

令和 5 年度環境省委託事業

令和 5 年度脱炭素社会実現のための都市間連携事業委託業務
(愛媛県とベンチェ省による脱炭素・循環型社会
実現に向けた都市間連携事業)

報告書

令和 6 年 3 月

日本エヌ・ユー・エス株式会社

愛媛県

目次

1. 本業務の背景、目的及び実施体制	6
1.1. 背景および目的.....	6
1.2. 本業務の実施体制と実施内容.....	9
2. 事業化計画の策定	10
2.1. 愛媛県の気候変動対策とベンチェ省の繋がり.....	10
2.2. 導入可能性技術と調査結果.....	12
2.2.1. 水素および太陽光をはじめとする再生可能エネルギー分野.....	12
(1) 関連政策・制度の動向調査.....	12
1) 再生可能エネルギー普及に関する政策・制度.....	12
2) ベンチェ省における電力利用状況等に関する調査.....	17
(2) 事業化計画策定に向けた基礎調査.....	20
1) 化石燃料に代替する再生可能燃料の導入可能性調査.....	20
2) 太陽光発電システムの導入可能性調査.....	35
(3) 事業モデル案の策定.....	40
1) 化石燃料に代替する再生可能燃料.....	40
2) 太陽光発電システム.....	40
2.2.2. 廃棄物処理分野.....	42
(1) 関連政策・制度の動向分析.....	42
(2) 事業化計画策定に向けた基礎調査.....	48
1) 廃プラスチックの燃料化ポテンシャルの把握.....	48
2) 燃料化設備の候補技術、メーカー等の整理.....	56
2.2.3. 排水処理分野.....	65
(1) 関連政策・制度の動向分析.....	65
1) ベンチェ省の水産養殖分野の方針.....	66
2) 環境保護法.....	67
3) 養殖施設の養殖用水の水質分析を行う際の国家技術基準.....	71
(2) 事業化計画策定に向けた基礎調査.....	73
1) 水質分析技術導入ポテンシャルの把握.....	73
2) 水質分析技術、メーカー等の整理.....	80
2.2.4. 都市間連携分野.....	83
(1) 政策意見交換.....	83
(2) 政策提言活動.....	84
3. 成果のまとめと今後の活動方針	86
参考資料 1.....	89
参考資料 2.....	91
参考資料 3.....	98
参考資料 4.....	116

図目次

図 1-1 ベンチェ省位置図（左）及び省内の地区（右）	6
図 1-2 ベンチェ省の主要産業	6
図 1-3 塩水遡上、廃棄物課題	7
図 1-4 愛媛県とベトナムおよびベンチェ省との連携経緯	7
図 1-5 愛媛県事業の成果の概要	8
図 1-6 愛媛県独自事業と都市間連携事業の位置づけ	8
図 1-7 実施体制図	9
図 2-1 Giao Long 工業地帯概要	25
図 2-2 代替燃料導入先候補(THANH CONG ENERGY SERVICE CORPORATION)外観	26
図 2-3 発電用 60t ボイラ	27
図 2-4 蒸気供給用 40t ボイラ	27
図 2-5 燃料として利用される廃棄物（左）ともみ殻（右）	28
図 2-6 三浦工業株式会社の水素ボイララインナップ	29
図 2-7 TGS のホーチミン事務所外観	30
図 2-8 TGS が運営または計画しているプロジェクト一覧	31
図 2-9 Thi Vai LNG 受入基地外観	32
図 2-10 Thi Vai LNG 受入基地から Giao Long 工業団地までの距離（Google Map より JANUS 作成）	33
図 2-11 想定される CNG ガスによる工業団地に立地する事業者の低炭素化モデル	34
図 2-12 アドバンテックによる VIETCOCO 社への提案概要	40
図 2-13 ベトナムにおける法令の体系図	43
図 2-14 ベンチェ省における廃棄物発生量と今後の推移見込み（ベンチェ省政府より受領）	49
図 2-15 ベンチェ省における廃棄物処分場概要（ベンチェ省政府より受領）	49
図 2-16 Chau Thanh 郡に立地する処分場の実態（2022 年 11 月撮影）	50
図 2-17 廃棄物処分場建設計画（ベンチェ省政府より受領）	51
図 2-18 ベンチェ省天然資源環境局との協議（2023 年 9 月 26 日）	54
図 2-19 THANH CONG ENERGY SERVICE CORPORATION との協議（2023 年 9 月）	55
図 2-20 RPF 製造原料	55
図 2-21 2000 年から 2020 年における製紙産業のエネルギー構成推移	57
図 2-22 RPF 需要推移と生産実績	58
図 2-23 日本ウエスト株式会社の製造フロー	61
図 2-24 エビス紙料株式会社によるリサイクル事業概要	62
図 2-25 環境配慮型養殖事業における 2023 年度の実施事項	65

図 2-26 ベトナム及びベンチェ省における水産養殖の統計（１）	75
図 2-27 ベトナム及びベンチェ省における水産養殖の統計（２）	76
図 2-28 ベトナム及びベンチェ省における水産養殖の統計（３）	77
図 2-29 河口沿岸地域における養殖場の様子.....	77
図 2-30 三浦工業環境科学研究所における分析の様子（左）、研究所外観（右） ...	81
図 2-31 三浦工業環境科学研究所による養殖事業への貢献イメージ.....	81
図 2-32 ベンチェ省政府とのキックオフ（2023 年 6 月 8 日）	84
図 2-33 愛媛県来県の様子（中村知事とタム人民委員長との会談、アドバンテック視 察、三浦工業視察）	86

表目次

表 2-1 各年度における発電容量の実績と目標.....	12
表 2-2 ベトナムにおいて検討されている水素製造方法 ⁷	14
表 2-3 インベントリ作成が必要な事業者.....	16
表 2-4 インベントリ作成の義務付けに関する法.....	16
表 2-5 インベントリ作成の義務付けに関する基準.....	17
表 2-6 2015～2019 年のベンチェ省内の分野ごとの消費電力（JANUS 作成）.....	17
表 2-7 ベンチェ省におけるインベントリの作製が義務付けられている事業者.....	22
表 2-8 ベンチェ省における太陽光発電導入ニーズの高い事業者との面談.....	35
表 2-9 ベンチェ省における太陽光発電導入ニーズのある企業訪問結果（2023 年 2 月）	37
表 2-10 ベンチェ省における太陽光発電導入ニーズのある企業訪問結果（2023 年 11 月）.....	37
表 2-11 ベトナム環境保護法（2020 年改正）の概要.....	42
表 2-12 2050 年に向けた 2025 年まで固形廃棄物に関する総合管理国家戦略.....	46
表 2-13 ベンチェ省政府による廃棄物管理に関する投資計画.....	51
表 2-14 日本 RPF 工業会に所属する愛媛県内 RPF 製造事業者（正会員のみ）.....	58
表 2-15 RPF の特徴.....	59
表 2-16 RPF 原料として使用可能な古紙類.....	59
表 2-17 RPF 原料となる廃プラスチック類.....	60
表 2-18 RPF の品質.....	61
表 2-19 設備導入に関する要件の具体的内容.....	63
表 2-20 No. 08-CTr/TU に示された水産分野の現状や課題.....	66
表 2-21 No. 08-CTr/TU に示された水産分野の 2025 年及び 2030 年の目標.....	66
表 2-22 ブラックタイガーとバナメイエビ養殖池及び養殖用水の水質.....	71
表 2-23 外部環境に排出される前の廃水処理池の水質.....	71
表 2-24 パンガシウス養殖池及び、池に供給される養殖用水の水質.....	72
表 2-25 外部環境に排出される前の廃水処理池の水質.....	72
表 2-26 ヒアリングを行った機関及び企業のリスト.....	78
表 2-27 意見交換を行った有識者及び事業者のリスト.....	82
表 2-28 都市間連携事業に係る主な活動.....	83
表 2-29 ベンチェ省訪問団愛媛県来県スケジュール.....	85

1. 本業務の背景、目的及び実施体制

1.1. 背景および目的

応募事業の対象地域であるベンチェ省は、ベトナム共和国南部のホーチミン市の南東部、メコンデルタ地域に位置する。ベンチェ省は、2020 年の各省市競争力指数ランキングで首都ハノイを抑え 8 位と評された地域でもある。工業団地を次々と建設し、誘致を図るためベンチェ省投資・起業推進センター (Ben Tre Start-up and Investment Promotion Center: SIPC Ben Tre) を設立、外国投資家へのサポート体制を構築するなどの投資奨励策を推進している。

また、一年を通じて温暖な気候のため、農業（稲作、果樹栽培等）が盛んである他、豊富な観光資源や歴史的・文化的名所を有することから、観光業も盛んである。

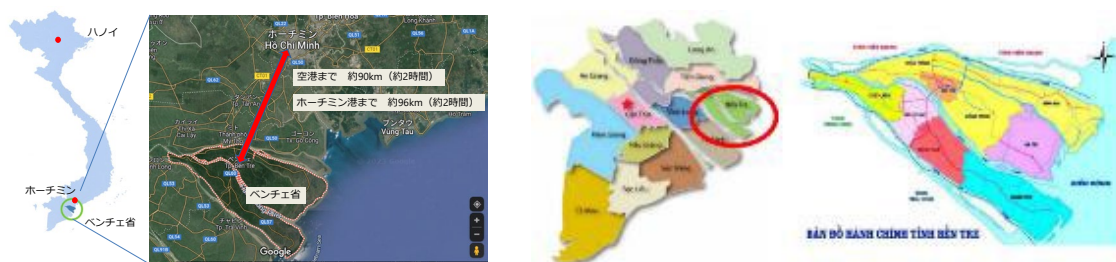


図 1-1 ベンチェ省位置図（左）及び省内の地区（右）



図 1-2 ベンチェ省の主要産業

著しい経済発展がみられる一方で、環境対策は遅れており、廃棄物や排水処理の課題を抱えるほか、エネルギーについては石炭依存であり気候変動対策は遅れている。ベトナム国内の環境意識の高まりや、脱炭素に向けた対策が地方政府に求められる中、制度構築や省内の環境計画策定などの整備が急務となっている。

なお、ベンチェ省は、気候変動に脆弱な地域であり、海面上昇の影響による塩水遡上の被害を大きく受けており、JICA による「ベンチェ省水管理事業」により、塩水遡上制御システムの整備や水門建設などの支援事業が展開されている。

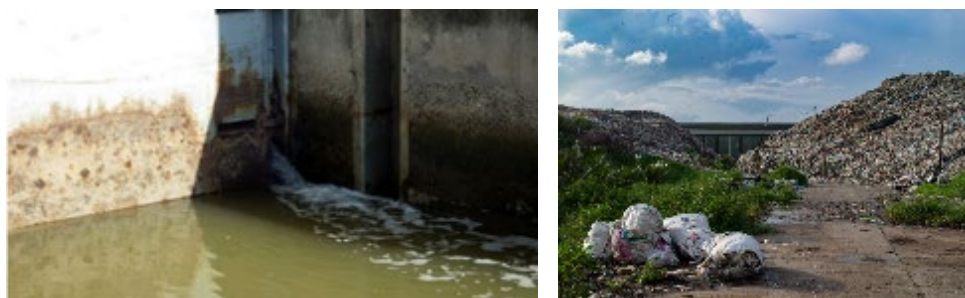


図 1-3 塩水遡上、廃棄物課題

愛媛県とベトナムは、2013 年に当時のベトナム大使が愛媛県知事を表敬訪問したことを契機に、現在に至るまで良好な関係が継続している。さらなる関係強化に向け、愛媛県ではホーチミン-松山間での航空路線の誘致を計画、ベトジェットエア社との協力関係構築に至った。同社副会長の出身地はベンチェ省であり、同省との経済協力に係る支援要請を得たことから、2022 年 8 月に経済協力に関する覚書を締結、愛媛県内企業の投資や技術導入支援に加え、ベンチェ省産品の愛媛県への輸出といった経済連携促進に向けた検討がスタートした。愛媛県とベンチェ省の経済協力に関する覚書を参考資料 1 に示す。



図 1-4 愛媛県とベトナムおよびベンチェ省との連携経緯

経済連携促進に向けた検討に際して、愛媛県では、独自予算を準備し、「令和 4 年度ベトナム地域連携ビジネス展開支援事業」を開始、愛媛県内企業とベンチェ省内企業のビジネスマッチング、愛媛県とベンチェ省政府の経済協力に係る協議等を実施し、農水産物の複数の貿易取引交渉に繋がったほか、愛媛県内企業の工業団地進出検討など、民間ビジネスの活発な交流に繋がった。当該事業の概要を、下図に示す。

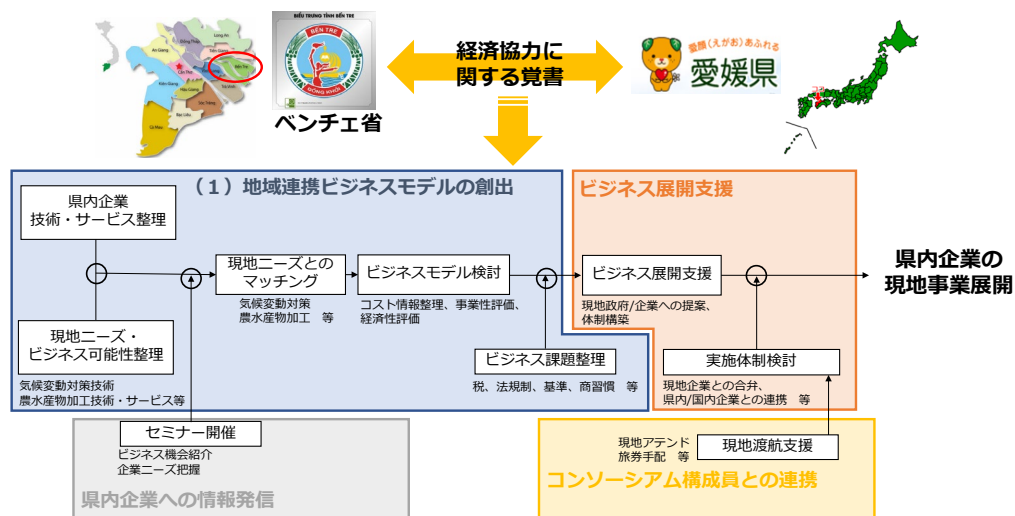


図 1-5 愛媛県事業の成果の概要

一方で、現地調査や協議を重ねた結果、ベンチエ省における脱炭素、廃棄物・排水処理等の環境課題解決のニーズが確認された。

ベンチエ省では、外資企業の誘致を積極的に進める中で、それらの企業が掲げるサステナビリティへの方針に対応することや、中央政府が進める脱炭素や環境改善に向けた動きに追従する必要性から、課題把握と対策検討において、愛媛県からの支援に高い期待を表明している。

そこで、脱炭素分野を中心に、ベンチエ省で実現し得る対策の検討と、これを推進する政策的後押しを実行し、二国間クレジット制度(JCM: Joint Crediting Mechanism, 以下、「JCM」という。)等の制度を活用した脱炭素実現に向けた貢献を図るため、都市間連携事業の下で以下の検討を進めることを提案した。

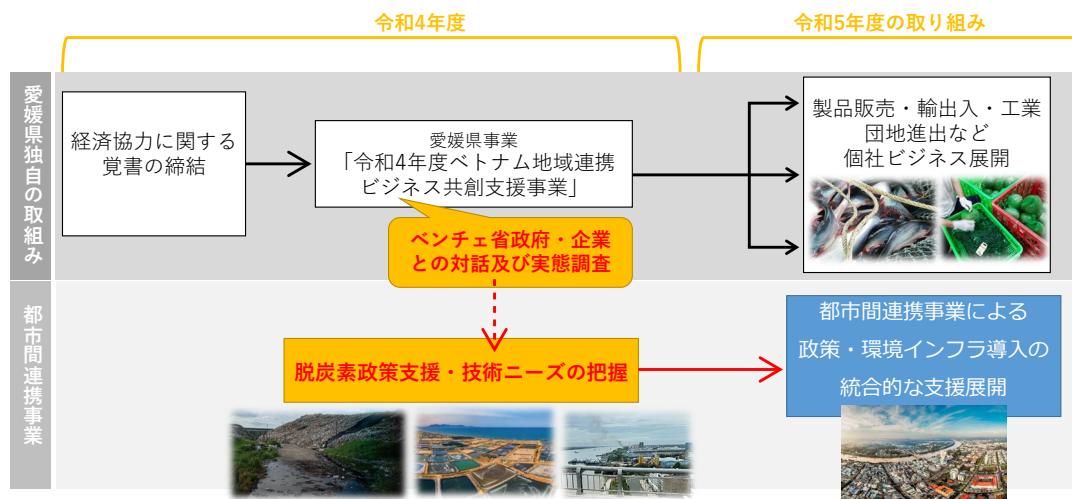


図 1-6 愛媛県独自事業と都市間連携事業の位置づけ

1.2. 本業務の実施体制と実施内容

本年度の業務実施体制を下図に示す。愛媛県とベンチェ省による経済協力に関する覚書を基盤に、ベンチェ省天然資源環境局（DONRE の正式名称：以下 DONRE という。）が本事業のカウンターパートとなっている。

本事業の構成要素としては、工業団地の脱炭素化、水素エネルギー活用検討、廃プラ燃料化、排水処理分野であり、それぞれについて案件化及び関連する政策・脱炭素政策・計画策定に関するノウハウの共有や政策立案を目指す。

事業化の検討に際しては、愛媛県内企業として、日本最大のボイラ製造事業者である三浦工業株式会社、同社の高度な環境分析技術を有する三浦環境科学研究所の他、太陽光発電事業の実績を多く有し、太陽光と蓄電池を組み合わせたエネルギーマネジメントシステムの導入に知見を有する株式会社アドバンテックと連携した。日本エヌ・ユー・エス株式会社は、都市間連携にかかる情報収集、各調査支援、関連する機関や企業の連絡調整を含めた事業全体のマネジメントを担っている。

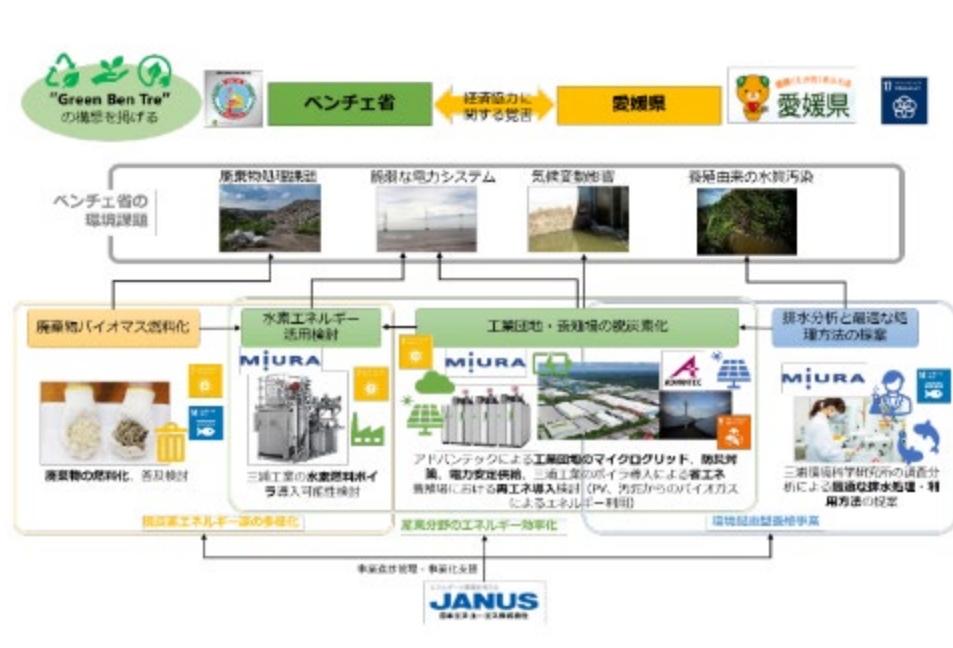


図 1-7 実施体制図

2. 事業化計画の策定

2.1. 愛媛県の気候変動対策とベンチェ省の繋がり

愛媛県とベトナムは、愛媛県中小企業団体中央会が駐日ベトナム大使館と外国人技能実習生制度に関するセミナーを開催した 2010 年から交流がはじまり、2013 年には、特命全権大使（当時）のドアン・スアン・フン氏の愛媛県知事表敬訪問に至った。

大使の愛媛県訪問では、知事表敬のほか、企業視察、愛媛大学学長表敬訪問、大使講演会の実施など、ベトナムと愛媛県との多様な連携可能性を探る契機となった。

2014 年度には、産官学金での連携で「オール愛媛」を標榜し、経済交流ミッションを 4 度実施した。以降 2018 年まで毎年ビジネスマッチングを開催するなど、愛媛県内企業とベトナム国内企業のビジネスの交流促進が盛んに行われてきた。現在までに、ビジネス交流への愛媛県参画企業は 75 社に上る¹。

2018 年には、愛媛県とベトナム・ドンナイ省が経済協力に関する覚書を締結、より具体的な連携関係の構築へと歩を進めている。ドンナイ省との覚書締結や、ベトナム企業と愛媛県内企業とのビジネス交流増進をきっかけとして、2022 年にはタン・ソン・ニャット国際空港（ホーチミン）-松山空港（愛媛県）の直通航空経路の誘致のため、ベトジェットエア社との定期航空路線実現に向けた協力覚書締結に至った。現在までに、定期航空便の運航には至っていないものの、2022 年 12 月と 2023 年 1 月に、チャーター便 2 便の運航実績がある。

ベトジェットエア社との協力関係構築に際し、同社副会長の出身地であるベンチェ省との経済協力に係る支援要請を得たことを契機に、愛媛県はドンナイ省に次ぐ 2 つ目の地方省との連携強化として、2022 年 8 月、ベンチェ省と経済協力に関する覚書締結に至った。

前章に触れた通り、当該覚書に基づく経済連携強化の取組として、愛媛県独自予算により、「令和 4 年度ベトナム地域連携ビジネス展開支援事業」を実施、愛媛県内企業の投資や技術支援に加え、ベンチェ省産品の愛媛県への輸入といった取組が活発化している。愛媛県とベンチェ省の経済協力に関する覚書を参考資料 1 に示す。

当該事業内では、経済連携に焦点を当て、商品貿易や工場進出、人材交流に係る調査・検討を進めていたが、ベンチェ省政府・省内企業との協議を重ねる中で、脱炭素に向けた取組への支援要請を受けた。

ベトナム政府が標榜する 2050 年ネット・ゼロに向けた動きの中で、地方省の責任と義務が明確化しつつある中、脱炭素についての経験や技術を持たない地方省は、経済成長と脱炭素の両立に難しい舵取りを迫られており、当該政策の推進や民間技術の活用に知見を持つ愛媛県に協力要請するに至ったものである。

¹ 愛媛県ベトナム交流協会 HP <https://ehime-vn.org/gaiyo/>

経済協力から脱炭素支援への流れは、地域経済発展と脱炭素化支援の両立を達成し得るものとして、ベンチェ省政府から高い期待を得ている。

本都市間連携事業は、脱炭素政策的支援と将来的な JCM 案件化の検討を進めるものとして、愛媛県が独自に取り組むビジネス交流事業と相乗効果を目指しつつ、独立した事業として位置付けている。

本事業採択にあたり、2023 年 6 月には、ベンチェ省訪問団ならびにファム・クアン・ヒエウ駐日ベトナム大使が愛媛県を訪問し、知事表敬訪問、愛媛県議会議長との意見交換、本事業参画企業視察、愛媛大学学長表敬訪問などを実施し、愛媛県の脱炭素への取組ならびに本事業への理解醸成の機会とした。また、同大使は「ベンチェ省投資誘致セミナー」へ登壇した際、本事業への協力体制の構築、愛媛県との連携強化に向けた協力体制の構築など、様々な分野での連携強化の推進に協力していく旨に言及した²。

² 駐日ベトナム社会主義共和国大使館 2023 年ファム・クアン・ヒエウ駐日ベトナム大使、愛媛県 へ訪問
<https://vnembassy-jp.org/ja/>

2.2. 導入可能性技術と調査結果

2.2.1. 水素および太陽光をはじめとする再生可能エネルギー分野

(1) 関連政策・制度の動向調査

1) 再生可能エネルギー普及に関する政策・制度

① 第8次国家電力開発基本計画

ベトナムでは、2023年5月15日、2021年から2030年までの国家の電力開発指針を定めた第8次国家電力開発基本計画（PDP8）を首相決定（No. 500/QĐ-TTg）として最終決定、即日発効した。

脱炭素化・エネルギー転換を求める国際世論の高まりと、ロシア・ウクライナ問題を発端としたエネルギー価格高騰などの影響で、計画の修正や見直しが相次いだために、当初の予定から2年半遅れての公布となった。

遅延により停滞していたプロジェクトの再始動が考慮され、原案時点よりさらに再生可能エネルギー導入計画割合が増加した内容となっている。

ベトナム政府は、COP26において2050年にカーボンニュートラルを達成するという国際公約を達成するための長期目標のビジョンも制定していることから、PDP8においても2030年までの中間達成目標を織り込んだ形でまとめられている。下表に、PDP7の最終年である2020年の実績と2030年の各発電方法における発電設備容量、および、2050年の目標値を示す。

表 2-1 各年度における発電容量の実績と目標
(JOGMEC 作成資料³を参考に JANUS が作成)

発電設備容量構成 (GW)	2020 年 (実 績)		2030 年 (計画 値)		2050 年 (目標値)			
					下限		上限	
石炭火力	21.5	31.0%	30.1	20.0%	0.0		0.0	
バイオマ ス・アンモ ニアに移行	0.0		0.0	0.0%	25.6	5.3%	32.4	5.5%
国産天然ガス	8.9	12.8%	14.9	9.9%	0.0		0.0	0.0%
LNG	0.0		22.4	14.9%	12.4	2.5%	16.9	2.9%
水素	0.0		0.0	0.0%	23.4	4.8%	27.9	4.7%
再生可能エネルギー	17.5	25.3%	45.7	30.5%	335.3	68.9%	409.4	69.0%
風力	0.5		27.9	18.6%	130.1	26.7%	168.6	28.5%
陸上			21.9	14.6%	60.1	12.3%	77.1	13.0%
洋上			0.6	4.0%	7.0	14.4%	91.5	15.4%
太陽光	16.6		12.8	8.5%	186.8	34.6%	189.3	32.0%

³ JOGMEC 2023 年 6 月 2 日 https://oilgas-info.jogmec.go.jp/info_reports/1009585/1009795.html

	バイオマス	0.4		2.3	1.5%	6.0	1.2%	6.0	1.0%
	蓄電池	0.0		0.3	0.2%	30.6	6.3%	45.5	7.7%
	揚水発電	0.0		2.4	1.6%	0.0	0.0%	0.0	0.0%
水力		20.8	30.0%	29.4	19.6%	36.0	7.4%	36.0	6.1%
その他※		0.0		2.7	1.8%	46.4	9.5%	61.7	10.4%
輸入		0.6	0.9%	5.0	3.3%	8.0	1.6%	8.0	1.4%
合計 (GW)		51.2		101.9		143.8		174.9	
増加率 (2020 年比)			1.00		2.16		7.03		8.55

※「その他」には、コージェネレーションシステム、排熱、高炉ガス等を利用した発電などを含む。

注目すべきは点として、ベトナムの急激な経済成長に伴う大幅な電力需要の増加に対応するため、総発電設備能力を 2050 年までに 2020 年比約 7～9 倍とする目標設定があげられる。また、石炭火力を全廃し、再生可能エネルギーに占める割合を 2030 年時点での目標値約 30%から 2050 年までに約 70%に引き上げるという野心的な目標も注目すべき点である。

再生可能エネルギーの中では、特に、風力発電の増加幅が大きいことがわかる。風力発電は、2020 年時点では開発が進んでおらず、発電量は 52 万 kw で電源全体の 0.7%程度であるが、PDP8 で示された 2030 年時点での発電量は約 2,790 万 kw と、18.5%に大幅に引き上げられている。風力発電は陸上と洋上で分けられるが、ベトナムにおいて開発余地が大きいのは洋上風力発電であるとして、今後これを開発の中心に据え推進していくとしている。

また、2030 年のガス火力発電は、2020 年から 2030 年にかけて 4 倍の 37.3GW に設定されており、今後は、輸入 LNG を含むガス火力発電所が 13 プロジェクト（計 22.5 GW）稼働する計画である。ベトナム政府は LNG 火力発電を 2030 年にかけて開発、増強していくが、2050 年にかけて LNG 火力発電量は横ばいとする計画としている。

PDP8 の発表では、数値目標の発表が主な内容となっており、今後、内容や目標数値設定の根拠についての補足説明が示されることとなる。一方で、現地調査とベンチェ省政府や EVN へのヒアリングの結果から、現状 MOIT から PDP8 に基づく具体的計画は未発表であるものの、中央政府から地方省政府に対し、再生可能エネルギーの導入目標の割当てが行われている状況が確認できた。

ベンチェ省政府商工局（DOIT）によれば、MOIT からベンチェ省への割り当てとして、2030 年までに太陽光発電設備容量 17MW 分を確保するよう通達を受けているとのことであった。EVN 傘下の太陽光発電設備 EPC 事業者 Green Electric Investment へのヒアリングによると、PDP8 の記載は住宅用太陽光発電設備導入が推奨されている一方、産業用太陽光発電設備については言及されていないとの情報もあり、割り当てられた設備容量のうち、家庭用と産業用等の導入目標内訳は現状不明である。

② 水素利用に関する政策動向

現在、水素のエネルギー利用は、脱炭素に資する新たなエネルギー源の一つとして、世界規模で注目されており、途上国でもその利活用可能性が期待されている。水素は、再生可能エネルギーのみで製造された場合、CO₂排出の無いクリーンなエネルギーとされることから、ベトナムにおいても2050年の脱炭素目標達成に貢献が期待されるエネルギー源とされ、開発ポテンシャルが大きい分野といえる。

ベトナム政府は、「2045年を見据えた2030年までのベトナムの国家エネルギー開発戦略の方向性に関する政治局決議」(No. 55-NQ/TW)と「2045年を見据えた2030年までのベトナムの国家エネルギー開発戦略の方向性に関する政治局決議 No. 55-NQ/TW を実施するための政府のアクションプログラムの公布に関する政府決議」(No. 140/NQ-CP)の中で、「水素はクリーンで再生可能なエネルギー源であり、長期的な発展が見込まれることから、ベトナムが注目すべきエネルギー源である」としていることから、政府の水素エネルギー推進姿勢をみることができる。

先述のPDP8の中でも、2031年から2050年の期間において、水素エネルギーの開発推進の重要性が強調されている。ベトナム石油研究所(Vietnam Petroleum Institute、VPI)によれば、ベトナムでの水素エネルギー活用に向けて、2通りのグリーン水素製造法が検討されている。当該内容を下表にまとめる。⁴

表 2-2 ベトナムにおいて検討されている水素製造方法⁴

製造方法	技術概要	原料	備考
バイオマスガス化	バイオマスを高温でガス化し、生成される水素と一酸化炭素の合成ガスから製造	・ 農林業残渣 ・ 廃棄物 ・ 埋立地や排水処理場等で発生するガス	・ 原料が豊富で、比較的安価
電気分解	電流を使用し、水を水素と酸素に分解	・ 水	・ 高コスト ・ 多くの再生可能エネルギーが必要

ベトナムの地形的特徴として、海岸線が長く、年間平均風速が10m/s以上であることや、平均日照時間が、1,700～2,500時間と長時間であることから、風力発電や太陽光発電などの再生可能エネルギーのポテンシャルが高く、これらの電力を利用したグリーン水素製造のポテンシャルが高いと言える。風力や太陽光等の不安定な電源は、電力システムの増強や系統全体の制御技術が必要とされるため、開発の制約となっている

⁴ VietBiz 2023年8月30日号
<https://vietbiz.jp/20230830-breakingnews-vn/>

ことから、水素エネルギーへの変換による再生可能エネルギーの最大利用が期待される。

一方、設備初期投資と水素製造オペレーションコストが高額となるため、投資や導入サイトの選定、エンドユーザーの確保、サプライチェーンの構築などの観点から慎重な検討が必要である。

メコンデルタ地域では、一次産業が盛んであることから、農林業残渣をバイオマスとして有効利用することが可能で、バイオマスのガス化について高い製造ポテンシャルを有しているといえるため、その生成ガスから製造されるグリーン水素の製造も原理的には可能である。しかし、バイオマスは直接燃焼等での経済的・エネルギー的効率が十分に得られることから水素製造にバイオマスが利用されるかどうかは、水素製造における経済性を確保できる環境の整備や省政府のインフラおよび法整備に依存すると考えられる。現地調査では、ベンチェ省内で得られる農業残渣は、現地工場での燃料として使用されるか、あるいは、バイオマス燃料として国外に輸出されることがほとんどであることが確認できている。

このように課題も多くある中で、ベトナム政府は次世代エネルギーとして水素エネルギー技術の研究・開発と実用化に向けた取組みを強化し、ベトナム国内における水素エネルギー技術の向上を目指している。国内の研究機関や大学との連携に加え、国際的な協力も活発に行われており、日本や欧州諸国との間で技術移転や共同研究のプロジェクトが実施されている。

