを回収した後、残った物を埋め立てしている。

5.7. 事業実施に向けた行政との協議

(1) ソクチャン省人民委員会へのヒアリング

昨年度は新型コロナウイルス流行の影響で、Web会議等による意見交換が主な情報収集方法だったが、今年度は現地を訪問してソクチャン省の人民委員会関係者と直接対面による意見交換を実施し、実質の現場トップであるソクチャン省人民委員会の副委員長の意見もヒアリングすることができた。



図 85 ソクチャン省人民委員会との協議の様子

Sáng nay (11/10), ông Vương Quốc Nam, Phó Chủ tịch UBND tỉnh Sóc Trăng đã có buổi tiếp và làm việc với Đoàn công tác Sở Lao động Công Thương tỉnh Hiroshima, Nhật Bản, cùng dự buổi làm việc có lãnh đạo các sở, ban, ngành có liên quan.



Đoàn công tác Sở Lao động Công Thương tỉnh Hiroshima tại buổi làm việc.

Tại buổi làm việc, ông Vương Quốc Nam, Phó Chủ tịch UBND tỉnh Sóc Trăng đã thông tin đến Đoàn về tình hình kinh tế - xã hội của tỉnh, thông tin những lợi thế về hệ sinh thái nước mặn, ngọt, tỷ lệ đã đang để phát triển ngành nuôi trồng thủy sản, tổng giá trị thủy sản cao, nhất là các giống tôm như ST24, ST20, năng suất, ổn định; Tổng xuất khẩu tôm đạt khoảng 1 tỷ USD; sản lượng sản phẩm gạo, năng suất đạt trên 20 Dạt An Điện giải, tiến độ tiến khai 11 dự án và 4 dự án hoàn thành đưa vào sử dụng với công suất 110MW. Nhiều dự án đầu tư cấp quốc gia đi ngang tỉnh như tuyến cao tốc Châu Đốc - Cần Thơ - Sóc Trăng, Cảng biển nước sâu Trần Đề... Bên cạnh những thuận lợi, Sóc Trăng cũng đang chú trọng phát triển trang trại nuôi tôm, nuôi trồng, sản, xử, sấy, chế biến ở nhiều môi trường nước.

図 86 地元 TV での紹介

廃棄物を含めた環境問題には海外の技術を導入して改善を図りたいと、副委員長から話があり、廃棄物については、廃棄物発電を既に予算化しており、廃棄物発電に関連する設備や運営などの提案についても依頼があった。また、その他、環境政策では、風力発電、太陽光発電が増えているなど、向上している面もあるが、地盤沈下の発生、廃棄物の貯留や地下水汚染などが問題であるとの見解が示された。

また、廃棄物処理課題の一助となる可能性のある RPF について説明を行い、必要なデータがあれば協力するとの回答を得ている。

<< 補足：地盤沈下 >>

今後の可能性を探る中で、ソクチャン省周辺でインフラが整い、都市として発達しているカントー市を訪問した。その際に河川から水が氾濫した道路を歩くこととなり、また、現地の労働新聞からも取材を受けて、地盤沈下の影響を直接実感することとなった。数日前に通過した台風による雨が、タイなどを経由した後にベトナムに辿り着き氾濫したと聞いた。元々、メコンデルタの河川は緩勾配であり、流れが非常に緩やかで水上マーケットなども盛んであるが、さらに地盤地下の影響を受けているため、洪水になりやすいようである。



図 87 現地労働新聞の取材

これはカントー市だけではなく、メコンデルタエリア全体の問題であり、地下水の過剰利用、海面上昇、低水準の排水システムが主な地盤沈下の原因として挙げられている。過去10年で80cm沈んでいる所もあるようである。



図 88 ソクチャン省でのごみ収集の様子



図 89 ソクチャン省の街中のごみ置場

廃棄物の収集を考えた場合も、道路が浸水していると車両が通行できないため、適切なタイミングで回収に行けない事や廃棄物自体が水に濡れてしまうなどの問題が考えられる。全体的なインフラ強化が望まれる。

(2) 廃棄物関連投資予算

ソクチャン省によると、廃棄物投資予算として、生活ごみ用 700 億ドン（約 4 億 2 千万円）と今後、人民委員会承認待ちの 1,100 億ドン（約 6 億 5 千 6 百万円）がある。

これらは、廃棄物発電も含めての予算であるが、廃棄物発電を想定した場合、処理量によっては十分な予算ではないため、他の処理方法も合わせての提案が必要となると考えている。

(3) ソクチャン省 廃棄物処理公社打ち合わせ



図 90 協議の様子

廃棄物処理公社（SPWC）では、市内の対象地域から廃棄物を収集、自社設備で分別し、プラスチックは有価物として一部選別後に売却している。以前は、ペレット化まで行っていたが、設備の管理など課題が多いため、現在は、選別のみ実施している。



図 91 プラスチック造粒設備

埋立処分場は大きく 2 つあるが、未使用の埋立処分場は雨季で、雨が溜まり実質使えない状況にある。

従業員数は 400 名で、主な事業として、生活ごみ収集処分、産業ごみ収集処分、排水汚泥管理、照明事業、公園管理の 5 つの事業がある。2018 年から株式会社となり、38%が国からの出資である。

廃棄物処理公社（SPWC）社長からは、廃棄物発電は簡単ではなく、カントー市で始めてい

る廃棄物発電は、排ガスや発電の問題があると認識しており、彼らが扱う廃棄物では十分な発電ができない恐れがあるとの見解が示された。また、廃棄物発電よりも、埋立される物が減少する方が良いとの考え方が示された。

