

7 実現可能性の評価

7.1 事業採算性の分析

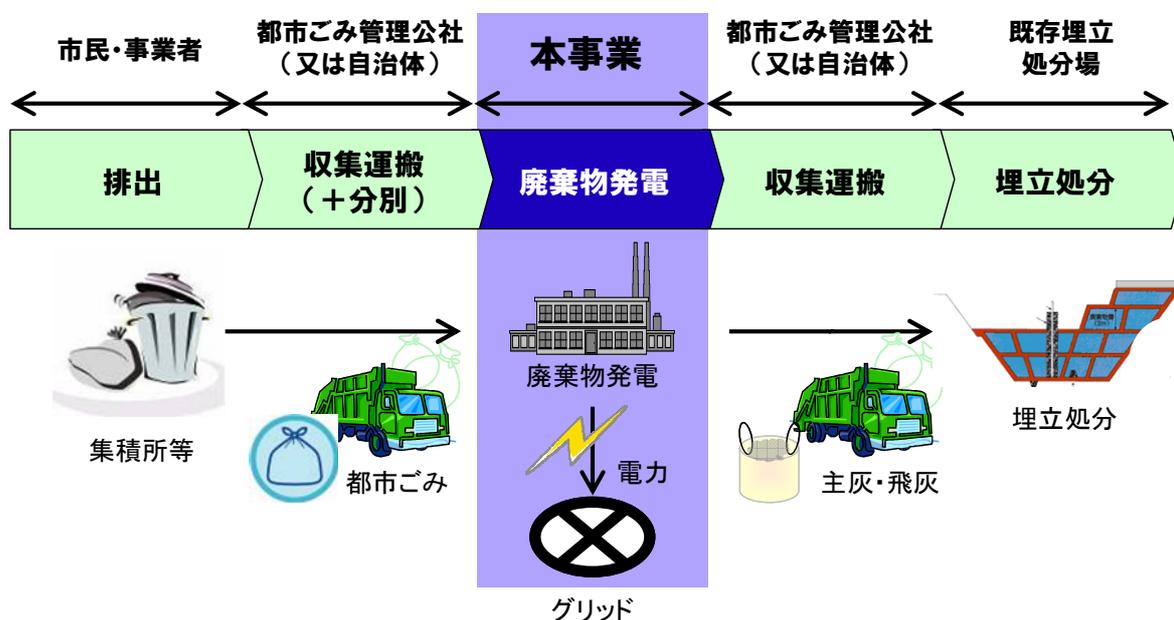
7.1.1 事業概要

4.5 で前述したごみ質を基にして設計された廃棄物発電プラントの仕様、および現地の市場環境を踏まえた上で本 FS 対象事業の事業性を評価した。

(1) 事業概要

本 FS 対象事業は図 7-1 に示したように、マレーシア国 GKL 周辺に WTE プラントを建設し、GKL 周辺から集められた都市ごみを焼却処理するものである。持ち込まれた都市ごみを焼却により熱処理する際の余剰熱は回収して発電に用い、発電量から自家消費した分を除いた余剰電力を外部に供給する。焼却後には灰が排出されるが、投入量に対する大きな減容効果があるため最終的な埋立処分量は従来に比べ格段に減少させることが出来る。

なお、都市ごみ処理における本 FS 対象事業の主要な価値は減容および発電の機能の提供であり、焼却により発生する灰の収集運搬および処理は都市ごみ管理公社（または自治体）側の責任範囲とした。そのため本 FS 対象事業では灰の処理費用を負担しない。



(2) 事業の体制

本事業の実施における具体的な体制としては現地のコングロマリット企業である DRB-Hicom と住友商事、JFE エンジニアリングによる共同出資の SPC（特別目的会社）の設立を想定した。（図 7-2）。SPC は都市ごみ処理に関しては都市ごみ管理公社（または自治体）と、FIT に基づく売電に関しては TNB と契約を結ぶ。なお、都市ごみ処理に関する契約形態は現地の都市ごみ処理における PPP において一般的なコンセッションが採用されると仮定した。また、SPC は WTE プラント建設を JFE エンジニアリングに発注し、別途運転維持業務に関しては SPC 出資 3 社が別途設立するオペレーションメンテナンス会社に委託する。

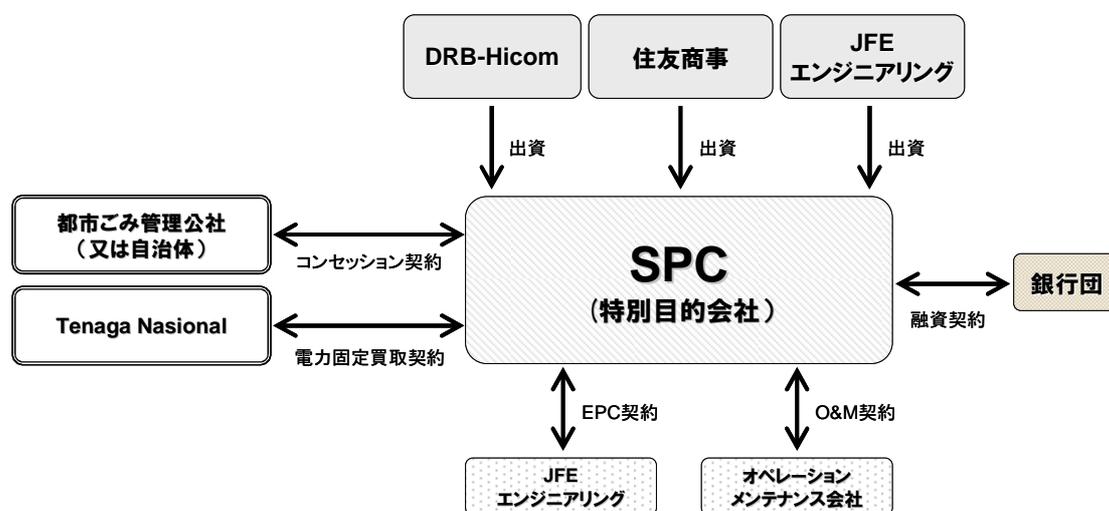


図 7-2 事業実施体制

(3) プラントの仕様

4.5 で前述したごみ質を基にして、JFE エンジニアリングにより WTE プラントの仕様が設計された。

表 7-1、表 7-2、表 7-3 は本 FS 対象事業において設計された WTE プラントの仕様および関連情報である。プラントは、24 時間操業によるごみ処理能力 500 t/日のラインを 2 つ構え、日量計 1,000 t の処理が可能である。メンテナンスに必要な日数を除いた年間の稼働可能日数は 315 日であり、年間 315,000 t のごみを受け入れることができる。また、焼却によって都市ごみ投入量の 10.1%の主灰および同 2.5%の飛灰が発生し、減容率は重量ベースで 87.4%である。

加えて発電量約 346MWh/日に対し、プラントにおける自家消費量は約 90MWh/日であるため、約 256MWh/日の電力を外部に供給することができる。

本プラント建設には 6 億 RM（約 150 億円。以下為替レートは 1RM=25 円とする）の投資を要し、内訳としてプラントの建設費が 4.6 億 RM、建物の建設費が約 1.4 億 RM である。ただし実際の事業立上時の為替レートや原材料・部材の市況、設備生産の

現地化状況などによって影響を受けるため、あくまで現時点の概算である。

また建設の所要期間は3年弱であり、操業開始は事業開始4年目からとなる。

表 7-1 プラントの仕様

| 項目 | 内容 |
|--------|--|
| 処理能力 | 1,000 t / 日 × 315 日 / 年 (500 t / 日・系列 × 2 系列、24 時間 / 日) |
| 稼働率 | 操業開始以降 100% |
| 発電容量 | 14.4MW |
| ごみ減容率 | 重量ベースで 87.4% (主灰は投入量の 10.1%、飛灰は同 2.5%発生) |
| 建設費 | 6 億 RM (建物および設備を含む) |
| 建設期間 | 2 年 9 ヶ月 (操業開始は事業 4 年目から) |
| 必要敷地面積 | 36,000 平米 (図面概要は図 7-3 参照) |

表 7-2 人員体制

| 配置 | 役職・役割 | 人数 |
|----|-----------------|----|
| 工場 | 工場長 | 1 |
| | 工場マネージャー | 4 |
| | 炉・ボイラー担当 | 8 |
| | 電気・機械担当 | 4 |
| | プラント担当 | 4 |
| | クレーン担当 | 4 |
| | メンテナンス担当 | 2 |
| 計量 | 計量担当 | 3 |
| 事務 | 代表兼営業（渉外）マネージャー | 1 |
| | 営業（渉外）担当 | 1 |
| | 総務・財務マネージャー | 1 |
| | 他事務員 | 2 |

表 7-3 燃料および薬品等消耗品

| 燃料・薬品など消耗品 | | 値 | 単位 |
|-------------|----------|------------|-------------------|
| 電気（自家発電で対応） | | 21,600,000 | kWh/年 |
| 水 | | 81,300 | m ³ /年 |
| 軽油 | | 61,100 | liter/年 |
| 消石灰 | | 1,468,800 | kg/年 |
| 活性炭 | | 32,400 | kg/年 |
| ボイラ薬剤 | 清缶剤 | 2,246 | kg/年 |
| | 脱酸剤 | 1,423 | kg/年 |
| | 塩酸 | 37,290 | kg/年 |
| | 苛性ソーダ | 59,580 | kg/年 |
| | 次亜塩素酸ソーダ | 2,010 | kg/年 |
| | カチオン | 24 | liter/年 |
| | アニオン | 69 | liter/年 |
| 廃水処理 | 滅菌剤 | 159 | kg/年 |
| 油脂類 | 油圧油 | 2,400 | liter/年 |
| | 潤滑油 | 3,900 | liter/年 |
| | グリース | 800 | kg/年 |
| | タービン油 | 5,000 | liter/年 |

(いずれも稼働率 100%(1,000 t / 日 × 315 日 / 年)を想定した場合)