また、「開発投資が優先されるハイテク技術のリスト及び開発奨励ハイテク製品のリストに関する首相決定」(No. 38/QĐ-TTg) では、水素エネルギー技術を開発投資の優先順位が高い先端技術リストに規定している。ここでの水素エネルギー技術には、グリーン水素製造技術、水素輸送・貯蔵技術、水素利用技術などが含まれ、水素エネルギー技術を応用したプロジェクトは、投資優遇措置を受けることができる。

こうした背景の下、ベトナム南部のベンチェ省およびチャービン省において、現地企業とドイツ鉄鋼大手であるティッセンクルップ社 (ThyssenKrupp AG、以下、「ティッセンクルップ」という。) との協業によりグリーン水素プラントの製造が計画されている。この計画については、ベトナム現地企業として参画している The Green Solutions 社 (以下、「TGS」という。) にヒアリングを実施し、連携可能性についての意見交換を行った。当該内容の詳細は後述する。

③ 排出量削減に向けた政策動向

ベトナム政府は、2022 年 1 月 18 日、「GHG インベントリの対象となるセクター、GHG 排出事業所のリストを公布に関する決定」(No. 01/QĐ-TTg) にて、GHG インベントリを作成しなければならない分野と排出事業所のリストを発表した。

これは、環境保護法 (No. 72/QH14) および 2022 年 1 月 7 日に政府に発行された「GHG

排出の緩和とオゾン層の保護に関する規則に関する政令」(No. 06/ND-CP)に従って、特定の対象が GHG インベントリと削減を実施しなければならないことを定めたものである。

また、「GHG 排出の緩和とオゾン層の保護に関する規則に関する政令」(No. 06/ND-CP)では、GHG インベントリについて「GHG 排出源に関する情報およびデータを収集し、管轄当局が発行した方法およびプロセスに従って、特定の地域および年における GHG 排出量および吸収量を計算する活動」であると定められている。

「GHG 排出の緩和とオゾン層の保護に関する規則に関する政令」(No. 06/ND-CP)では、GHG インベントリを作成しなければならないセクターは、エネルギー、運輸、建設、工業プロセス、農業、林業、土地利用、廃棄物の 6 分野が指定されており、インベントリ作成が義務付けられている企業は合計 1,912 におよぶ。対象は年間 3,000t-CO₂e 以上の GHG を排出している事業者であるが、表 2-3 に示す条件に該当する事業者も対象である。

インベントリ作成の義務付けに関する関連規制および基準について、表 2-4、表 2-5 に示す。

表 2-3 インベントリ作成が必要な事業者

対象となる事業者	燃料消費量	単位 (/年)
火力発電	1,000	TOE
製造業	1,000	TOE
貨物輸送	1,000	TOE
商業ビル	1,000	TOE
廃棄物処理	65,000 以上 (処理量)	t

表 2-4 インベントリ作成の義務付けに関する法

規制番号	内容
Decree 06/ND-CP	GHG 排出の緩和とオゾン層の保護に関する規則に関する政令
Decision 01/QD-TTG	GHG インベントリの対象となるセクター、GHG 排出事業者のリストを公布に関する決定
Decision 2626/QD-BTNMT	GHG インベントリ作成に役立つ排出係数リストの公表に関する決定
Circular 17/TT-BTNMT	廃棄物管理における GHG 排出の測定、報告、削減の評価、および GHG インベントリの作成のための方法に関する省令
Circular 96/TT-BTC	証券市場における情報開示の指導に関する省令

表 2-5 インベントリ作成の義務付けに関する基準

基準番号	内容
TCVN ISO 14064-1:2011	組織における GHG 排出・削減量の定量・報告のための技術仕様とガイドライン
TCVN ISO 14064-2:2011	プロジェクトにおける GHG 排出・削減量の定量・モニタリング・報告のための技術仕様とガイドライン
TCVN ISO 14064-3:2011	GHG に関する宣言の妥当性確認および検証のための技術仕様とガイドライン

ベンチェ省においても、中央政府によりインベントリの作成義務のある企業が存在しており、2023 年にベンチェ省人民委員会によって発表された「ベンチェ省における GHG インベントリ実施必要な企業確認事業の報告書」に記載がある。この詳細については、ベンチェ省のエネルギー計画と共に後述する。

2) ベンチェ省における電力利用状況等に関する調査

2020 年 2 月 10 日付の計画 551/KH-UBND では、ベンチェ省の省エネルギー計画についてまとめられている。2015～2019 年の消費電力データが前提となっており、2030 年までの大まかな計画と位置付けられている。

Ben Tre Electric Company のデータからは、ベンチェ省における商業利用された電力量を見ることができる。表 2-6 に、2015～2019 年のベンチェ省内の分野ごとの電力利用量を示す。

表 2-6 2015～2019 年のベンチェ省内の分野ごとの消費電力（JANUS 作成）

部門	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年
農林水産業	60.48	88.91	146.88	190.97	233.83
工業	369.20	393.30	400.39	445.63	516.67
商業施設・ホテル・レストラン	27.5	33.75	40.00	49.45	52.75
住宅	575.35	636.36	689.86	742.72	823.37
その他	44.96	52.25	58.09	62.57	66.64
合計	1,077.48	1,204.58	1,335.21	1,491.34	1,693.27

2015～2019 年までの分野ごとの消費電力では、増加率は 11.43%であることがわかる。今後の経済発展に伴い、人口増加や観光客の増加も想定されるため、ベンチェ省における住宅や商業施設・ホテル・レストランの総消費電力は増加傾向になると予測される。ベンチェ省における「2035 年を見据えた 2016 年から 2025 年までの電力開発計画」では、総消費電力の増加率は 11.69%、2021 年から 2025 年にかけては、9.66%、2026 年から 2030 年までは 8.38%と予測されている。

表 2-6 によると、ベンチェ省の住宅における電力消費量は全体の 50%、工業部門

がでは、30%を占めている。この割合から、脱炭素に向けては住宅や産業部門での省エネルギー対策も重要であるといえる。

本計画の中では、2020 年～2025 年までの期間と、2025 年～2030 年の期間において、各期間で実施すべき内容を記載している。下記に一部を抜粋して記載する。

1. 2020 年～2025 年の期間

- 予測されている増加率（9.66%）に対して、2020 年から 2025 年までの総消費電力の増加率を 5～7%に抑える。
- 輸送事業を行う一定の規模を超える事業者について、省エネ自動車の活用と利用における運用プログラムを作成する。
- 工業団地で操業している企業の 70%、産業クラスターで操業している企業の 50%は、省エネルギーを実現するためのソリューションを考案し、適用するよう努める。
- 主要なエネルギー消費施設は、適切なエネルギー管理システムを運用するよう努める。

2. 2025 年～2030 年の期間

- 予測されている増加率（8.33%）に対して、2025 年から 2030 年までの州の総エネルギー消費量の 8%～10%に収めるよう努める。
- 工業団地で操業している企業の 90%、産業クラスターで操業している企業の 70%は、省エネルギーを実現するためのソリューションを考案し、適用するよう努める。
- 主要なエネルギー消費施設ごとに、訓練を受け認定を持つエネルギー管理またはエネルギー監査の専門家を少なくとも 1 名配置するよう努める。

また、「2020 年から 2025 年までのベンチエ省の主要産業と企業力の発展に関するプログラム、ビジョン 2030 年」（No. 08 Ctr-TU）では、省内の電力開発計画における再生可能エネルギー、特に風力発電とその供給網の整備計画が示されている。

同計画において、ベンチエ省では 65km の海岸線の利点を活かしたクリーンエネルギー（特に、ガス発電、LNG、風力発電、太陽光発電）開発の大きな潜在力があると述べられており、現在、計画が承認されているエネルギープロジェクトの容量は 108 万 MW に達している。

2025 年までの計画として、少なくとも 1,500MW の再生可能な電力を開発するとしており、電力による生産額は省全体の工業生産額の約 15%を占めるとしている。また、ベンチエ省における LNG プロジェクトの投資実施のための環境を

整備するとしており、2025 年までには、沿岸域の基地間を接続する 220kV および 500kV 送電網インフラへの投資を実施、完了していることから、この地域の再生可能エネルギープロジェクトへの送電容量も確保可能になるとしており、今後の LNG プロジェクトの発展にも積極的であるといえる。以下に、当該記載内容の一部抜粋を示す。

エネルギー産業については、2025 年までに 1,500MW の発電量を目指して、計画されたスケジュールに従い、風力発電プロジェクトの実施を推進する。また、LNG 発電プロジェクトの計画の補完、投資家の選定、実施のプロセスを促進する。廃棄物とバイオマスからの発電分野については技術研究を推進し、合理的な開発を行う。また、新たな高圧、中圧、低圧の送電網を建設、改修、改良、開発し、安定的かつ安全な電力の送電と供給を確保し、各産業分野での経済発展を図る。太陽光発電産業に導入する企業が、導入や運営を円滑に行う上で生じる法的問題や障害を取り除く解決策とメカニズムを提案する。

「2020 年から 2025 年までのベンチェ省の主要産業と企業力の発展に関するプログラム、ビジョン 2030 年」(No. 08 Ctr-TU)におけるベンチェ省の計画を承認した「2050 年を見据えた 2021 年から 2030 年までのベンチェ省計画の承認」(No. 1399/QD-TTg)では、No. 08 Ctr-TU に示された開発計画を承認、より具体的な開発計画を示すものとなっている。

特に、グリーン水素に関連産業の推進計画を記載しており、グリーン水素製造向けに風力発電所を整備する具体的計画を示している。また、本承認は、PDP8 の視点・目標・方向性・電源および送電網開発計画、ならびに「2021 年から 2030 年までのメコンデルタ地域計画、ビジョン 2050 年の承認」(No. 287/QD-TTg)等の計画及び内容に従って、電源及び電力供給網の整備に重点を置くものとなっている。以下に、当該事項に関連した記載の一部抜粋を示す。

「再生可能エネルギー源、クリーンエネルギー、新エネルギーの開発について」

再生可能エネルギー源、クリーンエネルギー、新エネルギーの開発に注力する。ベンチェ省に電源開発への投資は、管轄当局によって承認されている PDP8 で議論され、規則が設定された実施計画に準拠する必要がある。

「電力供給網整備計画」

ベンチェ省内における工業団地や産業クラスターにおける電力負荷の増加に対応するため、変電所と 500kV、220kV、110kV の送電線、新たな電源に接続さ中低圧線の新設、アップグレード、改修を継続して実施する。また、既存の中低圧

電力網を段階的に電線の地中化を推進する。これらの電力供給網の整備によって安全で安定した電力供給を確保する。

また、No. 1399/QD-TTg 内では、ベンチェ省における電源開発の可能性のある地域と、電力供給網の整備に関して記載があり、再生可能エネルギーとして、以下の計画があることを示している。

- ・風力発電（陸上風力、洋上風力、沿岸の容量合計で 12,913MW）
- ・バイオマス発電(30MW)
- ・廃棄物発電(18MW)
- ・ガス発電（3,000MW）

なお、これらの発電設備は系統接続される計画であるが、以下容量の計画については、系統接続ではなく、ベンチェ省におけるグリーン水素製造計画に利用される可能性もあるとしている。

- ・太陽光発電（Ba Tri 郡、300MW）
- ・風力発電（Ba Tri 郡に 2 か所、合計 849.5MW）

一方、ベンチェ省におけるグリーン水素生産プロジェクトに関する具体的な記述は、本文書の中では確認されない。

No. 08 Ctr-TU において、ベンチェ省人民委員会としては、電力供給網整備が課題となっているとしており、No. 1399/QD-TTg では、具体的な変電所や送電線の整備計画の記載も確認できる。

電力供給用の施設としては、ベンチェ省内の変電所として、500kV 変電所を 1 か所、220kV 変電所を 6 か所、110kV 変電所を 26 か所整備することが計画されている。また、送電線として、500kV 送電線を 1 か所（60km）、220kV 送電線を 9 か所（合計 206km）、110kV 送電線を 33 か所（合計 44.05km）建設する計画がある。

以上から、ベンチェ省内では、2030 年に向けて、再生可能エネルギーによる発電容量の増加、送電設備の強化が図られることで、クリーンな電力供給の実現と電力利便性の向上が予想される。

（2）事業化計画策定に向けた基礎調査

1) 化石燃料に代替する再生可能燃料の導入可能性調査

① ベンチェ省におけるエネルギー計画

ベンチェ省では、「2021 年 4 月 13 日付のベンチェ州人民委員会の決定」

(811/QĐ-UBND) の中で、ベンチェ省内の気候変動対策の実施、環境汚染の防止と天然資源の保護を目的とした取組みを加速させるための基盤として、「グリーン・ベンチェ構想」を実現するためのプロジェクトを交付決定している。

本構想は、学校、住宅、政府機関、オフィス、医療機関、市場、文化・歴史的遺跡、観光などの 9 つの分野に適用されるが、産業分野の削減目標やエネルギー施策についての言及はないものの、ベンチェ省人民委員会が省全体の環境意識を向上させようとしている事実が確認できる。

ベンチェ省政府機関（DONRE、DOIT、DARD）へのヒアリング結果では、ベンチェ省に限らず、ベトナム全体において工業団地の脱炭素化に係る施策が検討されていることを確認した。

具体的には、ベトナム政府計画投資省が、UNIDO 国連工業開発機関と連携し、従来の工業団地を Eco-Industrial Park (EIP) に転換する構想がある。

ハイフォン市が北九州市と連携し、エコインダストリアルパーク構想に向けた取組みがモデル地区とされている。

エコインダストリアルパーク構想に関連した法令として、2022 年 5 月に施行された No. 35/ND-CP がある。当該法令では、工業団地の汚染源削減、循環型生産、脱炭素化の促進に取り組む内容となっている。このエコ工業団地政策推進の政策策定は、各地方省の責任とされており、ベンチェ省においても取り組むべき課題となっている。

工業団地に立地する企業の多くは、欧州等の大手アパレルや食品企業向けに製品輸出を行っていることから、立地企業は脱炭素や環境配慮目標についての要請、勧告を取引先や親会社から受けている。

「脱炭素工業団地」の宣言は、こうした状況にある立地企業の支援に繋がるほか、工業団地の価値を高める側面もあり、さらなる企業誘致も期待できる観点から、ベンチェ省としても積極的に検討する方針であるとしている。

先述の通り、ベトナムでは、多量排出事業者に対して、インベントリ作成が義務付けられている。ベンチェ省人民委員会により、2023 年に発表された「ベンチェ省における GHG インベントリ実施必要な企業確認事業の報告書」において、ベンチェ省人民委員会は、省内においてインベントリ作成が義務付けられている事業者をリストアップし、各事業者に、生産活動の内容、年間の燃料利用量、排出量についてのヒアリングを実施している。ヒアリング結果について表 2-7 に示す。

表 2-7 ベンチェ省におけるインベントリの作製が義務付けられている事業者⁵

企業名	所在地	生産活動の内容	燃料利用量 (/年) (2022 年)	排出量 (t-CO ₂ /年)
Công ty TNHH MTV Đầu tư Cocovina	Ấp Hội thành, xã Tân Hội, huyện Mỏ Cày Nam, tỉnh Bến Tre	農産物加工 (ココナッツフ アイバー・ココ ピート)	ディーゼル油・重油 等 : 92000L ガソリン : 1230L もみ殻 : 2,874t	6,523
Công ty TNHH May mặc Alliance One	Lô B1, B2, B5 - B12 Khu Công nghiệp Giao Long, xã An Phước, huyện Châu Thành, tỉnh Bến Tre.	縫製、印刷、織 維業	ディーゼル油・重油 等 : 24,798L ガソリン : 21,147L	6,116
Công ty TNHH MTV NidecTosok Precision Việt Nam	Lô E1, E2, E3, E12 Khu Công nghiệp Giao Long, huyện Châu Thành, tỉnh Bến Tre	金属部品製造	ディーゼル油・重油 等 : 750,000L LPG : 5,451t	15,709
Công ty TNHH Thế Giới Việt	Lô A5, A6, A7 khu A1 Khu Công nghiệp Giao Long, huyện Châu Thành, tỉnh Bến Tre	食品加工	石炭 : 6,581 トン ディーゼル油・重油 等 : 489,20L ガソリン : 13,364L	28,408
Công ty Cổ phần Đông Hải Bến Tre	Lô AIII, Khu Công nghiệp Giao Long, huyện Châu Thành, tỉnh Bến Tre	製紙業	Công ty Cổ phần dịch vụ năng lượng Thành Công より蒸気を購入	92,911
Nhà máy xử lý rác thải Bến Tre	Xã Hữu Định, huyện Châu Thành, tỉnh Bến Tre	廃棄物処理	-	75,000t (処理量)
Công ty TNHH chế biến thủy	Lô A6, A7 Khu Công nghiệp An	水産加工 (パンガシウ ス)	-	4,129

⁵ 「ベンチェ省における GHG インベントリ実施必要な企業確認事業の報告書」より JANUS が作成。「-」については、資料作成時点で、データを得られていない。

sản Hùng Vương Bến Tre	Hiệp, huyện Châu Thành			
Công ty TNHH chế biến dừa Lương Quới	Lô A36-37 Khu Công nghiệp An Hiệp, huyện Châu Thành	農産物加工 (ココナッツ関連商品)	-	53,083
Công ty Cổ phần chăn nuôi C.P Việt Nam - CN sản xuất kinh doanh thức ăn thủy sản Bến Tre	Lô A21-A35 Khu Công nghiệp An Hiệp, huyện Châu Thành	水産飼料生産	-	56,298
Công ty Cổ phần chăn nuôi C.P Việt Nam - CN Thủy sản đông lạnh Bến Tre	Lô A21-A35 Khu công nghiệp An Hiệp, huyện Châu Thành	水産加工	重油 : 129,014L 軽油 : 6,640L	12,670
Công ty Cổ phần thủy sản Hải Hương	Lô A8-A9 Khu công nghiệp An Hiệp, huyện Châu Thành	水産加工 (パンガシウス)	-	14,758
Công ty TNHH MTV Gò Đăng Bến Tre	Lô CX-2 Khu công nghiệp An Hiệp, huyện Châu Thành	水産加工	-	-
Công ty TNHH Coronet Việt Nam	Lô EI-7, EI-8, EI-9 Khu công nghiệp Giao Long huyện Châu Thành	合成皮革製造	-	3,122
Công ty Cổ phần dịch vụ năng lượng Thành Công	Lô DN Khu công nghiệp Giao Long huyện Châu Thành	産業用蒸気供給	石炭 : 132,973t	339,021
Công ty TNHH Chế biến nông sản Thuận Phong	Ấp Long Hòa, Xã Giao Long, huyện Châu Thành	農産物加工	-	10,766
Công ty Cổ phần Cấp thoát nước Bến Tre	Số 103, đường Nguyễn Huệ, phường An Hội, thành phố	上下水道管理	-	7,571

	Bến Tre			
Công ty Cổ phần XNK Bến Tre – Nhà máy Thành Thành Công	Lô K, Cụm Công nghiệp Phong Năm, huyện Giồng Trôm	農産物加工（ココナッツ関連製品）	-	23,917
Công ty Cổ phần Bia Sài Gòn- Bến Tre	Ấp Phước Hậu, Xã An Phước, huyện Châu Thành	酒類製造	-	3,140

「ベンチェ省における GHG インベントリ実施必要な企業確認事業の報告書」によると、ベンチェ省内でインベントリの作成義務を課された事業者は、毎年の排出状況をベンチェ省人民委員会に報告し、ベンチェ省人民委員会はデータを取りまとめ、2 年ごとに天然資源環境省に提出する必要があるとしており、本事業による支援が要請されている。

② 代替燃料の導入先の検討

本事業では、製造業等ボイラを有する多量排出事業者に対して、その燃料である重油や石炭に代わり、水素等代替燃料の導入可能性について検討する。

現状調査として、表 2-7 に記載のある事業者のうち、工業団地で操業している事業者を対象に、代替燃料の燃料や脱炭素に向けた取組についてヒアリングを行い、代替燃料の導入可能性について調査した。

上述の通り、ベンチェ省の工業団地は、世界的な脱炭素要請を受ける企業が立地しており、中央政府が示すエコインダストリアルパーク構想の推進のためにも、本事業において脱炭素のモデルケースを構築、普及シナリオを策定することが期待されている。

ベンチェ省内には 2 つの稼働中の工業団地、1 つの建設中の工業団地と 4 つの準工業地域がある。

ヒアリング対象とした企業は、Chau Thanh 郡に位置する稼働中の Giao Long 工業団地にある。当該工業団地の情報を以下に示す。

基本情報	工業団地名	ザオロン(Giao Long)工業団地		
	開発会社	Ben Tre Industrial Parks infrastructure Development Company		最低賃金エリア: III (2020.1.1時点)
	投資形態	ベトナム資本		343万VND≒約148ドル/月
	ウェブサイト	http://btriza.gov.vn/		投資優先分野
	営業所			
	住所	07 Cách Mạng Tháng 8, Phường 3, TX. Bến Tre, Bến Tre		
	TEL	+84 - 275 - 383 6602		投資抑制分野
	FAX	+84 - 275 - 381 7675		
	工業団地			
	住所	Xã An Phước - Châu Thành - Bến Tre		レンタル工場有無
	TEL	+84 - 275 - 361 3344		なし
	FAX	+84 - 275 - 361 3344		
	担当者①	Mr. Hau		☐ 日本語 ☒ 英語 ☒ ベトナム語
	Mail	vpkcnbt@gmail.com		
インフラ	担当者②	ベン・チー省工業団地委員会		☐ 日本語 ☐ 英語 ☐ ベトナム語
	Mail	bqlkcnbentre@gmail.com		
	土地	総面積	65.52 ha	
		貸出面積	62 ha	
		入居率	92%	
		その他コメント		
	電力	電力供給源	省電力会社	
		工業区内発電所の発電容量	40 MVA	
各種料金	水力	工業用水供給能力	40 m3/日	
		工業団地内廃水処理施設	有り	
		排水能力	15,000 m3/日	
	土地費用	土地リース料目安	15 USD/m2/リース期間	
		土地リース期間 (最長期間)	2067 年まで	
	電気料金	工業団地設定料金目安 (ある場合)	0.03-0.1 USD/kWh	
		料金システム	ベンチー省規定による	
	水料金	工業団地設定料金目安 (ある場合)	0.4 USD/m3	
施設	廃水処理料金	処理料金目安 (ある場合)	0.22 USD/m3	
	その他料金	管理費目安 (ある場合)	0.1 USD/m2/年	
		インフラ維持費目安 (ある場合)		
		その他料金目安 (ある場合)		
	金融機関	有り	税務/国庫事務所	有り
	税関	有り	保税倉庫	
	物流/運送	有り	郵便局	有り
	病院/医療施設	有り	警察/公安	有り
一口メモ	大学/職業訓練施設	有り	人材紹介	
	ワーカースペース		非常用発電機	
	工業団地の通信設備		消防施設	
	・工業区内専用の電力供給システムを保有。 ・省は2つの浄水場を保有しており、工業区全体への給水能力は十分にある。 ・2006年9月22日付け政令108号で定められた投資優遇分野に属する投資案件は、法人税の優遇措置を最大限に受けることが可能(投資優遇特別分野の場合：課税所得発生時点から4年間免税、続く9年間は50%減税、その後15年間にわたり税率10%を適用。投資優遇分野の場合：課税所得発生時点から3年間免税、続く7年間は50%減税、その後12年間にわたり税率15%を適用)。 ★ホーチミン市1区まで85km(車で1時間50分)、タンソンニャット空港まで90km(車で2時間)			

図 2-1 Giao Long 工業地帯概要

JETRO ホーチミン事務所「ベトナム・ホーチミン市近郊工業団地・レンタル工場データ集」



図 2-2 代替燃料導入先候補 (THANH CONG ENERGY SERVICE CORPORATION) 外観

今回対象としたのは、インベントリ作成義務を持つ事業者の中でも、排出量が 339,021t/年と多い Công ty Cổ phần dịch vụ năng lượng Thành Công (以下：THANH CONG ENERGY SERVICE CORPORATION という) である。

同社は、隣接する段ボール製造事業者 (Dong Hai Joint Stock Company of Ben Tre: 以下 DOHACO 社という) への産業用蒸気および電気の供給を行っており、60t の発電用ボイラと 40t の蒸気供給用ボイラを運用している。表 2-7 に示したベンチマーク人民委員会によるヒアリング結果では、主燃料が石炭であるとされていることから、脱炭素燃料への転換により、高い CO₂ 排出削減効果が期待される。



図 2-3 発電用 60t ボイラ



図 2-4 蒸気供給用 40t ボイラ

同社にヒアリングを実施した結果の概要を以下にまとめる。

- 現在利用している燃料は、以下の通りである。
 発電用 60t ボイラ：もみ殻と石炭の混合燃料
 蒸気供給用 40t ボイラ：廃棄物と石炭＝6:4 混合燃料
 なお、もみ殻については、安価であることを理由に燃料利用されており、

排出削減を目的としたものではないため、排出削減量として計上はされていない。

- 工業団地内の 6 つの企業に電気と蒸気の供給を行っており、顧客および同社の環境意識の高まりから、石炭からガスやバイオマスへの燃料の転換も検討している。
- ガスについては、ベンチェ省内にパイプラインが敷設されていないため、輸送する必要があり、経済性の懸念がある。
- 新工場を設立する予定があり、同規模の蒸気供給用ボイラを導入する予定である。



図 2-5 燃料として利用される廃棄物（左）ともみ殻（右）

ヒアリングの結果、同社は顧客の環境意識の高まりを認識しており、石炭の代替燃料の導入を検討していることが分かった。もみ殻の燃料利用についても、バイオマス燃料の需要の高まりから、国内のみならず、国外からの引き合いもあるため、今後、価格が高騰し利用できなくなる可能性もあるとのことであった。このような状況を踏まえ、同社の新規工場の建設に際して脱炭素型のボイラ導入に高いニーズがあるものと考えられ、同社からは提案を歓迎する旨のコメントを得た。そこで、本調査では水素をはじめとする代替燃料の導入可能性検討を実施した。

③ 事業化モデルの作成との選定と導入効果の試算

脱炭素化を実現するための代替燃料として、水素が候補となる。蒸気ボイラについて、本事業に参画する三浦工業株式会社では、水素を利用した還流ボイラを開発、2017 年 1 月に日本で初めて 100%水素燃焼が可能な製品の商品化に至っている。なお、三浦工業のボイラは小型還流ボイラであるが、大規模需要家へのソリューションとして多缶設置（複数台数のボイラを設置）による運転効率の最大化がある。具体的には、ボイラの運転効率の最大化（100%運転）を可能にするために、時々刻々変化する必要蒸気量に対し、複数の小型貫流ボイラを効率的に運転制御することで、大型炉筒煙管ボイラと比べ高い運転効率が実現可能となる。

水素ボイラについても同様のコンセプトで開発・商品化されており、以下のラインナップがある。



	単位	SI-2000AS	AI-2500 16S	SU-250H※
ボイラ種類	－	小型ボイラ (多管式貫流ボイラ)	ボイラ (多管式貫流ボイラ)	簡易ボイラ (多管式貫流ボイラ)
取扱者資格	－	事業主による 「特別教育」受講者以上	ボイラー取扱技能講習 終了者	資格不要
最高圧力	MPa	0.98	1.57	0.98
使用圧力範囲	MPa	0.49～0.88	1.08～1.41	0.49～0.88
相当蒸発量	kg/h	2000	2500	250
水素使用量	Nm ³ /h	451.8	576.8	58.2
燃焼方式	－	高速連続制御	3位置制御	ON-OFF制御
ターンダウン比	－	1:4	1:2	－
ボイラ効率	%	95	93	90
ボイラ外形寸法 (W×D×H)	－	1,875×3,750×2,730	2,660×3,945×3,245	2,235×2,300×3,110

図 2-6 三浦工業株式会社の水素ボイララインナップ

水素利用における課題は供給であるが、ベンチェ省とチャービン省ではグリーン水素プラントの立地計画がある。これは、現地企業である TGS とドイツ鉄鋼大手であるティッセンクルップとの協業により計画されたものとなっている。本計画を報じた JETRO ビジネス短報によれば、2024 年の第 1 四半期に試運転を開始する見通しが示されている。また、同工場は、グリーン水素 24,000t/年、アンモニア 150,000t/年の製造からスタートし、将来的には設備の増強により、グリーン水素 60,000t/年、アンモニアを 375,000t/年製造する計画であるとされている。

一方で、製造された水素の利用方法や販売価格については言及されておらず、省内への供給可能性は不明であったため、ホーチミン市に立地する同社へのヒアリングを行った。以下に結果をまとめる。

- ベンチェ省において計画中の水素製造プラントは 2027 年操業予定である。グリーン水素の製造に供する風力発電設備については、PDP8 に反映されており、建設まで時間はかからない。太陽光発電設備については、ベンチェ省人民委員会にプロジェクトを申請している段階で、許可を待っている。
- 水素の販売価格は、現時点では未定であるが、様々なパートナーとの連携を想定

している。特に、水素輸送コストについて算出が難しいため、需要先と輸送ルートとともに価格検討が必要である。

- 水素は鉄鋼事業や蓄電池への利用、アンモニアについては肥料工場での利用を想定している。一方で、経済性、輸送ルートに問題が無ければ、省内利用も検討余地がある。
- チャービン省のプロジェクトについては、既に着工しており、完工予定は2026年で、同年内に試運転、商業運転を実施する予定である。



図 2-7 TGS のホーチミン事務所外観

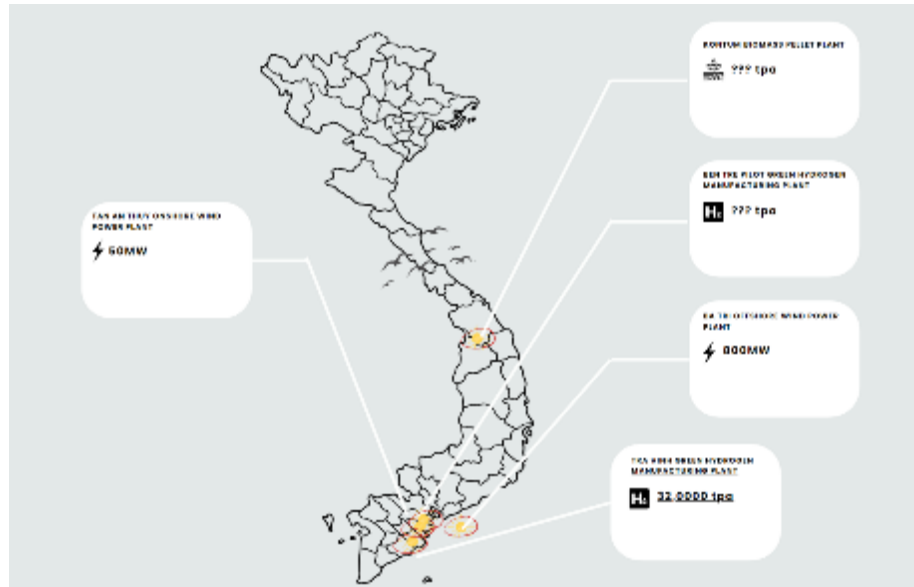


図 2-8 TGS が運営または計画しているプロジェクト一覧

以上の結果より、ベトナム南部で計画されているグリーン水素製造プラント建設計画は進行中であるものの、ベンチェ省の計画は着工前段階であり、当初計画より遅延している状況であることを把握した。グリーン水素製造向けの再生可能エネルギー発電設備についても、着工許可を得た段階であり、水素製造の開始は早くとも 2026 年と想定される。

水素ボイラへの導入にあたって、THANH CONG ENERGY SERVICE CORPORATION は、新規工場を 2025 年度に稼働する意向であったことから、スケジュール面で新規工業への導入は難しい。ただし、水素ボイラ導入については、供給体制が確立後、既存工場のボイラ入れ替え等の提案可能性があるほか、他のボイラ利用先等への提案余地があり、同水素製造工場の進捗を見つつ市場調査や競争力のある単価等、経済性の検討を進める。

代替燃料として、脱炭素ではないものの、比較的 CO₂ 排出係数が低い天然ガス利用を移行的措置として考えることができる。

(1) ①に記載した通り、ベトナム政府は、2030 年にかけて、輸入 LNG を含むガス火力発電所を 13 プロジェクト（計 22.5 GW）計画している。ベトナム南部では、2023 年 7 月 10 日、LNG 船が Thi Vai LNG 受入基地に着栈、スタートアップが開始されており、再ガス化ガスはパイプラインを通じて輸送、国内発電所に供給される予定となっている。同受入れ基地からは、CNG トレーラーによって産業用需要家にも供給される計画がある。ガス関連外資企業も進出を進めている中、東邦ガス株式会社も現地ガス事業への参入を果たしている。具体的には、ホーチミンを拠点とする Phuc Sang Minh Trade Engineering Services Joint Stock

Company（以下、PSE）社への出資である。同社は産業用需要家向けの CNG・LPG 販売、ガス設備設計・製作・販売事業を行っており、日本の都市ガス事業のノウハウを活用して事業拡大を図る計画である。なお、PSE 社の子会社には、ガスパイプライン・減圧設備等の設計・施工・O&Mを実施する JPS（2007 年設立）がある。

2022 年のベトナムの天然ガス消費量は、7.8Bcm であり、発電用の利用が 5.6Bcm（72%）、肥料工業用の利用が 1.2Bcm（15%）、工業用の利用が 1Bcm（13%）となっている。工業用のうち CNG が 42%を占め、その中での PSE のシェアは 17%を占める。CNG は、LPG より価格の変動が小さく、夏冬差は 3～5%程度であり、価格の安定性も担保されている。今後のガス価格については、原油価格を考慮した値段の設定および半年毎に改定する方向性が検討されている。



図 2-9 Thi Vai LNG 受入基地外観⁶

CNG の調達については、国営ペトロベトナム傘下の CNG ベトナム社からの供給可能性がある。これまでに、ベトナム国産ガスを CNG として周辺の工業需要家を中心に販売しており、PSE へもガスを供給している実績がある。2021 年売上げ実績は 275Mm³ であり、2016-21 年の平均売り上げ増加率は 18%と順調に売り上げを伸ばしており、顧客数は 120 以上となっている。

同社の CNG マザーステーションは、CNG シリンダー（6-12 本 1 組）にガスを 250bar まで充填した後、トレーラー（20ft、40ft）で牽引して需要家に配達し、利用後 20bar 程度まで圧力低下した空シリンダーと交換する供給体制を構築して

⁶ [天然ガス・LNG 最新動向 一窮地を脱する欧州と LNG 利用を拡大するアジア新興需要国（大手ガス 3 社の活躍）—/Latest Trends in Natural Gas and LNG - Europe is out of a tight spot and emerging Asian countries are expanding their use of LNG \(Activities of the three major Japanese gas companies\) - | IOGMEC 石油・天然ガス資源情報ウェブサイト](#)

いる。1回のガス輸送容量は、18-40m³で24時間稼働しており、日帰りで最遠250キロメートルまでの輸送が可能となっている。特に、Thi Vai LNG 受入基地から、今回対象としている事業者が立地している Giao Long 工業団地へは、図 2-9 の通り片道 148km であることから供給可能性はあるといえる。



図 2-10 Thi Vai LNG 受入基地から Giao Long 工業団地までの距離 (Google Map (Google)より JANUS 作成(Google (n.d). [Google Maps directions for driving from LNG Thị Vải Terminal to Khu Công Nghiệp Giao Long].

