令和３年度環境省委託事業

令和３年度
脱炭素社会実現のための都市間連携事業委託業務
（イスカンダル地域における脱炭素化促進事業
（フェーズ３）
（北九州市－イスカンダル開発地域連携事業））
報 告 書

令和４年３月

株式会社エヌ・ティ・ティ・データ経営研究所

目次

第 1 章　業務の概要と背景
1.1　業務の概要
1.2　業務の背景

第 2 章　産業共生型エコタウンの実現に向けた活動
2.1　活動の概要
2.2　インベントリー・データの収集
2.3　工場間のマッチング及び適用可能な技術の基礎検討
2.4　既にリサイクルされている指定廃棄物の高度処理の可能性検討
2.5　埋め立て処分されている木質系廃棄物、紙系廃棄物および
プラスチック系廃棄物の別工場での原燃料利用の可能性検討
2.6　埋め立て処分されている食品系廃棄物とセラミック系廃棄物の
原燃料化の可能性検討
2.7　工場団地における再エネ導入可能性検討
2.8　今後の展開

第 3 章　廃棄物発電の実現に向けた活動
3.1　活動の概要
3.2　マレーシアにおける廃棄物管理の現状
3.3　マレーシア国におけるジョホール州での廃棄物発電事業の進捗の確認
3.4　現地企業との連携可能性の検討
3.5　技術面の検討のアップデート
3.6　経済面の検討のアップデート
3.7　今後の展開

第 4 章　脱炭素化行動計画（仮称）の提案
4.1　活動の概要
4.2　令和元年度事業の活動内容と結果
4.3　令和 2 年度事業の活動内容と結果
4.4　アクションプランの作成
4.4　今後の展開

第 5 章　JCM 適用案件の発掘活動
5.1　活動の概要

5.2　前年度発掘案件のフォローアップ
5.3　本年度に新たに発掘した案件
5.4　今後の展開

参考資料

内容

第 1 章　業務の概要と背景 2
1.1　業務の概要 2
1.2　業務の背景 6

第1章 業務の概要と背景

1.1 業務の概要

(1) 目的

2015 年 12 月にフランス･パリで開催された国連気候変動枠組条約第 21 回締約国会議(COP21)には全ての国が参加し、2020 年以降の公平で実効的な気候変動対策の法的な枠組であるパリ協定が採択された。パリ協定では、地球の気温上昇を産業革命前に比べて 2℃よりも十分低く抑え、さらには 1.5℃未満に抑えるための努力を追求することが掲げられ、脱炭素に向けた取組の促進が求められている。また COP21 では、都市を含む非国家主体の行動を認知すること、そして全ての非政府主体（都市その他地方公共団体等）の努力を歓迎し、そのスケールアップを招請することが決定された。

続いて、2016 年 11 月にモロッコ・マラケシュで開催された COP22 において、採択された「気候及び持続可能な開発のためのマラケシュ行動宣言」でも、気候はかつてない割合で温暖化しており、対応する緊急の義務があることが改めて強調されるとともに、政府だけではなく自治体を含むグローバルな行動、また経済の転換が更なる繁栄と持続可能な開発の積極的な機会であると認識された。

その後、2017 年にドイツ・ボン（ホスト国はフィジー）で開催された COP23、2018 年にポーランド・カトヴィツェで開催された COP24 を経て、2019 年 12 月にスペイン・マドリードにて COP25 が開催され、日本国としては脱炭素に向けた積極的な姿勢を世界各国にアピールしてきたところである。

そして、令和２年（2020 年)、いよいよパリ協定の実施段階に入った。パリ協定では、中央政府に加えて自治体･都市を含む非政府主体による気候変動を加速させることが掲げられているが、令和２年９月に開催された「新型コロナウイルスからの復興と気候変動・環境対策に関する「オンライン・プラットフォーム」閣僚級会合」においても、コミュニティに直結する活動を行う地方自治体の脱炭素政策が必要であること、地方コミュニティ主導の開発アプローチが重要であることが確認されている。日本でも、2050 年までに温室効果ガスの排出を全体としてゼロにし、脱炭素社会を目指すことが宣言され、CO2 排出実質ゼロを宣言する自治体は 300 以上にまで急増している。

このとおり具体的な地域の気候変動対策・プロジェクトを検討・実施するうえで、都市や自治体の役割は重要性を増している。世界全体での脱炭素社会の実現に向けては、特に経済成長が著しいアジアにおいて、持続可能な脱炭素社会構築への動きを加速させることが必要であり、社会経済の発展を支える活動の場である都市の脱炭素化・低炭素化に向けて、国際的にも都市の取組を支援する動きが強化されてきている。

また、現下の新型コロナウイルス感染拡大の状況下において、都市は感染拡大関連の課題に対処すると同時に、持続可能な開発を達成するための新たな方策についての再調整や検討を迫られており、都市間の連携による新たな手法、新たな都市の構築が極めて重要である。

以上の点を踏まえ、本事業では、脱炭素社会形成に関する経験・ノウハウ等を有する北九州市とイスカンダル地域開発庁（Iskandar Regional Development Authority、以下 IRDA）の連携のも

と、脱炭素社会の実現にもエネルギー起源 CO2 の排出削減にも資する産業共生型のエコタウンの実現や廃棄物発電の導入等を対象に、海外自治体等における脱炭素・低炭素社会形成への取組、脱炭素ドミノの実現、および脱炭素・低炭素社会の形成に寄与する設備の導入を支援するための調査事業を実施する。

(2) 業務の内容

本調査では、マレーシア国イスカンダル地域開発庁と北九州市の提携関係の下、マレーシア国における脱炭素化の促進、ならびに、それに寄与する JCM 案件形成を目的として、以下の活動を実施する。

- 活動１：産業共生型のエコタウンの実現に向けた活動
- 活動２：廃棄物発電の実現に向けた活動
- 活動３：脱炭素化行動計画（仮称）の提案
- 活動４：JCM 適用案件の発掘活動

(3) 業務の実施方法

(3) - 1. 活動１：産業共生型のエコタウンの実現に向けた活動

	活動項目	活動の内容
①	既にリサイクルされている指定廃棄物の高度処理の可能性検討	既にリサイクルされている指定廃棄物を対象に日本企業の技術を組み合わせることで高度処理が可能か否かの評価検討を実施する。現状の処理よりも高度処理が可能となった場合、日本企業と現地の廃棄物処理・リサイクル企業との連携（JV や SPC の設立）等も視野に入れた検討を実施する。
②	埋め立て処分されている木質系廃棄物、紙系廃棄物およびプラスチック系廃棄物の別工場での原燃料利用の可能性検討	Iskandar Regional Development Authority（以下、IRDA）と連携して、埋め立て処分されている廃棄物のうち木質系廃棄物と紙系廃棄物およびプラスチック系廃棄物について、イスカンダル地域内の他の工場で原燃料として利用できる可能性を探る。
③	埋め立て処分されている食品系廃棄物とセラミック系廃棄物の原燃料化の可能性検討	現在は埋め立て処分されている食品系廃棄物とセラミック系廃棄物について、原燃料利用する技術を有する日本企業との連携可能性を探る。
④	工業団地への再生エネルギー導入可能性検討	マレーシア現地で再エネ導入ノウハウを持つ事業者との打ち合わせ等を通じ、産業共生型エコタウンに

		おける再生可能エネルギー導入の可能性を検討する。

(3)-2. 活動２：廃棄物発電の実現に向けた活動

	活動項目	活動の内容
①	マレーシア国におけるジョホール州での廃棄物発電事業の進捗の確認	ジョホール州内で進行中の廃棄物発電事業の業者選定プロセスや施設建設に向けた状況等の情報を収集し、将来イスカンダル地域で実施される廃棄物発電事業の検討に生かす。
②	現地企業との連携可能性の検討	現地コンセッション企業である SWM Environment Sdn. Bhd.他との協議を継続し、将来の廃棄物発電に関する連携可能性やその他のビジネス機会を探る。

(3) – 3.　活動３：脱炭素化行動計画（仮称）の提案

本年度が 3 年計画の最終年度であることを踏まえ、これまでの IRDA との連携活動を総括した上で、今後の脱炭素化に向けた取組みをアクションプラン（行動計画）として取りまとめる。

(3) – 4.　活動４：JCM 適用案件の発掘活動

マレーシア国の JCM への参加のタイミングを見極めつつ、可能であれば 2020 年度に発掘した案件の具体化を進める。加えて、これまで確立してきた現地ネットワークを活かして案件発掘活動を継続的に実施する。

(4) 履行期間

2021 年 8 月 31 日から 2022 年 3 月 10 日

(5) 調査の実施体制

本調査は、表 1 に示すとおり、北九州市、NTT データ経営研究所、日鉄エンジニアリング、（公財）地球環境戦略研究機関・北九州アーバンセンター、イスカンダル地域開発庁の連携のもと、実施している。

表 1 実施体制

事業者	役割
北九州市	・　北九州市内企業との連携・調整
NTT データ経営研究所	・　本事業のとりまとめ ・　IRDA 等との打ち合わせ協議の調整 ・　産業共生型のエコタウンの実現に向けた検討 ・　廃棄物発電の実現に向けた経済面からの検討 ・　脱炭素化行動計画（仮称）に関する検討 ・　JCM 適用案件の発掘活動
日鉄エンジニアリング	・　廃棄物発電の実現に向けた技術面からの検討
イスカンダル地域開発庁	・　イスカンダル地域内の企業との連携・調整

(Iskandar Regional Development Authority: IRDA)	・ 廃棄物発電に関する現地情報の収集 ・ 脱炭素化行動計画（仮称）に関する検討

(6) 調査スケジュール

本事業で想定した３か年の事業計画は図 １に示すとおりである。本年度は、３か年のうち、３か年目にあたる。

なお、マレーシアにおいても新型コロナ感染症の拡大に伴い、政府や企業の活動が制限されており、制限の範囲内で可能な活動を実施した。

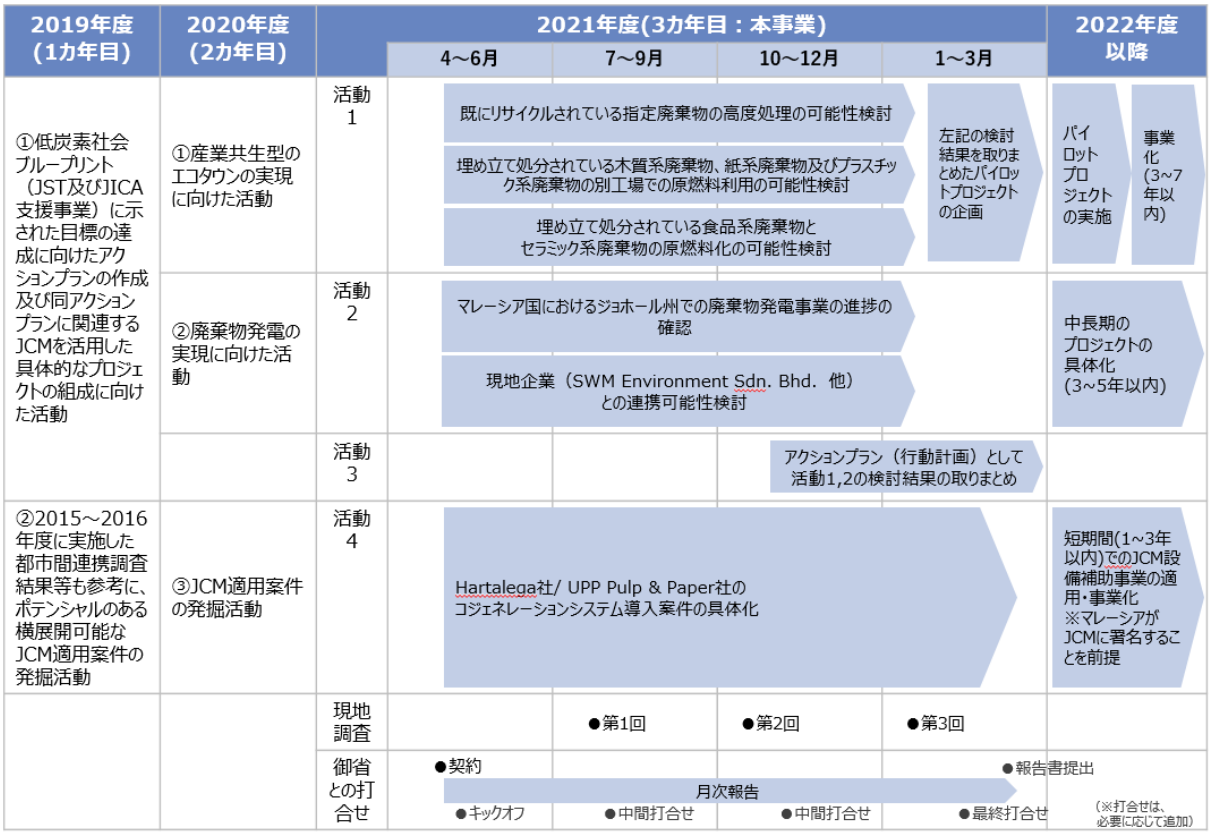


図 1　調査スケジュール

1.2　業務の背景

(1) IRDA の概要

① IRDA とは

イスカンダル開発庁：Iskandar Regional Development Authority（IRDA）は、イスカンダル地域の開発を推進するための総合調整を行う政府機関として 2007 年に設立された。公共及び民間部門の利害関係を規制することで、持続可能な国際都市への発展を促すことを目的としている。IRDA の法的権限および機能は、上記の目的を達成するために設計されており、大きく以下 3 つのコア機能を有している。

1. 計画（プランニング）

   連邦政府、ジョホール州政府および地方自治体の計画方針と戦略を統合して推奨することは、イスカンダル地域の幸福感を高めることに影響する。IRDA は、イスカンダル地域の開発におけるインフラストラクチャー、スキル、科学技術研究を強化するための戦略を策定する。

2. 広報（プロモーション）

   イスカンダル地域を一般社会ならびに、潜在的な投資家に広く PR すること。国内および海外の双方の経済セクター、社会インフラの発展を推進し、調整し、監視する。

3. 調整（ファシリテーション）

   イスカンダル地域への投資に関する相談の受付と情報提供を行う。イスカンダル地域の投資家に対する必要な承認を獲得し、処理し、迅速化することについて、関係政府機関に代わって主要な調整機関として行動する。ビジネス環境に影響を及ぼす問題を既存投資家が解決することを支援する。

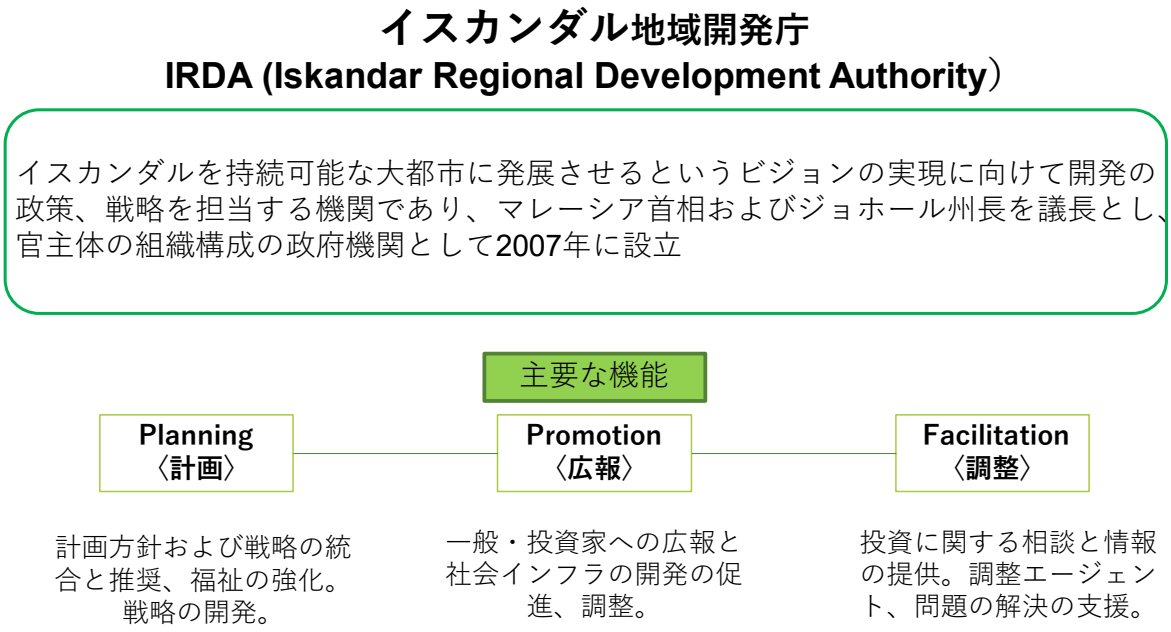


図 2 イスカンダル地域開発庁の機能 [1]

②イスカンダル開発地域

マレーシア・イスカンダル開発地域は、シンガポール対岸のマレーシア・ジョホール州南部、マレー半島の南端に位置し、人口は約 190 万人、クアラルンプール地域に次ぐ第二の経済都市圏である。マレーシア連邦政府が 2006 年から第 9 次マレーシア計画（2006-2010）において指定した 5 つの Economic Corridors (重点開発地域)の一つとして位置付けられており、イスカンダル地域は、総合的な地域開発事業が行われてきた。2015 年にナジブ前首相によって国会に提出された第 11 次マレーシア計画（2016-2020）においても、イスカンダル開発地域は重点開発地域として、環境教育やクリエイティブクラスター、観光と物流の拠点、環境やエネルギー配慮、食品、油脂化学に注力した製造業の育成を 5 か年の主要イニシアチブとしている。当該地域は、【A】ジョホールバル・シティセンター、【B】イスカンダル・プテリ（旧ヌサジャヤ）、【C】西側ゲート開発、【D】東側ゲート開発、【E】セナイ＝スクダイという 5 つの旗艦ゾーンで構成されており、広さは 2,217 平方キロメートルに渡る。これは東京都とほぼ同じ面積であり、シンガポールの 3 倍の面積である。2019 年 2 月 22 日、マハティール首相が当該地域を 4,749 平方キロメートルに拡大することを発表しており、イスカンダル開発地域はより積極的な開発が進む可能性がある [2]。

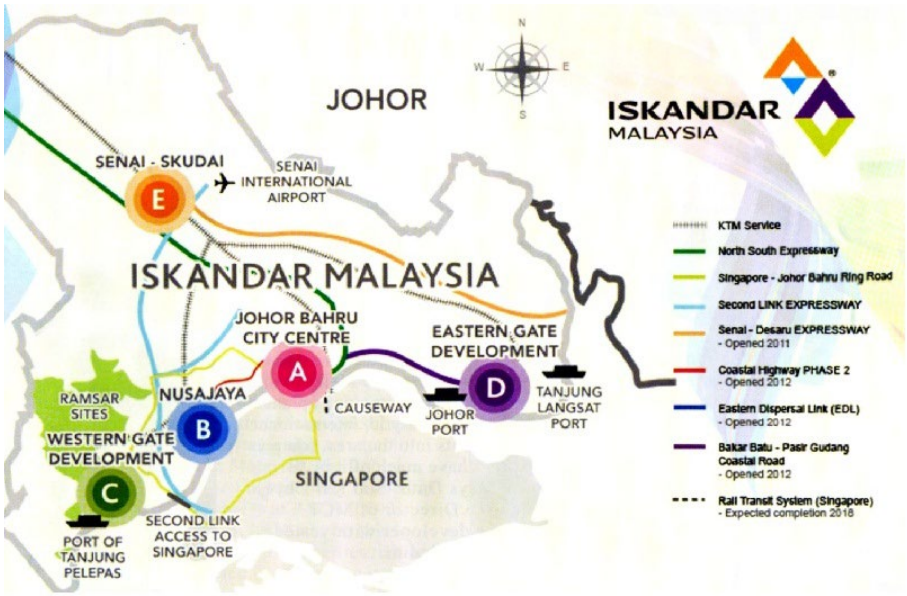


図 3 イスカンダル開発地域の地図 [2]

既述の通りイスカンダル開発地域は 5 つの地区で構成されており、上述の 5 つの旗艦ゾーンのそれぞれの機能と特徴は以下の通りである。

A：ジョホールバル シティセンター地区

[1] イスカンダル開発庁のホームページを基に NTT データ経営研究所で作成

[2] New Straits Times 記事（2019 年 2 月 22 日発行）Iskandar Malaysia to be extended, covering more areas in Johor

ビジネス中心街開発、文化・観光、イミグレーション機能強化、ウォーターフロント開発等に注力する地区である。具体的には、貿易、金融センター、サービスセンター（コーズウェイでシンガポールと連結）を有する。

B：イスカンダル・プテリ地区（旧ヌサジャヤ地区）

ジョホール州政府ビルの建設、教育・医療・エンタテイメントの誘致、プテリ港の開発等に取り組むエリアである。具体的には、海外の大学を誘致した学術都市、LEGO LAND などのテーマパークや映画撮影スタジオのエンターテインメント機能に加え、医療観光などのサービス産業、州政府機能を有する。

C：西側ゲート開発地区

海運物流拠点、発電所の開発に取り組み、物流拠点、自由貿易区域、石油備蓄港、（セカンドリンクでシンガポールと連結）機能を有する。

タンジュン・プルパス港（Port of Tanjung Pelepas：PTP）はシンガポールや他の東南アジア各国に近い地理的優位性と、大型船も入港できる深さが確保できるという特徴を有しており、これを活かした開発が進められている。世界各地の港と航路で結ばれ、コンテナ取扱量においてマレーシアで第 2 位、世界でも 18 位の港である [3]。港はコンテナ港部分と、隣接する自由貿易区域で構成され、総面積は約 7.8 平方キロメートルになる。

D 東側ゲート開発地区

電気・化学・油脂化学製品の製造業、石油化学備蓄港としての機能を有する。パシグダン港、タンジュンランサー港、タンジュンランサー産業団地、計約 15 平方キロメートルの土地を利用し、世界各国の外資系製造業を誘致しているパシグダン工業団地がある。

E セナイ・スクダイ地区

セナイ国際空港、物流拠点、ハイテク産業・宇宙関連産業、商業施設、サイバーシティとしての機能を有する。マレーシア屈指の名門国立大学であるマレーシア工科学校(UTM)、また東南アジア初であるジョホールバル・プレミアムアウトレットがあり、産業以外の観光分野としても魅力のあるエリアである。

[3] 国土交通省：世界の港湾別コンテナ取扱個数ランキング（2019 年(速報値)）
https://www.mlit.go.jp/common/001358398.pdf

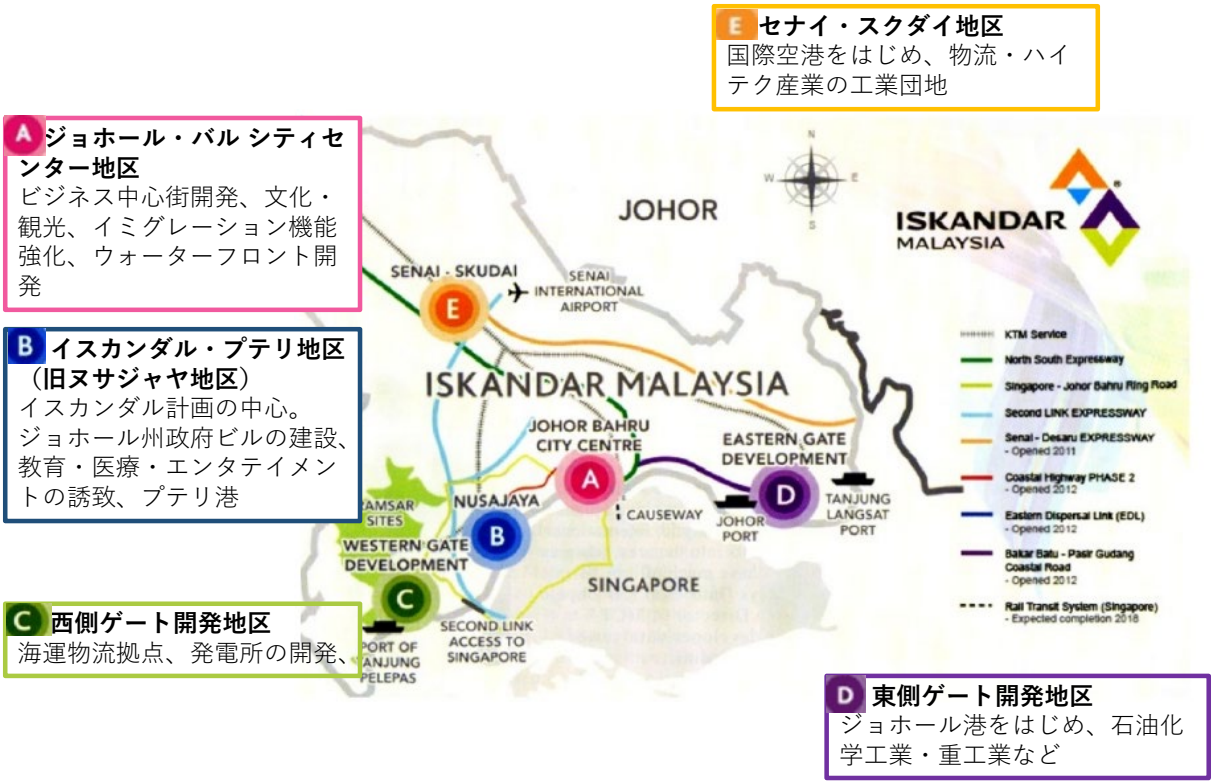


図 4 イスカンダル開発地域の旗艦ゾーンの特徴

③　調査地域内の工業地域

既述の通り、本年度はマレーシア国においても新型コロナ感染症が拡大したため、日本から現地渡航は困難であった。このため、現地で活動可能な現地企業等と連携して活動を行った。当初、想定していた調査対象地域内の工業団地等は以下の通りであった。

1.　パシグダン工業団地

30 年前にスタートした工業団地。日系企業を含めマレーシアへの企業進出の歴史は古く、早い段階で進出した企業では、工場において保有している施設や設備の老朽化が進んでおり、効率の面で課題を抱えている企業も多いことが確認できている。

工業団地名	Pasir Gudang Industrial Estate
主要都市からの距離	ジョホールバルから 36km
進出済み日系企業 [4]	・ Adeka Foods (Asia) Sdn. Bhd. ・ Aida Manufacturing (M) Sdn. Bhd. ・ Hitachi Chemical (Johor) Sdn. Bhd. ・ Idemitsu Chemical (M) Sdn. Bhd. ・ Palmaju Edible Oil Sdn. Bhd.　等

[4] 東洋経済新報社：海外進出企業総覧［国別編］2019 年版より一部抜粋

2. カワサン パリンドゥストリアン スナイ工業団地

工業団地名	Kawasan Perindustrian Senai
主要都市からの距離	ジョホールバルから 32km
進出済み日系企業	・ Panasonic System Networks Malaysia Sdn. Bhd. ・ Mitsubishi Electric (Malaysia) Sdn. Bhd. ・ Hikoki (Malaysia) Sdn. Bhd. ・ Hitachi Cable (Johor) Sdn. Bhd. ・ Matsushita Precision Industrial Co Sdn. Bhd 等

3. カワサン パリンドゥストリアン テブラウ工業団地

工業団地名	Kawasan Perindustrian Tebrau
主要都市からの距離	ジョホールバルから 15km
進出済み日系企業	・ Dan Café (Malaysia) Sdn. Bhd. ・ J.K. Sumi Wire Harness Sdn. Bhd. ・ Southern Lion Sdn Bhd ・ Mizuho Precision Engineering (M) Sdn. Bhd. ・ Chiyoda Integre Co (Johor) Sdn. Bhd. 等

4. その他地域

その他、該当エリアに位置しない民間企業（ジョホールバルエリア及びクアラルンプールエリア）においても、JCM 適用可能性の高い工場等が存在している。

(2) マレーシア政府の温室効果ガス排出削減に関する取組み

① マレーシアの環境行政

2018 年の総選挙以前は環境や気候変動問題を取り扱う省庁が、天然資源・環境省（Ministry of Natural Resource and Environment）やエネルギー・グリーン技術・水省(Ministry of Energy, Green Technology and Water)、そして科学・技術省(Ministry of Science, Technology and Innovation)と複数に分かれていた。2018 年 5 月に成立したマハティール政権では、これらを統合させ、エネルギー・グリーン技術・科学・環境・気候変動省（Ministry of Energy, Green Technology, Science and Climate Change、MEGTSCC）という環境・気候変動、廃棄物処理（指定ゴミ）そして社会実験等を担う新しい省庁を設立した。

その後、与野党の再編を経て 2020 年 3 月に誕生したムヒディン政権では、再度省庁再編が行われ、MEGTSCC から、科学・技術・イノベーション省（Ministry of Science, Technology and Innovation）などが独立して政策運営を行っていた。その後 2021 年 8 月に誕生したイスマイル・サブリ政権では、前政権からの省庁の名称変更や再編は行われていない。

②第 12 次マレーシア計画における環境分野の取り組み

（概要）

2021 年 9 月、マレーシアのイスマイル・サブリ首相は、国家開発の新たな 5 カ年計画となる「第 12 次マレーシア計画（12MＰ）」（2021～25 年）を発表した。本計画の大きな目的として、以下の 3 つが挙げられている。

① **繁栄し、包括的で、持続可能なマレーシア**を目指す

② コロナ下における経済の再生

③ マレーシアを高い技術力、経済力を持つ国に位置づけるための基礎を築く

また、「シェアード・プロスペリティ・ビジョン 2030[5]の前半 5 年を担う」、「国家復興計画 [6] 内の最後の改革」として位置づけられている。

（スキーム）

計画の 3 本柱とそれを支える 4 つの政策が提示され、それぞれに関するゲームチェンジャーが 14 つ設定されている。

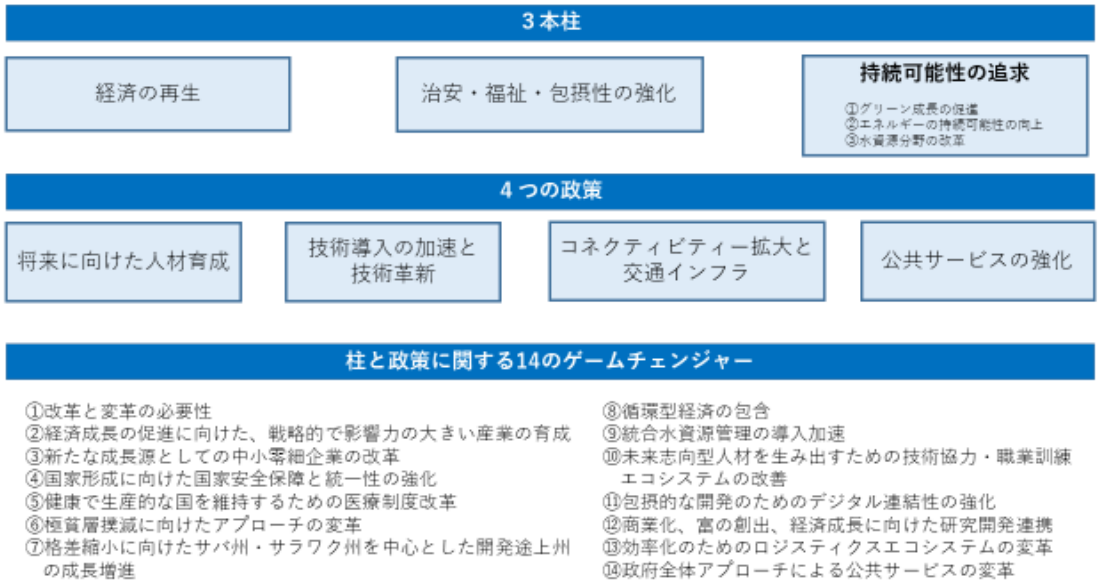


図 5　第 12 次マレーシア計画の全体像

（マレーシア政府資料をもとに NTT データ経営研究所で作成）

（テーマ３：持続可能性の追求）

持続可能性の追求は、継続的な経済成長や生活の質向上を促進するだけでなく、環境や天然資源の保全につながる。また、経済の発展が必ずしも環境に対して悪影響を及ぼしたり、持続不可能な天然資源の利用を招いたりするわけではないことを理解することが重要である。

そこで、テーマ 3 では、3 つの戦略を掲げる。持続可能な経済活動や生活へのシフトといった

[5] マハティール首相が 2019 年に発表した、2021 年から 2030 年までの 10 年間の国家開発計画。2030 年までに「所得グループ、民族、宗教、サプライチェーンにおける公正かつ公平な分配による持続可能な成長」を達成することを目的としている。1991 年に同首相が提唱した 2020 年までの先進国入りを目標とした「ビジョン 2020」の後継に位置付けている。

[6] 2021 年 6 月に当時のムヒディン・ヤシン首相が発表した、新型コロナウイルスのパンデミックからの出口戦略。4 段階で構成されており、新型コロナウイルス感染状況に応じて、経済活動と社会活動の段階的な緩和を行っていくもの。

昨今の世界情勢を踏まえ、国内においても持続可能性とレジリエンスを高めるため、**グリーン成長**を促進する。また、**エネルギー**と**水資源**は、それらの需要と供給のバランスを考慮したうえで、全体的にかつ持続可能に管理する。テーマ 3 を達成すためのこれら 3 つの戦略は、テーマ 1 や 2 を補うものである。

I. グリーン成長の促進

グリーン成長を促進するためには、社会全体で低炭素社会への移行の責任を共有するとともに、天然資源を適切に管理し、それらから得られる利益を均等に分配する必要がある。また、より責任のあるビジネスと投資を生み出すだけでなく、グリーン市場の拡大や新たなビジネスチャンスを生成する、**循環型経済**の形成を加速させることが重要である。

（→ゲームチェンジャー8：循環型経済の包含）

＜指標＞

・2030 年までに、2005 年比で GDP に対する温室効果ガス排出量強度（greenhouse gas emission intensity　to GDP）を 45%まで削減

・政府によるグリーン調達割合を 25%まで上げる

・陸地及び内陸水域の保全割合を少なくとも 20%まで上げる

・海岸及び海域の保全割合を少なくとも 10%まで上げる

・災害リスク管理に関する法律を導入する

II. エネルギーの持続可能性の向上

エネルギーの持続可能性向上には、エネルギーや関連インフラの適切な供給、またエネルギーのトリレンマ問題（3E 問題）に適切に対処する必要がある。そのため、現在あるエネルギー関連の政策を統合し、エネルギー分野の諸問題に対処するための枠組みを提供するような、包括的な国内エネルギー政策を策定する。また、需要側に着目した、代替エネルギーとしての再生可能エネルギーの利用拡大も図る。

＜指標＞

・包括的な国内エネルギー政策を導入する

・再生可能エネルギーの導入割合を 31%まで上げる

III. 水資源分野の改革

統合型水資源管理（IWRM：Integrated Water Resources Management）を最も優先的に実現することで、水資源管理の効率化、富の創出、職の確保といった政府の長期的目標を達成することができる。（→ゲームチェンジャー9：統合水資源管理の導入加速）そのために、水資源統治、持続可能な財政状況の強化に焦点を当てる。

＜指標＞

・農村部において、清潔で安全な水を利用可能な人の割合を 98%まで引き上げる

（企業に対する炭素税の検討）

第 12 次マレーシア計画を国会に提出する際に、イスマイル・サブリ首相が「早ければ 2050 年までに炭素排出量の実質 0 を目標にする」と発言[7]。詳細な脱炭素政策については、2022 年末の低炭素成長戦略（low-carbon development strategies）の長期レビューが完成した後に、発表する。また、経済的な政策（カーボン・プライシング）として、炭素税のほかに排出量取引（DETS : domestic emissions trading scheme)の導入も検討している[8]。

実行には信頼性のある CO_2 データが必要であるが、現状では多くの企業が Scope1(発生源の調整)および Scope2(一部の間接排出の特定)段階にとどまっており、Scope3(バリューチェーン上の全ての CO2 排出の特定)まで達成している企業はほとんど無い[9]ため、即座に政策として実現させるのは難しいと考えられる。

✓　ペナン研究所の予測・提案[9)]

炭素税が電力、輸送、石油、ガス分野に適用されれば、国内における年間 CO_2 排出量の 70%以上をカバーすることになる。また、炭素税の初期価格を RM35/tCO_2 とし、2028 年までに RM150/tCO_2 に引き上げることを提案。さらに、炭素税導入によって今後 10 年間で毎年の歳入が RM218 億～246 億増加すると予測。

② 温室効果ガス排出削減に関する取組

（グリーン・テクノロジー）

マレーシア政府は、グリーン・テクノロジーが、経済成長と持続可能な発展を牽引するとして、 2009 年に「グリーン・テクノロジー制度」（Green Technology Policy）を策定。同制度では、４つの分野（エネルギー、ビル、排水・廃棄物、交通）をグリーン・テクノロジーのコア分野として指定している。

マレーシア政府は、国家グリーンテクノロジー・マスタープラン（National Green Technology Master Plan）において、これらのグリーン・テクノロジーの導入促進により、2030 年までに GDP の 1.5%（RM 600 億）をグリーン・ビジネスで占めることを目指している。

（国家エネルギー関連の政策）

マレーシアの再生可能エネルギー関連政策の主な取組みは、次の通りである。

マレーシアのエネルギー基本政策は、第 11 次国家 5 か年計画（2016～2020）において「安全かつコスト効果の高いエネルギー供給及び効率的なエネルギー利用促進による経済の発展」を目指しており、「非生産的な消費の削減」「環境への付加の最小化」を目標としている。また、同計画

---

[7] The Star : PM: Malaysia aims to be carbon -neutral by 2050, no more coal-fired power plants
https://www.thestar.com.my/news/nation/2021/09/27/pm-malaysia-aims-to-be-carbon-neutral-by-2050-no-more-new-coal-fired-power-plants

[8] The Star : Tax and Malaysia's carbon neutrality ambition
https://www.thestar.com.my/business/business-news/2021/10/14/tax-and-malaysia039s-carbon-neutrality-ambition

[9] KPMG : The Malaysian case for carbon
https://home.kpmg/my/en/home/media/press-releases/2021/10/the-malaysian-case-for-carbon-tax.html

において、7 つの戦略ごとに分類された予算のうち、「Pursuing green growth for sustainability and resilience」に 4,342 百万リンギット（全体の 4.9%）もの投資額が割り振られている。

マレーシアの再生可能エネルギー関連の主な政策は表 3 の通りである。自国産エネルギー維持のため、再生可能エネルギー普及策として固定価格買取制度（FIT：Feed-in-Tariff）制度が 2011 年に公表された Renewable Energy Act において整備されている。

なお、表中の第 12 次マレーシア計画は、コロナ禍の影響による経済の不透明性などを理由に、2021 年 3 月をめどに国会に上程される予定である。現在公表されている情報では、「economic empowerment」（デジタル、航空宇宙産業など新たな成長の源の創出）,「environmental sustainability」（グリーン・テクノロジー、再生可能エネルギー、気候変動への適応・緩和など）、「social re-engineering」（人々の購買力の向上、社会保障ネットワークの強化、人々の幸福度向上など）の 3 つの側面を兼ね備えた計画になるという。[10]

表 2 再生可能エネルギー関連の政策方針 [11]

再生可能エネルギー関連の政府方針	
1999	5 種燃料利用多様化戦略策定 (Five Fuel Diversification Policy)
2001	第三次長期基本計画（2001-2010）(The Third Outline Perspective Plan (2001-2010))
2005	国家バイオ燃料政策発令 (The National Biofuel Policy (NBP 2006))
2009	再生可能エネルギー法公布 (The Renewable Energy Act) 国家再生可能エネルギー政策発令 (National Renewable Energy Policy)
2010	グリーン技術融資スキーム（GTFS） (Green Technology Financing Scheme https://www.asiax.biz/news/21065/ エネルギー委員会法公布 (Energy Commission Act)
2011	再生可能エネルギー法（改訂）(The Renewable Energy Act (Rev.)) 持続可能な開発事業法公布 (Sustainable Development Business Law) 持続可能エネルギー開発庁法案（Sustainable Energy Development Authority Act 2011）
2013/2014	再生可能エネルギー法と持続可能な開発事業法のための委員会法公布 (The Renewable Energy Act and Sustainable Energy Development Authority Act)
2015	第11次国家5か年計画　The Eleventh Malaysia Plan (11MP)（2016-2020 年）
2017	グリーン技術基本計画(Green Technology Master Plan 2017-2030)（GTMP）
2019	「第12次マレーシア計画（2021～2025年）準備中」Preapration of the Twelfth Malaysia Plan, 2021-2025

（再生可能エネルギーの導入普及状況・目標）

2011 年に公表された Renewable Energy Act において規定された FIT 制度は、年々買取価格が下がっていく逓減率が設定されているため、当初の価格が高く設定されている太陽光発電を除き、再生可能エネルギーの普及は進んでいない。FIT 制度の中でも、マレーシア国内で生産された製品に対しては、プレミアムが設定されている。特に太陽光発電については逓減なしのプレミ

10 マレーシア政府 HP（http://rmke12.epu.gov.my/about-us）

11 NEDO:スマートコミュニティ関連技術やサービスに関する標準化及び海外動向調査報告書より NTT データ経営研究所が作成

アムとなっており、マレーシア国内で生産している企業にとって有利な条件となっている。

また、2011 年から 2050 年までの再生可能エネルギー年間発電量は表 34 の通りとなっており、目標値に対しても導入実績は未だ追いついていない状況といえる。

表 3　2011 年から 2050 年までの再生可能エネルギー環境目標 [12]

年	年間バイオマス GWh	年間バイオマス GWh	年間小水力発電 GWh	年間太陽光発電 GWh	年間 固形廃棄物 GWh	年間再生可能エネルギー電力 (GWh)	年間CO2回避 (t/年)	累積CO2回避 (t)	再生可能エネルギー累積 (MW)
2011	675	123	300	7.7	123	1,228	846,975	846,975	217
2015	2,024	613	1,450	61	1,223	5,374	3,707,825	10,816,136	975
2020	4,906	1,472	2,450	194	2,208	11,229	7,747,900	41,803,181	2,065
2025	7,297	2,146	2,450	456	2,330	14,680	10,128,817	88,071,821	2,809
2030	8,217	2,514	2,450	1,019	2,392	16,592	11,448,339	143,444,366	3,484
2035	8,217	2,514	2,450	2,128	2,453	17,762	12,255,721	202,908,742	4,317
2040	8,217	2,514	2,450	4,170	2,514	19,865	13,707,192	268,207,951	5,729
2045	8,217	2,514	2,450	7,765	2,575	23,522	16,229,914	343,765,293	8,034
2050	8,217	2,514	2,450	13,540	2,637	29,358	20,256,975	436,426,797	11,544

FIT 制度は 2019 年に廃止され、後継の制度として NEM（Net Energy Metering）が導入されている。本制度では、建物の屋根に設置した太陽光パネルで発電した電力を、まずは設置者自身で消費し、その後の余剰分を電力会社が買い取る。余剰電力を電力会社のグリッドに流すと、そのグリッドから等価の電力を受け取ることができる。2021～2023 年までの「NEM3.0 制度」では、家庭用・政府およびその関係機関用・商業および産業用の 3 種類のスキームが存在する。

[12] Ministry of Energy Green Technology and Water :National Renewable Energy Policy &Action Plan

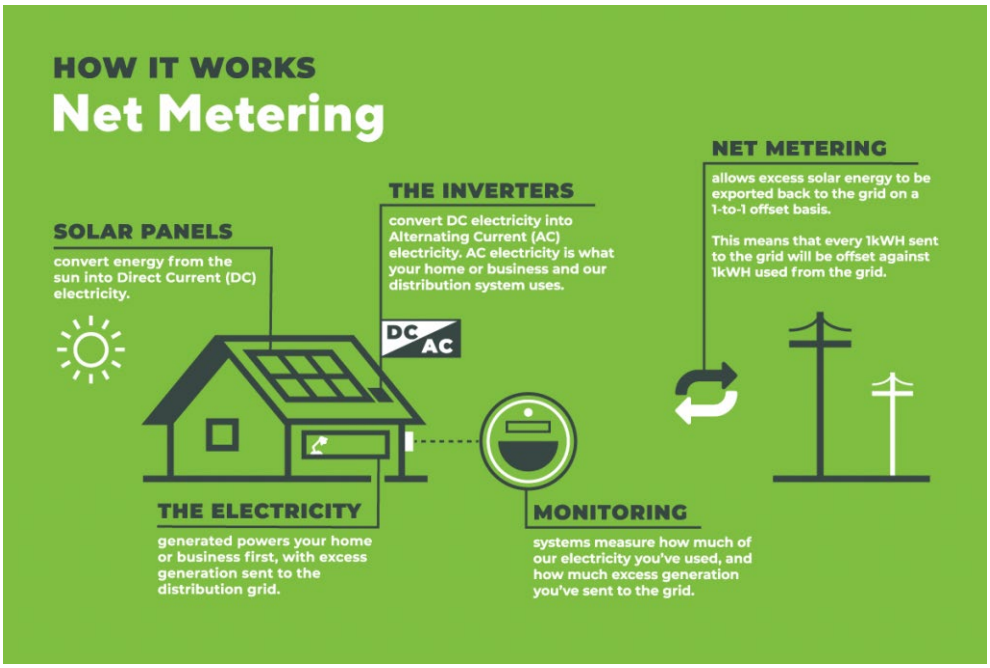


図 6　NEM 制度のイメージ図 [13]

	Rakyat Domestic	GoMEn Government Buildings	NOVA Commercial, Industrial, Agriculture and Mining Buildings
Quota Allocation	100 MW	100 MW	600 MW
Mechanism (Roll-over)	1:1 (12 Months)	1:1 (12 Months)	Average SMP (1 Month)
Offer Period	until 31st Dec 2023	until 31st Dec 2023	until 31st Dec 2023
Offset Rate	Prevailing Gazetted Energy Rate	Prevailing Gazetted Energy Rate	Average System Marginal Price (SMP)
Offset Period	10 Years	10 Years	10 Years
Condition after 10 years	Self-Consumption (SelCo)	Self-Consumption (SelCo)	Self-Consumption (SelCo)
Capacity limit	Single Phase : 4kWac Three Phase : 10kWac	1 MWac	Nett offset : 1MWac Nett offset + Virtual aggregation : 5MWac
Eligibility	TNB registered consumer under domestic tariff	Goverment agencies under commercial tariff	Non-domestic account holder

図 7　NEM3.0 におけるスキーム [14]

（グリーン技術融資スキーム）

環境技術の生産者、使用者およびグリーンエネルギーを提供する企業を対象として、6 つの分野に関連する特定プロジェクトに、環境要素を組み込むことを促すための制度。最初の 7 年間は政府が金利の 2%を補助し、金融機関から受ける環境関連融資の 60%を政府が保証する。GTFS

[13] Johnson Solar：Net Energy Metering 3.0
http://www.johnsonsolar.com.my/index.php?ws=ourproducts&cid=223852&cat=Net-Energy-Metering-3-0&lang=en
[14] seda：NET ENERGY METERING (NEM) 3.0
http://www.seda.gov.my/reportal/nem/#:~:text=By%20Sustainable%20Energy%20Development%20Authority%0A%28SEDA%29%20Malaysia.%20The%20Government,solar%20PV%20installation%20will%20be%20consumed%20first%2C%20

2.0 では、製造者や利用者に対する金融支援も行われるほか、ESCO 事業者向けの内容が新たなカテゴリーとして加わり、参加金融機関からの融資による資金調達をさらに容易にすることで環境投資の拡大を進める。GTFS 2.0 の対象は、参加金融機関・銀行から融資を受ける環境技術または環境関連の費用のみとする。

2010 年に開始し現在も継続中。公式サイトで認定企業が確認できるが、2017 年 8 月から更新されていないため、GTFS 2.0 としての機能は終えた可能性がある。融資総額 RM20 億の「GTFS3.0」として 2022 年まで 2 年間継続されることが決定。GTFS3.0 の詳細は未定だが、GTFS2.0 と同様と見られている。

＜分野ごとの事例＞

①エネルギー　：バイオマスプラントの建設や運営、エネルギー効率の良い製品の製造
②水　：電池・服・家具のリサイクル、レジ袋の削減事業
③建物や都市　：熱透過率の低い建物の建設、高効率空調設備の設置
④輸送　：穀物からのバイオエネルギー生成、水素・電気自動車の製造
⑤廃棄物　：リサイクル事業、廃棄物からの肥料製造
⑥製造　：製造過程における再生可能エネルギーの利用

図 8 GTFS の全体像 [15]