(4) ソクチャン省 廃棄物処理公社施設及び民間焼却施設の課題等

i SPWC 処理場

ノルウェーの ODA として導入されたベルギー製 (MENART 社製) の設備を使用して生ごみなどの処理をしていた。投資総額は、10,322,584USD とのことだった。まず、プラスチック袋などに入った生ごみを破袋コンベヤに投入し、破袋後にトロンメル (回転式選別機: ふるいサイズ 90mm φ) にかけて、比較的大きなものは、手選別ラインへ、生ごみ (プラ混ざり) は堆肥化施設へ搬送される。投入コンベヤの途中で、破袋が不十分な袋を再度破袋する作業員もいた。

選別ラインでは、有価になるプラスチックを色付きと色なしで抜き出している。最大 20 名の選別ライン。生ごみは、きれいに分かれるわけではなく、プラスチックなどが混入した状態で堆肥化施設へ送られている。



図 92 搬入ごみ



図 93 トロンメル

一番の問題点は、蛍光灯などの有害廃棄物も一緒に廃棄されている実態があるということである。堆肥化された物にも当然、有害物質が含まれている可能性がある。

プラスチックが混入している生ごみを堆肥化しているが、攪拌と水を混ぜる専用重機があり、それを利用して熟成させている。熟成期間は 1 ヶ月程度。熟成されたものは、再度、トロンメル (ふるいサイズ 15mm φ) にかけて、プラスチックと堆肥に分けられている。



図 94 選別ライン



図 95 選別後の有価用プラ



図 96 選別後の有価用色付きプラ



図 97 プラ混じりの熟成中堆肥



図 98 プラスチック除去後堆肥



図 99 堆肥混合攪拌機



図 100 堆肥用トロンメル

図 99 の装置で攪拌（切り返し）しながら水と混ぜて、堆肥を1ヶ月程度かけて熟成していく。

堆肥を取り除いた残りが埋め立てされている。主にはプラスチックが多いが、生ごみの多くは堆肥化されているため、異臭の発生が少ないようである。外観だけ見れば、PPFの原料としては十分利用できるものが多くある。



図 101 埋立処分場遠景



図 102 民間埋立処分場近景

ii ソクチャン省民間焼却施設

ソクチャン省郊外における廃棄物を民間の処理場（焼却、埋立）で扱っている。しかし故障中にもかかわらず廃棄物を焼却していた。埋立スペースも十分なく、抜本的な解決が望まれる。



図 103 民間焼却施設



図 104 埋立処分場

(5) ソクチャン省天然資源環境局 (DONRE) との打ち合わせ



図 105 ソクチャン省 DONRE との協議

ソクチャン省天然資源環境局 (DONRE) では、2024 年より家庭ごみの 3 分別を開始するが、収集やその後の処理で混ざっては意味がないので、業者などを指導しているそうである。また、SPWC 等の必要な情報は、DONRE 経由で入手することになった。

ソクチャン省の廃棄物処理については、2 社以上からの申請があれば入札に入るが、1 社からの提案であっても提案内容が良ければその 1 社を選定し進めていくとのことだった。現時点では調査している企業はあるが、具体的な提案はまだないようである。廃棄物発電は FIT の次期価格 (第 8 次価格) が決まっていないが、ソクチャン省の計画には入っているため、基本的には進めていきたいとのことだった。

産業廃棄物だけに特化した内容でも可能としている。現在 SPWC が受け取る処理費は、359,000 ドン/トン (約 2,100 円/トン) であり、日本の一般廃棄物の平均的な処理単価

20,000 円／トンと比べるとかなり安価である。

(6) ソクチャン省の廃棄物処理に関する提案や方向性

ソクチャン省では、既に予算化され決定事項である廃棄物発電を優先的に進めたい考えである。一部民間企業が入り収集や処分（焼却、埋立など）も行っているが、焼却施設などは環境上問題がある状態であり、環境基準を遵守できる焼却施設を併用しながら、リサイクル可能なものは選別してリサイクルしていくという流れが望ましい。また、マテリアルリサイクルできないものを廃棄物発電やフラフ、RPF などのサーマルリサイクル燃料にすることが妥当である。

しかしながら、現状では蛍光管など有害廃棄物が、可燃ごみと共に廃棄されており、サーマルリサイクル化を進めるには、さらなる調査や検討が必要と考えている。2024 年度以降のごみの分別強化で、蛍光管などが、どのように取り扱われるかについても確認が必要である。現時点では細かい分別内容が明確化されていないため、廃棄物発電を含めた提案は、現時点では難しい。今後は廃棄物発電についての収益性の課題についても他の自治体からも情報収集を行いながら、適宜ソクチャン省に提案していく予定である。

将来、有害廃棄物の混入が改善できたと仮定して、塵芥類の多い廃棄物による廃棄物発電の可能性について考察した³²。一般的に補助燃料を使用せずに、廃棄物自身を持つ発熱量によって燃焼することを「自燃」と言い、自燃の下限値は低位発熱量で概ね 3,350 kJ/kg（約 800 kcal/kg）と言われている。さらに焼却処理の際、廃棄物自身を持つ発熱量の一部を回収することによって発電が可能となる下限値は概ね 6,300 kJ/kg（約 1,500 kcal/kg）とされている。表 54 に、ホーチミン市のごみ組成を示す。組成比率別で加重平均した低位発熱量は、4,947kJ/kg となり、自燃に必要なとされる 3,500kJ/kg はクリアしているが、発電可能な下限値の 6,300kJ/kg を下回っている。

³² 廃棄物発電に対する考察及び都市ごみの組成については、国立環境研究所 資源循環・廃棄物研究センター オンラインマガジン循環・廃棄物のけんきゅう「ホーチミン市における都市ごみの発熱量と焼却処理」（河井 紘輔氏）を参照した。