Retrieved February 29, 2024, from <https://x.gd/eDtwx>))

以上より、CNG ガス供給は実現可能性の高い方法であるといえる。上述の通り、ガス利用は脱炭素には至らないが、石炭と比較し CO₂ 排出係数が低い燃料であることから、その差による CO₂ 排出削減効果が期待でき、JCM 設備補助事業の検討も視野に入れることができる。

三浦工業株式会社の貫流蒸気ボイラには、ガス式があることから、同社のボイラ換装技術と、東邦ガスの CNG 供給網を活用することで、図 2-10 のような CNG ガスを利用した低炭素ボイラ導入モデル事業化が考えられる。

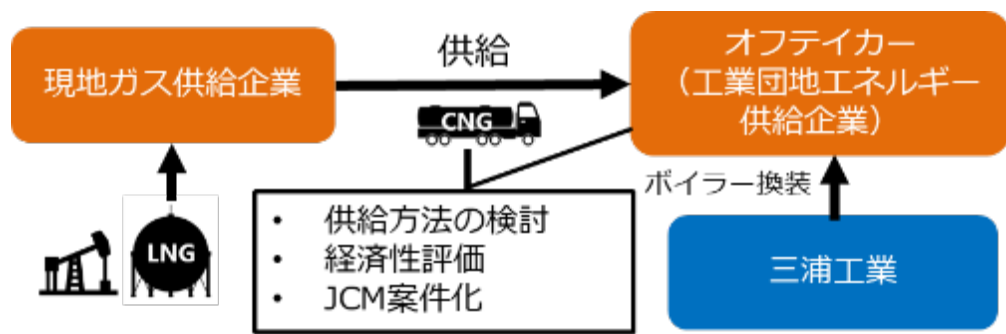


図 2-11 想定される CNG ガスによる工業団地に立地する事業者の低炭素化モデル

THANH CONG ENERGY SERVICE CORPORATION において、現在の石炭の利用（132,973t）を CNG に置き換えた場合の CO₂ 排出削減量については、以下の通り試算できる。

なお、ベンチェ省政府のヒアリング結果から、現在の石炭利用による年間排出量は 339,021t-CO₂ であるとの情報を得ているが、より正確な削減量を計算するため、数値の出典元をそろえ、以下の計算を行った⁷。

現在の石炭の利用による発熱量=

$$132,973 \text{ (石炭利用量 (t))} \times 26.6 \text{ (石炭の単位発熱量 (GJ/t))} = 353,702 \text{ GJ}$$

現在の石炭の利用による CO₂ 排出量=

$$132,973 \text{ (石炭利用量 (t))} \times 26.6 \text{ (石炭の単位発熱量 (GJ/t))} \times 0.0247 \text{ (石炭の CO}_2\text{ 排出係数 (t-CO}_2\text{/GJ))} \times 44/12 = 320,342 \text{ (t-CO}_2\text{)}$$

CNG を利用し、同等の発熱量を得る場合の CO₂ 排出量=

$$353,702 \text{ (GJ)} \times 0.0135 \text{ (LNG の CO}_2\text{ 排出係数 (t-CO}_2\text{/GJ))} \times 44/12 = 175,086 \text{ (t-CO}_2\text{)}$$

CNG 導入時の年間排出削減量=

$$320,342 \text{ (t-CO}_2\text{)} - 175,086 \text{ (t-CO}_2\text{)} = 145,256 \text{ (t-CO}_2\text{)}$$

以上より、CNG ボイラ導入により、年間 145,256t-CO₂ の削減効果を期待できる。

ボイラの耐用年数は、本設備の用途を踏まえると、「減価償却資産の耐用年数等

⁷ 環境省「参考資料 2 温室効果ガス排出量計算のための算定式及び排出係数一覧」より、LNG の数値を利用して算出。

https://www.env.go.jp/earth/ondanka/suishin_g/3rd_edition/ref2.pdf

に関する省令別表第 2」における熱供給業用設備に該当すると考えられる。同設備に設定された 17 年を適用すると、総排出削減量は 2,469,352 t-CO₂となる。

費用対効果は JCM 設備補助事業の上限 20 億円を超える規模となる。ボイラの燃料代替による省エネは、ベトナムにおいて 2 件目となるため、補助上限は 40%となるため、今後事業コスト積算に際してこれらの補助効果に留意しつつ検討を進める。

2) 太陽光発電システムの導入可能性調査

太陽光発電システムの導入可能性については、昨年度よりベンチェ省政府を通じ、省内企業における導入ニーズ調査を実施してきた。2023 年 2 月の現地調査においては、商工部（DOIT）よりエネルギー多量消費事業者の紹介を受けるとともに、エネルギー多量消費事業者である省内 12 企業との面談において太陽光発電システム導入ニーズを有する企業 5 社の引き合いを得た。各社との面談の様子を以下に示す。

表 2-8 ベンチェ省における太陽光発電導入ニーズの高い事業者との面談

No	企業名	業種	面談の様子
1	Vietcoco	ココナッツ加工	
2	Betrimex	ココナッツ加工	

3	Alliance One Apparel	アパレル	
4	Thang Cong	蒸気供給	
5	Viet World	ココナッツ加工	

また、ベンチェ省政府によると、太陽光発電については省エネルギー対策として導入済の企業が多いとのことで、個別協議を実施した上述の 5 社においても、新設ニーズではなく、発電効率改善や新規工場等への追加導入ニーズが多数であった。個別協議では導入規模、導入希望時期等のヒアリングを実施し、その結果に基づき設置面積を仮定し発電容量を試算した。下表に試算結果を示す。

表 2-9 ベンチェ省における太陽光発電導入ニーズのある企業訪問結果（2023 年 2 月）

No	企業名	容量 (kW)	Google map	備考
1	VIETCOCO ココナツ加工企業	1,600	https://www.google.com/maps/@10.2683901,106.2812604,410m/data=!3m1!1e3?entry=ttu	ヒアリングでは 20,000 m ² の面積有り
2	BETRIMEX 貿易会社	1,086	https://goo.gl/maps/gdSx7cFaMap8x24z9	
3	Alliance One アパレル製造会社	3,894	https://goo.gl/maps/Rbp3b45cCCqDy98G7	
4	Thanh Cong エネルギーサービス	248	https://goo.gl/maps/vpsr5WZpzemUk8Q8	
5	VietWorld ココナツ加工企業	800	https://goo.gl/maps/M3W9wgjdVw5FY5Wy9	ヒアリングでは新工場の 10,000 m ² の屋根面積有り
計		7,628		

さらに、2023 年 11 月にも再度太陽光発電ニーズのあるサイトを訪問し、更なる情報収集を実施した。下表にアドバンテックによる発電容量の試算結果を示す。

表 2-10 ベンチェ省における太陽光発電導入ニーズのある企業訪問結果（2023 年 11 月）

	訪問先	導入確度	想定設置容量	導入予定時期	販売形態	備考
1	Vietcoco社 [食品製造企業]	高	1000kW	2024年度	売切 (自家消費+売電)	積極的に詳細設計の依頼有り
2	TUFOCO社 [食品製造企業]	低	2000~4000kW	2025年度以降	売切 (自家消費)	
3	TC-ENERGY社 [電力発電企業]	低	2000~4000kW	2025年度以降	売切 (自家消費)	
4	Son Ca幼稚園	中	20kW	2024年度	PPA	私立のため費用面に難

上述の 2023 年 2 月および 11 月の 2 回の現地調査の結果を踏まえ、導入確度が高いと考えられる VIETCOCO 社における具体的な導入検討を開始していることから、同社への太陽光発電システム導入による JCM 設備補助事業の活用を検討することとし、導入効果および費用対効果を以下のとおり試算した。

同社は、欧米にも輸出実績のある食品製造企業であり、主にココナツ加工品を主力に取り扱っている。顧客である欧米企業からのニーズへの対応として、脱炭素化・低炭素化に取り組む方針を有しており、協議当初からアドバンテックによる太陽光発電システムの導入に高い関心を有していた。

アドバンテックから同社へ現在提案している太陽光発電と蓄電池を組み合わせたエネルギーマネジメントシステム（以下EMSという）における発電容量とCO₂削減量については、4つの工場の合計でそれぞれ約1,000kW、528t-CO₂/年であり、耐用年数は太陽光パネルシステムとして17年間で適用されるため、耐用年数期間のCO₂排出削減量は約9,000t-CO₂となる。

費用対効果については、現在アドバンテックにより見積を再検討中であることから、上記CO₂排出削減量を元にJCM設備補助事業において期待されている費用対効果の値（4,000円/t-CO₂）から補助対象設備コストの規模を逆算する。

上述の削減効果9,000 t-CO₂から、4,000円を乗ずると3,600万円となる。太陽光発電設備はベトナムにおいて4件目以降となることから、補助率上限は30%となる。費用対効果の3,600万円を30%で割り戻した対象費用は約1億2,000万円となる。補助効果の観点から、JCM設備補助対象設備の積算において左記補助上限金額、プロジェクトコストを考慮する。アドバンテックによるVIETCOCO社への提案内容を以下に示す（2023年8月時点）。

PROPOSAL

株式会社アドバンテック

➤【1】 VIETCOCO Covina [Model Type: Self-Consumption]

We calculated the load based on the consumption data provided to design the most suitable system
The amount of power generated will be consumed within COVINA buildings.

Layout Image

Load Consumption (Daytime)	
Weekdays	70~200 kW
Holiday	0~7 kW

Solar System (Proposal)	
PCS	100 kW
Solar Panel	122.4 kW
Generated Power Self Consumption (yearly)	124,138 kWh
CO2 Reduction	66t-CO2

Preliminary Quotation (VND)				
Item	Unit Cost	Unit	Qty	Total Cost
PCS	105,950,000	Set	2	211,900,000
Solar Panel	2,873,000	Pcs	288	827,424,000
Mounting System	975,000	Set	125	121,875,000
Cable(DC, AC)	195,000,000	Lot	1	195,000,000
Monitoring System	211,555,500	Set	1	211,555,500
Construction	455,000,000	Set	1	455,000,000
Other	613,500,000	Set	1	613,500,000
Total				2,536,254,500
VAT (8%)				2,739,154,890

(Excluding O&M Cost)
 (VAT will be repaid after the survey with EPC)

Copyright© ADVANTEC CO., LTD. All Rights Reserved.

1

PROPOSAL

➤【2】 VIETCOCO Factory1 [Model Type: Self-Consumption]

We calculated the load based on the consumption data provided to design the most suitable system.
The amount of power generated will be consumed within Factory 1 buildings.



Layout Image

Load Consumption (Daytime)	
Weekdays	175~500 kW
Holiday	0~41 kW

Solar System (Proposal)	
PCS	100 kW
Solar Panel	122.4 kW
Generated Power Self-Consumption (yearly)	112,140 kWh
CO2 Reduction	59t CO2

Preliminary Quotation (VND)					
Items	Unit Cost	Unit	Qty	Total Cost	
PCS	105,950,000	Set	2	211,900,000	
Solar Panel	2,873,000	Pcs	288	827,424,000	
Mounting System	975,000	Set	125	121,875,000	
Cable(DC, AC)	185,000,000	Lot	1	185,000,000	
Monitoring System	211,555,500	Set	1	211,555,500	
Construction	PCS Station, Cable Tray, Electrical Systems, Etc	Set	1	455,000,000	
Other	Installation, Transportation, Layout & Other Fee, Etc	Set	1	513,500,000	
Total				2,536,254,500	
VAT (8%)				2,739,154,840	

※Excluding O&M Cost

※VAT to be requested after site survey with EPC.

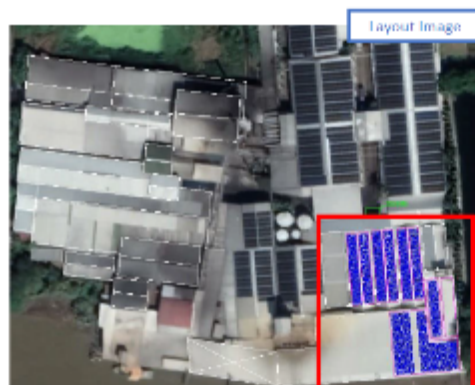
Copyright© ADVANTEC Co.,LTD. All Rights Reserved.

2

PROPOSAL

➤【3】 VIETCOCO Factory2 [Model Type: Self-Consumption]

We calculated the load based on the consumption data provided to design the most suitable system.
The amount of power generated will be consumed within Factory 2 buildings.



Layout Image

Load Consumption (Daytime)	
Weekdays	265~441 kW
Holiday	50~188 kW

Solar System (Proposal)	
PCS	200 kW
Solar Panel	214.2 kW
Generated Power Self-Consumption (yearly)	275,193 kWh
CO2 Reduction	146t CO2

Preliminary Quotation (VND)					
Items	Unit Cost	Unit	Qty	Total Cost	
PCS	105,950,000	Set	4	423,800,000	
Solar Panel	2,873,000	Pcs	504	1,447,992,000	
Mounting System	975,000	Set	225	218,375,000	
Cable(DC, AC)	327,125,000	Lot	1	327,125,000	
Monitoring System	333,190,000	Set	1	333,190,000	
Construction	PCS Station, Cable Tray, Electrical Systems, Etc	Set	1	716,625,000	
Other	Installation, Transportation, Layout & Other Fee, Etc	Set	1	838,762,500	
Total				4,358,869,500	
VAT (8%)				4,557,419,060	

※Excluding O&M Cost

※VAT to be requested after site survey with EPC.

Copyright© ADVANTEC Co.,LTD. All Rights Reserved.

3

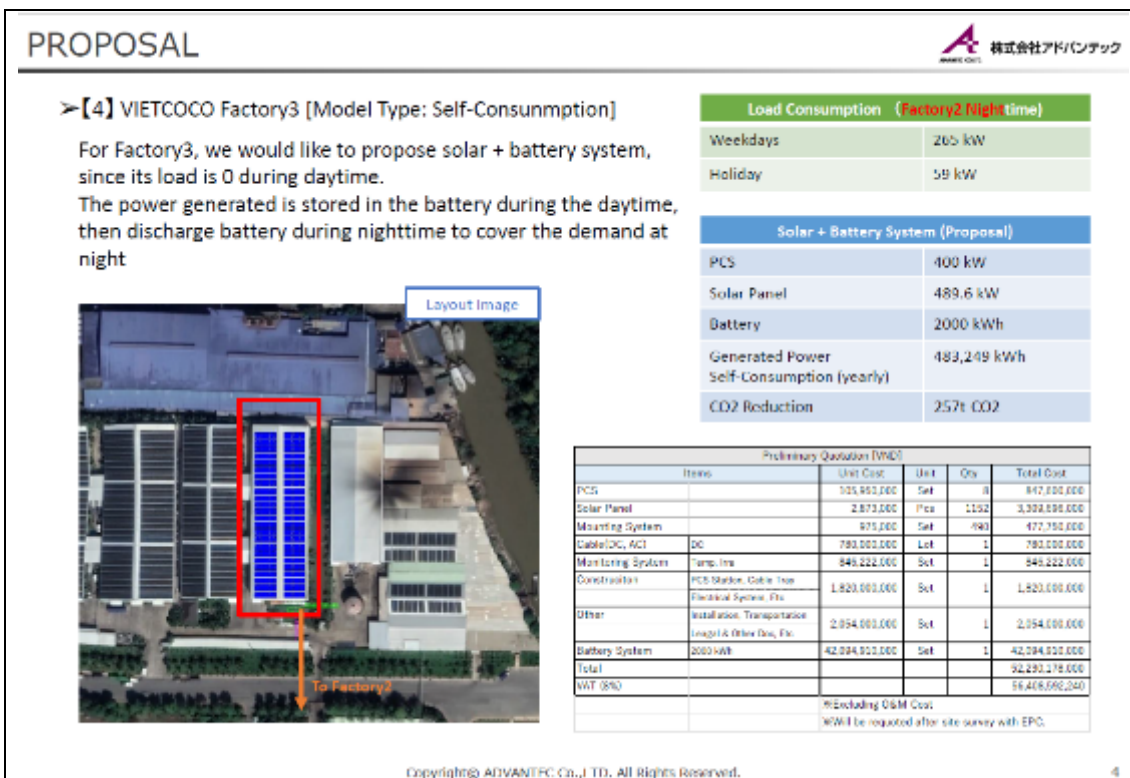


図 2-12 アドバンテックによる VIETCOCO 社への提案概要

今後、VIETCOCO 社との NDA 締結、仮見積の提示、現地 EPC 事業者との現地調査を実施したうえで、詳細設計及び最終見積の提示を進めていく方針で同社と合意している。また、その他候補となっている企業についても、引き続き情報交換を進めつつ、ベンチエ省政府とも協議のうえ、工業団地における脱炭素化の実現に向けた電源構成等を検討していく考えである。

(3) 事業モデル案の策定

1) 化石燃料に代替する再生可能燃料

上述のとおり、今年度事業に参画している三浦工業株式会社のボイラ換装技術の導入と、東邦ガスの CNG 供給網活用により、CNG を利用した低炭素化モデルの構築が考えられる。

CNG の導入可能性が見える一方で、供給源である LNG には課題もある。一つは、ベトナムに燃料費調整制度がなく、短期ではスポット LNG 等が高騰した場合の高コスト化が懸念されることである。もう一つは、LNG 輸入ターミナルの建設、参加、運営に関する明確な法的枠組みが未完成であることである。今後、これらの課題と見通しに留意しつつ現地調査によって供給リスクや対策を検討する。

2) 太陽光発電システム

ベトナムにおける太陽光 JCM 設備補助案件として、日系企業の自社工場等への導入事例

が多く見られる。今後、JCM 設備補助事業を幅広く展開していくうえでは、日本の太陽光発電設備関連事業者がベトナム現地企業に JCM スキームを提案しつつ展開を図ることが期待される。

本事業においては、アドバンテック社が設計及びパネル調達を行い、現地 EPC 事業者と連携し太陽光発電システムを導入する体制であるが、現地企業への設備導入提案となることから、ベトナム企業への太陽光発電普及の契機として案件組成を目指す。なお、現地 EPC 事業者へのヒアリングにより、太陽光発電事業拡大にあたっては、現地法人の設立必要性について言及があり、今後事業実施体制の構築と併せて情報収集、体制構築を進める考えである。

2.2.2. 廃棄物処理分野

(1) 関連政策・制度の動向分析

ベトナムにおける廃棄物処理分野を含む環境関係の関連政策・制度の基盤は、2022 年 1 月 1 日施行の環境保護法（No. 72/2020/QH14）である。

同法は、1994 年から施行され、2005 年 11 月及び 2014 年 6 月に改正、運用されてきた。しかし、2020 年 11 月 17 日のベトナム国会において新しい環境保護法が可決され、2014 年の改正を経て今日に至っている。新法は、全 16 章 171 条から構成されており、その構成を下表に示す。なお、ベトナムの法令は、図 2-13 に示す通り、憲法、法律、政令、省令、オフィシャルレターにより構成されている。

表 2-11 ベトナム環境保護法（2020 年改正）の概要

第 1 章	総則
第 2 章	環境要素・自然遺産の保護
	第 1 節 水環境の保護
	第 2 節 大気環境の保護
	第 3 節 土壌環境の保護
	第 4 節 自然遺産の保護
第 3 章	国家環境保護戦略、国家環境保護計画及び地域・省における環境保護
第 4 章	第 1 節 戦略的環境影響評価
	第 2 節 投資プロジェクトを区分するための基準、予備的環境影響評価
	第 3 節 環境影響評価
	第 4 節 環境許可
第 5 章	製造・営業・サービス及び他の活動における環境保護
	第 1 節 製造・営業・サービスにおける環境保護
	第 2 節 都市及び農村の環境保護
	第 3 節 一部の地域における環境保護
第 6 章	廃棄物の管理とその他汚染物質の管理
	第 1 節 廃棄物管理に関する共通規定
	第 2 節 生活固形廃棄物管理
	第 3 節 一般産業固形廃棄物管理
	第 4 節 有害廃棄物管理
	第 5 節 排水管理
	第 6 節 粉塵、排気ガス、その他の汚染物質管理
第 7 章	気候変動の対応
第 8 章	環境技術基準及び環境に関する規格
第 9 章	環境モニタリング、環境情報・データ、環境報告
	第 1 節 環境モニタリング
	第 2 節 情報システム、環境データベース
	第 3 節 環境報告
第 10 章	環境事故の坊地と対応及び環境被害への補償
	第 1 節 環境事故の防止と対応

	第 2 節	環境損害賠償
第 11 章	環境保護のための経済的施策、政策及び資金	
	第 1 節	環境保護のための経済的施策
	第 2 節	環境保護に対するインセンティブ、支援及び環境経済開発の方針
	第 3 節	環境保護のための資金
第 12 条	環境保護に関する国際統合と国際協力	
第 13 条	ベトナム祖国戦線、社会政治組織、社会政治専門組織、社会専門組織及び環境保護のための住宅コミュニティの責任	
第 14 条	環境の審査、検査、監査、違反の処理、紛争、苦情、告発	
第 15 条	環境保護に対する国家の管理責任	
第 16 条	実施規定	

出典：環境保護法をもとに JANUS 作成



図 2-13 ベトナムにおける法令の体系図⁸

同法の廃棄物分野には、第 6 章に「廃棄物の管理とその他汚染物質の管理」が示されており、1) 廃棄物管理に関する共通規定、2) 生活固形廃棄物管理、3) 一般産業固形廃棄物管理、4) 有害廃棄物管理、5) 排水管理、6) 粉塵、排気ガス、その他の汚染物質管理の 6 つに分類されている。なお、ベトナムにおける「廃棄物」の定義は、同法の第 I 章の第 3 条に以下のように定義されている。

- ・ 廃棄物とは、固形、液体、ガス、または生産、営業、サービス生活とその他の活動から排出される物質である。
- ・ 固形廃棄物とは、固形またはスラッジの廃棄物である。
- ・ 有害廃棄物は、有毒、放射性、感染性、可燃性、爆発、腐食性または他の有害な要素を含む廃棄物である。

⁸ JERO 2018 年 7 月

https://www.jetro.go.jp/ext_images/_Reports/02/2018/fb58bdd9f9dd9980/vn201807.pdf

同法の第 6 章の 1) 廃棄物管理に関する共通規定には、燃料化を含む再利用に関して以下の記述がある。

「国家は、廃棄物処理工程からのエネルギーの回収、運搬、再利用、リサイクル、処理の事業を社会化する方針を定めている。発生する二次廃棄物を減少、監視し、埋める必要のある固形廃棄物の量を最小限に抑えるため、高度で環境に優しい廃棄物処理技術と利用可能な最善の技能を適用する。廃棄物を原材料、燃料、代替材料として使用、廃棄物の共同処理を奨励する。」

本記述から、本事業において検討を進めている廃棄物の燃料化等が奨励されていることが確認できる。

なお、改正環境保護法と旧環境保護法の主な変更点は、以下⁹⁾のとおりとなっている。

- ・ 一般廃棄物の分別の義務化（廃棄物を 3 種に定義）
- ・ リサイクル施策促進の明文化
- ・ 産業廃棄物の分別の定義の追加
- ・ リサイクル施策促進の明文化
- ・ 有害廃棄物の定義の追加

改正された環境保護法においては、第 73 条に「プラスチック廃棄物の削減、再利用、リサイクル及び処理、海洋プラスチック廃棄物汚染の防止及び管理」として、プラスチックに関する条項が追加されている。

1. 組織・個人は、使い捨てプラスチック製品および生分解しにくいプラスチックの使用を制限し、プラスチックの削減、分類を実行する責任がある。プラスチック廃棄物を排水システム、池、湖、運河、川、海に廃棄してはいけない。
2. 海洋観光等のサービス、石油ガスおよび海洋鉱物資源の開発、ならびに水産養殖等から発生するプラスチック廃棄物は、収集、保管、およびリサイクル、処理機能を備えた事業者に移送されなければならない。
3. 環境にやさしい製品、使い捨てプラスチック製品の代替品、および認定された非生分解性プラスチックの代替品は、法律の規定に従って優遇の対象となる。
4. プラスチック廃棄物は、法律に従って、リユース、リサイクル、または処理のために収集・分類する必要がある。再生不可能なプラスチック廃棄物は、規定に従う処理機能がある事業者で処理する必要がある。海上での経済活動から発生するプラスチック廃棄物は、リユース、リサイクル、または処理のため、収集する必要がある、海に排出してはいけない。
5. 国家は、生産活動、建設資材、交通工事に使用するためのプラスチック廃棄物のリ

⁹⁾ 国際協力機構「ベトナム国ハノイ市都市環境管理事業計画に係る情報収集・確認調査（都市環境管理）（2021）」

ユースとリサイクルを奨励している。海の表層を浮遊する廃棄物を収集・処理するシステムの研究開発を奨励する。プラスチック廃棄物のリユースとリサイクルを促進する政策を策定する。

6. 省レベルの人民委員会は、地域でのプラスチック廃棄物の収集・処理の組織を指導する。非生分解性プラスチック包装および使い捨てプラスチック製品の使用を削減するための普及啓発活動を行う。海への漁具の投棄の弊害、生態系へのプラスチック廃棄物の影響について啓発活動を行う。

7. 政府は、使い捨てプラスチック製品、非生分解性プラスチック、マイクロプラスチック製品の生産・輸入の制限に関するロードマップを規定する。

出典：環境保護法を基に JANUS 作成

上記 73 条では、シングルユースプラスチック製品や非生分解性プラスチックの廃棄物削減や海洋の経済活動に起因するプラスチック廃棄物の適正な回収、処理、代替製品へのインセンティブが示されている他、各省の人民委員会の義務として、普及啓発活動やロードマップ策定などが求められることとなった。

また、廃棄物管理に係る法令としては、「2050 年に向けた 2025 年まで固形廃棄物に関する総合管理国家戦略」（2018 年 5 月 7 日付 首相決定 NO. 491/QD-TTg 号）がある。これによると、2050 年までに埋立される廃棄物の量を最小限に抑えるため、各地方自治体の実情に応じて、「高度で、環境にやさしい技術によってあらゆる種類の固形廃棄物を収集、リユース、リサイクル、処理する」という目標の到達に努めると明記されている。その中には、民間部門の関与を促進し、家庭由来の固形廃棄物管理における民間または国外の組織からの投資を呼び込むとの記載も確認できる。さらに、2025 年までに達成されるべき目標として、都市部で排出される家庭由来の固形廃棄物の 90%は、適正に収集・処理を行い、エネルギー回収または肥料と組み合わせて、リユース、リサイクル、処理をすることが求められている。

一方、2009 年の改定前の目標値を参照すると、都市部における収集運搬・処理率の 2020 年の目標値が 90%であり、2009 年から 2018 年まで廃棄物管理に関する対策は進んでいないことが予想される。

表 2-12 2050 年に向けた 2025 年まで固形廃棄物に関する総合管理国家戦略

首相決定 No. No. 2149/QD-TTg(2009)

	項目	2015 年	2020 年	2050 年
1	都市部における収集運搬・処理率	85%	90%	100%
2	1 のうちのリサイクル・エネルギー回収・コンポスト化	65%	85%	90%
3	建設廃材の収集運搬・処理率	50%	80%	90%
4	3 のうちのリサイクル利用率	30%	50%	60%
5	二級都市におけるし尿汚泥回収率	30%	50%	100%
6	二級都市以下におけるし尿汚泥回収率	10%	30%	50%
7	レジ袋の非ナイロン化率	40%	60%	85%
8	排出元分別機材設置率	50%	80%	100%
9	非有害産廃収集・処分率	80%	90%	100%
10	9 のリサイクル率	70%	75%	—
11	工業団地における有害産業廃棄物の処理率	60%	70%	100%
12	非有害医療廃棄物の処理率	85%	100%	—
13	有害医療廃棄物の処理率	70%	100%	—
14	地方住宅地における収集・処分率	40%	70%	90%
15	既に改善命令が出されている埋立処分場跡地の適正化	100%	—	—

出典：環境省「ベトナム・生活廃棄物の埋立処分回避 プログラム CDM 実現可能性調査 報告書 平成 23 年 3 月（市川環境エンジニアリング）」

さらに、近年世界的にも注目をされている海洋プラスチック問題については、2019 年に「海洋プラスチックごみ管理に関する国家行動計画」（首相決定 No. 1746/QD-TTg）を発出し、2030 年までに水域に流入するプラスチックごみの 75%削減、観光地における使い捨てプラスチック製品と非生物分解性プラスチック袋の完全廃止、海洋保護区のプラスチックごみゼロを目標に上げている。また、前述の環境保護法の改正により、リユース、リサイクルを含め適正な処理について定め、分別廃棄に関する責任を明確化している。

なお、環境保護法第 6 章では廃棄物エネルギー利用について記載があり、廃棄物発電に関する投資の奨励策について確認することができる。具体的には、発電事業者が廃棄物を燃料として発電した場合、ベトナム電力公社(EVN)が 20 年間にわたって電力の全量を買収するという FIT 制度（固定価格買取制度）の規定がある。廃棄物発電の FIT 制度に関する首相決定（No. 31/2014/QD-TTg）は 2014 年に定められたものであり、同規定によれば、直接燃焼の場合、10.05US セント/kWh、廃棄物埋め立て地から収集された燃焼ガスの場合、7.28US セント/kWh の固定買取価格が定められている。その他の優遇措置としては以下の負担軽減がある。

優遇税制	・法人税（20%）軽減 1～4年 0%、5～13年 5%、14年～15年 10% ・ハイテク機材の輸入税免除（炉・ボイラ・発電機・タービン） （ベトナム投資法第 15 条及び 16 条） ・11 年間の土地使用料の免除 (No. 35/2017/ND CP)
------	---

廃棄物の燃料化に関する方針としては、2015 年 11 月公布 1「都市ごみのエネルギー源としての利用割合を 2020 年に 20%、2030 年に 70%、2050 年に 100%とする方針」（No. 2068/QD TTg）がある。関連する 2016 年 3 月の第 7 次国家電力計画改定を見ると、「固形廃棄物発電を含んだバイオマス発電量の目標値を、2020 年に全発電量の 1%、2025 年に 1.2%、2030 年に 2.1%と決定」（改正 PDP7、No. 428/QD TTg）の方針が示されていたが、2023 年の PDP8 では、バイオマス発電量の目標値が、「2020 年に 0.82%、2030 年に 1.5%、2050 年は 1.0～1.3%」とされた。

こうした政策的推進や優遇制度等により、廃棄物発電設備の導入も進んでいる。事例としては、JFE エンジニアリング株式会社がベトナム北部バクニン省にて日量 500 トン処理の一般・産業廃棄物の混合焼却発電事業がある。事業概要は以下の通りである。

事業体制	ベトナム北部の廃棄物処理最大手のトゥアンタイン（社との合弁 T&J グリーンエナジー社（出資 TT 55%、JFE エンジ 45%）
施設概要	ストーカ方式：500t/ 日（1 炉 乾式排ガス処理 発電出力：約 11.6MW（年間想定発電量 91,872MWh）
処理廃棄物	一般廃棄物：日量 350t 産業廃棄物：日量 150t 合計：日量 500t
売電	FIT 適用：10.05 米セント /kWh（ドン払い）、20 年間固定
資金調達	日本政府補助金：「二国間クレジット制度資金支援事業のうち設備補助事業」JCM 設備補助事業 融資：世界銀行グループの国際金融公社（IFC）およびフィンランド IFC ブレンド型融資気候変動対策プログラムによる融資
CO ₂ 削減	15 年間で約 60 万 t の温室効果ガス排出削減見込み 従来埋立処理されていた廃棄物のメタン発生抑制ならびに化石燃料を使用しない発電（電力代替）による温室効果ガスの削減
事業期間	建設：2022 年 1 月～ 2024 年 1 月 運転：2024 年 2 月～（20 年間）