（グリーン・テクノロジーに関する税制上の優遇措置）

2025 年までに国内の電源構成における再生可能エネルギーの割合を 20%にまで引き上げるという目標を達成するため、RM330 億相当の再生可能エネルギー投資が必要となることが予想される。そこで、民間企業の再生可能エネルギーへの投資を促進させるために、グリーン・テクノロジーの設備や資産の購入に関するグリーン投資税額控除（GITA）や、グリーンテクノロジーサービスの提供企業や太陽光発電システムのリースを行う企業に関するグリーン所得税免除（GITE）を行っている。GITA、GITE いずれも 2023 年末まで継続することが 2020 年国家予算にて決定している。

[15] GTFS 公式サイト　https://www.gtfs.my/certified

(3)IRDA の温室効果ガス排出削減に関する取組み

①イスカンダル・マレーシアの 2025 年低炭素社会計画

京都大学、国立環境研究所、岡山大学、マレーシア工科大学、イスカンダル地域開発庁などからなる国際研究チームが、国立研究開発法人 科学技術振興機構（JST）および国際協力機構（JICA）の支援を受け、イスカンダル地域を対象に 2010 年から活動を開始し、2012 年 11 月に「マレーシア・イスカンダル開発地域における 2025 年に向けた低炭素社会ブループリント（以下、ブループリント）」を公表した。同計画は、2014 年 3 月 20 日にマレーシア政府による承認委員会（AIC：Approvals and Implementation Committee）において、イスカンダル地域開発庁の公式な計画文書として正式に承認された。

ブループリントは、2006 年にイスカンダル地域が経済特区に指定されて以来、総合的な地域開発事業を行ってきた中で、開発に伴う温室効果ガス排出量の急速な増大が危惧されたことから、策定されたものである。これは、同地域を低炭素地域へ転換させる低炭素社会計画であり、温室効果ガス排出量削減目標として、2025 年に、現状のまま推移した場合（BaU：Business as Usual）に比べて 40%（排出強度では 2005 年比 56%）とし、交通システム、建築（グリーンビルディング）、エネルギーシステム、廃棄物管理、産業プロセス、ガバナンス、大気汚染、都市構造、教育などに関する 12 の方策、281 のプログラムから構成されている。

2019 年時点の進捗として、281 のプログラム中、60 のプログラムを実施済み（21%）、201 のプログラムを取り組み中（21%）、19 のプログラムが未着手(7%)という状況であり、順調にプログラムを実施している状況である。

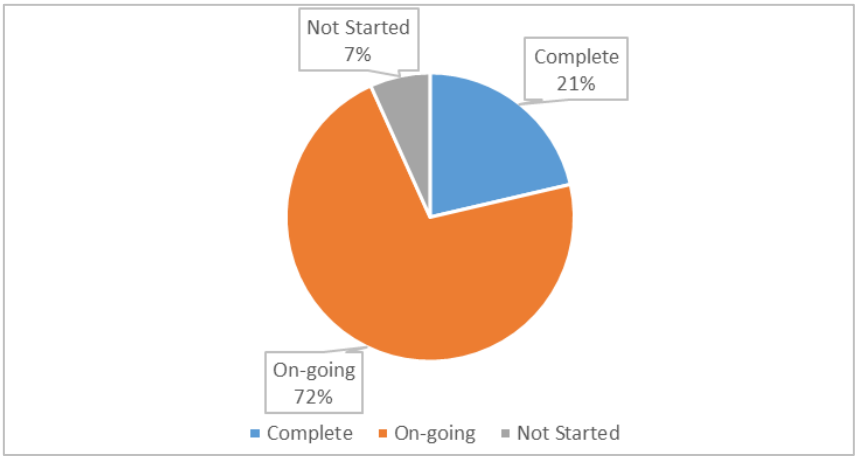


図 9　ブループリントプログラムの進捗状況 [16]

(4)北九州市とイスカンダル開発庁の協力関係

北九州市は、平成 26 年度、平成 27 年度、平成 28 年度とイスカンダル開発地域の低炭素化を目指して IRDA との連携を構築してきた。過去に実施した活動を以下に示す。

[16] IRDA とのヒアリングを基に NTT データ経営研究所にて作成

①平成 26 年度の活動

北九州市は、「平成 26 年度アジアの低炭素社会実現のための JCM 大規模案件形成可能性調査事業」において、パシグダン市における工業団地の低炭素化を支援することを目的に基礎調査を実施するとともに、パシグダン市との関係構築を図った。

具体的には、パシグダン市等関係者との協議や工業団地内企業へのヒアリング等を実施し、“グリーンで健康な都市を目指すパシグダン”の４つの重点プログラムを実現するための方向性を提案した。

図 10 パシグダン市の４つの重点プログラムを実現するための方向性

②平成 27 年度の活動

北九州市は「平成 27 年度アジアの低炭素社会実現のための JCM 都市間連携事業」において、「イスカンダル地域における低炭素化プロジェクトの面的拡大のための基盤構築事業（北九州市―ジョホール州連携事業）」を実施した。パシグダン市における工業団地の低炭素化を目指し、具体的に以下の 3 つの調査を検討した。

- 活動１：工場団地における排熱回収、熱電併給及び省エネ事業
- 活動２：産業廃棄物リサイクル及び一般廃棄物発電事業
- 活動３：イスカンダル地域の JCM 事業化及びその普及に向けた制度設計支援事業

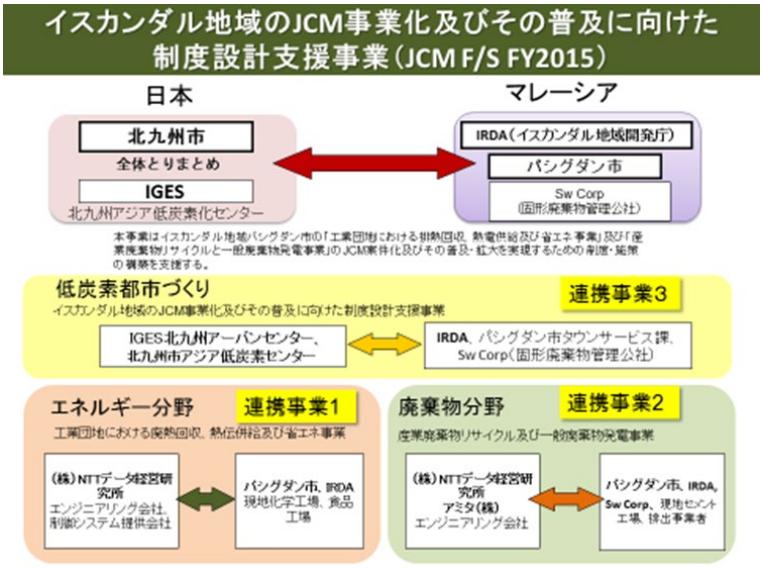


図 11 イスカンダル地域の JCM 事業化とその普及に向けた制度設計支援事業の活動概要

③平成 28 年度の活動

北九州市は「平成 28 年度低炭素社会実現のための都市間連携に基づく JCM 案件形成可能性調査事業」において、「JCM 推進に向けたイスカンダル・モデルプロジェクト推進事業（北九州市－IRDA 連携事業)」を実施した。本調査では、27 年度に引き続き、工場等の生産設備を有する事業者及び自治体を主な対象として JCM 適用可能性を詳細に検討し、マレーシアの早期 JCM への参加に資するべく、モデル事業化に向けた活動を推進するため、対象分野を省エネルギー推進とし、以下の 2 つのプロジェクトの検討を実施した。

- 活動 1 ：蒸気需要のある工場へのコジェネレーションの導入
- 活動 2 ：工場や工場内建物等における省エネの推進

表 4　JCM 推進に向けたイスカンダル・モデルプロジェクト推進事業の活動概要

想定事業	1. 蒸気需要のある工場へのコジェネレーションの導入	2. 工場やビル等における省エネの推進
プロジェクト内容	昨年度に引き続き、電熱需要（電力5MW程度、蒸気14t/h程度）を有する石油化学工場にコジェネレーションシステムを導入する技術の詳細検討を行う。あわせて、類似ニーズを有する企業等の発掘を行う。	古くから現地に進出している工場等のうち、冷却が必要な製品を製造している工場等において、高効率な冷却システム導入による省エネ化、直射日光の厳しい工場の屋根等の遮熱と発電を両立できる太陽光発電システムの導入等の可能性を検討する
導入技術	コジェネレーション	高効率空調,太陽光パネル等
実施スキーム	別表参照	
想定している契約方式/事業形式	随意契約を想定 コジェネは物売り、O&M	調査結果を踏まえ検討
補助金見込額、費用対効果	調査結果を踏まえ検討	
要調整事項	プロジェクト実施有無の意思決定	プロジェクト実施企業の発掘 導入機器の選定 プロジェクト実施有無の意思決定
課題	現地事業者の意思決定のスピードとJCM設備補助申請と実際の機器導入のタイミングがマッチするかどうか マレーシアのJCM署名実施の動向	

また、同年の 8 月 22 日に、北九州市は、IRDA と LOU（Letter Of Understanding）を締結し、イスカンダル開発地域における低炭素化へ貢献していく意向を明らかにした。

図 12　IRDA オフィスでの署名式の様子

④令和元年度の活動

北九州市は、「令和元年度低炭素社会実現のための都市間連携事業」において、「イスカンダル地域における低炭素化促進事業（北九州市－イスカンダル開発地域連携事業）」を実施した。低炭素社会ブループリントに示された目標の達成に向けて、2025 年までのアクションプランを作成するとともに、JCM を活用した具体的なプロジェクトの組成を目指すために以下の活動を実施した。

・　活動１　策定済みの低炭素社会ブループリントを踏まえたアクションプランの検討
・　活動２　2015、2016 年度に実施した調査のフォローアップ調査
・　活動３　ポテンシャルのある廃熱回収発電プロジェクト等の発掘調査

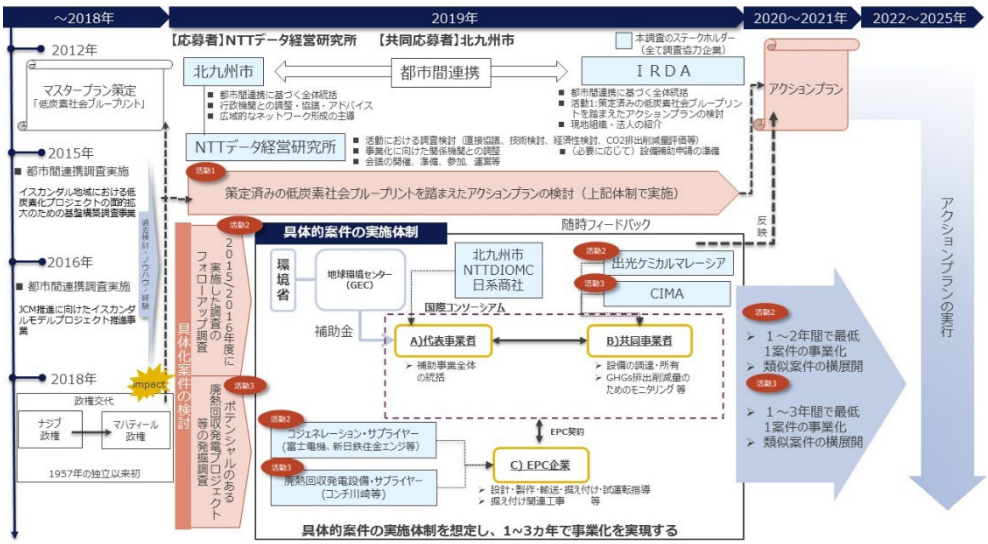


図 13　令和元年度事業の全体像

⑤令和２年度の事業

北九州市は、「令和元年度低炭素社会実現のための都市間連携事業」において、「イスカンダル地域における低炭素化促進事業（北九州市－イスカンダル開発地域連携事業）」を実施した。令和元年度の検討の中で、低炭素社会ブループリントに示された活動を順調に展開している折、IRDA から次の重要テーマとして示された「産業共生（Industrial Symbiosys）」「エコタウン（Eco Town）」「廃棄物発電（Waste to Energy）」をキーワードに、下記３つの活動を実施した。

・　活動１　産業共生型のエコタウンの実現に向けた活動
・　活動２　廃棄物発電の実現に向けた活動
・　活動３　JCM 適用案件の発掘活動

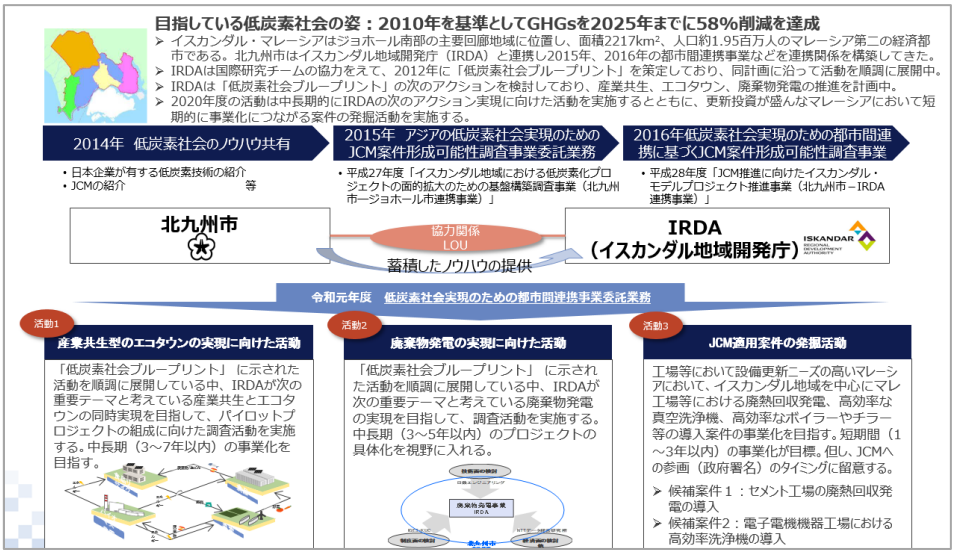


図 14　令和２年度事業の全体像

上記のように、北九州市は IRDA との交流を着実に積み重ねてきた。本事業では、過去の案件の実績に基づき、案件のフォローアップ調査を実施する他、令和２年度事業で進めてきた産業共生型エコタウンの実現に向けた活動、廃棄物発電の実現に向けた活動に引き続き取り組む。また、本年度は３年計画の最終年度でもあるため、過去３年間の活動結果を取りまとめイスカンダル開発地域における脱炭素化に向けたアクションプラン（行動計画）を作成することで、今後のイスカンダル開発地域における脱炭素社会の実現に貢献することを期待し実施している。

内容

第 2 章　産業共生型エコタウンの実現に向けた活動 2
2.1　活動の概要 2
2.2　インベントリー・データの収集 5
2.2.1　調査票（データシート）の作成 5
2.2.2　現地ワークショップの開催 7
2.2.3　調査票の回収・集計・分析 9
2.3　工場間のマッチング及び適用可能な技術の基礎検討 15
2.3.1　Non-Scheduled Waste に関する検討 15
2.3.2　指定廃棄物に関する検討 16
2.4　既にリサイクルされている指定廃棄物の高度処理の可能性検討 19
2.4.1　Pentas Flora Sdn Bhd の概要 19
2.4.2　ヒアリング内容 19
2.5　埋め立て処分されている木質系廃棄物、紙系廃棄物およびプラスチック系廃棄物の別工場での原燃料利用の可能性検討 25
2.5.1　連携可能性のある現地企業の特定 25
2.5.2　企業間でのマッチング結果 26
2.6　埋め立て処分されている食品系廃棄物とセラミック系廃棄物の原燃料化の可能性検討 27
2.6.1　連携可能性のある現地企業の特定 27
2.6.2　連携可能性のある日本企業の特定 29
2.6.3　Niro Ceramic (M) Sdn. Bhd.の概要 29
2.6.4　ヒアリング内容 30
2.7　工場団地における再エネ導入可能性検討 33
2.7.1　Ditrolic Solar の概要 33
2.7.2　ヒアリング内容 33
2.8　今後の展開 36

第2章 産業共生型エコタウンの実現に向けた活動

2.1　活動の概要

令和元年度に実施した「イスカンダル地域における低炭素化促進事業（北九州市－イスカンダル開発地域連携事業）」の中で、イスカンダル地域開発庁（IRDA）から低炭素社会ブループリントの次のステップの活動において、「Industrial Symbiosis（産業共生）」及び「Eco Town（エコタウン）」がキーワードとして示された。

IRDA のコンセプトによると、産業共生は工業団地等においてある工場からの排出物を単純な埋め立て処分とするのではなく、異なる工場の原燃料として有効利用していくネットワークを構築することを意味している。また、エコタウンは工業団地等のエネルギーを脱炭素型に転換し、工業団地全体のエコ化を推進することを意味している。

この２つの概念を一体化させることにより、例えば**図 1** に示すように、A 工場から排出される廃棄物や生ごみ等を別の工場の原料やエネルギー源として利用する、また、工業団地内で利用されるエネルギーをバイオマスなどのカーボンフリーなエネルギーとすることが考えられる。

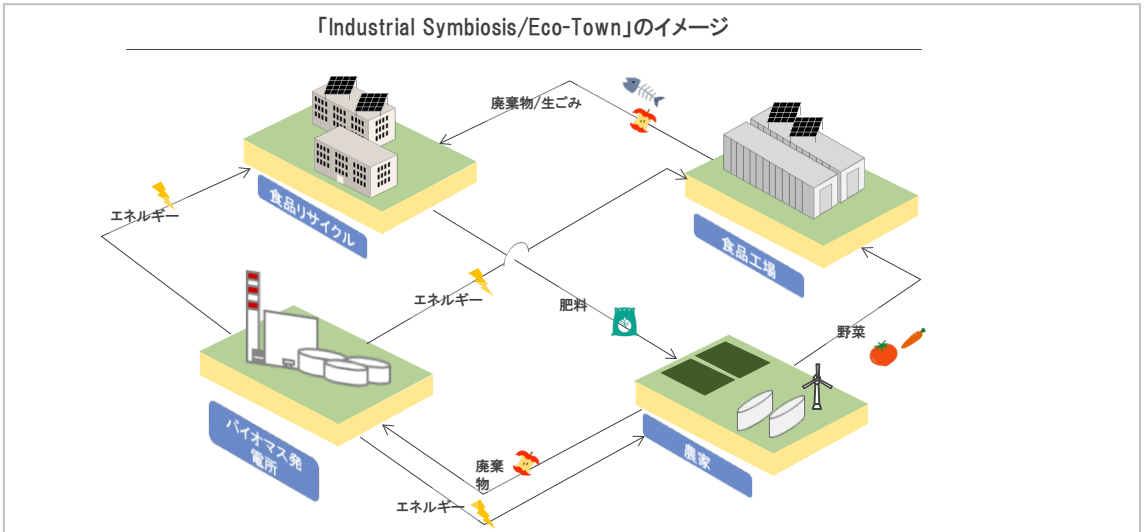


図 1　産業共生とエコタウンの一体化イメージ[1]

令和２年度事業では、Industrial Symbiosis（産業共生）と Eco Town（エコタウン）の同時実現を目指すために、イスカンダル地域内の工業団地を対象に IRDA が中心となって工場から排出される廃棄物のインベントリー・データを収集した。

[1] IRDA からのヒアリングをもとに NTT データ経営研究所にて作成

本年度事業では、令和２年度の活動成果を踏まえ産業共生型のエコタウンの実現に向けて複数の検討を行った。まず、既にリサイクルされている指定廃棄物（Scheduled Waste）を対象に日本企業の技術を組み合わせることで高度処理が可能か否かの評価検討を行った。現状の処理よりも高度処理が可能となった場合、日本企業と現地の廃棄物処理・リサイクル企業との連携（JV や SPC の設立）等も視野に入れた検討を行う。また、現在、埋め立て処分されている廃棄物のうち木質系廃棄物と紙系廃棄物及びプラスチック系廃棄物については、イスカンダル地域内の他の工場で原燃料として利用できる可能性があることから、IRDA と連携してその可能性を探ることとした。また、令和２年度に特定した現在は埋め立て処分されている食品系廃棄物とセラミック系廃棄物については、原燃料利用する技術を有する日本企業との連携可能性を探った。また、産業共生型のエコタウンの実現に向けては廃棄物処理だけでなく、再生可能エネルギーを導入することによるエネルギーの脱炭素化の検討も重要である。そのため、本年度の活動では工業団地への再生可能エネルギー導入可能性検討も併せて実施することとした。

以上をまとめると、令和３年度の活動内容は次の通りである。

1) 既にリサイクルされている指定廃棄物の高度処理の可能性検討
2) 埋め立て処分されている木質系廃棄物、紙系廃棄物及びプラスチック系廃棄物の別工場での原燃料利用の可能性検討
3) 埋め立て処分されている食品系廃棄物とセラミック系廃棄物の原燃料化の可能性検討
4) 工業団地への再生エネルギー導入可能性検討

上記の各活動について、以下の表 1 に示す通り役割分担に基づいて進めることとする。

表 1　各ステークホルダーによる役割分担

#	Activities	IRDA	北九州市	北九州市内企業	NTTD 経営研
1	既にリサイクルされている指定廃棄物の高度処理の可能性検討	●		●	●
2	埋め立て処分されている木質系廃棄物、紙系廃棄物及びプラスチック系廃棄物の別工場での原燃料利用の可能性検討	●		●	●
3	埋め立て処分されている食品系廃棄物とセラミック系廃棄物の原燃料化の可能性検討	●	●	●	●

4	工業団地への再生エネルギー導入可能性検討	●			●

2.2　インベントリー・データの収集

本年度日本企業と現地の廃棄物処理・リサイクル企業との連携を検討する際に、昨年度収集したインベントリー・データを基に現地企業を抽出した。本項ではインベントリー・データの収集方法について記載する。昨年度はコロナ禍により現地渡航が困難であったため、IRDA から現地の工場等へアプローチを行い、インベントリー・データを収集することとした。

2.2.1　調査票（データシート）の作成

各工場からのインベントリー・データ収集にあたっては、その後の分析・工場間のマッチング等を踏まえると、共通的な軸によって調査する必要があると考えた。そこで、IRDA 及び関係者と協議の上、各工場に配布する調査票（データシート）を作成することとした。調査が必要と考えた項目は以下の通り。

<u>①基礎情報</u>

- 会社名
- 住所
- 担当者名
- 部門
- 連絡先
- 会社の規模
- 業種
- 製品
- 現在、廃棄物を原燃料として利用しているか

<u>②廃棄物の排出状況</u>

- 廃棄物の分類
  - 大分類：有害性のある指定廃棄物（Scheduled Waste）か、その他の産業廃棄物（Non-Scheduled Waste）か
  - 中分類：廃棄物の大まかな種類分け（Scheduled Waste は番号ごと）
  - 小分類：具体的な品目　等
- 廃棄物の性状（固形、液状、気体　等）
- 排出量
- 排出頻度
- 廃棄物の処理（recover / recycle / dispose）
- 廃棄物の処理を委託している企業、処理単価

・　廃棄物の収集・運搬を委託している企業、単価

③産業共生への関心

・　自社から排出されている廃棄物のうち、他社で原燃料として利用可能なものはあるか。
・　他社から排出されている廃棄物に関して、自社で原燃料として活用できそうなものはあるか。
・　将来的な産業共生の枠組みへの参画に興味はあるか。

2.2.2　現地ワークショップの開催

現地企業への本プロジェクト・産業共生の紹介、及び 2.2.1 で作成した調査票の配布のため、現地で各企業の担当者、自治体等の関係者を招いたワークショップを 2020 年 10 月に開催した。

Industrial Symbiosis Knowledge Sharing and Survey Workshop

- 日時：2020 年 10 月 6 日　午前 9 時～午後 5 時（マレー時間）
- 場所：Holiday Villa Hotel, Johor Bahru
- 主催：IRDA, Invest Johor[2], Universiti Teknologi Malaysia (UTM-Low Carbon Asia Research Centre)

参加者総数は 100 名以上に及んだ。うち、工場等の代表者が 77 名、地方自治体関係者は 27 名であった。当日のプログラムは**表 2** の通り。

表 2　現地ワークショップのプログラム

Time	Programme
9.00 a.m. - 9.30 a.m.	Registration
9.30 a.m. - 10.00 a.m.	Welcoming Remarks - Datuk Ismail Ibrahim, Chief Executive of Iskandar Regional Development Authority (IRDA) Opening Remarks - YB EXCO Tuan Mohd Izhar bin Ahmad, Johor State Chairman of Committee Investment, Entrepreneur Development, Cooperatives and Human Resource
10.00 a.m. - 10.30 a.m.	Break
10.30 a.m. - 1.00 p.m.	Introduction of Industry Symbiosis and Survey Workshop
1.00 p.m. - 2.00 p.m.	Lunch
2.00 p.m. - 5.00 p.m.	Resume of Workshop Knowledge-Sharing and Networking
5.00 p.m.	End

午前 10 時 30 分からのセッションでは、マレーシア工科大学（UTM）のアジア低炭素化

[2] ジョホール州の産業振興・円滑化・調整・開発・投資の主要機関

リサーチセンターから産業共生の基本的な考え方、ケーススタディ、メリットなどが紹介された。

また、午後 2 時からのセッションでは、3 人のゲストスピーカーが産業共生に関連する講演を行った。最初に、マレーシア投資開発庁（MIDA）の環境技術部門から、WAN HASHIMAH WAN SALLEH 氏、及びジョホール州の担当者である SHAHZUL JAYAWIRAWAN MOHD YUNUS 氏が登壇し、マレーシア政府の環境技術産業に関する方針や、税制優遇等について詳解した。次に、マレーシア政府環境省（DOE）から、ジョホール州政府の指定廃棄物（Scheduled Waste）管理の担当者が登壇し、マレーシア政府の廃棄部管理施策や廃棄物管理システムの使用方法、環境汚染を引き起こす可能性のある事例などの紹介を行った。最後に、ジョホール州に拠点を置く著名な太陽光発電企業である Ditrolic Solar 社から、MICHELLE ONG 氏が登壇し、コロナ禍からのグリーンリカバリーにおける太陽光発電の活用等について講演を行った。

2.2.3　調査票の回収・集計・分析

（1）調査対象工場の全体像

2.2.2 のワークショップ後、出席した企業に対して IRDA を通じてフォローアップ等を行った結果、30 の企業から調査票が提出された（**表 3**）。

表 3　インベントリー・データの提出企業一覧

No.	会社名	業種
1	L.P. Pacific Films Sdn. Bhd	製紙、印刷
2	CEE INDUSTRIES SDN BHD	金属製品工業
3	TES-AMM (MALAYSIA) SDN. BHD.	廃棄物の再資源化・リサイクル
4	IMPACT RANK (M) SDN. BHD.	プラスチック製品
5	TAKECHI RUBBER INDUSTRY (M) SDN. BHD.	ゴム製品
6	ARTRON PRECISION MALAYSIA SDN. BHD.	その他
7	MOHM Chemical Sdn Bhd	その他
8	Instruments Technology (Johor) Sdn. Bhd.	その他
9	Clp Industries Sdn Bhd	化学製品、廃棄物の再資源化
10	Chawk Technology International Sdn Bhd	電子電機製品
11	Shima Electronic Industry (Malaysia) Sdn Bhd	電子電機製品
12	Perniagaan Saudara Baru	廃棄物の再資源化・リサイクル
13	B.M. Nagang Industries Sdn Bhd	電子電機製品
14	CHIYODA INTEGRE CO. (JOHOR) SDN BHD	電子電機製品
15	CORE PAX (M) SDN BHD	製紙、印刷
16	DISK PRECISION INDUSTRIES SDN BHD	電子電機製品
17	MATERIALS IN WORKS (M) S/B (WASTE COLLECTION AND UPCYCLING COMPANY)	廃棄物の再資源化・リサイクル
18	MUSIM MASTIKA OILS & FATS (M) SDN BHD	食品製造業
19	swancos ind (m) sdn bhd	化学製品
20	GOLDEN FRONTIER PACKAGING (JOHOR)	製紙、印刷

	SDN BHD	
21	BEYONICS PRECISION (MALAYSIA) SDN BHD	電子電機製品
22	GORIN TECHNICAL INDUSTRY (MALAYSIA) SDN BHD	電子電機製品
23	TYM Electric & Machinery Sdn. Bhd	機械及び設備
24	Teknoware Asia Sdn Bhd	電子電機製品
25	Yee Cheong Plastic Manufacturer (M) Sdn Bhd	プラスチック製品
26	NIRO CERMIC (M) SDN BHD	非鉄金属製品
27	Versa Manufacturing Sdn Bhd	電子電機製品
28	GREAT WALL NUTRITION TECHNOLOGIES SDN BHD	食品製造業
29	SNC Industrial Laminates Sdn. Bhd.	電子電機製品
30	Sukano Sdn. Bhd.	プラスチック製品

表 3 の工場を工業団地別に整理し、地図上にプロットした（表４、**図 2**)。最も参加企業が多かったのは、パシグダン工業団地であった。

表 4　調査工場の工業団地別集計

No.	工業団地	調査参加数
1	Pasir Gudang Industrial Estate	12
2	Tampoi Industry Estate	5
3	Tebrau Industrial Estate	3
4	Tanjung Langsat Industrial Complex	2
5	SILC Industrial Park & Nusa Cemerlang Industrial Park	2
6	Tiram Industrial Park & Ulu Tiram	2
7	Larkin Industrial Estate	1
8	Kempas Utama Industrial Park	1
9	I-Park @ Indahpura, Kulai	1

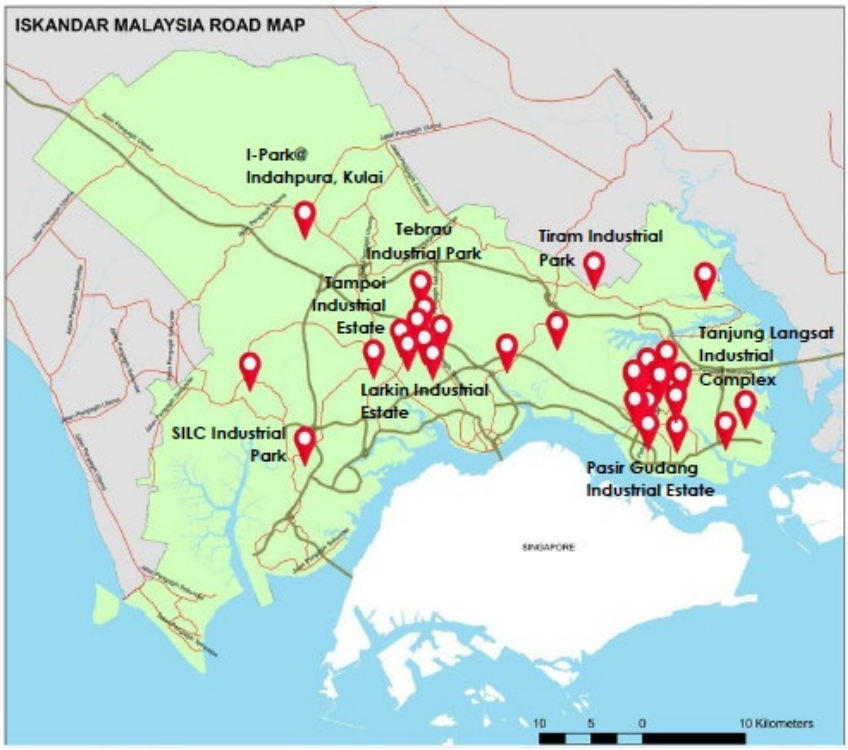


図 2　調査した工場の位置

（2）Non-Scheduled Waste の排出状況

有害性のない産業廃棄物である Non-Scheduled Waste は、排出に関する規制は

Scheduled Waste と比較してさほど厳しくない。

調査工場からの Non-Scheduled Waste 排出量を**図 3** にまとめる。最も排出量の多い木質系廃棄物は、パレットや木枠などが多く、主に電子電機製品を生産する工場から排出されていた。次に多かったのは紙質系廃棄物であり、紙袋や古紙類から構成されていた。プラスチック系廃棄物も紙質系同様、包装用途のものが多かったが、一方で個人用防具（PPE、医療現場で血液等の付着を避けるための医療用ガウン、手袋、マスクなど）も多く排出されていた。食品製造業の工場が主な排出元となっているが、コロナ禍により他産業や民生部門でも排出が増加していることが予想される。セラミック系廃棄物は割れたタイルなどだが、これらは 1 つの工場から排出されている。

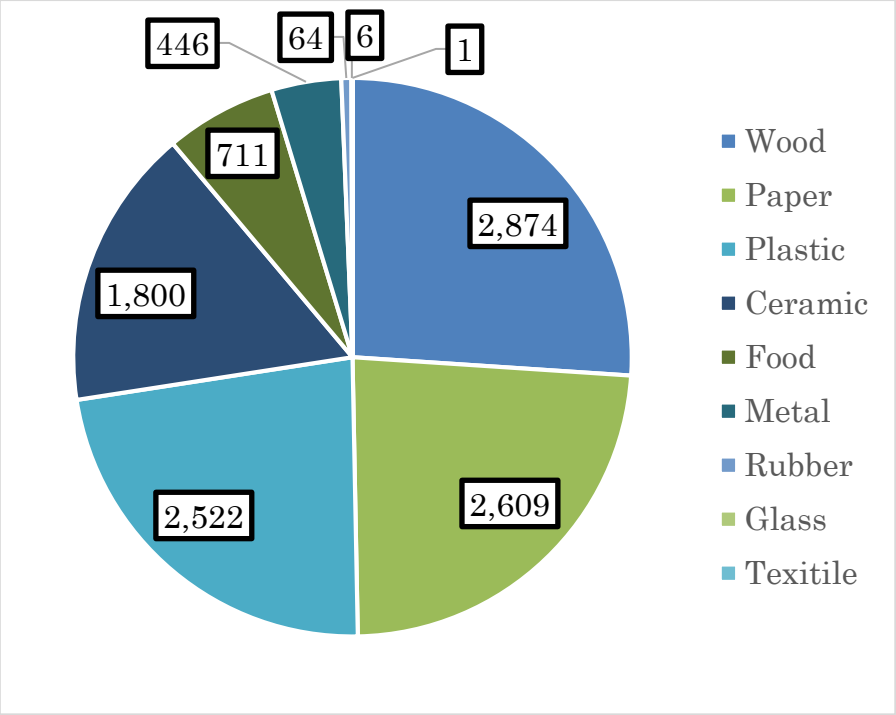


図 3　調査した工場からの Non-Scheduled Waste 排出量（トン/年）

また、特に排出量の多いものについてリサイクル率を集計し、表 5 にまとめた。リサイクル率は 70～90%と調査前の想定と比べ比較的高い数値であった。

表 5　特に排出量の多い Non-Scheduled Waste の排出量とリサイクル率

廃棄物の種類	年間排出量（トン）	リサイクル率（%）
木質系廃棄物	2,874	71.7
紙質系廃棄物	2,609	91.6
プラスチック系廃棄物	2,522	90.1
セラミック系廃棄物	1,800	0

（3）Scheduled Waste の排出状況

Scheduled Waste（指定廃棄物）は、人体もしくは環境に影響を及ぼす可能性のある廃棄物として、マレーシア環境品質指定廃棄物規則（2005 年、the Environmental Quality (Scheduled Wastes) Regulations 2005）に規定されているものを指す。

調査した工場からの指定廃棄物の排出状況、及びリサイクル率を**図 4** 及び**表 6** に示す。指定廃棄物は全部で 77 種類に及ぶこともあり、各種類に分けて発生廃棄物量を集計すると各工場から排出される廃棄物はカテゴリーが異なったものとなり、種類別に見ると 1~2 工場から排出されているものが大半を占めるという結果となった。そのため、リサイクル率もほとんどリサイクルされていない、もしくは 100%リサイクルされていると、極端な値となりがちであった。今回の調査はマレーシアにおいても新型コロナが流行している中で実施せざるを得ず、入手できた回答数は限定的であった。より実態を把握していくためには、サンプル数を増加させる必要があるとも考えられる。

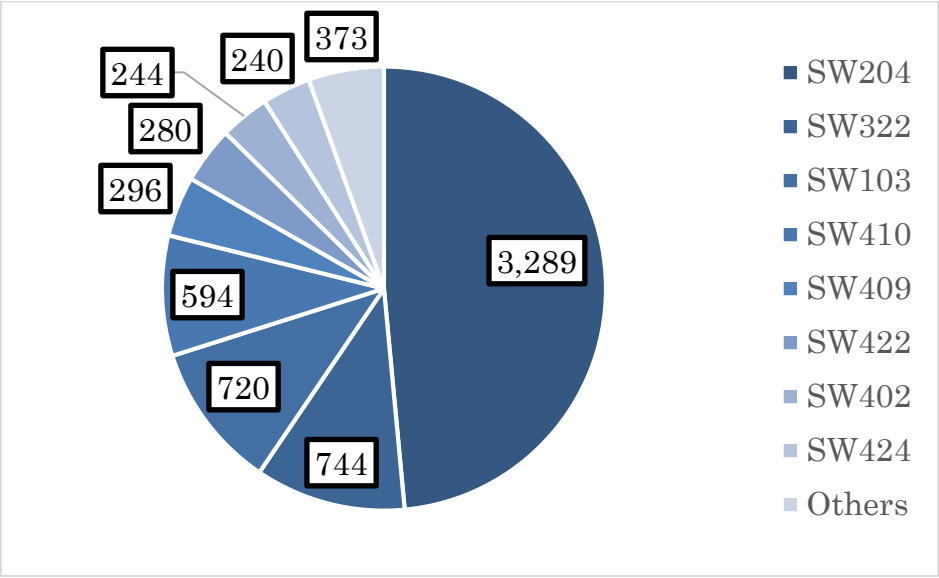


図 4　調査した工場からの指定廃棄物排出量（トン/年）

表 6　特に排出量の多い指定廃棄物の排出量とリサイクル率

大分類	詳細分類		年間発生量（トン）	ﾘｻｲｸﾙ率（%）
スラッジ	SW204	クロム、銅、ニッケル、亜鉛、鉛、カドミウム、アルミニウム、錫、バナジウム、ベリリウムといった金属を１つ又は複数含むスラッジ	3,289	0
溶剤	SW322	非ハロゲン化した有機溶剤廃棄物	744	100
電池	SW103	カドミウムやニッケル又は水銀、又はリチウムを含む電池の廃棄物	720	100
その他	SW410	指定廃棄物で汚染されたぼろ布、プラスチック、紙、フィルター	594	2.7
その他	SW409	化学薬品、殺虫剤、鉱油、指定廃棄物に汚染され処分されたコンテナ、袋、道具	296	3.7
その他	SW422	指定廃棄物と非指定廃棄物の混合物	280	100
アルカリ	SW402	腐食性のある又は有害な pH11.5 以上の使用済みアルカリ	244	100
その他	SW424	使用済み酸化剤	240	100

2.3　工場間のマッチング及び適用可能な技術の基礎検討

前項までの調査結果を基に、特に排出量の多い廃棄物のうち、リサイクル率の比較的低いもの（リサイクルフローに乗らず、埋め立て処理されているもの）を中心に、工場間でのマッチングの可能性を検討した。また、マッチングのニーズは現状見出せないものの、排出量の多い廃棄物についても、日本国内の事業者の持つ技術が適用できないか、検討を行った。

2.3.1　Non-Scheduled Waste に関する検討

Non-Scheduled Waste のうち、工場間でのマッチングが見込まれる廃棄物は以下の通り。（工場の番号は**表 3** を参照）

<u>木質系廃棄物、紙質系廃棄物</u>

- 排出工場　　: #3, 15, 23, 24
- 受入工場　　: #20
- 想定する活用方法　　: #20 の工場は、バイオマスボイラで蒸気を発生させ、段ボール箱の生産ラインの動力源の一部として活用している。

<u>プラスチック系廃棄物</u>

- 排出工場　　: #3, 4, 10, 17, 30
- 受入工場　　: #30　他
- 活用技術　　: プラスチックの種類ごとに分別することができれば、様々なプラスチック製品の再生原料として利用可能と考えられる。

また、上記の他にもマッチングは難しいものの、日本国内のリサイクル技術を導入することでリサイクルの可能性が考えられる廃棄物として、以下の通り検討を行った。

<u>食品廃棄物</u>

北九州市内の企業の持つ食品残渣のたい肥化技術の活用が考えられる。

<u>セラミック系廃棄物</u>

福岡県内の企業が、便器等の陶器類を、視認性向上、雨天時の転倒防止のための路面の舗装材としてリサイクルしている事例があることが分かった。他にも瓦やセラミック廃材を活用し環境に優しい樹脂系すべり止め舗装材を製造している企業も見つけることが出来た。

2.3.2 指定廃棄物に関する検討

指定廃棄物の回収・処分は許可制となっており、イスカンダル地域には許認可を受けている事業者が 20 社以上あることを確認した。これらの企業に対して、IRDA を通じてコンタクトを試みた結果、**表 7** のうち No.1~3 の 3 社から、現地のリサイクル技術等に関する情報を得ることができた。

表 7 イスカンダル地域の指定廃棄物リサイクル企業

No.	会社名
1.	Pentas Flora (Johor Bahru) Sdn Bhd
2.	Vast Group Sdn Bhd
3.	Southern Strength (M) Sdn Bhd
4.	C.L.P Industries Sdn Bhd
5.	CBH Recycle (M) Sdn Bhd
6.	CCM Chemical Sdn Bhd
7.	Eng Song Metal Trading Sdn Bhd
8.	Hydro Metal (M) Sdn Bhd
9.	JTS Engineering Sdn Bhd
10.	M&M Recycling Sdn Bhd
11.	Materials Service Complex Sdn Bhd
12.	Metahub Industries Sdn Bhd
13.	Perniagaan Saudara Baru
14.	Positive Chemicals Sdn Bhd
15.	Premier Bleaching Earth Sdn Bhd
16.	Pride-Chem Industries Sdn Bhd
17.	Ranama Resource Sdn Bhd
18.	S&J Lubricant Sdn Bhd
19.	SNC Industrial Laminates Sdn Bhd
20.	TES-AMM (Malaysia) Sdn Bhd
21.	Ye Chiu Non-Ferrous Metal (M) Sdn Bhd

このうち、No.3 の Southern Strength (M) Sdn Bhd からは、現地のリサイクルフローに関する詳細資料が提出された（図 5）。

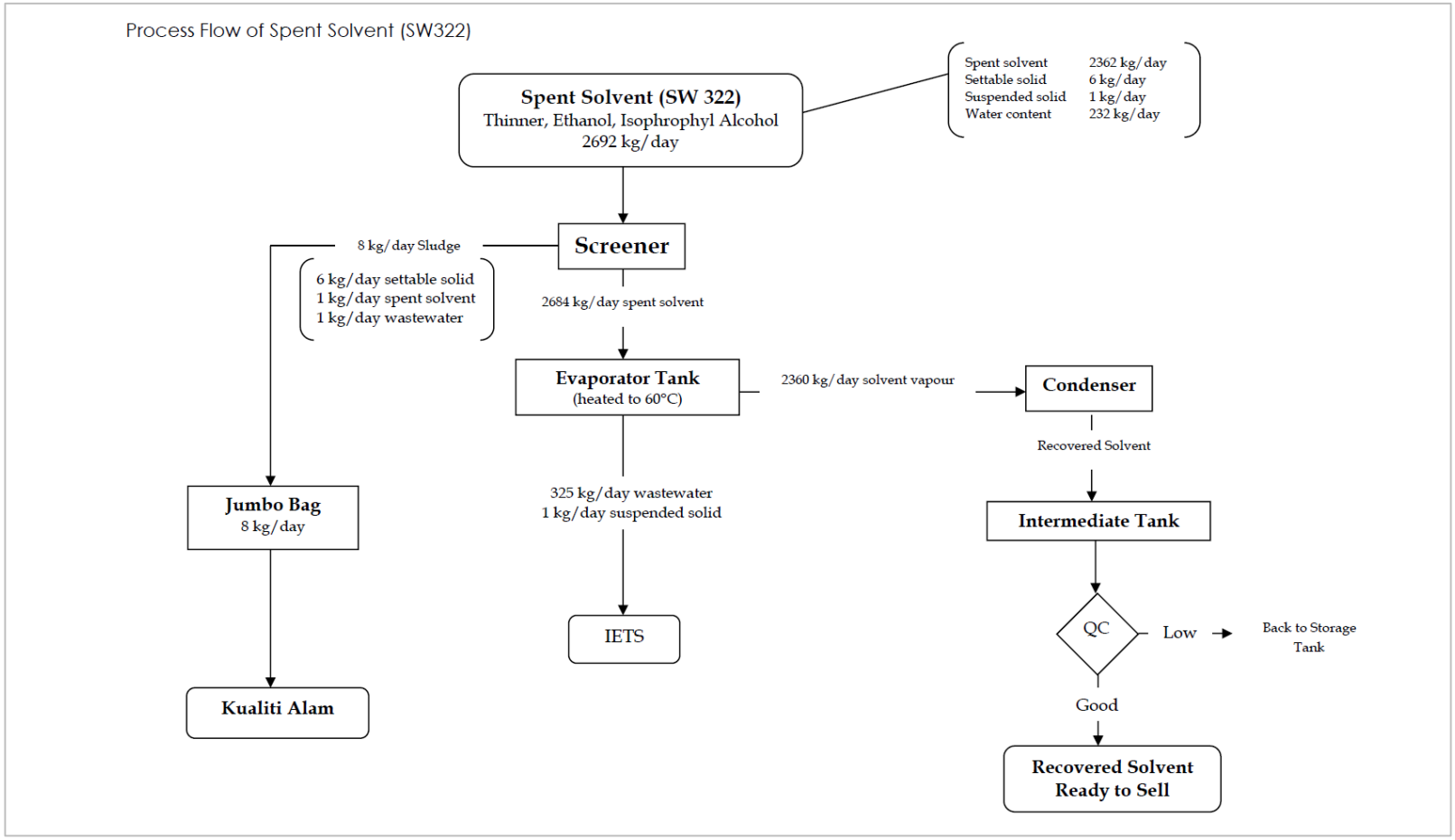


図 5　指定廃棄物のリサイクルフロー

（一例として最も排出量の多い SW322 のフローを添付した）

これらのリサイクルフローを基に、北九州市内に事業所を有するリサイクル企業（以下、A 社）と技術的検討を行った結果、現地の主な指定廃棄物やそのリサイクル率について、表 8 の通り整理することができた。

表 8　Southern Strength 社の主なリサイクル品目

廃棄物の種類	日別処理量(kg)	リサイクル率(%)
油性廃棄物	12,937	51.4%
使用済み溶剤	8,492	42.8%
汚染土	1,504	34.0%

このうち、例えば油性廃棄物であれば、A 社のリサイクル技術を活用することによって、より純度の高い再生油を回収する、といったように、より高効率なリサイクル技術の導入により産業共生の実現に寄与することができると考えられる。

2.4　既にリサイクルされている指定廃棄物の高度処理の可能性検討

本年度は既にリサイクルをされている指定廃棄物の高度処理の可能性検討として産業廃棄物処理会社であるA社を中心に現地企業へのヒアリングを実施することとした。昨年度、指定廃棄物においてイスカンダル地域で許認可を受けている事業者約 20 社のうち、Pentas Flora (Johor Bahru) Sdn Bhd、Vast Group Sdn Bhd、Southern Strength (M) Sdn Bhd の 3 社から、現地のリサイクル技術等に関する情報を得ることができたため、まずはこの 3 社に対して IRDA を通してアプローチした。その結果、Pentas Flora (Johor Bahru) Sdn Bhd（以下、Pentas Flora）へのヒアリングを実施することが出来た。

2.4.1　Pentas Flora Sdn Bhd の概要

Pentas Flora Sdn Bhd（Pentas Flora）は国内有数の不動産デベロッパーの一つである Exsim Group of Companies の傘下の会社である。当社はマレーシア最大の精製燃料油供給会社のひとつで、あらゆる業界の顧客に対して指定廃棄物の管理をサービスとして提供している。有害廃棄物管理に関するエンドツーエンドのソリューションを提供することで、すべての人のための持続可能なグリーン環境を構築することを目標としている。当社は、4 つの主要なサービス：①廃エンジンオイル、潤滑油、石油などの廃棄物を適切に処理、処理、回収する指定廃棄物管理、②ガソリン、軽油、重油などの有用な石油製品を回収・再精製し、再利用可能なエネルギーを生み出す石油再精製事業、③海上環境の保護・保全事業、④エンジンオイル、ディーゼル、ベースオイルなどの石油系製品の分析試験サービスを提供している。

当社の主力工場は、セランゴール州クアラ・ランガット地区の主要都市バンティンにある。クアラルンプール国際空港から 18km 圏内、安全な工業地帯に位置し、環境局（DOE）の安全・公害防止の基準・要件に準拠して建設されている。彼らのビジネスモデルは、廃棄物を最小限に抑え、回収率を最大化することに重点を置いて作られている。