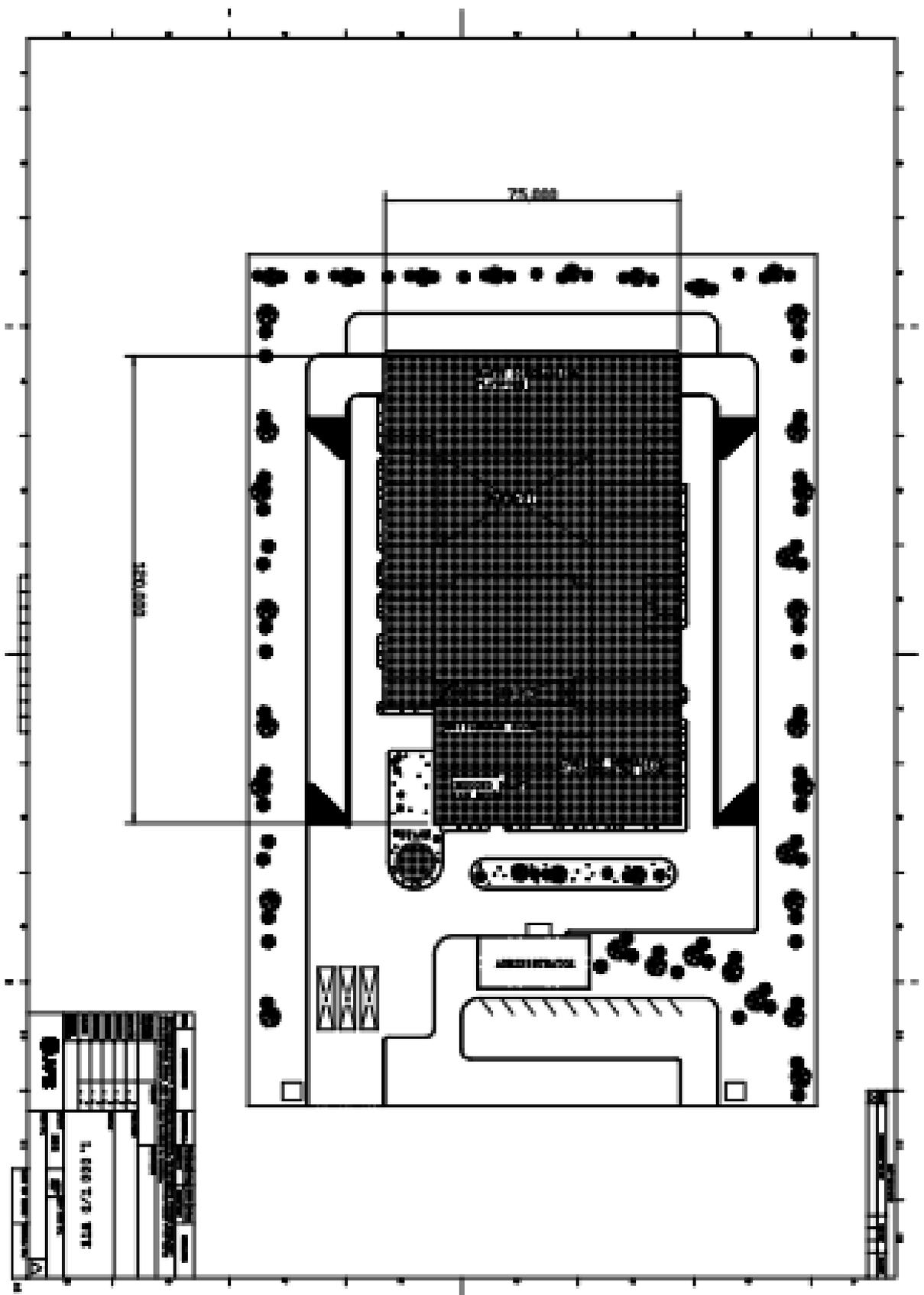


图 7-3 建屋图面概要

(4) 売上および費用単価の検討

本 FS 対象事業における都市ごみの受入処理および売電の売上単価、および運転維持における費用単価を検討した。

①受入処理単価の検討

WTE プラントの導入後の都市ごみ処理におけるコストが現行と同等となるように受入処理単価を検討した。

本 FS 対象事業において受入処理単価は事業の実現可能性を決める最も重要な要因の一つである。受入処理単価の検討に際しては現行の主流な都市ごみ処理方法である埋立処分とのコスト比較が必要であるが、次の 2 つの理由から、埋立処分の受入単価との単純比較は適切でない。

一つ目は、単純埋立処分と焼却処理では、図 7-4 のように処理前後の処理方法や収集運搬ルートが変わり、工程ごとの処理量も異なるためである。

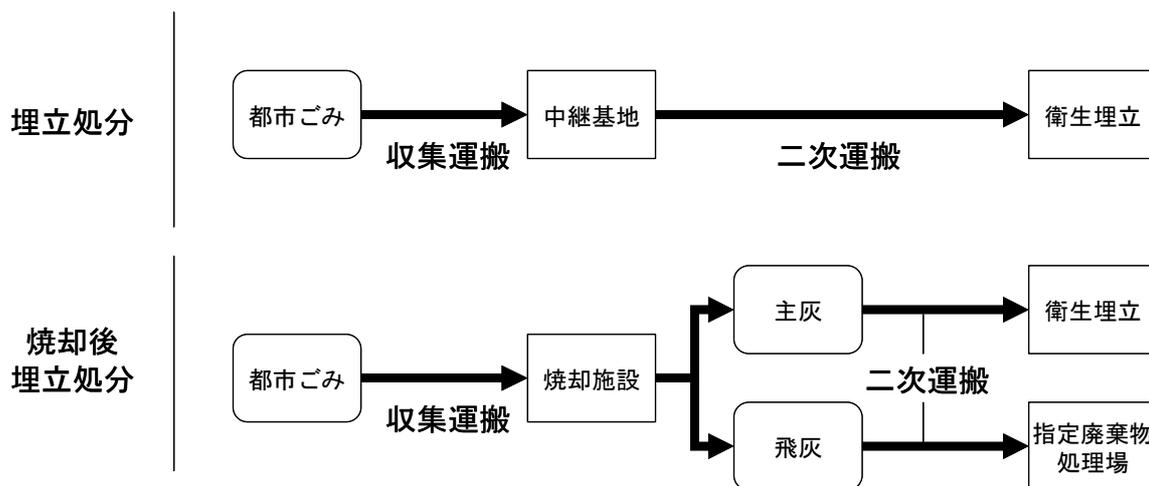


図 7-4 都市ごみ処理の流れの比較

もう一つは、処分場事業には運営維持以外のコストが存在するためである。マレーシア国における既存の埋立処分場の多くは政府資金によって建設され、委託事業者が運営を行う形式を取っているため、開発の初期投資や埋立処分後の土地の機会損失、都市ごみの単純埋立による疫病発生等の安全衛生対応といった社会コストが受入単価に反映されない。

以上の理由から、焼却処理の単価設定においては、受入処理単価のみではない社会全体にとっての都市ごみ処理コストを勘案する必要があると考えた。したがって焼却処理の導入を推進するにあたっては、社会コストが単純埋立よりも小さいか同等程度である単価を目指すよう検討した。

MHLG の国家戦略計画では 2020 年までの都市ごみ処理における工程別の初期投資額および運転支出額の長期平均コストデータが算出されている。(表 7-4)

表 7-4 マレーシア国における都市ごみの長期平均コストデータ

| 工程 | 初期投資 | 運転支出 | 合計 |
|--------------------------|-------|-------|-------|
| 全体 | 118.0 | 109.0 | 227.0 |
| Collection and Transport | 34.8 | 44.6 | 79.4 |
| Transfer Station | 26.4 | 19.6 | 46.0 |
| Material Recovery | 57.9 | 25.0 | 82.9 |
| Thermal Treatment | 263.2 | 90.9 | 354.1 |
| Haulage | 9.9 | 10.9 | 20.8 |
| Sanitary Landfill | 18.2 | 25.0 | 43.2 |

(備考：単位は RM/ t。各工程の和と「全体」の値は等しくない)

(出典) MHLG

このデータにおける初期投資額および運転支出額の合計額を回収できる金額が「受入処理費用」と同等であると考え、焼却処理の受入処理単価は 354.1RM/ t となる。

なお、「埋立処分」「焼却処理を経由しての埋立処分」のそれぞれの受入処理費用に間接的な付随費用も含めた社会コストを推計した結果、前者が 300.1RM/ t 超、後者が 467.6RM/ t となり、百数十 RM/ t のコストの開きがあることがわかった。(図 7-5)

以上のことから、WTE プラントの受入処理単価は前述のマレーシア国の長期平均コストデータである焼却処理単価 354.1RM/ t を下回り、さらに社会コストが埋立処分と同等以下に近づくよう設定する必要があるという結論に至った。そのため、本 FS では操業 1 年目の受入処理単価を 250RM/ t をベースとして事業の収益性を分析した。ただしこの単価は実際のコストや為替など、同国の経済状況に左右されるためあくまで暫定値であり、後述する各種感度分析によって更なる受入処理単価の低減の方向性を検討した。また、都市ごみの単純埋立処分においては安全衛生に関するコストが存在し埋立処分の社会コストはより大きいと考えられるが、現時点で定量化できておらず今後の課題

である。

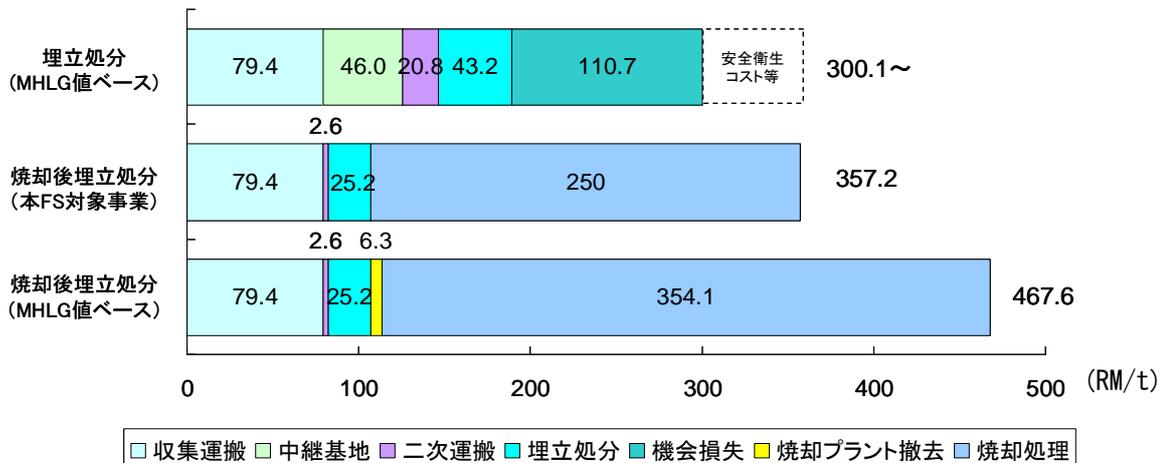


図 7-5 都市ごみ処理の社会コスト比較

(仮定 :

- 3 ケースとも収集運搬および二次運搬の距離は同じとした
- 焼却処理有の 2 ケースでは中継基地は不要とした
- 焼却処理有の 2 ケースでは本 FS 値重量ベースの減量率 87.4% の分二次運搬費が下がるとした
- 焼却処理有のケースにおける埋立処分費は主灰は Bukit Tagar 処分場の 49RM/t、飛灰の処理費は Kualiti Alam の 810RM/t を用いた
- 埋立処分ケースの機会損失算出において、立地はセランゴール郊外を想定し土地代は 646RM/m²、機会損失期間は 30 年とした。処分場面積あたり容量は日本の管理型処分場の一般的な値 13.6 m³/m²、ならびに廃棄物比重は Bukit Tagar 処分場の値 0.8 t/m³ と同じとした。土地の期待収益率は 6.21% とし、固定資産税が 0.13RM/t 掛かるとした
- 焼却処理有の 2 ケースではプラントが操業 25 年後に撤去されるとし、撤去費は本 FS の建設費の 10% 掛かるとした。ただし本 FS 対象事業ケースでは受入処理単価に撤去費を織込み済みとした)