JFE エンジニアリング株式会社資料より

(2) 事業化計画策定に向けた基礎調査

1) 廃プラスチックの燃料化ポテンシャルの把握

上述のとおり、ベトナムの廃棄物管理に係る法令、制度等においては、本事業にて検討を実施する廃棄物の燃料化について、現時点では規制対象等にはなっておらず、廃棄物発電の文脈からはむしろ投資が推奨されている状況であることが確認できた。本項においては、ベンチェ省における廃棄物発生状況等から、燃料化に係るポテンシャルについて整理した。

① ベンチェ省における廃棄物発生状況

ベンチェ省では、増加する生活系ごみや産業廃棄物の処理に課題を抱えている。ベンチェ省人民委員会による同省党委員会宛の2023年3月5日付「ベンチェ省の廃棄物管理・処理状況に係る報告書」によると、生活系ごみ、一般廃棄物については、2022年には日量1,011t発生し、人口増加に伴い、2030年には1,815tまでに増加することが推計されている。現在、ベンチェ省の廃棄物は、都市部においてはベンチェ省都市公社が2日に1度の回収を担っており、ベンチェ省政府見解ではほぼ回収され（回収率94%）、処分場へ埋立処分されている。回収は、収集量が日量約7～15tの地域の場合はベンチェ省のサービス部門によって実施され、それ以外の地域については民間企業2社により委託回収し、地域の処分場に埋立処分している。一方、処分場の処理能力は日量合計419tであり、処分が追いついていない現状である。また、廃棄物を分別している家庭の割合は非常に低く、2022年には約15%となっている。郊外では基本的に自家処理であり、自然に分解されない廃棄物については回収を試みているものの、交通の便の悪さなどにより、回収率は64%に留まっている。

産業廃棄物については、2022年には約200tの発生量となっているが、2030年には約1,500tまで増加する見込みとなっている。また、医療廃棄物を含む有害廃棄物については2022年では1日当たり10～12t発生している。これら産業廃棄物及び有害廃棄物については、ベンチェ省内に処分場がないため、省外の事業者が回収し、ホーチミンまで運搬して処理を実施している。

廃棄物の発生・収集量

- 2022年度：固形廃棄物収集率について：都市：94%；農村：64%
- 産業廃棄物及び有害廃棄物（医療廃棄物含む）はベンチェ省外の企業により収集及び処理が実施

生活固形
廃棄物

産業固形廃
棄物

有害固形
廃棄物

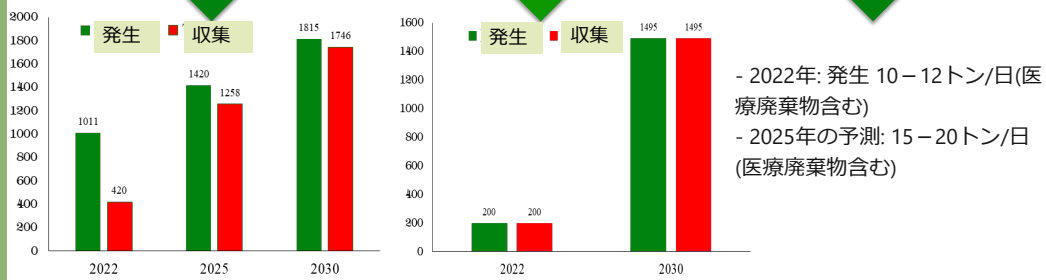


図 2-14 ベンチェ省における廃棄物発生量と今後の推移見込み（ベンチェ省政府より受領）

② ベンチェ省における廃棄物処理実態

回収した一般廃棄物は、各郡に設置されている以下 7 つの処分場に運搬され、Chau Thanh 郡と Thanh Phu 郡の処分場以外の場所では、埋立処分が実施されている。

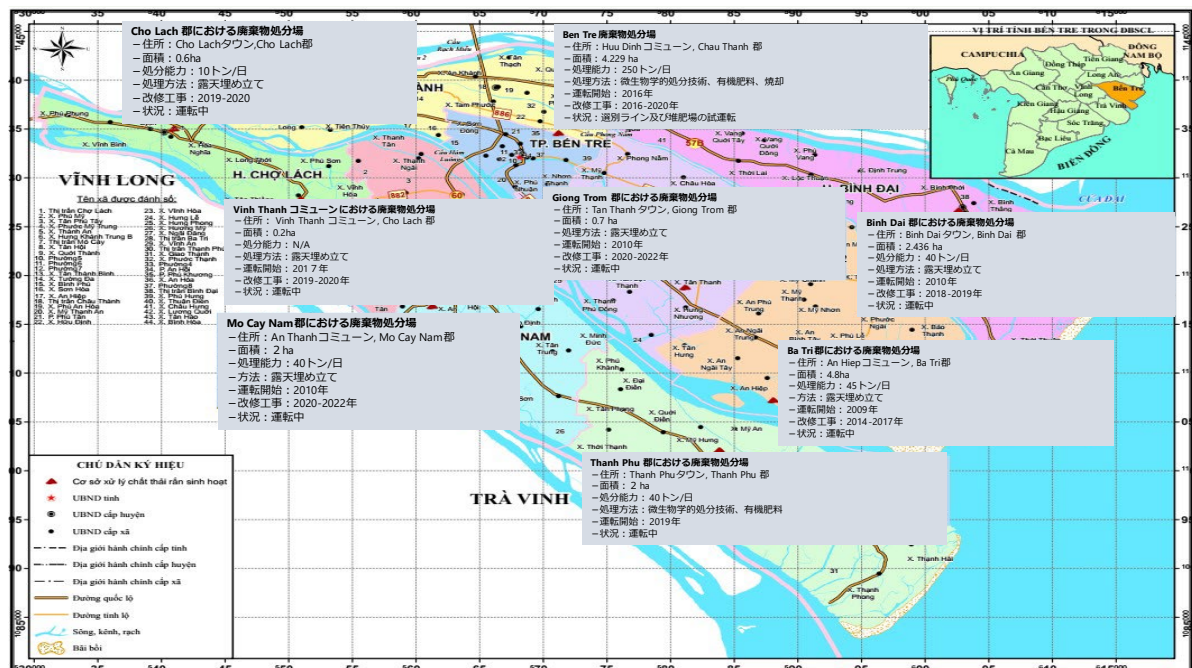


図 2-15 ベンチェ省における廃棄物処分場概要（ベンチェ省政府より受領）

一方、Chau Thanh 郡に立地するベンチェ省内最大の処分場（一日当たり 250t 処理）においては、過去、外資を含めた処理事業者の事業権公募を行い、タイおよび中国資本の事業者が廃棄物発電の事業権を獲得、焼却炉および廃棄物発電設備が導入された経緯がある。しかし、事業が想定通り進まず、撤退に至り、放置された廃棄物が事業跡地に山積している状況である。現在、廃棄物は隣接した埋立地において単純埋立されているが、管理型処分場ではないため、浸出水や廃棄物の飛散、流出を引き起こしている。



図 2-16 Chau Thanh 郡に立地する処分場の実態（2022 年 11 月撮影）

2023 年 12 月現在も上述の処分場は稼働しておらず、処分場は既に逼迫している。他地域の処分場についても、単純埋立であることから同様の環境課題を引き起こしていることが予想される。

③ ベンチェ省における今後の廃棄物管理計画

2020 年 9 月 14 日付けで発効された政令第 107 号／2020／ND-CP により、廃棄物管理は建設省から天然資源環境省に移管されたものの、各省における廃棄物管理に関する体制構築や労働者の確保に課題がある状況が続いているとの報告がある。

ベンチェ省政府としても、この状況を危惧しており、現在 2030 年及び 2050 年を見据えた追加の廃棄物処分場建設を以下のとおり計画している。

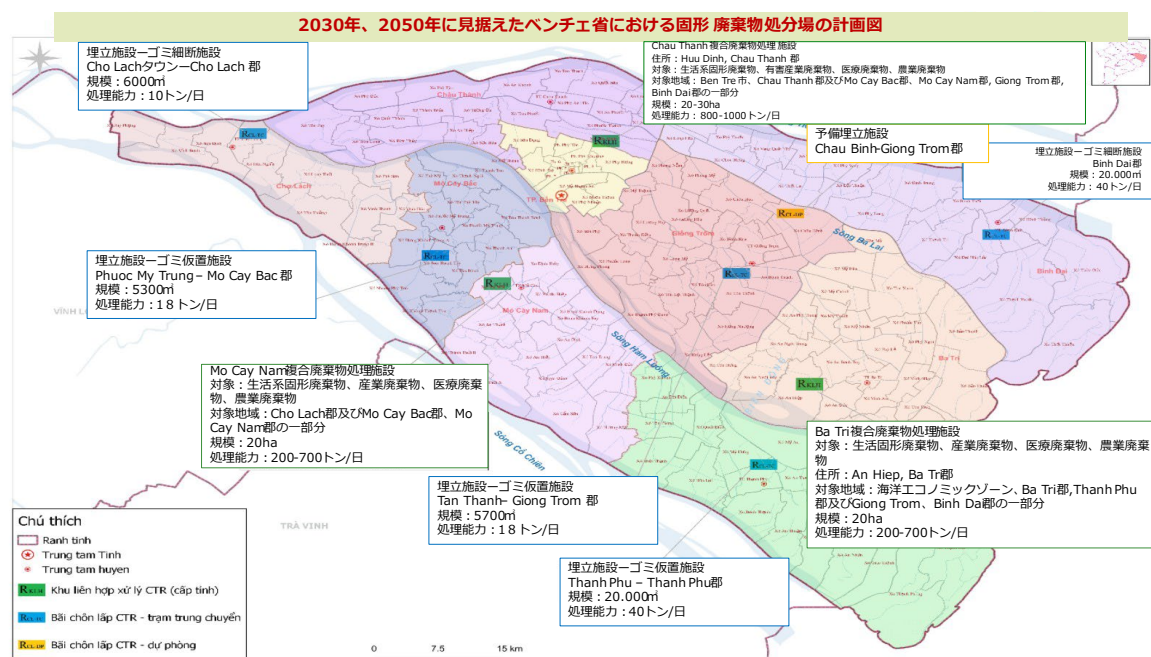


図 2-17 廃棄物処分場建設計画（ベンチェ省政府より受領）

さらに、ベンチェ省党委員会宛の 2023 年 3 月 5 日付「ベンチェ省の廃棄物管理・処理状況に係る報告書において、廃棄物管理に関して以下 3 つの投資計画を打ち立てている。

同計画では、省の開発状況と現在の法律に従い、“廃棄物管理に関する規制と政策の継続的な改善”に係る投資計画が示されたうえで、“廃棄物管理能力の強化”として、遅くとも 2026 年までに上記ベンチェ省内の廃棄物処分場の建設計画を策定し、実施することなどを明記している。加えて、“省の廃棄物処理への投資計画”として、ベトナムにおいて廃棄物発電事業や再生可能エネルギー事業を手掛ける AMACAO Group へ廃棄物処理を委託し、廃棄物発電所を導入することなどが提案されている。同計画の詳細を下表に示す。

表 2-13 ベンチェ省政府による廃棄物管理に関する投資計画

分野	投資計画
廃棄物管理に関する規制と政策の継続的な改善	- ベンチェ省における固形廃棄物管理活動、廃棄物処理投資事業者の選定基準などの現行法規制の策定・公布など、同省の発展状況に応じた廃棄物管理に関する規制・政策体系の改善の継続 - 廃棄物収集輸送、発生源での廃棄物分別に関するガイドブックの更新、廃棄物管理と優先規制に関するガイドブックの作成、省内の環境保護活動（廃棄物管理を含む）の支援 - 環境保護のための財源確保
廃棄物管理能力の強化	ベンチェ省廃棄物処分場を 2026 年までに再稼働させ、省内廃棄物を受け入れる計画を策定し、直ちに実施

	・ 基準の適用と、環境技術規制を満たす廃棄物収集車および輸送業者の選定を検討し、2020 年環境保護法に従い、発生源分別を進めるための条件を整理 ・ 廃棄物収集運搬業者を選定するための入札制度の構築 ・ 環境保護と広範な廃棄物管理に関する国民への教育を引き続き強化
省の廃棄物処理への投資計画	・ AMACAO Group Joint Stock Company へのベンチエ省内廃棄物処理委託 ➢ AMACAO Group Joint Stock Company による廃棄物処分場（廃棄物発電所を含む）の再建 ➢ 一般廃棄物処理サービスの料金設定：暫定価格廃棄物 1 トン当たり 20.5 ドルに同意 ➢ 総投資資本：1 兆 5,000 億 VND（自己資本および他の金融機関からの動員資本を含む） ➢ プロジェクト運営期間：2012 年 6 月から 50 年間（投資証明書の残存期間と同じ）。 ➢ 実施および完了時期 ◇ 第 1 四半期/2023 - 第 3 四半期/2024：投資法的手続きの完了 ◇ 第 3 四半期/2024 - 第 3 四半期/2026：建設完了 ◇ 2026 年第 4 四半期：プラントの運用開始 ・ AMACAO Group Joint Stock Company は、ベンチエ省政府に対して昼夜それぞれで約 500t（日量約 1,000t）の廃棄物の提供を要請

こうした計画を有する一方、大規模な投資を要する廃棄物発電所の導入は、ベンチエ省の廃棄物発生量規模、処理単価からは投資回収が困難であることが予測されることから、別的手段での対策が実効的である。

廃棄物は分別が行われていないことから、分別と洗浄を要するマテリアルリサイクルは経済面から困難であることが想定される。他の新興国と同様、理想とする水平リサイクルの実現は、今後時間をかけつつ分別習慣や適正回収システム導入を図る必要がある。

現状の課題を対策するための適性技術としては、廃棄物の燃料化があげられる。有機性廃棄物およびプラスチック廃棄物を破碎、混錬して RPF（Refuse derived paper and plastics densified Fuel：以下 RPF という）と呼ばれる燃料を生産し、石炭代替燃料として活用が可能である。

RPF は、主に産業系廃棄物のうち、マテリアルリサイクルが困難な古紙及び廃プラスチック類を主原料とした高品位の固形燃料であり、製造における熱量の均一化に際し、有機性廃棄物とプラスチック廃棄物の比率などを調整する必要から、一定の分別と調整が求められる。生活系ごみの場合、分別に多大なコストがかかることが想定されるため、本事業では比較的均一な性状の廃棄物を収集し得る産業系廃棄物から検討に着手することとする。

④ ベンチェ省におけるプラスチック廃棄物の実態

上述の RPF の原料となるプラスチック廃棄物については、家庭由来の一般廃棄物における発生量が記録されている。2023 年のデータによると、プラスチック廃棄物の割合は、一般廃棄物の 7.9%であり、一日当たり 79.9 トンに相当する。一方、産業由来の廃棄物のうちのプラスチック廃棄物量については情報が無い。

これは、工業団地内企業が省外の廃棄物収集事業者と直接契約し、事業者が回収、ホーチミン等で処理が行われていることから、ベンチェ省政府としては実態を把握しきれていないためである。一方、リサイクル率についてはベンチェ省政府も情報を整理しており、ベンチェ省内にプラスチック回収事業者が 100 社以上存在すること、それらの企業がプラスチック廃棄物を住民や企業から買取り、リサイクル業者に販売、といったリサイクルビジネスの存在を確認できた。リサイクル率は、プラスチック廃棄物のうち約 15%となっている。

ベンチェ省政府としては 2024 年にかけてプラスチック廃棄物の発生実態についてデータを収集し、2030 年までに海洋プラスチック削減に係る計画を発表する予定とのことであり、愛媛県による計画策定に係る支援について要請があった。

2022 年から 2025 年までのベンチェ省におけるプラスチック廃棄物に係る行動計画によると、これまでの活動成果として以下 3 点があげられている。

- 住民や企業に対する普及啓発、行動変容等
- プラスチック廃棄物・使用量削減
- プラスチック廃棄物の清掃活動・収集の効率化

これらは、主に家庭由来のプラスチック廃棄物に対するものであり、ベンチェ省政府へのヒアリングからも、発生源分別ができていないことによるプラスチック廃棄物の汚れやリサイクルの困難さ、不法投棄による海洋プラスチック排出・周辺環境の汚染等の家庭由来のプラスチック廃棄物に関する課題が多くあげられた。

基本的に、工業団地から出る産業由来のプラスチック廃棄物については、各企業が個別に回収・処理事業者と契約し処理が実施されているが、ベンチェ省天然資源環境局より同省人民委員会宛「2022 年ベンチェ省のプラスチック廃棄物課題解決に向けた行動計画の実施結果に係る報告書」によると、産業由来のプラスチック廃棄物の不法投棄、処理の規則違反も発生しており、家庭由来のプラスチック廃棄物と同様、回収・処理において課題を抱えていると想定される。



図 2-18 ベンチェ省天然資源環境局との協議（2023 年 9 月 26 日）

また、ベンチェ省内の工業団地においては、既にプラスチック廃棄物を活用し燃料製造に取り組んでいる企業がある一方、廃棄物性状の不安定性や取り扱いの難しさ等の観点から、愛媛県への支援要請を得ているところである。

次項では、上述の工業団地において既に RPF 製造に取り組んでいる事業者におけるヒアリング結果を示す。

⑤ ベンチェ省内工業団地における RPF 製造ポテンシャルと導入効果の試算

今回 RPF 製造に係るニーズを把握した企業は、上述の Giao Long 工業団地において廃棄物を引取り一部燃料化し、周辺企業へ蒸気を提供しているベトナム企業である。同社は、隣接する段ボール製造事業者（Dong Hai Joint Stock Company of Ben Tre: 以下 DOHACO 社という）と相互に株式を保有しており、DOHACO 社から段ボール製造時に排出される廃棄物を日量約 95t（プラスチック 75t、パルプ 20t）を受け入れ、裁断機により均一化したうえでペレット状の RPF 燃料を製造し、40t の蒸気製造ボイラの燃料として活用し、蒸気を工業団地内の 6 企業に供給している。燃料比率としては、石炭 60%、廃棄物（RPF）40%が一般的で、エンドユーザーのニーズに応じて燃料比率を変更しているとのことである。一方、上述のとおり、廃棄物性状の不安定性や取り扱いの難しさ等の観点から、より効率的な RPF 製造技術への転換についてニーズを得ている。また、現在隣接する準工業地域において、来年以降同規模、同業務内容の工場の建設計画があるとのことで、新規 RPF 製造技術の導入についても検討の余地があるとのことである。



図 2-19 THANH CONG ENERGY SERVICE CORPORATION との協議（2023 年 9 月）



図 2-20 RPF 製造原料

RPF は、一般的にプラスチック廃棄物と有機性廃棄物を 6:4 の比率で混錬し、4,000kcal/kg～9,000 kcal/kg の熱量を有する燃料として活用できる¹⁰。同社が年間に取り扱う産業廃棄物量は、プラスチックが 27,375t、パルプ等有機性廃棄物が 7,300t である。有機性廃棄物を全て燃料製造に使用できると仮定した場合、日量約 50t×365 日＝18,250 トン/年の燃料を製造することができる。

現在、蒸気製造ボイラの燃料として石炭のみを使用しており、RPF を石炭の代替燃料として使用すると仮定した場合の CO₂ 削減量としては、以下のように試算される。

CO₂ 排出削減量＝

18,250 (RPF 使用量 (t)) × 29.3 (RPF 標準発熱量 (MJ/kg)) × 0.0247 (石炭の CO₂ 排出係数 (tCO₂/GJ))¹⁰＝約 13,200t-CO₂

¹⁰ 社団法人全国産業廃棄物連合会リサイクル推進委員会（平成 22 年 7 月）「RPF 製造に係る基礎調査結果報告書～RPF の製造・利用の促進を目指して～」

https://www.zensanpairen.or.jp/wp/wp-content/themes/sanpai/assets/pdf/activities/report_RPF_22.pdf

RPF は化石燃料由来のプラスチックを原料とするため、焼却に伴い化石燃料由来の CO₂ 排出を伴う。日本 RPF 工業会によれば、石炭に対して燃焼時に同一熱量回収を行う過程で、石炭よりも約 33%の CO₂ 排出量低減効果があるとしている。よって、ここでは上記より算出した約 13,200t-CO₂/年の 33%を RPF の排出削減量と仮定するが、今後方法論の開発を含めて詳細な検討が必要であることに言及しておく。

さて、13,900t-CO₂/年の 33%は約 4,360t となる。減価償却資産の耐用年数等に関する省令に基づく耐用年数のうち、「冷房、暖房、通風又はボイラ設備」の 15 年を適用すると、プロジェクト期間の CO₂ 排出削減量は 65,400t-CO₂ となる。

また、費用対効果については、上記 CO₂ 排出削減量を元に JCM 設備補助事業において期待されている費用対効果の値（4,000 円/t-CO₂）から補助対象設備コストの規模を算出する。65,400t-CO₂ に費用対効果 4,000 円/t-CO₂ を乗じると、この排出削減量に基づく補助上限額は、約 2 億 6,200 万円となる。廃プラスチック燃料化設備についてはベトナムにおいて 1 件目となることから、補助率上限は 50%となり、補助金額約 2 億 6,200 万円を 50%で割り戻したプロジェクト費用は約 5 億 2,300 万円となる。よって、JCM 設備補助対象設備のコスト目安として、5 億 2,300 万円以下となるシステムの実現可能性を本調査において検討する。

Giao Long 工業団地では、石炭価格高騰や立地企業の脱炭素志向、ベンチェ省政府のグリーン・ベンチェへの方針を踏まえて、RPF 燃料への切り替えに高い関心を有するエンドユーザーも増えているとのことである。来年度事業においては、次項にてあげる愛媛県内企業による RPF 製造技術の紹介及び現時点での廃棄物性状・量等から導入効果の試算や JCM 設備補助事業を活用した経済性評価等を実施し、具体的な提案に繋げる方針である。

2) 燃料化設備の候補技術、メーカー等の整理

① 国内における製紙産業と燃料製造事業者

愛媛県は、全国で最も製紙事業者が集積する四国中央市を中心とし、製紙・紙加工産業が盛んであり、製紙事業者から排出される廃棄物を利用した燃料製造事業者も共に発展してきた経緯がある。

愛媛県における製紙産業は、他の主要産業である非鉄金属、輸送機械、石油・石炭、化学と比較して、中小企業が多く、大王製紙(株)や丸住製紙(株)のようなパルプ・製紙一貫メーカーだけでなく、多種多様な紙加工メーカーが集積している。また、都市圏と離れており輸送コストが高むことから、高付加価値製品の開発に早くから取り組んできたことから、「切手と紙幣」を除くあらゆる紙製品を製造できることができると言われていることも特徴の一つである。加えて、全国で 4 つしかない製紙産業研究センターの一つである愛媛県紙産業研究センターが立地し、試験研究機関が整備されていることも、愛媛県におけ

る製紙産業の発展を推し進めている¹¹。

製紙産業は、製造工程で蒸解や乾燥の工程に多くの熱・電気が必要であるエネルギー多量消費業種であり、産業全体のCO₂排出量のうち6%を占めている。また、2度のオイルショック等を経て省エネ型設備の導入や操業方法の改善と併せて、燃料転換もこの20年で進められてきた¹²。

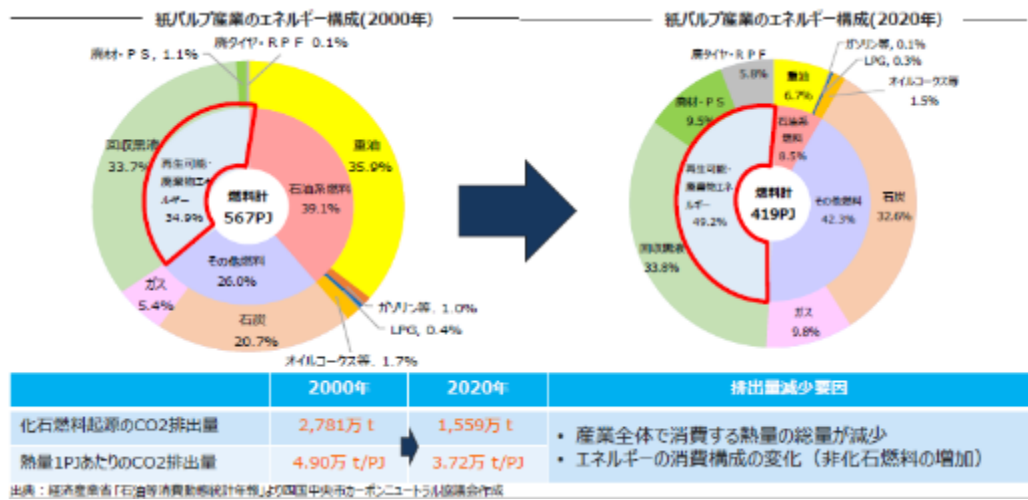


図 2-21 2000 年から 2020 年における製紙産業のエネルギー構成推移

廃棄物のエネルギー利用の取り組みは製紙産業とともに発展しており、資源の有効利用の観点からも今後も構成割合は維持・増加する見込みである。一般社団法人日本 RPF 工業会によると、2023 年以降、2030 年までに更に 40 万トン以上の RPF の新規需要が見込まれており、今後国内においては廃プラスチックを含めた静脈資源の安定供給が課題になることが予想される¹³。

¹¹ “紙パルプ産業の地域集積”（松山大学 鈴木 茂）
<https://www.bing.com/ck/a?!&p=1caaa8269357b118JmltdHM9MTcwMjY4NDgwMCZpZ3VpZD0wNTYyMDI0OS04N2NlTY2OWMtMzc1Yy0xMWExODYwNzY3YTMmaW5zaWQ9NTM2NQ&ptn=3&er=2&hsh=3&fclid=05620249-87ce-669c-375c-11a1860767a3&psq=%e8%a3%bd%e7%b4%99%e6%a5%ad%e3%80%80%e6%84%9b%e5%aa%9b&u=a1aHR0cHM6Ly9tYXRzdXlhbWEtdS1yLnJlcG8ubmlpLmFjLmpwLz9hY3Rpb249cmVwb3NpdG9yeV9hY3Rpb25fY29tbW9uX2Rvd25sb2Fkjm0ZW1faWQ9MTc2NSZpdGVtX25vPTEyYXR0cmliX2l2kP-TIxJmZpbGVfbm89MQ&ntb=1>

¹² 四国中央市カーボンニュートラル協議会 “四国中央市カーボンニュートラル実現に向けたロードマップについて”（2023 年 3 月 30 日）
https://www.city.shikokuchuo.ehime.jp/uploaded/life/34190_54992_misc.pdf

¹³ 一般社団法人日本 RPF 工業会 Web ページ “RPF 需要推移と生産実績” <https://www.jrpf.gr.jp/rpf-1/rpf-6>

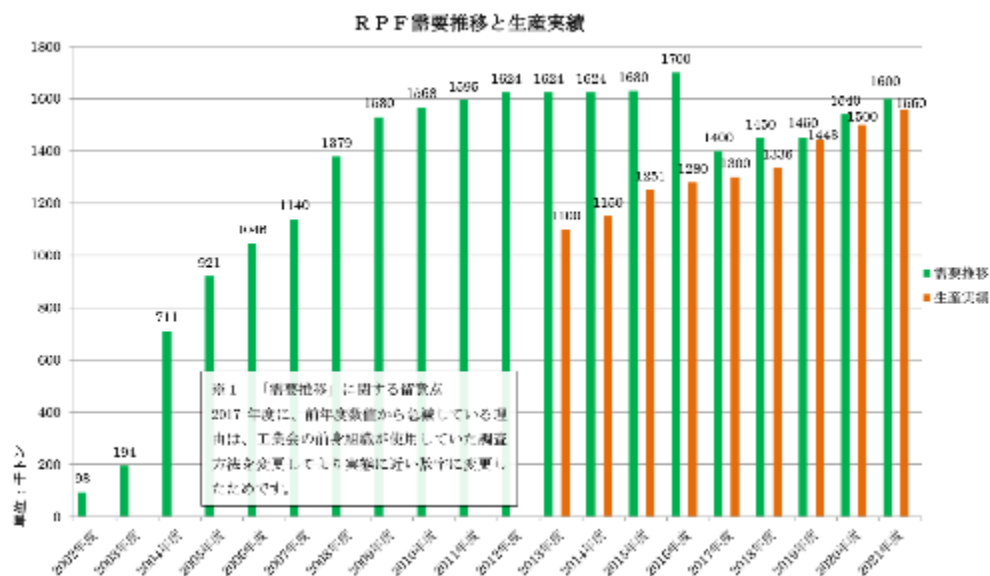


図 2-22 RPF 需要推移と生産実績

日本 RPF 工業会の正会員 80 社のうち、愛媛県内に本社・工場を有する企業は以下 3 社である。

表 2-14 日本 RPF 工業会に所属する愛媛県内 RPF 製造事業者（正会員のみ）

企業名	住所	会社 Web ページ
株式会社イージーエス	愛媛県新居浜市新田町 3 丁目 1-39（本社）	https://egs21.co.jp/
エビス紙料株式会社	愛媛県四国中央市川之江町 4087-3（工場）	https://ebisu-eco.co.jp/
株式会社金城滋商事	愛媛県松山市間屋町 10-7（本社）	http://www.kaneshiro.co.jp/

② 候補技術の概要

「RPF」とは Refuse Derived paper and plastics densified Fuel の略称であり、主に産業系廃棄物のうち、マテリアルリサイクルが困難な古紙及び廃プラスチック類を主原料とした固形燃料である。RPF の特徴としては、以下 7 点がエビス紙料株式会社の Web ページにあげられている¹⁴。

¹⁴ エビス紙料株式会社 Web ページ <https://ebisu-eco.co.jp/recycling/%e5%9b%ba%e5%bd%a2%e7%87%83%e6%96%99%ef%bc%88rpf%ef%bc%89%e3%81%ae%e8%a3%bd%e9%80%a0/>

表 2-15 RPF の特徴

取り扱いが容易	RPF は固形で密度が高い為、コークス、微粉炭等と同等の利便性をもち、貯蔵特性に優れる
品質の安定性	発生履歴が明らかな産廃や選別された一般廃棄物（分別基準適合物）を原料として使用しているため、品質が安定
熱量のコントロールが可能	ボイラ等のスペックに応じ、古紙と廃プラスチックの配合比率を変えるだけで容易に熱量変更可能
高カロリー	プラスチックを使用しているため熱量が高く、石炭及びコークス並みで化石燃料代替として使用可能
ボイラ等燃焼炉における排ガス対策が容易	- 品質が安定し、不純物混入が少ないため、塩素ガス発生によるボイラ腐食や、ダイオキシン発生がほぼなし - 硫黄ガスの発生も少なく、排ガス処理が容易
他燃料に比較して経済性に優れている	石炭の 1/3～1/2 の価格、灰化率が石炭に比べ 1/3 以下となる為、灰処理費が削減可能
化石燃料の代替	化石燃料より低コストであり、省資源・省エネ・CO₂ 排出削減に貢献

原料となる古紙類、廃プラスチック類は以下のとおりである¹⁵。

表 2-16 RPF 原料として使用可能な古紙類

古紙類型	分類
特殊紙	加工紙、ラミネート紙、紙製容器、アルミ蒸着紙、感熱紙、カーボン紙、剥離紙、OHP、シート類、写真、窓付封筒、不織布（高分子吸収体は不可）、原料袋（粉の付着が多いものは不可）、紙筒
ロール状損紙	切落し紙、フィルム類
平判損紙	切落し紙、フィルム類
粘着テープ	ラベル、ステッカー、テープ等
紙製容器包装	容器包装リサイクル法における分類基準適合物

出所：株式会社エコ・マイニング。

¹⁵ 李秀澈（2006 年 11 月）“地球温暖化対策と新型廃棄物固形燃料 RPF－日本製紙産業の RPF 導入事例を題材として－” https://wwwbiz.meijo-u.ac.jp/SEBM/ronso/no7_3/08_LEE.pdf

表 2-17 RPF 原料となる廃プラスチック類

	主原料名	可否	例
熱可塑性樹脂	ポリエチレン (PE)	○	スーパー買物袋, ポリタンク, マヨネーズボトル, 包装用フィルム (包材), アルミ蒸着紙, ラミネート, 電線被覆材, 薬品等の容器類
	ポリプロピレン (PP)	○	バケツ, 食器, 荷造りひも, 菓子包装袋, プリンカップ, アルミ蒸着紙
	ポリエチレンテレフタレート (PET)	○	PETボトル (清涼飲料, 酒類の容器), 写真フィルム, カーペット, 衣料品等
	ポリカーボネート (PC)	○	AV機器, コピー機, 携帯電話のボディー等
	アクリルブタジエンスチレン (ABS)	○	家具部品, 家電製品, 自動車部品等
	ナイロン	○	合成繊維, レトルト用包材, ファスナー
	アクリル	○	レンズ他
	ポリスチレン (PS)	○	食品用トレイ, 発泡スチロール, プラモデル, CDケース, アルミ蒸着紙, 家電製品のボディー, 玩具ボディー等
	ポリ塩化ビニール (PVC)	×	農業用ビニール, 人工皮革, 人工芝, 電線被覆, 水道管, 食品用ラップフィルム, 部品トレイ, 卵パック, レインコート
熱硬化性樹脂	ポリウレタン	○	スポンジ, 靴底, クッション, マットレス
	不飽和ポリエステル樹脂 (FRP)	×	浴槽, ヘルメット, ボート, 釣竿
	フェノール樹脂	×	配電盤ボディー, ガラエボ基板