2.4.2　ヒアリング内容

（1）実施概要

ミーティングではまず Pentas Flora と A 社の事業内容について説明を実施した。その後、A 社より Pentas Flora が行っているリサイクルの具体的な方法やマレーシアにおけるリサイクル状況について質問を実施した。下記にてミーティング日時・出席者・項目について記載する。

会議名	都市間連携（北九州市―イスカンダル）ヒアリング（Pentas Flora）
日　時	2021 年 8 月 4 日　15 時 30 分～17 時 00 分

場　所	Microsoft Teams	
出席者 （敬称略）	Pentas Flora	Chiau Shis-sun、Pengsoon Chan
	IRDA	Velerie Siambun, Mamdoh B Dato
	北九州市	永原、山根
	A 社	担当者 2 名
	NTTDIOMC	村岡、濱中、吉川（記）

ヒアリング項目：

- HP の写真を見る限りでは石油精製プラントの様に見えるが蒸留再生を行っているのか？
- 工程から再生されるものはどのようなものになるのか？
- どこで使用されるのか？またその規格はあるか？
- ライセンスではなく実際の処理量は？
- 使用済みオイルフィルター以外もこのプラントで蒸留されるのか？この時混合したものを原料としているか？
  - 例えば 8（グリーコール）、16（インク）など
- 副産物は極力少なくしているとのことだがどのようなものが発生するのか？またそれはどのように処分しているのか？
- 排水の発生はないのか？それらはどのように処理されているか？
- 再生重油およびセメント焼成用補助燃料などは製造していないか？
- 再生重油やセメント焼成用の燃料を製造するには許可が必要となるのか？製品の規格も決められているのか？燃料に対する関連規制等は？
- A 社はこの再生燃料の製造を行っているがマレーシアでも需要はあると思うか？

（2）ヒアリング結果

ヒアリングの結果、Pentas Flora では、使用済エンジンオイルを回収した後、ろ過を行い、その次に真空蒸留にて基油、潤滑油、軽油を精製するというリサイクル方法を取っていることが分かった。（詳細は図 6 を参照）月に 12,000t のエンジンオイルの蒸留を行っており、製造された商品は現在エンジンオイルメーカーに販売している。

また、この工程の中で生じた副産物（アスファルト系や排水、汚泥）に関しても別途排水処理を行い、工業用燃料油として回収している（図 8 を参照）。そしてその際に生じた排水も車や工場の洗浄用として使用されている。

原油から取れる基油は 5%に対して、廃油からは 95%の回収が可能であるため、回収率が高いのがメリットである。ただ、廃油を回収するコストは別途かかるため原油から基油を製造するよりも安価に製造できるとは限らないとのことであった。ただ、欧米等と同じく使用済みエンジンオイルから基油を抽出する需要がマレーシアでは存在しており、回収コストにおいても現在は自動車会社などが廃棄物回収センターで廃油を効率よく回収している

ためコストも抑えられる。

セメント工場で使用される焼却用補助燃料についてもヒアリングを実施したところ、マレーシアのセメント工場では焼却炉に大気汚染防止装置も整備していることから補助燃料は固形廃棄物を使うことが多いとのことだった。また、Pentas Flora の基油の生産能力が 1 万トンであるのに対してマレーシアのセメント工場の月の平均燃料使用量は 4000～5000 トンと Pentas Flora の基油の質が高すぎて補助燃料には使いづらいことがわかった。

ヒアリングでの発言の詳細については下記に記載する。

i. Pentas Flora の事業内容について

- 取り扱う廃棄物として指定廃棄物、危険廃棄物、自動車関係の廃棄物等があり、販売する場合はコンテナ・タンカーで販売するのがメインである。
- グリーンラベルの認証を受けている。
- 顧客に対してオイル漏れなどの研修を行ったりコンサル業務も行ったりしている。
- EV を含んだ電気製品の廃棄物回収・リサイクルもしており、トヨタ、ホンダ、三菱等とも取引している。
- どの廃油を燃料化した際にどの程度 CO2 排出量を削減できるかという研究に関して、カナダのブリティッシュコロンビア大学に協力してもらった経験もある。
- 全体の 30%はベトナムに燃料を販売し、国内ではセメント工場用に製造している。
- 資本は 100%マレーシアである。

ii. Pentas Flora のリサイクル方法について

- 使用済エンジンオイル、トランスミッションオイルの再生プロセスのフローについて：
  - 車からエンジンオイルを回収した後、濾過のプロセスがある。水分と固形物が発生し、その副産物として汚泥が発生する。その前処理の次に、真空蒸留にて 300 度の真空状態で水銀 1ml を処理する。
  - 製品タンクにて溶剤抽出プロセスと調合プロセスを経て基油と燃料オイルを生成する。基油は潤滑油の調合と梱包包装ラインを経て潤滑油製造へと進む。
  - 調合などをそれぞれの目的に応じて実施。ボイラー用の燃料オイルについては顧客に向けて販売している。
- リサイクル処理量については、月に 12,000t のエンジンオイルの蒸留を行っている。
- 蒸留工程においてギアオイルとオートマオイルを混合している。
- 製造された製品は、エンジンオイルメーカーに 22t 単位で販売している（最大 200L）。来年以降はエンジンオイルを使うエンドユーザー向けにも販売する予定である。
- 原油からとれる基油は 5%、それに対して廃油からは 95%取れるため、回収率が高いのがメリットである。ただ、廃油を回収するコストはかかるため原油から基油を製造するよりも安価に製造できるかというと一概には言えない。
- 蒸留塔はアメリカ企業製で製造元はインドである。

iii. 副産物処理について

- 副産物はアスファルト系と排水がある。排水処理は油を分解し、産業排水の処理プラントに移動させる。排水から分離した油は更に脱水をして製品として販売される。
- グリコールベースの冷却剤には前処理があり、そこでは油が発生する。品質調整をした後、化学処理として pH 調整や凝固処理をすると汚泥が発生する。そのあと、生物処理・第三肯定処理へと進むと産業排水が発生する。その排水は車や工場の洗浄用として利用される。

iv. 再生重油およびセメント焼成用補助燃料について

- マレーシアでは、基油抽出についてはマーケットが存在している。トヨタなどが廃棄物回収センターで受け入れ基準を超えた油を効率よく回収しているため、コストも抑えられる
- セメント業者には廃油を石炭の代替燃料として販売はしていないが、オイルから水分取り除いて燃料用として供給することを考えている。エンジンオイルから基油を精製する需要があるためそこに重きを置いている。焼成用補助燃料としては質が高すぎて使えない。マレーシアのセメント工場の月の燃料使用量は 4000～5000 t に対して、Pentas Flora の補助燃料の生産能力は 1 万トンである。
- 補助燃料としては固形廃棄物等を使うことが多い。ただ、セメント工場は焼却炉に大気汚染防止装置も整備しているためそれが可能になる。

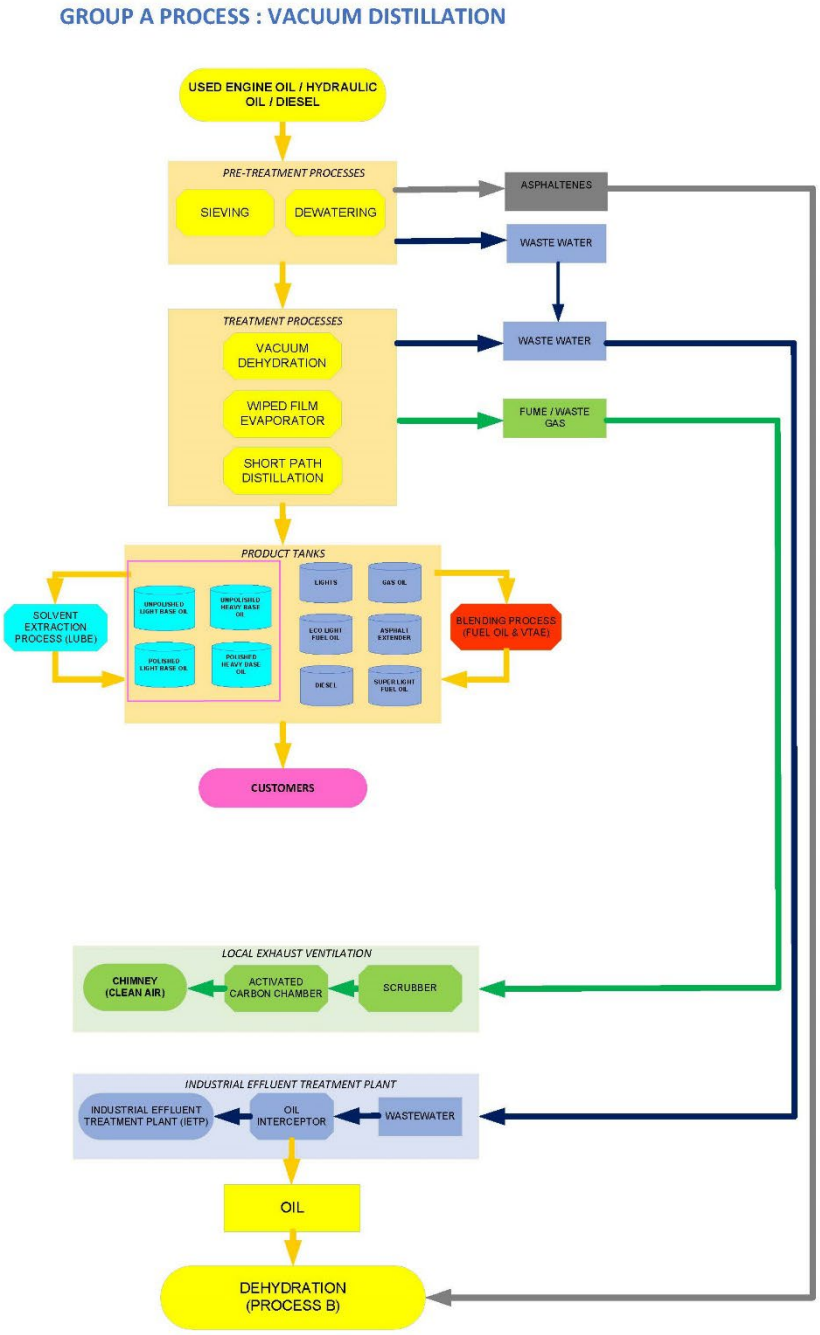


図 6　使用済み油から基油、潤滑油、軽油を回収する真空蒸留プロセス

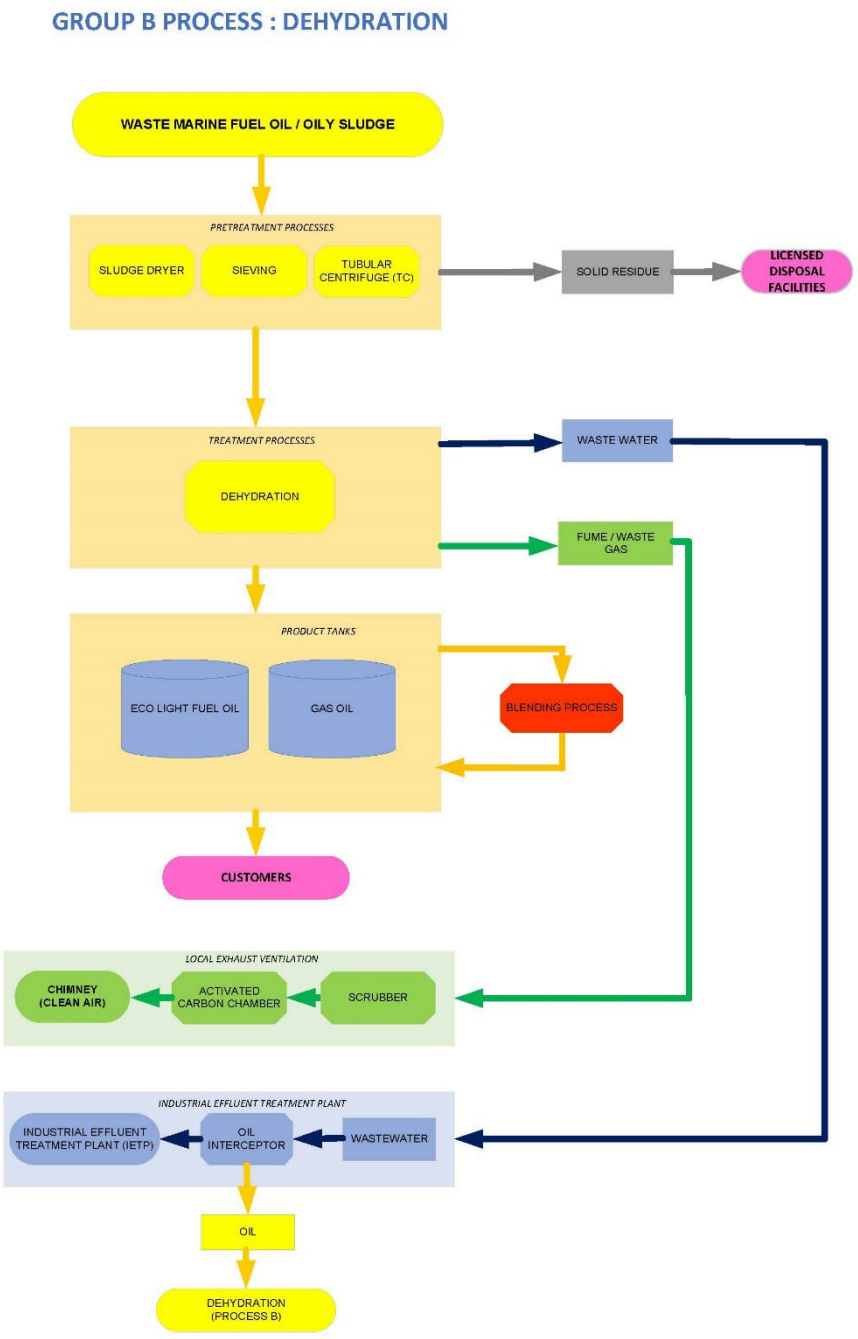


図 7 廃油や油性スラッジを処理し、工業用燃料油として回収する脱水工程

2.5　埋め立て処分されている木質系廃棄物、紙系廃棄物およびプラスチック系廃棄物の別工場での原燃料利用の可能性検討

昨年度収集したインベントリー・データから、Non-Scheduled Waste のうち、木質系廃棄物、紙質系廃棄物、プラスチック系廃棄物に関しては現地工場間でのマッチングを見込むことができた。そのため、本年度はこれら廃棄物の原燃料利用の可能性検討を実施することとした。

2.5.1　連携可能性のある現地企業の特定

まずは、廃棄物排出元と廃棄物を再生燃料として使用する可能性がある工場のマッチングを図るため、連携可能性がある企業をリストアップした。産業共生のビジネスマッチングに興味があると回答した企業の内、木質系廃棄物、紙質系廃棄物、及びプラスチック系廃棄物を排出している企業もしくは廃棄物を代替燃料として利用する可能性がある企業を以下にまとめている。

表 9　木質系廃棄物、紙質系廃棄物、及びプラスチック系廃棄物を排出もしくは廃棄物を代替燃料として利用する可能性がある企業一覧

No.	会社名	資源として再利用可能な廃棄物	他の廃棄物を代替資源として利用する可能性があるか
3	TES-AMM (MALAYSIA) SDN. BHD.	プラスチック，紙.	製造業から排出されている電気・電子機器組立品からの廃棄を活用済み
4	IMPACT RANK (M) SDN. BHD.	プラスチック汚染廃棄物	なし
10	Chawk Technology International Sdn Bhd	プラスチック（PVC、プラスチックパイプ、文房具、パレットなどにリサイクルまたはクラッシュして作り直す）	顧客判断による
17	MATERIALS IN WORKS (M) S/B (WASTE COLLECTION AND UPCYCLING COMPANY)	回収したセルロースとプラスチック(PP、PE、PET)	固形廃棄物(例：タバコの吸殻、紙おむつなど)に関する継続的な研究開発を実施
30	Sukano Sdn. Bhd.	プラスチック(材料の種類を分離して造粒できる場合のみ)	リサイクルプラスチック

2.5.2　企業間でのマッチング結果

今回 IRDA を通じて、上記リストに記載されている企業に対して産業共生のコンセプトの紹介、工場間の連携可能性検討を行うため打ち合わせを打診したが、承諾を得ることは叶わなかった。原因としては、長期にわたるコロナ禍により、産業共生型エコタウンに対する企業の関心が薄れてしまったところにある。自社の経営状況の悪化から新たな投資に対して後ろ向きになってしまい、昨年度インベントリー・データの提供に協力的だった企業でも本年度打ち合わせを実施するのは難しい状況となってしまった。加えて、本年度もコロナ禍のため対面で打ち合わせを実施することが制限されていたことから IRDA も地元企業に対してフォローアップを行うことにも限界があり、思うような結果を得ることが出来なかった。

2.6　埋め立て処分されている食品系廃棄物とセラミック系廃棄物の原燃料化の可能性検討

昨年度の検討の結果、工場間でのマッチングは難しいものの、日本国内のリサイクル技術を導入することでリサイクルの可能性が考えられる廃棄物として、食品廃棄物とセラミック系廃棄物が挙げられた。そのため、連携可能性のある現地企業と日本企業を特定し、その企業間のマッチングを図ることでこれら廃棄物の原燃料化の可能性検討を実施することとした。

IRDA を通じて地元企業にアプロ―チしたところ、セラミック廃棄物を排出している Niro Ceramic から関心をいただけたため、セラミック廃棄物のリサイクル技術を持つ株式会社 D 社の技術を紹介するべく打ち合わせを設定した。詳細については後述する。

2.6.1　連携可能性のある現地企業の特定

まずは、現地企業の中で食品廃棄物またはセラミック廃棄物を排出している企業をリストアップした。食品廃棄物を排出している企業は 5 社、セラミック廃棄物を排出している企業は 1 社特定している。特に現時点で廃棄物をそのまま廃棄している企業に関しては連携検討の可能性が高いと考えられる。

表 10　食品廃棄物またはセラミック廃棄物を排出している企業一覧

No.	会社名	廃棄物種類	詳細	臭気	発生量			対応策
					数量	単位	期間	
1	ARTRON PRECISION MALAYSIA SDN. BHD.	食品	一般食品廃棄物	あり	10	Kg	週	廃棄
2	Instruments Technology (Johor) Sdn. Bhd.	食品	一般廃棄物（Larkin 工場）	あり	6202	Kg	月	廃棄
		食品	一般廃棄物（Tebrau 工場）	あり	8868	Kg	月	廃棄
3	B.M. Nagang Industries Sdn Bhd	食品		なし				リサイクル
4	CHIYODA INTEGRE CO. (JOHOR) SDN BHD	食品	社員食堂から出る食品廃棄物	あり	5000	Kg	週	廃棄
		食品	製造工程で発生した原材料の廃棄物	なし	5000	Kg	週	廃棄
5	GREAT WALL NUTRITION TECHNOLOGIES SDN BHD	食品	生産廃棄物	なし	200	Kg	週	リサイクル
6	NIRO CERMIC (M) SDN BHD	セラミック	割れた焼成タイルやスクラップの回収	なし	150	Ton	月	廃棄

2.6.2　連携可能性のある日本企業の特定

現地企業と連携可能性のある日本企業についても調査を実施した。調査の結果、食品廃棄物とセラミック系廃棄物ともに北九州市内の企業を発掘することが出来た。

（1）食品廃棄物

食品廃棄物に関しては、食品残渣のたい肥化技術を有する企業である B 社との連携が考えられる。B 社の持つ技術では、食品工場・病院・飲食店・自治体などの生ごみを収集、運搬せずに発生したその場で減量と一次発酵させ、二次・三次発酵を経て完熟堆肥にリサイクルする。出来た堆肥は提携する農家で使用され、そこで作られた野菜を飲食店等で使用することで食品廃棄物が地域内で循環するサイクルを生み出すことが可能である。

（2）セラミック系廃棄物

セラミック系廃棄物のリサイクル技術を持つ企業は 2 社発掘することが出来た。C 社は国内外の幅広いネットワークを駆使して、様々な種類の産業廃棄物を 100%リサイクルすることが可能である。C 社独自のリサイクル技術により 4000 種類以上の廃棄物の原燃料化が可能であり、その中にはセラミック廃棄物も含まれる。

また、D 社では、瓦やセラミック廃材を活用し環境に優しい樹脂系すべり止め舗装材を製造している。リサイクル資源を 50%以上使用することで、バージン原料の削減による省資源化、産廃量減少による環境負荷低減に貢献が可能となっている。D 社に関しては、マレーシアでセラミック系廃棄物を排出している Niro Ceramic と打ち合わせを実施し、当社のリサイクル技術を紹介した。

ヒアリング結果は 2.6.4　ヒアリング内容で記載する。

2.6.3　Niro Ceramic (M) Sdn. Bhd.の概要

NIRO CERAMIC (M) SDN. BHD.（Niro Ceramic）はマレーシアのセランゴール州にある粘土製品・耐火物製造企業である。1979 年にスイスで製造を開始し、1988 年には Niro Ceramic Malaysia が設立された。マレーシアの他にも、インドネシア、中国、ベトナムでネットワークを拡大している。また、2013 年にはスペインの代表的なタイルブランドである Zirconio を買収するなど、世界中に多様なネットワークを持つことで、大きな信頼性と顧客満足を保証する迅速なデリバリーの可能なリーディングサプライヤーである。加えて ISO14001:2015（環境マネジメントシステム）と MS ISO13006:2014（セラミックタイル）の認証を受けている。

2.6.4 ヒアリング内容

（1）実施概要

会議名	都市間連携（北九州市―イスカンダル）ヒアリング（Niro Ceramic）	
日　時	2022 年 2 月 24 日　18 時 00 分～19 時 35 分	
場　所	Microsoft Teams	
出席者 （敬称略）	Niro Ceramic	Abdul Hafez Hanani, Cahi Kian Fah, Mohamad Syafiq Syazwan Bin Ramlee, Rajedran A/L Narayamasamy
	IRDA	Kamisah Mohd Ghazali, Velerie Siambun, Mamdoh B Dato,
	北九州市	有田、永原
	D 社	担当者 2 名
	NTTDIOMC	村岡、濱中、吉川（記）

（2）ヒアリング結果

Niro Ceramic へのヒアリングの結果、同社には産業共生のコンセプトについて共感いただくことができ、D 社との連携についても前向きに検討していくこととなった。D 社から提案したセラミック廃棄物をリサイクルした煉瓦製品の製造に関して、Niro Ceramic で排出されているセラミック廃棄物の活用可能性があることが分かった。

今後は、リサイクルレンガ製品のマレーシアにおける市場性を分析した上で、連携を進めていくこととしたい。まずは D 社のリサイクル製品の概算見積を基に、Niro Ceramic がマレーシア国内市場における需要・経済合理性を判断する。本事業終了後も引き続き両社の連携可能性についてはフォローアップを実施することとする。

加えて、Niro Ceramic ではセラミック廃棄物だけでなく、金属類を含む汚泥（SW204）も多く排出しており、リサイクル技術を持つ日本企業との連携を希望している。そのため、汚泥を活用したリサイクル方法について D 社以外の企業との連携についても検討していきたい。

ヒアリングでの発言の詳細については下記に記載する。

1. D 社について

- 一番活用しやすいものとしてはポーラスロードという煉瓦製品がある。タイルシェルベンを主な原料とし、その他ガラスカレットや溶融スラグが含まれる。リサイクル率は 95%。特徴としては透水性が高い。保水効果もあり、集中豪雨対策やヒートアイランド現象の抑制に貢献する。
- 製品を開発する場合は、弊社の方でセラミック廃棄物に安全性や問題性がないかをま

ず確認する。製造後は Niro Ceramic に対して定価で販売するという形で検討する。

- タイルシェルベンはセラミックの破片や不良品になったものも含まれる。

2. Niro Ceramic について

- タイルの製造過程は①前準備②プレス加工③艶出し加工④焼成⑤成形⑥梱包の順で行われる。まず原材料と水を 9 時間かけて混ぜ合わせた後、スプレー乾燥にかけて熱風で乾燥させる。そこで粉状になったものをプレス加工にかける。その後顧客のリクエストに基づき商品の形を調整する。この時点では強度が足りないため焼成工程で強度をつける。窯の長さは 90m あり、蒸気を当てて修正をする。1 日に 6000 トン処理している。最終的にはトリミング加工をして製品が完成する。
- 4.5%～5%の水分量から乾燥の工程で 0.3%以下に水分量を減らしている。
- 艶出し加工をした後、デジタルプリンターを使って装飾をしている。
- 最終製品は 4 つサイズ展開がある（30×30 ㎝, 30×60cm, 60×60 ㎝, 60×120cm）。
- 製品は主に家庭用（室内・屋外）の床のタイルとして使用されている。
- ISO14001:2015（環境マネジメントシステム）と MS ISO13006:2014（セラミックタイル）の認証や SIRIM Eco-Labelling Scheme 等の認証を受けている。

3. Niro Ceramic で排出されている廃棄物について

- Niro Ceramic によるとセラミック廃棄物以外に　金属類が含まれる汚泥（SW204）の処理を望んでいる。現在 Eco Green Build という地元企業に回収、建築材へのリサイクルを担ってもらっているが回収量が足りていない。処理量を増やしたいため、日本企業と連携してリサイクルが出来ないかと思っている。
  - 有害物質が入っていると煉瓦の製造は難しい（D 社）

4. 連携可能性について

- 検査は必要だが、説明を聞いている限りだと Niro Ceramic の廃棄物をリサイクル原料として活用する可能性はある（D 社）
- 日本に廃棄物を輸出し、D 社に製造してもらい、それをまたマレーシアに配送するとなるとコストがかなりかかることに懸念がある。レンガの製品価格を考えた時に元が取れるのか。また、そもそもマレーシアの市場に需要があるのか疑問である（Niro Ceramic）
- 日本側の技術をイスカンダル地域に導入するには法規制の問題等についても調査する必要がある。産業共生やサーキュラーエコノミーを進めるためにそういったことを調査することも本事業の目的には含まれている（IRDA）
  - 産業共生やサーキュラーエコノミーの考え方はとても重要なことだと思う。市場性があるかどうかの調査は是非実施したい（Niro Ceramic）
- まずは製品分析の調査をするために何 kg か提供していただいて、製品化が可能かど

うか探りたい。セラミック廃棄物として輸入はできないため、有価物として輸出していただく形になる（D 社）

- 可能かどうか確認する（Niro Ceramic）
- もしサンプルが送付可能だったら SW204 についても送付していただきたい。そちらに関しても分析する(D 社)

- まずは概算で見積を出して市場性があるのか先に確認してもらった方が良いのではないか（D 社）
  - 見積書を見て市場性があるか判断したい（Niro Ceramic）
  - 海上コンテナの費用が上昇しているため、それも加味した上で市場性があるかどうかを判断したい（D 社）

2.7　工場団地における再エネ導入可能性検討

工業団地への再生可能エネルギー導入の可能性について検討するため、昨年度開催した現地ワークショップにて登壇いただいた Ditrolic Solar へヒアリングを実施した。ヒアリングでは再生可能エネルギー導入に関する現地の知見を伺い、JCM 設備補助事業として日本の太陽光パネルを活用することが可能かどうか検討した。

2.7.1　Ditrolic Solar の概要

Ditrolic Solar は、マレーシア国内初の太陽光発電所をはじめ、東南アジア地域における太陽光発電のパイオニア企業の 1 つである。また、ISO9001 の認証（効果的な品質管理システムによる顧客満足度の保証）も取得している。

マレーシアには本社を含め 4 拠点を展開しており、海外ではシンガポール、フィリピン、バングラデシュにも支店を設けている。さらに今後中国やインドネシア、タイでも支店を展開していく予定である。Ditrolic Solar の出資する 4 カ国 38 プロジェクトの総設置・開発容量は 283.6MW に達している。

主な顧客は FORTUNE Global 500 企業を含む各国の大手企業であり、東南アジアに進出している日系企業に対してもアプローチしている。

2.7.2　ヒアリング内容

（1）実施概要

ミーティングでは、まず Ditrolic Solar が事業内容について説明を実施した。その後、株式会社 NTT データ経営研究所より JCM の概要について説明を実施し、イスカンダル地域における再生可能エネルギーの導入に関する質問を行った。下記にてミーティング日時・出席者・ヒアリング項目について記載する。

会議名	都市間連携（北九州市―イスカンダル）ヒアリング（Ditrolic solar）	
日　時	2021 年 7 月 27 日　16 時 30 分～18 時 00 分	
場　所	Microsoft Teams	
出席者 （敬称略）	Ditrolic solar	Michelle Ong, Wong Choon Fuan
	IRDA	Velerie Siambun, Mamdoh B Dato, Hamizah A Rahman
	北九州市	有田、永原、白井
	NTTDIOMC	村岡、濱中、吉川（記）

ヒアリング項目：

- マレーシアは国家戦略として再生可能エネルギーの利用を推進しているが、イスカンダル地域の工業団地にはどのような影響があるか。
- イスカンダル地域に再生可能エネルギー政策はあるか。
- 工業団地への再生可能エネルギー導入に対して需要はあるか。
- 再生可能エネルギー導入のために補助金を利用しているか。
- (将来的にマレーシアが JCM に署名した場合）JCM 設備補助事業として、日本の太陽光パネルを使用することは可能か。また、制限はあるか。

（2）ヒアリング結果

Ditrolic Solar へのヒアリングの結果、マレーシアの工業団地に関わる規制や、省エネや再エネに対する需要について確認することが出来た。まず、同社の手掛けるプロジェクトは基本的に再生可能エネルギーの独立系発電事業（IPP）となっており、契約期間終了後、所有権は工場の所有者に移るかどうかは国や事業によることがわかった。また、オフサイト発電については、マレーシアの政策上の規制のため、プロジェクトの詳細をエネルギー委員会に提出し事前協議を行った上で、発電ライセンスを取得する必要がある。

昨今日本で注目されているソーラーシェアリングに関しては、同社はバングラデシュで関連プロジェクトを実施した経験はあるが、マレーシアは地価が安いため土地を農業と発電で二重活用する需要は多くないとのことだった。

今後の太陽光発電の導入計画について、日系企業を中心に太陽光発電を入れていくことを考えているという日本側参加者からの意見に対しては、Ditrolic Solar から政策面とナショナルグリッドへの接続に関する技術的実現性の面で、サポートが可能といった言葉を頂けた。今回具体的なプロジェクトに結び付けることは叶わなかったが、今後現地の日系企業を主な対象に太陽光発電設備を導入する際に連携していくことが考えられる。また、Ditrolic Solar は他国にて JCM 設備補助事業を行った経験もあるため、マレーシア政府との JCM 署名後には現地の共同事業者となっていただける可能性も高い。

ヒアリングでの発言の詳細については下記に記載する。

i. Ditrolic solar の活動について

- Solar company of the Year を 2018，2019，2021 年の 3 年間受賞。
- 2009 年に活動を開始し、ミャンマー、インドネシア、フィリピン、シンガポール、マレーシアなどの国で、2kW～20kW のオフグリッドシステムなどの小型のミニソーラーを設置している。最近、中国でも再生可能エネルギーのプロジェクトも開始した。
- グローバルなエネルギー分野では場所の特定、フィージビリティー、調査、エンジニアリング、設計、規制遵守などプロジェクト開発を行っている。
- マレーシアでは 160MW 分のエネルギー資産があり、TNB（電力会社)、マレーシア空港、大学（USM：Universiti Sains Malaysia)、市役所などの顧客に販売している
- ソリューションとしては２つあり、1 つ目は自家発電、2 つ目は発電所向けである。通

常は再生可能エネルギーの独立系発電事業（IPP）を実施している。契約期間終了後、所有権が工場の所有者に移譲されるかは国や事業による。

- 今まで2億2,500万米ドル相当のプロジェクトを開発してきた。(約38プロジェクト)
- 通常、日本の顧客は我々のサービスではなく、システム購入に対して需要があるため、EPC契約を行っている。
- JCM設備補助事業でバングラデシュにて50MW太陽光発電所建設プロジェクトを実施した経験がある。ただし、日本製のソーラーパネルから中国製に切り替えたため、補助金は返還した。
- 産業共生型エコタウンに係るケースは担当した経験はない。

ii. マレーシアでの太陽光発電の状況について

- 工業団地に関わるマレーシアの規制システムについて：オフサイト発電については2つの方法がある。1つ目はTNBの系統線を通じて配電する方法だが、現在マレーシアの政策によってその方法を取ることはできない。2つ目の方法としては、いわゆる事前相談をした上でその他民間の電気ケーブルを引くことである。また、発電ライセンスを得るために事前協議が必要となる。エネルギー委員会は、ライセンスを与える前にプロジェクトを完全に理解する必要があるため、申請者はプロジェクトの詳細をエネルギー委員会に提出する必要がある。
- フィリピンとマレーシアで比較するとフィリピンでは比較的高い電気料金を日系企業は支払っている。マレーシアは補助金制度を導入しているため比較的安い。
- ヨーロッパ諸国に比べるとまだマレーシアでのSBT等のイニシアティブの動きは遅いけれども、昨年度末からSBT等の影響からか再エネに関する問合せがマレーシアでも増えている。
- 私たちはエネルギー効率を上げるための知識を持っているため、サービスとしてのエネルギー効率の数値や財務的リターンが、今後の活動の方向性に沿ったものかどうかを検討するための数字を提供することはできる。
- バングラデシュではソーラーシェアリングに関わるプロジェクトを実施したことがある。しかし、マレーシアでは地価が低いため土地を二重活用しようとする需要があまりない。

iii. その他

- 日本で最近開発されている、廃リチウムイオンバッテリーを蓄電装置として使うといった技術に興味はある。
- 日系企業に対して太陽光発電の導入を考えているとのことだが、政策面とTNBへの接続に関する技術的実現性の面で、サポートができると思う。

2.8　今後の展開

本年度の調査で、昨年度インベントリー・データを収集した企業から連携可能性が高いと考えられる企業を特定し、日本企業との協議の場を設けることが出来た。コロナ禍で現地のロックダウンが続いていたことや、コロナ禍を発端とする現地企業の経済的疲弊により産業共生型エコタウンに対する企業の関心が薄れてしまったこともあり、具体的な連携方法まで議論を進めることは叶わなかったが、今後産業共生のパイロットプロジェクトを実施していく際の関係性を構築することはできた。

今後は産業共生のコンセプトを実現していくために、各企業との具体的な連携方法を検討していく必要がある。日本・マレーシア双方の出入国に対する規制が緩和されたのちには、現地企業を直接訪問し実際の設備や廃棄物の処理状況の見学、対面での意見交換等を通じてパイロットプロジェクトの具現化を進めていくこととしたい。

内容

第 3 章　廃棄物発電の実現に向けた活動 2
3.1　活動の概要 2
3.2　マレーシアにおける廃棄物管理の現状 4
3.2.1　固形廃棄物管理の法的な枠組み 4
3.2.2　固形廃棄物管理の制度的な枠組み 6
3.2.3　廃棄物の発生・処分の概況 9
3.2.4　固形廃棄物管理の実態 12
3.2.5　廃棄物発電に関する検討状況・関連制度 21
3.3　マレーシア国におけるジョホール州での廃棄物発電事業の進捗の確認 26
3.3.1　Bukit Payong での廃棄物発電施設建設計画について 26
3.3.2　進捗確認結果 29
3.4　現地企業との連携可能性の検討 30
3.4.1　SWM Environment Sdn. Bhd.との協議 31
3.5　技術面の検討のアップデート 34
3.5.1　適用技術 34
3.5.2　検討方法 35
3.5.3　施設仕様の前提条件 36
3.5.4　事業費（概算）試算の前提条件 45
3.5.5　事業費（概算）の試算 45
3.6　経済面の検討のアップデート 48
3.6.1　事業性の評価 48
3.7　今後の展開 52

第3章 廃棄物発電の実現に向けた活動

3.1　活動の概要

令和元年度に実施された「イスカンダル地域における低炭素化促進事業（北九州市－イスカンダル開発地域連携事業)」の中で、イスカンダル地域開発庁（IRDA）から低炭素社会ブループリントの次のステップの活動において、「Waste to Energy（廃棄物発電)」がキーワードの１つとして示された。

IRDA は、現状５つの自治体から収集した廃棄物を埋め立て処分している Seelong 最終処分場において、日量 500t を超える廃棄物と既に埋設された廃棄物の掘り起こしごみをあわせて熱処理し、発電を行う事業を企画している。IRDA としては、今後、我が国企業の有する技術等をベースとした詳細検討を期待していることから、令和２年度には廃棄物発電に関する技術を有する我が国の企業と連携して調査検討を行った。

廃棄物発電については、廃棄物等を安定的に熱処理し得られる熱で発電を行う技術面からの検討、官民の適切な役割分担に関する検討、廃棄物の処理費用としてのチッピングフィーや発電した電力の売電収入等のルールに関する制度面からの検討、さらには、廃棄物発電設備の初期投資と運営費用やチッピングフィーと売電から得られる収入等に関する経済面からの検討が不可欠である。令和２年度事業では、北九州市の全体統括のもと、技術面の検討については日鉄エンジニアリング、制度面の検討についてはこれまで環境省の廃棄物分野における日・マレーシアの二国間協力事業で、マレーシア政府に対して廃棄物発電技術選定ガイドラインの作成支援に従事してきた IGES 北九州アーバンセンター（KUC)、経済面の検討及び官民の役割分担に関する検討については NTT データ経営研究所が担当する（**図1**）体制で実施した。コロナ禍で現地渡航がかなわなかったため、現地コンサルタント等と連携の上、各側面から調査活動を実施し、イスカンダル地域内の候補サイトにおける廃棄物発電施設の想定される技術仕様、及び事業性の試算を行った。

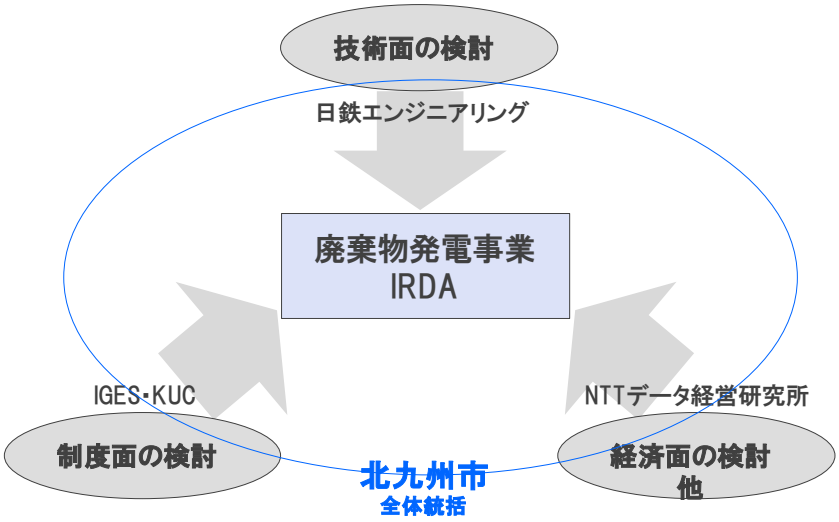


図 1　令和 2 年度の検討体制図

本年度は令和 2 年度の活動成果を踏まえ、マレーシア政府が進める廃棄物発電事業の進捗を確認するとともに、現地企業との連携が不可欠であることから、昨年 Web 会議で打合せを行った SWM Environment Sdn. Bhd.（マレー半島南部で廃棄物処理のコンセッションを請け負っている企業。廃棄物発電施設の候補サイトである Seelong 最終処分場の管理も行っている。）との協議を継続し、将来の廃棄物発電施設に関する連携可能性やその他のビジネス機会を探った。以上をまとめると、令和 3 年度の活動は次の通りである。

1)　マレーシア国におけるジョホール州での廃棄物発電事業の進捗の確認
2)　現地企業（SWM Environment Sdn. Bhd. 他）との連携可能性の検討

3.2　マレーシアにおける廃棄物管理の現状

マレーシアにおける固形廃棄物管理に関する法的・制度的な枠組みとともに、IRDA からの情報提供や現地関係者へのヒアリング、文献調査等をもとに廃棄物管理の現状を整理した。

3.2.1　固形廃棄物管理の法的な枠組み

固形廃棄物管理は従来、各地方自治体によって行われてきたが、2007 年に「固形廃棄物・公共清掃管理法（Act 672)」（the Waste Management and Public Cleansing Management Act (Act 672)）が制定され、一部の州の固形廃棄物管理の権限が連邦政府に移管され、国家固形廃棄物管理局（JPSPN）の管轄下に置かれるようになった。イスカンダル地域のあるジョホール州も、Act 672 を採用している。

Act672 による管理の状況について、地方自治体による独自管理と比較して整理する（表 1)。一般的に、Act 672 の下での各州・地方自治体の役割は、税の徴収、固形廃棄物管理に関する意識向上、市民のクレームへの対応等に部分的に関与するのみである。収集・処分などの固形廃棄物管理活動に関する権限のほとんどは、JPSPN と固形廃棄物・清掃管理公社（SWCorp）に引き継がれている。

表 1　Act 672 を採用している州・固形廃棄物の独自管理を行う州の違い

	Act672 を採用している州	独自管理を行う州
固形廃棄物管理の費用	地方公共団体が各家庭や事業者から徴収している税金から、固形廃棄物管理に関する費用を拠出している	
	地方自治体が徴収した税金の一部は、固形廃棄物管理・公共清掃のために連邦政府に支払われる。 税収が少なく、固形廃棄物管理の費用を賄えない小規模な地方自治体には、連邦政府から予算が分配される。	地方自治体は、連邦政府からの補助金を受けずに、固形廃棄物管理・公共清掃等の政策を行う。 連邦政府が固形廃棄物管理施設の建設・改修等を行う場合もある。
固形廃棄物収集・公共衛生事業の担い手	連邦政府の指定したコンセッション企業によって行われている。多くの場合、コンセッション企業は地方自治体からの出向者を受け入れている。	地方自治体が自ら行うか、民間業者に委託する。セランゴール州ほか一部の州では、州全体のコンセッション企業を独自に設立している。
SWCorp の権限	コンセッション企業の業務執行状況を	特に権限がない。

	監視している。	固形廃棄物管理は地方自治法（1974 年）の下で地方自治体自身が行い、委託業者の監視も地方自治体自身が行う。
固形廃棄物管理の計画策定・政策決定	連邦政府が管轄する。管理状況の標準化や、ごみ箱・収集トラック等も含む質の高いサービスを提供することを重視している。	地方自治体及び州政府が管轄する。一部の州では管理状況を標準化しようとする動きもある。

なお、マレーシアでは、廃棄物処理費用に関する公的統計データはない。首相府の業績管理導入局（PEMANDU）が 2015 年に発行した「Solid Waste Management Lab 2015」レポートでは、2011 年から 2015 年までのマレーシアの中央政府による廃棄物処理費の予測値（予算）と実績の推移が掲載されている（**図 2**）。このデータには、廃棄物処理費用だけでなく、公共清掃費用も含まれているとのことで、内訳は、凡そ公共清掃費が 63% 、廃棄物処理費が 37%とのことである。また、39%は Act 672 を順守している地方州の支出割合で、残りの 61%は中央政府による支出割合だとのことである。さらに、廃棄物処理施設の設備投資費用は含まれていないとのことである。

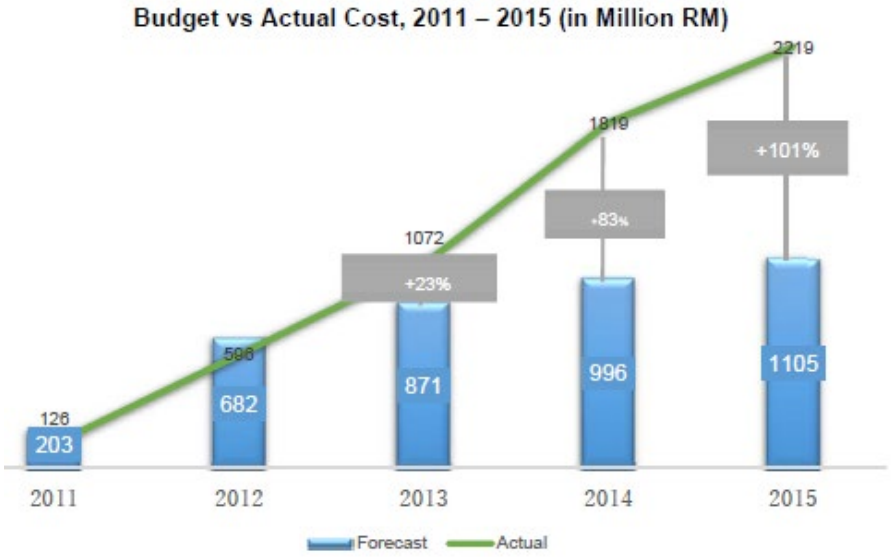


図 2　マレーシア政府の 2011～2015 年における廃棄物関連予算と実績の推移 [1]

他方、Act 672 を順守していない四つの地方州の予算は、表 2 に示した通りである。これらの予算は、廃棄物の回収費用、処理費用、公共清掃費用であるが、普及啓発キャンペーンや廃棄物処理施設の修繕費用等も含まれる場合があるため、直接比較はできない。

1 Solid Waste Management Lab 2015, PEMANDU

表 2 マレーシアにおける Act 672 を順守していない地方州の廃棄物処理予算 [2]

No.	州	地方自治体	予算（RM）	年
1	Pulau Pinang	Pulau Pinang Municipal Council (MPPP)	71 million	2020
2	Selangor	Pulau Pinang Municipal Council (MPPP)	75 million	2019
3	Selangor	Kajang Municipal Council (MPKJ)	33 million	2018
4	Perak	Taiping Municipal Council (MPT)	5.5 million	2019

3.2.2 固形廃棄物管理の制度的な枠組み

Act 672 を採用している州では、以下に説明するように、制度的枠組みは連邦政府に一元化されている。

国家固形廃棄物管理局（JPSPN）

JPSPN は，Director General をトップとし、固形廃棄物の管理及び公共衛生に関するすべての事項に関して執行権限を持つ。

- 固形廃棄物および公共衛生管理に関して政策、計画および戦略を提案する。
- 新たな処理施設の位置、種類及び規模、固形廃棄物管理施設の対象地域、固形廃棄物を施設に供給するための管理スキーム及び計画の実施のためのスケジュールを含む固形廃棄物管理のための計画を策定する。
- 固形廃棄物管理および公共衛生管理サービスのあらゆる側面に関連する基準、仕様および規程を定める。
- Act 672 の下で必要とされる規制に関して、承認およびライセンスを付与する。

また、固形廃棄物の発生から処分、処理、再利用に至るまでの適切な管理を行うことを目的として、JPSPN には様々な権限が設置されている。

- 固形廃棄物の管理・所有者が、Act 672 に違反した状態であると判断される場合には、その固形廃棄物を許可された施設に引き渡すことを義務付ける。
- 人の安全と健康に危険をもたらす固形廃棄物管理施設の閉鎖を要求する。
- 任命された当局（任命された役員、地方自治体の役員、または SWCorp の役員）

2 (1) https://www.malaymail.com/news/malaysia/2019/09/18/penang-island-council-tables-rm14m-deficit-budget-for-2020/1791708
(2) https://selangorkini.my/2019/04/mpsj-belanja-rm75-juta-untuk-pembersihan-pengurusan-sisa-pepejal/
(3) https://selangorkini.my/2018/04/mpkj-peruntuk-rm33-juta-tekad-kurangkan-sisa-pepejal/
(4) https://www.sinarharian.com.my/article/27000/EDISI/Perak/YDP-baharu-fokus-Inisiatif-Taiping-Bersih-90-Hari

に、固形廃棄物管理施設または土地や敷地に関して検査や調査を実施させ、Act 672 の要件に基づく適切な維持管理と衛生を確保する。

- Act 672 の施行前に設置され、人の安全や健康に危険をもたらす可能性のある非認可の固形廃棄物管理施設について、裁判所に書面で苦情を申し立て、裁判所での聴聞に基づいて取り壊すことができる。

Act 672 の施行前に固形廃棄物および公共衛生管理サービス・施設を執行・管理する連邦、州の機関または地方自治体は、サービス・施設の執行・管理を指定された期間継続して行うことが許可される。ただし、事業者、施設、または企業が、認可期間の満了後もサービスの提供または施設の管理を継続するためには、新たな許可または認可の申請が必要となる。固体廃棄物および公共衛生管理サービスに関する既存の契約も、Act 672 の施行後も、一定期間の認可が継続されることになる。

固形廃棄物・清掃管理公社（SWCorp）

SWCorp は JPSPN に比べて大規模な組織であり、最高経営責任者（CEO）をトップとし、全国の地域事務所と本部事務所で業務を行っている。SWCorp の地域事務所は、コンセッション企業や他の認可を受けた廃棄物管理業者が実施する固形廃棄物や公共清掃活動を監視・監督する役割を担っている。