表 54 ホーチミン市ごみ組成

	物理組成	水分	可燃分	灰分	水素分	高位発熱量	低位発熱量
単位	%	%	%	%	%	kJ/kg	kJ/kg
厨芥類 (分解性)	69.0	73.4	20.4	6.2	1.6	3,707	1,509
厨芥類 (難分解性)	0.8	17.4	0.0	82.6	0.0	0	-434
紙類	3.0	50.1	40.1	9.8	3.1	8,849	6,899
紙おむつ	3.0	76.1	19.7	4.2	1.1	5,837	3,686
プラスチック類	15.9	37.8	54.5	7.7	6.8	21,670	19,190
金属類	0.2	4.6	0.0	95.4	0.0	0	-115
その他無機物	1.9	4.6	0.0	95.4	0.0	0	-115
木類	0.7	33.3	60.4	6.2	4.0	11,224	9,485
ゴム・皮革類	0.7	30.9	54.3	14.8	3.2	14,394	12,904
繊維類	5.0	48.1	45.7	6.2	3.4	9,885	7,917

表 55 ソクチャン省ごみ組成 (推定)

	物理組成	水分	可燃分	灰分	水素分	高位発熱量	低位発熱量
単位	%	%	%	%	%	kJ/kg	kJ/kg
厨芥類 (分解性)	73.0	73.4	20.4	6.2	1.6	3,707	1,509
厨芥類 (難分解性)	0.8	17.4	0.0	82.6	0.0	0	-434
紙類	3.0	50.1	40.1	9.8	3.1	8,849	6,899
紙おむつ	3.0	76.1	19.7	4.2	1.1	5,837	3,686
プラスチック類	11.9	37.8	54.5	7.7	6.8	21,670	19,190
金属類	0.2	4.6	0.0	95.4	0.0	0	-115
その他無機物	1.9	4.6	0.0	95.4	0.0	0	-115
木類	1.5	33.3	60.4	6.2	4.0	11,224	9,485
ゴム・皮革類	0.7	30.9	54.3	14.8	3.2	14,394	12,904
繊維類	4.0	48.1	45.7	6.2	3.4	9,885	7,917

ソクチャン省もホーチミン市のデータを元に、ホーチミン市よりも若干厨芥類が多く、プラスチック類が少ない仮定で試算してみた（表 55）が、4,246kJ/kg であり、自然はするものの、発電可能な 6,300kJ/kg を下回っている事が推測される。しかしながら、ソクチャン省では、後述している生ごみを堆肥化する処理で水分が大幅に減少するため、それ以降の工程で取り出す前提に立てば発熱量も増え、発電が可能ではないかと考えている。厨芥類の水分が 1/3 程度になれば 6,841kJ/kg であり、発電可能な 6,300kJ/kg を上回る事が可能となる。

これは日本国内では、香川県三豊市（株）エコマスターが行っているトンネルコンポストを利用したサーマルリサイクルに近い手法となる。三豊市では、生ごみ等の可燃系一般廃棄物を受け入れ、破碎後に発酵・乾燥を行う。この工程がトンネルコンポストと呼ばれる部分であり、微生物を利用して生ごみを分解し、またその発酵熱で水分を除去する。残ったプラスチックや紙などを RPF 化して燃料として利用している。発酵という方法で水分を減らす事は、塵芥類の多い廃棄物による廃棄物発電での前処理としては有効な手法の一つと考えている。

5.8. 他自治体及び RPF に関する情報収集

(1) DECOS でのヒアリング

i RPF 利用に関するヒアリング

DECOS (DAI DONG ENVIRONMENT SOLUTIONS CO, LTD) にて、RPF の製造や利用に関する手続きなどについて確認した。DECOS は、日本の（株）市川環境エンジニアリングとベトナム・ハノイ市の廃棄物処理公社 URENCO の子会社である URENCO11 が出資する形で運営している企業である。設立は、2016 年の 5 月であり、ベトナムでの RPF 製造及び販売を手掛けている。



図 106 DECOS との協議の様子

DECOS は RPF を燃焼する場合の規制については、利用するユーザー側に任せているとのことであり、ベトナムにおいて RPF は認知されていないため、特別な規制がないとの認識を示された。ただし、製造業としての申請が必要であり、標準計量品質総局に製品として登録し

ているとのことである。

DECOS としては、RPF について発信して認知度を高める事が必要であり、ベトナム全土で RPF が普及するように努力していきたいとのことだった。

ii DECONOS での RPF 製造

DECOS での RPF 製造は、プラスチック系を 90%程度使用しているため、灰分は 5%程度である。従来は、製紙工場のパルパーかす等の水分の多い原料を使用していたが、現在は、プラスチックフィルムのロールなど、水分の少ないものを増やして使用している。利用先で燃焼した灰の処分は利用側の責任であるが、URENC011 に持ち込み再度焼却して埋め立てする提案も行うようである。



図 107 RPF 原料



図 108 RPF の成形状況

RPF の利用先としては、レンガ製造、飼料メーカー、製紙会社、製薬会社、繊維会社、食品飲料製造などがあり、搬送距離は 100 k m以内との事である。安価な石炭は RPF と比較して熱量が低く、RPF と熱量が同等の石炭は RPF より少し価格が高いため、RPF の市場価値があるようである。

設備メンテナンスは、木質ペレット製造設備とほぼ同じ内容の点もあるため、ベトナム国内の設備保全企業で対応が可能なのである。設備の肉盛り溶接補修などは、作業員に日本で研修を受けさせて対応させているとの事である。