出所：株式会社エコ・マイニング。

原料として受け入れられた古紙、廃プラスチック類は選別、破碎、成形の工程を経て RPF として製品化される。RPF は発生源が明らかな産業廃棄物や、選別された一般廃棄物を原料として使用しているため、乾燥などの前処理が不要で製造プロセスが簡潔になる利点がある。国内の RPF シェアの 17%を占める、日本ウエスト株式会社の RPF 製造フローの例を以下に示す¹⁶。

¹⁶ 日本ウエスト会社案内パンフレット https://japanwaste.jp/jw/wp-content/themes/japan-waste/pdf/company_3.pdf



図 2-24 エビス紙料株式会社によるリサイクル事業概要

③ ベンチェ省における技術導入に向けた検討事項

設備導入に際しては、原料側及び燃料利用側の要件を明確に把握・設定したうえで、設備の技術的な検討に反映させ、システムとして導入可能性を検証する必要がある。以下のとおり、3段階それぞれについて要件を検討する。

● 原料（廃棄物の受入条件）

設備導入に際し、廃棄物処理の実態、プロセス及びアウトプットを考慮して設定される受入条件であり、「廃棄物の排出状況」「廃棄物の性状」「処理不適物の特定」「収集形態」等があげられる。

● プロセス条件（処理技術の設計条件）

設備の設計を行う際に必要な具体的条件であり、インプット、アウトプットを満たし、かつ規制基準や緊急時への対応まで考慮した設備の基本的性能を決定する。

● アウトプット（燃料利用条件）

処理の結果生成される RPF 燃料を利用するために必要な条件である。燃料に求められる品質、量のほか、利用先までの搬送方法、搬送ルートや需要量の季節変動等があげられる。

インプットの要件の一つとして、製造における熱量の均一化のため、有機性廃棄物とプラスチック廃棄物の比率などを調整する必要から、一定の分別は必要であることがあげられる。原料に塩化ビニルや金属等が含まれている場合には、これらを前処理行程において除去する必要がある。なお、塩素が含まれる場合には、使用先のボイラの配管等の付属設備の腐食等が問題となるため、塩素除去の必要性については、アウトプットの要件（炉の形式や脱塩装置の有無等）によって決定される。

現時点で想定される、上記３段階の要件の具体的内容について、下表に整理する。

表 2-19 設備導入に関する要件の具体的内容

要件区分	要件の内容	
インプット (廃棄物の受入条件)	廃棄物の排出状況	・ プラスチック・有機性廃棄物の排出量 ・ 排出特性（日変動、季節変動等） ・ 排出源
	廃棄物の性状	・ プラスチック ➢ 素材別の組成・量 ➢ 塩化ビニルの有無 ➢ 汚染の程度等 ・ 有機性廃棄物 ➢ 種類別の組成・量 ➢ 含水率（％）等 ・ ごみ質変動の有無（季節変動等）
	処理不適物の特定	・ 種類、混入率（％）
	収集形態	・ 収集方法 ・ 収集日数・搬入日数（t/週）、年間搬入計画等
プロセス条件 (処理技術の設計条件)	建設予定地の立地条件	・ 主たる排出源からの距離 ・ 敷地面積、地形、地質、気候条件 ・ 法的規制、周辺環境、アクセス ・ 電気、水道などの引き込み状況
	処理能力	・ 処理能力（t/日） ・ 年間稼働日数（日/年） ・ 受入貯留設備容量（最大搬入量への対応）
	プロセス別の稼働時間	・ 前処理他（時間/日）
	公害防止基準等	・ 規制基準 ・ 周辺住民などの要請基準の有無
	前処理	・ 前処理設備の要否と処理方式
	処理生成物（資源化物）の利用	・ 生成物の性状、発生量、利用法、利用量 ・ 余剰生成物の処理
	処理不適物の処分	・ 処理不適物（金属等）の処分方法
アウトプット (燃料利用条件)	燃料利用	・ 発電利用：給電先、給電方式、給電容量、売電（売電単価等）

件)		・ 熱利用：利用先、利用条件、供給熱量、供給媒体（温水、蒸気）
	RPF 燃料の流通	・ 燃料の販路、搬送ルート、搬送方法等

2.2.3. 排水処理分野

ベンチェ省は、ベトナム国内でも有数の養殖産業地帯を抱え、エビやパンガシウス¹⁹の養殖が盛んである。一方、近年養殖産業の拡大によって、養殖場から排出される多量の排水や汚泥による環境汚染が問題となっており、ベンチェ省政府は水質モニタリングを行いつつ状況を注視している。汚染対策としては、公共水域での総量規制等による改善策が想定されるものの、実効的な規制としては、各養殖場において個別に排水管理を実施することが有効である。しかし、養殖業は小規模事業者が多く、排水管理技術の知見がないため、排水が未処理のまま環境中へ放流されることによる環境汚染を引き起こしており、ベンチェ省政府からの支援要請を得るに至っている。以上の状況を踏まえ、本事業における今年度の実施項目として以下の調査、検討を実施した。

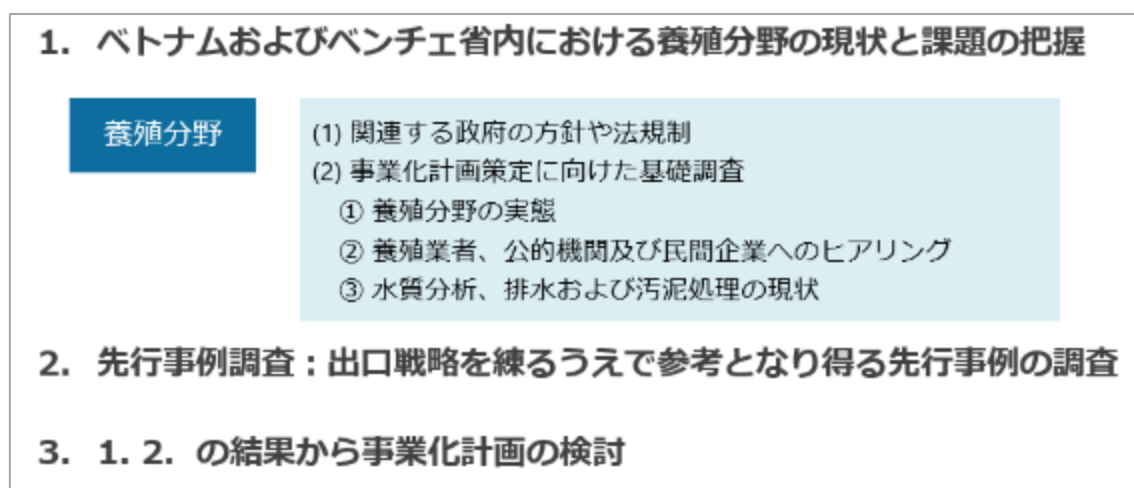


図 2-25 環境配慮型養殖事業における 2023 年度の実施事項

上記のとおり、ベトナム及びベンチェ省内における養殖分野の現状と課題の把握のため、ベンチェ省が目指す環境配慮型養殖に関連する政府方針や法規制状況、養殖分野の排水や汚泥処理の課題、水質分析のニーズについて、机上調査ならびに現地の養殖業者や公的機関、および民間企業へのヒアリングを通じて情報の収集及び整理を行った。

(1) 関連政策・制度の動向分析

本項では、環境配慮型養殖の普及に向けてベンチェ省が掲げる養殖分野の方針や、養殖分野で問題となっている排水や汚泥などの廃棄物処理に伴い要求される水質分析の政策や制度についてまとめる。

¹⁹ パンガシウス：ナマズの一種（ナマズ目パンガシウス科）。近年は大規模に養殖されており、白身魚のフライなどに加工され、北米や日本に大量に輸出されている。

1) ベンチェ省の水産養殖分野の方針

ベンチェ省は 2021 年に党大会にてプログラム No. 08-CTr/TU を発表した。本プログラムは「2020 年から 2025 年までのベンチェ省の主要産業と企業力の発展に関するプログラム、ビジョン 2030 年」と題されており、ココナッツ生産および加工産業、水産加工および生産産業、裾野産業および再生可能エネルギーという主要産業を特定するとともに、有力事業 100 社を含む約 5,000 社の新規事業を育成することを掲げている。本プログラムで言及されている水産分野の現状と課題について表 2-1 に示す。

表 2-20 No. 08-CTr/TU に示された水産分野の現状や課題

達成状況	✓ 水産養殖面積：45,000 ha ✓ 総生産量：50 万 t/年 ✓ 水産加工業者：38 社
課題	✓ 産業が発展途上の段階にある ✓ 大規模な水産物企業の不足 ✓ 水産養殖業が小規模で先端技術の普及が限定的 ✓ 漁獲技術・保存技術の遅れ ✓ 輸出食品としての要件を満たしていない
原因	✓ 水産養殖に対する技術開発や技術移転に対して注力されていない ✓ 水産養殖に係るビジネスをサポートする強力な政策がとられていない
将来予測	✓ 欧米の基準に準拠したエビ類及びパンガシウスの生産にフォーカスし養殖産業を開発し面積を拡大する

また、水産分野における 2025 年及び 2030 年の目標については表 2-2 に示す。

表 2-21 No. 08-CTr/TU に示された水産分野の 2025 年及び 2030 年の目標

2025 年の目標	✓ 輸出額の増加率が年平均 72.64%、金額にして約 12 億ドル
2030 年の目標	✓ 輸出額の増加率が年平均 15.81%、金額にして約 25 億ドル
目標達成に向けたタスク	✓ エビ加工業において大規模な輸出水産加工に向けた投資プロジェクトを誘致する ✓ 2025 年までに最新技術と養殖方法を適用した大規模なハイテクエビ養殖地域を Thanh Phu 県及び Binh Dai 県、Ba Tri 県に集中的に設置する ✓ ハイテクエビ養殖場の総面積は 4,000 ha 以上を目指す

以上をまとめると、ベンチェ省政府は養殖面積の拡大による生産量の増加はこれ以上見込めない状況になりつつある中で、先端技術を取り入れたハイテクエビ養殖の普及を進め、効率的な生産を行うことにより、生産量及び輸出額の向上を目指すことを方針として掲げ

ている。

一方、エビ養殖の拡大に伴って、近年病害のまん延が問題化しつつある。ベトナムでは2010年に早期死亡症候群（EMS）と呼ばれるエビの急性肝臓壊死症（AHPND）が確認され、2012年にはメコンデルタ流域のエビ養殖場の約39,000 haに広がり、放流エビの50%が死滅するという甚大な損失をもたらした²⁰。現在も流行が続いており、ベンチェ農業農村開発局によると2023年には疫病により700ヘクタール以上のエビ養殖場において被害が出ている²¹。病害が発生した養殖場は汚染水と汚泥を未処理で排水していることから、支流にある養殖池も汚染するなどの二次被害に繋がっている。ベンチェ省政府はこうした事態への対応のため、河川などの地表水の環境モニタリングを実施し、病害発生の予測や警報の発表を行うなどの対策をとり、養殖場内の水質検査を実施、被害や環境汚染の拡大防止に努めている。以下では環境モニタリングや養殖場の水質検査の実施にあたり、その根拠となっている法律や検査基準についてまとめる。

2) 環境保護法

ベトナムにおける水環境保護関連の政策・制度の基盤には、2022年1月1日施行の環境保護法（Law No. 72/2020/QH14）がある。「第7条 地表水保護に関する一般規制」において以下のように規定されている。

第7条 地表水保護に関する一般規制

1. 地表水の水質、堆積物、水生環境を監督、評価する。また地表水環境の限界負荷量を計算、確定、公開しなければならない。
2. 地表水環境への排出源は、地表水環境の使用目的と限界負荷量に適した管理がなされなければならない。事業者が環境に排出する前に地表水に関する環境技術規準に準じた排水処理対策を行う、もしくは、排水を発生させないためのリサイクル対策や汚染地域の汚染処理または回復措置、環境を改善させるプロジェクトを行うような場合を除き、管轄機関の発表による負荷量が限界に達した地表水環境に直接に排出するような新規事業の環境アセスメントについては承認しない、あるいは環境ライセンスを発給しない。
3. 河川水環境の保護は、流域による総合的管理に基づき、生物多様性を保全、水生環境の保護、水資源保護コリド（回廊）の管理、水資源の合理的な開発・利用を伴わなければならない。

また「第8条 地表水環境保護活動」においては以下のように規定されている。

第8条 地表水環境保護活動

1. 地表水環境保護の内容は次のとおりである。
 - a) 地表水環境に排出された排水の統計、評価、最小化および処理を行う。
 - b) 地表水水源の水質、堆積物、水生環境を観測・評価する、また地表水の管理、開発、および使用に関する情報を公表する

²⁰ To et al. (2020) <https://www.mdpi.com/2079-7737/9/10/312>

²¹ Nongnghiep.vn : <https://vietnamagriculture.nongnghiep.vn/diseases-in-farmed-shrimp-in-the-mekong-delta-are-complicated-d370277.html>

- c) 地表水環境の限界負荷量を調査・評価、負荷量が限界に達した地表水環境を公表する。地表水環境への水排出の限界を評価する。
- d) 汚染された地表水環境の処理、回復、改善を行う。
- e) 国際河川の地表水環境の質・堆積物の観測・評価。環境保護法や国際法、慣行に従って情報を共有する。

本条項において天然資源環境省（MONRE）及び人民委員会の責任については以下のよう
に規定されている。

2. MONRE の責任：

- a) 川・湖の地表水環境の限界負荷量の評価・地表水環境の質の評価のガイダンスを行う。
- b) 省間の江湖の地表水環境の質・堆積物・限界負荷量を評価する。排出源・汚染度合いを検査・統計・評価及び汚染処理を行う。社会経済開発・環境保護に重要な役割を果たす省間の江湖の地表水環境の質の管理の計画案を策定し、首相に提出する。
- c) 省間江湖の地表水質管理計画の実施また水質汚染を防止し、最小化させる。水質を改善するための措置を検査する。

3. 各省の人民委員会の責任：

- a) 社会経済開発と環境保護において重要な役割を果たす省内江湖と他の地表水源を確認する。水使用区域の衛生保護地域を確認する。水源保護回廊を設立する。水源保護林、江湖、帯水層という区域を確認する。
- b) 地表水環境への排出源に関する情報を公開する。MONRE の指導に従って各地方政府が管理する省間江湖の地表水環境の現状や排出源、排出総量に関する情報・データを収集する。汚染での損害の評価を指導及び法廷に従って汚染を処理する。
- c) 廃棄物源によって水源が汚染されることを防止し、管理するための活動を組織する。地表水質管理計画に従い、地表水質汚染を防止・最小化し、地域の地表水質を改善するための対策を実施する。
- d) 地表水環境・堆積物の質の評価を実施する。本項の a に定められた地表水の負荷量の限界・排水排出の限界を評価する。管理している区域にある負荷量が限界に達した地表水環境に関する情報を公開する。
- e) 本項の a に定められた地表水環境の質の管理計画を公布・実施、管理している省間の江湖の地表水環境質の管理計画を実施する。

また「第 61 条 農業生産における環境保護」においては以下のように規定されている。

第 61 条 農業生産における環境保護

- 1. 化学物質、植物保護薬、動物用医学薬品、肥料を農業生産で製造、輸入、取引、使用する組織や個人は、環境保護に関する法律およびその他の関連法を遵守しなければならない。
- 2. 毒性、持続性を有し、環境への拡散または蓄積が高く、環境と人間の健康に悪影響を与える化学物質、植物保護薬、および動物用医学薬品は、法律に従った登録、棚卸、監視、情報管理、評価リスク管理および取り扱いを行う必要がある。
- 3. 期限切れの肥料、畜産環境対策に関わる製品、植物保護薬、動物用医学薬品、水生飼

料、水産養殖環境対策に関わる製品は、関連する法の規制に従って管理する必要がある。使用後の肥料、動物飼料、水生飼料、植物保護薬、動物用医薬品、水産養殖環境対策に関わる製品、家畜排せつ物処理にかかわる製品を含む包装、および水産養殖池を清掃する際の飼料と泥の沈降を含む包装は、廃棄物管理規定に従って管理しなければならない。運河、溝、灌漑施設から浚渫された汚泥は、法律の規定に従って収集、再利用、再生及び管理しなければならない。伝染病による死んだ動物の死骸は、有害廃棄物の管理と疾病予防の衛生に関する法律の規定に従って収集され、取り扱われなければならない。

4. 農業副産物は、商品・製品の生産のため、原材料、燃料として利用されるか、肥料生産、エネルギー生産のために収集され、規制に従って処理される必要がある。作物の副産物を屋外で燃やして環境汚染を引き起こしてはいけない。

5. 畜産活動からの廃棄物を有機肥料、植物用水、またはその他の目的に使用することは、政府の規制に従わなければならない。

6. 国は、持続可能性、気候変動への適応、節水、および無機肥料と化学ベース植物保護薬と農業の環境対策にかかわる製品の限定に向けた農業生産のモデルと方法への更新を奨励する政策を採用する。環境に配慮する農業モデルを開発する。

本条項において農業農村開発省（MARD）の責任については以下のように規定されている。

7. 農業農村開発省（MARD）は、環境保護要件を満たすために、運河、溝、および灌漑施設から浚渫された汚泥の管理を指示および組織化する責任を負う。

また第 61 条の 3 項「…水産養殖池を清掃する際の飼料と泥の沈降を含む包装は、廃棄物管理規定に従って管理しなければならない。…」に記述された廃棄物管理規定については「第 72 条 廃棄物管理の要件」において以下のように規定されている。

2. 排水管理に関する一般的な要件は次のように規定される

a) 排水は、受入水源に排出する前に、環境技術規格に適合した収集、処理をしなければならない。

b) 排水は、環境保護および水使用の目的に関する要件を満たしている場合、再利用することが推奨される。

c) 規定限度を超えた有害環境パラメータがある排水は、有害廃棄物管理に関する規定に従って管理されなければならない。

d) 処理された排水の環境への排出は、環境保護に関する法律に従って管理し、受け入れ環境の負荷許容量に適する必要がある。

また環境モニタリングを行う際の国家技術基準（QCVN）については「第 97 条 環境技術基準の規制」において以下のように規定されている（該当する項目について抜粋）。

1. 以下を含む周囲環境の品質に関する環境技術の規制

b) 地表水、地下水、海水の水質に関する環境技術基準

2. 以下を含む廃棄物に関する環境技術の規制

a) 排水に関する環境技術基準

3. 以下を含む廃棄物管理に関する環境技術の規制
a) 有害廃棄物に関する環境技術基準。

以上を踏まえると、養殖分野における環境保護法の対象範囲は大きく 2 つに分類でき、それぞれを管理する行政機関が異なる。

- (1) 養殖場と繋がる外部の河川などの地表水（天然資源環境省【MONRE】/ベンチェ省天然資源環境局【DONRE】）
- (2) 養殖施設の養殖用水・汚泥（農業農村開発省【MARD】/ベンチェ省農業農村開発局【DARD】）

上記の(1)については「No. 10/2021/TT-BTNMT」によってモニタリング手法等が規定されている。

- 環境モニタリング技術および環境品質モニタリング情報およびデータの管理についての規定（No. 10/2021/TT-BTNMT）

天然資源環境省（MONRE）が 2021 年に通知した No. 10/2021/TT-BTNMT によって、環境モニタリング技術および環境品質モニタリング情報およびデータの管理については以下のよう

に規定されている。付録については参考資料に添付した。

- ✓ 定期的な地表水質モニタリングの実施

「CHAPTER 2 定期的な環境モニタリング技術」の中の「第 8 条 地表水質モニタリング」において、河川等の地表水の定期的な環境モニタリングの実施が求められている。

第 8 条 地表水質モニタリング

1. 地表水質モニタリングのパラメータと方法は、付録 2.2 に指定されており、その他のパラメータは、地表水質に関する国の技術規制で指定されているか、環境品質モニタリングプログラムによって要求されている。

2. 省および中央関連都市の国家環境品質モニタリングプログラムおよび環境品質モニタリングプログラムでは、少なくとも次のパラメータを監視する必要がある： pH、TSS、DO、COD、BOD5、NH⁴⁺、total nitrogen もしくは NO³⁻、total phosphorous もしくは PO₄³⁻、total Coliforms について、少なくとも 2 か月ごと（6 回/年）実施する。監視プログラムの目的と監視場所の特性に応じて、適切な頻度で監視するために、他のパラメータを選択して監視プログラムに含める必要がある。

養殖施設で使用する養殖用水や発生する汚泥については農業農村開発省 MARD（ベンチェ省農業農村開発局 DARD）の管轄となっている。水質分析を行う際の国家技術基準について以下に示す。

3) 養殖施設の養殖用水の水質分析を行う際の国家技術基準

- ✓ エビ養殖施設に関する国家技術基準 (QCVN02-19:2014/BNNPTNT)

本基準において池に供給する水や池から排出される廃水、廃棄物に関しては以下のように規定されている。

2.3.1.2 池に供給される水質は、付録 1 の表 1 で指定されているパラメータの値を確保する必要がある。

2.4.1 廃水処理池からの水は、付録 1 の表 2 で指定されたパラメータの値が満たされている場合にのみ、周辺環境に排出することができる。

2.3.1.2 に記載の「付録 1 表 1」について以下に示す。

表 2-22 ブラックタイガーとバナメイエビ養殖池及び養殖用水の水質

No.	パラメータ	Unit	許容可能数値
1	Dissolved Oxygen (DO)	mg/l	≥ 3.5
2	pH		7 - 9, the daily fluctuation is not more than 0.5
3	Salinity	s	5 ÷ 35
4	Alkalinity	mg/L	60 ÷ 180
5	Clarity	cm	20 ÷ 50
6	NH ₃	mg/l	< 0.3
7	H ₂ S	mg/l	< 0.05
8	Temperature	° C	18 ÷ 33

2.4.1 に記載の「付録 1 表 2」について以下に示す。

表 2-23 外部環境に排出される前の廃水処理池の水質

No.	パラメータ	Unit	許容可能数値
1	pH		5.5 - 9
2	BOD ₅ (20° C)	mg/l	≤ 50
3	COD	mg/l	≤ 150
4	Floating solids	mg/l	≤ 100
5	Coliform	MPN/100ml	≤ 5,000

- ✓ パンガシウス養殖施設に関する国家技術基準 (QCVN02-20:2014/BNNPTNT)

本基準において池に供給する水や池から排出される廃水、廃棄物に関しては以下のように規定されている。

2.3.1.2 池に供給される水質は、付録 1 の表 1 で指定されているパラメータの値を確保する必要がある。

2.4.1 廃水处理池からの水は、付録 1 の表 2 で指定されたパラメータの値が満たされている場合にのみ、周辺環境に排出することができる。

2.3.1.2 に記載の「付録 1 表 1」について以下に示す。

表 2-24 パンガシウス養殖池及び、池に供給される養殖用水の水質

No.	パラメータ	Unit	許容可能数値
1	Dissolved Oxygen (DO)	mg/l	2.0
2	pH		7 - 9
3	Alkalinity	mg CaCO ₃ /l	60 ÷ 180
4	NH ₃	mg/l	≤ 0.3
5	H ₂ S	mg/l	≤ 0.05
6	Temperature	° C	25 ÷ 32

2.4.1 に記載の「付録 1 表 2」について以下に示す。

表 2-25 外部環境に排出される前の廃水处理池の水質

No.	パラメータ	Unit	許容可能数値
1	pH		5.5 - 9
2	BOD ₅ (20° C)	mg/l	≤ 50
3	COD	mg/l	≤ 150
4	Floating solids	mg/l	≤ 100
5	Coliform	MPN/100ml	≤ 5,000

- ベトナム規格 (TCVN) と日本産業規格 (JIS) の互換性

日本の水質分析技術をベトナムに導入する際の留意点としては、基準となる規格が異なる点がある。ベトナムにおけるモニタリング及び分析手法は USEPA をもとに設定されており、日本国内規格である JIS 規格で構築された技術が現地規格に適合しない可能性があるため、技術導入する際には互換性について確認を行う必要がある。

(2) 事業化計画策定に向けた基礎調査

1) 水質分析技術導入ポテンシャルの把握

ベンチェ省の養殖産業の課題や水質分析ニーズの把握するために、現地の養殖分野における実態調査を行った。

① ベンチェ省における養殖分野の実態調査

ベトナム及びベンチェ省における水産養殖の現状について統計データを基に以下に取りまとめた。

✓ 世界との比較

世界におけるベトナム国の養殖産業の規模であるが、令和元年度の水産白書によると²²、ベトナムの養殖業における養殖業の生産量は2018年時点で中国、インドネシア、インドに続いて世界第4位であり、2022年時点で年間約523万トンを生産している²³（図2-1のa）。養殖業における生産量は近年急増しており、ここ5年（2017年～2022年）で年間約130万トンも増加している。

✓ ベトナム国の地域ごとの生産量

ベトナム国内の養殖業の生産地はその多くがベンチェ省も位置する南部のメコンデルタに集中しており、2022年時点で全体の70.3%を同地域で生産している。2022年時点でメコンデルタ地域の13省全体で年間約368万トンを生産しており、ベンチェ省の年間生産量は第6位の29万トン（メコンデルタ地域全体に対し約7.9%）であった²⁴。

✓ 魚種ごとの養殖業における生産量

ベトナム統計総局によると、ベトナムの養殖業における区分は、魚類とエビの2種に大別されている。2022年のベトナム国における魚類の年間生産量は約350万トン、エビの生産量は約115万トンとなっている。また魚類のうち、パンガシウス（*Pangasianodon hypophthalmus*）の生産量が多くを占めており、2022年時点における商業的養殖面積は約5,500 ha、生産量は約160万トンであり、魚類生産量全体のうちの約46%を占める²⁵。

メコンデルタ地域の2022年時点での年間生産量は、魚類が約97万トン（国全体に対し約84.4%）、エビが約248万トン（国全体に対し約70.9%）であった。

ベンチェ省の2022年時点での年間生産量は、魚類が約12万トン（メコンデルタ地域全体に対し約12.3%）、エビが約15万トン（メコンデルタ地域全体に対し

²² 水産庁：https://www.jfa.maff.go.jp/j/kikaku/wpaper/r01_h/trend/1/t1_3_1.html

²³ Viet Nam General Statistics Office 「STATISTICAL YEARBOOK OF 2022」：<https://www.gso.gov.vn/en/data-and-statistics/2023/06/statistical-yearbook-of-2022/>

²⁴ Viet Nam General Statistics Office：<https://www.gso.gov.vn/en/agriculture-forestry-and-fishery/>

²⁵ Poste-vn：<https://poste-vn.com/news/2022-12-20-13825>

約 5.9%) であった。

✓ ベンチェ省の養殖業の状況

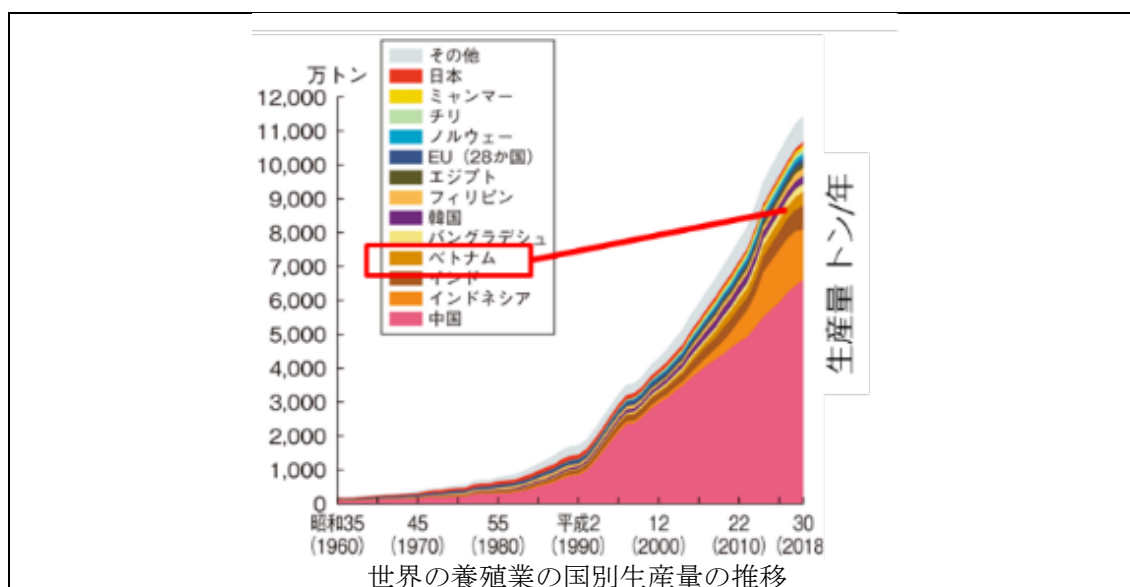
ベンチェ省地区では河口域に養殖場が集中しており、図 2-2 に示すように河口沿岸に位置する Thanh Phu 県や Binh Dai 県、Ba Tri 県等に多くの養殖場が存在する。

2021 年におけるベンチェ省内の県別の年間生産量では Thanh Phu 県で 36,509 トン、Binh Dai 県で 90,237 トン、Ba Tri 県で 26,063 トンとなっている。

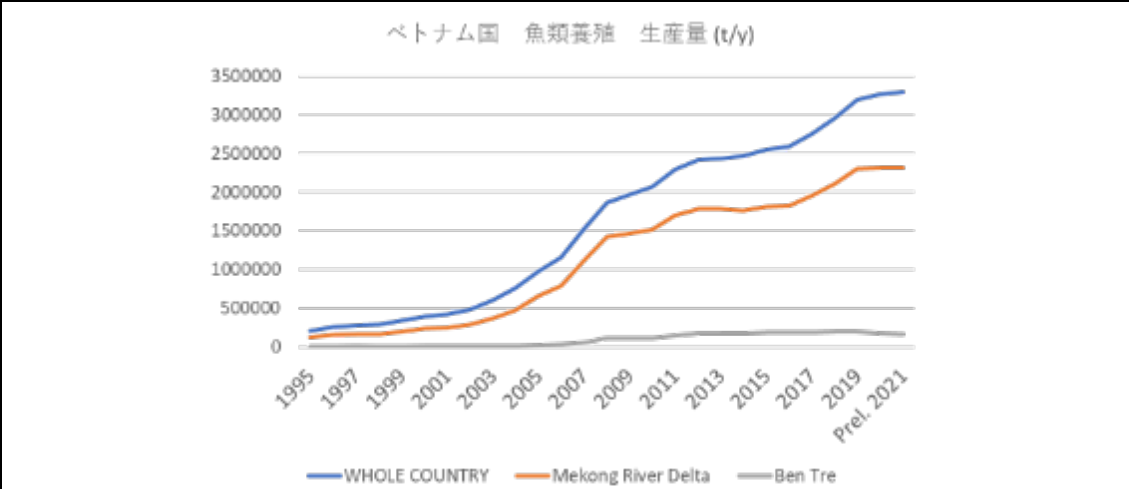
総養殖面積については、ベンチェ省全体で 2021 年に 44,863 ha であった。2023 年には 47,800 ha に達したと報じられている²⁶。一方、ベンチェ省における水産養殖業を所管する農業農村開発局（DARD）によると、ベンチェ省内の養殖可能エリアの総面積は 50,000 ha であり、上限に達しつつある。

またベンチェ省統計局によると、2021 年のベンチェ省各県における養殖面積については、Thanh Phu 県で 18,210 ha、Binh Dai 県で 19,650 ha、Ba Tri 県で 5,140 ha となっており、3 地区でベンチェ省全体の約 96%以上を占めている。

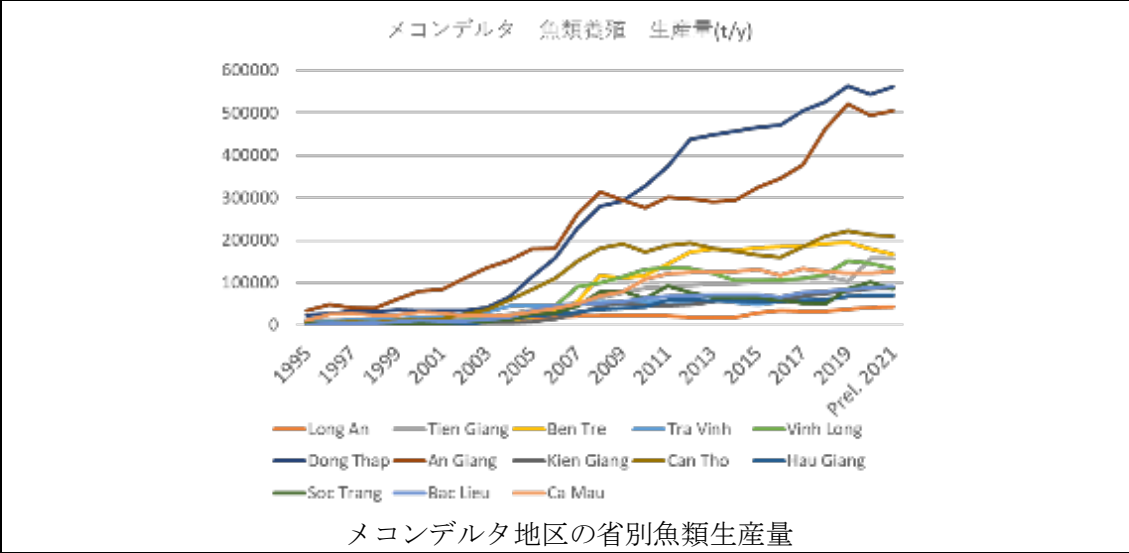
養殖面積の多くを占めるのはエビ養殖であり、2021 年時点で約 36,000 ha（ベンチェ省内の約 80%）を占め、そのうち高度技術を導入したハイテクエビ養殖場は 2,568 ha となっており、ベンチェ省政府はハイテク養殖施設への転換を図っている。その他の主な魚種の養殖エリアについては、パンガシウスが 840 ha、軟体動物（二枚貝）が 5,200 ha、ザリガニが 1,800 ha となっている。