- 承認とライセンスのための要件を確認し、事業者が要件を守るよう監視・監督する。
- 既存のサービスの改善のために連邦政府によって決定された措置を含む固体廃棄物管理と公共衛生管理サービスに関する政策、計画、戦略、スキームを提案し、実施する。
- 連邦政府への固形廃棄物管理サービス及び公共衛生管理サービスのあらゆる側面に関する基準、仕様書及び規程を勧告し、遵守状況を監視する。
- 固形廃棄物管理業務又は公共の清掃管理業務を行う者の機能及び義務が適切に遂行されていることを確認する。
- 調査、評価、研究及び助言業務の実施のための手配を含む、固形廃棄物管理事業及び公共衛生管理事業の業務効率の改善を促進する。
- 廃棄物処理業及び清掃管理業に関する国民の参加を促進し、国民の意識向上を図るための施策を実施する。
- 公社の機能を適切かつ効果的に遂行するために、人材育成、資金調達及び協力プログラムを策定し、実施する。
- 固体廃棄物管理サービスおよび公共衛生管理サービスの開発等に必要な研究やその他の活動を行うための機関、センター、ワークショップを設立する。
- 公社が提供するサービスに対する料金、料金、その他の支払いを決定し、課す。

コンセッション企業

マレー半島の固形廃棄物管理と公共衛生管理を連邦政府により実施するため、政府と長期契約を結び、必要なサービスを提供するコンセッション企業が生まれた。

図 3 に示すように、3 社の企業が半島マレーシアの様々な地域でサービスを提供するために 22 年間のコンセッション契約（2011 年～2033 年）を締結している。契約の条件の下で、コンセッション企業は各家庭に標準化された 120 リットルのゴミ箱を提供し、標準化されたビンリフトトラックによるゴミ収集サービスを実施している。また、契約は 7 年ごとに見直しが行われる。

うち、ジョホール州が位置する南部地域では、1997 年に設立された廃棄物管理と公共清掃の総合的なサービスプロバイダーである SWM Environment Sdn Bhd (SWMSB)がコンセッション契約を締結した。現在、SWMSB は、マラッカ、ネゲリ・センビラン、ジョホール各州の 27 の地方自治体で、8,000 人以上のスタッフを擁し、廃棄物収集と清掃のための総合的な業務を提供している。同社は、地域の 510 万人以上の人々にサービスを提供する 1,600 以上の収集車を管理している。他のコンセッション企業と同様に、SWMSB はコンセッション地域に加えて、南部地域の他の非家庭部門（機関、商業、工業部門）にも廃棄物収集サービスを提供している。

SWMSB は複数の埋立処分場を運営しているが、政府が南部地域の各州に 3～4 基のプラントを含む複数の WTE プラントを今後数年で建設すると発表したことを受けて、積極的に廃棄物発電（Waste-to-Energy）の機会を探っている。その中には、すでに JPSPN が入札を発表した、ジョホール州のブキ・パヨン（Bukit Payong）、バトゥ・パハット（Batu Pahat）、マラッカ州のスンガイ・ウダン（Sungai Udang）も含まれている。

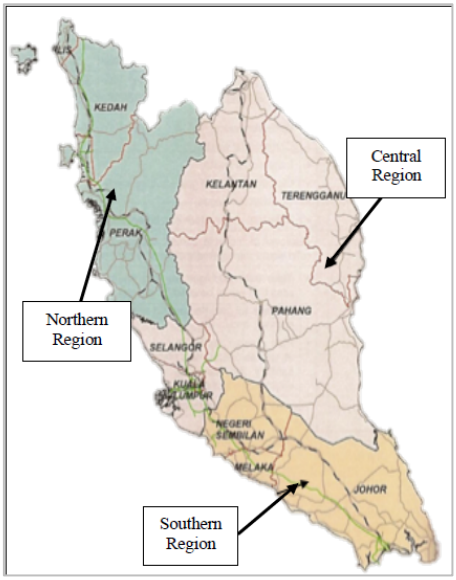


図 3　マレー半島のコンセッション企業の区分

3.2.3 廃棄物の発生・処分の概況

廃棄物発生量

マレーシアでは、廃棄物の発生量について、自治体や回収業者等が行政にモニタリング・データを報告する義務がないため、廃棄物の発生量に関する統計データが存在しない。そのため、様々な機関が出している廃棄物発生量は、二次データを基にした推測値である。SWCorp から入手した最新のデータによると、直近の 2018 年には、37,890 トン／日（一人当たり 1,169 kg/人/日）の固形廃棄物が発生している（**表 3**）。

表 3 マレーシアにおける固形廃棄物発生量（SW Corp,2020）

年	人口	廃棄物発生量		1 人当たりの廃棄物発生量
		トン/日	トン/年	（kg/人/日）
2016	31,190,000	37,000	13,505,000	1.189
2017	31,620,000	37,500	13,687,500	1.186
2018	32,400,000	37,890	13,829,850	1.169

最終処分量

マレーシアでは、廃棄物処分場への埋設処分が最も一般的に採られている廃棄物処理方法である。SWCorp から入手したデータによると、マレーシアには、合計 311 ヵ所の最終埋立処分場があり、そのうち、138 ヵ所が運用中、173 ヵ所が閉鎖済みである。また、138 ヵ所の運用中のうち、19 ヵ所が衛生埋立（埋立処分場の底にシートを敷設し、浸出水等を回収処理する仕組みを導入している埋立処分）を採用しているが、残りの 119 ヵ所はオープンダンプ方式である。

最終処分量については、最終処分場によってウェイトブリッジ（車両を計量する大型計量台）がないところもあるため、見た目の容量からの推定値等のデータも含まれるが、SWCorp から入手したデータを合計すると、32,840 トン／日に達する。

表 4　マレーシアにおける埋立処分場の日別処理量（SW Corp,2019）

州	1 日当たりの処分量	州	1 日当たりの処分量
Perlis	150	Johor	5,457
Kedah	1,680	Pahang	1,401
Pulau Pinang	3,500	Terengganu	740
Perak	2,285	Kelantan	1,050
Selangor	9,020	Sabah	1,410
Kuala Lumpur	2,300	Sarawak	2,102
Negeri Sembilan	755	Laubuan	90
Melaka	900	**TOTAL =**	**32,480**

廃棄物の発生源

マレーシアでは、廃棄物の多くが収集時に混合され、埋立処分時にも混合されているため、廃棄物の発生源を区別することは難しい。現在のところ、廃棄物処理事業者が廃棄物の種類と量を報告する義務はないため、研究者による調査で推定されたものを除いて、異なる発生源からどれだけの廃棄物が発生しているのかを示す完全なデータはない。

2012 年に JPSPN が実施した調査では、以下の**表 5** に示すように、一人当たりの廃棄物発生量を基にして、さまざまな発生源からの廃棄物の発生量を推定している。しかし、民間商業部門・産業部門からの廃棄物発生量は、産業や事業体の種類や規模など様々な要因に左右されるため、このような推計は、あくまでも参考値にすぎない。

表 5 マレーシアの各部門における廃棄物発生量（JPSPN,2012）

	民生家庭部門	民生商業部門	産業部門
1 人当たりの日別廃棄物発生量（kg/人/日）	0.76kg	0.33kg	0.08kg
部門全体の発生量（トン/日）	21.627t	9,224t	2,279t
割合（%）	65,3%	27.8%	6.9%

民生家庭部門

マレーシアでは、農村部の伝統的な村落世帯から都市部の現代的な世帯まで、世帯の種別は多岐にわたっている。マレーシアで実施された多くの廃棄物関連調査では、都市部と農村部では生活水準やライフスタイルが大きく異なる可能性があるため、「都市部」と「農村部」を分けて調査結果を発表している。また、農村部では、廃棄物収集サービスを行っていない地域があるため、発生した廃棄物が埋設・焼却されたり、不法投棄されたりして、廃棄物収

集効率が低下している可能性がある。さらに、物流上の制約や環境意識の低さから、家庭でのリサイクル活動が進んでいない場合もある。

2012 年に、家庭からの廃棄物の発生量を JPSPN が調査したところ、都市部が約 74%、農村部が約 26%であった。この結果は、都市部と農村部の総人口とも相関があるが、あくまで全国の平均的な割合であり、都市部と農村部の比率は地域によって異なる可能性がある。また、マレーシアの急速な発展と都市化によっても変化する可能性がある。

民生商業部門・産業部門

民生家庭部門同様に、2012 年に JPSPN が調査を行った結果が**図 4** に示されている。これによると、都市部からの廃棄物が全体の 77%以上を占め、残りの 23%は農村部からの廃棄物である。しかし、この数字もあくまでも全国の平均的な割合を示したものであり、実際の割合は地域によって異なる可能性がある。

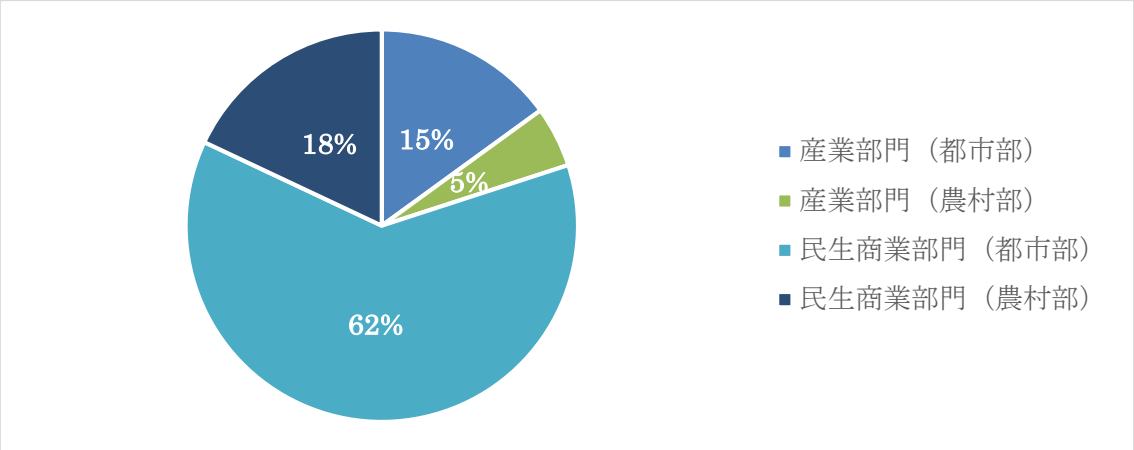


図 4　民生商業部門・産業部門の廃棄物発生量の割合

その他の発生源

上記の 3 部門以外にも、処分場周辺地域の経済活動等に応じて、様々な廃棄物が発生することが考えられる。特に最初の二種類の廃棄物は、地域によらず、多くの処分場でみられる。

- 建設・改修工事に伴う建設・解体廃棄物
- 造園や公共の清掃活動から出る緑地・庭のゴミ
- 農業・農業活動に伴う農業廃棄物
- 排水・水処理施設からの汚泥
- 市町村の海岸清掃活動に伴う廃棄物など、特定の分野からの特殊な廃棄物

3.2.4　固形廃棄物管理の実態

廃棄物の保管

戸建て住宅

マレーシアの戸建て住宅には通常、個々のゴミ箱が設置されているが、場合によっては、地域でより大きなサイズの共同ゴミ箱を共有することもある。Act 672 を採用している州では、各州の戸建て住宅に 120 リットルの標準ゴミ箱が提供されており、コンパクタトラックを使ったビンリフティングによる標準的な収集方法がとられている。一方、Act 672 を採用していない州では、地方自治体の判断に委ねられているが、予算の都合上、十分な予算のないほとんどの地方自治体では、家庭に標準ゴミ箱を提供しておらず、各家庭でごみ箱を購入している。

図 5　標準ごみ箱が設置された戸建て住宅

120 リットルの標準ゴミ箱は、埋立地で処分するために回収される非リサイクル品や混合廃棄物に使用される。各家庭に 2 つのごみ箱が用意されているごく一部の自治体では、リサイクル可能なものと残渣物を別々に収集することができる。Act 672 を採用している州では、リサイクル品の収集は週に 1 回となっており、住民がビニール袋に入れてゴミ箱の横に置いて収集している。

家具や E-waste、木の枝など、120 リットルのゴミ箱に入れられない粗大ゴミの場合は、ゴミ箱の横に置いて回収してもらうか、必要な費用を払って回収業者を呼ぶこともある。

集合住宅

集合住宅の場合、1 階に廃棄物の集中保管場所を設ける必要がある。1 日に発生する廃棄物の総量や収集頻度に応じて、大型の共同ゴミ箱や小型のコンテナ型ごみ箱が保管場所に設置する。一部の建物では、スペースの制約から、格納された廃棄物の量を最大化するために、圧縮機能を備えたごみ箱が設置される。

図 6　高層住宅に設置された圧縮機能付きごみ箱

民生商業部門、産業部門

民生商業部門では、さまざまな廃棄物貯蔵システムが適用されている。ショッピングモールなどの商業施設や、オフィスビルや政府機関などは、上記で説明した集合住宅と同様の廃棄物保管システムを採用しており、敷地内に適切なタイプのゴミ箱を備えた集中型の廃棄物保管場所がある。しかし、商店街やその他のビジネスエリアのようにモール内にはない事業者もあり、そのような事業者は自分たちのゴミ箱（通常は 240 リットルまたは 660 リットルの大型ゴミ箱）を使用しており、民間の請負業者や委託業者が回収する責任を負っている。

産業部門でも、事業者が適切な容量の個別のゴミ箱を使用し、民間の請負業者や委託業者が回収することがある。産業部門によって発生する廃棄物の量が多いため、彼らは共同ゴミ箱をレンタルで提供する独自の廃棄物請負業者と契約を結ぶ例もある。

図 7　庁舎のごみ置き場で使用されている 660 リットルのごみ箱

図 8　工場で使用されている共同ごみ箱

産業廃棄物の中には、管理が適切に行われず、通常の自治体の廃棄物の流れに混入しているものもある。2020 年には、Act 672 により、産業廃棄物の保管段階から最終処分までの管理について、報告要件やデータ管理などを定めた新しい規制が制定された。ただし、この規制は、Act 672 を採用している州内の産業にのみ適用される。

廃棄物の収集

収集・運搬の手段

固形廃棄物の収集は、州によってコンセッション事業者または地方自治体によって行われており、地方自治体の中には民間の廃棄物収集業者に収集サービスを委託しているところもある。現在までに、3 社のコンセッション事業者が、Act 672 を採用している州から廃棄物収集を行う長期契約を獲得している（2.3.2 項参照）。

コンセッション企業は、契約に規定された廃棄物収集の標準的な作業手順に従って、主に民生家庭部門から、door-to-door の廃棄物収集に適切なビンリフトトラックを使用している。

図 9　コンセッション企業による廃棄物収集

上記以外の地域では、現在でも自治体やその下請け業者が廃棄物の収集を行っている。その中には、適切な廃棄物圧縮機を使用せず、オープンローリーや古いトラックのみで収集を行われることもある。また、セランゴール州のように、廃棄物収集作業を国有企業に

委託している州・自治体もある。

図 10　地方自治体・委託事業者による廃棄物収集

収集スキーム

Act 672 を採用している州では、廃棄物収集は、JPSPN が決定したスキーム区域に従って実施されている。イスカンダル地域にあるジョホール州の収集スキームは図 11 の通り。

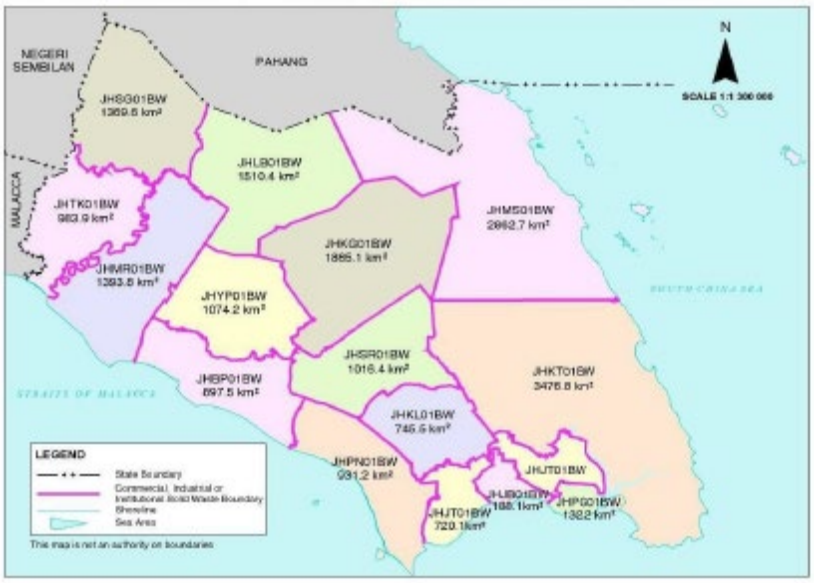


図 11　ジョホール州の収集スキーム

廃棄物収集業者は、スキームごとに SWCorp が発行する廃棄物収集許可証を申請する必要がある。許可を受けた業者は、許可された廃棄物のみを回収し、回収した廃棄物を処分場や移転先などの特定の場所へ確実に運搬するよう、厳しく監視されている。

廃棄物処理・処分施設

埋立処分場

埋め立てはマレーシアにおける廃棄物処分の最も一般的な手段である。SWCorp から入

手したデータによると、マレーシアには合計 311 カ所の処分場があり、そのうち 138 カ所は現在も操業中であり、他の 173 カ所は閉鎖されている。マレーシアの州別の処分場の分布を以下に示す。操業中の埋立地のうち、衛生埋立は約 15.2%であり、残りの埋立地はオープンダンプ方式である。

最終処分場におけるチッピングフィーについて、統計データはないものの、一般的に持ち込まれる固形廃棄物のトン当たり RM 10～50（260～1,280 円相当）とのことである。

表 6 マレーシアでの埋立処分場の総数（SW Corp, 2020）

No.	州	埋立処分場の数			合計
		操業中		閉鎖済	
		衛生埋立	ｵｰﾌﾟﾝﾀﾞﾝﾌﾟ		
1	Perlis	1	0	2	3
2	Kedah	3	1	11	15
3	Pulau Pinang	1	0	1	2
4	Perak	1	15	15	31
5	Selangor	3	2	15	20
6	Kuala Lumpur	0	0	10	10
7	Negeri Sembilan	1	2	16	19
8	Melaka	1	0	7	8
9	Johor	1	8	28	37
10	Pahang	3	7	22	32
11	Terengganu	1	8	12	21
12	Kelantan	0	10	10	20
13	Sabah	1	21	4	26
14	Sarawak	3	43	20	66
15	Laubuan	1	0	0	1
合計		**21**	**117**	**173**	**311**
			138		

その他の施設における処理状況

最終処分場以外で SWCorp が把握している施設に、廃棄物中継基地と小型焼却炉がある。

廃棄物中継基地は、廃棄物の収集運搬の効率化を図るために設置される施設で、あくまで廃棄物の中継を行うのみであり、処理は行っていない。

表 7　マレーシアの廃棄物中継基地（JPSPN, 2019）

No.	場所	中継基地	処理能力	実際受入量
			トン/日	
1	Johor Bahru	Taruka Transfer Station	400	899
2	Pulau Pinang (Mainland)	Ampang Jajar Transfer Station	1,100	1,100
3	Pulau Pinang (Island)	Batu Maung Transfer Station	800	800
4	Shah Alam	Shah Alam Transfer Station	850	150
5	Kuala Lumpur	Taman Beringin Transfer Station	2,300	2,300

小型焼却炉については、離島や遠隔地で最終処分が困難な地域に設置されている。

表 8　マレーシアの小型焼却炉（SW Corp, 2019）

No.	場所	小型焼却炉	処理能力（トン/日）
1	Langkawi Island	Pulau Langkawi Mini Incinerator	100
2	Pangkor Island	Pulau Pangkor Mini Incinerator	20
3	Cameron Highlands	Cameron Highlands Mini Incinerator	40
4	Tioman Island	Pulau Tioman Mini Incinerator	15

リサイクル

リサイクル実施の概況

一般的に、様々な部門から排出されたリサイクル可能な材料は、複数の段階を経て回収され、発生源で分別されるか、または発生から最終処分までの間に市場主導型で様々な関係者によって回収される（**図 12**）。

- 世帯・商業・機関・産業別のソースでの分離
- 地域社会、政府機関、組織、その他の団体によるキャンペーンによる回収
- 慈善団体の活動による回収
- 学校活動・キャンペーンによる回収
- 廃棄物処理業者、リサイクル業者、仲買人による回収
- インフォーマルセクター、個人のピッカー/スカベンジャーによる収集
- 産業プロセスや市場から直接発生するリサイクル可能なリターン/リジェクト

また、農村部では、輸送にかかる物流コストが見合わず、一般的にリサイクル可能な材料がリサイクルのために回収されていない場合がある。

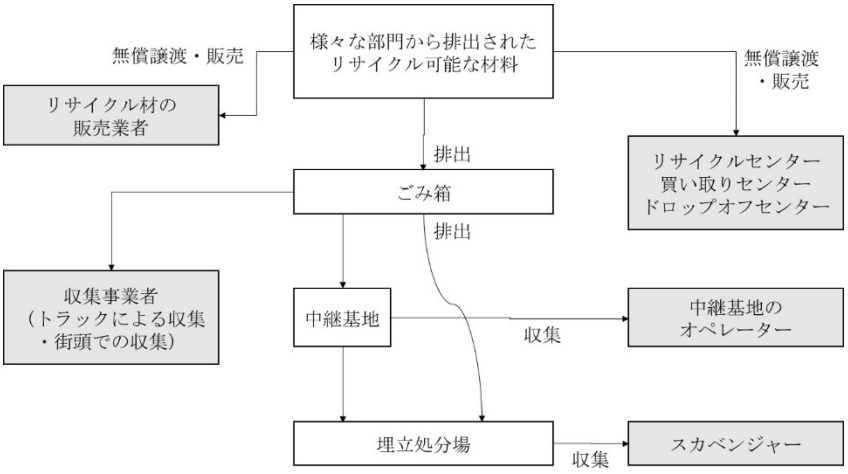


図 12　マレーシアの一般的なリサイクルフロー（イメージ）

市場でのリサイクル可能な材料の取引活動はすでに確立されており、中には 50 年以上も

前からこのビジネスに携わっている事業者もいることが知られている。しかし、すべてのリサイクル活動が正式な方法で行われているわけではなく、リサイクル品の非正規な収集活動も非常に活発に行われている。

非正規のリサイクル活動

現在マレーシアの市場で見られる非正規な回収活動のうち、代表的なものは以下の通りである。

- Door-to-Door のリサイクル業者は、民生家庭部門や民生商業部門などから分別されたリサイクル可能な材料を購入する。
- ストリートピッカーは、路上や市場、公共の場所を歩き回って、トロッコ、トライショー、バイクなどでリサイクル可能な物を拾う。
- 回収トラックの作業員は、廃棄物収集活動と一緒にリサイクル可能な物を分別する。回収業者の中には、回収中のリサイクル物の回収を禁止しているところもあるが、ほとんどのトラック作業員は副収入を得るためにそれを行っている。
- 埋立処分場の清掃員も、埋立処分場でリサイクル物を回収している。マレーシアの一部の衛生埋立式の処分場ではスカベンジャー活動が禁止されているが、ほとんどの埋立地ではまだスカベンジャーが活動している。

非正規なリサイクルルートは、リサイクル品の市場需要に大きく依存している。リサイクル業者やスカベンジャーは、市場での販売価格が高いものだけを選ぶ傾向がある。ガラス瓶のような価格の低いものはあまり好まれない。

図 13　様々な人々が非正規なリサイクル活動を行っている

図 14　非正規なリサイクル活動により周囲の環境汚染も発生している

図 15　廃プラスチックのリサイクル処理

図 16　E-waste の 解体

3.2.5　廃棄物発電に関する検討状況・関連制度

廃棄物発電の計画地

住宅自治省（KPKT）は、従来の最終埋立処分場中心の処理方法をフェーズアウトし、代替処理方法に移行する意向であり、2025 年までにマレーシア全土で 6 ヵ所（閉鎖済みまたは既存の最終処分場、中継基地）に廃棄物発電施設を導入する方針を示している。ジョホール州では 2 カ所の計画があり、本事業で検討している対象は Seelong Landfill サイトである。なお、Bukit Payong Closed Landfill サイトでは、現在、入札が行われている。

表 9　廃棄物発電施設の設置が検討されている候補サイト一覧（JPSPN、2020）

No.	州	候補サイト	現状の受入量（トン/日）
1	Kedah	Semeling Landfill, Gurun	450
2	Pulau Pinang	Pulau Burong Landfill, Seberang Prai	2,000
3	Perek	Lahat Landfill, Ipoh	650
4	Selangor	Jeram Landfill, Klang	3,000
5	Kuala Lumpur	Taman Beringin Transfer Station	2,300
6	Melaka	Sungai Udang Landfill	900
7	Terengganu	Marang Landfill, Marang	100
8	Pahang	Jabor-Jerangau Landfill, Kuantan	500
9	Negeri Sembilan	Tanah Merah Landfill, Port Dickson	585
10	Johor	Bukit Payong Closed Landfill, B. Pahat	287.5
11	Johor	Seelong Landfill, Johor Bahru	3,164

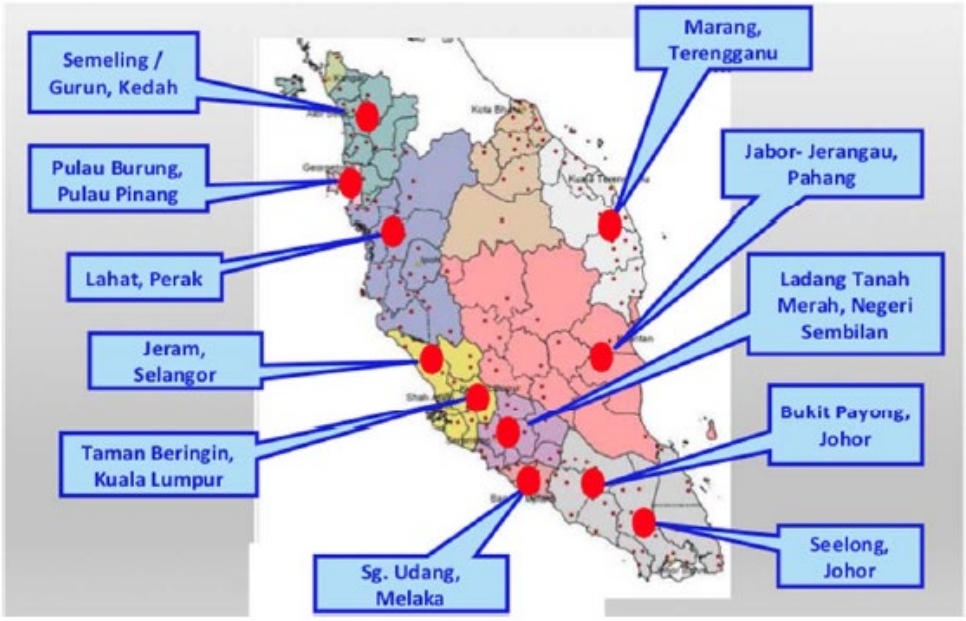


図 17　廃棄物発電施設の設置が検討されている候補サイト一覧（JPSPN、2020）

調達制度

JPSPN による直接調達

JPSPN には、技術評議委員会（JKPTPSK）があり、JPSPN に提案される全ての廃棄物処理技術は、同委員会により事前審査を経ないと、次の正式な提案ステップに進めない。同委員会は、4 案件以上の提案が集まった段階で不定期に開催される。同委員会の審査を通過した案件は、正式に提案依頼（RFP）または入札が行われる。

PPP 事業以外では、予算規模等に応じて、JPSPN が直接調達を行う場合がある。PPP 案件は、首相府内にプライベート・ファイナンス・イニシアティブ・ユニット（UKAS）の調達プロセスを経る必要がある。JPSPN による直接調達の場合は、中央政府の通常の調達プロセスを経ることになっており、議会の承認は不要である。

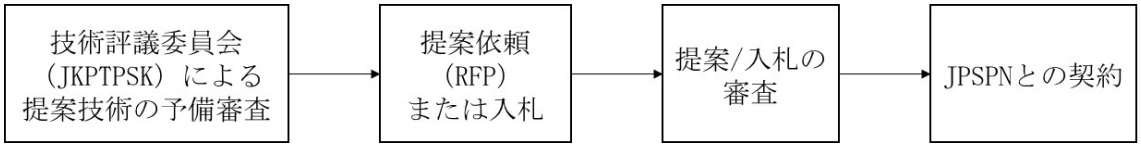


図 18　JKPTPSK の役割と審査プロセスの概念図 [3]

PPP 制度と調達

マレーシア政府は、第 9 次マレーシア計画（2006～2010 年）において、公共施設の設置・管理の効率化を進め、政府支出を削減するため、PFI（Private Finance Initiative）を導入した。同施策を推進するため、首相府内にプライベート・ファイナンス・イニシアティブ・

[3] 2020 年に IGES が JPSPN にヒアリングを行った結果を基に作成

ユニット（Private Finance Initiative Unit、マレーシア語で UKAS）が 2009 年に設置された。

UKAS では、PPP 方式を PFI と民営化（Privatization）の二通りに分類している。

表 10　マレーシアにおける PPP 方式のカテゴリ（UKAS，2020）

PPP 方式	プロジェクト費用	営業許可期間	支払済み資本金
民営化 （Privatization）	> RM2,500 万	7 年間以上	RM275,000 以上
PFI	> RM 1 億	通常 15～25 年間 (ﾋﾞｼﾞﾈｽﾓﾃﾞﾙによる)	

全ての PPP プロポーザルは、民間企業が関連省庁に提案し、関連省庁での検討を経て、正式に UKAS に提案され、審査が行われる（審査プロセスは図 25 を参照）。

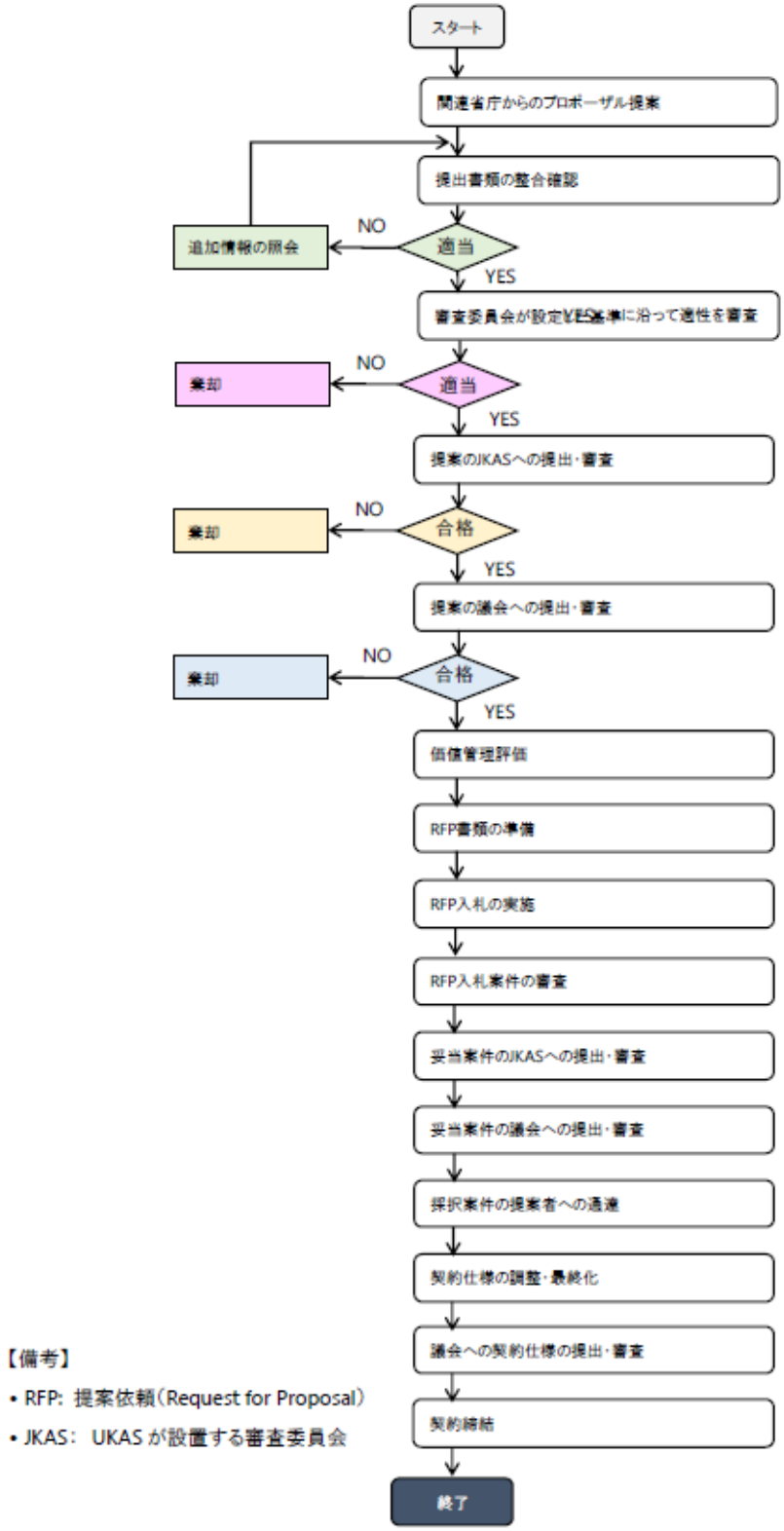


図 19　マレーシアにおける PPP プロポーザルの提出・審査・採択手順フロー[4]

[4] UKAS(2020)を基に IGES が作成

FIT 制度

マレーシアでは、持続可能エネルギー開発庁（SEDA）を通じて、固定価格買取制度（FIT）が発行されている。焼却発電や AD 等の廃棄物発電の FIT は、バイオマス（廃棄物）分野に該当する。バイオマス（廃棄物）分野の最新の FIT 単価を下表に示す。

再生可能エネルギーの導入条件事項	FIT 単価（RM/kWh）
(i) 10MW 以上	0.3085
(ii) 10MW 超、20MW 以下	0.2886
(iii) 20MW 超、30MW 以下	0.2687
以下要件を一つ以上満たした場合のボーナス FIT 単価	
(i)ガス化技術の採用	+0.0199
(ii)上記発電システムを採用し、全体の効率が 20%以上	+0.0100
(iii)国内で生産又は組み立てられたボイラまたはガス化を採用	+0.0500

廃棄物発電に関する最新の検討状況

現地メディア[5]によると、コロナ禍の影響でマレーシア国内での廃棄物発電の導入計画が遅延している。例えば、試験・試運転（T&C）を実施するために、技術提供を行う海外企業（韓国、日本、ドイツなど）の担当者が現地に渡航できない、等の理由が挙げられている。一方で、政府（KPKT）としては「各州に少なくとも 1 つの廃棄物発電施設を建設する」というビジョンを掲げており、イスカンダル地域の Seelong 最終処分場にも廃棄物発電の導入の予定があることが示唆されている。

[5] The Malaysian Reserve, Malaysia's WTE construction remains challenging (2021 年 1 月 4 日付) (https://themalaysianreserve.com/2021/01/04/malaysias-wte-construction-remains-challenging/)

3.3　マレーシア国におけるジョホール州での廃棄物発電事業の進捗の確認

本年度事業ではマレーシア政府が進める廃棄物発電事業の進捗確認を実施した。

連邦政府の計画によると、マレーシア全体で 11 カ所、ジョホール州で 2 カ所の廃棄物発電が計画されている（下表参照）。イスカンダル地域の対象プロジェクトは下表の No. 11 である。

表 11　マレーシア連邦政府の廃棄物発電導入計画地

No.	州	候補サイト	現状の受入量 (t/日)
1	Kedah	Semeling Landfill, Gurun	450
2	Pulau Pinang	Pulau Burong Landfill, Seberang Prai	2,000
3	Perek	Lahat Landfill, Ipoh	650
4	Selangor	Jeram Landfill, Klang	3,000
5	Kuala Lumpur	Taman Beringin Transfer Station	2,300
6	Melaka	Sungai Udang Landfill	900
7	Terengganu	Marang Landfill, Marang	100
8	Pahang	Jabor-Jerangau Landfill, Kuantan	500
9	Negeri Sembilan	Tanah Merah Landfill, Port Dickson	585
10	Johor	Bukit Payung Closed Landfill, B. Pahat	2,875
11	**Johor**	**Seelong Landfill, Johor Bahru**	**3,164**

ジョホール州における廃棄物発電候補地としては Seelong 最終処分場（上表の No.11）と Bukit Payong 最終処分場（上表の No.10）の 2 か所がある。この 2 か所の内、イスカンダル地域外の 1 か所（Bukit Payong）において 2020 年、先行して廃棄物発電事業の入札が開始された。イスカンダル地域の廃棄物発電も類似の入札が行われる可能性があると考え、先行する Bukit Payong の入札状況について進捗を確認することとする。

3.3.1　Bukit Payong での廃棄物発電施設建設計画について

2020 年 8 月に発表されたジョホール州 Bukit Payong での廃棄物発電施設建設計画の入札仕様書（Request for Proposal）によると、本事業は PPP 方式による設計・建設・資金調

達・運営・維持管理・閉鎖の契約により実施され、コンセッション期間終了後、コンセッション企業は全ての施設を解体し、土地と関連資産をマレーシア政府に譲渡するものとなっている。支払いに関しては、パフォーマンスとサービスレベルの遵守に基づくものとする。

プロジェクト要件として、マレーシア政府は、ジョホール州北部から排出される商業・産業・施設廃棄物を含む、少なくとも 800 t/日（292,000 t/年）の固形廃棄物処理施設を調達することを求めている。また、入札者は以下のパラメータに準拠していることを証明する必要がある。

- マレーシア資本が 51%以上の企業であること。
- 自治体固形廃棄物処理施設および埋め立ての管理経験があること。
- 最低 800 トン/日の処理能力を持つ固形廃棄物管理施設の管理経験があること。
- 提案する技術ソリューションが、少なくとも 3 年間の実績を有すること。
- 提案する技術が年間 8000 時間以上稼働していること。

また、契約固形廃棄物の処理および処分に加え、コンセッション契約は、回収材料または製品（エネルギー（または電力） を含む）の移動および販売、ならびに廃棄物および処理残渣の移動、輸送、処分を含む廃棄物処理からの すべてのアウトプットの管理も含めるものとなっている。入札者は、計画的及び非計画的なメンテナンスのために施設が稼動していない場合、全ての契約固形廃棄物の管理及び処分に関する詳細を解決策に含めるものとする。上記事項に関するすべての費用は、ゲートフィーによって回収されなければならず、マレーシア政府が別途支払いを行うことはないものとされている。

入札仕様書では、入札スケジュールが表 12 の通り記載されている。本スケジュールはプロジェクトに関連する重要な日付のうち、納品全体から見て重要なもの、あるいは遅延した場合に契約上の影響を受けるものを記載している。

表 12　**主要スケジュール**

Milestone	Date	Contractual Consequence
Contract signing	1 August 2021	
DEIA completion	31 July 2022	
Planning application submission	31 July 2022	
Planning permission	31 July 2022	

Planning Application Longstop Date	31 October 2022	Failure to submit Planning Application by Planning Application Longstop Date by the Longstop may lead to CA being void.
Planned Works Commencement Date	1 August 2022	Failure to commence the Works by 6 Months after the Planned Works Commencement Date is a Concessionaire's Default
Testing and Commissioning Period	1 May 2025 to 31 July 2025	
Planned Services Commencement Date	1 August 2025	
Readiness Longstop Date	6 Months after the Planned Readiness Date	Failure to obtain Readiness Certificate by Readiness Longstop Date is a Concessionaire's Default
Acceptance Longstop Date	6 Months after the Planned Services Commencement Date	Failure to obtain Acceptance Test Certificate by Acceptance Longstop Date is a Concessionaire's Default
Expiry Date	The 25th anniversary of the Services Commencement Date, unless extended by mutual agreement	

3.3.2 進捗確認結果

本年度は IRDA を通して Bukit Payong での廃棄物発電入札案件について、業者選定の進捗状況や選定候補者の件を含め情報収集を実施したが、信頼性の高い情報は得ることはできなかった。その原因として COVID-19 の影響によりスケジュールに遅れが出ていることが挙げられる。計画では、2021 年 8 月には選定業者との契約締結を予定していたが、2022 年 2 月末時点で入札結果は発表されていない。

事業者選定後も環境アセスメントなどの手続きが必要となるため、建設時期も当初スケジュールより後ろ倒しになると予想される。それに伴い、Seelong 最終処分場における廃棄物発電事業は、さらに時間を要する可能性が高いものと考える。

3.4　現地企業との連携可能性の検討

今回地域ニーズを反映させた、より最適な廃棄物発電の導入を実現させるため、現地企業との連携可能性を検討すべく、SWM Environment Sdn. Bhd.（SWMSB）との協議を実施した。前述の通り、「固形廃棄物・公共清掃管理法（Act 672）」を受け入れている地域では、廃棄物処理（現状は、埋め立て処分）についてコンセッション形式で民間委託を行っている。マレー半島南部で廃棄物処理のコンセッションを請け負っている企業は SWMSB であり、同社が管理している最終処分場の一つに Seelong 最終処分場が含まれている。前述の通り、この Seelong 最終処分場と Bukit Payong 最終処分場の 2 カ所が、ジョホール州における廃棄物発電候補地である。Bukit Payong では 2020 年に廃棄物発電事業の入札が開始されているため入札書類を分析したところ、入札条件はわが国での廃棄物発電事業の PFI 型入札と比較して、次に示す 3 点を含め民間事業者の責任範囲（リスク）が相当大きいものであることを確認した。

- 技術提供者は、現地企業と**JV を組む**必要がある
- **民間事業者にリスクが大きい**（提案に必要な現地情報（廃棄物の発生源、組成、日別の収集量 等）の収集を独自に行う必要がある）
- **処理費（Gate fee）を自ら設定**する必要がある。また、運用が失敗した場合の**ペナルティ**等も設定される。

上記を踏まえると、事業に取り組んでいくためには、現地企業と連携して可能な限り廃棄物の性状や量等の情報を収集していく必要があると考えられる。そのため、本年度は SWMSB と継続的に協議を実施し現地の廃棄物の質・量データの取得を目指した。

3.4.1 SWM Environment Sdn. Bhd.との協議

（1）実施概要

SWMSB との協議は本事業の期間中 2 回実施された。各協議の実施概要を以下に記す。

① 第一回協議

会議名	都市間連携（北九州市―イスカンダル）Knowledge sharing session（SWM Environment）	
日 時	2021 年 10 月 18 日 17 時 00 分～18 時 00 分	
場 所	Microsoft Teams	
出席者（敬称略）	SWMSB	Mohd Norlisam Bin Mohd Nordin
	IRDA	Velerie Siambun
	北九州市	有田、山根
	日鉄エンジニアリング	木下、真名子、谷垣、遠藤
	NTTDIOMC	村岡、濱中、吉川

② 第二回協議

会議名	都市間連携（北九州市―イスカンダル）Knowledge sharing session（SWM Environment）	
日 時	2021 年 11 月 19 日 10 時 00 分～10 時 30 分	
場 所	Microsoft Teams	
出席者（敬称略）	SWMSB	Mohd Norlisam Bin Mohd Nordin
	IRDA	Velerie Siambun
	北九州市	有田、永原、白井
	日鉄エンジニアリング	木下、真名子、谷垣、遠藤
	NTTDIOMC	濱中

（2）協議結果

① 第一回協議

10 月に実施した第 1 回目の打ち合わせでは、今後 SWMSB との連携体制を作っていくことを目的に、本事業で廃棄物発電の技術面での検討を実施している（株）日鉄エンジニアリングの事業内容説明やイスカンダル地域における廃棄物発電の進捗状況についての情報共有を実施した。

i. 廃棄物発電の処理容量について

令和 2 年度日鉄エンジニアリングが実施した技術面での検討では都市廃棄物(MSW)の想定数値を 500 トン/日としていた。しかし、SWMSB との議論の中でイスカンダル地域・Seelong 最終処分場においては実際の数値が 3~4 倍の 1500～2000 トンになることがわかった。そのため、廃棄物の受入量をもとに技術仕様の想定をアップデートすることが必要となった。

ii. マレーシアにおける廃棄物発電について

SWMSB は Seelong 最終処分場の発注後は、契約の業務範囲に従って埋立地や処分場を管理している。SWMSB は今までマレーシアの廃棄物管理・処理施設を向上させる方法について、何度か政府に提案をしてきたが、コンセッション企業は政府との契約範囲を逸脱することが出来ないため、なかなか活動範囲を広げることが出来ない状況とのことだった。また、廃棄物発電に着手する場合、通常の埋め立て地での操業で与えられている金額で廃棄物発電の投資を回収できるかもわからないという意見であった。

そのため、もし Seelong 最終処分場でパイロットプロジェクトを実施する場合に、資金面でも技術面でも日本の支援を受けることが出来れば廃棄物発電の構築は可能との意見だった。日鉄エンジニアリングの技術を活用することにも前向きであり、IRDA を中心に投資を募ることはできないかとのことだった。

SWMSB としては廃棄物発電事業を実施するにも今後の見通しが立っていないため、IRDA や日本企業の支援を必要としているものと思料する。現に SWMSB はジョホール州北部やムラカ州にも廃棄物発電に関するプロジェクトを進めているが、マレーシアでは政治的なものも入札の決定に関わるため入札が取れるかは不透明である。

SWMSB によると、WtE に関する技術提供者からのアプローチを今までも何度か受けており、以前は国への貢献の一環として情報を提供していた。しかし、今までその情報提供によって利を得ることはできなかったため、もし情報提供をするのであれば両者間で契約を結ぶことで実行の最後まで SWMSB が関われるような形を望んでいる。

本打ち合わせでは、今後も連携に向けて協議を実施すること、Seelong 最終処分場のデータの提供について承諾を頂き、引き続きメール等でやり取りを実施することを取り付けた。

② 第二回協議

第二回目の協議は、Seelong 最終処分場で処理されている廃棄物のごみ質についての議論を主として実施された。

廃棄物品質データの提供について議論を実施したところ、SWMSB は、廃棄物の品質分析を政府から要求されている範囲ではないため行っていないことが分かった。また、大学や政府機関のグループが Seelong 最終処分場で廃棄物分析を行うことを支援しているが、通常、分析結果は SWMSB には共有されないことから、廃棄物の品質データを保有していな

いということであった。

SWMSB からは廃棄物品質データの取得方法について以下 4 案が提示された。

1) UTM（マレーシア工科大学）が近々Seelong 最終処分場で廃棄物分析調査を実施する予定であるため、その廃棄物分析結果（発熱量、化学組成、灰分・水分・可燃物量）を提供していただくように依頼する。
2) 日鉄エンジニアリングが Seelong 処分場に出向いて調査を行う。
（現在の COVID-19 のマレーシア入国検疫要件を考慮すると、実現不可能）
3) 廃棄物サンプル（50kg）を日本に送り、日本で廃棄物分析を行う。
（廃棄物の輸出に関する法律や規制の問題から現実的ではない）
4) SWMSB は、日鉄エンジニアリングが調査方法を詳細に指示することを条件に、廃棄物分析を実施できる現地企業を紹介する。（本事業期間内に完了できない可能性がある）

一番現実的な案が 1）であるため、SWMSB に対して UTM の調査データを提供いただくように依頼した。しかし、UTM による廃棄物分析調査に遅延が生じたことで、本事業期間内にはデータを得ることが出来なかった。今後も SWMSB とはコンタクトを継続していき、廃棄物の品質データを入手することで、廃棄物発電をはじめ MSW を活用したビジネス展開を目指していきたい。

3.5　技術面の検討のアップデート

3.5.1　適用技術

本検討では、ストーカ炉技術の適用による廃棄物発電施設の導入を前提とする。我が国は廃棄物発電施設による一般廃棄物処理が世界で最も普及した国の一つであると共に、ストーカ炉式焼却炉、流動床式焼却炉、及びガス化溶融炉等、様々な廃棄物処理方式が導入され、長期にわたり安定的に稼働されている。また、我が国の法規制に上乗せされる形で各自治体が追加的に条例で定めることにより設定された、世界で最も厳しい環境基準を満足する為に、焼却灰及び飛灰の処理・安定化技術や高度排ガス処理技術も開発・導入されている。これらの事から、本事業では我が国の世界最先端レベルの廃棄物発電技術のマレーシアへの展開を検討する。