(出典) MHLG、環境省、Bukit Tagar 処分場、Kualiti Alam、Colliers、Jordan Lee & Jaafar、Global Property Guide

②売電単価の検討

マレーシア国では、再生エネルギーから生まれた電力の FIT 制度を 2011 年 12 月より開始した。表 7-5 はバイオマス発電向けの買取価格であるが、本 FS 対象事業のプラントは 14.4MW の発電容量があり、燃料として自治体系の都市ごみを扱うことから操業 1 年目の買取レートは 0.39RM/kWh である。

また、売電開始 16 年後に固定買取期間は終了し、以降は一般的な IPP 事業者としての売電単価を想定した。

表 7-5 マレーシア国におけるバイオマス発電向け FIT

| 再生可能エネルギーの基本単価および増額条件 | | 買取価格 (RM/kWh) | 対象 年数 | 年間 逓減率 | 本事業 該当 |
|-----------------------|-------------------------|------------------|----------|-----------|-----------|
| 基本 単価 | 発電容量が 10MW 以下の場合 | 0.31 | 16 | 0.50% | |
| | 発電容量が 10MW 超 20MW 以下の場合 | 0.29 | 16 | 0.50% | ✓ |
| | 発電容量が 20MW 超 30MW 以下の場合 | 0.27 | 16 | 0.50% | |
| 追加 単価 | ガス化技術の利用 | +0.02 | 16 | 0.50% | |
| | 効率 14%超の上記式発電システムの利用 | +0.01 | 16 | 0.50% | |
| | 現地で製造又は組立がされたガス化技術の利用 | +0.01 | 16 | 0.50% | |
| | 燃料としての自治体系廃棄物の利用 | +0.10 | 16 | 1.80% | ✓ |

(出典) KeTTHA

③運転維持費用単価の検討

主な運転維持費用の単価は表 7-6 の通りである。ただし原材料・部材の市況や経年の賃金上昇状況などによって影響を受けるものもある。

表 7-6 主な運転維持費用単価一覧

| 大項目 | 小項目 | 数値・単位 | | 出典 | |
|--------------------------|---------------------|-------------------------|----------------------|----------------------|------|
| 光熱費・ 消耗品費・ メンテナンス費 | 上水料金 | 2.280 | (RM/m ³) | MIDA | |
| | 下水 料金 | 基本料 | 2.500 | (RM/式・月) | MIDA |
| | | 月 100 m ³ 以下 | 0.00 | (RM/m ³) | MIDA |
| | | 月 100 m ³ 超 | 0.30 | (RM/m ³) | MIDA |
| | | 月 200 m ³ 超 | 0.45 | (RM/m ³) | MIDA |
| | 軽油費用 | 0.51 | (RM/L) | JFE | |
| | 薬品等 | 860 | (1,000 RM/年) | JFE | |
| | メンテナンス費 (対建設費割合) | 平均 4% | | JFE | |
| 人件費 (工場・計量) | 工場長 | 7,102 | (RM/人・月) | MIDA | |
| | 工場マネージャー | 5,200 | (RM/人・月) | MIDA | |
| | 炉・ボイラー担当 | 1,044 | (RM/人・月) | MIDA | |
| | 電気・機械担当 | 873 | (RM/人・月) | MIDA | |
| | プラント担当 | 588 | (RM/人・月) | MIDA | |
| | クレーン担当 | 588 | (RM/人・月) | MIDA | |
| | メンテナンス担当 | 588 | (RM/人・月) | MIDA | |
| | 計量担当 | 588 | (RM/人・月) | MIDA | |
| 人件費 (事務) | 代表兼営業(渉外)マネージャー | 9,866 | (RM/人・月) | MIDA | |
| | 営業(渉外)担当 | 1,961 | (RM/人・月) | MIDA | |
| | 総務・財務マネージャー | 5,209 | (RM/人・月) | MIDA | |
| | 他事務員 | 777 | (RM/人・月) | MIDA | |
| その他費用 | プラント保険料 (対建設費割合) | 1% | | 現地ヒアリング | |

7.1.2 事業性分析結果

(1) 事業性の分析

7.1.1 で検討した前提条件を元に、本 FS 対象事業の収支シミュレーションを実施した。図 7-6 で売上高、経常利益の推移を示したが、建設期間に 3 年を要するため売上が立つのは事業開始 4 年目からであり、単年度黒字化を達成するのは事業 6 年目（操業 3 年目）であった。また、累積損失が一掃するのは事業 11 年目（操業 8 年目）であり、IRR(20 年)は 10.0%であった。

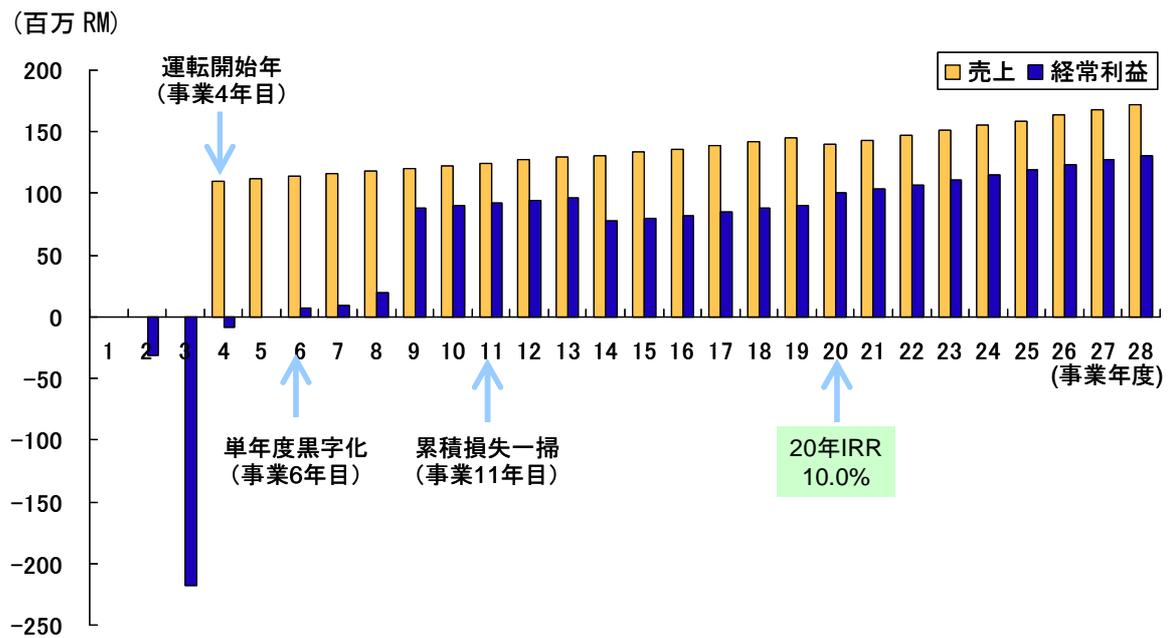


図 7-6 本事業の売上・利益の推移

表 7-7 は損益計算、表 7-8 は貸借対照のシミュレーション結果を記したものである。

表 7-7 損益計算シミュレーション結果 (1,000RM)

| 事業年 (操業年) | 10年目 (7年目) | 15年目 (12年目) | 20年目 (17年目) | 25年目 (22年目) |
|--------------|---------------|----------------|----------------|----------------|
| 売上 | 122,062 | 133,805 | 139,747 | 159,349 |
| 原価 | 24,682 | 46,106 | 31,613 | 32,220 |
| 売上総利益 | 97,380 | 87,698 | 108,134 | 127,129 |
| 販売管理費 | 7,396 | 7,646 | 7,913 | 8,306 |
| 営業利益 | 89,983 | 80,052 | 100,221 | 118,822 |
| 営業外収益 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 営業外費用 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 経常利益 | 89,983 | 80,052 | 100,221 | 118,822 |
| 特別利益 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 特別損失 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 税引前利益 | 89,983 | 80,052 | 100,221 | 118,822 |
| 法人税等 | 0 | 20,013 | 25,055 | 29,706 |
| 税引後利益 | 89,983 | 60,039 | 75,166 | 89,117 |

表 7-8 貸借対照シミュレーション結果 (1,000RM)

| 事業年 (操業年) | 10年目 (7年目) | 15年目 (12年目) | 20年目 (17年目) | 25年目 (22年目) |
|--------------|---------------|----------------|----------------|----------------|
| 流動資産 | 111,179 | 475,468 | 829,925 | 1,268,470 |
| 固定資産 | 73,242 | 51,658 | 30,017 | 8,512 |
| 資産合計 | 184,421 | 527,126 | 859,942 | 1,276,982 |
| 流動負債 | 1,736 | 3,513 | 2,341 | 2,415 |
| 固定負債 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 負債計 | 1,736 | 3,513 | 2,341 | 2,415 |
| 資本合計 | 182,685 | 523,614 | 857,601 | 1,274,567 |
| 負債・資本合計 | 184,421 | 527,126 | 859,942 | 1,276,982 |

なお、事業 20 年間の費用および売上の内訳は、図 7-7 のグラフの通りである。売電収入が賄えるのは費用全体の約 23%であり、残りの約 77%は自治体が負担する都市ごみの受入処理による収入で埋め合わせする必要があることが分かる。

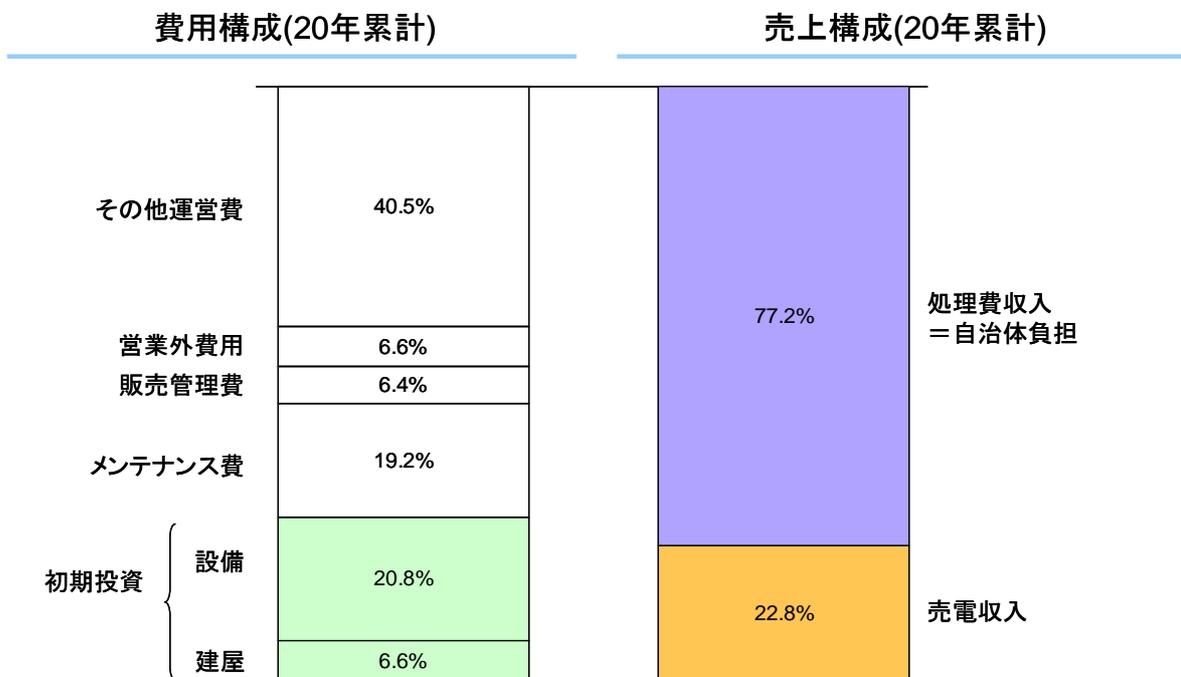


図 7-7 事業 20 年間の費用構成と売上構成

(備考：単純合計をベースとしており、現在価値への割引換算等はしていない)