²⁶ VOV.VN : <https://vov.vn/kinh-te/nguoi-nuoi-thuy-san-ben-tre-co-lai-trong-boi-canh-kho-khan-post1070281.vov>

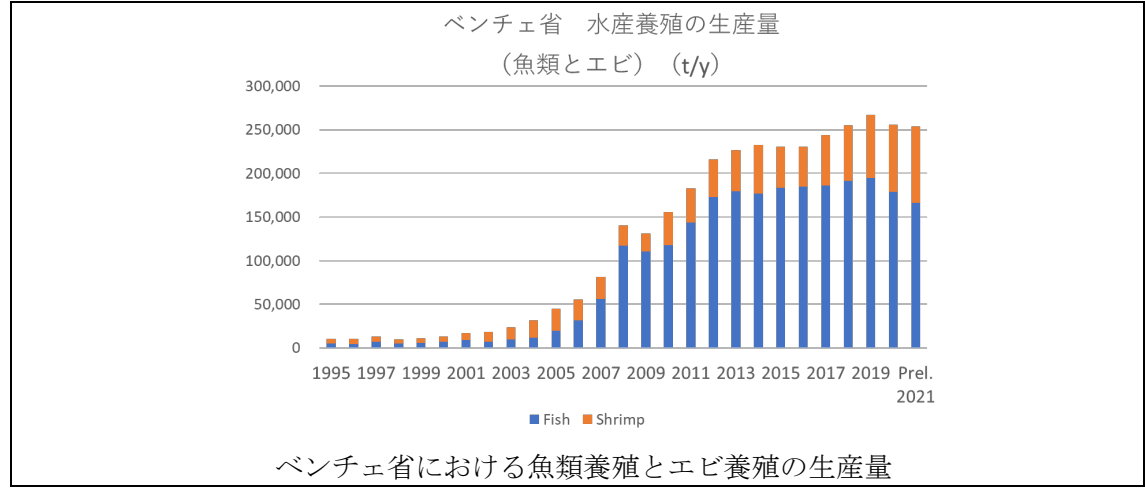


ベトナムにおける魚類生産量とメコンデルタ地域・ベンチェ省の魚類生産量



メコンデルタ地区の省別魚類生産量

図 2-26 ベトナム及びベンチェ省における水産養殖の統計（1）



ベンチェ省における魚類養殖とエビ養殖の生産量

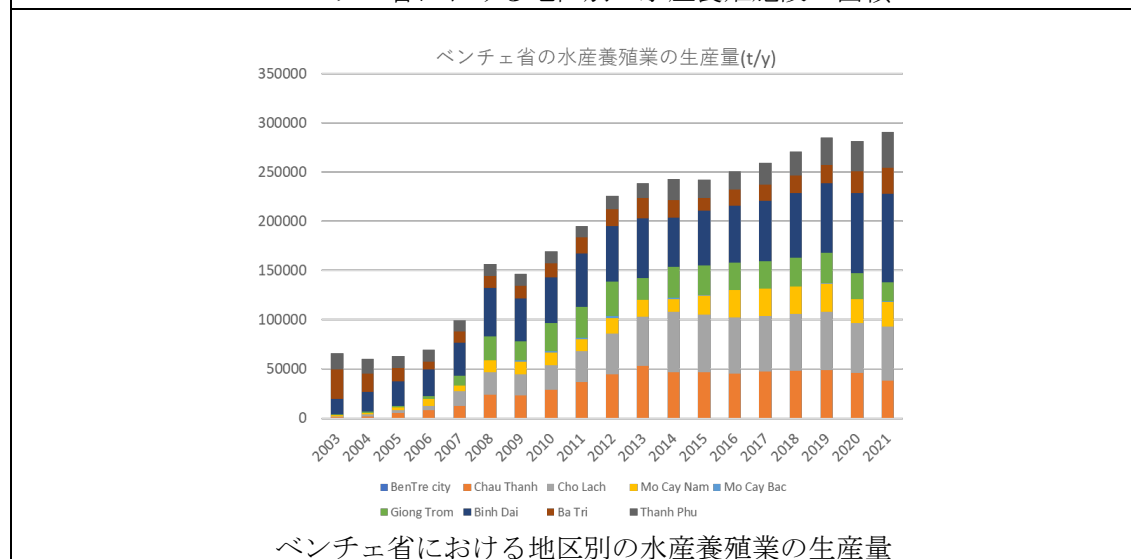
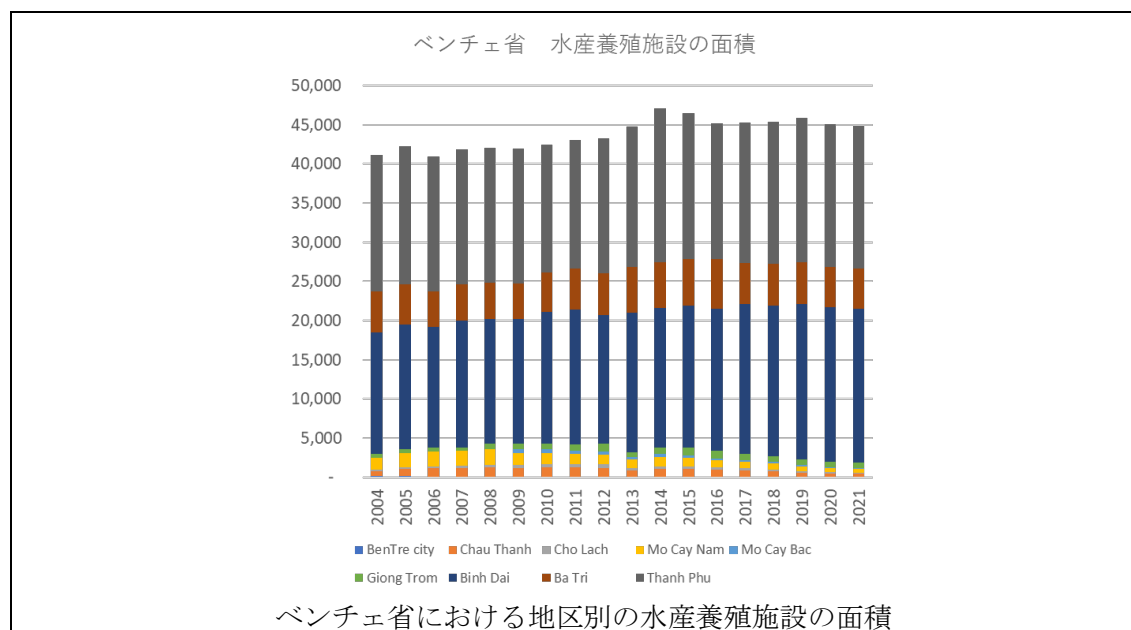
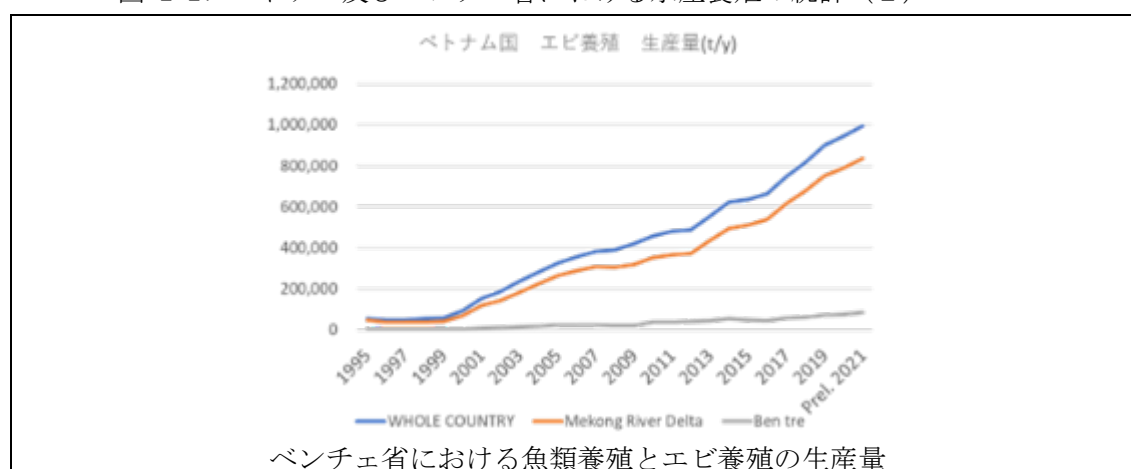


図 2-27 ベトナム及びベンチェ省における水産養殖の統計（2）



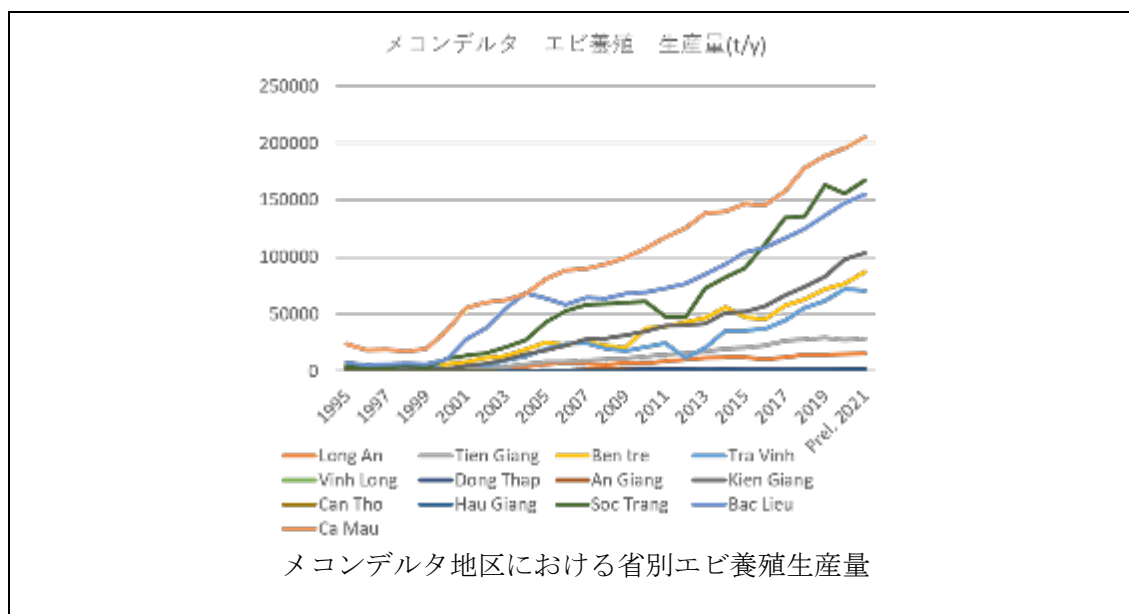


図 2-28 ベトナム及びベンチェ省における水産養殖の統計（3）

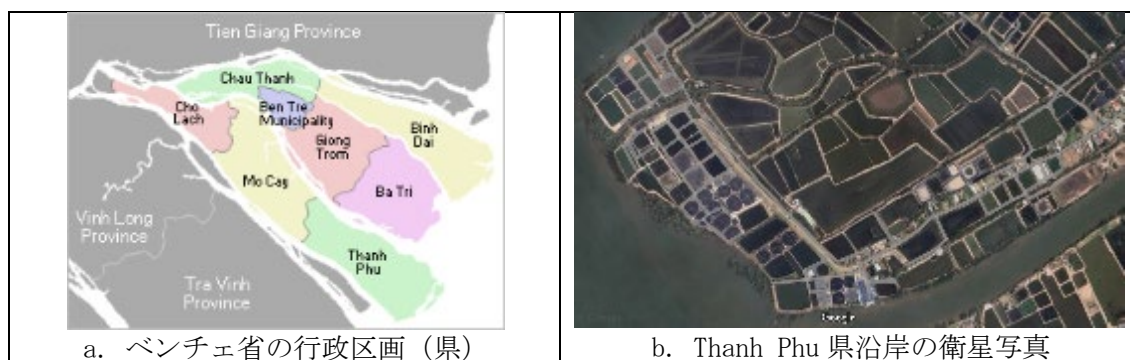


図 2-29 河口沿岸地域における養殖場の様子

② 養殖業者や公的機関、民間企業へのヒアリング

2023 年 9 月にベンチェ省に渡航し、現地の関連機関や企業に対し、養殖産業における水質分析のニーズについてヒアリングを行った。ヒアリングを行った機関及び企業のリストを以下に示し、個別のヒアリング結果については参考資料に添付した。

表 2-26 ヒアリングを行った機関及び企業のリスト

No.	訪問日時	訪問先	区別	訪問先概要
1	9 月 25 日	EATC (Environment Analysing and Technique., JSC) *ハノイ	民間	MONRE から環境モニタリングのライセンスを取得している。
2	9 月 25 日	RETAQ (Reference Testing & Agrifood Quality Consultancy Center) *ハノイ	行政 MARD	日本政府の援助によって設置され、農産品の輸出に係る品質の検査を行っている。
3	9 月 26 日	ベンチェ省農林水産品質管理支局及び水産支局 (NAFIQAD: Fisheries branch)	行政 MARD	農林水産品質管理局 NAFIQAD の地方支局。水産養殖関係の分析を行っている。
4	9 月 26 日	AQUATEX BENTRE	民間	パンガシウスの完全養殖から加工・貿易を行っている。
5	9 月 27 日	ベンチェ省天然資源環境局モニタリングセンター (NREMC: Natural Resources and Environmental Monitoring Center)	行政 MONRE	環境モニタリングのサンプリング及び分析、天然資源に関するコンサルティングを行っている。
6	9 月 27 日	Binh Dai 県の粗放型養殖場	民間	粗放型養殖を行っている。
7	9 月 27 日	Binh Dai 県の管理型養殖場	民間	管理型養殖を行っている。
8	9 月 28 日	水産養殖研究所 II (REA2: Research Institute for Aquaculture No.2) *ホーチミン	MARD	農業農村開発省傘下の国の水産研究所。ベトナム南部を管轄する。

③ 養殖分野における水質分析、排水および汚泥処理の課題

②において実施した各機関へのヒアリングにより、養殖分野における課題やニーズを以下のように整理した。

【養殖分野における水質分析の実施状況】

- RETAQ、NAFIQAD、NREMC へのヒアリングにより、法で定められている水質検査項目については基本的に行政が分析を実施しており、養殖場の養殖池や給水池の水質や水産物の検査に関しては農業農村開発省の管轄で、養殖場外の環境中の水質分析は天然資源環境省の管轄となっている。一方、行政が行う水質検査は、法律で定められた必要最低限の検査となっており、海外輸出向けの水産物を取り扱う企業などは輸出先から求められる検査項目について、自社内もしくは外部の検査機関に依頼をして分析を行っている。
- 行政が実施する養殖分野の水質分析の検査項目としては、残留農薬、重金属、有害物質、微生物や細菌がある。ダイオキシン類等の高度な分析技術を必要とする分析項目は必須項目ではない。検査回数は MONRE の地表水モニタリングで 2 か月に 1 回（年に 6 回）程度、MARD の養殖池の水質モニタリングは月に 3 回程度となっている。検査結果に基づき、養殖における病害発生予測を行っているが、病害発生を防止できていない。養殖産業が主要産業であるベンチェ省にとって病害は大きな懸案事項であり、DARD 局内の分析機関では様々な種類の病害の検査キットを保有しており、養殖業者から病害発生の報告があった際には迅速に検査を実施できる環境を整えている。
- EATC へのヒアリングにより、ベトナムの民間分析企業としては、養殖分野では水質分析のニーズが少なく、行政からの依頼で分析を行う事例もあるが、数は少ないことが明らかとなった。水産加工企業などの民間企業からの依頼の場合、残留農薬やダイオキシンの分析をする場合があるが、取引先の要望で実施される場合が多く、また一度検査すると一定期間（数年間）は検査結果が有効となるため、水質検査のニーズは多くない。
- ベトナムの一部の水産養殖・加工企業では、海外輸出向け製品に対して、微生物や細菌の検査を独自に行っている事例が見られた。検査対象は製品や加工時に使用する水、養殖池中のサルモネラやビブリオ、ブドウ球菌等の 7 項目であった。3 か月ごとに分析・試験センター（CASE）などの外部分析機関に検査を委託している。検査自体は MONRE に認可を得た機関であればどの機関でも構わない。取引先からの要望に応じて追加検査を行うことがあるが、今までにベトナムで検査できないような分析の要望があったことはない。

【養殖分野における課題】

- エビ養殖における病害対策として、現在は塩素剤や殺菌装置による殺菌消毒や抗生物質などの農薬散布が行われている。一方、薬剤の購入費用が非常に高く、現地調査で訪れた管理型養殖場では養殖場 10 ha 当たり年間 1,800 百万 VND（約 1,067 万円、1 VND=0.0059 円で換算）の薬剤購入コストがかかっている。また、次亜塩素酸水発生装置 3 台を 400 百万 VND（約 237 万円、1 VND=0.0059 円で換算）で導入しており、運

用コスト（電気代）も年間約 126 万円程度と想定されており、排水処理に多額のコストをかけている。また薬剤の大量消費による環境問題が懸念されており、他国では禁止されている添加物や農薬等の生産物からの検出により輸出品のシップバックも時折みられる。

- 粗放型及び管理型養殖における病害の多発を受け、ベンチェ省では管理型エビ養殖からハイテクエビ養殖への転換を進めている。ハイテクエビ養殖では病害の発生率を大きく下げられる反面、より高密度で養殖し、餌を多量に使用するため、多量の汚泥が発生し、その処理が課題である。
- エビ養殖で発生する汚泥処理の課題を解決する手段としては堆肥化やメタン発酵、バイオマス利用等が検討されている。中でもバイオメタン発酵技術の研究開発が REA2 等によって進められている。しかし、メタン発酵は塩分を含む環境では進みにくく、汽水エビ養殖においては汚泥に塩分が含まれているため、エビ養殖の汚泥を活用したメタン発酵は難しいとされている。同様に、含有する塩分が農作物の成長を阻害してしまうため、肥料や堆肥として活用できない状況となっている。
- 現地からは水質分析だけではなく、廃棄物処理までのプロセスに関与することが期待されている。

各機関へのヒアリング結果から、ベンチェ省においては養殖分野における水質分析については、基本的に行政が実施しており、海外輸出向けに顧客から求められる分析項目を独自で追加しているケースがあるものの、水質分析の強化に関する個別ニーズは確認できなかった。

また、ベンチェ省政府は養殖分野の課題である病害の発生への対策として、粗放型および管理型養殖からハイテクエビ養殖への転換を促進しているものの、それにより発生する多量の汚泥処理が新たな課題となっていることを確認した。汚泥を含む排水の処理技術としては、メタン発酵、堆肥化、肥料化等があげられ、これら技術の導入により、未処理のまま環境中に放流されていた排水からのメタンガス放出を抑制することによる CO₂ 削減に貢献することが可能である。一方、エビ養殖場における汚泥は塩分濃度が高いことが各技術導入の障壁となっており、それも踏まえ今後適用可能な技術について調査を進めていく考えである。

2) 水質分析技術、メーカー等の整理

① 三浦工業環境科学研究所について

本事業の共同提案者である三浦工業は、ボイラの復水等の水質管理ニーズに応えることをきっかけとして、環境科学研究所を設立し、各種計量証明登録をはじめ、作業環境測定その他、環境省土壤汚染対策法指定調査機関にも登録されている。近年、ダイオキシン類をはじめ極微量環境汚染物質や農薬などの計測技術および対策技術や廃棄物の再資源化など、

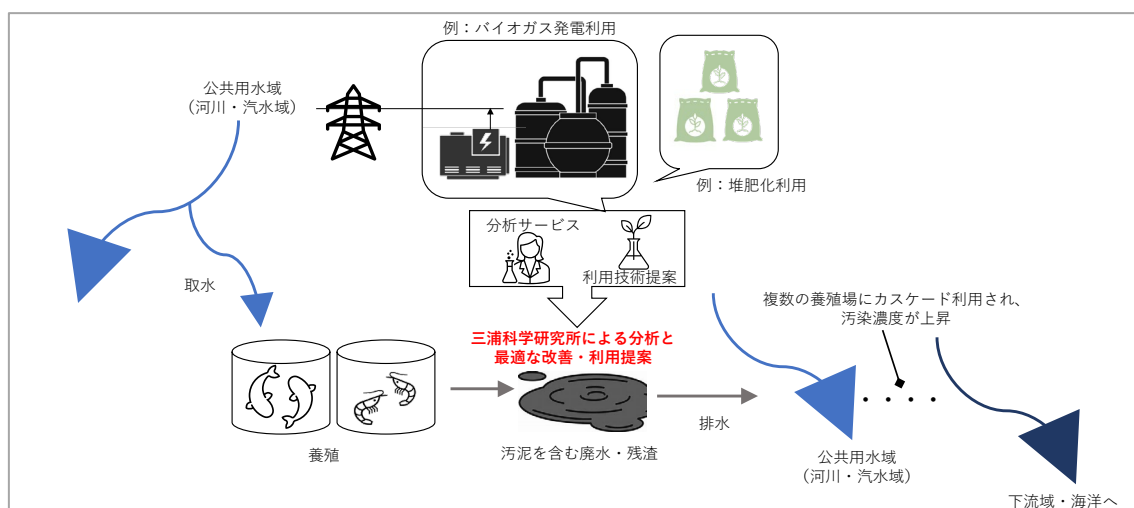
現代の循環型社会における重要課題である環境技術を産官学協同で研究し、社会に貢献できるサービスの展開を進めており、高度な環境分析技術サービスを提供している。

環境配慮型養殖における課題に対して、例えば同研究所により汚泥を含む廃水の詳細分析を実施し、それを踏まえた最適な廃水処理技術について他事業者と連携しつつ、発生するバイオガスを同社ボイラに活用する等のスキームを検討し、環境配慮型養殖事業のモデル構築を図る（図 2-10）。



図 2-30 三浦工業環境科学研究所における分析の様子（左）、研究所外観（右）

出典）三浦工業 Web サイト ²⁷



② 環境配慮型養殖への技術導入に向けた課題と次年度以降の実施内容

1) における現地調査で養殖場から排出される汚泥の処理が課題であることを確認したが、

²⁷ https://www.miuraz.co.jp/e_science/departments/

三浦工業が現在有する技術や装置はボイラ水に特化したものであり、養殖場から排出される汚泥などの浮遊物質が多い排水に関しては新たな技術開発が求められる。技術開発には時間を要するものの、同社からは養殖場の汚泥処理課題解決に向けて引き続き検討の意向がある。例えば、汚泥処理に適用可能な技術の探索においては、汚泥の詳細な成分分析が求められるが、同社の分析技術を活用した詳細分析により、技術の絞り込みが可能となることが予想される。次年度においては、エビ養殖場の汚泥の詳細分析および同社のネットワークを活用した適用技術の検討ならびに事業化に向けた課題の整理等の実施を検討する。

③ 環境配慮型養殖に活用し得る技術の整理

エビ養殖場における汚泥処理技術について、三浦工業株式会社のネットワークを活用し、有識者ヒアリングを実施した。以下に意見交換を行った有識者及び事業者のリストを示す。意見交換の結果については参考資料に添付した。

表 2-27 意見交換を行った有識者及び事業者のリスト

No.	有識者または事業者	意見交換	日時
1	工学院大学・先進工学部機械理工学科 白鳥祐介教授	バイオガスで作動する固体酸化物形燃料電池と IoT を用いたエビ養殖システムの実証研究について	10 月 13 日
2	北九州市立大学・国際環境工学部 安井英斉教授	エビ養殖場汚泥の肥料化について	12 月 15 日
3	JAPAN UTS	エビ養殖場汚泥を活用したメタン発酵について	1 月 11 日

各事業者へのヒアリングにより、塩分を含む汚泥の活用については、脱水・洗浄による塩分除去や他原料との混合による塩分濃度の低下等の対策があげられるものの、事業化に際し、まずは実証実験の実施が必要とのコメントを得ている。汚泥の有効活用による脱炭素・低炭素化をテーマとした実証実験への接続も見据えつつ、次年度においても適用可能な技術に関する情報収集を進めていく。

2.2.4. 都市間連携分野

(1) 政策意見交換

2022 年 8 月に締結した、愛媛県とベンチェ省の経済協力に係る覚書に基づき、ベンチェ省政府とは当初より意見交換を重ねてきた。6 月には、本事業の開始にあたり、ベンチェ省政府関係者、省内企業、ベトナム大使館関係者等約 20 名の訪問団が愛媛県を訪問した。

行程においては、本事業参画企業の技術紹介機会を設けたほか、ベンチェ省人民委員会タム委員長が中村県知事を表敬訪問し、本事業に基づく脱炭素分野での協力を確認したことは、両自治体の連携強化に係る大きな成果である。加えて、ベンチェ省政府は 9 月に各担当部局をメンバーに加えた「都市間連携事業協力タスクフォース」を発足させ、本事業に係る体制構築を図っている。なお、COVID-19 による渡航制限の解除も手伝い、現地調査も 7 月、9 月、11 月と 3 度実施することができた。

主な活動を下表にまとめる。

表 2-28 都市間連携事業に係る主な活動

実施日時	参加者	協議内容
2023 年 6 月 1 日	三浦工業、JANUS	本年度実施内容に関する協議
2023 年 6 月 1 日	アドバンテック、JANUS	本年度実施内容に関する協議
2023 年 6 月 8 日	ベンチェ省 DONRE、愛媛県、JANUS	本事業キックオフ
2023 年 6 月 25 日～29 日	ベンチェ省、愛媛県、三浦工業、アドバンテック、JANUS	ベンチェ省による愛媛県来県
2023 年 7 月 6 日	環境省、愛媛県、三浦工業、アドバンテック、JANUS	環境省キックオフ
2023 年 8 月 7 日	愛媛県、JANUS	現地渡航に関する協議
2023 年 9 月 1 日	三浦環境科学研究所、JANUS	現地渡航に関する協議
2023 年 9 月 5 日	三浦工業、JANUS	現地渡航に関する協議
2023 年 9 月 8 日	三浦環境科学研究所、JANUS	現地渡航に関する協議
2023 年 9 月 24 日～29 日	愛媛県、三浦工業、JANUS	現地調査
2023 年 10 月 19 日	環境省、愛媛県、三浦工業、アドバンテック、JANUS	環境省中間報告
2023 年 10 月 26 日	三浦工業、東邦ガス、JANUS	現地調査結果に関する協議
2023 年 11 月 1 日	アドバンテック、JANUS	今後の方針に関する協議
2023 年 11 月 13 日	アドバンテック、JANUS	現地渡航に関する協議
2023 年 11 月 26 日～12 月 1 日	アドバンテック、JANUS	現地調査

現地調査の際には、毎回ベンチェ省の都市間連携事業タスクフォースチームとの進捗共有等を実施しているが、ここでは6月8日に実施したベンチェ省政府とのオンラインでのキックオフ会議の協議内容について詳述する。

当日は本事業におけるカウンターパートとなっている DONRE、他にエネルギー分野を管轄する DOIT、農業・水産業分野を管轄する DARD の本事業に係る各セクターが集まり、ベンチェ省政府として本事業を通じて実現したい内容について情報提供があった。まずは、本事業の対象とする「工業団地の脱炭素化」「廃プラ燃料化」「排水処理」の3つのテーマについて、ベンチェ省政府のニーズに合致するとのコメントを得た。「工業団地の脱炭素化」については、ベンチェ省政府で実施している種々再生可能エネルギープロジェクトに関する情報提供を受け、それらプロジェクトとの連携や工業団地内企業の更なる脱炭素化に関して大きな期待が寄せられた。また、「廃プラ燃料化」については、産業廃棄物のみならず一般廃棄物についても対象としてほしいとのニーズを受けた。なお、ベンチェ省政府としても廃プラスチックに関する実態調査を実施しており、その調査結果についても後日共有を受けた。さらに、「排水処理」については、ベトナム国内における養殖に係る脱炭素化の動きがないとの指摘があった一方、ベンチェ省政府としては主要産業である養殖業について脱炭素・低炭素化を進めたい意向があることを確認した。上記3分野以外についても、ベンチェ省においては森林を多く有することから、森林管理による森林吸収分をカーボンクレジットとしてカウントができないか等の新たなニーズを得たところである。

引き続きベンチェ省政府とは意見交換を重ね、同省の方針に沿う形で本事業におけるプロジェクトの促進や新規プロジェクトの形成を進めていく考えである。

(2) 政策提言活動

政策提言活動の一つとして、上述のとおり実施されたベンチェ省訪問団による愛媛県来県の際の活動について詳述する。同省の訪問スケジュールについて以下に示す。



図 2-32 ベンチェ省政府とのキックオフ
(2023年6月8日)

表 2-29 ベンチェ省訪問団愛媛県来県スケジュール

月 日	時 間	訪問先等	
		【サポートメンバー】	【訪問団一行】
6月22日(木)	21:00	《ホーチミンシティ空港》到着	
6月23日(金)	0:10	《ホーチミンシティ空港》出発	
		《関西国際空港》到着	
		バスで松山へ移動	
	宿泊	ANAクラウンプラザホテル松山	
6月24日(土)		セミナー準備	
	宿泊	ANAクラウンプラザホテル松山	《ホーチミンシティ空港》到着
6月25日(日)	0:10		《ホーチミンシティ空港》出発
			《関西国際空港》到着
			車移動(関空→松山)
	宿泊	ANAクラウンプラザホテル松山	泊
6月26日(月)	9:00	ホテル発	
	9:30	11:00 企業訪問(三浦工業:松山市堀江)	
	12:00	13:00 昼食(秋葉:松山市大街道3丁目)	
	14:10	14:30 知事表敬訪問(正庁)	
	15:30	17:00 セミナー(ANAクラウンプラザホテル松山)	
	18:00	20:00 歓迎レセプション(ANAクラウンプラザホテル松山)	
	宿泊	ANAクラウンプラザホテル松山	
6月27日(火)	9:00	ホテル発	
	9:30	11:00 企業訪問(アトムグループ:松山市天山2丁目)	
	12:00	13:00 昼食(大黒屋 道後店:松山市道後喜多町)	
	14:00	15:00 愛媛大学(松山市道後橋又)	
	16:00	17:00 企業訪問(タクト野田:松山市東垣生町)	
	17:30	ホテル着	
	宿泊	ANAクラウンプラザホテル松山	
6月28日(水)	8:45	ホテル発	
	10:00	11:00 企業訪問(アイム:四国中央市)	
	12:00	13:00 昼食(エル ビスツェッカーロ イト:西条市(いとまち内))	
	13:00	14:30 企業訪問(アドバンテック:西条市)	
	16:00	17:00 企業訪問(ラポール:松山市)	
	17:30	ホテル着	
	宿泊	ANAクラウンプラザホテル松山	
6月29日(木)	朝	ホテル発	
		バスで大阪へ移動	
	宿泊	N GATE HOTEL OSAKA	
6月30日(金)		《関西国際空港》出発	
		《ホーチミンシティ空港》到着	

訪問団は、アドバンテック及び三浦工業それぞれを訪問し、各社の技術や導入事例の紹介を受け、ベンチェ省内における技術導入においても高い関心を示した。ベンチェ省政府関係者だけでなく、参加していた省内企業が個別に県内企業へ技術の詳細を質問する場も多く見られた。また、ベンチェ省人民委員会タム委員長と中村県知事による面談においても、本事業に基づく脱炭素分野での協力に関する期待を、タム委員長から改めて確認したところである。



図 2-33 愛媛県来県の様子（中村知事とタム人民委員長との会談、アドバンテック視察、三浦工業視察）

3. 成果のまとめと今後の活動方針

今年度の都市間連携事業の調査結果を踏まえて、以下に今後の計画を示す。

【JCM 設備補助等申請】

本年度の調査では、候補となる案件の発掘と情報収集を行い、コストと CO₂ 排出削減効果の試算を実施した。ベンチェ省における政策の有無や事業者の関心度合いにより各案件の進捗状況の違いはあるものの、それぞれにおいて出口となる事業を見据えた次年度の実施事項について確認できた。今後、各案件の特性に合わせ、県内企業との協議を行いつつ、ベンチェ省における事業化に向けた詳細検討を進め、JCM 設備補助事業への申請準備を進める。

【都市間連携活動】

ベンチェ省においては、グリーン化、脱炭素化技術の導入に対し、政府のみならず立地事業者も高い関心を有しているのは上述のとおりである。また、脱炭素化に係る政策移転についても、愛媛県の取り組みに非常に高い関心を有している。愛媛県においては本年度より「ゼロカーボン推進課」を発足しており、次年度以降当該部局との連携を進め、愛媛県の政策立案ノウハウや実行施策等、ベンチェ省政府のニーズを更に把握しつつ支援を進める方針である。