日鉄エンジニアリングのストーカ炉式廃棄物発電技術の利用実績は、全世界で 500 基以上を数える。これらの施設は、年間 300～330 日間の運転を前提として設計されており、多くの施設で長期安定稼働を実現している。一般に、廃棄物発電施設の年間稼働日数が多いほど年間発電量（売電量）が向上する。一方、年間廃棄物処理量が一定の場合、廃棄物発電施設の稼働日数が少なければ、それだけ施設規模（一日当たり処理量）を大きくする必要があると共に、施設休止期間中の廃棄物の適正処理についても方途を検討しなければならず、初期投資費用等の増加につながる。これらの観点から、年間稼働日数が長く安定的に処理できる日鉄エンジニアリング製の廃棄物発電施設は、廃棄物の適正処理と経済性を求める現地のニーズに合致する技術であると言える。

加えて、日鉄エンジニアリングではボイラの高温高圧化、過熱器の材質の最適化、(燃焼)空気比低減、排ガス温度低減、タービン排気圧力低減等の取組みにより、施設による発電端効率 25～28%を実現している。このような高効率発電による発電収入の最大化に関わる取組みは、廃棄物処理に関する財政上の問題を抱える現地行政府にとって歓迎されるものと思料する。

今回提案する日鉄エンジニアリングの廃棄物発電施設の技術的特長は以下の通りである。また、施設の全体フロー図（参考）を**図 20** に示す。

① 多様なごみ質への対応
　・低位発熱量 1,200～ 5,000 kcal/kg まで安定燃焼可能
② スケールアップ性
　・１系列あたり最大 1,200 トン/日 まで処理可能
③ 高効率発電
　・発電効率 最大 30%まで達成可能
④ 高度排ガス処理

・ニーズに応じて多様な技術を提供可能（乾式、半乾式、湿式処理）

⑤ 安定稼働

・年間稼働時間 8,000 時間超を達成

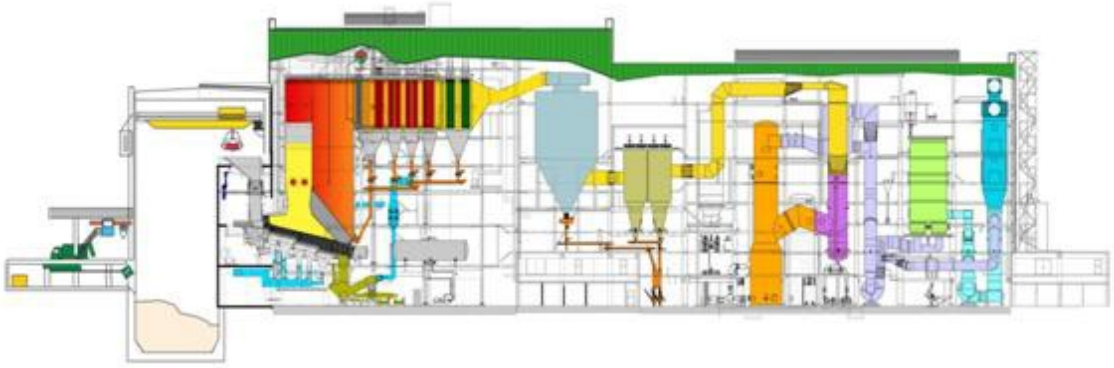


図 20：廃棄物発電施設全体フロー図（参考）

3.5.2 検討方法

本検討では、廃棄物発電導入に向けた技術検討として、本事業の共同実施主体である、公益財団法人地球環境戦略研究機関・北九州アーバンセンター（制度面での検討を担当。以下「IGES 北九州」）によるマレーシア国の廃棄物関連法制度や一般廃棄物の排出状況や排出される廃棄物の性状等に係る調査結果、及びイスカンダル地域開発庁からの現地最新情報や現地行政機関・自治体の意向に係る情報を基に、2021 年度に検討した廃棄物発電施設（以下「本施設」）の基本技術仕様を見直したうえ、建設費用及び運営・維持管理費用（概算）を改めて算定する。

なお、マレーシア国での現地調査は、新型コロナウイルス感染症の感染拡大に伴い、マレーシア国への入国制限措置が本事業期間中も引き続き執られたことにより、実施できなかった。

3.5.3 施設仕様の前提条件

計画ごみ処理量

令和２年度の調査では、本施設の処理規模は、イスカンダル地域開発庁と協議した結果、一般廃棄物 500 トン/日を焼却処理することを想定し、500 トン/日（１系列）に設定した。その後のイスカンダル地域開発庁及び SWMSB との協議を経て、本地域での廃棄物焼却対象ごみ量は約 1,500 トン/日である事が明らかになったため、本調査における施設処理規模は、① 500 トン/日・炉×３炉、② 750 トン/日×２炉、の２通りとして、ケーススタディを行った。

なお、本施設の年間稼働可能日数は、333 日（8,000 時間/年）に設定した。

計画ごみ質

ごみ質は、岡山大学大学院環境学研究科の藤原健史教授らの研究グループにより 2011 年及び 2013 年に実施された、Seelong 最終処分場（イスカンダル地域における５つの自治体から排出されるごみを処分）のごみ質調査結果を基準ごみ（基本設計値）に設定した。なお、ごみの化学組成の各割合は、その和が可燃分組成割合と等しくなるように、日鉄エンジニアリングにて補正を行った（表 13 参照）。

表 13 計画ごみ質

項目		単位	基準
低位発熱量		kcal/kg	1,591
三成分	水分	wet%	56.90
	灰分	wet%	8.20
	可燃分	wet%	34.90
化学組成	炭素（C）	wet%	18.90
	水素（H）	wet%	2.70
	酸素（O）	wet%	12.67
	窒素（N）	wet%	0.39
	硫黄（S）	wet%	0.05
	塩素（Cl）	wet%	0.19

出典：Norbaizura, Siti, M.R. & Fujiwara, Takeshi (2013). Characterization of Household waste in Iskandar Malaysia and its Suitability for Alternative Waste Handling Methods.『土木学会論文集 G（環境）』Vol.9, No.5：I_209-I_216. 掲載のデータを基に日鉄エンジニアリングが作成

その他の前提条件

（１） 施設建設用地

本施設の建設用地は、まだ本事業が形成段階であるため未確定であるが、イスカンダル地域開発庁との協議の結果、Seelong 最終処分場の隣接地と想定した。また、当該建設用地は、その敷地面積や形状、搬入道路、電気・水道等のインフラ、及び土地利用規制等の点において、本施設の計画や建設に特段の制約を与えない条件であることを前提とした。

（２） 環境基準

マレーシア国における廃棄物発電施設に係る環境基準（IGES 北九州及び現地コンサルティング会社による調査結果）を以下の①～④に示す。本事業における廃棄物発電施設は、下記①～④に準ずるものとし、特に排ガス規制値は、自治体による上乗せ規制値は考慮しないものとする。

① 排ガス基準

廃棄物発電施設に適用される排ガス基準（環境質法（大気）規制（Environmental Quality (Clean Air) Regulations, 2014））を表 14 に示す。

表 14 マレーシア国の排ガス基準

項目	単位	基準値
前提条件（酸素濃度）	%	11
ばいじん	mg/Nm^3	100
塩化水素（HCl）	mg/Nm^3	40
フッ化水素（HF）	mg/Nm^3	1
一酸化炭素（CO）	mg/Nm^3	50
二酸化硫黄（SO2）	mg/Nm^3	50
窒素酸化物（NOx）	mg/Nm^3	200
水銀（Hg）	mg/Nm^3	0.05
カドミウム（Cd）、タリウム（Tl）	mg/Nm^3	合計 0.05
鉛（Pb）、他の重金属合計	mg/Nm^3	合計 0.5
PCDD/PCDF	ng-TEQ/Nm^3	0.1

出典：Environmental Quality (Clean Air) Regulations, 2014

② 騒音・振動基準及び臭気基準

廃棄物発電施設に適用される騒音・振動基準及び臭気基準は未整備である。従い、本検討では、日本と同水準の基準値を前提に施設仕様を決定した。

③ 排水基準

排水に係る基準値（環境質法（排水）規制（Environmental Quality (Industrial Effluent) Regulations 2009）及び環境質法（固形廃棄物の中継基地及び埋立処分場の汚染管理）規制（Environmental Quality (Control of Pollution from Solid Waste Transfer Station and Landfill）Regulations 2009）を表 15 に示す。

表 15　マレーシア国の排水基準

項目	単位	A 基準 1)	B 基準 1)	浸出液 2)
温度	℃	40	40	40
pH	-	6.0-9.0	5.5-9.0	6.0-9.0
BOD (20℃)	mg/L	20	50	20
COD	mg/L	120	200	400
浮遊固体	mg/L	50	100	50
水銀	mg/L	0.005	0.05	0.005
カドミウム	mg/L	0.01	0.02	0.01
六価クロム	mg/L	0.05	0.05	0.05
三価クロム	mg/L	0.20	1.0	0.20
ヒ素	mg/L	0.05	0.10	0.05
シアン化物	mg/L	0.05	0.10	0.05
鉛	mg/L	0.10	0.5	0.10
銅	mg/L	0.20	1.0	0.20
マンガン	mg/L	0.20	1.0	0.20
ニッケル	mg/L	0.20	1.0	0.20
スズ	mg/L	0.20	1.0	0.20
亜鉛	mg/L	2.0	2.0	2.0
ホウ素	mg/L	1.0	4.0	1.0
鉄	mg/L	1.0	5.0	5.0
銀	mg/L	0.1	1.0	0.10
アルミニウム	mg/L	10	15	-
セレン	mg/L	0.02	0.5	0.02
バリウム	mg/L	1.0	2.0	1.0
フッ化物	mg/L	2.0	5.0	2.0
ホルムアルデヒド	mg/L	1.0	2.0	1.0
フェノール	mg/L	0.001	1.0	0.001
遊離塩素	mg/L	1.0	2.0	-
硫化物	mg/L	0.50	0.50	0.50
油	mg/L	1.0	10	5.0
アンモニア性窒素	mg/L	10	20	5
色素	ADMI	100	200	100

出典：
1) Environmental Quality (Industrial Effluent) Regulations 2009　注）「A 基準」は飲み水・生活用水の取水地点より上流地域を対象とし、「B 基準」は下流地域を対象とする
2) Environmental Quality (Control of Pollution from Solid Waste Transfer Station and Landfill) Regulations 2009

④ 灰処理基準

廃棄物発電施設に適用される灰処理基準は未整備である。従い、本検討では、日本と同水準の基準値を前提に施設仕様を決定した。

（３） 技術基準

本検討では、日本と同水準の基準値を前提に施設仕様を決定した。

施設計画

（１） ごみ処理基本フロー

ストーカ式ごみ焼却炉の基本処理フローを**図 21** に示す。なお、基本処理フローはケース①及び②いずれの場合も同じとなる。

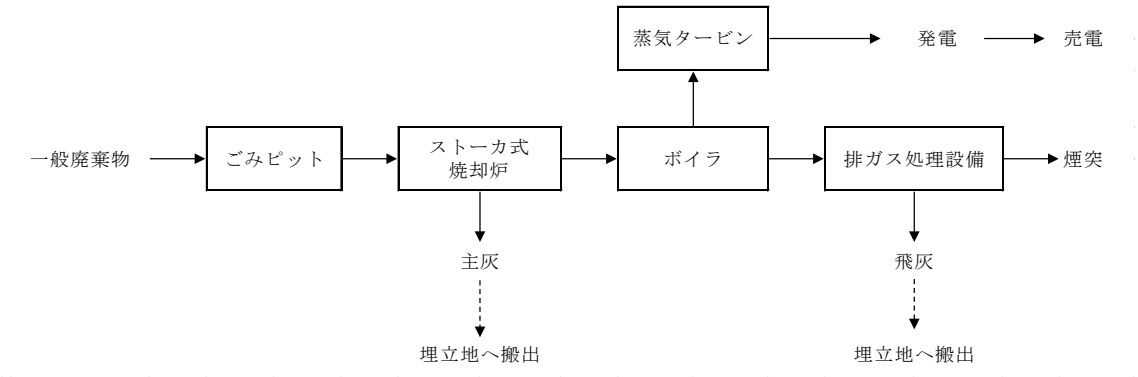


図 21 ごみ処理基本フロー

本施設に搬入された廃棄物は、ごみピットにて貯留され、ごみクレーンにて直接ストーカ式焼却炉に投入される。燃焼排ガスは、ボイラで熱回収された後に、排ガス処理設備を経由して最終的に大気へ放散される。ボイラで発生した蒸気は、蒸気タービンに送られ、発電する。焼却炉から排出された焼却主灰、及び排ガス処理設備で除去された飛灰は、埋立地に搬出される。

（２） 物質フロー

概略のマテリアルバランスを**図 22** に示す。本施設では、1,500 トン/日のごみ処理量に対し、焼却主灰及び飛灰をそれぞれ 145 トン/日、35 トン/日排出し、約 26.3 MW の売電を想定した。

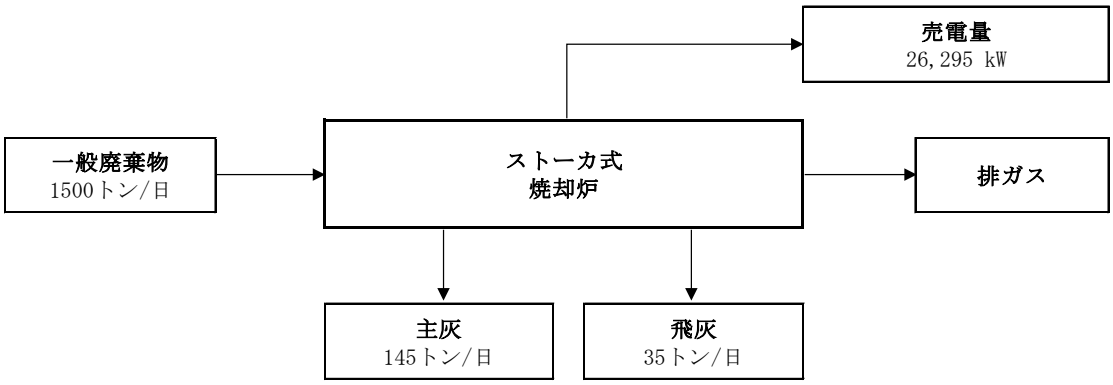


図 22　概略物質フロー

（３）　主要設備

本施設は、投入ホッパから煙突まで１系列で構成する。

主要設備は、以下の通りである。

① 受入供給	ピット＆クレーン方式
② 燃焼設備	ストーカ式焼却炉
③ 燃焼ガス冷却	廃熱ボイラ式
④ 排ガス処理	
・集じん	ろ過式集じん器（バグフィルタ）
・HCl・SOx 除去	乾式（消石灰吹込方式）
・NOx 除去	燃焼制御＋無触媒脱硝方式（SNCR）
・ダイオキシン類除去	燃焼制御＋活性炭吹込式
⑤ 発電	蒸気タービン（11 MW）
⑥ 通風	平衡通風方式
⑦ 灰出し方式	主灰ヤード＆ショベルローダ移送

（４）　プロセスフロー及び基本配置図

本施設のプロセスフロー及び基本配置図を次頁以降の**図 23～図 25** に示す。

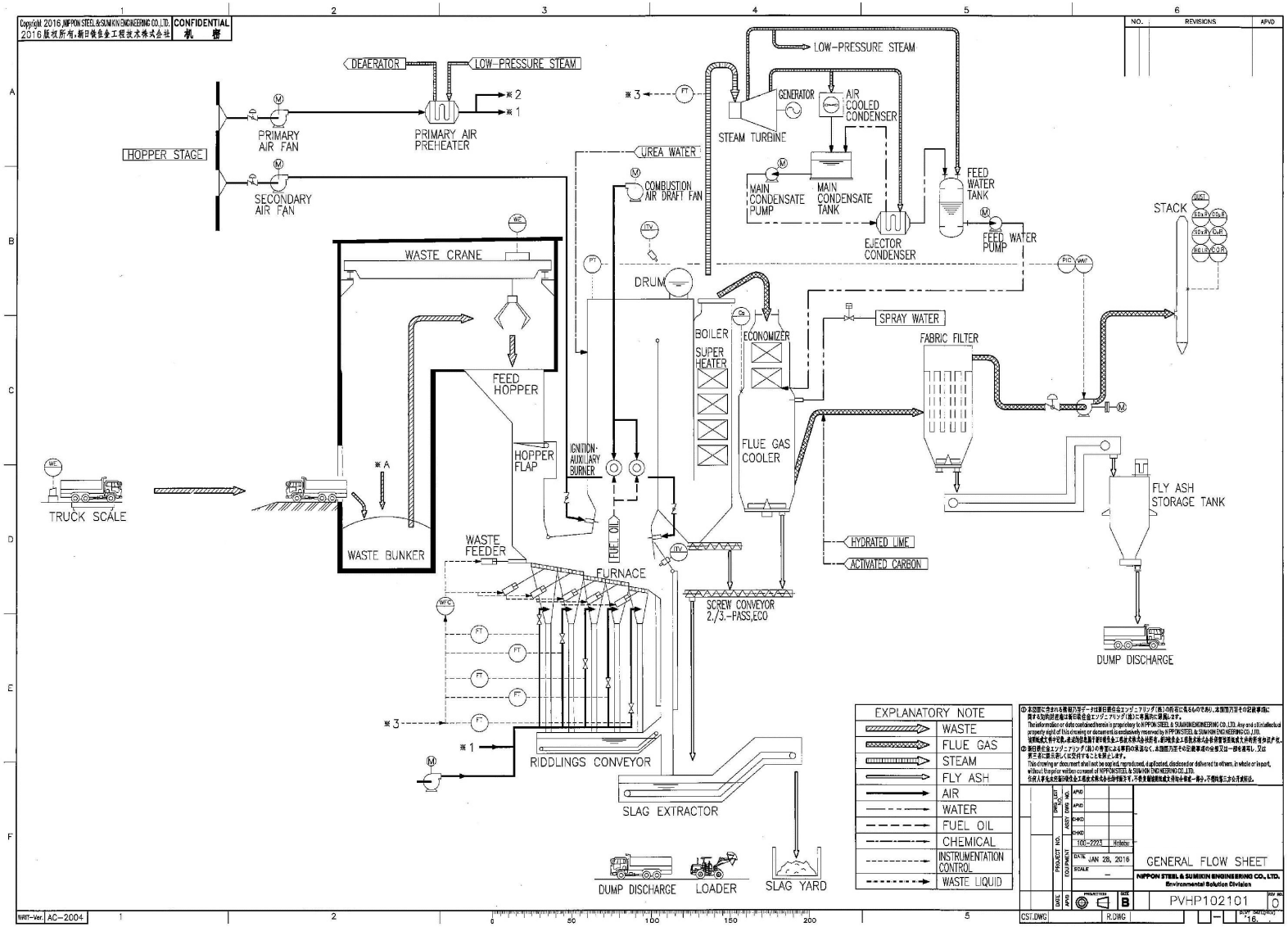
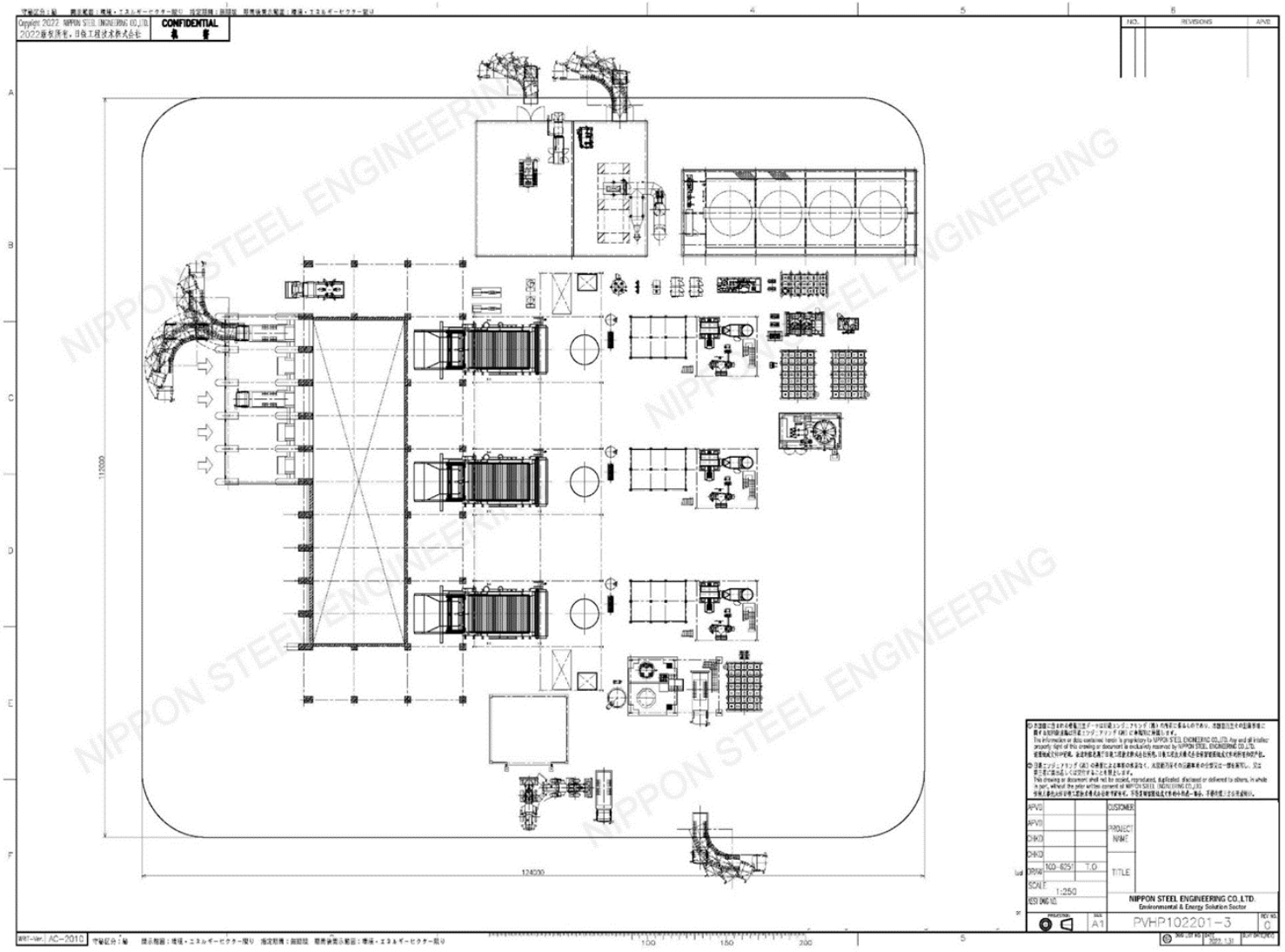


図 23　設備計画フローシート



24－１：機器配置計画（平面図：ケース①）

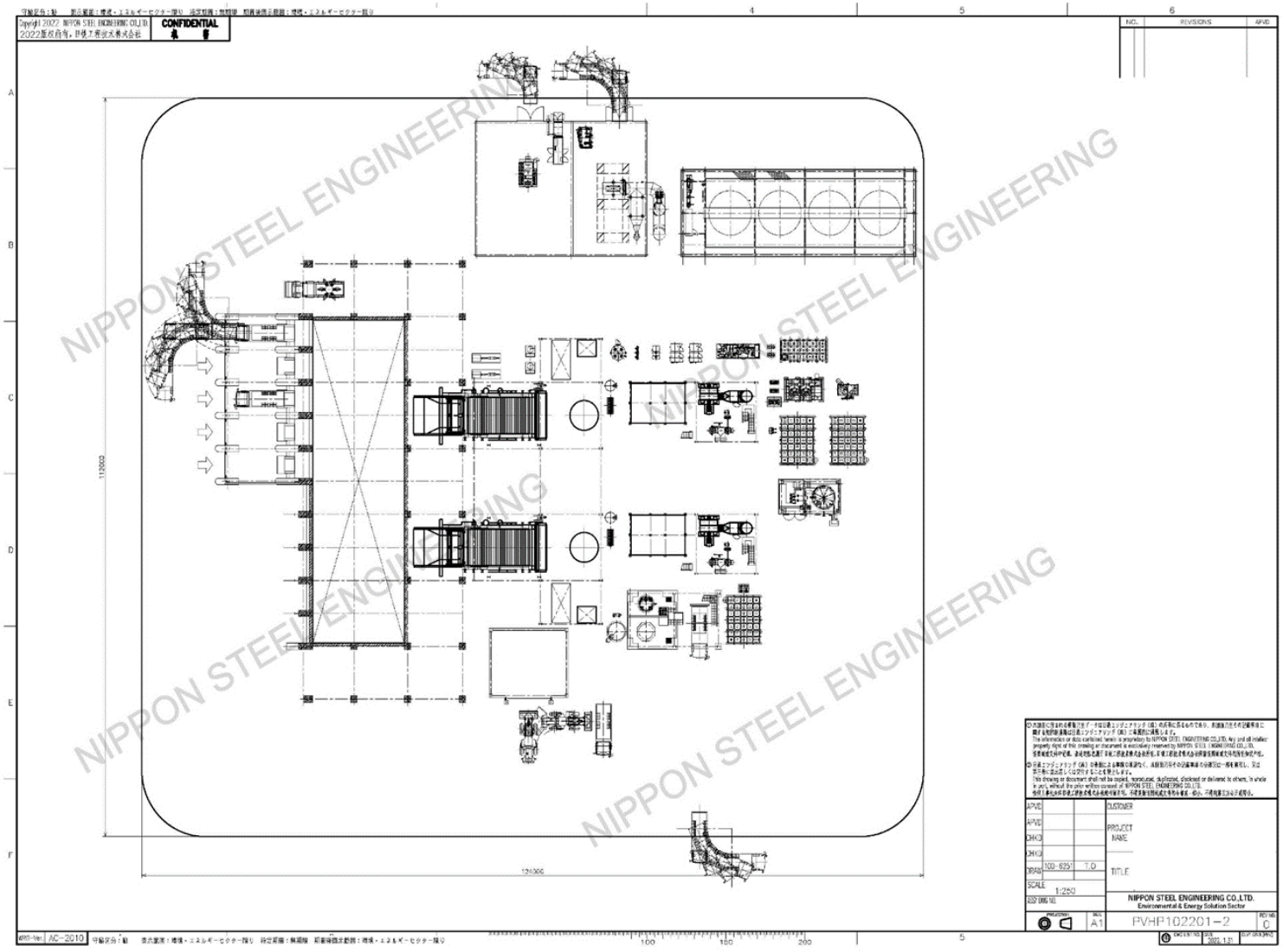


図 24－２　機器配置計画（平面図：ケース②）

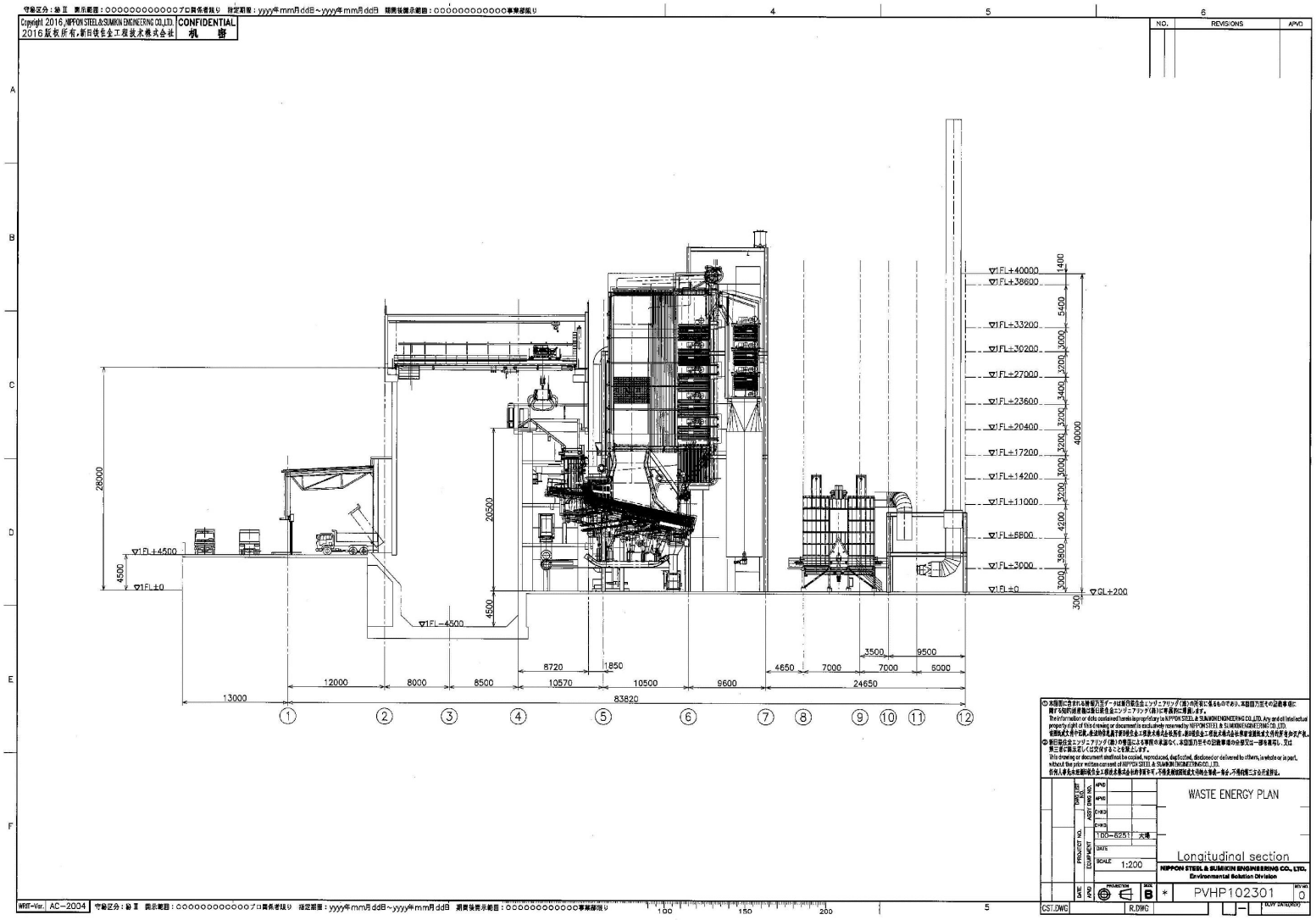


図 25　機器配置計画（立面図：ケース①②共通）

3.5.4　事業費（概算）試算の前提条件

事業費（建設費及び運営・維持管理費）の試算にあたって、想定した前提条件を**表 16** に示す。

表 16　事業費試算の前提条件

項目	前提条件		備考
	ケース①	ケース②	
処理能力	500 トン/日×３炉	750 トン/日×２炉	
事業期間	20 年（本施設の運営期間）		建設期間は３年間
年間稼働可能日数	333 日/年（8,000 時間/年）		-
蒸気条件	430℃、52 barA		-
売電可能量	210,150 MWh/年		発電量から所内動力を差し引いた値
建設用地	Seelong 最終処分場の隣接地		土地の造成工事は不要と想定

なお、建設用地（関連用地含む）の確保及び造成・地盤改良や許認可の取得、環境影響評価の実施、系統電力設備への接続工事等の費用項目は、本試算の対象外である。

3.5.5　事業費（概算）の試算

建設費（概算）

建設費（概算）の試算結果を**表 17** に示す。ごみ処理量はケース①および②ともに 1,500 トン/日であり、必要となるごみピット容量はほぼ同じとなる為、土建部門の費用はいずれのケースにおいても同様であると想定した。一方、設備に関しては、ケース①の３炉構成に対し、ケース②は２炉構成と設備点数が少なくなるため、プラント部門の費用は約 15%安くなる。

表 17　建設費（概算）の試算結果

項目	ケース① 500 トン/日×３炉		ケース② 750 トン/日×２炉	
	（億円）	（百万米ドル 1)）	（億円）	（百万米ドル 1)）
プラント部門	177	154.0	151	131.4
土建部門	35	30.5	35	30.5
合計	212	184.5	186	161.9

1) 日本円/米ドル為替レート：1 円＝0.0087 米ドル（2022 年 2 月 8 日付）

上記ケース①および②試算結果より、１炉当たりの処理規模を大きくしたケース②の方が、建設費合計としては約 12%安い試算となった。

運転・維持管理費（概算）

運転・維持管理費（概算）の試算結果を**表 18** に示す。「人件費」は、現地労務単価（想定）及び運転要員数から、「点検補修費」は長年の運転実績から想定される点検費用から、また、「用役・維持費など」は、物質収支から算出された用役使用量及び現地用役調達単価（想定）を元に算出した。

基本的に、廃棄物発電設備は自動運転であるため、人件費は令和２年度の試算結果と変わらないものとした。点検補修費は、建設費に比例して増加する為、ケース①の方が高い試算となった。用役・維持費等は、ごみ処理規模に比例して高くなるが、炉数によってはほぼ変わりはないものと考えた。なお、焼却主灰及び飛灰の運搬及び処分費は本試算の対象外である。

表 18　運転・維持管理費（概算）の試算結果

項目	ケース① 500 トン/日×３炉		ケース② 750 トン/日×２炉	
	（億円）	（百万米ドル 1)）	（億円）	（百万米ドル 1)）
人件費	1.2	1.0	1.2	1.0
点検補修費	6.4	5.6	5.6	4.9
用役・維持費等	7.5	6.5	7.5	6.5
合計	15.1	13.1	14.3	12.4

1) 日本円/米ドル為替レート：1 円＝0.0087 米ドル（2021 年 2 月 18 日付）

運転・維持管理費について、建設費同様ケース②の方が安くなる試算となった。これらの結果より、廃棄物発電設備建設時には、スケールメリットを活かし、できる限り１炉当たりの処理規模を大きくすることが望ましいと考えられる。但し、１炉当たり 1,000 トンを超える場合は、スケールアップに対する技術課題があるため、本件では、ケース②（750 トン/日×２炉構成）とする事が望ましいと考えられる。

建設工程（想定）

本施設建設について想定した建設工程を**表 19** に示す。

設計業務は、着手指示書発効後約１年間、土木建築工事及びプラント工事は、着手指示書発効後約２年半で完了するものと想定した。その後、試運転を半年間実施し、操業開始となる。

表 19　本施設建設工程表（参考）

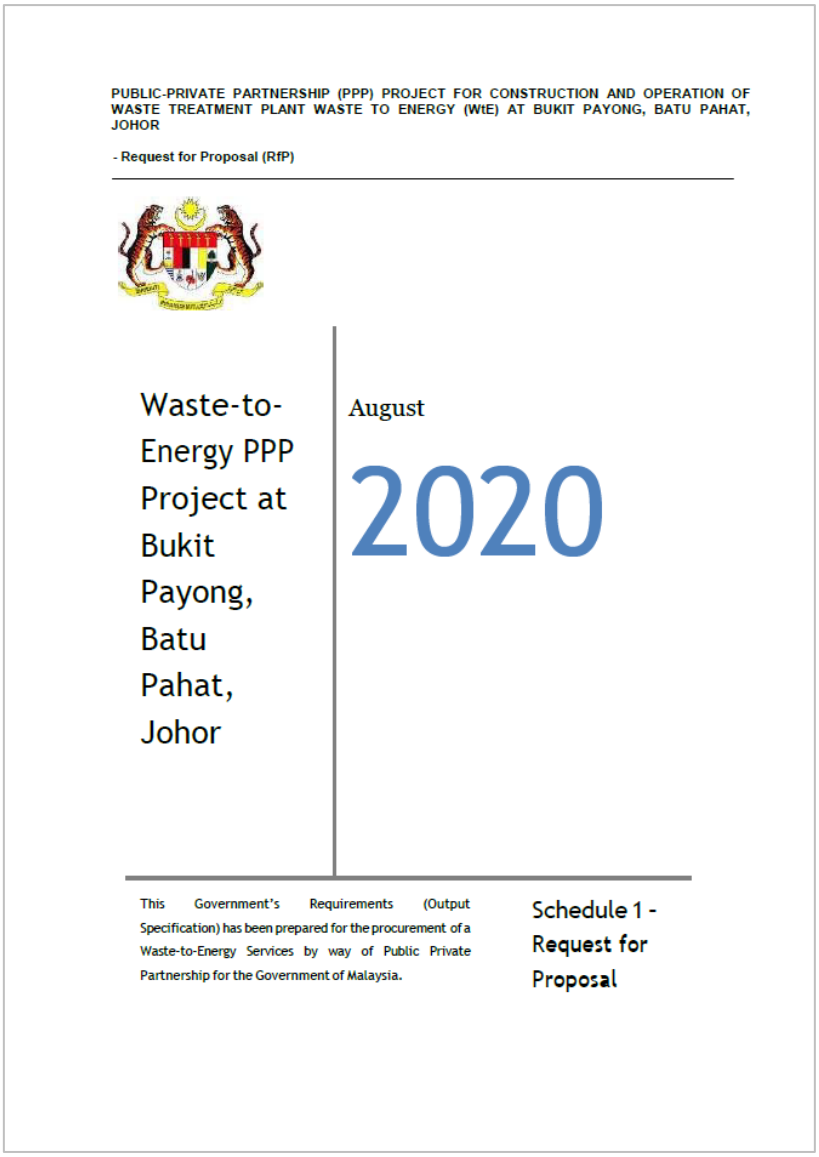
年度	1				2				3			
四半期	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ
基本設計												
詳細設計												
土木建築工事												
プラント工事												
試運転												

3.6　経済面の検討のアップデート

3.6.1　事業性の評価

前提条件の整理

3.2　マレーシアにおける廃棄物管理の現状、　技術面の検討のアップデート 3.5　技術面の検討のアップデートの内容を踏まえ、事業性の評価にあたっての前提条件を以下に整理する。また、その他の情報については、2020 年 8 月に発表されたジョホール州 Bukit Payong での廃棄物発電施設建設計画の入札仕様書（Request for Proposal）を参考とした（図 26)。


PUBLIC-PRIVATE PARTNERSHIP (PPP) PROJECT FOR CONSTRUCTION AND OPERATION OF WASTE TREATMENT PLANT WASTE TO ENERGY (WtE) AT BUKIT PAYONG, BATU PAHAT, JOHOR

- Request for Proposal (RfP)

Waste-to-Energy PPP Project at Bukit Payong, Batu Pahat, Johor

August

2020

This Government's Requirements (Output Specification) has been prepared for the procurement of a Waste-to-Energy Services by way of Public Private Partnership for the Government of Malaysia.

Schedule 1 - Request for Proposal

図 26　Bukit Payong での廃棄物発電プロジェクトの入札仕様書（表紙）

表 20　事業費試算の前提条件（表 16 より再掲）

項目	前提条件		備考
	ケース①	ケース②	
処理能力	500 トン/日×３炉	750 トン/日×２炉	
事業期間	20 年（本施設の運営期間）		建設期間は３年間
年間稼働可能日数	333 日/年（8,000 時間/年）		-
蒸気条件	430℃、52 barA		-
売電可能量	210,150 MWh/年		発電量から所内動力を差し引いた値
建設用地	Seelong 最終処分場の隣接地		土地の造成工事は不要と想定

表 21　建設費（概算）の試算結果（表 17 より再掲）

項目	ケース① 500 トン/日×３炉		ケース② 750 トン/日×２炉	
	（億円）	（百万米ドル 1)）	（億円）	（百万米ドル 1)）
プラント部門	177	154.0	151	131.4
土建部門	35	30.5	35	30.5
合計	212	184.5	186	161.9

1) 日本円/米ドル為替レート：1 円＝0.0087 米ドル（2022 年 2 月 8 日付）

表 22　運転・維持管理費（概算）の試算結果（表 18 より再掲）

項目	ケース① 500 トン/日×３炉		ケース② 750 トン/日×２炉	
	（億円）	（百万米ドル 1)）	（億円）	（百万米ドル 1)）
人件費	1.2	1.0	1.2	1.0
点検補修費	6.4	5.6	5.6	4.9
用役・維持費等	7.5	6.5	7.5	6.5
合計	15.1	13.1	14.3	12.4

1) 日本円/米ドル為替レート：1 円＝0.0087 米ドル（2021 年 2 月 18 日付）

表 23　その他の前提条件

項目	条件	備考
契約期間	24 年	• 半年間の試運転を含む3年間の建設期間 • 20 年間の運転期間 • 1 年間で閉鎖 (閉鎖の費用は今回は積算対象外とする)
減価償却	約 5.1 億円	15 年間にわたり、定額法により減価償却を行う
法人税	24%	
想定金利	年率 1.5%	
インフレ率	年率 1%	O&M コスト、tipping fee、売電価格に反映
為替	1RM=26JPY	
FIT	0.35RM	

事業性の評価

前項までの内容を基に事業性の評価を行った。事業性の評価にあたっては、処理費（Tipping fee, Gate fee）を設定する必要があるが、図 26 の入札仕様書によれば、提案者自身が処理費を設定する必要がある。そのため、今回は処理費を 1 トン当たり 4000 円、5000 円、6000 円の 3 つのパターンに分けて設定した。

また、JCM 設備補助等の補助金の活用も想定し、補助金なしの場合、10%の補助金を受ける場合、20%の補助金を受ける場合、30%の補助金を受ける場合、それぞれで IRR 等のシミュレーションを実施した。

表 24　パターン 1：処理費 4000 円/トンにおける Project IRR

	ケース①			ケース②		
	10 年間	15 年間	20 年間	10 年間	15 年間	20 年間
補助金なし	-7%	0%	5%	-3%	4%	7%
補助金 10%	-4%	3%	6%	0%	6%	9%
補助金 20%	-1%	5%	8%	3%	9%	11%
補助金 30%	3%	8%	11%	7%	12%	14%

表 25　パターン 2：処理費 5000 円/トンにおける Project IRR

	ケース①			ケース②		
	10 年間	15 年間	20 年間	10 年間	15 年間	20 年間
補助金なし	-2%	4%	8%	2%	8%	11%
補助金 10%	1%	7%	10%	5%	10%	13%
補助金 20%	4%	9%	12%	9%	13%	15%
補助金 30%	8%	13%	15%	13%	17%	18%

表 26　ケース 3：処理費 6000 円/トンにおける Project IRR

	ケース①			ケース②		
	10 年間	15 年間	20 年間	10 年間	15 年間	20 年間
補助金なし	2%	8%	11%	7%	12%	14%
補助金 10%	5%	10%	13%	10%	14%	16%
補助金 20%	9%	13%	15%	13%	17%	19%
補助金 30%	13%	17%	18%	18%	21%	22%

表 24、表 25、表 26 で示した通り、20 年間の運営期間であれば、すべてのパターンで IRR がプラスとなる。仮に IRR5%以上を投資可能なプロジェクトと想定すると、処理費が 4,000 円／トンで補助金がなかったとしても、事業性はあるものと考えられる。

3.7　今後の展開

本年度の調査では、現地で廃棄物の埋め立て処分のコンセッション事業を行っているSWMSB と複数回協議を実施し、日鉄エンジニアリングとの企業間の関係性を構築することが出来た。さらに、協議の中で廃棄物発電の検討に必要な情報を入手し、令和 2 年度事業で実施した事業費の概算、事業性評価のアップデートを行うことが出来た。

また、本年度はマレーシア国政府の廃棄物発電導入政策の動向をウォッチすることを目的に IRDA を通して Bukit Payong での廃棄物発電入札案件について、事業者選定の進捗状況や選定候補者等について情報収集を実施した。しかし、COVID-19 の影響によりスケジュールに遅れが出ていたことから確度の高い情報を得ることはできなかった。

来年度以降は、既に現地で実績がある SWMSB を、現地パートナー企業の有力候補とし、イスカンダル地域内で廃棄物発電事業の入札が実施された際に、本邦企業の参入を目指して協議を継続して実施していくことが考えられる。加えて、Bukit Payong での入札状況についても引き続きフォローしていく。

また、廃棄物発電が実際に導入されるかどうかについては政府の動向に左右されるところが大きいため、廃棄物発電プロジェクト以外にも、都市ごみ（MSW）を活用したメタンガスの回収等の環境インフラの導入にあたり、JCM 設備補助事業の適用を目指すことも有意義であると考えられる。

内容

第 4 章　脱炭素化行動計画（仮称）の提案 2
4.1　活動の概要 2
4.2　令和元年度事業の活動内容と結果 3
4.2.1　令和元年度事業活動内容 3
4.2.2　令和元年度事業活動結果 5
4.3　令和 2 年度事業の活動内容と結果 7
4.3.1　令和 2 年度事業活動内容 7
4.3.2　令和 2 年度事業活動結果 8
4.4　アクションプランの作成 12
4.4.1　Comprehensive Development Plan（CDP）とは 12
4.4.2　マレーシアにおける他政策等との関係性 13
4.4.3　CDP3 の作成 18
4.5　今後の展望 20

第4章 脱炭素化行動計画（仮称）の提案

4.1　活動の概要

令和元年度より「イスカンダル地域における脱炭素化促進事業（北九州市－イスカンダル開発地域連携事業)」を進めており、本年度事業が３年計画の最終年度になる。そのことを踏まえ、これまでのイスカンダル地域開発庁（IRDA）との連携活動を総括した上で、今後の脱炭素化に向けた取組みをアクションプラン（行動計画）として取りまとめることとする。

令和元年度事業を実施する中で、IRDA から低炭素社会ブループリントの次のステップの活動において、「Industrial Symbiosis（産業共生)」及び「Eco Town（エコタウン)」、「Waste to Energy（廃棄物発電)」がキーワードとして示されたため、これまでこれらを実現すべく活動を実施してきた。本年度は、これまでの活動で得た成果をイスカンダル地域の脱炭素化に向けた取り組みにどう生かすのか IRDA と協議を実施した。

4.2　令和元年度事業の活動内容と結果

4.2.1　令和元年度事業活動内容

北九州市は、2014 年度、2015 年度、2016 年度とイスカンダル開発地域の低炭素化を目指して IRDA との連携を構築してきた。本事業の 1 か年目である令和元年度事業では、今まで築いてきたマレーシア国イスカンダル地域開発庁と北九州市の提携関係の下、マレーシア国における脱炭素化の促進、ならびに、それに寄与する JCM 案件形成を目的として事業を実施した。活動詳細については以下に記載する。

活動 1：策定済みの低炭素社会ブループリントを踏まえた、アクションプランの検討

活動 1 では、京都大学・国立環境研究所・岡山大学・マレーシア工科大学・IRDA などからなる国際研究チームが策定した低炭素社会ブループリント（JST 及び JICA 支援事業）に示された目標の達成に向けたアクションプランの作成及び同アクションプランに関連する JCM を活用した具体的なプロジェクトの組成に向けて事業を実施した。具体的な活動内容については下表に示す。

表 1　令和元年度事業：活動 1 の活動内容

	活動項目	活動の内容
①	IRDA との直接協議	現地の関係政府機関との直接協議を実施して、本事業の目的の共有を行う。また、政策交代による影響や現地ニーズの把握を行うとともに、検討方針について合意形成を行う。
②	アクションプラン草案の検討	既に策定済の低炭素社会ブループリントをベースに政策交代の影響を勘案しつつ、ブループリントに示された目標実現に向けて 2050 年までのアクションプランを検討する。
③	アクションプラン草案をもとに、IRDA との協議、意見交換	検討したアクションプラン草案をもとに、関係政府機関との協議、意見交換を実施し、IRDA のアクションプランの策定支援を実施する。

活動 2 ：2015、2016 年度に実施した調査のフォローアップ調査

北九州市によって実施した 2015 年度及び 2016 年度都市間連携調査の結果を基に、活動 2 ではフォローアップ調査としてマレーシアに進出済みの日系工場におけるコジェネレーションニーズや冷蔵倉庫のチラーの高効率化と、屋根置き太陽光発電設備による再エネ発電と遮熱効果の組合せニーズ等の確認を実施した。また、ポテンシャルの確認を行ったセメント工場からの廃熱回収発電ニーズやランドフィルガスの回収発電等の最新状況を把握し、

上記の「低炭素社会ブループリントを踏まえたアクションプラン」に加えることとした。活動の詳細については下表に示す。

表 2　令和元年度事業：活動 2 の活動内容

	活動項目	活動の内容
①	ニーズを有する日系企業等との協議	過年度の調査で把握したニーズを有する企業等と直接協議を実施し、詳細計画の把握や脱炭素化に向けた検討方針の共有を行う。
②	技術検討、経済性検討、および、CO2 削減効果検討	事業実施候補企業等との協議に基づき、導入技術の基礎検討や、投資額・投資回収年数、内部収益率の経済性検討、設備導入による CO2 排出削減効果を検討する。
③	JCM 設備補助事業の実施体制検討	代表事業者や現地企業の JCM 設備補助事業の参画意向を確認し、案件の具体化を検討する。JCM 設備補助への応募を行う場合は、その準備（スケジュール検討、契約方式の確認、実施体制の検討、課題の抽出）を行う。