図 109 ベトナム製破碎機

初期は、日本や中国の設備を使用していたが、導入費用が高額であり、補修の問題もあるため、現在では、破碎機などはベトナム製に切り替えられていた。

(2) カントー市関係機関ヒアリング

i カントー市概略

カントー市は、メコンデルタにある自治体の一つで、人口は約 120 万人であり、ホーチミン市から車で南へ 3 時間半程度に位置する都市である。カントー市は昔からメコンデルタの要所であり、空港などはトップクラスのインフラが整備されている。水路が商品運搬手段だったこともあり、水上マーケットが盛んである。カントー市は工業がソクチャン省より盛んであり、組成が明確化されている産業廃棄物からのマテリアルリサイクル化やサーマルリサイクル化も視野に入れている。

ii カントー市及び天然資源環境局 (DONRE) へのヒアリング

カントー市では、生活ごみ 700t/日、産業廃棄物 350t/日、医療廃棄物・数 t/日が発生している。ODA で導入した焼却施設は、稼働状況が良くないため、医療廃棄物処理に対する影響が出ているようである。また、産業廃棄物は市外に処理を出しているため、市内に産業廃棄物の処理場を設置したいとの意向がある。堆肥化も行っているが、品質が良くないため、成分調整などを行う必要があり、そのまま使用できないようである。



図 110 カントー市関係者との協議

他の課題として、ごみの分別方法が定まっておらず、指定された場所に市民が出さないという問題もある。市内を9区域に分けており、それらを4社の収集業者が回収しているがレベルに差がある。収集業者のうち、3社は民間企業であり、残りの1社には国が出資しているが、株式会社として運営している。EUの補助でカントー大学にて、廃棄物関連の研究を実施しており、いくつかの対策案が提出されている。

処理先としては、9区域のうち、3区域をミントン社での処理、6区域を廃棄物発電で対応している。6区域のうち、4区域は廃棄物発電専属区域として指定されている。カントー氏からは、収集運搬も含めて効率的な廃棄物処理の提案を求められた。また、カントー市では、焼却施設も多く存在していたが、環境基準に合わない施設は徐々に稼働を中止としているようである。

RFの利用（燃焼）についてDONREに確認したところ、排ガス基準がクリアできれば問題が無く、廃棄物処理のライセンスを取得している企業が製造するのは問題ないとの認識であった。ただし、自社工場内の廃棄物であっても燃料化して販売する場合、廃棄物処理のライセンスが必要であるとの見解であった。

iii 民間焼却施設（ミントン社）

カントー市の民間焼却施設の実態を調査する目的で訪問した。ミントン社は、カントー市の民間処理施設として、焼却及びコンポスト化で、1日100トンのごみを処理している。土間選別で作業員が、プラスチックと生ごみなどコンポスト可能な物に分けていた。民間で事業の許可を得て焼却を運営しているが、最新の排ガス基準には合致していない。ダイオキシン対策も不十分と思われる焼却施設が、大小5台ある。

カントー市DONRE側も、規制を厳しくしても成り立たなくなるので、現時点での基準に対する指導は、あえて実施していないとの事であったが、ミントン社も2026年に閉鎖するよ

うである。



図 111 ミントン社作業風景



図 112 ミントン社社長へのヒアリング

iv カントー市廃棄物処理公社 (Canto Urban Joint Company)

中間処理方法の可能性について説明するとともに、収集運搬も含めた廃棄物処理に関する課題についてヒアリングした。



図 113 ミントン社との協議参加者

カントー市廃棄物処理公社は以前は公営であったが、現在は株式会社となっている。国からの出資もある。ごみ収集がメインの業務であるが、街路樹や公園対応、照明管理なども手掛けている。収集車両台数は 80 台程度である。

9 区域のうち、8 区域にまたがり収集運搬を実施している。日量 600t 程度を収集しており、500t を廃棄物発電、100t をミントン社に搬入している。現在カントー市内に産業廃棄物や有害廃棄物を処理する業者がないため、ホーチミン市へ運ばれており、課題であると認識されている。カントー市としても処理改善の取組みを進めており、JICA 支援で、ごみ分別の実証実験やオランダの支援で、川のごみ回収などを実施しているとのことである。

中継地点が不十分で、中間処理場がないことが原因で、分別されても、その後の処理が対

応できないという問題があり、中継地点や中間処理施設の設置を望まれている。

(3) ビンズオン省ヒアリング

i ビンズオン省天然資源環境局 (DONRE) ヒアリング

ビナクラフトペーパー（後述）が所在するビンズオン省の DONRE に RPF 製造や利用に関する規制についてヒアリングを実施した。ビンズオン省は、他のエリアと比べて経済発展が遅かったようであるが、現在は、ベトナム国内でもトップクラスの投資しやすい環境になっており、国内で 4 番目の投資環境評価をされている。12 区域の一般住宅と 20 区域の工業団地からなる。ビンズオン省では、産業廃棄物についてはライセンスを所有している 8 社が処理をしている。現在、100ha の処理場があるが、追加で 200ha と 400ha の処理場を新たに準備しており、生活ごみ、産業廃棄物、有害廃棄物に対応する。

現在、日本（METI 関西等）およびベトナム天然資源環境省（MONRE）と共に国内の 6 省が参加して、焼却・埋立の基準見直し、収集運搬、発電について検討している。

ビンズオン省内では、製紙会社が既にプラスチックと、紙を利用した RPF を製造し利用しているとの情報を得た。ビンズオン省としても RPF 化と利用は有効であると考えられているようである。ただし、ビナクラフトペーパーは、廃棄物の輸入のライセンスを取得しており、その際の管轄は全て MONRE になるため、RPF 導入の手続きは MONRE に申請して欲しいとの要望があった。

ビナクラフトペーパーが RPF 事業を行うためには、製品登録のライセンスの中に、RPF を製造する事業計画を入れる必要がある。ライセンスの更新をしない場合は、廃棄物はビンズオン省の指定されたごみ処理場で処理する必要がある。

基本的には、廃棄物の燃焼に関する大気汚染防止法の QCVN30 をクリアできるかがポイントとなることであった。2 段階燃焼で、1 度目が 750℃、2 度目が 1,050℃というのが現状の規定であると説明を受けた。しかし、現在見直しが進められており、2023 年内に発行され、2025 年から適用される見通しである。ビンズオン省では、RPF 原料は廃棄物として認識しているようである。