(2) 収益性の感度分析

収益に大きな影響を与える収入要素 2 点（受入処理単価および FIT）、および建設費をそれぞれ変化させたときの IRR(20 年)への影響を感度分析した。

受入処理単価と建設費の組み合わせによる感度分析を実施した。結果、受入処理単価をベース単価である 250RM/ t から 100RM/ t 上げることが出来たときの IRR は 14.02% となり、4.00 ポイント向上した。反対に 100RM/ t 下がったときの IRR は 5.30% となり、4.71 ポイント低下した。

また、建設費を 30% 下げることが出来たときの IRR は 15.42% となり、5.40 ポイント向上した。反対に 30% 上がったときの IRR は 6.64% となり、3.38 ポイント低下した。

受入処理単価が、社会コストが単純埋立処分と同等となる 200RM/ t に下がった場合にベースケースと同じ程度の収益性を確保するためには建設費を 20% 程度下げる必要があることが分かった。(表 7-9)

表 7-9 受入処理単価と建設費の変化による IRR(20 年)の感度分析

社会コストが単純埋立処分と同等になる単価

MHLG 値ベースの焼却処理単価と同等になる単価

| | | 受入処理単価 (RM/t) | | | | |
|----------------|-----------|---------------|--------|--------|--------|--------|
| | | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 |
| (百万 RM) 建設費 | 420(-30%) | 9.77% | 12.73% | 15.42% | 17.86% | 20.13% |
| | 480(-20%) | 8.00% | 10.77% | 13.28% | 15.59% | 17.73% |
| | 540(-10%) | 6.53% | 9.14% | 11.51% | 13.69% | 15.73% |
| | 600(±0%) | 5.30% | 7.77% | 10.01% | 12.09% | 14.02% |
| | 660(+10%) | 4.25% | 6.59% | 8.73% | 10.71% | 12.55% |
| | 720(+20%) | 3.24% | 5.58% | 7.62% | 9.51% | 11.27% |
| | 780(+30%) | 2.26% | 4.68% | 6.64% | 8.45% | 10.14% |

自治体廃棄物利用による追加売電単価を 0.10RM/kWh 上げることが出来たときの IRR は 10.84% となり、0.83 ポイント向上した。反対に 0.10RM/kWh 下がりゼロとなったときの IRR は 9.17% となり、0.84 ポイント低下した。(表 7-10)

表 7-10 自治体廃棄物利用の追加売電単価の変化による IRR(20 年)の感度分析

| RM/kWh | 0.00 | 0.05 | 0.10 | 0.15 | 0.20 |
|-----------|-------|-------|--------|--------|--------|
| IRR(20 年) | 9.17% | 9.60% | 10.01% | 10.43% | 10.84% |

また、建設費を全て自治体が負担し SPC の負担がゼロとなった場合に、ベースケースと同等の収益性が見込まれる受入処理単価を求めたところ、受入処理単価がゼロであっても売電のみの収入により事業が成立することが確認された。(表 7-11)

表 7-11 建設費自治体負担の場合の受入処理単価の変化による IRR(20 年)の感度分析

| RM/t | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 |
|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|
| IRR(20 年) | 11.18% | 15.16% | 19.66% | 24.49% | 29.43% |

さらに、受入処理単価が埋立処分単価と同等で、且つ都市ごみに売却が可能な資源化物が含まれていた場合に、ベースケースと同等の収益性が見込まれる資源売却収入単価を求めたところ、表 7-12 のような結果となった。受入処理単価が埋立処分単価と同等の 40RM/t であるとき、受入処理量あたり 210RM 強/t の資源売却収入があれば事業が成立することが確認された。

表 7-12 受入処理単価と資源売却単価の変化による IRR(20 年)の感度分析

埋立処分単価と
同等になる単価



| | | 受入処理単価(RM/t) | | | | |
|--------------------|-----|--------------|--------|--------|--------|--------|
| | | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 |
| 資源売却収入単価 (RM/t) | 200 | 8.58% | 9.03% | 9.47% | 9.91% | 10.33% |
| | 210 | 9.03% | 9.47% | 9.90% | 10.33% | 10.75% |
| | 220 | 9.46% | 9.89% | 10.32% | 10.74% | 11.16% |
| | 230 | 9.89% | 10.32% | 10.74% | 11.15% | 11.56% |
| | 240 | 10.31% | 10.73% | 11.14% | 11.55% | 11.95% |
| | 250 | 10.73% | 11.14% | 11.55% | 11.95% | 12.35% |

7.2 環境負荷低減効果の分析

本項では、資源化物の分別・リサイクルの実施および廃棄物発電の導入による環境負荷低減効果について分析を行った。分析には、コベネフィット定量評価マニュアル第1.0版（平成21年、環境省）における「2.8 廃棄物管理分野のコベネフィット型温暖化対策・CDMプロジェクトの評価」を参考に、以下の項目について評価を行った。

表 7-13 本調査で評価した環境負荷低減効果

| 項目 | 具体的な評価項目 |
|----------------|--|
| 3R 推進効果の評価 | <ul style="list-style-type: none"> ● 廃棄物削減効果 ● 最終処分場の延命効果 ● リサイクル率の向上効果 |
| 都市ごみの適正処理推進の評価 | <ul style="list-style-type: none"> ● 最終処分場のBOD濃度及び悪臭の低減効果 ● 温室効果ガスの排出削減効果 |

7.2.1 3R 推進効果の評価

(1) 廃棄物削減効果

①分別率の目標設定

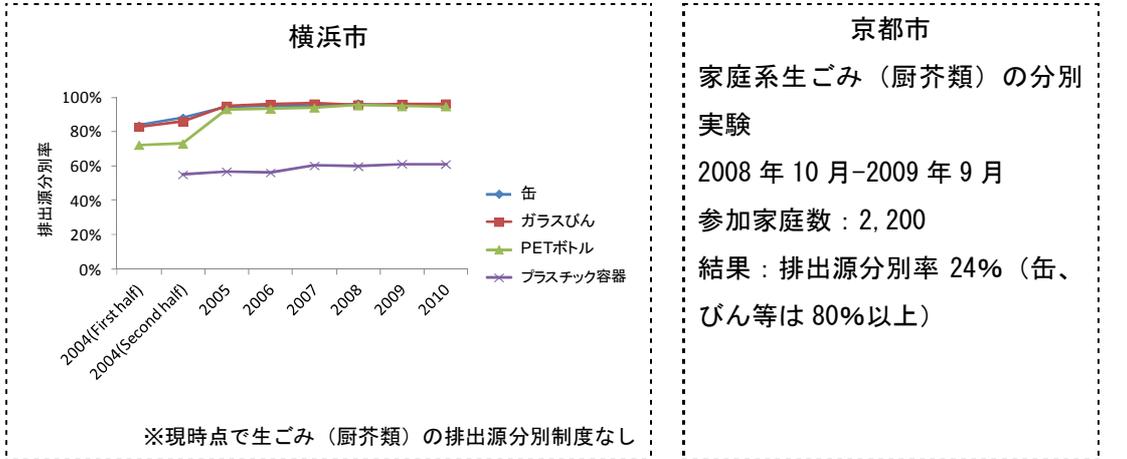
本調査では、マレーシア国政府が目指す循環型社会形成の支援として、これまでの日本における取組みを踏まえ、資源化物の分別・リサイクルやWTEによる廃棄物減容化といった社会システムの提言を行うものである（具体的な提言内容は、7.5.1を参照）。

まず、都市ごみの排出源における分別の推進を検討する。分別の取り組みは、日本での事例を参考に段階的に行われるものとした（図 7-8）。その際、日本の大都市での経験や、マレーシア国において初めて分別が制度化されるということ、また厨芥類のごみ発生量が特に多いことを考慮し、比較的分別しやすい品目及び排出元から開始することを前提としたスケジュールを設定した。具体的には、最初は缶、びん、古紙の分別推進から始め、追ってプラスチック類の分別を開始するとした。また、発生量が多い厨芥類は、家庭よりも比較的分別しやすいレストランやホテル等の事業系から開始することとした（図 7-9）。

最終的な分別率の目標は、2002年に策定された国家戦略計画及びJICAの調査²⁰を参考に設定、プロットを行った（図 7-10）。

²⁰ マレーシア国 固形廃棄物減量化計画調査 平成18年 独立行政法人 国際協力機構（JICA）

日本の経験



京都市

家庭系生ごみ（厨芥類）の分別実験

2008年10月-2009年9月

参加家庭数：2,200

結果：排出源分別率 24%（缶、びん等は80%以上）

日本の経験から現地での分別を考える上で考慮するポイント

- 缶、びん、PETは、一般家庭においても比較的分別しやすい（80%～90%以上）
- プラスチック容器を完全に分けることは分別の先進的な都市でも難しい（60%）
- 現地では厨芥類が多いため、リサイクルをしたいが、家庭での分別は日本でも難しいため、まずは分別しやすい事業系から開始するのが有効

図 7-8 参考とした日本の大都市における排出源分別の実績（横浜市、京都市）と GKL で適用する場合のポイント

（出典）横浜市ホームページ、京都市ホームページの掲載データを元に作成

| 2012 | 2013 | 2015 | 2020 |
|------|------------|-----------------------|------|
| | 缶・ガラスびん、古紙 | | |
| | | プラスチック類 | |
| | | 厨芥類(レストラン、ホテル等の事業系から) | |