活動３：ポテンシャルのある廃熱回収発電プロジェクト等の発掘調査

マレーシアにおける既存のセメント工場への廃熱回収発電については、BOT型でプロジェクトを実施すべく事業者の公募を行ったものの優先交渉権者を選定するに至っていない案件が存在する。また、マレーシアの廃棄物最終処分場ではCDMの対象となるランドフィルガスの回収発電が行われているところもあるが、余剰ガスが発生しており、この余剰ガスを有効活用したいというポテンシャルがある。

こうした、低炭素化に向けた計画はあるものの実現に至っていないプロジェクトも調査対象とすることで、早期のJCM適用プロジェクト発掘につなげることを活動３では目指す。活動の詳細については下表に示す。

表 3　令和元年度事業：活動３の活動内容

	活動項目	活動の内容
①	ポテンシャルのある民間企業との直接協議	イスカンダル地域を中心にマレーシアでニーズがあると思われる廃熱回収発電やライドフィルガス回収発電等を視野に入れた案件発掘、および、直接協議を実施し、案件の具体化検討を実施する。

②	技術検討、経済性検討、および、CO2 削減効果検討	事業実施候補企業等との協議に基づき、導入技術の基礎検討や、投資額・投資回収年数、内部収益率の経済性検討、設備導入による CO2 排出削減効果を検討する。
③	JCM 設備補助事業の実施体制検討	代表事業者や現地企業の JCM 設備補助事業の参画意向を確認し、案件の具体化を検討する。JCM 設備補助への応募を行う場合は、その準備（スケジュール検討、契約方式の確認、実施体制の検討、課題の抽出）を行う。

4.2.2 令和元年度事業活動結果

活動 1：策定済みの低炭素社会ブループリントを踏まえた、アクションプランの検討

2012 年に策定した低炭素社会ブループリントに示された活動は、 令和元年度末時点で“策定した 281 のプログラムのうち 72%が進行中で、21%は終了。7%のみ未着手の状況にある”等、順調に展開されており、IRDA としては低炭素社会ブループリントの次のステップへの移行を検討している段階にあることが確認できた。また、次のステップとしては、次の 3 つのキーワードに即した活動を展開したいと考えていることを確認した。

- Industrial Symbiosis （産業共生）
- Eco Town （エコタウン）
- Waste to Energy （廃棄物発電）

令和元年度の事業では、上記のような産業共生とエコタウンを一体化したパイロットプロジェクトをイスカンダル地域で実現することを目指して、令和 2 年度に引き続き活動を行うことについて IRDA と合意した。令和 2 年度の活動については 4.3.2 令和 2 年度事業活動結果に示す。

活動２：2015、2016 年度に実施した調査のフォローアップ調査

マレーシアに進出した日系製造業の歴史は古く、現在の工場の設備は老朽化が進んでおり、各種設備の更新投資ニーズが非常に高いことを確認した。その上で、具体的にポテンシャルが高く横展開可能な JCM 適用案件候補を 3 件、発掘した。発掘した 3 つの案件の概要は下表の通りである。

表 4　令和元年度に発掘した JCM 適用案件候補

ニーズを有する企業	概要
① MIZUHO PRECISION ENGINEERING SDN.BHD.	老朽化した真空洗浄機の入れ替え
② Cement Industries of Malaysia Berhad (CIMA)	廃熱回収システムの導入
③ Hitachi Chemical (Johor) Sdn. Bhd.	PV、ボイラ、チラー等の導入（新規導入及びリプレース）

上表の①の企業は、電気電子部品の製造を行っているが、製造後の部品を出荷前に洗浄するプロセスにおいて使用される真空洗浄設備（炭化水素型）の更新を計画している。高効率な設備を導入したいという意向が強く、日本国内の高効率型洗浄設備の導入を検討している。

活動３：ポテンシャルのある廃熱回収発電プロジェクト等の発掘調査

活動２に挙げたプロジェクトを発掘したほか、マレーシア現地のセメント企業や日系企業関係者に対して、JCM 設備補助事業に関するワークショップを実施した。マレーシアにおけるセメント工場においては、廃熱回収設備の導入が進んでいないため、ワークショップ実施後に複数企業から JCM の具体的な案件の相談を受けた。日系製造業においては 15 社ほどが出席し、JCM 設備補助事業に関する認知度を上げた。

4.3　令和 2 年度事業の活動内容と結果

4.3.1　令和 2 年度事業活動内容

令和 2 年度には、令和元年度の成果を踏まえ IRDA が低炭素社会ブループリントの次のテーマとして重要視している以下の 3 つの活動を実施する計画を立案した（下図参照）。

- 産業共生型のエコタウンの実現に向けた活動
- 廃棄物発電の実現に向けた活動
- JCM 適用案件の発掘活動

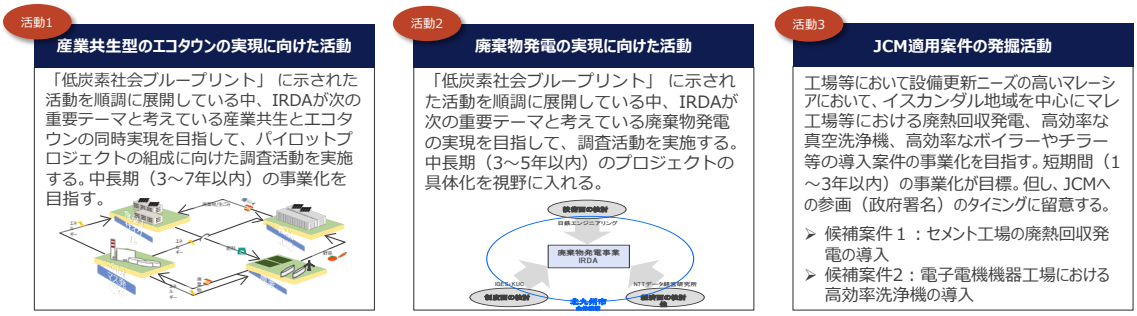


図 1　令和 2 年度事業活動内容

活動１：産業共生型エコタウンの実現に向けた活動

第一の活動は IRDA が低炭素社会ブループリントの次のステップとして計画している Industrial Symbiosis（産業共生）と Eco Town（エコタウン）の同時実現を目指したものである。具体的には以下の 4 つの活動を実施した。

1) イスカンダル地域内の工業団地を対象に IRDA が中心となって工場から排出される廃棄物のインベントリー・データを収集する。
2) 収集したインベントリー・データをもとに工場間のマッチング（ある工場の廃棄物等を別の工場の原燃料として利用できるかのマッチング）を行う。
3) 上記のマッチングを実現するために必要な技術やツールを検討し、それらの技術やツールを有する企業との連携方策を検討する。
4) 上記 3 つの活動と並行して産業共生とエコタウンを一体化して実現するための政策支援のあり方（優遇措置や罰則等）を検討する。

活動２：廃棄物発電の実現に向けた活動

第二の活動は IRDA が低炭素社会ブループリントの次の重要テーマとして考えている廃棄物発電の実現に向けての調査活動である。当初計画では、廃棄物発電について、技術・制度・経済の各側面から調査活動を行う計画とした（下図参照）。各調査活動を担当する事業者は以下の通りである。

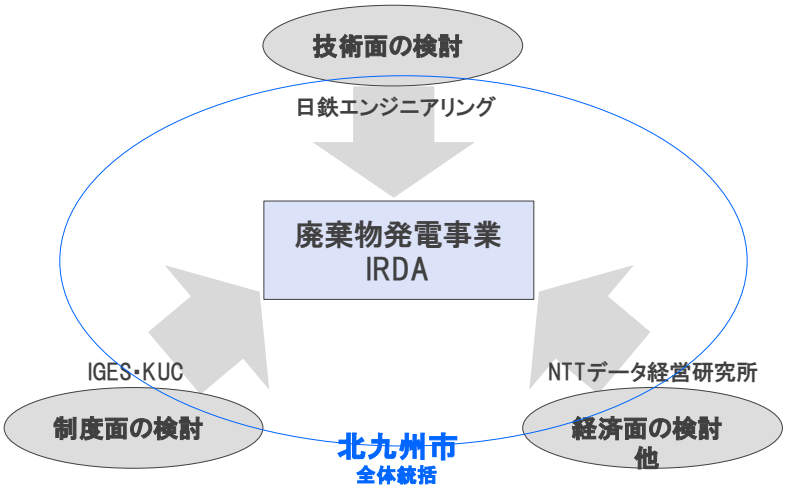


図 2　令和 2 年度事業：活動 2 の体制図

活動３：JCM 適用案件の発掘活動

令和 2 年度の第三の活動はイスカンダル地域を中心とした JCM 適用案件の発掘活動であった。計画では、令和元年度の活動で発掘した 3 つの案件のフォローアップを行い、JCM 設備補助事業の申請に早期に結び付けることを目的とした。

4.3.2　令和 2 年度事業活動結果

活動１：産業共生型エコタウンの実現に向けた活動

マレーシアにおいても新型コロナ感染症が流行したことから、現地渡航はできなかったものの、IRDA と協力して令和 2 年度に計画した 4 つの活動を計画通りに実施した。

まず、イスカンダル地域内の工業団地を対象に、工場から排出される廃棄物のインベントリー・データを収集した。IRDA から各企業に日本側の協力のもと作成したアンケートを配布するとともに、関連工場等を集めたワークショップを開催し、計 30 の工場からインベントリー・データを回収した。

次に、インベントリー・データの分析を行い、工場間のマッチングの可能性を検討した。インベントリー・データからは、産業廃棄物のうち有害性のない Non-Scheduled Waste の多くは、すでにリサイクルが行われていることを確認した。

一方、排出後にそのまま埋め立て処分されている廃棄物も一定量あることが確認できた。これらの埋め立て処分されている廃棄物について、工場間での原燃料利用のマッチングの可能性及び日本国内企業の有する技術を活用した高度リサイクル・リユースの可能性を検討した。

さらにマレーシアにおいて活用可能な政策措置（補助制度等）の有無について IRDA と確認を行った。令和 2 年度時点では、マレーシアでは利用可能な補助制度等はなく、IRDA

として独自の政策を実行することも難しいことが分かった。

活動２：廃棄物発電の実現に向けた活動

第二の活動についても、現地渡航ができず情報収集等にかなりの困難があったものの、現地コンサルタント等と連携することにより、技術・制度・経済の 3 つの側面から調査活動を行った。

まず、制度面を含めた廃棄物発電事業の概要について調査を行った。マレーシアでは 2007 年に「固形廃棄物・公共清掃管理法（Act 672）」が整備され、都市ごみの管理は連邦政府によって行われることとなった。しかしながら、同法に従うか否かの意思決定は州政府に任されており、州によっては独自の都市ごみ廃棄物処理を行っている地域も存在する。イスカンダル地域の位置するジョホール州は、「固形廃棄物・公共清掃管理法（Act 672）」に従うこととなっているため、廃棄物発電の導入も連邦政府によって決定される。現時点でジョホール州における廃棄物発電候補地は Seelong 最終処分場と Bukit Payong 最終処分場の 2 カ所である。この 2 カ所のうちイスカンダル地域外の 1 カ所（Bukit Payong）において、2020 年、先行して廃棄物発電事業の入札が開始された。イスカンダル地域の廃棄物発電も類似の入札が行われる可能性があると考え、先行する Bukit Payong の入札書類を入手し、分析を行った。

また、廃棄物発電施設で処理するごみの計画ごみ質や運転に際して遵守すべき環境基準等を確認し、それを基に技術検討を行った。その結果を踏まえ、経済性の検討を行った。結果は以下の通りである。処理費用が 4,000 円／t の場合、20 年間運転すると IRR がプラス 1%となる。一方、補助率が 30%の場合、4,000 円／t で IRR は 7%となる。また、処理費用が 6,000 円／t の場合、補助金なしでも IRR は 7%となることが分かる。投資のハードルレートを 5%とすると、廃棄物発電事業は十分に投資案件として可能性のある案件と言える。

表 5　経済性の検討結果

処理費=4000Yen/t

IRR	10Year	15Year	20Year
補助金なし	-13%	-5%	**1%**
補助金10%	-11%	-2%	**3%**
補助金20%	-7%	0%	**5%**
補助金30%	-4%	3%	**7%**

処理費=5000Yen/t

IRR	10Year	15Year	20Year
補助金なし	-8%	0%	**4%**
補助金10%	-5%	2%	**6%**
補助金20%	-2%	5%	**8%**
補助金30%	2%	8%	**10%**

処理費=6000Yen/t

IRR	10Year	15Year	20Year
補助金なし	-3%	4%	**7%**
補助金10%	0%	6%	**9%**
補助金20%	3%	9%	**11%**
補助金30%	7%	12%	**14%**

活動３：JCM 適用案件の発掘活動

第三の活動についても既に個別企業を特定済であったことから遠隔ではあったものの、具体化に向けたフォローアップ活動を計画通り実施することができた。但し、3 つの案件のうち、下表の①のプロジェクトについては、工場内設備の更新計画が既に動き始めていたこと、マレーシアの JCM 署名のタイミングが見えないことから、JCM 設備補助事業の適用を見送る方向となった。他の 2 つのプロジェクトについては、引き続き JCM に関心を有しており、マレーシア国の JCM への署名のタイミングもあわせて可能性を探っていくこととなった。

表 6　令和 2 年度フォローアップ案件

ニーズを有する企業	状況
① MIZUHO PRECISION ENGINEERING SDN.BHD.	• 令和元年度の段階で見積提出にまで至っていたものの、JCM 適用の前提となるマレーシア国の JCM への署名のタイミングが見えないこと、一方で工場の製造を継続するためには適切なタイミングでの設備投資が必要なこと等から、基本的には独自に設備投資を行う予定
② Cement Industries of Malaysia Berhad (CIMA)	• もともと、BOT 型の廃熱回収発電設備の導入を目指していたものの、公募型の入札手続きでショートリスト化された企業からの提案金額が発注者の想定に合致しなかったこと等からプロジェクトは延期 • 引き続き、JCM 設備補助事業には関心が高く、タイミングを図って再開していく計画

③ Hitachi Chemical (Johor) Sdn. Bhd.	• 2020 年度は設備投資を見合わせ • 引き続き、JCM 設備補助事業には関心が高く、タイミングを図って再開していく計画

また、遠隔ではあったものの現地でチャネルのある企業等との協議を継続し、以下の新規案件を発掘した。

表 7　令和 2 年度新規案件

発掘プロジェクト	概　要
概要	○背景 ・マレーシアにはゴム手袋製造の世界大手企業が複数、存在。 ・新型コロナ感染症の拡大に伴い、ゴム手袋需要が拡大。 ・世界的大手ゴムグローブ会社の 1 社は、工場の生産工程の新設を決定。 ○プロジェクト概要 ・当面は、電力はグリッド、生産工程用の温水はガス焚温水ボイラにて賄う予定であるが、省エネルギーの観点からガスタービンコジェネレーションの導入を検討中。 ・生産工程の新設は 3Phase に分けて実施され、3 Phase の完了は 2023 年 6 月を予定。 ・コジェネレーションも同時期に運転開始するように計画。
導入予定設備	• ガスタービンコジェネレーションシステム • 発電規模：約 16MW • 供給蒸気規模：350t/h • 想定投資規模：約 20 億円
今後の見通し	• JCM 設備補助申請のための代表事業者候補を含めた体制は既に構築済み • マレーシア国の JCM への参加のタイミングが合致すれば本格化の可能性大

4.4　アクションプランの作成

令和元年度から本年度まで事業を実施した 3 年間の中で得た成果をイスカンダル地域の脱炭素化に向けた取り組みにどう生かすのか IRDA と協議を実施した。その中で、本事業で取り組んできた「Industrial Symbiosis（産業共生）」及び「Eco Town（エコタウン）」、「Waste to Energy（廃棄物発電）」の考え方及び今後の取り組み内容を Comprehensive Development Plan（CDP）に盛り込むことで合意した。

4.4.1　Comprehensive Development Plan（CDP）とは

CDP とは、国際的に通用する持続可能な大都市の確立に向けたイスカンダル・マレーシアの経済、社会、環境計画・管理の指針となる主要計画である[1]。イスカンダル・マレーシアは、経済的にも地理的にも重要な地域であるため、CDP にはあらゆるレベルのステークホルダーの関与が必要である。これらの中には、実際に連邦政府、州政府、地方政府、ビジネスコミュニティやグローバルな産業界のプレイヤーが含まれている。

CDP を作成するにあたり、IRDA は国家物理計画審議会、州計画委員会、イスカンダル・マレーシアの地方自治体などと協議し、CDP のすべての提案が国や州の政策と整合していることを確認した。また、CDP を実施するための詳細なガイドラインとして LCS Blueprints も作成されている。

CDP では、「富の創出」「富の共有」「資源の最適化」「低炭素化」を連続的に行うことを中核とした、全体的かつ強靭なサステナビリティの考え方を採用している。

（１） 富の創出

富の創出は、イスカンダル・マレーシアに住む人々の継続的、安定的、強力かつ弾力的な収入創出を保証するものである。イスカンダル・マレーシアの人々の所得創出を強化するために、3 つの戦略的推論が導入されている。

① クラスター間の連携を深めることによるエコシステムの強化
② 熟練労働者の雇用機会と労働生産性の向上
③ 低炭素化を支援するグリーンエコノミーの主流化

（２） 富の共有と包括性

富の共有と包括性は、社会の公正を促進し、生活の質を向上させる。イスカンダル・マレーシアの社会的公正を促進し、生活の質を向上させるために、3 つの戦略的推論を導入している。

① 知識とスキルのある人財の経済参加の拡大
② 格差の是正及びより高い所得と資本を得るためのアクセスの向上
③ 社会とのつながり・情報を提供することによる自己主導型社会の構築

[1] https://iskandarmalaysia.com.my/our-development-plan/

（３） 資源の最適化と低炭素化

資源の最適化と低炭素化により、イスカンダル・マレーシアは持続可能でダイナミックな経済圏を目指す。それを達成するために 5 つの戦略的推論において、持続可能性と効率的な資源利用を推進する。

① 地域のバランスのとれた成長の促進
② 自然生態系と緑地の保護と強化
③ 建築環境の計画・管理
④ 都市の連結性と地域内の移動性の向上
⑤ インフラ資源の統合化推進

CDP は 5 年ごとに見直し・更新が行われており、現在は 2025 年度までの計画が策定されている（CDP：2006～2025 年、CDP2：2014～2025 年）。最新版の CDP3 は現在作成中であり、2030 年度までの計画が策定される予定である。「Industrial Symbiosis（産業共生）」及び「Eco Town（エコタウン）」、「Waste to Energy（廃棄物発電）」の考え方は新しく策定される CDP3 に盛り込まれる予定である。

4.4.2 マレーシアにおける他政策等との関係性

上述の通り、IRDA は CDP を作成するにあたって国や州の政策を参考にしている。現在マレーシアにおける低炭素都市政策枠組み・報告基準を以下の表にまとめた。

表 8 マレーシアにおける低炭素都市政策枠組み・報告基準

低炭素都市政策ツール・GHG 報告基準	要旨
NLCCM	・ UNDP マレーシア／地球環境ファシリティ（GEF）基金による「低炭素都市開発のためのグリーンテクノロジー応用プロジェクト」により、2019 年に環境省管轄のプランとして作成。 ・ 3M アプローチとして、Measurement, Management, Mitigation ・ 全レベルの政府に対する支援 ・ ボトムアップとトップダウンの両立した政策手段 ・ マレーシア計画と連動した展開計画 ・ 目標：2050 年以降、マレーシア上位 33 都市・地域がカーボンニュートラルになること
低炭素都市枠組と評価システム	・ 2011 年に開始、2017 年に第二次が開始 ・ マレーシアグリーンテクノロジー・気候変動センター(MGTC)が実

(LCCF)	施 ・ 自治体の炭素削減方策の実施のための枠組みと評価システムで構成 ・ MGTC は低炭素都市への転換を加速させるプログラム「LCC Challenge 2030」を発表。目標は 2030 年までに州都と主要都市域に 200 の低炭素地域を確立すること。LCCF 文書はこのプログラムの参考資料として利用される予定。参加都市はエネルギー、水、自動車、廃棄物における年間の GHG 排出削減量が評価される。
低炭素社会(LCS)	・ 様々なシナリオの下で GHG 排出量を予測するために、Putrajaya、Iskandar Malaysia、Kuala Lumpur の LCS 設計図には国際的に認められているアジア太平洋統合モデル(AIM)を用いた方法が取り入れられている。 ・ LCS 設計図に用いられる”低炭素社会”という語は設計図が人間中心の計画であることを示唆している。 ・ すべての LCS 設計図はマレーシア工科大・低炭素アジア研究センター(UTM-LCARC)によって製作され、UTM-LCARC・京都大学・岡山大学・国立環境研究所の協同研究を基礎としている。
地域規模の GHG 排出量インベントリに関する国際議定書(GPC)	・ 世界資源研究所、C40 都市気候リーダーシップグループ、サステナビリティのための地方政府(ICLEI)が開発した GHG プロトコル規格 ・ 2014 年に発効 ・ GPC は都市全体の GHG 排出量を算定・報告するための強固なフレームワークである。 ・ GPC を報告基準として使用している地方自治体：Majlis Bandaraya Petaling Jaya、Majlis Perbandaran Ampang Jaya、Majlis Perbandaran Hang Tuah Jaya、Dewan Bandaraya Kuala Lumpur、Iskandar Regional Development Authority (IRDA) ・ NLCCM の主要な行動の一つは既存 GHG 報告フォーマットを GPC に適すること。

NLCCM（National Low Carbon Cities Masterplan）

NLCCM は低炭素都市実現を目指すあらゆるレベルの連邦・州・地方政府の政策立案者の指針となる政策文書として作成されており、気候変動を緩和する上での国家の GHG 削減目標を達成するための政策のギャップに対処することを目的としている。NLCCM は、

地方政府が低炭素都市実現のために現在使用している政策ツールを代替することを意図されたものではなく、2009 年の国家気候変動政策を拡張するものである。

- 炭素の絶対量的な削減目標

NLCCM はマレーシアにおける上位 33 都市・地域において、3 つの実施段階に分けた GHG 削減目標を提示している。マレーシアの GHG 削減公約(第 11 次マレーシア計画にて 2030 年までの炭素排出量を 05 年比 45%削減と設定)を上回る削減目標は、目標達成のために、より影響力のある GHG 削減計画の促進を意図している。その都市の中にはイスカンダル地域も含まれている。

対象都市の 2030 年から 2050 年までのスケジュールと炭素の絶対量削減目標は以下の通りである。イスカンダル地域は Group 1 に含まれる。

表 9　対象都市の炭素削減スケジュール

年度	対象都市の各グループ	内容
2021,2022	Group1	ベースライン排出量を含む GHG インベントリを作成し、2030 年までに GHG 排出量の絶対量を 33%削減する目標を設定
2026	Group2	GHG インベントリを作成し、2032035 年までに GHG 排出量の絶対量を 33%削減する目標を設定
2030	Group1	GHG 排出量の絶対値で 33%の削減を達成し、「カーボンニュートラルの年」を宣言
2031	Group3	ベースライン排出量を含む GHG インベントリを作成し、2040 年までに GHG 排出量の絶対量を 33%削減する目標を設定
2035	Group2	GHG 排出量の絶対量を 33%削減し、「カーボンニュートラルの年」を宣言
2040	Group1 Group3	グループ 1 の都市は、GHG 排出量の絶対量を 66%削減 グループ 3 の都市は、GHG 排出量を 33%削減し、「カーボンニュートラルの年」を宣言
2045	Group2	GHG 排出量の絶対量を 66%削減し、2055 年にはカーボンニュートラルを予定
2050	Group1 Group3	グループ 1 の都市はカーボンニュートラルを達成 グループ 3 の都市は、GHG 排出量の絶対量を 66%削減し、2060 年までにカーボンニュートラルを達成

● 重大な困難

以下の 7 つの重大な困難は、多くのマレーシアの都市における低炭素化への障壁としてみなされるものである。マレーシアでは低炭素社会に向けた取り組みについて国や連邦レベルで政策や方向性が分断されているため、その影響によってマレーシア政策等の大きな流れが決まっていない。その結果、各地域の取り組みにおいて一貫性がなく、既存の開発計画との連帯が弱くなっている。取り組みを進めるための資金も不足していることから各地域のインセンティブも伸び悩んでいる。さらにこれらの状況によって必要な人材が不足する、GHG インベントリー・データが不正確・欠如しているという課題を抱えている。このままでは市民の理解を得ることも難しい状況である。

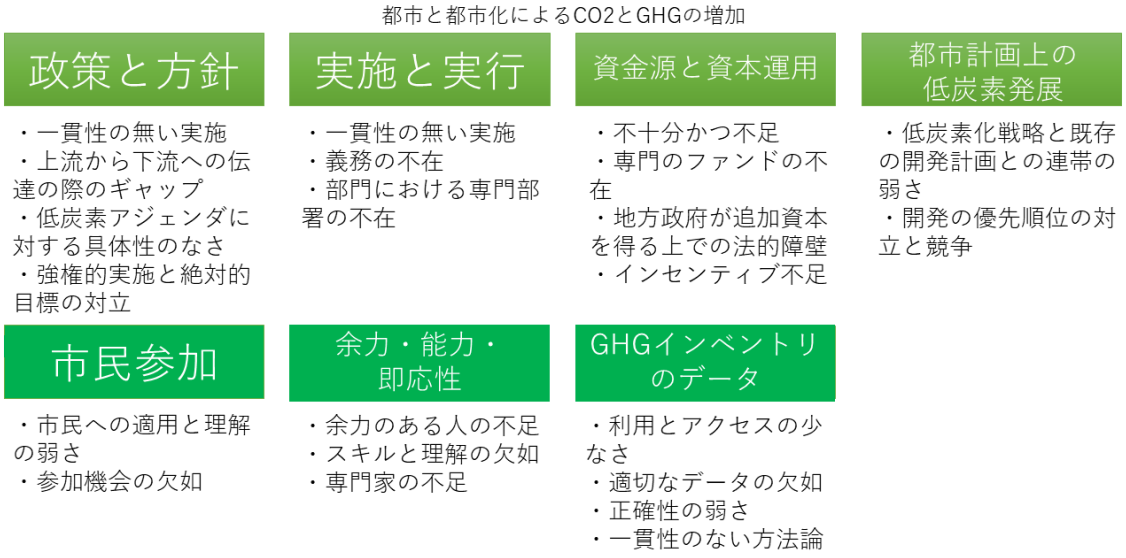


図 3　低炭素化への障壁

● アクションプランの概要

マレーシアにおける低炭素開発の道筋を形成するため、以下のアクションプランが推奨されている。9 つの重要な方針には低炭素関連政策や戦略の策定や、資金調達や融資の提供、低炭素に関するデータ管理の改善や評価手法の確立が含まれている。

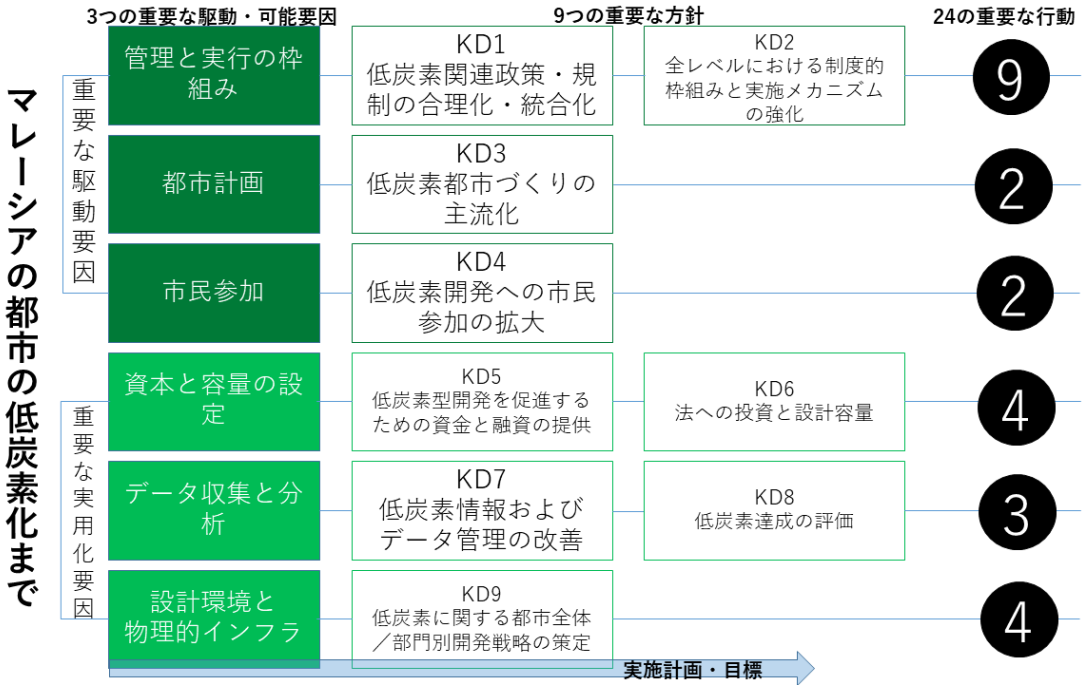


図 4　NLCCM におけるアクションプラン

- 3M アプローチの導入

これらのアクションプランを進める一つの方法として、NLCCM は 3M アプローチを導入している。3M アプローチは、都市が気候変動緩和の主要なプレイヤーとして位置づけられ、地域レベルでの排出削減戦略策定の模範となるよう導くことを目的とする。3M アプローチは、以下の 3 つのアクションで構成されている（図 5 参照）。

Measurement 基準の確立と期間ごとの監視によるGHG排出量の測定	Management 政策・目標・計画の観点から低炭素での発展を管理する	Mitigation プログラムや計画の実施やデザインを通してGHG排出量を削減する
都市がGHG排出量のインベントリの測定や確立を行うことは以下の目的の為に不可欠である。 ・気候変動への取り組みの評価と監視 ・政策・施策の有効性評価における緩和オプションの評価 ・長期的な排出量予測の作成（目標設定など）	・都市は、地域レベルで緩和策を実施する際の指針となる戦略や行動計画を策定し、更新することが不可欠である。 ・文書化された戦略や行動計画は、都市の削減戦略を実行するための体系的なアプローチを意味する。	・ミティゲーションとは、GHG排出量を削減するための対策や行動を指す。 ※適用は、気候変動の影響に対処するものであり、3Mアプローチに直接含まれるものではない。すべての適用策は、気候の影響に対する脆弱性を軽減することを基本としている。しかし、適用策は、より回復力のある都市を確立するための緩和策の一部となることができる。

図 5　3M アプローチ

4.4.3 CDP3 の作成

IRDA は、2030 年度までの計画が含まれる CDP3 を作成するにあたり、マレーシア連邦政府による政策文書である NLCCM を参考にするとしている。上述の通り、NLCCM に基づき、合計 33 の地方政府がターゲット都市として選定されており、イスカンダル地域もそのうちの 1 つに含まれている。しかし、IRDA は現時点では CDP3 にグループ 1 の絶対的な GHG 排出削減目標を盛り込む予定はない。その代わり、2025 年の低炭素社会ブループリントに基づき、2025 年までに 2010 年を基準年として炭素集約度を 58%削減するという目標を使用する予定である。ただ、第 11 次マレーシア計画にて設定されている 2030 年までに経済全体の炭素集約度（対 GDP）を 2005 年比 45%削減するという公約と 2050 年までにカーボンニュートラルを達成するという公約に関しても支持している。

前述の通り、イスカンダル地域は 2025 年の低炭素社会ブループリントで、アジア太平洋統合評価モデル(AIM)を使用している。ただ、IRDA によると、これはあくまで GHG 排出量の推計に活用するものであり、実際モニタリングを実施する際には GPC BASIC+に沿って GHG 排出量の算定・報告を実施するとのことである。そして CDP3 においても GHG 排出量の算定・報告には GPC BASIC+を活用する予定である。GPC BASIC+による GHG 排出量の報告範囲は以下の通りである。固定エネルギー、運輸、廃棄物、工業プロセス及び製品使用（IPPU）、農業、林業及びその他の土地使用（AFOLU）を対象としてモニタリングを実施することとなる。

表 10　GPC BASIC＋による報告範囲

固定エネルギー	
民生家庭	Scope3
民生業務	Scope3
製造業・建設業	Scope3
エネルギー産業	Scope3
（都市境界内外へ）グリッド供給したエネルギー	―
農林水産業	Scope3
非特定排出源	Scope3
石炭の採掘、加工、貯蔵、輸送に伴う漏洩排出	Scope1
石油・天然ガスシステムからの漏洩排出	Scope1
運輸	
自動車	Scope3
鉄道	Scope3
船舶	Scope3
航空	Scope3

特殊運輸媒体	Scope2
廃棄物	
固定廃棄物の処理	Scope3
廃棄物の生物処理	Scope3
廃棄物の焼却と野焼き	Scope3
排水処理と排水放出	Scope3
(IPPU) 工業プロセス及び製品使用（非エネルギー起源の温室効果ガス排出量）	
都市境界内の工業プロセスに伴う排出	Scope1
都市境界内の製品の使用に伴う排出	Scope1
(AFOLU) 農業、林業及びその他土地利用（非エネルギー起源の温室効果ガス排出量）	
都市境界内の家畜からの排出	Scope1
都市境界内の土地からの排出	Scope1
都市境界内の農耕地土壌からの温室効果ガスの排出	Scope1
その他のスコープ３排出源	
その他のスコープ３からの排出	―

4.5　今後の展望

本年度は本事業を通して取り組んできた「Industrial Symbiosis（産業共生）」及び「Eco Town（エコタウン）」、「Waste to Energy（廃棄物発電）」といったコンセプトや今後の活動について、IRDA の策定する開発計画である CDP に盛り込むことを合意した。本事業での活動がイスカンダル地域における脱炭素化の取り組みに貢献できたことは大きな成果と考えられる。CDP に盛り込まれることで認知度が高まり、今後活動を進めていく際に関係事業者との連携が取りやすくなることを期待する。

今後イスカンダル地域の脱炭素化を進めるにあたっては、NLCCM にて課題としても挙げられている通り、政策と方針の具体化、実行力・資金源・専門家の不足、GHG インベントリー・データの不足などがある。都市間連携を進めていく上で、引き続き北九州市の持つ脱炭素化ノウハウを提供するとともに、具体的な温室効果ガス削減へとつなげるために温室効果ガス排出量の可視化などにも取り組んでいく必要があると考えている。可視化された排出量を基にした脱炭素化に向けた都市全体/排出部門別の戦略策定も視野に入れる。

内容

第 5 章　脱炭素化行動計画（仮称）の提案 2
5.1　活動の概要 2
5.2　前年度発掘案件のフォローアップ 2
5.3　本年度に新たに発掘した案件 3
5.4　今後の展開 3

第5章 脱炭素化行動計画（仮称）の提案

5.1 活動の概要

北九州市は、「令和元年度低炭素社会実現のための都市間連携事業」において、「イスカンダル地域における低炭素化促進事業（北九州市－イスカンダル開発地域連携事業)」を実施した。同事業の中で、平成 27 年度及び平成 28 年度に実施した都市間連携調査結果等も参考に、ポテンシャルのある横展開可能な JCM 適用案件の発掘活動を行った。その結果、マレーシアに進出した日系製造業の歴史は古く、現在の工場の設備は老朽化が進んでおり、各種設備の更新投資ニーズが非常に高いことを確認した。

そこで、令和２年度に引き続き、令和３年度もイスカンダル地域を中心にマレーシア国内の工場等を対象に JCM 適用案件の発掘活動を行った。

さらに、マレーシア国の JCM への参加のタイミングを見極めつつ令和２年度に発掘した 2 社の案件の具体化についても検討を実施した。

5.2 前年度発掘案件のフォローアップ

令和２年度に発掘した企業２社に対して、メールや電話会議等により、その後の設備導入の検討状況や設備補助の可能性について、フォローアップ調査を行った。

（１）マレーシアの世界的グローブ製造大手企業（以下、A 社）

A 社は 2020 年のコロナ禍の影響で、全世界で衛生用品としてのゴム手袋の需要が拡大したことから、工場の生産工程の新増設を決定した。

導入予定設備は、ガスタービンコジェネレーションシステムである。発電規模は約 16MW、供給蒸気規模は 350t/h、想定投資規模は約 20 億円となっている。

関心表明書を入手しているなど JCM 設備補助申請のための代表事業者候補を含めた体制は既に構築済みである。そのため、JCM 設備補助申請ドラフトを作成したが、マレーシアとの JCM 署名に至らなかったため、申請を断念せざるを得なかった。

（２）シンガポール資本のマレーシアの製紙会社（以下、B 社）

B 社は業績が好調で環境対応を行うためにガスタービンコジェネレーションの導入を検討している。発電規模は約 5.6MW、供給蒸気規模は 13t/h を想定している。マレーシアが JCM に参画することになれば、代表事業者候補の選定等を行う必要はあるものの、JCM 設備補助の対象となる可能性は高かった。しかし、本件についても JCM 適用の前提となるマレーシア国の JCM への署名のタイミングが不透明であることから先方で JCM 設備補助の

活用について議論が停滞してしまっている状況である。

5.3　本年度に新たに発掘した案件

本年度も昨年度に引き続きコロナ禍の影響を受け、現地渡航が困難であったことから、現地に進出している日系企業を中心に連携可能性を探った。企業間のネットワーク等を活用して、設備投資ニーズを持つ現地企業にコンタクトを取り、JCM の紹介を行った。その結果、新たに１件の JCM 設備補助候補プロジェクトを発掘した。

対象企業は、マレーシアにてショッピングモールを大規模に展開している小売業者（以下、C 社）であり、店舗への高効率のチラー（冷却水循環装置）や太陽光発電の導入に興味を抱いている。令和３年度は導入に関してディスカッションを始めた段階であり、今後具体的な設備導入計画について検討を進めていく予定である。

5.4　今後の展開

令和３年度は、現地渡航ができず現地のニーズ把握等が困難な状況下ではあったものの、新たに１件の JCM 設備補助候補プロジェクトを発掘することができた。

なお、令和３年度３月現在で、マレーシア政府との間で JCM 制度への署名はなされていない。一方で、繰り返しになるが、アセアン諸国の中で真っ先に製造業誘致を進めたマレーシアでは、日系進出工場の各種設備の老朽化が進んでいる。老朽化した設備に関しては更新の時期に来ているため、JCM 制度への署名が実現できれば、JCM 設備補助事業を適用して、高効率な設備等を導入したいと考えている企業は多いものと考えられる。例えば、JETRO の「2021 年度海外進出日系企業実態調査（アジア・オセアニア編）」によると、マレーシアに事業を展開する 43.2%の企業が今後１~２年で事業を「拡大する」と回答しており、51.1%が「現状維持」、4.7%が「縮小」となっている。すなわち、現地に進出した日系企業にとってマレーシアは一定の利益を確保できている地域であり、今後も活動を継続していこうとする地域である。

本年度のように現地渡航ができない状況下でも、JCM 設備補助事業に非常に前向きな企業を発掘することができたことから考えても、現地ニーズの高さは推し量ることができる。今後の政府間の継続的な JCM 署名への働きかけに期待する。

参考資料１
月次報告書（令和３年９月～令和４年２月）

月次報告書（令和３年９月）

業　務　名	令和３年度脱炭素社会実現のための都市間連携事業委託業務 （イスカンダル地域における脱炭素化促進事業（フェーズ３）（北九州市－イスカンダル開発地域連携事業））
受　託　者	株式会社エヌ・ティ・ティ・データ経営研究所 (共同事業者：北九州市、日鉄エンジニアリング(株)、イスカンダル地域開発庁(IRDA))
期　　間	令和３年９月１日（水)～令和３年９月３０日（木）

【実績概要】

① ９月１７日に、日方関係者と現地プレーヤーであるIRDAとの打ち合わせをオンラインで実施。案件の進捗状況として産業共生型エコタウンに関わるヒアリング先の確認や廃棄物発電に関する情報収集に関して議論を行った。

② ９月２９日に、環境省様とのお打ち合わせ（キックオフミーティング）を実施。事前に資料作成・準備、関係者との確認を行った。当日は案件の概要説明、及びこれまでの進捗状況について報告・議論を行った。

③ IRDAへ日本側の検討状況の報告、現地情報に関する確認等のフォローアップをメールベースで実施した。

【打合せ・現地渡航等】

① 関係者打ち合わせ（オンライン）を９月１７日に実施。

② 環境省様キックオフミーティングを９月２９日に実施。

以上

月次報告書（令和３年１０月）

業　務　名	令和３年度脱炭素社会実現のための都市間連携事業委託業務 （イスカンダル地域における脱炭素化促進事業（フェーズ３）（北九州市－イスカンダル開発地域連携事業））
受　託　者	株式会社エヌ・ティ・ティ・データ経営研究所 (共同事業者：北九州市、日鉄エンジニアリング(株)、イスカンダル地域開発庁(IRDA))
期　　間	令和３年１０月１日（金）～令和３年１０月２９日（金）

【実績概要】

① １０月１８日に、ジョホール州Seelong最終処分場のコンセッション企業であるSWM Environmentへのヒアリングを実施。日鉄エンジニアリング（株）より企業概要や活動内容の説明をしたのち、マレーシア・イスカンダル地方における廃棄物発電に関するディスカッションを実施した。

② IRDAへ日本側の検討状況の報告、現地情報に関する確認等のフォローアップをメールベースで実施した。

【打合せ・現地渡航等】

① 現地企業（SWM Environment）へのヒアリング（オンライン）を１０月１８日に実施。

以上

月次報告書(令和３年１１月)

業　務　名	令和３年度脱炭素社会実現のための都市間連携事業委託業務 （イスカンダル地域における脱炭素化促進事業（フェーズ３）（北九州市－イスカンダル開発地域連携事業））
受　託　者	株式会社エヌ・ティ・ティ・データ経営研究所 (共同事業者：北九州市、日鉄エンジニアリング(株)、イスカンダル地域開発庁(IRDA))
期　　間	令和３年１１月１日（月）～令和３年１１月３０日（火）

【実績概要】

① １１月１９日に、ジョホール州Seelong最終処分場のコンセッション企業であるSWM Environmentと打ち合わせを実施。日鉄エンジニアリング（株）が中心となってマレーシア・イスカンダル地方における廃棄物の質に関する議論や、廃棄物管理・廃棄物発電に関する議論を実施した。

② IRDAへ日本側の検討状況の報告、現地情報に関する確認等のフォローアップをメールベースで実施した。

【打合せ・現地渡航等】

① 現地企業（SWM Environment）との打ち合わせ（オンライン）を１１月１９日に実施。

以上

月次報告書（令和３年１２月）

業　務　名	令和３年度脱炭素社会実現のための都市間連携事業委託業務 （イスカンダル地域における脱炭素化促進事業（フェーズ３）（北九州市－イスカンダル開発地域連携事業））
受　託　者	株式会社エヌ・ティ・ティ・データ経営研究所 (共同事業者：北九州市、日鉄エンジニアリング(株)、イスカンダル地域開発庁(IRDA))
期　　間	令和３年１２月１日（水）～令和３年１２月２８日（火）

【実績概要】

① IRDAへ日本側の検討状況の報告、現地情報に関する確認等のフォローアップをメールベースで実施した。

② 日鉄エンジニアリング（株）からSWM Environmentへ、ジョホール州Seelong最終処分場における廃棄物の質に関する議論についてのフォローアップをメールベースで実施した。

【打合せ・現地渡航等】

なし

以上

月次報告書（令和４年１月）

業　務　名	令和３年度脱炭素社会実現のための都市間連携事業委託業務 （イスカンダル地域における脱炭素化促進事業（フェーズ３）（北九州市－イスカンダル開発地域連携事業））
受　託　者	株式会社エヌ・ティ・ティ・データ経営研究所 (共同事業者：北九州市、日鉄エンジニアリング(株)、イスカンダル地域開発庁(IRDA))
期　　間	令和４年１月４日（月）～令和４年１月３１日（月）

【実績概要】

① １月７日に、環境省様への中間報告を実施。事前に資料作成・準備、関係者との確認を行った。当日は過去２年間事業の概要説明と活動結果、及び９月に実施したキックオフミーティングからの進捗状況について報告・議論を行った。

② １月１２日に、日方関係者と現地プレーヤーであるIRDAとの打ち合わせをオンラインで実施。案件の進捗状況として産業共生型エコタウンに関わるヒアリング先へのアプローチ状況の確認や廃棄物発電に関する情報収集、アクションプランとしてComprehensive Development Plan3に入れ込む内容について議論を行った。

③ IRDAへ日本側の検討状況の報告、現地情報に関する確認等のフォローアップをメールベースで実施した。

【打合せ・現地渡航等】

① 環境省様中間報告（オンライン）を１月７日に実施。

② 関係者打ち合わせ（オンライン）を１月１２日に実施。

以上

月次報告書（令和４年２月）

業　務　名	令和３年度脱炭素社会実現のための都市間連携事業委託業務 （イスカンダル地域における脱炭素化促進事業（フェーズ３）（北九州市－イスカンダル開発地域連携事業））
受　託　者	株式会社エヌ・ティ・ティ・データ経営研究所 (共同事業者：北九州市、日鉄エンジニアリング(株)、イスカンダル地域開発庁(IRDA))
期　　間	令和４年２月１日（火）～令和４年２月２８日（月）

【実績概要】

① ２月２４日に、セラミック廃棄物を排出している現地企業（Niro Ceramic）へのヒアリングを実施。日本企業が持つリサイクル技術を紹介し、Niro Ceramicが排出しているセラミック廃棄物が活用可能かディスカッションを行った。

② IRDAへ日本側の検討状況の報告、現地情報に関する確認等のフォローアップをメールベースで実施した。

【打合せ・現地渡航等】

① 現地企業へのヒアリング（オンライン）を２月２４日に実施。

以上

目次

I.　はじめに ---- 4～7
1.　本年度調査事業の概要
2.　活動計画の詳細

II.　6月からの進捗 ---- 9～18
1.　マレーシアにおけるCOVID-19の影響
2.　進捗状況

III.　今後の予定 ---- 19

© 2021 NTT DATA INSTITUTE OF MANAGEMENT CONSULTING, Inc.

NTT DATA

目次

I. はじめに ---- 4～7
1. 本年度調査事業の概要
2. 活動計画の詳細

II. 6月からの進捗 ---- 9～18
1. マレーシアにおけるCOVID-19の影響
2. 進捗状況

III. 今後の予定 ---- 19

© 2021 NTT DATA INSTITUTE OF MANAGEMENT CONSULTING, Inc.

NTT DATA

1. 本年度調査事業の概要

目指している低炭素社会の姿：2010年を基準としてGHGsを2025年までに58%削減を達成

- イスカンダル・マレーシアはジョホール南部の主要回廊地域に位置し、面積2217km²、人口約1.95百万人のマレーシア第二の経済都市である。北九州市はイスカンダル地域開発庁（IRDA）と連携し2015年、2016年の都市間連携事業などを連携関係を構築してきた。
- IRDAは国際研究チームの協力をえて、2012年に「低炭素社会ブループリント」を策定しており、同計画に沿って活動を順調に展開中。
- IRDAは「低炭素社会ブループリント」の次のアクションを検討しており、産業共生、エコタウン、廃棄物発電の推進を計画中。
- 2020年度の活動は中長期的にIRDAの次のアクション実現に向けた活動を実施するとともに、更新投資が盛んなマレーシアにおいて短期的に事業化につながる案件の発掘活動を実施する。

2014年 低炭素社会のノウハウ共有
- 日本企業が有する低炭素技術の紹介
- JCMの紹介 等

2015年 アジアの低炭素社会実現のためのJCM案件形成可能性調査事業委託業務
- 平成27年度「イスカンダル地域における低炭素化プロジェクトの面的拡大のための基盤構築調査事業（北九州市―ジョホール市連携事業）」

2016年低炭素社会実現のための都市間連携に基づくJCM案件形成可能性調査事業
- 平成28年度「JCM推進に向けたイスカンダル・モデルプロジェクト推進事業（北九州市－IRDA連携事業）」

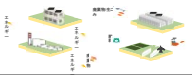
北九州市 ⇔ 協力関係 LOU ⇔ IRDA（イスカンダル地域開発庁）

蓄積したノウハウの提供

令和3年度 脱炭素社会実現のための都市間連携事業委託業務

活動1 産業共生型のエコタウンの実現に向けた活動

「低炭素社会ブループリント」に示された活動を順調に展開している中、IRDAが次の重要テーマと考えている産業共生とエコタウンの同時実現を目指して、パイロットプロジェクトの組成に向けた調査活動を実施する。
中長期（3～7年以内）の事業化を目指す。



活動2 廃棄物発電の実現に向けた活動

「低炭素社会ブループリント」に示された活動を順調に展開している中、IRDAが次の重要テーマと考えている廃棄物発電の実現を目指して、調査活動を実施する。
中長期（3～5年以内）のプロジェクトの具体化を視野に入れる。

活動4 JCM適用案件の発掘活動

工場等において設備更新ニーズの高いマレーシアにおいて、イスカンダル地域を中心にマレ工場等における廃熱回収発電、高効率な真空洗浄機、高効率なボイラーやチラー等の導入案件の事業化を目指す。短期間（1～3年以内）の事業化が目標。但し、JCMへの参画（政府署名）のタイミングに留意する。

- 候補案件１：Hartalega社のコジェネレーションシステム導入案件
- 候補案件2：UPP Pulp & Paper社のコジェネレーションシステム導入案件

活動3 脱炭素化行動計画（仮称）の提案

過去2年間の活動も含め活動1と活動2の結果をとりまとめ、アクションプラン（行動計画）を作成する

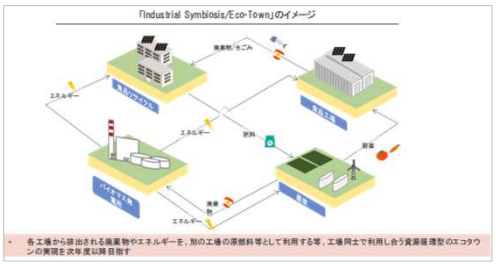
© 2021 NTT DATA INSTITUTE OF MANAGEMENT CONSULTING, Inc.