RPF を製造・利用する場合の手続き方法として 2 パターンがある。1 つは、ビナクラフトペーパーが自社工場内で RPF を製造する場合とオガワエコノスがビナクラフトペーパーの工場内で土地を借用して RPF を製造販売する場合である。

前者の場合、投資許可証変更で、工業団地の管理局に RPF 製造を追加する。その後、環境影響評価を MONRE に提出して、MONRE 承認後に試運転を実施し、申請書と照らし合わせて確

認する。後者の場合は、工業団地の管理局にビナクラフトペーパーが敷地貸し出しの投資許可証の変更を行う。許可後、環境影響評価を行い、工商省に RPF の製品登録を行う。

オガワエコノスとして RPF 事業を正式に進めることになれば、MONRE にも確認したうえで進めていく予定である。

(4) ホーチミン市廃棄物処理企業ヒアリング

i ビナユーセン

ホーチミン市の民間廃棄物処理会社であり、収集運搬や焼却、リサイクル、オイル再生などを手掛けている。感染性廃棄物の焼却も行う。オーストラリアとベトナムの資本が入っている。今回は、施設見学程度であったが、ホーチミン市にある民間処理企業ということで、今後もベトナムの中心的な廃棄物処理を担っていく企業として情報交換を行っていく予定である。



図 114 有害廃棄物



図 115 ビナユーセンの処理施設

ii CITENCO

CITENCO は、ホーチミン都市環境公社で、一般廃棄物から産業廃棄物まで収集や処分を手掛ける業者である。排水処理や日量 42 t の焼却施設（産廃用）も所有する。300 台以上の収集車両を所有している。ホーチミンの一部で、同社は資源ごみを現金やギフトに置き換えるサービスを始めている。ベトナムで最も経済発展が目覚ましいホーチミン市の廃棄物を取り扱う業者（公社）であり、世界中から各種の提案（廃棄物発電を含め）を受けている。1 日の廃棄物量は 9,000t を超える。

ビナユーセン同様、ベトナムの廃棄物処理の動向を把握する上で、引き続き情報交換を行っていく。

5.9. RPF ユーザー候補ヒアリング

日本国内の事例を参考に 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。令和3年度に調査対象とした製紙工場（ハウザン省）、セメント工場（アンザン省）に加え、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として、カントービール（カントー市）およびピナクラフトペーパー（ビンズオン省）を訪問ヒアリングした。

(1)カントービール



図 116 カントービールとの面談

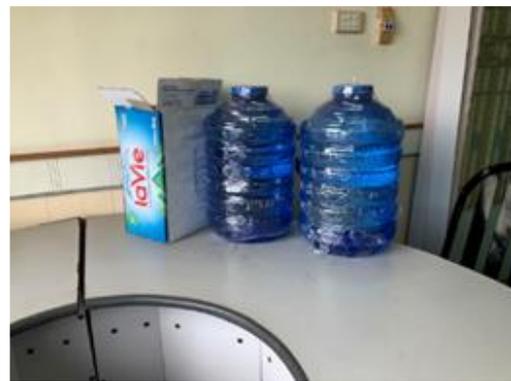


図 117 カントービールの製品

同社は以前ビールを生産していたが、現在ではビールの生産は中止して、ジュースやミネラルウォーターの生産を実施している。ジュースの生産量は、1,000 万リットル/年であったが、コロナ以降は 300 万リットル/年程度に落ちているそうである。工場は 1 ヶ所のみで、従業員は 100 名程度である。

以前は石炭を使用していたが、現在では使用しておらず、十数年前から籾殻燃料（ブリケット）を使用しているとのことであった。使用量は、30 トン～50 トン/月で、価格は 2,000 ドン～3,000 ドン/kg、運賃は、5 円/kg 程度である。事業で発生する産業廃棄物は、ほとんどが、有価物としてリサイクルされており、それ以外は、生ごみなどの有機系廃棄物が少量発生するようである。

石炭から籾殻燃料に切り替える際に排ガスの分析を実施・提出しており、また 3 ヶ月に一度分析結果を提出しているとのことだった。本来は、連続監視測定を行い、自動でデータを提出するシステムを導入する必要があるが、免除されているとのことだった。

オガワエコノスで製造している RPF のサイズ（直径 35mm φ、長さ 50mm～100mm）について、ボイラ投入する上で支障がないか確認した所、問題ないとの回答を得た。燃焼テストを行う場合は、2t/日程度で、分析や変動確認が可能とのことであった。分析費用は約 500 万ドン。今後、現地製造の RPF もしくは、日本からの輸出 RPF でテストを行うことを検討す

る。

(2) ビナクラフトペーパー

RPF の利用先としての可能性について以前も訪問した企業であり、今回改めて可能性の調査を行うために訪問した。ビナクラフトペーパーは、タイのサイアム・セメント・グループ及び日本のレンゴー（株）が出資している段ボール原紙の製造・販売を運営する企業である。年間生産量 500,000 トンで抄紙機を 2 台所有している。

現状、月に 3,000 トンのプラスチック廃棄物を外部に処理委託している。主な廃棄物は、含水率が約 50% のパルパーかすである。外部に出す前に、自社工場内で破碎と番線などの金属除去を行っている。水分を絞り出す RPF 用の成形機があり、それを利用しての収支をオガワエコノスで試算中である。石炭利用及び廃棄物の社外処理よりもコストメリットがあれば検討したいとの見解を示されている。