図 7-9 分別推進のスケジュール（案）

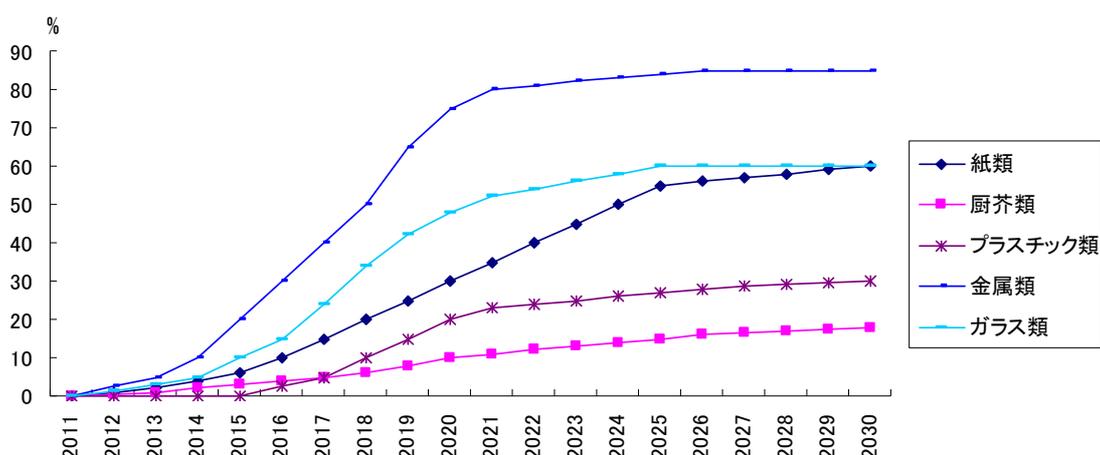


図 7-10 GKL における排出源分別率の前提条件

②廃棄物削減効果

①で設定した分別・リサイクル率に基づき試算した場合の、GKL における廃棄物処分量の将来予測を図 7-11 に示す。特に分別・リサイクル等の取組を行わなかった場合（図 7-11①、現状ベース）の処分量は、年率 4.8%の割合で増加するとした。これは、国家戦略計画における増加率（3.59%）と、同市における人口増加率と一人あたりごみ排出量増加率から割出した増加率²¹（6.0%）の中間値である。

現状ベースに対し、2017 年以降に廃棄物発電が運転開始した場合（図 7-11②、WTE 導入時）には、廃棄物が焼却減容されることにより 2020 年には 8.7%の処分量の低減が見込まれる。さらに、2012 年以降、分別・リサイクルが段階的に行われ、かつ 2017 年以降に廃棄物発電が運転開始した場合（図 7-11③、WTE+分別・リサイクル）には、2020 年には 25.4%、2030 年には 32.2%の処分量の低減が見込まれる。

²¹ MO Saeed 他 Development of Municipal Solid Waste Generation and Recyclable Components Rate of Kuala Lumpur: Perspective Study (2008)

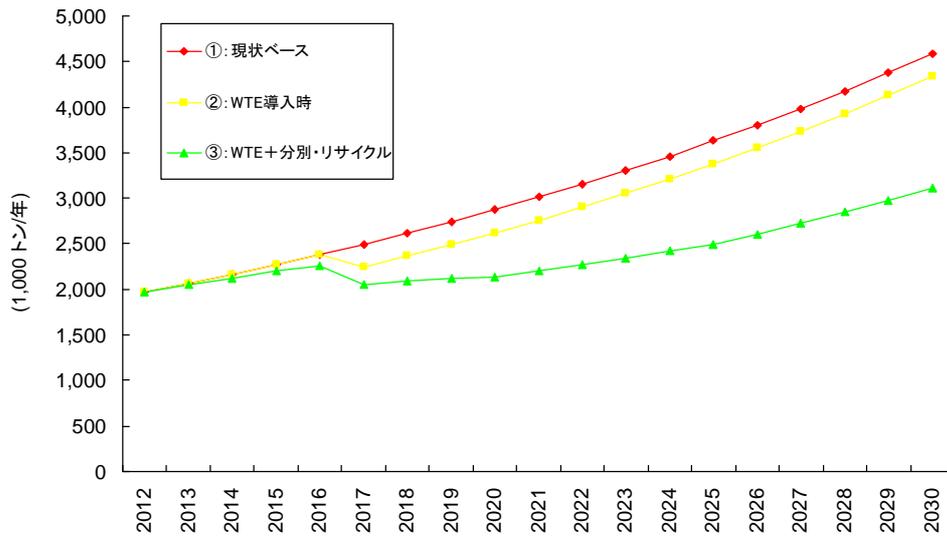


図 7-11 シナリオ別都市ごみ処分量の推移

(2) 最終処分場の延命効果

上述のように、WTEの導入や分別・リサイクルの推進により最終処分量が低減されることにより、埋立処分場の延命効果が期待される。実際に、上述の3つのシナリオに基づきGKLにおける埋立処分場の残余容量率を試算したところ、図7-12のように現状ベースでは2041年には埋立容量が一杯になるのに対し、WTEを導入し分別・リサイクルが想定通り実施された場合には2048年までとなり、7年程度の延命効果があることが示された。

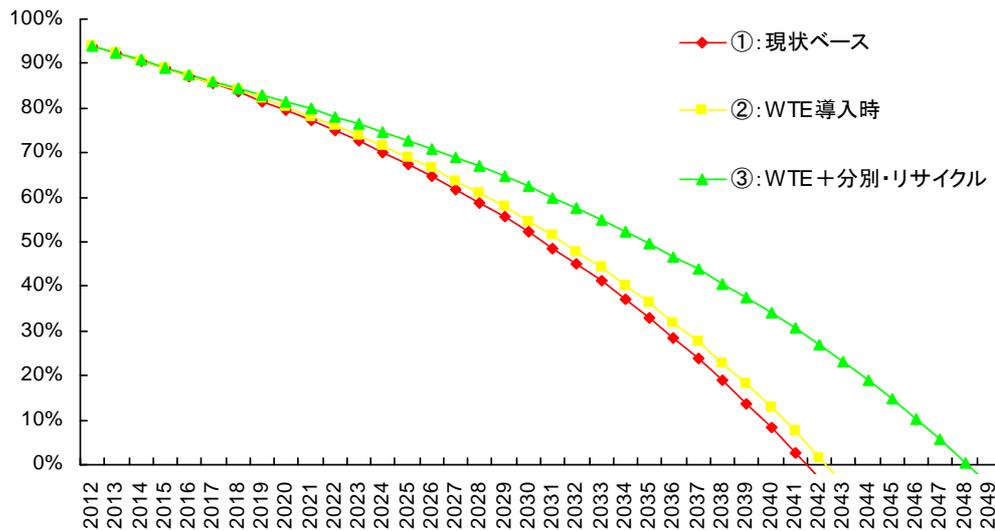


図 7-12 埋立処分場の残余容量率 (推計)

(備考：廃棄物の体積換算係数を0.8 t/m³として計算した場合)

(3) リサイクル率向上効果

現在、マレーシア国における資源化物のリサイクル活動の多くは非公的セクターによって行われており、正確な実態が把握しづらい状況である。これらの活動を除いた場合のリサイクル率は、およそ5%程度と言われている²²。これに対し、追加的に缶・ビン・古紙、事業系厨芥類、プラスチックの分別・リサイクルを段階的に実施した場合の各品目のリサイクル量および全体のリサイクル率を図7-13に示す。

推計の結果、2020年のリサイクル率は23%に達することが明らかとなった。WTEによる熱回収（サーマルリサイクル）も加味した場合の広義のリサイクル率は32%に達する。このように、サーマルリサイクルを行うことにより、2020年にリサイクル率22%という国家戦略計画における目標の大幅達成に寄与する。