NTT DATA

2. 活動計画の詳細
1) 活動① 産業共生型のエコタウンの実現に向けた活動

◆ 2020年度の活動成果を踏まえ、産業共生型のエコタウンの実現に向けて以下の活動を実行する

No.	Activities	IRDA	北九州市	北九州市内企業	NTTD経営研究所
1	既にリサイクルされている指定廃棄物の高度処理の可能性検討	●		●	●
2	埋め立て処分されている木質系廃棄物、紙系廃棄物及びプラスチック系廃棄物の別工場での原燃料利用の可能性検討	●			●
3	埋め立て処分されている食品系廃棄物とセラミック系廃棄物の原燃料化の可能性検討	●	●		●



© 2021 NTT DATA INSTITUTE OF MANAGEMENT CONSULTING, Inc.

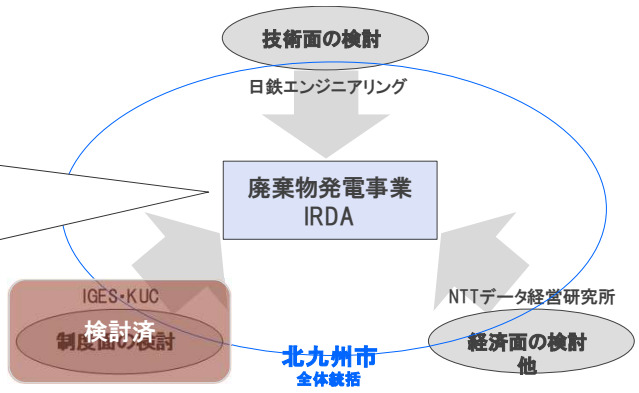
2. 活動計画の詳細
2) 活動② 廃棄物発電の実現に向けた活動

◆ マレーシア政府が進める廃棄物発電事業の進捗を確認するとともに、現地企業(SWM Environment Sdn. Bhd.)との連携可能性を検討する

SWM ENVIRONMENT

- マレー半島南部で廃棄物処理のコンセッションを請け負っている企業
- 廃棄物発電の対象サイトであるSeelong最終処分場の管理も行っている
- 昨年度、Web会議で打合せを実施

検討体制イメージ



© 2021 NTT DATA INSTITUTE OF MANAGEMENT CONSULTING, Inc.

2. 活動計画の詳細
3) 活動③　脱炭素化行動計画（仮称）の提案

◆ 本年度が3年計画の最終年度であることを踏まえ、今後の脱炭素化に向けた取組みをアクションプラン（行動計画）として取りまとめる

- 過去2年間のIRDAとの連携活動も含め活動①と活動②の結果をとりまとめる
  - ✓ 今年度の活動の中でIRDAと協議しながらアクションプランを作成

© 2021 NTT DATA INSTITUTE OF MANAGEMENT CONSULTING, Inc.

2. 活動計画の詳細
4) 活動④　JCM適用案件の発掘活動

◆ 2020年度に発掘した以下2社のJCM適応案件のコジェネレーションシステム導入の具体化を進める

現地企業 (共同事業者候補)	JCM設備補助対象可能性	代表事業者候補
マレーシアの世界的グローブ製造大手企業	非常に高い • 上場企業であり財務的には極めて健全 • 新型コロナ感染症対応のため工場の稼働は極めて好調	あり （関心表明書入手済）
製紙会社。シンガポール資本のマレーシア企業	高い • 業績は好調 • 環境対応を行うためにコジェネレーションの導入を検討中	なし （代表事業者候補の選定等を行う必要性あり）

© 2021 NTT DATA INSTITUTE OF MANAGEMENT CONSULTING, Inc.

目次

I. はじめに ---- 4～7
1. 本年度調査事業の概要
2. 活動計画の詳細

II. 6月からの進捗 ---- 9～18
1. マレーシアにおけるCOVID-19の影響
2. 進捗状況

III. 今後の予定 ---- 19

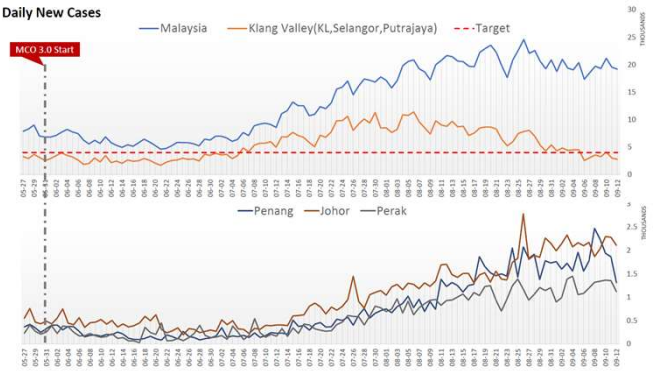
© 2021 NTT DATA INSTITUTE OF MANAGEMENT CONSULTING, Inc.

NTT DATA

1. マレーシアにおけるCOVID-19の影響

◆ **ジョホール州は「国家回復計画（NRP）」第1段階に指定されており、厳しい規制がされている**

- ✓海外からマレーシアに入国した者は、マレーシア国民であれ外国人であれ、必ず政府指定の隔離施設での14日間の隔離に服する。
- ✓外国人観光客のマレーシアへの入国は引き続き許可されない。
- ✓関係各所は規制（SOP）を引き続き遵守すること。
- ✓マスク着用、手洗いうがい、人混みを避けること等を徹底すること。



（出典） 在マレーシア日本国大使館「新型コロナウイルス関連情報」他

© 2021 NTT DATA INSTITUTE OF MANAGEMENT CONSULTING, Inc.

NTT DATA

Ⅱ. 6月からの進捗

2. 活動① 産業共生型のエコタウンの実現に向けた活動

◆ 既にリサイクルされている指定廃棄物の高度処理の可能性検討としてダイセキを中心に現地企業へのヒアリングを実施。処理方法の詳細についてやマレーシアでの廃棄物処理の現状について聞き取りを行った。

◆ 今後も引き続き現地企業とのヒアリングの実施をすることで日本企業との連携可能性について探っていく。

No.	Activities	Progress
1	既にリサイクルされている指定廃棄物の高度処理の可能性検討	• 現地リサイクル企業であるPentas Floraへのヒアリングを実施 (8/4)
2	埋め立て処分されている木質系廃棄物、紙系廃棄物及びプラスチック系廃棄物の別工場での原燃料利用の可能性検討	• IRDAを通じて現地企業へヒアリングの実施をアプローチ中
3	埋め立て処分されている食品系廃棄物とセラミック系廃棄物の原燃料化の可能性検討	• 北九州市より双方の廃棄物の処理技術を持つ企業を三社発掘済み （食品廃棄物1社、セラミック系廃棄物2社） • IRDAにマッチングできる現地企業へのアプローチを依頼中
4	工業団地への再生エネルギー導入可能性検討（新）	• 太陽光発電事業者であるDitrolic Solarへのヒアリングを実施 (7/27)

© 2021 NTT DATA INSTITUTE OF MANAGEMENT CONSULTING, Inc.

Ⅱ. 6月からの進捗

2. 活動② 廃棄物発電の実現に向けた活動

◆ 昨年度Web会議を実施したSeelong最終処分場の管理を行っているSWM Environmentとコンタクトを取り、今度イスカンダル地域における廃棄物発電についてのディスカッションを10月初旬に実施予定。
日鉄エンジニアリングを中心に現時点での廃棄物発電に関する情報共有を行う。

◆ また、現在マレーシア政府が進めるBukit Payongにおける廃棄物発電事業の進捗をIRDAを通じて確認中。
当初予定では入札が終わり選定業者が決まっている段階だが、コロナの影響によりスケジュールが遅れていることが予想されるため、その進捗状況や選定候補者の情報含めIRDAに関係者にコンタクトを取っていただいている状態。

© 2021 NTT DATA INSTITUTE OF MANAGEMENT CONSULTING, Inc.

（参考）WtE project at BUKIT PAYONG, BATU PAHAT, JOHOR

- Bukit Payongのプロジェクトにおける当初スケジュールは以下の通り。

Milestone	Date	Contractual Consequence
Contract signing	1 August 2021	
DEIA completion	31 July 2022	
Planning application submission	31 July 2022	
Planning permission	31 July 2022	
Planning Application Longstop Date	31 October 2022	Failure to submit Planning Application by Planning Application Longstop Date by the Longstop may lead to CA being void.
Planned Works Commencement Date	1 August 2022	Failure to commence the Works by 6 Months after the Planned Works Commencement Date is a Concessionaire's Default
Testing and Commissioning Period	1 May 2025 to 31 July 2025	

© 2021 NTT DATA INSTITUTE OF MANAGEMENT CONSULTING, Inc.

II. 6月からの進捗

2. 活動③ 脱炭素化行動計画（仮称）の提案

◆ IRDAとアクションプランの作成に関して協議した所、今年度IRDAが作成を検討しているComprehensive Development Plan3（CDP3)の中に、本プロジェクトで今まで進めてきた産業共生型社会や廃棄物発電の考えを盛り込むことで合意した。
（CDPの詳細は次頁）

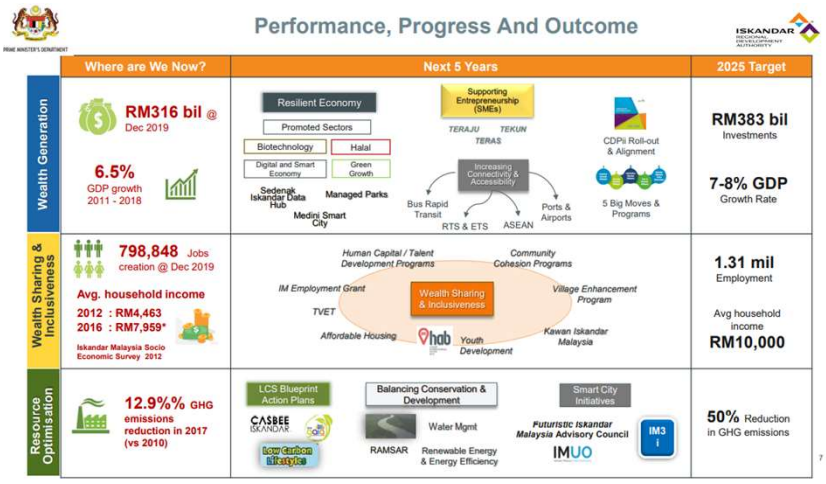
◆ CDPは5年ごとに見直され、更新されており、現在は2025年度までの計画が策定されている。

◆ 今年度作成を検討しているプランは2030年度までの活動計画である。

© 2021 NTT DATA INSTITUTE OF MANAGEMENT CONSULTING, Inc.

（参考）Comprehensive Development Plan

◆ CDPは、マレーシアのイスカンダル地方の物理的、経済的、社会的発展を強化するために、全体的な開発の枠組み、ビジョン、主要な方向性を策定するもの。



（出典） IRDA `Iskandar Malaysia Updates` (2020)

II. 6月からの進捗

2. 活動④ JCM適用案件の発掘活動

◆ 昨年度、発掘した下記の案件については、メール・電話等でフォロー活動を実施中。

◆ しかし、Hartalega社は申請書のドラフト作成まで行ったが、マレーシアのJCM採択がされていないことから提出を断念。

◆ 新規案件の発掘活動に関しては、現地訪問が困難なことから、既存ネットワークのある企業様等と連携して可能性のある案件の発掘活動も実施中。

現地企業 (共同事業者候補)	進捗状況
マレーシアの世界的グローブ製造大手企業	• JCM設備補助申請ドラフトを作成したが、GECよりマレーシアではJCMが採択されていないため断られ、提出を断念
製紙会社。シンガポール資本のマレーシア企業	• フォローアップ中

目次

I. はじめに ---- 4～7
1. 本年度調査事業の概要
2. 活動計画の詳細

II. 6月からの進捗 ---- 9～18
1. マレーシアにおけるCOVID-19の影響
2. 進捗状況

III. 今後の予定 ---- 19

© 2021 NTT DATA INSTITUTE OF MANAGEMENT CONSULTING, Inc.

NTT DATA

III. 今後の予定

◆ 引き続き、産業共生型のエコタウンの実現に向けた活動については現地企業とのヒアリングをまず実施し、可能であればリモートツールを活用したプラント視察を検討する。

◆ 廃棄物発電においてはSWM Environmentとの打ち合わせを10月初旬に実施予定。協議を続けていく中で将来の廃棄物発電に関する連携可能性やその他のビジネス機会を探る。

◆ 脱炭素化行動計画（仮称）の提案についてはCDPに盛り込む具体的な内容についてIRDAと引き続き協議を実施する。

◆ JCM案件組成活動のフォローアップも引き続き実施する。

© 2021 NTT DATA INSTITUTE OF MANAGEMENT CONSULTING, Inc.

NTT DATA

（参考）事業計画

～2018年
■ 都市間連携調査実施（2015年&2016年）

2019～2021年（3カ年）

2022～2025年
■ アクションプランの遂行
■ 発掘案件の横展開

2019年度	2020年度		2021年度(3カ年目：本事業)				2022年以降
	内容	結果	4～6月	7～9月	10～12月	1～3月	
活動1：策定済みの低炭素社会ブループリントを踏まえたアクションプランの検討	活動1：産業共生型のエコタウンの実現に向けた活動	・産業共生の考え方に前向きな企業、既にリサイクルは行っているものの更なる高度処理の可能性のある企業等を把握	既にリサイクルされている指定廃棄物の高度処理の可能性検討 埋め立て処分されている木質系廃棄物、紙系廃棄物及びプラスチック系廃棄物の別工場での原燃料利用の可能性検討 埋め立て処分されている食品系廃棄物とセラミック系廃棄物の原燃料化の可能性検討			左記の検討結果を取りまとめたビジネスベースでのパイロットプロジェクトの企画	パイロットプロジェクトの実施 事業化（3～7年以内）
活動2：2015、2016年度に実施した調査のフォローアップ調査	活動2：廃棄物発電の実現に向けた活動	・廃棄物発電の事業費の概算、事業性評価を実施 ・廃棄物発電を導入する際の現地パートナー企業の有力候補とコンタクトを取った	マレーシア国におけるジョホール州での廃棄物発電事業の進捗の確認 現地企業（SWM Environment Sdn. Bhd. 他）との連携可能性検討				中長期のプロジェクトの具体化（3～5年以内）
					アクションプラン（行動計画）として活動1,2の検討結果の取りまとめ		
活動3：ポテンシャルのある廃熱回収発電プロジェクト等の発掘調査	活動3：JCM適用案件の発掘活動	・新たに1 件のJCM 設備補助候補プロジェクトを発掘	JCM適用案件のコジェネレーションシステム導入の具体化				短期間(1～3年以内)でのJCM設備補助事業の適用・事業化 ※マレーシアがJCMに署名することを前提
現地調査				●第1回	●第2回	●第3回	
報告書の作成御省との打合せ				●契約 月次報告 ●キックオフ	●中間打合せ	●報告書提出 ●最終打合せ	（※打合せは、必要に応じて追加）
			●プレキックオフ				

© 2021 NTT DATA INSTITUTE OF MANAGEMENT CONSULTING, Inc.

NTT DATA

NTT DATA
Trusted Global Innovator

© 2021 NTT DATA INSTITUTE OF MANAGEMENT CONSULTING, Inc.

環境省 御中

NTT DATA
Trusted Global Innovator

令和3年度　脱炭素社会実現のための都市間連携事業
イスカンダル地域における脱炭素化促進事業（フェーズ3）
中間報告資料

2022年1月7日
株式会社エヌ・ティ・ティ・データ経営研究所
社会基盤事業本部 社会・環境戦略コンサルティングユニット

© 2021 NTT DATA INSTITUTE OF MANAGEMENT CONSULTING, Inc.

目次

I.　過去事業の概要・活動結果 …… 4～7
1. 2019年度事業概要
2. 2019年度事業活動結果
3. 2020年度事業概要
4. 2020年度事業活動結果

II.　本年度事業について …… 9～18
1. 本年度調査事業の概要
2. 活動計画の詳細
3. マレーシアにおけるCOVID-19の影響
4. 9月からの進捗状況

III.　今後の予定 …… 19

© 2021 NTT DATA INSTITUTE OF MANAGEMENT CONSULTING, Inc.

NTT DATA

目次

I. 過去事業の概要・活動結果 …… 4～7
1. 2019年度事業概要
2. 2019年度事業活動結果
3. 2020年度事業概要
4. 2020年度事業活動結果

II. 本年度事業について …… 9～18
1. 本年度調査事業の概要
2. 活動計画の詳細
3. マレーシアにおけるCOVID-19の影響
4. 9月からの進捗状況

III. 今後の予定 …… 19

© 2021 NTT DATA INSTITUTE OF MANAGEMENT CONSULTING, Inc.

NTT DATA

1.1 2019年度事業概要

目指している低炭素社会の姿：2010年を基準としてGHGsを2025年までに58%削減を達成

- イスカンダル・マレーシアはジョホール南部の主要回廊地域に位置し、面積2217km²、人口約1.95百万人のマレーシア第二の経済都市である。北九州市はイスカンダル地域開発庁（IRDA）と連携し2015年、2016年の都市間連携事業などを連携関係を構築してきた。
- IRDAは国際研究チームの協力をえて、2012年に「低炭素社会ブループリント」を策定しており、同計画には、目標達成のために3つのテーマと12の活動が定められており、これまで45件のプログラムを展開する活動が実施されている。
- 今後の活動として、政権交代（2018年）の影響を踏まえるとともに、目標達成を見据えた現実的なアクションプランの策定が必要である。また、実現に至っていないプロジェクトも調査対象とすることで、早期のJCM適用プロジェクト発掘につなげることを目指す。

2014年 低炭素社会のノウハウ共有
- 日本企業が有する低炭素技術の紹介
- JCMの紹介 等

2015年 アジアの低炭素社会実現のためのJCM案件形成可能性調査事業委託業務
- 平成27年度「イスカンダル地域における低炭素化プロジェクトの面的拡大のための基盤構築調査事業（北九州市―ジョホール市連携事業）」

2016年低炭素社会実現のための都市間連携に基づくJCM案件形成可能性調査事業
- 平成28年度「JCM推進に向けたイスカンダル・モデルプロジェクト推進事業（北九州市－IRDA連携事業）」

北九州市 ⇔ 協力関係 LOU ⇔ IRDA（イスカンダル地域開発庁）

蓄積したノウハウの提供

平成31年度 低炭素社会実現のための都市間連携事業委託業務

活動1 策定済みの低炭素社会ブループリントを踏まえたアクションプランの検討

北九州市が有する計画策定から個別の具体的な取組みまでをマスタープラン的な形で取りまとめるノウハウを活用し、既存の低炭素社会ブループリントをベースとしたアクションプランの策定を実施する。

活動2 2015、2016年度に実施した調査のフォローアップ調査

2015、2016年度に実施した都市間連携調査のフォローアップ活動を実施する。具体的には、以下の候補案件のフォローアップ調査を実施し、1～2年間で最低1件を事業化し、類似案件の横展開を目指す。

- 候補案件1:マレーシアの工業団地に進出している出光ケミカルマレーシアにおけるコジェネレーション導入
- 候補案件2:工業用冷蔵倉庫のチラーの高効率化と遮熱効果も期待した屋根置き太陽光発電設備の設置

活動3 ポテンシャルのある廃熱回収発電プロジェクト等の発掘調査

2016年度に実施した都市間連携調査等でポテンシャルがあることを確認している以下の候補案件の調査を実施する。1～3年間で最低1件を事業化し、類似案件の横展開を目指す。

- 候補案件1:セメント工場への廃熱回収発電システムの導入
- 候補案件2:廃棄物処分場からのランドフィルガス回収発電事業

© 2021 NTT DATA INSTITUTE OF MANAGEMENT CONSULTING, Inc.

NTT DATA

1.2 2019年度事業結果

活動項目	目標	達成レベル
活動1 策定済みの低炭素社会ブループリントを踏まえたアクションプランの検討	IRDAと連携し、低炭素社会ブループリントのアクションプランを策定すること	• IRDAと連携し、低炭素社会を実現するための「Industrial Symbiosis/Eco-Town」のパイロットプロジェクト実現に向けたアクションプラン、WBSを策定 • IRDAと北九州市が本PJのLOIを署名
活動2 2015、2016年度に実施した調査のフォローアップ調査	JCM設備補助申請に向けた事業化案件を発掘すること	• 実現する可能性の高いプロジェクトを3件(うち深堀検討1件)発掘 • マレーシア外での派生案件を2件発掘
活動3 ポテンシャルのある廃熱回収発電プロジェクト等の発掘調査		

© 2021 NTT DATA INSTITUTE OF MANAGEMENT CONSULTING, Inc.

1.3 2020年度調査事業概要

目指している低炭素社会の姿：2010年を基準としてGHGsを2025年までに58%削減を達成

- イスカンダル・マレーシアはジョホール南部の主要回廊地域に位置し、面積2217km²、人口約1.95百万人のマレーシア第二の経済都市である。北九州市はイスカンダル地域開発庁（IRDA）と連携し2015年、2016年の都市間連携事業などを連携関係を構築してきた。
- IRDAは国際研究チームの協力を得て、2012年に「低炭素社会ブループリント」を策定しており、同計画に沿って活動を順調に展開中。
- IRDAは「低炭素社会ブループリント」の次のアクションを検討しており、産業共生、エコタウン、廃棄物発電の推進を計画中。
- 2020年度の活動は中長期的にIRDAの次のアクション実現に向けた活動を実施するとともに、更新投資が盛んなマレーシアにおいて短期的に事業化につながる案件の発掘活動を実施する。

2014年　低炭素社会のノウハウ共有
- 日本企業が有する低炭素技術の紹介
- JCMの紹介　　等

2015年　アジアの低炭素社会実現のためのJCM案件形成可能性調査事業委託業務
- 平成27年度「イスカンダル地域における低炭素化プロジェクトの面的拡大のための基盤構築調査事業（北九州市―ジョホール市連携事業）」

2016年低炭素社会実現のための都市間連携に基づくJCM案件形成可能性調査事業
- 平成28年度「JCM推進に向けたイスカンダル・モデルプロジェクト推進事業（北九州市－IRDA連携事業）」

北九州市 ⇔ 協力関係 LOU ⇔ IRDA（イスカンダル地域開発庁）

蓄積したノウハウの提供

令和２年度　脱炭素社会実現のための都市間連携事業委託業務

活動1　産業共生型のエコタウンの実現に向けた活動

「低炭素社会ブループリント」に示された活動を順調に展開している中、IRDAが次の重要テーマと考えている産業共生とエコタウンの同時実現を目指して、パイロットプロジェクトの組成に向けた調査活動を実施する。中長期（3～7年以内）の事業化を目指す。

活動2　廃棄物発電の実現に向けた活動

「低炭素社会ブループリント」に示された活動を順調に展開している中、IRDAが次の重要テーマと考えている廃棄物発電の実現を目指して、調査活動を実施する。中長期（3～5年以内）のプロジェクトの具体化を視野に入れる。

活動3　JCM適用案件の発掘活動

工場等において設備更新ニーズの高いマレーシアにおいて、イスカンダル地域を中心にマレ工場等における廃熱回収発電、高効率な真空洗浄機、高効率なボイラーやチラー等の導入案件の事業化を目指す。短期間（1～3年以内）の事業化が目標。但し、JCMへの参画（政府署名）のタイミングに留意する。

- 候補案件１：セメント工場の廃熱回収発電の導入
- 候補案件２：電子電機機器工場における高効率洗浄機の導入

© 2021 NTT DATA INSTITUTE OF MANAGEMENT CONSULTING, Inc.

1.4 2020年度事業結果

活動項目	目標	達成レベル
活動1 産業共生型のエコタウンの実現に向けた活動	2019年度の事業でIRDAと合意したAction Planを実行すること ①工場から廃棄される廃棄物のインベントリー・データの収集 ②インベントリー・データに基づく工場間のマッチング ③上記2つの活動と並行した政策支援のあり方(優遇措置や罰則等)の検討 ④全体の検討結果を取りまとめたパイロットプロジェクトの企画	• IRDAが現地でワークショップを実施し、合計30社からインベントリー・データを取得 • 現在埋立処分されているものに対して、日本国内の事業者の持つ技術を活用できないか、調査・検討 • 現地のリサイクル技術に関しても分析することで高効率なリサイクル方法の導入可能性等について検討
活動2 廃棄物発電の実現に向けた活動	IRDAが次の重要テーマとして考えている廃棄物発電の実現に向けて、技術、制度、経済の各側面から調査活動を行うこと	• 2020年に開始されたBukit Payongでの廃棄物発電事業入札書類を入手し、分析を実施 • 廃棄物発電施設の検討に必要なマレーシアの環境基準について調査 • 前提条件(計画ごみ処理量、計画ごみ質 等)を整理し、事業費(概算)の試算、事業性の分析・評価を実施
活動3 JCM適用案件の発掘活動	JCM設備補助申請に向けた事業化案件を発掘すること	• ガスタービンコージェネレーションの導入を検討しているマレーシアの世界的グローブ製造大手企業の案件を発掘

© 2021 NTT DATA INSTITUTE OF MANAGEMENT CONSULTING, Inc.

NTT DATA

目次

I. 過去事業の概要・活動結果 …… 4～7
1. 2019年度事業概要
2. 2019年度事業活動結果
3. 2020年度事業概要
4. 2020年度事業活動結果

II. 本年度事業について …… 9～13
1. 本年度調査事業の概要
2. 活動計画の詳細

III. 9月からの進捗 …… 15～
1. マレーシアにおけるCOVID-19の影響
2. 進捗状況

III. 今後の予定 …… 19

© 2021 NTT DATA INSTITUTE OF MANAGEMENT CONSULTING, Inc.
NTT DATA

1. 本年度調査事業の概要

目指している低炭素社会の姿：2010年を基準としてGHGsを2025年までに58%削減を達成

- イスカンダル・マレーシアはジョホール南部の主要回廊地域に位置し、面積2217km²、人口約1.95百万人のマレーシア第二の経済都市である。北九州市はイスカンダル地域開発庁（IRDA）と連携し2015年、2016年の都市間連携事業などを連携関係を構築してきた。
- IRDAは国際研究チームの協力をえて、2012年に「低炭素社会ブループリント」を策定しており、同計画に沿って活動を順調に展開中。
- IRDAは「低炭素社会ブループリント」の次のアクションを検討しており、産業共生、エコタウン、廃棄物発電の推進を計画中。
- 2020年度の活動は中長期的にIRDAの次のアクション実現に向けた活動を実施するとともに、更新投資が盛んなマレーシアにおいて短期的に事業化につながる案件の発掘活動を実施する。

2014年 低炭素社会のノウハウ共有
- 日本企業が有する低炭素技術の紹介
- JCMの紹介　等

2015年 アジアの低炭素社会実現のためのJCM案件形成可能性調査事業委託業務
- 平成27年度「イスカンダル地域における低炭素化プロジェクトの面的拡大のための基盤構築調査事業（北九州市―ジョホール市連携事業）」

2016年低炭素社会実現のための都市間連携に基づくJCM案件形成可能性調査事業
- 平成28年度「JCM推進に向けたイスカンダル・モデルプロジェクト推進事業（北九州市－IRDA連携事業）」

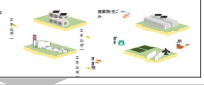
北九州市 ⇔ 協力関係 LOU ⇔ IRDA（イスカンダル地域開発庁）

蓄積したノウハウの提供

令和3年度　脱炭素社会実現のための都市間連携事業委託業務

活動1　産業共生型のエコタウンの実現に向けた活動

「低炭素社会ブループリント」に示された活動を順調に展開している中、IRDAが次の重要テーマと考えている産業共生とエコタウンの同時実現を目指して、パイロットプロジェクトの組成に向けた調査活動を実施する。
中長期（3～7年以内）の事業化を目指す。



活動2　廃棄物発電の実現に向けた活動

「低炭素社会ブループリント」に示された活動を順調に展開している中、IRDAが次の重要テーマと考えている廃棄物発電の実現を目指して、調査活動を実施する。
中長期（3～5年以内）のプロジェクトの具体化を視野に入れる。

活動4　JCM適用案件の発掘活動

工場等において設備更新ニーズの高いマレーシアにおいて、イスカンダル地域を中心にマレ工場等における廃熱回収発電、高効率な真空洗浄機、高効率なボイラーやチラー等の導入案件の事業化を目指す。短期間（1～3年以内）の事業化が目標。但し、JCMへの参画（政府署名）のタイミングに留意する。

- 候補案件１：Hartalega社のコジェネレーションシステム導入案件
- 候補案件2：UPP Pulp & Paper社のコジェネレーションシステム導入案件

活動3　脱炭素化行動計画（仮称）の提案

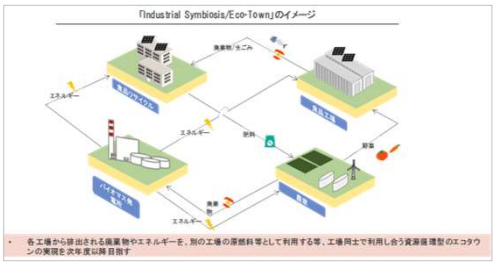
過去2年間の活動も含め活動1と活動2の結果をとりまとめ、アクションプラン（行動計画）を作成する

© 2021 NTT DATA INSTITUTE OF MANAGEMENT CONSULTING, Inc.

2. 活動計画の詳細
1) 活動①　産業共生型のエコタウンの実現に向けた活動

◆ 2020年度の活動成果を踏まえ、産業共生型のエコタウンの実現に向けて以下の活動を実行する

No.	Activities	IRDA	北九州市	北九州市内企業	NTTD経営研究所
1	既にリサイクルされている指定廃棄物の高度処理の可能性検討	●		●	●
2	埋め立て処分されている木質系廃棄物、紙系廃棄物及びプラスチック系廃棄物の別工場での原燃料利用の可能性検討	●			●
3	埋め立て処分されている食品系廃棄物とセラミック系廃棄物の原燃料化の可能性検討	●	●		●



© 2021 NTT DATA INSTITUTE OF MANAGEMENT CONSULTING, Inc.

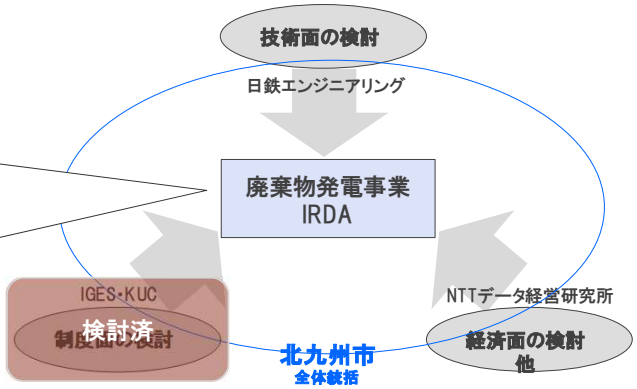
2. 活動計画の詳細
2) 活動② 廃棄物発電の実現に向けた活動

◆ マレーシア政府が進める廃棄物発電事業の進捗を確認するとともに、現地企業(SWM Environment Sdn. Bhd.)との連携可能性を検討する

SWM ENVIRONMENT

- マレー半島南部で廃棄物処理のコンセッションを請け負っている企業
- 廃棄物発電の対象サイトであるSeelong最終処分場の管理も行っている
- 昨年度、Web会議で打合せを実施

検討体制イメージ



© 2021 NTT DATA INSTITUTE OF MANAGEMENT CONSULTING, Inc.

NTT DATA

2. 活動計画の詳細
3) 活動③ 脱炭素化行動計画（仮称）の提案

◆ 本年度が3年計画の最終年度であることを踏まえ、今後の脱炭素化に向けた取組みをアクションプラン（行動計画）として取りまとめる

- 過去2年間のIRDAとの連携活動も含め活動①と活動②の結果をとりまとめる
  - ✓ 今年度の活動の中でIRDAと協議しながらアクションプランを作成

© 2021 NTT DATA INSTITUTE OF MANAGEMENT CONSULTING, Inc.

NTT DATA

2. 活動計画の詳細
4) 活動④　JCM適用案件の発掘活動

取扱注意

◆ 2020年度に発掘した以下2社のJCM適応案件のコジェネレーションシステム導入の具体化を進める

現地企業 (共同事業者候補)	JCM設備補助対象可能性	代表事業者候補
マレーシアの世界的グローブ製造大手企業	非常に高い • 上場企業であり財務的には極めて健全 • 新型コロナ感染症対応のため工場の稼働は極めて好調	あり （関心表明書入手済）
製紙会社。シンガポール資本のマレーシア企業	高い • 業績は好調 • 環境対応を行うためにコジェネレーションの導入を検討中	なし （代表事業者候補の選定等を行う必要性あり）

© 2021 NTT DATA INSTITUTE OF MANAGEMENT CONSULTING, Inc.

NTT DATA

目次

I.　過去事業の概要・活動結果 …… 4～7
1.　2019年度事業概要
2.　2019年度事業活動結果
3.　2020年度事業概要
4.　2020年度事業活動結果

II.　本年度事業について …… 9～13
1.　本年度調査事業の概要
2.　活動計画の詳細

III.　9月からの進捗 …… 15～
1.　マレーシアにおけるCOVID-19の影響
2.　進捗状況

III.　今後の予定 …… 19

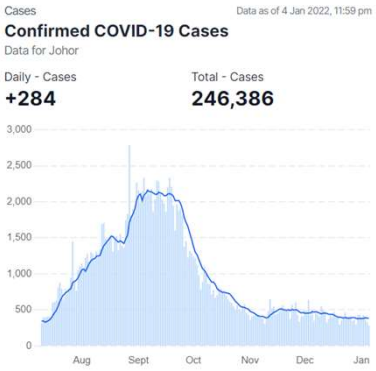
© 2021 NTT DATA INSTITUTE OF MANAGEMENT CONSULTING, Inc.
NTT DATA

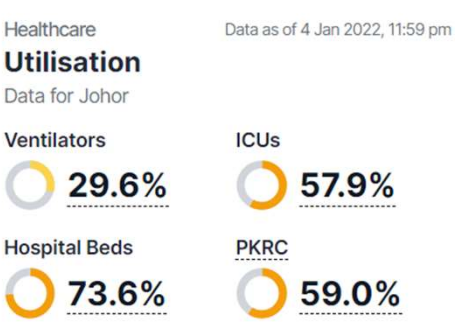
Ⅲ. 9月からの進捗

1. マレーシアにおけるCOVID-19の影響

◆ <u>ジョホール州は「国家回復計画（NRP）」第4段階に指定されており、9月時点に比べ規制は緩和されている</u>
✓ジョホール州におけるワクチン接種者数は80%を超えている

◆ ただし、海外からマレーシアに入国した者は、マレーシア国民であれ外国人であれ、ワクチン接種者の場合7日間、ワクチン接種者でない場合11日間の隔離に服する。
✓外国人観光客のマレーシアへの入国は引き続き許可されない。





（出典） 在マレーシア日本国大使館「新型コロナウイルス関連情報」他

© 2021 NTT DATA INSTITUTE OF MANAGEMENT CONSULTING, Inc.

NTT DATA

Ⅲ. 9月からの進捗

2. 活動① 産業共生型のエコタウンの実現に向けた活動

◆ 主に#2,3に関して、日本企業との連携可能性を探るためアプローチすべき現地企業をリストアップし、IRDAを通じてミーティングの実施を打診。
⇒しかし、現在のコロナの状況によってミーティング参加への前向きな返事を頂けていない

No	Activities	Progress（9月時点）	Progress（1月時点）
1	既にリサイクルされている指定廃棄物の高度処理の可能性検討	• 現地リサイクル企業であるPentas Floraへのヒアリングを実施（8/4）	–
2	埋め立て処分されている木質系廃棄物、紙系廃棄物及びプラスチック系廃棄物の別工場での原燃料利用の可能性検討	• IRDAを通じて現地企業へヒアリングの実施をアプローチ中	**⇒ミーティング参加への前向きな返事を頂けていない** • 全国的な移動規制の影響やコロナによる自社製品やサービスへの需要減少によって環境に対する意識レベルが下がっている • IRDAによると、実際に会って話を聞くなど関係構築をする必要があり、ミーティングの実施にはかなり時間がかかる可能性があるとのこと
3	埋め立て処分されている食品系廃棄物とセラミック系廃棄物の原燃料化の可能性検討	• 北九州市より双方の廃棄物の処理技術を持つ企業を三社発掘済み（食品廃棄物1社、セラミック系廃棄物2社） • IRDAにマッチングできる現地企業へのアプローチを依頼中	
4	工業団地への再生エネルギー導入可能性検討	• 太陽光発電事業者であるDitrolic Solarへのヒアリングを実施（7/27）	–

© 2021 NTT DATA INSTITUTE OF MANAGEMENT CONSULTING, Inc.

NTT DATA

Ⅲ. 9月からの進捗

2. 活動② 廃棄物発電の実現に向けた活動

◆ Seelong最終処分場の管理を行っているSWM Environmentとコンタクトを取り、10月中旬にイスカンダル地域における廃棄物発電についてのディスカッションを実施。

◆ 11月中旬にも再度フォローアップミーティングを実施。その際にSeelong最終処分場にて廃棄物データを取得するための方法について議論した。

◆ 現在はSeelongにて分析調査を実施しているUTMからデータを頂けないか交渉中。

No	収集方法	実現可能性
1	NSEがSeelongに出向いて調査を行う	⇒現在のCOVID-19のマレーシア入国検疫要件を考慮すると、実現不可能
2	UTM（マレーシア工科大学）が近々Seelongで廃棄物分析調査を実施する予定であるため、UTMの廃棄物分析結果（発熱量、化学組成、可燃物量等）を共有していただくように依頼する	⇒一番実現可能性が高いため、現在情報取得が可能か確認中
3	（UTMがデータを共有できない場合） 廃棄物サンプル（50kg）を日本に送り、日本で廃棄物分析を行う	⇒廃棄物の輸出に関する法律や規制、また廃棄物サンプルの浸出液などの懸念から、現実的ではない
4	（UTMがデータを共有できない場合） SWM Environmentが、NSEが調査方法を詳細に指示することを条件に、廃棄物分析を実施できる現地企業を紹介する （NSEは、廃棄物のサンプリングと選別をウェブモニタリングする）	⇒あくまでUTMデータを得られない場合の代替案であり、環境省への報告書提出期限に間に合う場合にのみ検討する予定

© 2021 NTT DATA INSTITUTE OF MANAGEMENT CONSULTING, Inc.

NTT DATA

Ⅲ. 9月からの進捗

2. 活動② 廃棄物発電の実現に向けた活動

◆ また、現在マレーシア政府が進めるBukit Payongにおける廃棄物発電事業の進捗をIRDAを通じて引き続き確認中。

◆ 業者選定スケジュールの進捗状況や選定候補者の情報含めIRDAに関係者にコンタクトを取っていただいている状態だが、現時点で信頼性の高い情報は得られていない。

- COVID-19の影響によりスケジュールが遅れており、入札結果はまだ発表されていない。
- 事業者選定後もEIAなどの手続きが必要となるため建設時期も当初スケジュールより後ろ倒しになると予想される

© 2021 NTT DATA INSTITUTE OF MANAGEMENT CONSULTING, Inc.

NTT DATA

（参考）WtE project at BUKIT PAYONG, BATU PAHAT, JOHOR

- Bukit Payongのプロジェクトにおける当初スケジュールは以下の通り。

Milestone	Date	Contractual Consequence
Contract signing	1 August 2021	
DEIA completion	31 July 2022	
Planning application submission	31 July 2022	
Planning permission	31 July 2022	
Planning Application Longstop Date	31 October 2022	Failure to submit Planning Application by Planning Application Longstop Date by the Longstop may lead to CA being void.
Planned Works Commencement Date	1 August 2022	Failure to commence the Works by 6 Months after the Planned Works Commencement Date is a Concessionaire's Default
Testing and Commissioning Period	1 May 2025 to 31 July 2025	

© 2021 NTT DATA INSTITUTE OF MANAGEMENT CONSULTING, Inc.

Ⅲ. 9月からの進捗
2. 活動③ 脱炭素化行動計画（仮称）の提案

◆ IRDAとアクションプランの作成に関して協議した所、今年度IRDAが作成を検討している Comprehensive Development Plan3（CDP3)の中に、本プロジェクトで今まで進めてきた産業共生型社会や廃棄物発電の考えを盛り込むことで合意した。
（CDPの詳細は次頁）

◆ CDPは5年ごとに見直され、更新されており、現在は2025年度までの計画が策定されている。
- CDP：2006～2025年
- CDP2：2014～2025年
- CDP3：2020～2030年（作成検討中）

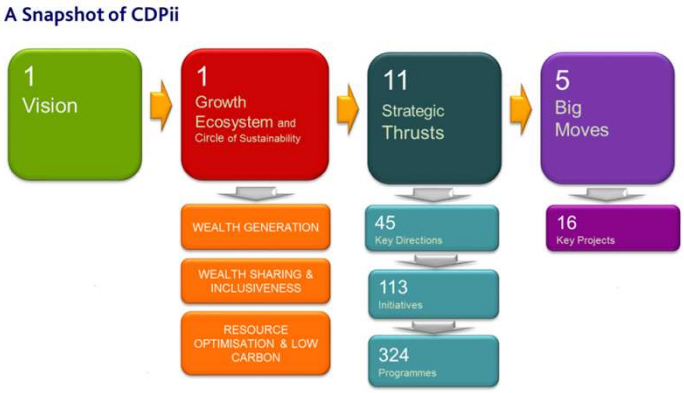
◆ 現在CDP3は作成検討中であり、完成次第サマリーレポートをIRDAより提出していただく予定。

© 2021 NTT DATA INSTITUTE OF MANAGEMENT CONSULTING, Inc.

（参考）Comprehensive Development Plan Ⅱ（2014～2025年）

◆ CDPは、マレーシアのイスカンダル地方の物理的、経済的、社会的発展を強化するために、全体的な開発の枠組み、ビジョン、主要な方向性を策定するもの。

◆ CDP2は「富の創出」「富の共有と包括」「資源最適化・低炭素化」とした考え方を中心に、戦略的推進力として各プログラムを設定したり、メインとなるプロジェクトを定めたりしている。



（出典） IRDA 'COMPREHENSIVE DEVELOPMENT PLAN II ISKANDAR MALAYSIA, 2014 – 2025' (2017)

© 2021 NTT DATA INSTITUTE OF MANAGEMENT CONSULTING, Inc.

NTT DATA

（参考）Comprehensive Development Plan Ⅱ（2014～2025年）

◆ CDP2の中心的な考え方の一つである「富の創出」の戦略や方向性は以下の通り。

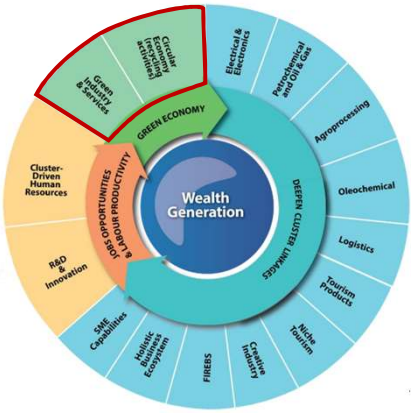
◆ CDP3として内容を見直す際に産業共生型社会や廃棄物発電の関する考え方は「WG3：低炭素社会を支えるグリーンエコノミーの主流化」に含まれると想定。

In order to enhance the generation of income of the people in Iskandar Malaysia, Three Strategic Thrusts are introduced:

- **WG1** : Deepen Cluster Linkages and Enhance Enabling Ecosystem
- **WG2** : Increase Skilled Job Opportunities and Labour Productivity
- **WG3** : Mainstream Green Economy to Support Low Carbon Initiatives

In summary, there are:

3 Strategic Thrusts
15 Key Directions
42 Initiatives
148 Programmes



（出典） IRDA 'COMPREHENSIVE DEVELOPMENT PLAN II ISKANDAR MALAYSIA, 2014 – 2025' (2017)

© 2021 NTT DATA INSTITUTE OF MANAGEMENT CONSULTING, Inc.

NTT DATA

Ⅲ. 9月からの進捗

2. 活動④ JCM適用案件の発掘活動

取扱注意

◆ 昨年度、発掘した下記の案件については、メール・電話等でフォロー活動を実施中。

◆ 新規案件の発掘活動に関しては、現地訪問が困難なことから、日系企業を中心に連携可能性のある案件発掘活動を実施し、現在はイオンへコンタクト中である。

現地企業 (共同事業者候補)	進捗状況
マレーシアの世界的グローブ製造大手企業	• JCM設備補助申請ドラフトを作成したが、GECよりマレーシアではJCMが採択されていないため断られ、提出を断念
製紙会社。シンガポール資本のマレーシア企業	• フォローアップ中
マレーシア小売り業界にてトップシェアを誇る日系企業	• コンタクト中

© 2021 NTT DATA INSTITUTE OF MANAGEMENT CONSULTING, Inc.

NTT DATA

目次

I. 過去事業の概要・活動結果 …… 4～7
1. 2019年度事業概要
2. 2019年度事業活動結果
3. 2020年度事業概要
4. 2020年度事業活動結果

II. 本年度事業について …… 9～13
1. 本年度調査事業の概要
2. 活動計画の詳細

III. 9月からの進捗 …… 15～23
1. マレーシアにおけるCOVID-19の影響
2. 進捗状況

III. 今後の予定 …… 25

© 2021 NTT DATA INSTITUTE OF MANAGEMENT CONSULTING, Inc.
NTT DATA

IV. 今後の予定

◆ 引き続き、産業共生型のエコタウンの実現に向けた活動については現地企業へアプローチを実施する。しかし、前述の通り時間がかかることが予想されるため、資源循環だけでなく再生可能エネルギーの導入に関する活動も進める。

◆ 廃棄物発電においてはSeelong最終処分場の廃棄物データを得るために、SWM Environmentと引き続きコンタクトを取り、UTMの分析データがいただけないか交渉する。

◆ 脱炭素化行動計画（仮称）の提案については、CDPに盛り込む内容をIRDAと引き続き協議し、具体性を深める。

◆ JCM案件組成活動のフォローアップも引き続き実施する。

© 2021 NTT DATA INSTITUTE OF MANAGEMENT CONSULTING, Inc.