こうした動きを踏まえた今後の実施工程を以下に示す。

調査項目		2024年												2025年												2026年															
		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月							
1. 防災・環境型社会実現に係るノウハウの共有・技術立派支援																																									
	(1) 防災・環境型社会実現計画に係る協議																																								
	(2) 工業団地の防災・環境型社会実現計画に係る協議																																								
	(3) 交隣県内の環境設備等の取組																																								
	(4) エコシステムアップの取組																																								
2. 産業事業多様化に向けた取組																																									
	(1) 工業団地の防災・環境型社会実現計画に係る協議																																								
	(2) 関連制度・政策の調査および分析																																								
	(3) 事業化計画の策定																																								
	(4) 事業化計画の策定																																								
	(5) 事業化計画の策定																																								
	(6) 事業化計画の策定																																								
	(7) 事業化計画の策定																																								
	(8) 事業化計画の策定																																								
	(9) 事業化計画の策定																																								
	(10) 事業化計画の策定																																								
	(11) 事業化計画の策定																																								
	(12) 事業化計画の策定																																								
	(13) 事業化計画の策定																																								
	(14) 事業化計画の策定																																								
	(15) 事業化計画の策定																																								
	(16) 事業化計画の策定																																								
	(17) 事業化計画の策定																																								
	(18) 事業化計画の策定																																								
	(19) 事業化計画の策定																																								
	(20) 事業化計画の策定																																								
	(21) 事業化計画の策定																																								
	(22) 事業化計画の策定																																								
	(23) 事業化計画の策定																																								
	(24) 事業化計画の策定																																								
	(25) 事業化計画の策定																																								
	(26) 事業化計画の策定																																								
	(27) 事業化計画の策定																																								
	(28) 事業化計画の策定																																								
	(29) 事業化計画の策定																																								
	(30) 事業化計画の策定																																								
	(31) 事業化計画の策定																																								
	(32) 事業化計画の策定																																								
	(33) 事業化計画の策定																																								
	(34) 事業化計画の策定																																								
	(35) 事業化計画の策定																																								
	(36) 事業化計画の策定																																								
	(37) 事業化計画の策定																																								
	(38) 事業化計画の策定																																								
	(39) 事業化計画の策定																																								
	(40) 事業化計画の策定																																								
	(41) 事業化計画の策定																																								
	(42) 事業化計画の策定																																								
	(43) 事業化計画の策定																																								
	(44) 事業化計画の策定																																								
	(45) 事業化計画の策定																																								
	(46) 事業化計画の策定																																								
	(47) 事業化計画の策定																																								
	(48) 事業化計画の策定																																								
	(49) 事業化計画の策定																																								
	(50) 事業化計画の策定																																								
	(51) 事業化計画の策定																																								
	(52) 事業化計画の策定																																								

以上

参考資料

- 参考資料 1 愛媛県・ベンチエ省経済協力に係る覚書
- 参考資料 2 環境モニタリング技術および環境品質モニタリング情報およびデータの
管理についての規定（No. 10/2021/TT-BTNMT） 付録 2. 2.
- 参考資料 3 養殖産業における水質分析のニーズに係るヒアリング結果（2023 年 9 月）
- 参考資料 4 エビ養殖場汚泥の有効活用に関する有識者ヒアリング結果

ベトナム社会主義共和国
ベンチェ省人民委員会
及び
日本国愛媛県
間
経済協力に関する覚書

本日、2022年8月1日、ベンチェ省人民委員会にて、

甲：ベトナム社会主義共和国ベンチェ省人民委員会

代表者：Mr. Tran Ngoc Tam

役職：省人民委員会委員長

住所：No. 07, Cach Mang Thang Tam, An Hoi Ward, Ben Tre City, Ben Tre

乙：日本国愛媛県

代表者：中村 時広

役職：愛媛県知事

住所：愛媛県松山市一番町4-4-1

(以下「両者」という。)

両者は相談、協議を行った上で、次のとおり経済協力に関する覚書を締結する。

第1条 協力目標

1. 全体目標

法の遵守を前提とした持続可能な経済協力関係の構築・強化を通じたお互いの経済発展

2. 詳細目標

ベトナム社会主義共和国ベンチェ省人民委員会及び日本国愛媛県は、持続的な経済協力関係の構築・強化を通じて、お互いの経済発展促進を図ることを目的とし、また両国の法律に従う前提を持ち、以下の内容についての協力を合意する。

第2条 協力原則

- 両者は平等と相互利益の精神で協力する。
- 両者の協力内容は法の規定に従う。
- 両者はそれぞれの機能、任務及び権限の範囲内において協力する。

第3条 協力内容

- 両者は、相互の経済発展及び地域間交流を支援するために、貿易・産業・投資・技術・人材育成の発展に協力する。
- 両者は、相互の緊密化と、地域や企業の発展のために、情報交換を促進し、事業機会を創出することに努める。
- 両者は、ビジネス交流会・商談会・技術発表会・会議・セミナー・シンポジウム等の開催に対して協力する。
- 両者は、農林水産物の加工産業や気候変動対策等の SDGs 関連事業などのお互いの関心の高い分野における取組を優先して推進する。

第4条 共通条項

1. この覚書は、いずれかの当事者に法的義務を生じさせるものではなく、拘束力のある約束となるものでもない。
2. 両者は、現行法の枠内で覚書の協力内容を実施するため、お互いに努力することに合意する。各者は、覚書の内容を実施するに当たり、各自の費用を負担するものとする。
3. 双方のコミュニケーションを促進する窓口として、ベンチエ省人民委員会が投資起業促進センターを指定し、愛媛県は愛媛県産業政策課を指定する。
4. この覚書は両者の署名をもって有効となり、有効期間は3年間とし、いずれが書面にて相手に対し本覚書の終了について通知することにより終了とする。本覚書は上述した通知書の受領日から 30 日目にて終了とする。本覚書が終了することにより、既に実施中の各協力活動には影響を与えない。この覚書に係るあらゆる修正、追加は、両者の書面上の合意によってのみなされる。

この覚書は、ベトナム語及び日本語にて同じ価値を持ち、各2通作成され、それぞれ1部保管することとする。

ベンチエ省
人民委員会代表

愛媛県
代表

Trần Ngọc Tam
委員長

中村 時広
知事

参考資料 2

付録 2.2. 地表水質のモニタリング方法

1. 現場でのサンプリングと測定

a) 地表水サンプルの収集、保存、および輸送方法は、該当する国家規格（TCVN）または以下の表 2-3 に従って選択するものとする。

表 地表水のフィールドサンプリングの方法

No.	サンプルの種類	測定方法
1	河川水・小川水	TCVN 6663-6:2018; TCVN 6663-1:2011; TCVN 6663-3:2016
2	湖沼の水	TCVN 6663-4:2018; TCVN 5994:1995
3	微生物学	TCVN 8880:2011
4	植物プランクトン	SMEWW 10200.B:2017
5	動物プランクトン	SMEWW 10200.B:2017
6	底生動物	SMEWW 10200.B:2017

b) 地表水パラメータの現地測定：方法は、該当する国家規格（TCVN）または以下の表 2-5 に従って選択するものとする。

表 地表水のフィールド測定方法

No.	項目	測定方法
1	水温	SMEWW 2550B:2017
2	pH	TCVN 6492:2011
3	DO	TCVN 7325:2016
4	EC	SMEWW 2510B:2017
5	濁度	SMEWW 2130B:2017; US EPA Method 180.1
6	透明度	Secchi disk を使用して測定する
7	TDS	測定装置を用いる
8	ORP	SMEWW 2580B:2017; ASTM 1498:2014
9	塩分	SMEWW 2520B:2017
10	色	測定装置を用いる

2. 実験室分析:方法は、該当する国家規格（TCVN）または以下の表 2-5 に従って選択する必要がある。

表 地下水パラメータの実験室分析方法

No.	項目	測定方法
1	色	TCVN 6185:2015 (Method C) ; ASTM D1209-05; SMEWW 2120C:2017
2	アルカリ度	TCVN 6636:1-2000; SMEWW 2320. B:2017
3	全硬度	TCVN 6224:1996; SMEWW 2340C:2017
4	TSS	TCVN 6625:2000; SMEWW 2540D:2017
5	BOD ₅	TCVN 6001-1:2008; TCVN 6001-2:2008; SMEWW 5210B:2017
6	COD	TCVN 6491: 1999; SMEWW 5220. B:2017; SMEWW 5220. C:2017
7	TOC	TCVN 6634:2000; SMEWW 5310B:2017; SMEWW 5310C:2017
8	NH ₄ ⁺	TCVN 6179-1:1996; TCVN 6660:2000; SMEWW 4500-NH ₃ . B&D:2017; SMEWW 4500-NH ₃ . B&F:2017; SMEWW 4500-NH ₃ . B&H:2017
9	NO ₂ ⁻	TCVN 6178:1996; TCVN 6494-1:2011; SMEWW 4500-NO ₂ ⁻ . B:2017; SMEWW 4110B:2017; SMEWW 4110C:2017; US EPA Method 300.0
10	NO ₃ ⁻	TCVN 6180:1996; TCVN 7323-1:2004; TCVN 6494-1:2011; SMEWW 4110. B:2017; SMEWW 4110. C:2017; SMEWW 4500-NO ₃ ⁻ . D:2017; SMEWW 4500-NO ₃ ⁻ . E:2017; US EPA Method 300.0; US EPA Method 352.1
11	SO ₄ ²⁻	TCVN 6200:1996; TCVN 6494-1:2011; SMEWW 4110. B:2017; SMEWW 4110. C:2017; SMEWW 4500-SO ₄ ²⁻ . E:2017; US EPA Method 300.0
12	PO ₄ ³⁻	TCVN 6202:2008;

		TCVN 6494-1:2011; SMEWW 4110. B:2017; SMEWW 4110. C:2017; SMEWW 4500-P. D:2017; SMEWW 4500-P. E:2017; US EPA Method 300.0; US EPA Method 365.3
13	CN ⁻	TCVN 6181:1996; TCVN 7723:2007; SMEWW 4500-CN ⁻ . C&E:2017; ISO 14403-2:2017
14	Cl ⁻	TCVN 6194:1996; TCVN 6494-1:2011; SMEWW 4110B:2017; SMEWW 4110C:2017; SMEWW 4500. Cl ⁻ :2017; US EPA Method 300.0
15	F ⁻	TCVN 6195-1996; TCVN 6494-1:2011; SMEWW 4500-F ⁻ . B&C:2017; SMEWW 4500-F ⁻ . B&D:2017; SMEWW 4110B:2017; SMEWW 4110C:2017; US EPA Method 300.0
16	S ²⁻	TCVN 6637:2000; SMEWW 4500-S ²⁻ . B&D:2017
17	Total N	TCVN 6624:1-2000; TCVN 6624:2-2000; TCVN 6638:2000; SMEWW 4500-N. C:2017
18	Total P	TCVN 6202:2008; SMEWW 4500P. B&D:2017; SMEWW 4500P. B&E:2017; US EPA Method 365.3
19	Na	TCVN 6196-1:1996; TCVN 6196-2:1996; TCVN 6196-3:1996; TCVN 6660:2000; TCVN 6665:2011; SMEWW 3111B:2017; SMEWW 3120B:2017; US EPA Method 200.7
20	K	TCVN 6196-1:1996; TCVN 6196-2:1996; TCVN 6196-3:1996; TCVN 6660:2000;

		TCVN 6665:2011; SMEWW 3111B:2017; SMEWW 3120B:2017; US EPA Method 200.7
21	Ca	TCVN 6201:1995; TCVN 6198:1996; TCVN 6660:2000; TCVN 6665:2011; SMEWW 3111B:2017; SMEWW 3120B:2017; US EPA Method 200.7
22	Mg	SMEWW 3111. B:2017; SMEWW 3120. B:2017; TCVN 6201:1995; TCVN 6660:2000; US EPA Method 200.7; US EPA Method 6020B
23	Fe	TCVN 6177:1996; TCVN 6665:2011; ISO 15586:2003; SMEWW 3500-Fe. B. 2017; SMEWW 3111B:2017; SMEWW 3113B:2017; SMEWW 3120B:2017; US EPA Method 200.7; US EPA Method 6020B
24	Mn	TCVN 6002:1995; TCVN 6665:2011; ISO 15586:2003; SMEWW 3111B:2017; SMEWW 3113B:2017; SMEWW 3120B:2017; SMEWW 3125B:2017; US EPA Method 200.7; US EPA Method 200.8; US EPA Method 6020B
25	Cu	TCVN 6193:1996; TCVN 6665:2011; ISO 15586:2003; SMEWW 3111B:2017; SMEWW 3113B:2017; SMEWW 3120B:2017; SMEWW 3125B:2017; US EPA Method 200.7; US EPA Method 200.8; US EPA Method 6020B
26	Zn	TCVN 6193:1996;

		TCVN 6665:2011; ISO 15586:2003; SMEWW 3111B:2017; SMEWW 3113B:2017; SMEWW 3120B:2017; SMEWW 3125B:2017; US EPA Method 200.7; US EPA Method 200.8; US EPA Method 6020B
27	Ni	TCVN 6665:2011; ISO 15586:2003; SMEWW 3111B:2017; SMEWW 3113B:2017; SMEWW 3120B:2017; SMEWW 3125B:2017; US EPA Method 200.7; US EPA Method 200.8; US EPA Method 6020B
28	Pb	TCVN 6665:2011; ISO 15586:2003; SMEWW 3113B:2017; SMEWW 3125B:2017; SMEWW 3130B:2017; US EPA Method 200.8; US EPA Method 6020B
29	Cd	TCVN 6197:2008; ISO 15586:2003; SMEWW 3113B:2017; SMEWW 3125B:2017; US EPA Method 200.8; US EPA Method 200.7; US EPA Method 6020B
30	As	TCVN 6626:2000; ISO 15586:2003; SMEWW 3114B:2017; SMEWW 3114C:2017; SMEWW 3113B:2017; SMEWW 3125B:2017; US EPA Method 200.7; US EPA Method 200.8; US EPA Method 6020B
31	Hg	TCVN 7724:2007; TCVN 7877:2008; SMEWW 3112B:2017; US EPA Method 200.7; US EPA Method 200.8; US EPA Method 7470A

32	Total Cr (Cr)	TCVN 6222:2008; TCVN 6665:2011; ISO 15586:2003; SMEWW 3113B:2017; SMEWW 3120B:2017; SMEWW 3125B:2017; US EPA Method 200.8; US EPA Method 200.7; US EPA Method 6020B
33	Cr (VI)	TCVN 7939:2008; SMEWW 3500-Cr.B:2017
34	大腸菌群	TCVN 6187-2:1996; SMEWW 9221B:2017
35	耐熱性大腸菌群	TCVN 6187-2:1996; SMEWW 9221:2017
36	大腸菌	TCVN 6187-2:1996; SMEWW 9221B:2017; SMEWW 9222B:2017
37	油脂類	TCVN 7875: 2008; SMEWW 5520B:2017; SMEWW 5520C:2017
38	総フェノール類	TCVN 6216:1996; SMEWW 5530 B&C:2017; US EPA Method 420.1; ISO 14402:1999
39	Organochlorine agrochemicals	TCVN 7876:2008; TCVN 9241:2017; SMEWW 6630B:2017; SMEWW 6630C:2017; US EPA Method 8081B; US EPA Method 8270D;
40	Organophosphorus agrochemicals	US EPA Method 8141B; US EPA Method 8270D
41	Total radioactivity α	TCVN 6053:2011; TCVN 8879:2011; SMEWW 7110B:2017;
42	Total radioactivity β	TCVN 6219:2011; TCVN 8879:2011; SMEWW 7110B:2017
43	Polyclobiphenyl (PCB)	TCVN 9241:2012; SMEWW 6630C:2017; US EPA Method 1668B; US EPA Method 8082A; US EPA Method 8270D
44	Dioxin/furan (PCDD/PCDF)	US EPA Method 1613B; US EPA Method 8290A
45	Dioxin-like	US EPA Method 1668C

	polychlorinated biphenyls (dl-PCB)	
46	Decabromodiphenyl ether (DBDE)	US EPA Method 1614A
47	Hexabromobiphenyl (HBB)	US EPA Method 8270D
48	Hexabromodiphenyl ether and heptabromodiphenyl ether (HBDE)	US EPA Method 1614A
49	Hexachlorobutadiene (HCBd)	US EPA Method 524.4; US EPA Method 8270D
50	Pentachlorobenzene (PeCB)	US EPA Method 8270D
51	Pentachlorophenol (PCP) and its salts and esters	US EPA Method 1653A; US EPA Method 1624/1625
52	Perfluorooctane sulfonic acid (PFOS), its salts and perfluorooctane sulfonyl fluoride (PFOSF)	US EPA Method 533; US EPA Method 537.1
53	Polychlorinated naphthalene (PCN)	US EPA Method 8270D
54	Short-chain chlorinated paraffins (SCCPs)	National and international standards
55	Tetrabromodiphenyl ether and Pentabromodiphenyl ether (POP-BDE)	US EPA Method 1614A
56	Hexabromocyclododecane (HBCDD)	National and international standards
57	Perfluorooctanoic acid (PFOA), its salts and PFOA-related compounds	US EPA Method 533; US EPA Method 537.1; DIN 38407-42:2010; CEN/TS 15968 :2010; ISO 25101:2009
58	Surfactants	TCVN 6622-1:2009; SMEWW 5540 B&C:2017
59	Phytoplankton	SMEWW 10200:2017
60	Zooplankton	SMEWW 10200:2017
61	Zoobenthos	SMEWW 10500:2017

参考資料 3

[1] EATC (Environment Analysing and Technique., JSC)

【内容・目的】

同社は、純民間企業の中で、先進国レベルの機材と技術を有する企業である。同社からの最新の情報を得ることは重要と理解しており、現在の分析方法・ベトナムでの分析ニーズに係る情報交換を目的に訪問した。

【意見交換】

- どのような項目を重点的に分析しているのか。
- 大気汚染や水質分析、PM2.5、粉塵、POPsなどの環境分析に集中している。
- 水産分野の分析を受注したことはあるか。
- 養殖の分野の分析はやっておらず、養殖事情についてもわからない。過去には Nghe An 省の DONRE の養殖水質分析をやったことはあるが、今はやっていない。北部では水産分野の分析ニーズが少ない。
- ベトナムの環境モニタリングの分析は、主に MONRE の予算でやっているとの認識でよい。
- 河川を管理しているのは人民委員会の場合もあれば、民間機関の場合もあり、いろいろなところから分析を依頼されるため、一概に MONRE とは言えないが、多くの場合レポートの報告先は MONRE である。
- ただし、民間でも EIA などの規定があれば、民間の予算でモニタリングの分析を実施することになる。
- 水産養殖施設が分析の依頼をする場合、例えばエビ養殖などは、農業農村開発省 (MARD) の管理なので、MARD や省の農業農村開発局 (DARD) に相談するという認識でよい。
- 担当省や地方省の担当者からの紹介で分析機関が決まると理解する。従い、民間企業としては公的機関との付き合いが重要となる。
- 農薬分析はどのようなものを分析しているのか。
- 土壌中や水中の残留農薬を測定している。水道に関しては残留農薬に加え、重金属も測定される。
- 河川、海域、廃棄物、汚泥はそれぞれの基準が設けられている。
- 残留農薬について管轄している省庁はどこになるのか。
- 様々な省庁に関係している。

[2] 農産食品品質コンサルティングセンター RETAQ (Reference Testing & Agrifood Quality Consultancy Center)

【内容・目的】

農産食品品質コンサルティングセンター（RETAQ センター）は、日本政府の援助により 2023 年 7 月に研究棟が完成したばかりであり、ベトナムの主要産業である農産品の輸出に係る品質等の拠点となる施設である²⁸。また、最新の情報によると、ダイオキシン等の高度な分析を開始したとの情報もあったため、同施設を訪問し、分析方法・ベトナムでの分析ニーズに係る情報交換を行った。

【意見交換】

- どのような項目を重点的に分析しているのか。
- センターでは食品の安全にかかわるすべての項目を測定している。残留農薬、重金属、水産加工の有害物、畜産業の抗生物質などの薬の検査、微生物や細菌の検査を行っている。QCVN の基準に則った検査と、輸出用の基準に則った検査の二つがある。輸出用の基準については、輸出国の基準で実施することになる。
- 民間企業が認証を交付できるのか。
- 民間企業でもライセンスがあれば認証を発行できる。
- 一般的にニーズの高い検査項目はあるのか。
- 急なニーズの変動はない。
- ベトナムにおいて新しい分析方法が導入される場合のプロセスはどのようなものか。TCVN はベトナム科学アカデミー（VAST）が関与すると聞いたがどうか。
- VAST だけでなく、関係省庁が連携して承認を得られれば新たな分析方法を導入できる。例えば、食品分野であれば、MARD からの申請等となり VAST だけが判断するわけではない。
- 残留農薬や抗生物質などで、基準値を超過し、輸出停止になる事例はどのくらいの頻度で発生するか。
- HP にて詳細な情報を記載している。
- モニタリングの検体数はどれくらいなのか。
- HP にて詳細な情報を記載している。
- その他
- RETAQ では分析だけでなく、国外からの技術を習得した後に、地方の NAFIQAD にノウハウの共有や、設備導入の指導を行っている。
- IR-MS とダイオキシン分析装置は 2025 年度以降に導入予定である。ダイオキシン分析装置については、JICA 事業の中で装置導入に向けて準備中であり、これから導入する機材の選定が行われる。

【確認できた設備・分析項目】

- 確認できた設備：バイオアッセイ（薬剤耐性菌の検出）、標準品調製室、放射性物質

²⁸ 在ベトナム日本国大使館：https://www.vn.emb-japan.go.jp/itpr_ja/20230724_RETAQ_ja.html

分析装置、LC-MS/MS（四重極及び TOF、蛍光、ダイオードアレイ）、GC-MS/MS、分光光度計、IC（水中や排水に含まれる保存料や窒素化合物、P04 など进行分析する）、ICP のようなもの、その他前処理に必要なあらゆる設備（超純水製造装置、オートクレーブ、ドラフト、クリーンベンチ、グラインダー）

● 分析項目

- ・ GC-MS では 100 化合物を同時測定可能であるが、カラムと分析条件などの組み合わせによって 300 化合物を測定可能である。農作物中に含まれる物質のターゲットおよびノンターゲット分析を行う。
- ・ マルチプルレシデュアルコンパウンド
- ・ 動物性抗生物質・殺虫剤
- ・ N 及び P を含有する物質、S 及び P を含有する物質
- ・ 塩化合物（PCA、PCB）
- ・ 今後導入予定のダイオキシン分析装置であるが、既存の分析装置で分析しない理由としては、ダイオキシンは検出限界が低く、他の分析と装置を共有するとコンタミが起こりやすくなってしまうためであり、ダイオキシン分析には専用の分析装置が必要となる。



RETAQ センターの外観



面談の様子



分析室の様子



分析室の様子

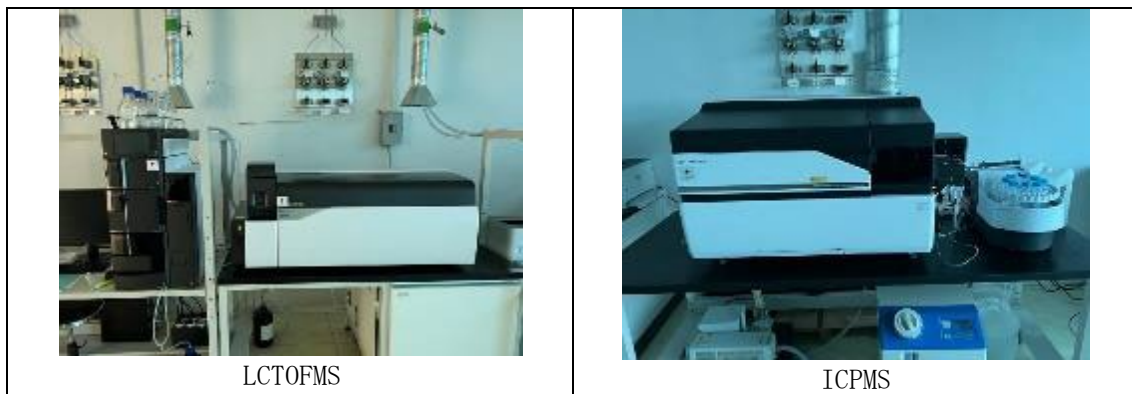


図 RETAQ 訪問時の様子

[3] ベンチェ省農林水産品質管理支局及び水産支局

【内容・目的】

本機関はベンチェ省農業農村開発局傘下の水産支局であり、水産養殖関係の分析を行っている。同施設を訪問し、分析方法・ベトナムでの分析ニーズに係る情報交換を行った。

【意見交換】

- 養殖分野の成長戦略や計画について、エビ養殖場を粗放型から管理型の施設へ移行していくための具体的な計画や数値目標はあるか。
- 3つの計画がある。①09/NQ-HDND、②2018-2020、③2021-2030の計画がある。
- 3004/KH-UBNDにおいて、2025年までのエビ養殖の開発計画が示されている。2025年までに4000haの養殖池の開発を行う予定である。今の進捗状況は、2023年時点で3036haまで開発済みである。2024年に3067haまで拡張する。
- 管理型施設への移行について、ベンチェ省政府からの補助金制度や投資呼び込みを行っているか。
- 投資誘致の政策に基づいて、投資の呼び込みを行っている。農業関連の予算の整備がなされている。国営銀行のアグリバンクやほかの銀行がDARDと覚書を締結して、融資の斡旋を行っている。DARDが養殖農家の情報を銀行側に提供する。
- ベンチェ省産のエビなどの水産物を日本や欧州、欧米へ輸出する際に、安全性や高品質を担保するために力を入れているような検査項目はあるか。
- NAFIQADからの回答：ベンチェ省内に海外輸出向きの加工工場はないので、他の省で加工することになる。加工工場はないが、水産物の重金属、抗生物質、有害物質を分析している。ダイオキシンや有害物質が分析項目に含まれる。
- 水産物中のダイオキシンの分析義務はあるのか。
- 現時点で水産物中のダイオキシンの分析義務はない。
- 養殖での分析はどこの省庁が行うのか。加工以降の分析は担当する省庁が変わるのか。
- 養殖はDARDが管轄する。将来的に加工工場ができた場合もDARDが担当する。排水はDONREになる。

- 国内に流通する生産物の分析は行っているのか。
- 国内向けの生産物と養殖場の分析を行っている。分析の際はエビ養殖所まで出向きサンプリングを行う。養殖池区画、給水区画、養殖物（エビ）の分析を定期的に行っている。
- QCVN で定められた基準値を超過した場合は行政指導が入る。
- 養殖水産品のブランド化や付加価値付与による高単価化に向けて、養殖方法の指導や、ASC 認証²⁹などの各種認証の取得推奨を行っているか。
- ベンチェ省の方から養殖企業に ASC 認証や Viet GAP³⁰等の取得を推奨している。
- ASC 認証については省内の 250ha の汽水域が取得している。
- BAP 認証³¹については省内の 230ha の汽水域が取得している。
- セミナーが定期的に行われ、認証制度の説明を行っている。
- 養殖場で使用する飼料に関して、農薬や抗生物質の使用基準値などはあるか。
- MARD が使用禁止リストを通達している。飼料会社が基準を満たしたかどうかなので、養殖場側は気にする必要がない。
- 養殖場の汚泥による弊害は起こっているか。汚泥を処理するためにどういった方法が現在導入されているか。また今後導入しようとしている技術はあるか。
- 汚泥による弊害が発生しているが、現時点で導入している技術はない。
- パンガシウスなどの淡水養殖であれば、汚泥を乾燥させ肥料として活用しているほか、土手の資材として活用している。
- エビ養殖は汽水で養殖されるため塩分率が高く、肥料として使いづらく、バイオマスとして活用することも難しいため、その処理方法についてベンチェ省内で検討を行っている。
- 以前は汚泥を河川や海洋に投棄していたが、いまは違法行為となったために、そういった行為はなくなりつつある。
- パンガシウスの汚泥はどうか。
- 淡水で養殖するので、汚泥は重宝されている。大量の汚泥が出るので、汚泥管理場所がある。収穫後に陸揚げして肥料化する。
- 粗放型の養殖場においても排水処理を必要としているか。
- ベンチェ省の粗放型養殖業者は 1～2 ha ほどの小規模で行っていることが多いので、排水処理の必要はない。3ha 以上であれば環境ライセンスが必要となる。100ha では EIA を取得する必要がある。
- 同分析機関の役割について、水産養殖分野に係る分析を担っているとの認識でよいのか。
- 水産支局の役割については、水産養殖する際の環境モニタリングを行っている。MARD

²⁹ ASC 認証：水産物の持続可能性や環境問題の解決を目指す認証制度

³⁰ Viet GAP：ASEANGAP を参考にベトナム農業農村開発省が定めた農業生産管理基準

³¹ BAP 認証：安全で責任ある倫理的な方法で生産された養殖水産物を認証する制度

の通達に基づいて、養殖に係る環境モニタリングを実施している。今は一部を自動的に測定している。分析項目は QCVN に従って、水温、塩分、pH、含水率、BOD、魚病に関する指標など 13 指標について分析を行っている。

- モニタリングについて、環境分野ではベンチェ省天然資源環境局（DONRE）が定点観測を行っているが、我々 DARD の機関は、養殖池のモニタリングを行っている。給水元などを月に 3 回ぐらいの頻度で分析している。
- サンプリングは手動で行っている。自動化をしたいが、予算がない。モニタリング箇所は 37 か所ある。
- 予算的には国の予算でやっているのか。
- 国の予算に基づき、年度初めに計画をたてて実施している。民間の分析機関等とは連携していない。
- 民間企業の参入はあるか。
- この分野の分析は自分たちだけで行っており民間企業は参入していない。
- モニタリング箇所はエビ養殖だけなのか、ほかの養殖も含まれているのか。
- 37 か所はエビ養殖場のような汽水養殖である。そのほかに淡水養殖場についても 6 か所のモニタリング箇所があるが、それはホーチミンの農業農村開発省傘下の水産研究所 II（REA2）でやっている。
- ASC 認証が世界の水産業で広がりを見せているが、認証取得したい企業からの分析依頼や問い合わせがあるか。
- ASC 認証の分析依頼はない。水産支局で分析できる項目は限られるので、問い合わせがあった場合は認証機関への紹介を行っている。ミンフーという大手の水産加工企業から 70 ha 分の Best Aquaculture Practices（BAP）認証の相談を受けたことがある。

今後は分析が必要な項目について、水産支局でも分析可能な項目を増やしていきたい。

※BAP 認証の特徴は、養殖のサプライチェーンを段階ごとに認証する。認証の対象となるのは「ふ化場、飼料工場、養殖場、加工工場」の 4 ヶ所で、養殖水産物の生産プロセスに関わる全てのプレーヤーを対象としている。

- エビ養殖における魚病分析はどこでやっているのか。
- 養殖場における魚病分析は畜産支局の疾病管理室のタスクとなっている。養殖場に行ってサンプリングをしている。養殖業者からの依頼があった場合はやっている。

【確認できた設備・分析項目】

- 確認できた設備：リモートセンシングモニタリング設備、クリーンベンチ、サーマルサイクラー（PCR）
- 分析項目：ウイルス検査（検査キット EHP 微胞子虫 寄生虫 Enterocytozoon hepatopenaei、IHHNV 伝染性皮下造血器壊死症、AHPND 急性肝臓壊死症、WSSV ホワイットスポット病）

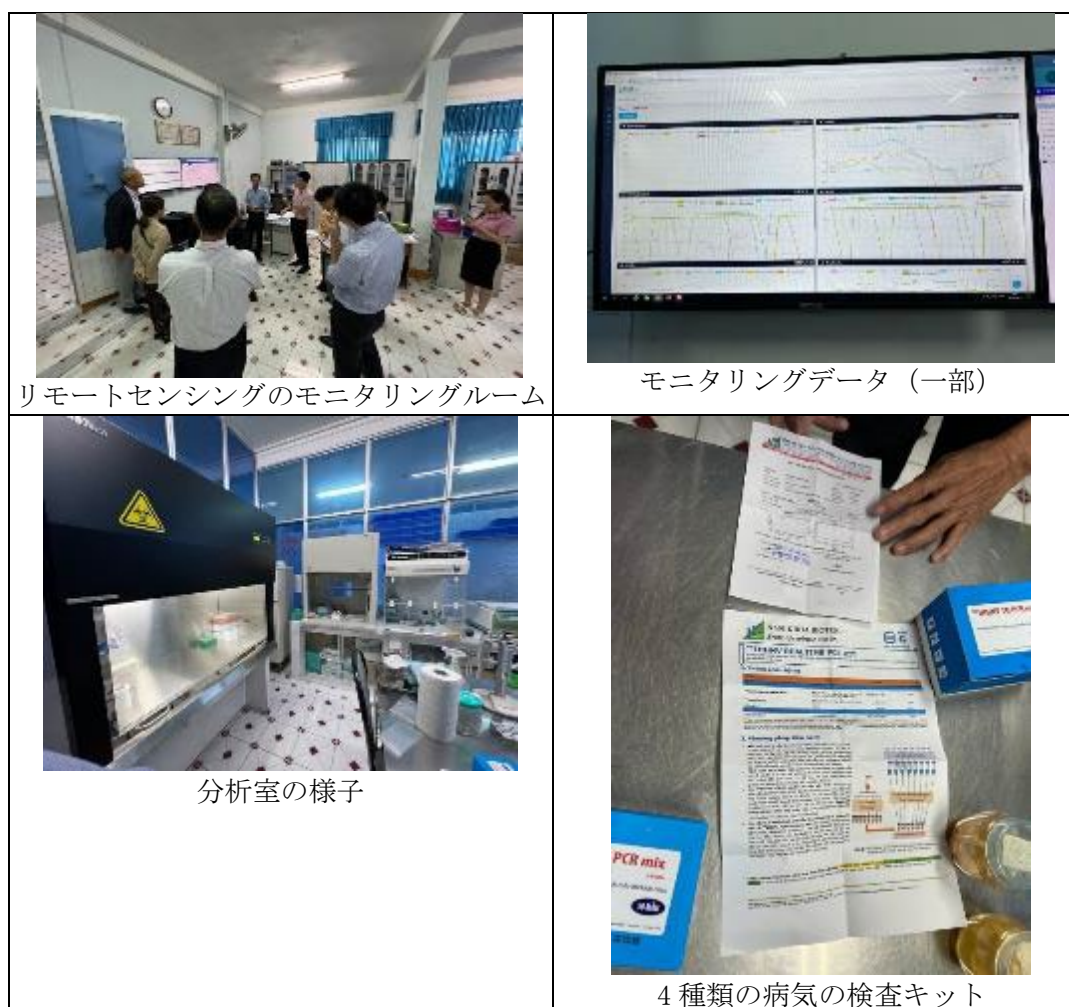


図 NAFIQAD: Fisheries branch の分析機関訪問時の様子

[4] AQUATEX BENTRE (Bentre Aquaproduct Import and Export., JSC)