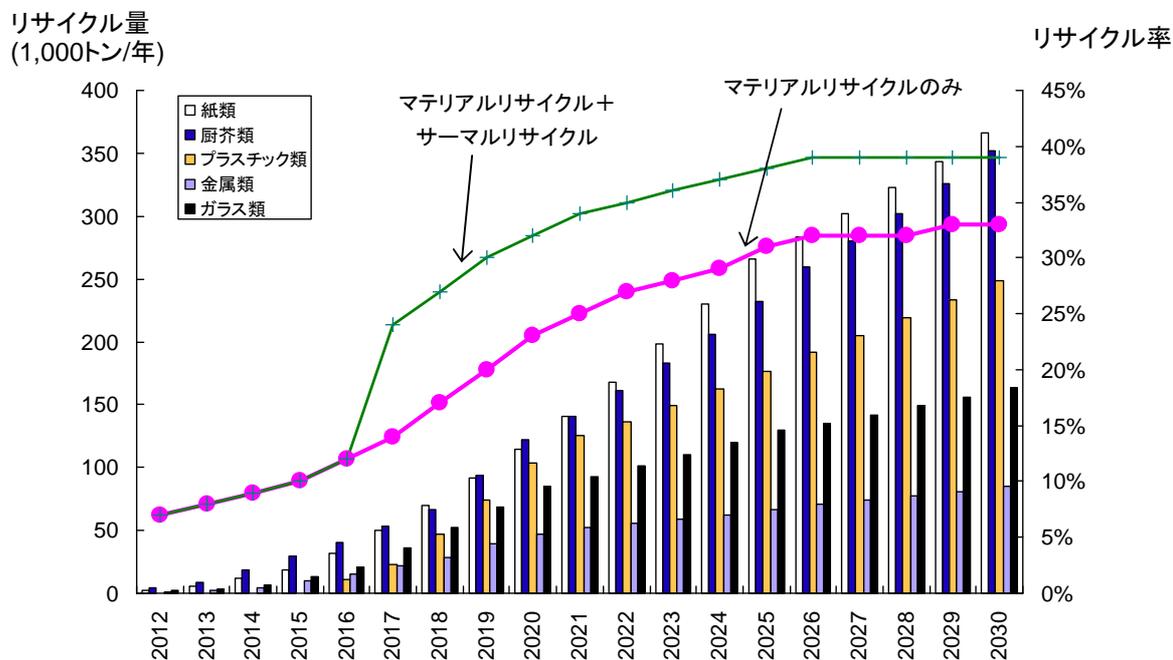


図 7-13 リサイクル率の推移（推計）

²² MHLG へのヒアリングによる

表 7-14 リサイクル率の推移（推計）

| | | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
|-----------------------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 発生 量 (a) | 紙類 | 262,637 | 275,230 | 288,428 | 302,258 | 316,751 | 331,939 | 347,856 | 364,536 | 382,015 |
| | 厨芥類 | 840,654 | 880,963 | 923,205 | 967,473 | 1,013,863 | 1,062,478 | 1,113,424 | 1,166,813 | 1,222,761 |
| | 繊維類 | 208,062 | 218,039 | 228,494 | 239,450 | 250,931 | 262,964 | 275,573 | 288,786 | 302,634 |
| | 木、葉類 | 80,592 | 84,457 | 88,507 | 92,750 | 97,198 | 101,858 | 106,743 | 111,861 | 117,225 |
| | プラスチック類 | 356,598 | 373,697 | 391,616 | 410,394 | 430,072 | 450,694 | 472,305 | 494,952 | 518,685 |
| | ゴム・皮革類 | 44,736 | 46,881 | 49,129 | 51,484 | 53,953 | 56,540 | 59,251 | 62,092 | 65,070 |
| | その他 | 4,767 | 4,996 | 5,236 | 5,487 | 5,750 | 6,025 | 6,314 | 6,617 | 6,934 |
| | 金属類 | 42,939 | 44,998 | 47,156 | 49,417 | 51,786 | 54,270 | 56,872 | 59,599 | 62,457 |
| | ガラス類 | 117,320 | 122,945 | 128,840 | 135,018 | 141,492 | 148,277 | 155,387 | 162,838 | 170,646 |
| | 陶器・石類 | 6,328 | 6,632 | 6,950 | 7,283 | 7,632 | 7,998 | 8,381 | 8,783 | 9,204 |
| | その他 | 10,017 | 10,497 | 11,001 | 11,528 | 12,081 | 12,660 | 13,267 | 13,903 | 14,570 |
| | 総量 | 1,974,650 | 2,069,334 | 2,168,559 | 2,272,541 | 2,381,510 | 2,495,703 | 2,615,372 | 2,740,779 | 2,872,200 |
| リサ イク ル量 (b) | 紙類 | 2,626 | 5,505 | 11,537 | 18,135 | 31,675 | 49,791 | 69,571 | 91,134 | 114,605 |
| | 厨芥類 | 4,203 | 8,810 | 18,464 | 29,024 | 40,555 | 53,124 | 66,805 | 93,345 | 122,276 |
| | プラスチック類 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10,752 | 22,535 | 47,230 | 74,243 | 103,737 |
| | 金属類 | 1,073 | 2,250 | 4,716 | 9,883 | 15,536 | 21,708 | 28,436 | 38,739 | 46,842 |
| | ガラス類 | 1,760 | 3,688 | 6,442 | 13,502 | 21,224 | 35,586 | 52,831 | 68,392 | 81,910 |
| | 総量 | 9,663 | 20,252 | 41,159 | 70,545 | 119,741 | 182,744 | 264,874 | 365,853 | 469,370 |
| リサイクル率 (b/a) | 7% | 8% | 9% | 10% | 12% | 14% | 17% | 20% | 23% | |
| リサ イク ル量 (c) | 紙類 | 2,626 | 5,505 | 11,537 | 18,135 | 31,675 | 83,375 | 102,166 | 122,828 | 145,244 |
| | 厨芥類 | 4,203 | 8,810 | 18,464 | 29,024 | 40,555 | 173,267 | 189,394 | 217,785 | 248,367 |
| | プラスチック類 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10,752 | 73,498 | 97,019 | 123,013 | 151,281 |
| | 金属類 | 1,073 | 2,250 | 4,716 | 9,883 | 15,536 | 21,708 | 28,436 | 38,739 | 46,842 |
| | ガラス類 | 1,760 | 3,688 | 6,442 | 13,502 | 21,224 | 35,586 | 52,831 | 68,392 | 81,910 |
| | 総量 | 9,663 | 20,252 | 41,159 | 70,545 | 119,741 | 438,306 | 522,306 | 625,166 | 730,000 |
| リサイクル率 (c/a) | 7% | 8% | 9% | 10% | 12% | 24% | 27% | 30% | 32% | |

（備考：リサイクル量(b)はマテリアルリサイクルのみの値、リサイクル量(c)はサーマルリサイクルも含めた値。リサイクル率は、発生量に対するリサイクル量の重量割合で定義し、2011年時のリサイクル率を5%とした場合の追加的な割合を示す）

7.2.2 都市ごみの適正処理推進の評価

(1) 最終処分場の BOD 濃度及び悪臭の低減効果

クアラルンプール市における都市ごみは、中継施設にて圧縮された後、北部に位置する Bukit Tagar 埋立処分場において処分されている。本処分場は 2005 年 4 月から稼働が開始した USEPA（米国環境保護庁）基準レベル 4 の衛生埋立処分場であり、高度な排水処理施設と水質モニタリングの体制を有している。ただし、現状では 1,000m³/日の処理能力に対して 900m³/日の稼働状況であり、今後埋立量が増加することで処理能力を超える可能性がある。

当該処分場における排水の BOD は、現状では処理前は 45,500 mg/l 程度であるのに対し、処理後は 50mg/l 以下まで低減されたのち、パーム等に散布されている²³。ただし、上述の通り、今後も有機系廃棄物を含めた埋立処分量が増加し続ければ、処理前の排水の BOD が上昇する可能性が考えられる。

また、当該処分場へ視察した際には²⁴、運搬車両が停止し、若干の廃液が漏れている可能性があるエリアを除き、施設全体をとおして臭気はあまり感じられなかった。しかし、上述の通り今後 BOD が上昇すれば、それに伴い臭気が強まることが考えられる。

このように、本 FS で対象となる埋立処分場においては質の高い管理が行われているため、排水や臭気については大きな問題となっていないが、マレーシア全土で 150 ある埋立場の多くではこれらの環境影響が課題となっている。本 FS で提案する事業系厨芥類や古紙といった有機系廃棄物の分別・リサイクルの推進及び廃棄物発電の導入により、将来的に埋立される有機性廃棄物量が低減された場合、水質汚染や臭気といった問題の緩和に寄与すると考えられる。また、現状では適正処理が行われており周辺環境へ影響を及ぼしていない処理場においても、今後のリスク低減が図れるであろう。

²³ Bukit Tagar 処分場への視察ヒアリングによる

²⁴ 2011 年 10 月 4 日に視察を実施

(2) 温室効果ガスの排出削減効果

本事業の実施により、次の3つの要因が加わることにより温室効果ガス（GHG）の排出量が増加する。ここでは、それぞれのGHG排出量の増加及び抑制効果を統合し、全体でのGHG削減効果の評価した。

表 7-15 評価対象とする温室効果ガスの排出削減効果

| 評価対象 | 評価する内容 |
|-----------------------------|---|
| (a) 廃プラスチックの熱処理によるCO2排出量の増加 | WTEにおける熱処理により、新たに排出される廃プラスチック由来のCO2排出量を評価する。また、焼却設備の運転に使用される化石燃料（灯油）の燃焼時の温室効果ガス（CO2）排出量を評価する。 |
| (b) 埋立処分場のメタン発生量の抑制 | 排出源における分別・リサイクルおよびWTEにおける熱処理により、有機系廃棄物の最終処分量の削減が見込まれる。これにより埋立処分場から発生する温室効果ガス（メタン）の排出削減量を評価する。 |
| (c) 発電によるCO2排出量の抑制 | 廃棄物発電により創出される電力が既存電力を代替することによる温室効果ガス（CO2）の排出削減量を評価する。 |

(a)について、温室効果ガス排出量算定・報告マニュアル Ver. 3.2 の排出係数を用いて算出したところ、年間 166.4 千 t CO₂e が増加することが示された（表 7-16）。

(b)については、IPCC「廃棄物処分場でのメタン排出回避量の計算ツール」における FOD モデルを用い、既述の3つのシナリオ間でのメタン排出量を比較した。計算の過程は図 7-14 の通りである。その結果、WTE 導入かつ分別・リサイクルが推進された場合には、現状ベースに比べ、2020 年時点で年間 228.6 千 t CO₂e が削減されると算出された（図 7-15）。

(c)については、本調査において設計された WTE プラントの年間の売電量（80,514MWh）にマレーシア半島のグリッド排出係数を乗じ、54.1 千 t CO₂e 削減されると算出された（表 7-17）。

(a)～(c)について GHG 排出量の増減を差し引きすると、本事業の実施により、2020 年時には年間 116.3 千 t CO₂e の削減に貢献することが示唆された（図 7-16）。

表 7-16 廃プラスチックの熱処理による CO2 排出量の増加

| 項目 | 値 | 単位 | 備考 |
|-----------------------|---------|-----------|---|
| WTE プラントに投入されるプラスチック量 | 60,013 | t/年 | 日量1000 t 投入×プラ組成率×稼働315日/年 プラ組成は2020年の値(19.05%)を使用 |
| プラスチック由来 GHG 原単位 | 2.77 | kg-CO2/kg | 環境省 温室効果ガス排出量算定・報告マニュアル 算定・報告・公表制度における算定方法・排出係数一覧 廃棄物等の焼却及び原燃料としての使用に関する排出係数 「その他の廃プラスチック類」 |
| 燃料(軽油)使用量 | 61,100 | L/年 | WTE プラント設計による |
| 燃料 GHG 原単位 | 2.58 | t CO2/kl | 環境省 温室効果ガス排出量算定・報告マニュアル 算定・報告・公表制度における算定方法・排出係数一覧 (参考1) 燃料の使用に関する排出係数「軽油」 |
| GHG 排出量合計 | 166,394 | t -CO2/年 | |

| パラメータ | 値 |
|--------------------|---|
| φ | 0.9 モデルの不確定要素を計算するためのモデル補正係数 |
| f | 0 回収されたメタンのうちフレアリング/燃焼/利用されるメタンの割合 |
| GWP ₁₀₀ | 21 メタンの地球温暖化係数:21 |
| OX | 0.1 酸化係数(管理同等立地分画:0.1,その他:0) |
| F | 0.5 廃棄物分画からのガス化を含むメタンの割合(体積分率)。デフォルト値:0.5 |
| DOC _i | 0.5 分画可能な有機性炭素(DOC)の割合。デフォルト値:0.5 |
| MCF | 1.0 メタン補正係数。下表参照 |
| W | *年に産業廃棄物に埋め立てられた有機性産業廃棄物の量(ton) |
| DOC ₂ | 産業廃棄物中の分画可能な有機性炭素(DOC)の割合 |
| k _i | 産業廃棄物の腐敗率 |
| j | 産業廃棄物タイプ |
| x | 産業廃棄物が埋め立てられた年。埋立開始年は2005年 |
| y | メタン排出量算定対象年 |