図 118 ビナクラフトペーパーとの協議



図 119 ビナクラフトペーパーのボイラ

5. 10. 事業化に向けた方向性

ソクチャン省の廃棄物処理公社 (SPWC) が対応している廃棄物については、他のエリアと異なり、生ごみを堆肥化して、その他のプラスチック等と分けてから埋立処分を行っているため、埋立処分場での悪臭の問題がかなり抑えられていた。埋立処分場にあるものは、外観上は、サーマルリサイクル原料として十分使用できると考えているが、元の回収時に蛍光管などの有害廃棄物も一緒に回収されているため、サーマルリサイクルするには、調査や十分な検討が必要である。2024 年から 3 分別が開始される予定があり、分別内容も確認しながら提案や協議を継続する予定である。

まずは、産業廃棄物等の安定した原料を使用してのマテリアルリサイクル、サーマルリサイクルを検討したいが、ソクチャン省では、工業系の産業が盛んでないため、近隣の自治体を調査しながら、ソクチャン省で可能な収集や処理の見直しについて提案していきたいと

考えている。廃棄物発電についても調査した内容を踏まえて、見解を伝える予定である。

他の自治体として候補になっているのがソクチャン省に比較的近いカントー市であり、自治体の一般廃棄物は、ソクチャン省同様、2024年の廃棄物の3分別適用がどのように運用されるか注視する必要があるが、工業系のサーマルリサイクル原料やRPFユーザーになり得る企業の可能性が高いため、引き続きカントー市についても調査、協議を進めていく予定である。

また、個別事案としてビナクラフトペーパー(製紙工場)でのRPF製造・利用については、コスト試算を行ったうえで、先方と引き続き協議を行い、MONREに確認を取りながら実証に向けて活動していく。

5.11. 本事業導入の可能性

(1) 廃棄物発電事業の収支試算

調査結果を元に、日本の設備を導入する想定での廃棄物発電の収支予測について試算した。一般的な廃棄物発電施設として日本で運営する内容と同じ仮定で試算しているが、人件費、消耗品など一部の費用については、ベトナムを想定した価格とした。また、土木建築は35億円、プラント設備は90億円(3基)、重機などの機材は1億5千万円とした。

その他、主だった仮定として廃棄物の量としては、一般廃棄物が450トン/日、産業廃棄物が150トン/日で、合計600トン/日とした。燃焼炉は3基で、発電効率は13%、FITは最新の価格が提示されていないが、収益を10.05セント/kWh(13.266円/kWh)を前提条件とした。

処理単価を一般廃棄物3,000円/トン、産業廃棄物10,000円/トンと仮定して試算したものが(表56)である。現状の処理費が、日本国内の一般廃棄物処理単価20,000円/トンと比較して、かなり安価であり、炉の立ち上げ時に使用するLNGなどのランニングコストを十分カバーできない結果となっている。

表 56 廃棄物発電収支予測（ノーマルケース）

単位：百万円

損益計算		比率	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	
売上	F I T収入	57.5%	1,155	1,155	1,155	1,155	1,155	1,155	1,155	1,155	1,155	1,155	
	廃棄物受入処理収入（一廃）	20.1%	405	405	405	405	405	405	405	405	405	405	
	廃棄物受入処理収入（産廃）	22.4%	113	225	338	450	450	450	450	450	450	450	
	売上高	100.0%	1,673	1,785	1,898	2,010							
売上原価	外注費	1.0%	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	
	処分委託料	1.2%	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	
	人件費（製造）	3.1%	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	
	減価償却費（プラント）	16.8%	529	529	529	529	529	529	529	529	529	529	
	減価償却費（土建）	2.9%	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	
	減価償却費（機材）	1.0%	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	
	燃料・水道など	35.4%	1,082	1,093	1,104	1,115	1,126	1,137	1,149	1,160	1,172	1,184	
	消耗品費（その他）	17.4%	533	538	544	549	555	560	566	572	577	583	
	修繕費（ボイラ点検など）	11.9%	375	375	375	375	375	375	375	375	375	375	
	保険料	0.8%	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	
	資産除去債務	1.0%	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	
	固定資産税	5.8%	215	204	193	182	171	162	151	140	129	118	
	その他	1.9%	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	
		売上原価	100.0%	3,136	3,142	3,148	3,154	3,161	3,170	3,177	3,184	3,191	3,199
		売上総利益	- 56.9%	-1,463	-1,356	-1,250	-1,144	-1,150	-1,160	-1,166	-1,174	-1,181	-1,188

表 57 廃棄物発電収支予測（条件見直し後ケース）

単位：百万円

損益計算		比率	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	
売上	F I T収入	26.3%	1,155	1,155	1,155	1,155	1,155	1,155	1,155	1,155	1,155	1,155	
	廃棄物受入処理収入（一廃）	55.3%	2,430	2,430	2,430	2,430	2,430	2,430	2,430	2,430	2,430	2,430	
	廃棄物受入処理収入（産廃）	18.4%	203	405	608	810	810	810	810	810	810	810	
	売上高	100.0%	3,788	3,990	4,193	4,395							
売上原価	外注費	1.0%	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	
	処分委託料	1.2%	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	
	人件費（製造）	3.1%	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	
	減価償却費（プラント）	16.9%	529	529	529	529	529	529	529	529	529	529	
	減価償却費（土建）	2.9%	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	
	減価償却費（機材）	1.0%	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	
	燃料・水道など	35.7%	1,082	1,093	1,104	1,115	1,126	1,137	1,149	1,160	1,172	1,184	
	消耗品費（その他）	17.6%	533	538	544	549	555	560	566	572	577	583	
	修繕費（ボイラ点検など）	12.0%	375	375	375	375	375	375	375	375	375	375	
	保険料	0.4%	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	
	資産除去債務	0.5%	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	
	固定資産税	5.8%	215	204	193	182	171	162	151	140	129	118	
	その他	1.9%	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	
		売上原価	100.0%	3,107	3,114	3,120	3,126	3,133	3,142	3,149	3,156	3,163	3,170
		売上総利益	28.9%	680	877	1,073	1,269	1,263	1,254	1,247	1,240	1,232	1,225