【内容・目的】

同企業は、パンガシウスの完全養殖から加工・貿易を行っている企業でもあり民間企業の実態を把握することを目的とした。

【意見交換】

- 会社概要
 - 近年はパンガシウスとアサリの養殖・商品に注力している。いまは日本や欧州、中東、オーストラリアにアサリやパンガシウスの加工製品を輸出している。日本向けには、パンガシウスフィレ、付加価値を付けたパンガシウス（揚げ物等）を輸出している。
 - 種苗から加工までを一貫して自社で行っている。
 - 年間生産量は9,000トンであり、輸出額としては2千万ドルである。
- 社内でどのような分析を行っているか。
 - 養殖場の環境モニタリングのための分析については二種類のパターンがある。1 つ目

は政府機関が検査するパターン。2 つ目は自社で自主的に検査するパターン。天然資源環境省（MONRE）の規制に基づいてモニタリングを実施。自社内のラボでは微生物の分析を行っている。パンガシウス内（製品）の微生物や、養殖場水域の大腸菌の検査や、抗生物質の効力の検証を行っている。従業員のコロナの PRC 検査も実施している。

- 自社で行う環境モニタリングについては pH の測定を実施。取引先からの要望があれば、残留抗生物質やダイオキシンについても外部に委託して確認しているが通常は行わない。ダイオキシンは一度検査すると何年かその結果を有用できるため、あまり分析していない。
- どのように排水処理を行っているか。
- 大型の排水処理装置を導入済みで、一日 1,000 ton の排水処理が可能である。今後、水質の自動モニタリングを実施する予定である。
- 分析の委託先はどこか。
- NAFIQUAD4（ダイオキシンと魚病）⇒ダイオキシンは 6 の方ではないか？⇒4 の方だと思う。ダイオキシンの検査は一回で数年間有効であるため、あまり行わない。⇒ Center of Analytical Services and Experimentation, Ho Chi Minh City (CASE) : ホーチミン市分析・試験センターにも食品分析を依頼したことはあるが、ダイオキシンの分析は依頼したことがない。
- 自主的に行う分析の分析項目はあるか。例えば、Vietnam Association of Seafood Exporters and Producers (VASEP) の方針で海外輸出向きに分析を推奨しているような分析項目はあるか。
- AQUATEX BENTRE では、サルモネラ・ビブリオ・ブドウ球菌等 7 項目の検査を行っている。加工用水の中の微生物、養殖池の水も分析している。器具の微生物についても検査している。これらは、ベトナムの規定やお客さんの要望に従って分析している。
- VASEP から分析については、推奨などはない。VASEP は、主に貿易についての話し合いが行われる団体である
- ホーチミン市分析・試験センター（CASE）への委託事項は以下の通りである。
- 水産飼料の分析。
- 水産加工時の排水の pH や COD、BOD などの分析を行っている。自社モニタリングでも実施しているが、ダブルチェックの意味で委託をしている。これにより、排水処理施設が稼働しているか確認している。
- 国の検査はどれほどの頻度で行われるのか。
- 国の検査は不定期に検査が来るので、必ず検査をされるとは限らない。AQUATEX は、3 か月に一回民間企業（CASE）に委託し、検査を委託している（国の規定）。養殖池・排水（工場・養殖池）の検査の依頼先は同一だが、政府の管轄は異なる。
- モニタリングの委託先は MONRE の認可を得た機関であればどこでも問題ない。

- 国の検査は年に一回ある。環境の違反の恐れがある場合はいつでも立ち入り検査を行う。
- 検査は何か所について行うのか。
- 7つの養殖所があり、それらの分析を行っている。
- 顧客から依頼があった分析項目で、近隣の分析所では対応できなかった項目はあるか。
- 特にない。自然環境モニタリングセンター（ベンチェ省）や Can Tho 市 Ho Chi Minh 市、インターテック社で分析可能。（かなり広域）

【確認できた設備・分析項目】

- 確認できた設備：微生物検査室・生物系実験室、クリーンベンチ、ラクトバチルス類培養装置（エビの健康増進、耐病性強化）
- 分析項目：大腸菌、バイオアッセイ

[5] ベンチェ省天然資源環境局モニタリングセンター(NREMC: Natural Resources and Environmental Monitoring Center)

【内容・目的】

同機関は天然資源環境局内の分析機関であり、環境モニタリングのサンプリング及び分析、天然資源に関するコンサルティングを行っている。同機関を訪問し、分析方法・ベトナムでの分析ニーズに係る情報交換を行った。

【意見交換】

- 機関の概要
- 環境モニタリングのサンプリング及び分析、天然資源に関するコンサルティングを行っている。
- 範囲は、陸上、表層水、排水、地下水、沿岸域、海域、道路環境、排ガスなどである。
- どのような分析を行っているか。
- 分析方法については、ベトナムの基準や海外の基準に基づく方法で実施している。例えば、ベトナムの QCVN、USEPA や、オーストラリア、ニュージーランドなどの方法である。
- 民間から分析を委託されることはあるか？
- 民間からは約 35%、国などが 65%で民間は、ほぼベンチェ省内の企業である。毎年、30 社から 50 社程度。
- MONRE のライセンスがあるため、顧客と合意の上分析が可能である。
- 高度な分析技術を要する有害物質の測定は行っているか。
- PCB の分析は可能であるが、現在所有する分析装置では高濃度のダイオキシンしか分析できない。また、ダイオキシンの分析をするための前処理装置はない、予算がなく導入できない。またベンチェ省内にダイオキシンの高濃度汚染地域があるわけではないので、高度な分析技術を必要とする分析のニーズはなく、もしある場合は外部に委

託する。

- ここで分析できない項目については、連携する民間分析企業（MONRE のライセンスを取得している企業）に委託して分析を行っている（ホーチミン市内企業ヴェッティン社）。
- 今後新たに検討している分析項目はどのようなものがあるか。
- 今後検討している内容は、鍾乳洞における地下水・雨水の分析、飲料水の水質検査、養殖池の水、土壌中の農薬などである。例えば、飲料水の分析は現在ホーチミンで分析しているので、ここで分析できるとよいと考えている。
- 農薬は何種類ぐらい分析できるのか。
- 法律で定められている 35 種類（有機塩素系農薬は 20 種、有機リン系農薬 15 種）。代表的な物質である。
- 今までの認識では残留農薬は DARD の管轄のイメージがあったが、DONRE でも行っているのか。
- MONRE の中でもやるように言われており、国の予算で実施する予定である。
- 農薬の検査を 2026-2030 年から DONRE が担うこととなる？
- 検査対象の媒体は水がメイン（土壌はあまり行わない）
- VOC を分析する装置があり、自動で測定できる。土壌中から抽出して測定する。QCVN05/2023、QCVN08/2023 に詳細が記載されている。

【確認できた設備・分析項目】

- 確認できた設備： GCMS（アジレント 7000E Triple Quadrupole GC/MS、ヘッドスペースサンプラー）、原子吸光分析法（アジレント 200 series AA）、生物系実験室
- 分析項目
- 重金属の分析（主な分析対象は水。ベンチェ省内には石灰質土壌が広がる地域があり、そういった地帯の重金属の分析を行う。）
- 大腸菌検査



面談の様子



研究室の様子



図 NREMC 訪問時の様子

[6] Binh Dai 県の粗放型養殖場

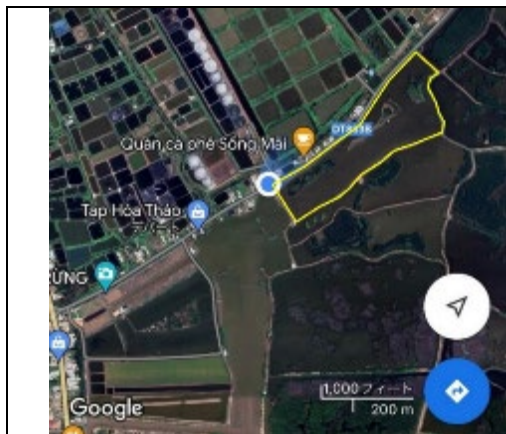
【内容・目的】

ベンチェ省内における養殖業者を訪問した。エビ養殖には、粗放的養殖、管理型養殖及びハイテク型養殖の 3 つがあり、この養殖場は粗放型養殖であり、粗放型養殖における管理の実態を確認することを目的とした。

【意見交換】

- 養殖場の概要
 - 面積 12 ha、月間収量 60 kg、年間収量 720 kg 程度。エビのほか、カニ、魚等も養殖している。運営は友達と二人で行っている。
 - 一つの広い池の中で給水及び排水を行う水門は 1 カ所のみとなっており、川に直接接続されている。
- 養殖場の水質管理についてはどのように行っているか。
 - 粗放型養殖では水質分析を行っていない。水の入替えは潮位を利用して河川から水を引き込み、排水も河川に直接行う。
 - DONRE のモニタリングで問題があった場合は、一度給水及び排水をストップし様子を見て再開する。
 - 水質が安定していないこともあり、時々、病害が発生してしまうことがある。

- 稚エビは追加するのか、ほかの魚に食べられないのか。
- 稚エビは池に直接放流している。魚の繁殖は管理していない。
- 種苗を放流後は稚エビがより大きな魚に食べられることを防ぐために、池の中にココナッツの葉を投下し隠れ場を作っている。
- 今後、管理型と粗放型のどちらで養殖を行いたいのか。
- 管理は投資があるので、予算がない。また、エビの価格は、粗放型の方が高いので、収入的にも十分と感じている（サイズによる差はあるが、天然が 4 であれば、養殖は 3 程度であるとイメージしてくれれば良い。）。またこの地域では粗放型養殖を残していきたいと考えている。
- 経費について
- 種苗と人件費に多くかかっている。燃料代やココナッツの葉っぱを切って、エビの隠れ家を作る。そういうことを委託するので、人件費が必要となる。
- 収穫方法について
- 潮位を利用して水門を開放し、流れてきたエビをかごで収穫する。
- 汚泥の処理について
- 2、3年に一回汚泥を除去し、除去した汚泥は養殖池の土手の補強資材として利用している。



養殖場の衛星画像（黄色線で取り囲まれた部分）³²



粗放型養殖場

³² <https://maps.google.co.jp>



図 Binh Dai 県の粗放型養殖場に訪問時の様子

[7] Binh Dai 県の管理型養殖場

【内容・目的】

ベンチェ省内における養殖業者を訪問した。エビ養殖には、粗放的養殖、管理型養殖及びハイテク型養殖の 3 つがあり、この養殖場は管理型養殖であり、管理型養殖における管理の実態を確認することを目的とした。

【意見交換】

- 養殖場の概要
 - 施設の全面積：10 ha、養殖場の池の面積：2 ha（池 1 つあたり 0.14 ha、稼働中は 6 つ、休止中は 4 つ）、処理池：8 ha（給水 6 ha、排水 2 ha）、水深は 3m ほどである。
 - 生産量：年間 200 トン（エビ）
- 管理型養殖における課題について
 - 給水に課題がある。給水によって病気が広がるので、給水の浄水には気を使っている。ただし、浄水のための薬剤の投入量は経験的な感覚に基づいて変化する。排水の課題はない。
- 給水について
 - 養殖池に給水されるまでに 4 つの段階を経る。河川からの水をためる池、沈殿池、 KMnO_4 による化学的処理、塩素による化学的処理
 - 一日に 500 トンを換水する。養殖池の水は再処理・再利用される。
- 水質分析について
 - 簡易分析以外の分析はあまりやっていない。行う場合は薬品を購入するところに依頼する。

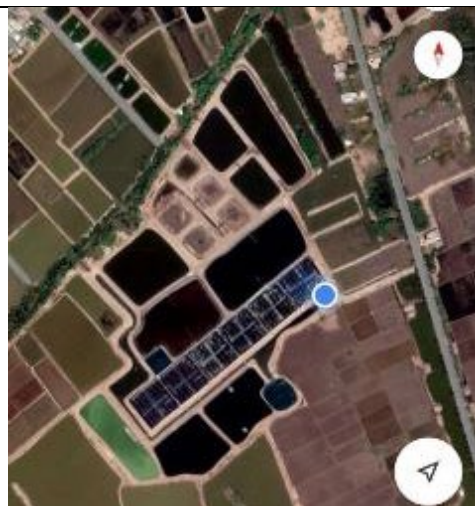
- 簡易分析では pH、窒素酸化物等を計るキットを使用して測定する。
 - 検査結果を早く知りたいので、近くに検査できる場所があるとよい。
 - 給水量を変更する必要があるので塩分濃度について早く知りたい。
 - 病気が発生した疑いがある場合に現状では結果がわかるまでに 1 日かかる。
 - エビ（商品）の検査は行っておらず、エビを買い取った商社など下流の企業が行う。
 - 水の前処理にかかるコストについて
 - 年に 3 回程度薬剤を購入するが、1 回あたり 600 百万 VND（約 356 万円、1 VND＝0.0059 円で換算）で、年間 1,800 百万 VND（約 1,067 万円、1 VND＝0.0059 円で換算）かかる。
 - 病気が発生した時の対処方法
 - 病気の個体を取り除き、生存しているものを収穫し、販売する。エビをすべて引き上げた後、塩素消毒を 3 日間行い、排水した後に清掃する。汚泥については塩素消毒後に消毒が完了しているものと考え、除去して汚泥貯留池に貯留する。
 - 汚泥貯留池は 10 年分の汚泥を貯められるほどの大きさである。
 - 給水の施設の浄化力が安定していないために病気が発生しやすい。
 - 汚泥について
 - 汚泥の発生量：測定したことがない。汚泥の貯留池の大きさに関しては、面積が 0.5 ha、深さが 5m である。
 - 汚泥貯留池が満杯になったら新しく穴を掘る。満杯になった池は放置する。
 - 浄水施設について
 - コスト削減のために薬品の使用量を抑えたので、次亜塩素酸水発生装置を 3 台導入したが効果を実感するまでは至っていない。3 台で 400 百万 VND（約 237 万円、1 VND＝0.0059 円で換算）であった。周囲の同業者で装置が導入されているのを見て、導入に踏み切った。タイから部品を輸入し、ベトナムで組み立てて販売している企業から購入した。
 - 現地踏査によって情報から電気代を算出すると以下の通りであった。
 - ・装置の運用状況：装置①②11V、250A、装置③11V、600A
 - ・電力：装置①②11V×250A×2 台＝5.5kW、装置③11V×600A＝6.6kW
 - ・一日の消費電力（24h 稼働）：装置①②132kWh、装置③158kWh
 - ・一日当たりの電気代（2023 年 11 月時点の平均価格 2,007VND/kWh）：
 - 装置①②③290kWh×2,007VND＝582,030VND（3,453 円）
 - ・年間の電気代：582,030VND×356 日＝212,440,950VND（1,260,480 円）
- 以上より、次亜塩素酸水発生装置の使用によって年間約 126 万円のコストがかかると想定される。
- 養殖場への太陽光発電の導入について
 - 太陽光発電を導入すると、エビに光が当たらなくなり、色味などの外見が悪くなって

しまい、取引価格が下がってしまうので導入を考えていない。

- ASC 認証制度や Viet GAP などの導入について
- 認証は取っていない。



管理型養殖場オーナーへのヒアリングの様子



管理型養殖場の衛星画像 ³³



管理型養殖場



給水池と塩素消毒小屋（中央）



監視カメラのモニター



次亜塩素酸水発生装置

³³ <https://maps.google.co.jp>



薬品のごみ 置き場



養殖池には底を覆うようにビニールシートが敷かれている

図 Binh Dai 県の管理型養殖場に訪問時の様子

[8] 水産養殖研究所Ⅱ (REA2: Research Institute for Aquaculture No.2)

【内容・目的】

本研究所は、農業農村開発省傘下の国の水産研究所であり、ベトナム南部を管轄する。このため、ベンチェ省における水産養殖の実態等について研究機関視点でどう認識しているかについて確認することを目的として訪問した。

【意見交換】

- REA2 の概要
 - REA2 には、4つの支部がある。
 - 訪問したホーチミンの研究所では主に病気の研究をしている。
 - REA2 の主な研究課題は、病気、餌の栄養、バイオテクノロジー（微生物学や、ゲノムの研究）である。
 - Vung Tau には海産魚種の種苗センターがある。Tien Giang 省には淡水魚種の種苗センターがある。Ca Mau 省では研究室があり、ハイテクエビ養殖の研究を行っている。
 - REA2 の管轄は、南部メコンデルタ全域で、水産養殖のサポートや技術者のトレーニングを行っている。
- 水産養殖における現在の問題点について
 - エビの養殖の問題の一番の問題は、汚泥の問題だと考える。従来に比べて、狭い面積で効率的に収穫できるように集約的な養殖に変化している。基本的に、水はリサイクルをするシステムとなっており、排水は問題ではないと思う。排水は塩素で処理するので、排水できる。限られた面積で、多くの餌を与えるため、汚泥が発生する。
 - 例えば、10年前の養殖場では、粗放的な養殖施設が占める割合は70%、集約的な養殖施設が30%であったが、今は逆となっており、多くの集約的な施設で汚泥の問題が発生している。近年はRAS (Recirculating Aquaculture Systems) の導入が進んでいる。
- RAS (Recirculating Aquaculture Systems、閉鎖循環式養殖) について
 - Ca Mau 省の研究所でRASの研究を行っており500t規模の養殖を行っている。ただし、RASを導入できるのは、大規模な企業だけである。
- 他の国と汚泥処理のプロジェクトを行っていたりするのか。
 - 小規模のプロジェクトしかない。パンガシウスであれば、淡水なので処理できる。パンガシウスであれば、バイオガスのプロジェクトや有機堆肥のプロジェクトがある。
- エビ養殖は2種類のエビが養殖されており、ブラックタイガー（粗放的に行われている）とバナメイエビがある。現在、上記2種が屋内型（ハイテク養殖）への移行が進んでいる。現地調査で3種類の養殖（粗放型・管理型・ハイテク型）があると整理されているようであるが、粗放型については、養殖には含めず、一般的には、管理型・ハイテク型の養殖を養殖としてとらえた方がよい。
- ハイテク（屋内型）養殖の課題

- 排水、汚泥、プラスチック（養殖場のシートや、薬品のプラスチック）。この中で課題となっているのは汚泥である。
- 屋外（管理型）については汚泥が問題であり、汚泥の課題に対しメタン発酵によるメタンガス化や、汚泥の発生抑制ができるバイオフィロック式養殖³⁴を検討している。化学薬剤による処理は極力減らしていきたい考えである。
- 排水処理はベトナムの基準を満たすためにはどんな方法でもいいが、コストが一番重要である。機械式の処理装置はコストがかかるため微生物による処理方法（バイオフィロック）が現実的である。
- プランクトンや藻類培養の研究は行っているか。
- 今はエビ用の餌としてプランクトンはやっておらず、ペレットをやっている。プランクトンはプランクトンの種の系統の維持としてのみ培養している。
- 他国の政府機関との事業はあるか。
- スターリング大学・イギリスとのパンガシウスのワクチンの研究や、オーストラリアの大学との魚の栄養素の研究、オーストラリアのニューサウスウェールズ大学とのエビの養殖の研究、京都大学との栄養に関する共同研究を行っていた。

³⁴ バイオフィロック式養殖：閉鎖的な養殖池内で微生物の集合体（バイオフィロック）を浮遊させながら、水質を浄化させ、飼育水をほとんど換水せずにエビを飼育する養殖方式。飼育に使用する海水の取水量と排水量が大幅に少ないため、環境負荷を抑制できる。また外部からの病原体の侵入リスクを抑えられたため抗生物質などの投薬の必要がないとされる。

[1] 工学院大学 白鳥祐介教授

【内容・目的】

ベトナム・ティエンザン省にて、汚泥と有機性廃棄物からバイオガスを回収し燃料電池を稼働させるプロジェクトを実施している工学院大学の白鳥雄介教授とベンチェ省の汚泥処理や活用方法についての意見交換を行った。

【意見交換】

● ベンチェ省で過去に実施したプロジェクトについて

ベンチェ省では地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム（SATREPS）を 2015 年～2020 年の 5 年間にわたって実施していた。研究課題は「高効率燃料電池と再生バイオガスを融合させた地域内エネルギー循環システムの構築」であった。ベトナム国家大学ホーチミン支校ナノテク研究所と連携し研究プロジェクトを実施した³⁵。

● 現在行っているティエンザン省でのプロジェクトの概要

ティエンザン省で循環型のエビ養殖場を稼働させる支援を、NEDO 事業にて 2022 年～2025 年にわたって実施している³⁶。現行のプロジェクトでは、先進技術の導入を見込んでおり、現地の管理型養殖場の中でも、特に先進的な取組に興味を示し、かつ、利益の出ている、資金的余裕のある企業をターゲットとしている。資金に余裕のない、あるいは、粗放的養殖場へ導入を打診すると、意識的、技術的、金銭的ギャップが生まれるため、導入は困難であると考えられる。

● 実証するエビ養殖システムの概要³⁷

バイオガス固体酸化物形燃料電池（SOFC）によるグリーン電力供給と IoT 水管理によるエビ増産システムを統合したエビ養殖システムを構築し（図 2-11）、これを実証する。グリーン電力供給では、地域の未利用バイオマス（レモングラスの葉）とエビ養殖汚泥を樹脂製のメタン発酵槽に投入し、バイオガスを製造します。同バイオガスを SOFC に供給して高効率発電を行い、養殖池への空気供給（エビの育成に必要な）の電力源として、同グリーン電力を利用する循環型システムを実証する。

一方のエビ増産システムでは、IoT を活用して養殖池の水質や養殖関連機器の常時監視・調整を行うとともに、微細な気泡で溶存酸素濃度を高めるマイクロバブルディフューザーを導入することで、エビの生存率・成長率を引き上げ、養殖生産量の最大化を図る。IoT は、SOFC の運転管理にも活用される。

つまり、「養殖汚泥とバイオマス廃棄物で発電」と「IoT を用いた制御によるエビ養殖」の 2 つを組み合わせしており、このかけ合わせでの実証研究は世界で初めてとなる。

³⁵ SATREPS : https://www.jst.go.jp/global/kadai/pdf/h2602_final.pdf

³⁶ NEDO : https://www.nedo.go.jp/activities/AT1_00175.html

³⁷ atPress : <https://www.atpress.ne.jp/news/333309>

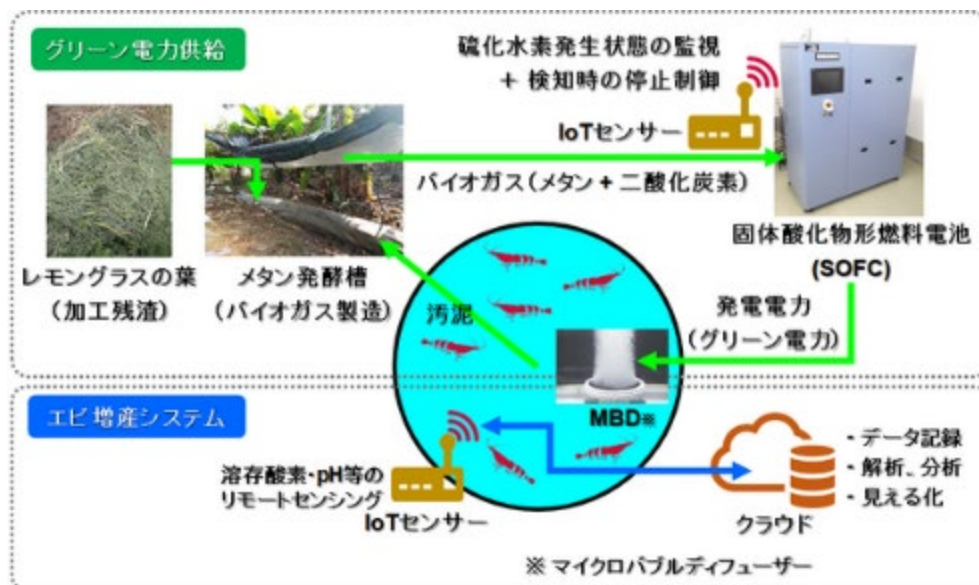


図 バイオガスで作動する燃料電池とIoTを導入したエビ養殖システムの概要図

- 本技術における汚泥の活用方法について
エビ養殖場の汚泥はメタン発酵のスターターであり、それ自体が発酵の主体ではないため、エビ養殖場の汚泥に含まれる塩分の影響は考慮されていない。発酵の主体は地域の未利用バイオマスであり、ベンチェ省では稲ワラ、ココナッツの搾りかす、バガスなどを利用していた。
- 燃料電池の活用について
燃料電池の世界での普及状況を見たときに、日本のみが家庭用燃料電池という形で導入が進んでいる。家庭用は都市ガスで稼働させるのが普通であるため、バイオガスを利用する燃料電池の商用レベルの運用は未だないと思っている。普及を進めるにあたっては、バイオガスの安定供給体制の構築や、コスト面の課題を解決する必要があるほか、燃料電池の真価を市場に理解してもらい普及啓発を行う必要がある。

[2] 北九州市立大学 安井英斉教授

【内容・目的】

安井教授は有機性廃棄物・排水等の処理技術開発ならびにコンピューティングとしており、活性汚泥処理プロセスや、メタン発酵プロセス、栄養塩除去技術に精通しており、ベンチェ省の汚泥処理や活用方法について意見交換を行った。

【意見交換】

- 塩分を含有する汚泥の活用方法について
塩分を含んだ汚泥でも、その塩分濃度によっては、肥料として活用できる可能性が

あるものの、実証試験を行って検証する必要がある。もし、一定の塩分の除去が必要な場合は、タンクなどで水洗いを行って塩分の除去を行うが、固形化すれば一定の窒素やリンは汚泥に保持されたままとなっているため、肥料として活用できる可能性がある。

肥料としての活用以外に嫌気性消化によりメタン発酵させる方法や、脱水機や脱水薬剤を使用して、固形化したりする方法がある。

[3] JAPAN UTS

【内容・目的】

JAPAN UTS 社はバイオガスシステムの導入支援を行っている事業者であり、ベンチエ省の汚泥処理や活用方法について意見交換を行った。

【意見交換】

JAPAN UTS 社からは各種のデータが不明である中で、エビ養殖場汚泥によるメタン発酵の可能性についてコメントを得た。

● エビ養殖場汚泥のバイオガス利用について

➤ ポイント 1：塩分

エビ養殖場汚泥に含まれる塩分はメタン発酵を阻害するため、塩分濃度を下げる必要がある。愛知電機技報 No. 41（2020 年）の報告によると、塩分濃度 0.5% では発酵日数は伸びるが、馴到により、発酵が復活するという報告もあり、仮に塩分濃度 0.5% がメタン発酵の限度とした場合に、塩分濃度 3% の海水を真水で希釈すると、海水 1 t に対し、真水が 5 t 必要となってしまう。またメタン発酵には固形分濃度も重要であり、一般的な湿式発酵では固形分 3~10% で運転することが多いが、真水注水後は固形分濃度が低くなってしまうため、メタンガス発生量は極端に少なくなると想定される。有機残渣を脱水し、真水を注水することで塩分濃度も固形分濃度も向上させられる可能性はあるが、設備が大きくなり、作業量も格段に増える。

➤ ポイント 2：CHNO の比率

バイオメタン発酵を導入するにあたって重要となるのは、活用する汚泥の CHNO の組成であり、特に C/N 比の把握が重要となる。

C/N 比とは、物質中の炭素 C と窒素 N の質量比のことであり、発酵効率を大きく左右する。

CHNO の測定法としては、CHNO レコーダーによって測定する方法や、栄養成分から推測する方法、COD_{cr} 値から推測する方法、ケルダール法の測定結果から推測する方法などが挙げられる。

➤ メタン発酵方法の種類

メタン発酵は湿式と乾式の 2 種類があり、乾式には連続式とバッチ式がある³⁸。

- ・ 湿式

配管詰まり、原料の過剰投入によるガス発生量の低下などのトラブルが起こりやすく知識と経験が必要となる。万一、発酵に致命的な悪条件が揃うと、発酵槽内の発酵液の全交換が必要となり、ガス発生まで1~2 か月を要する。よって熟練したサービスチームが迅速に対応しない限り、リスクが大きい。

- ・ 乾式（連続式）

攪拌機の故障・メンテナンスが大きな課題。攪拌機は発酵槽内部に設置されるため、故障・交換時は発酵槽を空にしてからの作業となる。また、使用エネルギーも大きい。よって、故障時の修理に多くのコストと手間がかかるリスクがある

- ・ 乾式（バッチ式）

駆動部分がほとんどなく、原料投入後は 4 週間程度の放置でほぼメンテナンスが不要であり、万一、不具合が発生した場合でも修理が容易である。そのため、バイオガスの発行の知識と経験が少なくても対応しやすい。

³⁸ NEDO : <https://www.nedo.go.jp/content/100932093.pdf>

項目	湿式	乾式 (連続式)	(参考)乾式 (バッチ式)
概 観			<NASKEO>  <BEKON> 
原 料 濃 度	2～20%	20～50%	20～50%
汚 泥 濃 度	2～10%	15～30%	15～30%
処 理 概 要	メタン菌を低い汚泥濃度で浮遊させて処理	メタン菌により高い汚泥濃度で処理	メタン菌により高い汚泥濃度で処理
特 徴	・運転管理が容易 ・消化液の処理が不要(液肥利用する場合)	・固形物処理可能 ・排水処理不要 ・原料単位重量当たりのガス発生量の増大	・固形物処理可能 ・排水処理不要 ・原料単位重量当たりのガス発生量の増大
主 な 適 用 先	・事業系・家庭系生ごみ ・食品加工残渣 ・家畜ふん尿 ・下水汚泥	・都市ごみ ・固形廃棄物	<NASKEO> ・都市ごみ ・肉牛ふん尿 ・製糖工場の汚泥、野菜残渣 <BEKON> ・木質系破砕物(根株・枝葉) ・家畜ふん尿(牛ふん、鶏ふん、汚泥)
実 績	国内で多数	国内で少ない	国内ではほぼない
不燃物割合に対する許容	小さい	大きい	大きい
排 水 処 理	必要(液肥処理しない場合)	不要(原料条件によって異なる)	不要(原料条件によって異なる)
発酵槽のメンテナンス	定期的に必要	ほとんど必要ない	機械的箇所がポンプ以外ほとんどないためメンテナンスはほぼ不要
メタン菌と有機物の接触方法	発酵槽内部を攪拌させる	引抜汚泥に新たな原料を混ぜて発酵槽へ入れる	メタン発酵後の残渣に新たな原料を混ぜて発酵槽に入れる 山積み原料に構造体原料を入れ、透水性を向上し、可溶液を上からシャワーリングする

(出所) メーカーへのヒアリングをもとに作成、画像は西泊町および栗田工業株式会社提供

図 メタン発酵技術の概要 ³⁹

● 塩分を含む汚泥をバイオガス発酵で活用方法の提案

塩分を含む原料をバイオガス発酵に利用するために、他の原料と混ぜて全体的な塩分濃度を下げて発酵させることが前提となる。

また、設備の日常のメンテナンスの手間（専門的な技術を含む）を省き、安定した運用を目指すために、湿式や連続式の乾式は不向きである。

【現状の条件での提案】

バッチ式の乾式方式でのバイオガス発酵が最適であると考える。

- ◇ 塩分の多い原料に他の原料を加え、全体的な塩分濃度を下げる
- ◇ 加える原料候補：食品残渣、家畜糞、剪定枝など植物の枝葉
- ◇ 原料投入後、約 4 週間は原料の投入作業なし

³⁹ NEDO : <https://www.nedo.go.jp/content/100932093.pdf>

- ◇ 複雑な配管やポンプの連動が不要
- ◇ 発酵残渣は好気発酵で有機肥料の生産が可能（残留塩分は考慮事項）
- バイオガスの利用例
 - メタン発酵によって生成されたバイオガスは、必要に応じて精製を行ってガス濃度を高めることで、様々な用途に用いることができる。
 - 例：発電機、燃料電池、ポイラー等
- 環境配慮型養殖に活用し得る三浦工業環境科学研究所の技術
 - メタン発酵は発酵状況のモニタリングを行う必要があるため、三浦工業環境科学研究所の技術によって、バイオメタン生成プロセスの管理を行う等が考えられる。