| シナリオ | 産業廃棄物タイプ | 一分別リサイクル開始 | | | | | | | | | | 一WTE運転開始 | | | | | | | | | | DOC | k _i |
|-------------|-----------|------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|----------------|
| | | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | | | |
| 現状ベース | 木、木製品 | 80,592 | 84,457 | 88,507 | 92,750 | 97,198 | 101,858 | 106,743 | 111,861 | 117,225 | 122,845 | 128,736 | 134,909 | 141,378 | 148,157 | 155,261 | 162,706 | 170,507 | 178,683 | 187,251 | 43% | 0.035 | |
| | 紙・ダンボール | 282,657 | 275,200 | 268,428 | 262,428 | 257,171 | 251,630 | 246,808 | 241,708 | 237,325 | 232,671 | 228,756 | 224,581 | 220,156 | 216,481 | 212,556 | 208,381 | 204,956 | 201,281 | 197,356 | 193,181 | 40% | 0.07 |
| | 食品・飲料・タバコ | 840,454 | 800,963 | 763,025 | 727,171 | 693,428 | 661,785 | 632,243 | 604,801 | 579,459 | 556,227 | 535,105 | 516,093 | 499,101 | 484,129 | 471,177 | 459,245 | 448,333 | 438,451 | 429,609 | 421,817 | 35% | 0.4 |
| WTE導入時 | 紙 | 208,062 | 218,039 | 228,494 | 239,450 | 250,931 | 262,964 | 275,573 | 288,786 | 302,634 | 317,145 | 332,352 | 348,288 | 364,989 | 382,490 | 400,830 | 420,050 | 440,192 | 461,299 | 483,418 | 24% | 0.07 | |
| | 木、木製品 | 80,592 | 84,457 | 88,507 | 92,750 | 97,198 | 101,858 | 106,743 | 111,861 | 117,225 | 122,845 | 128,736 | 134,909 | 141,378 | 148,157 | 155,261 | 162,706 | 170,507 | 178,683 | 187,251 | 43% | 0.035 | |
| | 紙・ダンボール | 282,657 | 275,200 | 268,428 | 262,428 | 257,171 | 251,630 | 246,808 | 241,708 | 237,325 | 232,671 | 228,756 | 224,581 | 220,156 | 216,481 | 212,556 | 208,381 | 204,956 | 201,281 | 197,356 | 193,181 | 40% | 0.07 |
| WTE+分別リサイクル | 食品・飲料・タバコ | 840,454 | 800,963 | 763,025 | 727,171 | 693,428 | 661,785 | 632,243 | 604,801 | 579,459 | 556,227 | 535,105 | 516,093 | 499,101 | 484,129 | 471,177 | 459,245 | 448,333 | 438,451 | 429,609 | 25% | 0.4 | |
| | 紙 | 208,062 | 218,039 | 228,494 | 239,450 | 250,931 | 262,964 | 275,573 | 288,786 | 302,634 | 317,145 | 332,352 | 348,288 | 364,989 | 382,490 | 400,830 | 420,050 | 440,192 | 461,299 | 483,418 | 24% | 0.07 | |
| | 木、木製品 | 80,592 | 84,457 | 88,507 | 92,750 | 97,198 | 101,858 | 106,743 | 111,861 | 117,225 | 122,845 | 128,736 | 134,909 | 141,378 | 148,157 | 155,261 | 162,706 | 170,507 | 178,683 | 187,251 | 43% | 0.035 | |
| 合計 | 食品・飲料・タバコ | 838,450 | 800,000 | 762,500 | 726,667 | 692,933 | 660,333 | 628,889 | 598,611 | 569,500 | 541,622 | 515,978 | 492,556 | 470,267 | 449,111 | 429,111 | 410,222 | 392,444 | 375,778 | 360,222 | 25% | 0.4 | |
| | 紙 | 208,062 | 218,039 | 228,494 | 239,450 | 250,931 | 262,964 | 275,573 | 288,786 | 302,634 | 317,145 | 332,352 | 348,288 | 364,989 | 382,490 | 400,830 | 420,050 | 440,192 | 461,299 | 483,418 | 24% | 0.07 | |
| | 木、木製品 | 80,592 | 84,457 | 88,507 | 92,750 | 97,198 | 101,858 | 106,743 | 111,861 | 117,225 | 122,845 | 128,736 | 134,909 | 141,378 | 148,157 | 155,261 | 162,706 | 170,507 | 178,683 | 187,251 | 43% | 0.035 | |

| シナリオ | 産業廃棄物タイプ | 一分別リサイクル開始 | | | | | | | | | | 一WTE運転開始 | | | | | | | | | | DOC | k _i |
|-------------|-----------|------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|----------------|
| | | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | | | |
| 現状ベース | 木、木製品 | 80,592 | 84,457 | 88,507 | 92,750 | 97,198 | 101,858 | 106,743 | 111,861 | 117,225 | 122,845 | 128,736 | 134,909 | 141,378 | 148,157 | 155,261 | 162,706 | 170,507 | 178,683 | 187,251 | 43% | 0.035 | |
| | 紙・ダンボール | 282,657 | 275,200 | 268,428 | 262,428 | 257,171 | 251,630 | 246,808 | 241,708 | 237,325 | 232,671 | 228,756 | 224,581 | 220,156 | 216,481 | 212,556 | 208,381 | 204,956 | 201,281 | 197,356 | 193,181 | 40% | 0.07 |
| | 食品・飲料・タバコ | 840,454 | 800,963 | 763,025 | 727,171 | 693,428 | 661,785 | 632,243 | 604,801 | 579,459 | 556,227 | 535,105 | 516,093 | 499,101 | 484,129 | 471,177 | 459,245 | 448,333 | 438,451 | 429,609 | 35% | 0.4 | |
| WTE導入時 | 紙 | 208,062 | 218,039 | 228,494 | 239,450 | 250,931 | 262,964 | 275,573 | 288,786 | 302,634 | 317,145 | 332,352 | 348,288 | 364,989 | 382,490 | 400,830 | 420,050 | 440,192 | 461,299 | 483,418 | 24% | 0.07 | |
| | 木、木製品 | 80,592 | 84,457 | 88,507 | 92,750 | 97,198 | 101,858 | 106,743 | 111,861 | 117,225 | 122,845 | 128,736 | 134,909 | 141,378 | 148,157 | 155,261 | 162,706 | 170,507 | 178,683 | 187,251 | 43% | 0.035 | |
| | 紙・ダンボール | 282,657 | 275,200 | 268,428 | 262,428 | 257,171 | 251,630 | 246,808 | 241,708 | 237,325 | 232,671 | 228,756 | 224,581 | 220,156 | 216,481 | 212,556 | 208,381 | 204,956 | 201,281 | 197,356 | 193,181 | 40% | 0.07 |
| WTE+分別リサイクル | 食品・飲料・タバコ | 840,454 | 800,963 | 763,025 | 727,171 | 693,428 | 661,785 | 632,243 | 604,801 | 579,459 | 556,227 | 535,105 | 516,093 | 499,101 | 484,129 | 471,177 | 459,245 | 448,333 | 438,451 | 429,609 | 25% | 0.4 | |
| | 紙 | 208,062 | 218,039 | 228,494 | 239,450 | 250,931 | 262,964 | 275,573 | 288,786 | 302,634 | 317,145 | 332,352 | 348,288 | 364,989 | 382,490 | 400,830 | 420,050 | 440,192 | 461,299 | 483,418 | 24% | 0.07 | |
| | 木、木製品 | 80,592 | 84,457 | 88,507 | 92,750 | 97,198 | 101,858 | 106,743 | 111,861 | 117,225 | 122,845 | 128,736 | 134,909 | 141,378 | 148,157 | 155,261 | 162,706 | 170,507 | 178,683 | 187,251 | 43% | 0.035 | |
| 合計 | 食品・飲料・タバコ | 838,450 | 800,000 | 762,500 | 726,667 | 692,933 | 660,333 | 628,889 | 598,611 | 569,500 | 541,622 | 515,978 | 492,556 | 470,267 | 449,111 | 429,111 | 410,222 | 392,444 | 375,778 | 360,222 | 25% | 0.4 | |
| | 紙 | 208,062 | 218,039 | 228,494 | 239,450 | 250,931 | 262,964 | 275,573 | 288,786 | 302,634 | 317,145 | 332,352 | 348,288 | 364,989 | 382,490 | 400,830 | 420,050 | 440,192 | 461,299 | 483,418 | 24% | 0.07 | |
| | 木、木製品 | 80,592 | 84,457 | 88,507 | 92,750 | 97,198 | 101,858 | 106,743 | 111,861 | 117,225 | 122,845 | 128,736 | 134,909 | 141,378 | 148,157 | 155,261 | 162,706 | 170,507 | 178,683 | 187,251 | 43% | 0.035 | |

| シナリオ | 産業廃棄物タイプ | 一分別リサイクル開始 | | | | | | | | | | 一WTE運転開始 | | | | | | | | | | DOC | k _i |
|-------------|-----------|------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|----------------|
| | | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | | | |
| 現状ベース | 木、木製品 | 80,592 | 84,457 | 88,507 | 92,750 | 97,198 | 101,858 | 106,743 | 111,861 | 117,225 | 122,845 | 128,736 | 134,909 | 141,378 | 148,157 | 155,261 | 162,706 | 170,507 | 178,683 | 187,251 | 43% | 0.035 | |
| | 紙・ダンボール | 282,657 | 275,200 | 268,428 | 262,428 | 257,171 | 251,630 | 246,808 | 241,708 | 237,325 | 232,671 | 228,756 | 224,581 | 220,156 | 216,481 | 212,556 | 208,381 | 204,956 | 201,281 | 197,356 | 193,181 | 40% | 0.07 |
| | 食品・飲料・タバコ | 840,454 | 800,963 | 763,025 | 727,171 | 693,428 | 661,785 | 632,243 | 604,801 | 579,459 | 556,227 | 535,105 | 516,093 | 499,101 | 484,129 | 471,177 | 459,245 | 448,333 | 438,451 | 429,609 | 35% | 0.4 | |
| WTE導入時 | 紙 | 208,062 | 218,039 | 228,494 | 239,450 | 250,931 | 262,964 | 275,573 | 288,786 | 302,634 | 317,145 | 332,352 | 348,288 | 364,989 | 382,490 | 400,830 | 420,050 | 440,192 | 461,299 | 483,418 | 24% | 0.07 | |
| | 木、木製品 | 80,592 | 84,457 | 88,507 | 92,750 | 97,198 | 101,858 | 106,743 | 111,861 | 117,225 | 122,845 | 128,736 | 134,909 | 141,378 | 148,157 | 155,261 | 162,706 | 170,507 | 178,683 | 187,251 | 43% | 0.035 | |
| | 紙・ダンボール | 282,657 | 275,200 | 268,428 | 262,428 | 257,171 | 251,630 | 246,808 | 241,708 | 237,325 | 232,671 | 228,756 | 224,581 | 220,156 | 216,481 | 212,556 | 208,381 | 204,956 | 201,281 | 197,356 | 193,181 | 40% | 0.07 |
| WTE+分別リサイクル | 食品・飲料・タバコ | 840,454 | 800,963 | 763,025 | 727,171 | 693,428 | 661,785 | 632,243 | 604,801 | 579,459 | 556,227 | 535,105 | 516,093 | 499,101 | 484,129 | 471,177 | 459,245 | 448,333 | 438,451 | 429,609 | 25% | 0.4 | |
| | 紙 | 208,062 | 218,039 | 228,494 | 239,450 | 250,931 | 262,964 | 275,573 | 288,786 | 302,634 | 317,145 | 332,352 | 348,288 | 364,989 | 382,490 | 400,830 | 420,050 | 440,192 | 461,299 | 483,418 | 24% | 0.07 | |
| | 木、木製品 | 80,592 | 84,457 | 88,507 | 92,750 | 97,198 | 101,858 | 106,743 | 111,861 | 117,225 | 122,845 | 128,736 | 134,909 | 141,378 | 148,157 | 155,261 | 162,706 | 170,507 | 178,683 | 187,251 | 43% | 0.035 | |
| 合計 | 食品・飲料・タバコ | 838,450 | 800,000 | 762,500 | 726,667 | 692,933 | 660,333 | 628,889 | 598,611 | 569,500 | 541,622 | 515,978 | 492,556 | 470,267 | 449,111 | 429,111 | 410,222 | 392,444 | 375,778 | 360,222 | 25% | 0.4 | |
| | 紙 | 208,062 | 218,039 | 228,494 | 239,450 | 250,931 | 262,964 | 275,573 | 288,786 | 302,634 | 317,145 | 332,352 | 348,288 | 364,989 | 382,490 | 400,830 | 420,050 | 440,192 | 461,299 | 483,418 | 24% | 0.07 | |
| | 木、木製品 | 80,592 | 84,457 | 88,507 | 92,750 | 97,198 | 101,858 | 106,743 | 111,861 | 117,225 | 122,845 | 128,736 | 134,909 | 141,378 | 148,157 | 155,261 | 162,706 | 170,507 | 178,683 | 187,251 | 43% | 0.035 | |