対処方法として条件を見直して試算したのが表 57 である。プラント建設費に関わる初期投資の半額を補助金で賄える想定し、土木建築：35 億円、プラント：90 億円（3 基）の合計 125 億円を 62 億 5 千万円に対応できると仮定した。さらに処理単価も日本の一般廃棄物処理費に近い 18,000 円／トンで運営する形を取れば、売上総利益率で 28.9%程度の収益確保が可能となる。しかし、18,000 円／トンという単価はベトナム国内では、現時点では現実的な価格ではないと考えられる。一方で、ソクチャン省で実施されている選別・堆肥化と組み合わせて、廃棄物発電向けの廃棄物の水分を減少させて運用することで、改善される余地があると考えている。

ベトナム国内でも既に、廃棄物発電を実施している自治体は存在しており、現実的な運用方法についても引き続き調査する必要があると考えている。

(2)CO2 削減量・費用対効果算出等（廃棄物発電等による温室効果ガス削減事業）

i 概要

ソクチャン省で排出される一般廃棄物の全量が廃棄物発電の原料となることによる埋立処分場からの CH₄ 排出回避に伴う温室効果ガス（GHG）排出の削減効果を評価する。

ii MRV 方法論

MRV 方法論は、JCM 設備補助事業「ヤンゴン市における廃棄物発電」に使用された JCM 方法論「JCM_MM_AM001_ver01.0」³³を参考にした。

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) 焼却炉、廃熱回収ボイラー、排ガス処理装置、タービン発電機を新たに設置するプロジェクトであること。
- (b) 埋立ガスが回収できない廃棄物処理場で処理された都市ごみ（MSW）を焼却し、廃熱回収ボイラーで発生する蒸気で発電するプロジェクトであること。
- (c) プロジェクト施設を 5 年以上運用する予定があること。

³³ JCM_MM_AM001_ver01.0 (https://www.jcm.go.jp/mm-jp/methodologies/75/approved_pdf_file)

iii プロジェクトのバウンダリ

対象となる GHG とその排出源は表 58 の通りである。

表 58 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
	発電	CO ₂
プロジェクト	廃棄物に含まれる化石燃料成分の燃焼	CO ₂
	廃棄物の焼却	N ₂ O
	プロジェクト施設における電力消費	CO ₂
	焼却炉に投入する助燃材の消費	CO ₂

iv 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。なお、埋立処分場からのメタン排出量の推計には、IPCC2006年ガイドラインの第5巻の第3章に付属する算定ツール(エクセル)を用い、一般廃棄物の発生量と組成分析のデータについては調査結果を反映した。

その結果、埋立処分場からのメタン排出量は83,000トンCO₂換算/年、プロジェクト排出量は3,300トンCO₂換算/年となり、温室効果ガスの削減見込量は79,000トンCO₂換算/年と推計された。

$$ER_p = RE_p - PE_p$$

ER _p :	期間 p の温室効果ガス排出削減量 (トン CO ₂ 換算/p)
RE _p :	期間 p の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/p)
PE _p :	期間 p の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/p)

リファレンス排出量

$$RE_p = RE_{CH_4,p} + RE_{elec,p}$$

RE _p :	期間 p の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/p)	
RE _{CH₄,p} :	期間 p に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/p)	
RE _{elec,p} :	期間 p の発電に伴う CO ₂ 排出量 (トン CO ₂ 換算/p)	

$$RE_{CH_4,p} = \sum_{y=p_start}^{p_end} [\varphi \times (1 - f) \times GWP_{CH_4} \times (1 - OX) \times \frac{16}{12} \times f \times DOC_f \times MCF \times \sum_{i=1}^{y-1} \{W_i \times p_j \times DOC_j \times e^{-kj(y-1-i)} \times (1 - e^{-kj})\}]$$

RE _{CH₄,p} :	期間 p に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/p)	
y:	最初の廃棄(または焼却)から N 年目で、期間 p の最初の年 (y=p_start) から期間 p の最後の年 (y=p_end) までとする。y が 1 の場合、メタン生成は計上されない。	

p_start:	最初の廃棄（または焼却）から N 年目のうち、期間 p の最初の年	
p_end:	最初の廃棄（または焼却）から N 年目のうち、期間 p の最後の年	
φ:	モデルの不確実性を考慮したモデル補正係数	デフォルト値：0.80
f:	埋立処分場で回収されたメタンのうち、フレアリング、燃焼、または大気へのメタンの排出を防ぐ他の方法で使用された画分の割合	デフォルト値：0
GWP _{CH4} :	メタンの地球温暖化係数（トン CO ₂ 換算/トン CH ₄ ）	デフォルト値：25
OX:	酸化係数	デフォルト値：0.1
16/12:	変換係数（トン CH ₄ /トン C）	
F:	埋立処分場から排出されるガス中のメタンの割合（体積分率）	デフォルト値：0.5
DOC _f :	埋立処分場で発生する特定の条件下で分解される分解性有機炭素（DOC）の割合（重量分率）	デフォルト値：0.5
MCF:	メタン補正係数	条件により異なる。詳細は方法論を参照のこと。
i:	最初の埋立処分（または焼却）から N 年目	
W _i :	i 年に焼却炉に投入された一般廃棄物の量（湿ベース）（トン）	モニタリング対象
p _j :	廃棄物の種類 j の割合（重量分率）	調査結果を使用
DOC _j :	廃棄物種類 j に含まれる分解性有機炭素の割合（重量分率）	デフォルト値を使用
k _j :	廃棄物種類 j の減衰率（1/yr）	デフォルト値を使用
j:	廃棄物の種類	

$$R_{Eelec,p} = EG_{elec,p} \times EF_{elec}$$

R _{Eelec,p}	期間 p の発電に伴う CO ₂ 排出量（トン CO ₂ 換算/p）	
EG _{elec,p}	期間 p のプロジェクト施設で発電された電力量（MWh/p）	モニタリング対象
EF _{elec}	電気の排出係数（トン CO ₂ /MWh）	ベトナムのデータ：0.9130 kgCO ₂ /kWh