（参考）事業計画

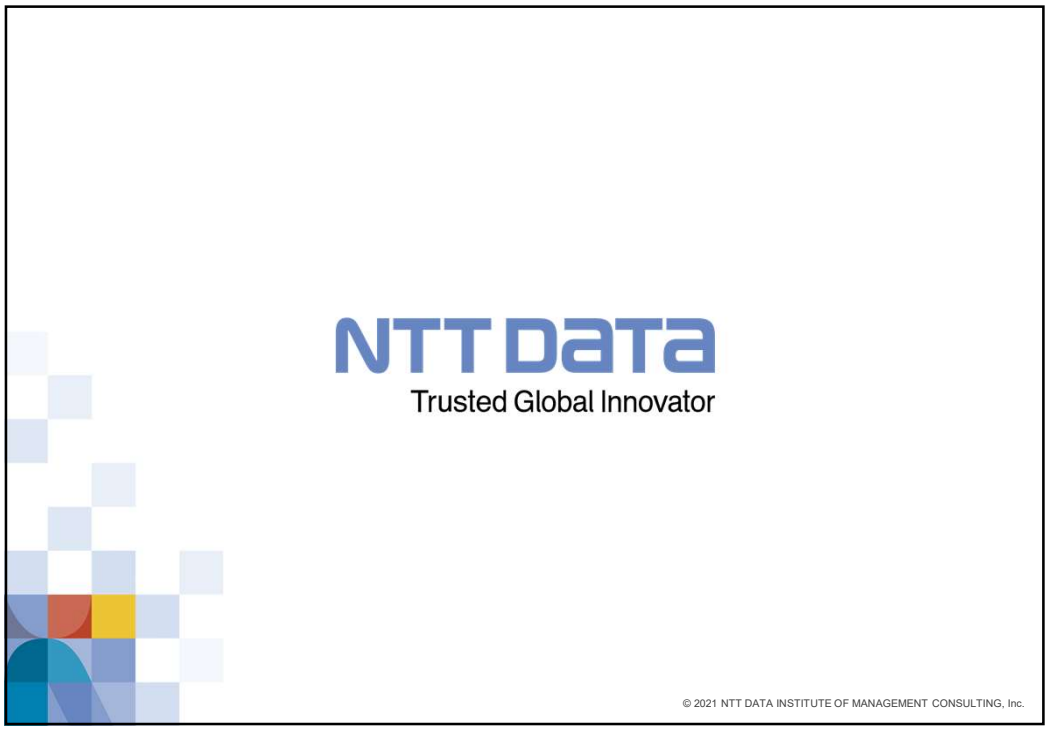
～2018年
■ 都市間連携調査実施（2015年&2016年）

2019～2021年（3カ年）

2022～2025年
■ アクションプランの遂行
■ 発掘案件の横展開

2019年度	2020年度		2021年度(3カ年目：本事業)				2022年以降
	内容	結果	4～6月	7～9月	10～12月	1～3月	
活動1：策定済みの低炭素社会ブループリントを踏まえたアクションプランの検討	活動1：産業共生型のエコタウンの実現に向けた活動	・産業共生の考え方に前向きな企業、既にリサイクルは行っているものの更なる高度処理の可能性のある企業等を把握	既にリサイクルされている指定廃棄物の高度処理の可能性検討 埋め立て処分されている木質系廃棄物、紙系廃棄物及びプラスチック系廃棄物の別工場での原燃料利用の可能性検討 埋め立て処分されている食品系廃棄物とセラミック系廃棄物の原燃料化の可能性検討			左記の検討結果を取りまとめたビジネスベースでのパイロットプロジェクトの企画	パイロットプロジェクトの実施 事業化（3~7年以内）
活動2：2015、2016年度に実施した調査のフォローアップ調査	活動2：廃棄物発電の実現に向けた活動	・廃棄物発電の事業費の概算、事業性評価を実施 ・廃棄物発電を導入する際の現地パートナー企業の有力候補とコンタクトを取った	マレーシア国におけるジョホール州での廃棄物発電事業の進捗の確認 現地企業（SWM Environment Sdn. Bhd. 他）との連携可能性検討				中長期のプロジェクトの具体化（3~5年以内）
					アクションプラン（行動計画）として活動1,2の検討結果の取りまとめ		
活動3：ポテンシャルのある廃熱回収発電プロジェクト等の発掘調査	活動3：JCM適用案件の発掘活動	・新たに1 件のJCM 設備補助候補プロジェクトを発掘	JCM適用案件のコジェネレーションシステム導入の具体化				短期間（1~3年以内）でのJCM設備補助事業の適用・事業化 ※マレーシアがJCMに署名することを前提
現地調査				●第1回	●第2回	●第3回	
報告書の作成御省との打合せ				●契約 月次報告 ●プレキックオフ	●キックオフ	●中間打合せ	●報告書提出 ●最終打合せ（※打合せは、必要に応じて追加）

© 2021 NTT DATA INSTITUTE OF MANAGEMENT CONSULTING, Inc.


NTT DATA
Trusted Global Innovator
© 2021 NTT DATA INSTITUTE OF MANAGEMENT CONSULTING, Inc.

目次

1. 本年度調査事業の概要 …… 4 ～ 5

2. 各活動の成果 …… 7 ～ 34
   1. 活動① 産業共生型のエコタウンの実現に向けた活動
   2. 活動② 廃棄物発電の実現に向けた活動
   3. 活動③ 脱炭素化行動計画（仮称）の提案
   4. 活動④ JCM適用案件の発掘活動

3. 今後の展開 …… 36 ～ 37

© 2021 NTT DATA INSTITUTE OF MANAGEMENT CONSULTING, Inc.

NTT DATA

目次

1. 本年度調査事業の概要 …… 4 ~ 5

2. 各活動の成果 …… 7 ~ 34
   1. 活動① 産業共生型のエコタウンの実現に向けた活動
   2. 活動② 廃棄物発電の実現に向けた活動
   3. 活動③ 脱炭素化行動計画（仮称）の提案
   4. 活動④ JCM適用案件の発掘活動

3. 今後の展開 …… 36 ~ 37

© 2021 NTT DATA INSTITUTE OF MANAGEMENT CONSULTING, Inc.

NTT DATA

1. 本年度調査事業の概要（提案資料から再掲）

目指している低炭素社会の姿：2010年を基準としてGHGsを2025年までに58%削減を達成

- イスカンダル・マレーシアはジョホール南部の主要回廊地域に位置し、面積2217km²、人口約1.95百万人のマレーシア第二の経済都市である。北九州市はイスカンダル地域開発庁（IRDA）と連携し2015年、2016年の都市間連携事業などを連携関係を構築してきた。
- IRDAは国際研究チームの協力をえて、2012年に「低炭素社会ブループリント」を策定しており、同計画に沿って活動を順調に展開中。
- IRDAは「低炭素社会ブループリント」の次のアクションを検討しており、産業共生、エコタウン、廃棄物発電の推進を計画中。
- 2020年度の活動は中長期的にIRDAの次のアクション実現に向けた活動を実施するとともに、更新投資が盛んなマレーシアにおいて短期的に事業化につながる案件の発掘活動を実施する。

2014年 低炭素社会のノウハウ共有
- 日本企業が有する低炭素技術の紹介
- JCMの紹介 等

2015年 アジアの低炭素社会実現のためのJCM案件形成可能性調査事業委託業務
- 平成27年度「イスカンダル地域における低炭素化プロジェクトの面的拡大のための基盤構築調査事業（北九州市―ジョホール市連携事業）」

2016年低炭素社会実現のための都市間連携に基づくJCM案件形成可能性調査事業
- 平成28年度「JCM推進に向けたイスカンダル・モデルプロジェクト推進事業（北九州市－IRDA連携事業）」

北九州市 ⇔ 協力関係 LOU ⇔ IRDA（イスカンダル地域開発庁）

蓄積したノウハウの提供

令和3年度 脱炭素社会実現のための都市間連携事業委託業務

活動1 産業共生型のエコタウンの実現に向けた活動

「低炭素社会ブループリント」に示された活動を順調に展開している中、IRDAが次の重要テーマと考えている産業共生とエコタウンの同時実現を目指して、パイロットプロジェクトの組成に向けた調査活動を実施する。中長期（3~7年以内）の事業化を目指す。

活動2 廃棄物発電の実現に向けた活動

「低炭素社会ブループリント」に示された活動を順調に展開している中、IRDAが次の重要テーマと考えている廃棄物発電の実現を目指して、調査活動を実施する。中長期（3~5年以内）のプロジェクトの具体化を視野に入れる。

活動4 JCM適用案件の発掘活動

工場等において設備更新ニーズの高いマレーシアにおいて、イスカンダル地域を中心にマレ工場等における廃熱回収発電、高効率な真空洗浄機、高効率なボイラーやチラー等の導入案件の事業化を目指す。短期間（1~3年以内）の事業化が目標。但し、JCMへの参画（政府署名）のタイミングに留意する。

- 候補案件１：Hartalega社のコジェネレーションシステム導入案件
- 候補案件2：UPP Pulp & Paper社のコジェネレーションシステム導入案件

活動3 脱炭素化行動計画（仮称）の提案

過去2年間の活動も含め活動1と活動2の結果をとりまとめ、アクションプラン（行動計画）を作成する

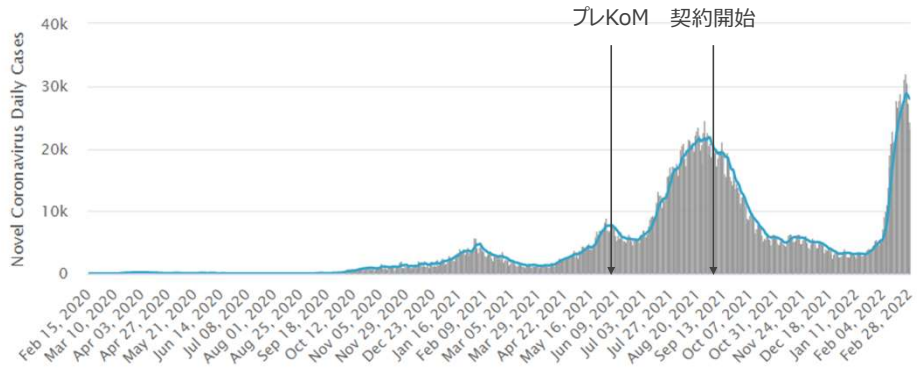
© 2021 NTT DATA INSTITUTE OF MANAGEMENT CONSULTING, Inc.

NTT DATA

1. 本年度調査事業の概要
（参考）コロナ禍の影響

◆ ジョホール州では「国家回復計画（NRP）」によって厳しい規制がされていたため、昨年度に引き続き、2021年度も現地調査を実施できなかった。

マレーシア国内新規感染者数



Source: https://www.worldometers.info/coronavirus/country/malaysia/

© 2021 NTT DATA INSTITUTE OF MANAGEMENT CONSULTING, Inc.

NTT DATA

目次

1. 本年度調査事業の概要 …… 4 ～ 5
2. 各活動の成果 …… 7 ～ 34
   1. 活動① 産業共生型のエコタウンの実現に向けた活動
   2. 活動② 廃棄物発電の実現に向けた活動
   3. 活動③ 脱炭素化行動計画（仮称）の提案
   4. 活動④ JCM適用案件の発掘活動
3. 今後の展開 …… 36 ～ 37

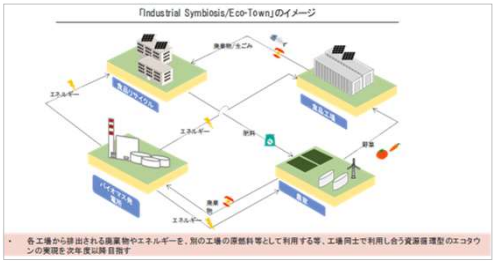
© 2021 NTT DATA INSTITUTE OF MANAGEMENT CONSULTING, Inc.
NTT DATA

2. 各活動の成果
1) 活動①　産業共生型のエコタウンの実現に向けた活動

◆ 2020年度の活動成果を踏まえ、産業共生型のエコタウンの実現に向けて以下の活動を実行する

No.	Activities	IRDA	北九州市	北九州市内企業	NTTD 経営研究所
1	既にリサイクルされている指定廃棄物の高度処理の可能性検討	●		●	●
2	埋め立て処分されている木質系廃棄物、紙系廃棄物及びプラスチック系廃棄物の別工場での原燃料利用の可能性検討	●			●
3	埋め立て処分されている食品系廃棄物とセラミック系廃棄物の原燃料化の可能性検討	●	●		●
4	工業団地への再生エネルギー導入可能性検討※	●			●

※提案書から新たに追加



© 2021 NTT DATA INSTITUTE OF MANAGEMENT CONSULTING, Inc.

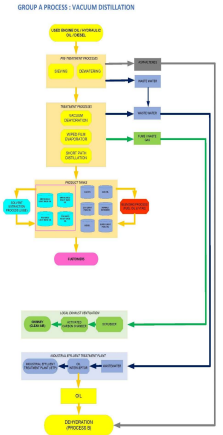
NTT DATA

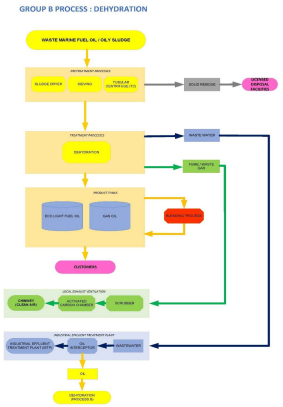
2-1　活動① 産業共生型のエコタウンの実現に向けた活動
既にリサイクルされている指定廃棄物の高度処理の可能性検討

◆ 昨年度現地のリサイクル技術等に関する情報を得ることができた企業に本年度アプローチした結果、Pentas Floraとヒアリングを実施することが出来た。

◆ 既に一定レベルのリサイクルが実現されており、今後も状況に応じて協議を実施していくことに同意した。

- Pentas Floraでは、使用済エンジンオイルを回収した後、ろ過を行い、その次に真空蒸留にて基油、潤滑油、軽油を精製するというリサイクル方法を取っている
- この工程の中で生じた副産物に関しても別途排水処理を行い、工業用燃料油として回収している





© 2021 NTT DATA INSTITUTE OF MANAGEMENT CONSULTING, Inc.

NTT DATA

2-1　活動① 産業共生型のエコタウンの実現に向けた活動
埋め立て処分されている木質系廃棄物、紙系廃棄物及びプラスチック系廃棄物の別工場での原燃料利用の可能性検討

◆ 廃棄物排出元と廃棄物を再生燃料として使用する可能性がある工場のマッチングを図るため、連携可能性がある企業をリストアップした

◆ IRDAを通じて、リストに記載されている企業に対して打ち合わせを打診したが、承諾を得ることは叶わなかった。原因としては、長期にわたるコロナ禍により、産業共生型エコタウンに対する企業の関心が薄れてしまったところにある。

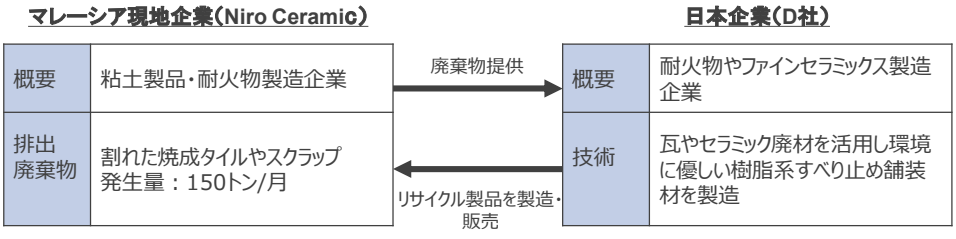
No.	会社名	資源として再利用可能な廃棄物	他の廃棄物を代替資源として利用する可能性があるか
3	TES-AMM (MALAYSIA) SDN. BHD.	プラスチック, 紙.	製造業から排出されている電気・電子機器組立品からの廃棄を活用済み
4	IMPACT RANK (M) SDN. BHD.	プラスチック汚染廃棄物	なし
10	Chawk Technology International Sdn Bhd	プラスチック （PVC、プラスチックパイプ、文房具、パレットなどにリサイクルまたはクラッシュして作り直す）	顧客判断による
17	MATERIALS IN WORKS (M) S/B (WASTE COLLECTION AND UPCYCLING COMPANY)	回収したセルロースとプラスチック (PP、PE、PET)	固形廃棄物(例：タバコの吸殻、紙おむつなど)に関する継続的な研究開発を実施
30	Sukano Sdn. Bhd.	プラスチック (材料の種類を分離して造粒できる場合のみ)	リサイクルプラスチック

© 2021 NTT DATA INSTITUTE OF MANAGEMENT CONSULTING, Inc.

2-1　活動① 産業共生型のエコタウンの実現に向けた活動
埋め立て処分されている食品系廃棄物とセラミック系廃棄物の原燃料化の可能性検討

◆ IRDAを通じて地元企業にアプローチしたところ、セラミック廃棄物を排出しているNiro Ceramicから関心をいただけたため、セラミック廃棄物のリサイクル技術を持つ株式会社D社の技術を紹介するべく打ち合わせを実施した。

◆ ヒアリングの結果、D社のリサイクル製品に、Niro Ceramicの廃棄物の活用可能性があることが分かった。今後は、リサイクルレンガ製品のマレーシアにおける市場性を分析した上で、連携を進めていく。



© 2021 NTT DATA INSTITUTE OF MANAGEMENT CONSULTING, Inc.

2-1　活動① 産業共生型のエコタウンの実現に向けた活動
工業団地への再生エネルギー導入可能性検討

◆ 昨年度開催した現地ワークショップにて登壇いただいたDitrolic Solarへヒアリングを実施した。

◆ ヒアリングの結果、Ditrolic Solarから政策面とナショナルグリッドへの接続に関する技術的実現性の面で、サポートが可能といった言葉を頂けた。今後現地の日系企業を主な対象に太陽光発電設備を導入する際に連携していくことが考えられる。

ditrolic solar

Ditrolic Solar

- マレーシア国内初の太陽光発電所をはじめ、東南アジア地域における太陽光発電のパイオニア企
- マレーシアには本社を含め4拠点を展開。海外ではシンガポール、フィリピン、バングラデシュにも支店がある
- Ditrolic Solarの出資する4カ国38プロジェクトの総設置・開発容量は283.6MWに達している。

CORPORATE HEADQUARTER

Malaysia Offices
Kuala Lumpur Petaling Jaya, Malaysia
(Ditrolic Sdn. Bhd.)

Johor Bahru
Johor Bahru, Malaysia
(Ditrolic Sdn. Bhd.)

East Malaysia
Kota Kinabalu, Malaysia
(Ditrolic Solar (Sabah) Sdn. Bhd.)

North Malaysia
Penang, Malaysia
(Ditrolic Solar (Sdn. Bhd.)

Regional Office
Singapore - *Ditrolic (S) Pte. Ltd*

Philippines
Manila, Philippines
Ditrolic Solar Philippines, Inc.
Magnus Ditrolic Solar Inc.

Bangladesh
HDFC Sinpower Ltd.
(Associate Co. of Ditrolic (S) Pte Ltd)

© 2021 NTT DATA INSTITUTE OF MANAGEMENT CONSULTING, Inc.

NTT DATA

目次

1. 本年度調査事業の概要 …… 4 ～ 5
2. 各活動の成果 …… 7 ～ 34
   1. 活動① 産業共生型のエコタウンの実現に向けた活動
   2. 活動② 廃棄物発電の実現に向けた活動
   3. 活動③ 脱炭素化行動計画（仮称）の提案
   4. 活動④ JCM適用案件の発掘活動
3. 今後の展開 …… 36 ～ 37

© 2021 NTT DATA INSTITUTE OF MANAGEMENT CONSULTING, Inc.
NTT DATA

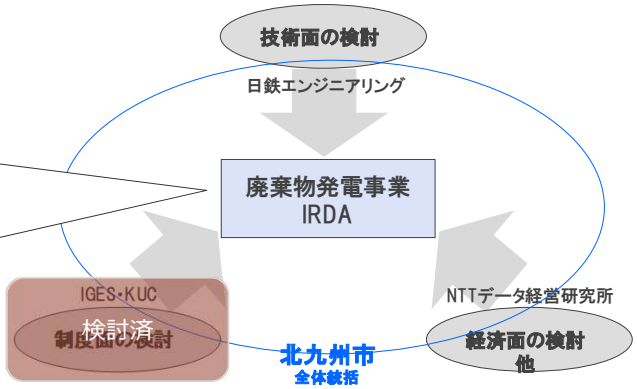
2. 活動計画の詳細
2) 活動② 廃棄物発電の実現に向けた活動

◆ マレーシア政府が進める廃棄物発電事業の進捗を確認するとともに、現地企業(SWM Environment Sdn. Bhd.)との連携可能性を検討する

SWM ENVIRONMENT

- マレー半島南部で廃棄物処理のコンセッションを請け負っている企業
- 廃棄物発電の対象サイトであるSeelong最終処分場の管理も行っている
- 昨年度、Web会議で打合せを実施

検討体制イメージ



2-2 活動② 廃棄物発電の実現に向けた活動
想定される廃棄物発電事業の概要

◆ イスカンダル地域の位置するジョホール州では、都市ごみの管理は連邦政府によって行われているため、廃棄物発電の導入も連邦政府によって決定される。

◆ ジョホール州では、2020年にBukit Payongで廃棄物発電事業の入札が開始されたため、入札書類を入手し、分析を行った。

「固形廃棄物・公共清掃管理法（Act 672）」(2007)
(the Waste Management and Public Cleansing Management Act)

Act 672を順守している州	Act 672を順守していない州
連邦政府の指定したコンセッション企業によって固形廃棄物の回収・公共清掃事業が行われる。	**地方自治体自身**が、あるいは委託された民間業者が、固形廃棄物の回収・公共清掃事業を行う。
左記以外の11州 （イスカンダル地域のあるジョホール州も含まれる）	Pulau Pinang Selangor Selangor Perak

Bukit Payungの入札書類

- 技術提供者は、現地企業と**JVを組む**必要がある
- **民間事業者にリスクが大きい**
  （提案に必要な現地情報（廃棄物の発生源、組成、日別の収集量 等）の収集を独自に行う必要がある）
- **処理費（Gate fee）を自ら設定**する必要がある。また、運用が失敗した場合の**ペナルティ**等も設定される。

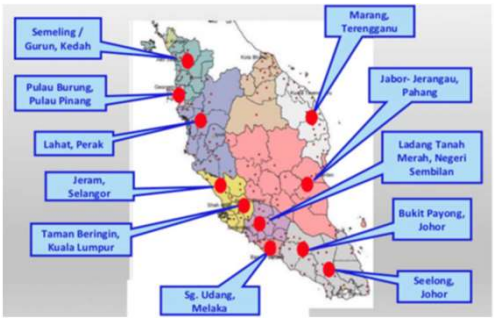
⇒IRDAの想定する廃棄物発電施設（Seelong最終処分場隣接地）でも同様の入札条件が課される可能性が高いと考えられる。

Source: Request for Proposal (RfP) of Waste-to- Energy PPP Project at Bukit Payong, Batu Pahat, Johor

2-2　活動② 廃棄物発電の実現に向けた活動
（参考）連邦政府の廃棄物発電候補サイト一覧

◆ 住宅自治省（KPKT）は、従来の最終処分場中心の処理方法をフェーズアウトし、代替処理方法に移行する意向であり、2025 年までにマレーシア全土で6ヵ所、将来的には各州に少なくとも1つの廃棄物発電施設を導入する方針。

No.	州	候補サイト	現状の受入量（トン/日）
1	Kedah	Semeling Landfill, Gurun	450
2	Pulau Pinang	Pulau Burong Landfill, Seberang Prai	2,000
3	Perek	Lahat Landfill, Ipoh	650
4	Selangor	Jeram Landfill, Klang	3,000
5	Kuala Lumpur	Taman Beringin Transfer Station	2,300
6	Melaka	Sungai Udang Landfill	900
7	Terengganu	Marang Landfill, Marang	100
8	Pahang	Jabor-Jerangau Landfill, Kuantan	500
9	Negeri Sembilan	Tanah Merah Landfill, Port Dickson	585
10	Johor	Bukit Payung Closed Landfill, B. Pahat	287.5
11	Johor	Seelong Landfill, Johor Bahru	3,164



最新のSWM Environmentへのインタビューでは、1,500～2,000トンとのことだった

Source :国家固形廃棄物管理局(JPSPN, 2020)、The Malaysian Reserve(https://themalaysianreserve.com/2021/01/04/malaysias-wte-construction-remains-challenging/)

© 2021 NTT DATA INSTITUTE OF MANAGEMENT CONSULTING, Inc.

NTT DATA

2-2　活動② 廃棄物発電の実現に向けた活動
Bukit Payongにおける廃棄物発電事業の進捗状況の確認

◆ 本年度は、現在マレーシア政府が進めるBukit Payongにおける廃棄物発電事業の進捗をIRDAを通じて確認した。
- 業者選定スケジュールの進捗状況
- 選定候補者の情報　etc.

◆ IRDAに関係者にコンタクトを取っていただいたが、現時点で確度の高い情報は得られていない。
- COVID-19の影響によりスケジュールが遅れており、入札結果はまだ発表されていない。
- 事業者選定後もEIAなどの手続きが必要となるため建設時期も当初スケジュールより後ろ倒しになると予想される。

© 2021 NTT DATA INSTITUTE OF MANAGEMENT CONSULTING, Inc.

NTT DATA

2-2　活動② 廃棄物発電の実現に向けた活動
（参考）WtE project at BUKIT PAYONG, BATU PAHAT, JOHOR

- **Bukit Payongのプロジェクトにおける当初スケジュールは以下の通り。**

Milestone	Date	Contractual Consequence
Contract signing	1 August 2021	
DEIA completion	31 July 2022	
Planning application submission	31 July 2022	
Planning permission	31 July 2022	
Planning Application Longstop Date	31 October 2022	Failure to submit Planning Application by Planning Application Longstop Date by the Longstop may lead to CA being void.
Planned Works Commencement Date	1 August 2022	Failure to commence the Works by 6 Months after the Planned Works Commencement Date is a Concessionaire's Default
Testing and Commissioning Period	1 May 2025 to 31 July 2025	

© 2021 NTT DATA INSTITUTE OF MANAGEMENT CONSULTING, Inc.

NTT DATA

2-2　活動② 廃棄物発電の実現に向けた活動
現地コンセッション企業との協議（1/2）

- **◆マレー半島南部のコンセッション事業を連邦政府から委託されているSWM Environment Sdn. Bhd. (SWMSB)とコンタクトを取り、協議を実施した。**

SWM Environment Sdn. Bhd.
(SWM Environment)

- 1997年設立
- マレー半島南部のMelaka、Negeri Sembilan、Johor各州の計27自治体、510万人以上の人々に対して、コンセッション事業を展開
- 8,000人以上のスタッフ、1,600台以上の収集車を管理
- 非家庭部門（ICI= institutions, commercial and industrial sectors）にも廃棄物収集サービスを展開
- IRDAの廃棄物発電候補地である**Seelong最終処分場を管理**
- 連邦政府が発表した**廃棄物発電計画への参入に意欲**を示している

Source: SWM Environment Sdn. Bhd.

© 2021 NTT DATA INSTITUTE OF MANAGEMENT CONSULTING, Inc.

NTT DATA

2-2　活動② 廃棄物発電の実現に向けた活動
現地コンセッション企業との協議（2/2）

◆ **IRDA及びSWMSBとの協議を経て、地域内の廃棄物焼却対象ごみ量は約1,500 トン/日である事が明らかになった**

◆ **ごみ質データに関してはSeelong最終処分場にて分析調査を実施しているUTMからデータを頂けないか交渉したが、調査に遅延が生じたことで、本事業期間内にはデータを得ることが出来なかった。**

#	実施日	協議内容	成果
1	10/18	• 本事業で廃棄物発電の技術面での検討を実施している（株）日鉄エンジニアリングの事業内容説明やイスカンダル地域における廃棄物発電の進捗状況についての情報共有を実施した。	• イスカンダル地域・Seelong最終処分場における都市廃棄物(MSW)の焼却対象量は1500～2000トン/日になることがわかった。
2	11/19	• Seelong最終処分場で処理されている廃棄物のごみ質についての議論を主として実施された。	• 一番取得可能性が高い方法として、SWMSBがUTM（マレーシア工科大学）に廃棄物分析調査結果の共有を依頼することを承諾した。 ⇒UTMの調査の遅延により、本事業期間内に取得することは出来なかった。

Source: SWM Environment Sdn. Bhd.

© 2021 NTT DATA INSTITUTE OF MANAGEMENT CONSULTING, Inc.

2-2　活動② 廃棄物発電の実現に向けた活動
計画ごみ質

◆ **UIMより処理対象ごみのごみ質データを入手できなかったため、岡山大学大学院環境学研究科の藤原健史教授らの研究グループにより2011年及び2013年に実施された、Seelong最終処分場のごみ質調査結果を転用し、昨年度と引き続き本検討の基準ごみとして設定した。**

計画ごみ質

項目		単位	基準
低位発熱量		kcal/kg	1,591
三成分	水分	wet%	56.90
	灰分	wet%	8.20
	可燃分	wet%	34.90
化学組成	炭素 (C)	wet%	18.90
	水素 (H)	wet%	2.70
	酸素 (O)	wet%	12.67
	窒素 (N)	wet%	0.39
	硫黄 (S)	wet%	0.05
	塩素 (Cl)	wet%	0.19

注）ごみの化学組成の各割合は、その和が可燃分組成割合と等しくなるように、日鉄エンジニアリングにて補正を行った。

Source: Norbaizura, Siti, M.R. & Fujiwara, Takeshi (2013). Characterization of Household waste in Iskandar Malaysia and its Suitability for Alternative Waste Handling Methods.『土木学会論文集G（環境）』Vol.9, No.5 : I_209-I_216. 掲載のデータを基に日鉄エンジニアリングが作成

© 2021 NTT DATA INSTITUTE OF MANAGEMENT CONSULTING, Inc.

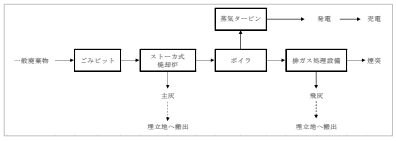
2-2　活動② 廃棄物発電の実現に向けた活動
技術面の検討のアップデート（1/2）

◆ SWMSBからの情報提供により、昨年度整理した事業費（建設費及び運営・維持管理費）試算の前提条件をアップデートした。

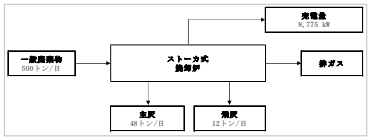
事業費算出のための前提条件

項目	前提条件		備考
	ケース①	ケース②	
処理能力	500トン/日×３炉	750トン/日×２炉	
事業期間	20年（本施設の運営期間）		建設期間は３年間
年間稼働可能日数	333日/年 (8,000時間/年)		-
蒸気条件	430℃、52 barA		-
売電可能量	210,150 MWh/年		発電量から所内動力を差し引いた値
建設用地	Seelong 最終処分場の隣接地		土地の造成工事は不要と想定

ごみ処理基本フロー



概略物質フロー



© 2021 NTT DATA INSTITUTE OF MANAGEMENT CONSULTING, Inc.

2-2　活動② 廃棄物発電の実現に向けた活動
技術面の検討（2/2）

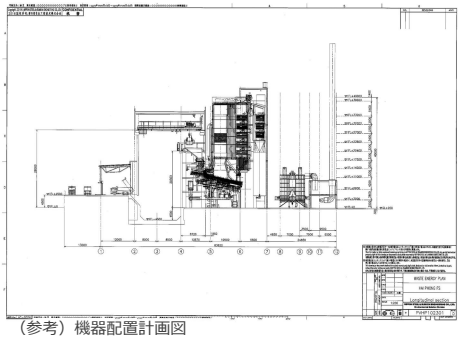
◆ アップデートした前提条件を基に、事業費（概算）の試算を行った。

建設費（概算）

項目	ケース① 500トン/日×３炉 （億円）	ケース② 750トン/日×２炉 （億円）
プラント部門	177	151
土建部門	35	35
合計	212	186

運転・維持管理費（概算）

項目	ケース① 500トン/日×３炉 （億円）	ケース② 750トン/日×２炉 （億円）
人件費	1.2	1.2
点検補修費	6.4	5.6
用役・維持費等	7.5	7.5
合計	15.1	14.3



（参考）機器配置計画図

© 2021 NTT DATA INSTITUTE OF MANAGEMENT CONSULTING, Inc.

2-2　活動② 廃棄物発電の実現に向けた活動
経済面の検討のアップデート

◆これまでの検討結果を基に、事業性の分析・評価を行った。

その他の前提条件

項目	条件	備考
契約期間	24年	• 半年間の試運転を含む3年間の建設期間 20年間の運転期間 • 1年間で閉鎖 （閉鎖の費用は今回は積算対象外とする）
減価償却	約5.1億円	15年間にわたり、定額法により減価償却を行う
法人税	24%	
想定金利	年率1.5%	
インフレ率	年率1%	O&Mコスト、tipping fee、売電価格に反映
為替	1RM=26JPY	
FIT	0.35RM	

Project IRR

処理費=4000円/t	ケース①			ケース②		
IRR	10年間	15年間	20年間	10年間	15年間	20年間
補助金なし	-7%	0%	5%	-3%	4%	7%
補助金10%	-4%	3%	6%	0%	6%	9%
補助金20%	-1%	5%	8%	3%	9%	11%
補助金30%	3%	8%	11%	7%	12%	14%

処理費=5000円/t	ケース①			ケース②		
IRR	10年間	15年間	20年間	10年間	15年間	20年間
補助金なし	-2%	4%	8%	2%	8%	11%
補助金10%	1%	7%	10%	5%	10%	13%
補助金20%	4%	9%	12%	9%	13%	15%
補助金30%	8%	13%	15%	13%	17%	18%

処理費=6000円/t	ケース①			ケース②		
IRR	10年間	15年間	20年間	10年間	15年間	20年間
補助金なし	2%	8%	11%	7%	12%	14%
補助金10%	5%	10%	13%	10%	14%	16%
補助金20%	9%	13%	15%	13%	17%	19%
補助金30%	13%	17%	18%	18%	21%	22%

© 2021 NTT DATA INSTITUTE OF MANAGEMENT CONSULTING, Inc.

NTT DATA

目次

1. 本年度調査事業の概要 …… 4 ～ 5
2. 各活動の成果 …… 7 ～ 34
   1. 活動① 産業共生型のエコタウンの実現に向けた活動
   2. 活動② 廃棄物発電の実現に向けた活動
   3. 活動③ 脱炭素化行動計画（仮称）の提案
   4. 活動④ JCM適用案件の発掘活動
3. 今後の展開 …… 36 ～ 37

© 2021 NTT DATA INSTITUTE OF MANAGEMENT CONSULTING, Inc.
NTT DATA

2. 活動計画の詳細
3) 活動③　脱炭素化行動計画（仮称）の提案

◆ 本年度が3年計画の最終年度であることを踏まえ、今後の脱炭素化に向けた取組みをアクションプラン（行動計画）として取りまとめる

- 過去2年間のIRDAとの連携活動も含め活動①と活動②の結果をとりまとめる
  - ✓ 今年度の活動の中でIRDAと協議しながらアクションプランを作成

© 2021 NTT DATA INSTITUTE OF MANAGEMENT CONSULTING, Inc.

2-3　活動③　脱炭素化行動計画（仮称）の提案
IRDAとの協議

◆ IRDAとアクションプランの作成に関して協議した所、今年度IRDAが作成を検討しているComprehensive Development Plan3（CDP3)の中に、本プロジェクトで今まで進めてきた「産業共生及びエコタウン」や「廃棄物発電」の考えを盛り込むことで合意した。
（CDPの詳細は次頁）

◆ CDPは5年ごとに見直され、更新されており、現在は2025年度までの計画が策定されている。
- **CDP：2006～2025年**
- **CDP2：2014～2025年**
- **CDP3：2020～2030年（作成検討中）**

© 2021 NTT DATA INSTITUTE OF MANAGEMENT CONSULTING, Inc.

（参考）Comprehensive Development Plan Ⅱ（2014～2025年）

◆ CDPは、マレーシアのイスカンダル地方の物理的、経済的、社会的発展を強化するために、全体的な開発の枠組み、ビジョン、主要な方向性を策定するもの。

◆ CDP2は「富の創出」「富の共有と包括」「資源最適化・低炭素化」とした考え方を中心に、戦略的推進力として各プログラムを設定したり、メインとなるプロジェクトを定めたりしている。

A Snapshot of CDPii

（出典） IRDA 'COMPREHENSIVE DEVELOPMENT PLAN II ISKANDAR MALAYSIA, 2014 – 2025' (2017)

© 2021 NTT DATA INSTITUTE OF MANAGEMENT CONSULTING, Inc.

NTT DATA

（参考）Comprehensive Development Plan Ⅱ（2014～2025年）

◆ CDP2の中心的な考え方の一つである「富の創出」の戦略や方向性は以下の通り。

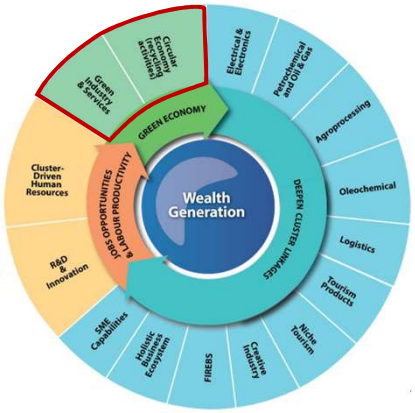
◆ CDP3として内容を見直す際に産業共生型社会や廃棄物発電の関する考え方は「WG3：低炭素社会を支えるグリーンエコノミーの主流化」に含まれると想定。

In order to enhance the generation of income of the people in Iskandar Malaysia, Three Strategic Thrusts are introduced:

- **WG1** : Deepen Cluster Linkages and Enhance Enabling Ecosystem
- **WG2** : Increase Skilled Job Opportunities and Labour Productivity
- **WG3** : Mainstream Green Economy to Support Low Carbon Initiatives

In summary, there are:

3 Strategic Thrusts
15 Key Directions
42 Initiatives
148 Programmes



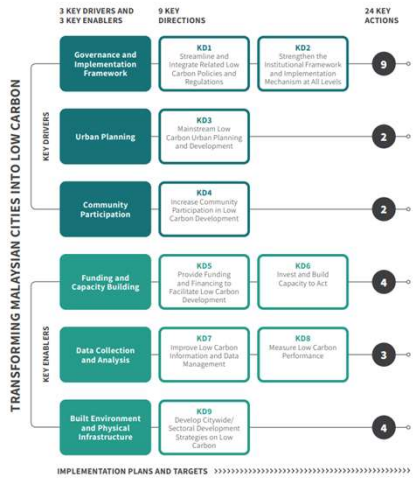
（出典） IRDA 'COMPREHENSIVE DEVELOPMENT PLAN II ISKANDAR MALAYSIA, 2014 – 2025' (2017)

© 2021 NTT DATA INSTITUTE OF MANAGEMENT CONSULTING, Inc.

NTT DATA

2-3 活動③ 脱炭素化行動計画（仮称）の提案 CDP3の作成（1/2）

◆IRDAによると、CDP3はマレーシア連邦政府による政策文書であるNLCCM（National Low Carbon Cities Masterplan）を参考にするとしている。



（出典） GTALLC 'National Low Carbon Cities Masterplan' (2021)

- UNDPマレーシア／地球環境ファシリティ（GEF）基金による「低炭素都市開発のためのグリーンテクノロジー応用プロジェクト」により、2019年に環境省管轄のプランとして作成。
  - ✓ 3Mアプローチ（Measurement, Management, Mitigation）
  - ✓ 全レベルの政府に対する支援
  - ✓ ボトムアップとトップダウンの両立した政策手段
  - ✓ マレーシア計画と連動した展開計画
  - ✓ 目標：2050年以降、マレーシア上位33都市・地域がカーボンニュートラルになること（イスカンダル地域も対象に含まれている）

© 2021 NTT DATA INSTITUTE OF MANAGEMENT CONSULTING, Inc.

NTT DATA

2-3 活動③ 脱炭素化行動計画（仮称）の提案 CDP3の作成（2/2）

◆CDP3では、NLCCMが勧めているGPC BASIC+をGHG排出量の算定・報告に活用する予定である。

◆ただ、GHG排出量の削減目標については、2025年の低炭素社会ブループリントに基づき、2025年までにGHG排出原単位を2010年比58%削減するという目標を使用する。

GPC BASIC+による報告範囲

固定エネルギー	
民生家庭	Scope3
民生業務	Scope3
製造業・建設業	Scope3
エネルギー産業	Scope3
グリッド供給したエネルギー	—
農林水産業	Scope3
非特定排出源	Scope3
石炭の採掘、加工、貯蔵、輸送に伴う漏洩排出	Scope1
石油・天然ガスシステムからの漏洩排出	Scope1
運輸	
自動車	Scope3
鉄道	Scope3
船舶	Scope3
航空	Scope3
特殊運輸媒体	Scope2

廃棄物	
固定廃棄物の処理	Scope3
廃棄物の生物処理	Scope3
廃棄物の焼却と野焼き	Scope3
排水処理と排水放出	Scope3
(IPPU) 工業プロセス及び製品使用（非エネルギー起源の温室効果ガス排出量）	
都市境界内の工業プロセスに伴う排出	Scope1
都市境界内の製品の使用に伴う排出	Scope1
(AFOLU) 農業、林業及びその他土地利用（非エネルギー起源の温室効果ガス排出量）	
都市境界内の家畜からの排出	Scope1
都市境界内の土地からの排出	Scope1
都市境界内の農耕地土壌からの排出	Scope1
その他のスコープ３排出源	
その他のスコープ３からの排出	—

© 2021 NTT DATA INSTITUTE OF MANAGEMENT CONSULTING, Inc.

NTT DATA

目次

1. 本年度調査事業の概要 …… 4 ～ 5

2. 各活動の成果 …… 7 ～ 34
   1. 活動① 産業共生型のエコタウンの実現に向けた活動
   2. 活動② 廃棄物発電の実現に向けた活動
   3. 活動③ 脱炭素化行動計画（仮称）の提案
   4. 活動④ JCM適用案件の発掘活動

3. 今後の展開 …… 36 ～ 37

© 2021 NTT DATA INSTITUTE OF MANAGEMENT CONSULTING, Inc.

NTT DATA

2. 活動計画の詳細
4) 活動④　JCM適用案件の発掘活動

Confidential

◆ 2020年度に発掘した以下2社のJCM適応案件のコジェネレーションシステム導入の具体化を進めた

現地企業 (共同事業者候補)	JCM設備補助対象可能性	代表事業者候補
マレーシアの世界的グローブ製造大手企業	非常に高い • 上場企業であり財務的には極めて健全 • 新型コロナ感染症対応のため工場の稼働は極めて好調	あり （関心表明書入手済）
製紙会社。シンガポール資本のマレーシア企業	高い • 業績は好調 • 環境対応を行うためにコジェネレーションの導入を検討中	なし （代表事業者候補の選定等を行う必要性あり）

© 2021 NTT DATA INSTITUTE OF MANAGEMENT CONSULTING, Inc.

NTT DATA

2-4　活動④ JCM適用案件の発掘活動
2020年度までの候補プロジェクトの状況

Confidential

◆ 2020年度までの活動で発掘したJCM適用可能性のあるプロジェクトの状況は以下の通り

◆ 主にメール・電話等にてフォロー活動を実施した

現地企業 (共同事業者候補)	進捗状況
マレーシアの世界的グローブ製造大手企業	• 関心表明書を入手しているなどJCM設備補助申請のための代表事業者候補を含めた体制は既に構築済みであったため、JCM設備補助申請ドラフトを作成した • しかし、マレーシアとのJCM署名に至らなかったため、申請を断念せざるを得なかった
製紙会社。シンガポール資本のマレーシア企業	• JCM適用の前提となるマレーシア国のJCMへの署名のタイミングが不透明であることから先方でJCM設備補助の活用について議論が停滞してしまっている

© 2021 NTT DATA INSTITUTE OF MANAGEMENT CONSULTING, Inc.

NTT DATA

2-4　活動④ JCM適用案件の発掘活動
2021年度の発掘プロジェクト

Confidential

◆ 2021年度の活動で発掘したJCM適用可能性のあるプロジェクトは以下の通り

◆ 新規案件の発掘活動に関しては、現地訪問が困難なことから、日系企業を中心に連携可能性のある案件発掘活動を実施した

現地企業 (共同事業者候補)	進捗状況
マレーシア小売り業界にてトップシェアを誇る企業	• 店舗への高効率のチラー（冷却水循環装置）や太陽光発電の導入に興味あり • 本年度は導入に関してディスカッションを始めた段階であり、今後具体的な設備導入計画について検討を進めていく予定である

© 2021 NTT DATA INSTITUTE OF MANAGEMENT CONSULTING, Inc.

NTT DATA

目次

1. 本年度調査事業の概要 …… 4 ~ 5

2. 各活動の成果 …… 7 ~ 34
   1. 活動① 産業共生型のエコタウンの実現に向けた活動
   2. 活動② 廃棄物発電の実現に向けた活動
   3. 活動③ 脱炭素化行動計画（仮称）の提案
   4. 活動④ JCM適用案件の発掘活動

3. 今後の展開 …… 36 ~ 37

© 2021 NTT DATA INSTITUTE OF MANAGEMENT CONSULTING, Inc.

NTT DATA

3. 今後の展開

◆ 来年度以降に向けた検討方針は以下の通り。

活動	2021年度の成果・課題	2022年度の検討方針
活動① 産業共生型のエコタウンの実現に向けた活動	**成果** • マレーシア現地企業とのヒアリングを実施し、関係性を構築した。 **課題** • 具体的な連携方法まで議論を進めることは叶わなかった	• 現地企業を直接訪問し、実際の設備や廃棄物の処理状況の見学、対面での意見交換等を通じてパイロットプロジェクトの具現化を進めていく。
活動② 廃棄物発電の実現に向けた活動	**成果** • 現地のコンセッション企業（SWM Environment）と協議を実施し、関係性を構築した。 • 廃棄物発電事業の検討に必要な情報を入手し、事業費の概算のアップデートを行った。	• SWMSBを、現地パートナー企業の有力候補とし、本邦企業の参入を目指して協議を継続して実施していく。 • 廃棄物発電プロジェクト以外にも、都市ごみを活用したメタンガスの回収等の環境インフラの導入にあたり、JCM設備補助事業の適用を目指す。
活動③ 脱炭素化行動計画（仮称）の提案	**成果** • IRDAが策定する開発計画であるCDPに「産業共生及びエコタウン」、「廃棄物発電」のコンセプトを盛り込むことに合意した	• 引き続き北九州市の持つ脱炭素化ノウハウを提供するとともに、具体的な温室効果ガス削減へとつなぐために温室効果ガス排出量の可視化などにも取り組む。
活動④ JCM適用案件の発掘活動	**成果** • コロナ禍で現地調査ができない中でも、新規の案件を発掘した。	• マレーシアがJCMに署名次第、JCM設備補助事業申請に向けた準備を進める。

© 2021 NTT DATA INSTITUTE OF MANAGEMENT CONSULTING, Inc.

NTT DATA

3. 今後の展開
来年度調査事業概要

都市間連携に基づく、ゼロカーボン先行エリア創出事業

- イスカンダル・マレーシアはジョホール南部に位置し、面積2217km²、人口約1.95百万人のマレーシア第二の経済都市である。
- 2019年度～2021年度まで、北九州市の経験とノウハウを生かして産業共生・エコタウン・廃棄物発電の事業化を検討。3か年の活動成果をCDP（Comprehensive Development Plan）Ⅲに反映させる計画。
- 2022年度からは、イスカンダルエリアにおいてゼロカーボン先行エリアを生み出すべく、北九州の有するゼロカーボンシティ実現のための計画策定ノウハウ等を活用し、産業分野・業務分野・家庭分野・運輸分野を組合せたゼロカーボン計画を策定。あわせて、わが国の先端的な技術を用いた先行エリアの設定、同エリアにおける先行プロジェクトの創出を目指す。

北九州市 ⇔ 協力関係 LOU ⇔ IRDA（イスカンダル地域開発庁）

蓄積したノウハウの提供

我が国企業・北九州市関連企業が有するゼロカーボンノウハウ	イスカンダル地域・IRDAが有するニーズ
○ゼロカーボンシティ実現に向けた計画策定のノウハウ ○産業分野、業務分野、家庭分野、運輸分野等における計画策定ノウハウ ○ゼロカーボン実現に向けた官民連携、ビジネスモデル　等 ➢ バイオマス、再エネ電源からの水素製造（ガス化、水電解など） ➢ 水素輸送（吸蔵合金、ガス、液体、MCHなど） ➢ 水素利用（ボイラー、燃料電池、輸送用車両など） ➢ 公共施設ゼロカーボン ➢ 高度エネルギーマネジメント ➢ 廃棄物発電 ➢ 炭素吸収 ➢ EV、FCVの導入と調整力の提供 ➢ 省エネ技術　等	○世界的なゼロカーボンに向けた対応の必要性増大 ○イスカンダルエリア全体のGHGs排出量の現状把握と2050年ゼロカーボンに向けた検討 ○産業分野、業務分野、家庭分野、運輸分野等におけるポテンシャルと取組みの検討 ○先行モデル創出に向けた先行エリアの検討 ○先行エリアにおける現在の状況を踏まえた、ビジネスモデル、適用技術の抽出　等 ➢ PPAモデルを用いた家庭分野への再エネ導入 ➢ 未利用資源を利用した水素の製造・輸送・利用 ➢ 車両の電動化・水素化 ➢ エリア全体におけるエネルギーマネジメント　等

ゼロカーボン・マスタープラン＋先行エリアの具体的なプロジェクト

© 2021 NTT DATA INSTITUTE OF MANAGEMENT CONSULTING, Inc.

NTT DATA

NTT DATA
Trusted Global Innovator

© 2021 NTT DATA INSTITUTE OF MANAGEMENT CONSULTING, Inc.

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