プロジェクト排出量

$$PE_p = PE_{COM,CO_2,p} + PE_{COM,N_2O,p} + PE_{EC,p} + PE_{FC,p}$$

PE _p	期間 p のプロジェクト活動に伴う GHG 排出量（トン CO ₂ 換算/p）	
PE _{COM,CO₂,p}	期間 p に焼却される廃棄物中の化石燃料由来の炭素の燃焼に伴う CO ₂ 排出量（トン CO ₂ 換算/p）	
PE _{COM,N₂O,p}	期間 p に焼却される廃棄物中の化石燃料由来の炭素の燃焼に伴う N ₂ O 排出量（トン CO ₂ 換算/p）	
PE _{EC,p}	期間 p にプロジェクト施設における電力消費に伴う CO ₂ 排出量（トン CO ₂ 換算/p）	
PE _{FC,p}	期間 p にプロジェクト施設における補助燃料の消費に伴う CO ₂ 排出量（トン CO ₂ 換算/p）	

$$PE_{COM,CO_2,p} = EFF_{COM} \times 44/12 \times \sum_j (\sum_{i=p,start}^{p,end} W_i \times p_j \times \frac{DC}{100} \times FCC_j \times FFC_j)$$

PE _{COM,CO2,p} :	期間 p に焼却される廃棄物中の化石燃料由来の炭素の燃焼に伴う CO ₂ 排出量 (トン CO ₂ 換算/p)	
EFF _{COM} :	焼却炉の燃焼効率 (—)	デフォルト値: 1
44/12:	換算係数 (トン CO ₂ /トン C)	
i:	焼却を始めてから N 年目	
W _i :	i 年に焼却炉に投入された一般廃棄物の量 (湿ベース) (トン)	モニタリング対象
p _j :	廃棄物の種類 j の割合 (重量分率)	調査結果を使用
DC:	廃棄物中の乾物の割合 (%)	調査結果を使用
FCC _j :	廃棄物 j の全炭素含有率 (トン C/トン)	デフォルト値を使用
FFC _j :	廃棄物 j の全炭素含有量の中の化石燃料炭素の含有率 (重量分立)	デフォルト値を使用
j:	廃棄物の種類	

$$PE_{COM, N2O, p} = \sum_{i=p, start}^{p, end} W_i \times EF_{N2O} \times GWP_{N2O}$$

PE _{COM, N2O, p}	期間 p に焼却される廃棄物中の化石燃料由来の炭素の燃焼に伴う N ₂ O 排出量 (トン CO ₂ 換算/p)	
W _i :	i 年に焼却炉に投入された一般廃棄物の量 (湿ベース) (トン)	モニタリング対象
EF _{N2O} :	焼却に伴う N ₂ O の排出係数 (トン N ₂ O/トン廃棄物)	デフォルト値を使用
GWP _{N2O} :	N ₂ O の地球温暖化係数 (トン CO ₂ 換算/トン N ₂ O)	デフォルト値: 298

$$PE_{EC, p} = EC_p \times EF_{elec}$$

PE _{EC, p}	期間 p にプロジェクト施設における電力消費に伴う CO ₂ 排出量 (トン CO ₂ 換算/p)	
EC _p :	期間 p にプロジェクト施設で消費された電力量 (MWh/p)	モニタリング対象
EF _{elec} :	電気の排出係数 (トン CO ₂ 換算/MWh)	条件により異なる。詳細は方法論を参照のこと。

$$PE_{FC, p} = \sum_{fuel} (FC_{fuel, p} \times NCV_{fuel} \times EF_{CO2, fuel})$$

PE _{FC, p}	期間 p にプロジェクト施設における補助燃料の消費に伴う CO ₂ 排出量 (トン CO ₂ 換算/p)	
EF _{fuel} :	期間 p の補助燃料の消費量 (kL または m ³ /p)	モニタリング対象
NCV _{fuel} :	燃料の発熱量 (GJ/kL または m ³)	実測値/国独自の値 (専門家判断) /IPCC デフォルト値
EF _{CO2, fuel} :	燃料の CO ₂ 排出係数 (トン CO ₂ /GJ)	デフォルト値を使用
fuel:	燃料の種類	

v 費用対効果

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約 3, 200 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 59 費用対効果

項目	値	備考
初期投資額 (円) ①	125 億	土木建設、プラント、重機など
耐用年数 (年)	15	出所：廃棄物資源循環学会誌, Vol. 31, No. 1, pp. 16 -19, 2020
GHG 排出削減量 (トン CO ₂) ②	1,188,000	耐用年数期間中の効果
費用対効果 (円/トン CO ₂)	10,500	①/② ※補助なしの場合。
費用対効果 (円/トン CO ₂)	3,200	補助額/② ※JCM 設備補助事業の計算式。3割補助想定試算結果。

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 60 に示すパラメータをモニタリングする必要がある。いずれもプロジェクト実施者が測定する必要がある。事前に国際コンソーシアムの中で役割を明確にしておく必要がある。

表 60 モニタリングパラメータ

パラメータ	モニタリング実施者
廃棄物発電施設に投入された一般廃棄物量 (トン/p)	プロジェクト実施者
プロジェクト施設での電力消費量 (MWh/p)	
補助燃料の消費量 (kL/p または m ³ /p)	

vii 今後の検討事項

今回の推計に用いたデータについては、初期投資にかかる情報も含め、さらなる精査が必要である。