| シナリオ | 産業廃棄物タイプ | 一分別リサイクル開始 | | | | | | | | | | 一WTE運転開始 | | | | | | | | | | DOC | k _i |
|--------|-----------|------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|----------------|
| | | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | | | |
| 現状ベース | 木、木製品 | 80,592 | 84,457 | 88,507 | 92,750 | 97,198 | 101,858 | 106,743 | 111,861 | 117,225 | 122,845 | 128,736 | 134,909 | 141,378 | 148,157 | 155,261 | 162,706 | 170,507 | 178,683 | 187,251 | 43% | 0.035 | |
| | 紙・ダンボール | 282,657 | 275,200 | 268,428 | 262,428 | 257,171 | 251,630 | 246,808 | 241,708 | 237,325 | 232,671 | 228,756 | 224,581 | 220,156 | 216,481 | 212,556 | 208,381 | 204,956 | 201,281 | 197,356 | 193,181 | 40% | 0.07 |
| | 食品・飲料・タバコ | 840,454 | 800,963 | 763,025 | 727,171 | 693,428 | 661,785 | 632,243 | 604,801 | 579,459 | 556,227 | 535,105 | 516,093 | 499,101 | 484,129 | 471,177 | 459,245 | 448,333 | 438,451 | 429,609 | 35% | 0.4 | |
| WTE導入時 | 紙 | 208,062 | 218,039 | 228,494 | 239,450 | 250,931 | 262,964 | 275,573 | 288,786 | 302,634 | 317,145 | 332,352 | 348,288 | 364,989 | 382,490 | 400,830 | 420,050 | 440,192 | 461,299 | 48 | | | |

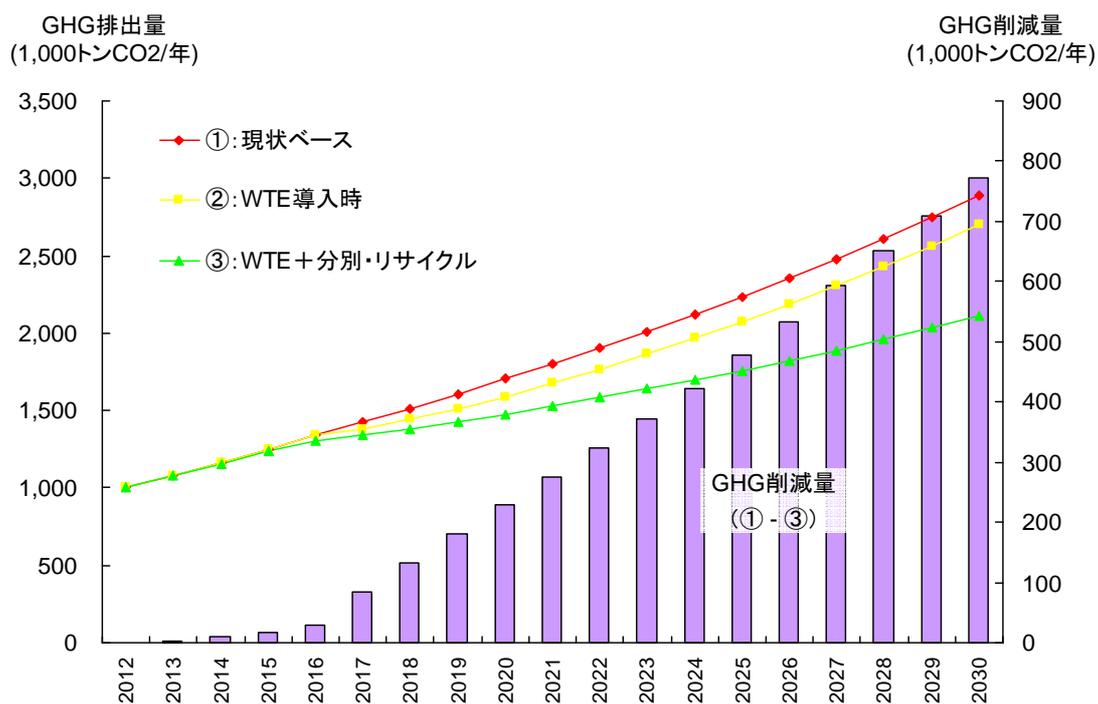


図 7-15 埋立処分場からの GHG 排出量

(備考：折れ線グラフは GHG 排出量の推移を示す。棒グラフは現状ベースに対し、WTE 及び分別・リサイクルを実施した場合の GHG 削減量 (①-③) を示す。)

表 7-17 発電による CO2 排出量の抑制

| 項目 | 値 | 単位 | 備考 |
|-----------|--------|-----------|---|
| WTE 売電量 | 80.514 | MWh/年 | WTE プラント設計による |
| グリッド排出係数 | 0.672 | t-CO2/MWh | Study on Grid Connected Electricity Baselines in Malaysia; Year 2008 Version 2.0 におけるマレーシア半島のコンバインドマージンの値 |
| CO2 排出抑制量 | 54,105 | t-CO2/年 | |

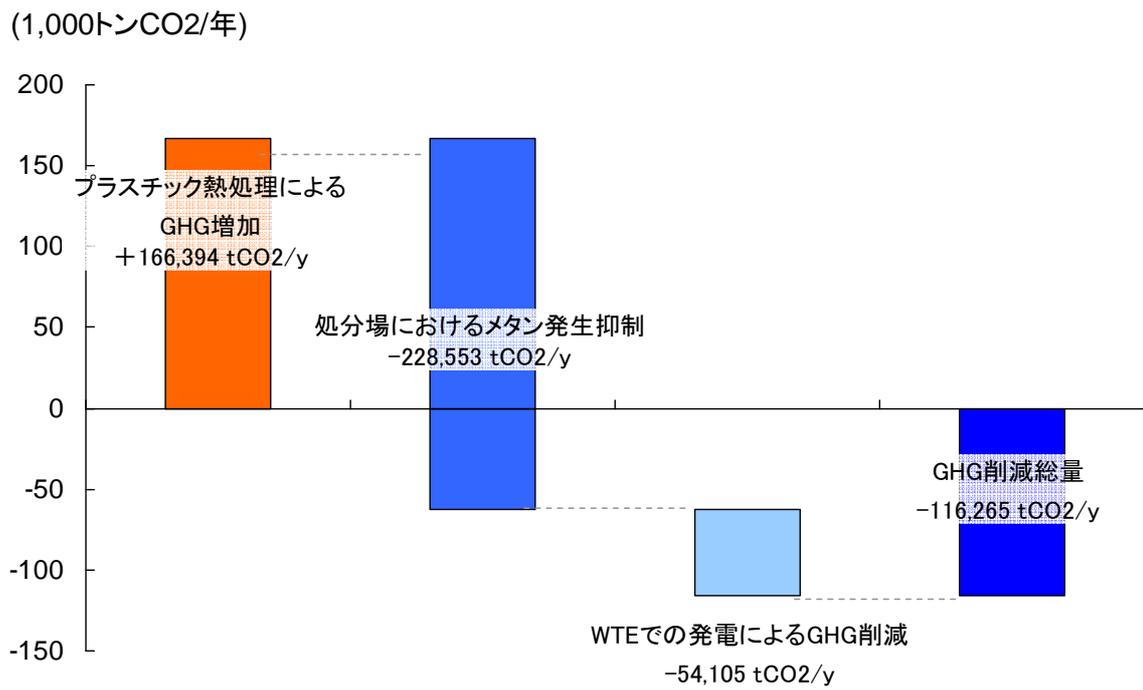


図 7-16 事業実施に伴う 2020 年時における GHG 排出量の収支

7.3 社会的受容性の分析

7.3.1 国民の焼却に対する意識

2006年9月、マレーシア国政府は、日本の焼却炉メーカーに発注したガス化溶融炉（1,500 t/日）の契約解除を通知した。その背景の一つには、クアラルンプール市近郊での建設計画に対して環境汚染を懸念する住民の反対運動があった。過去に日本でも大きく騒がれた時期があったが、特に WTE プラントから発生するダイオキシン問題への懸念が大きかった。当初、当該設備の建設にあたって、マレーシア国政府は JBIC のソフトローンによる資金調達を予定していたが、建設予定地住民がスランゴール州高等裁判所に提訴し、プロジェクトの一時差し止めが認められたことを受けて JBIC のソフトローンは見送られた。そこで、マレーシア国政府は自己資金による建設を目指したが、高価な建設費（約 15 億 RM）と維持費の自己負担は難しく、計画の中止に追い込まれた²⁵。

マレーシア国においても、1990年代後半に、いくつかの小規模な WTE プラントが建設された。しかしながら、いずれも設計に欠陥があり、維持管理の質が悪く、オペレーションも不適切だったと言われており、そのことが、WTE プラントの新規導入計画に対して人々が慎重になる理由の一つになっていると考えられる。政府関係者は、当時の WTE プラントは水分含有率が 60～70%にもなる同国の廃棄物に合っていなかったと地元紙²⁶のインタビューに答えている。

7.3.2 マレーシア国における焼却炉の導入状況

(1) 概観

現在、マレーシア国内 5 箇所で、都市ごみを処理するための WTE プラントの建設、稼働前試験等が進められているが、いずれも 100 t/日以下の小規模な施設であり、地方、島嶼部の観光地を中心に建設されている（表 7-18、図 7-17 参照）。5 箇所のうち、ごみ発電ができるのは、ランカウィ島の 1 箇所のみである。地元紙²⁶によれば、いずれもロータリーキルン炉で、設計は XCN Technology 社、コストレンジは 20.3 百万 RM～68.4 百万 RM とされている。

表 7-18 マレーシアにおける固形廃棄物の焼却施設

| 場所 | 処理能力 | 発電有無 | 建設開始日 |
|------------------|---------|--------|-------------|
| ランカウィ島（ケダ州） | 100 t/日 | 有（1MW） | 2008年3月18日 |
| ラブアン島（連邦直轄領） | 50 t/日 | 無 | 2008年10月21日 |
| キャメロンハイランド（パハン州） | 40 t/日 | 無 | 2008年8月15日 |
| パンコール島（ペラ州） | 20 t/日 | 無 | 2008年3月18日 |
| ティオマン島（パハン州） | 15 t/日 | 無 | 2008年8月15日 |

²⁵ 日本環境会議編（2010）「アジア環境白書 2010/11」

²⁶ “Incinerate our waste we must”, The star, November 2, 2010

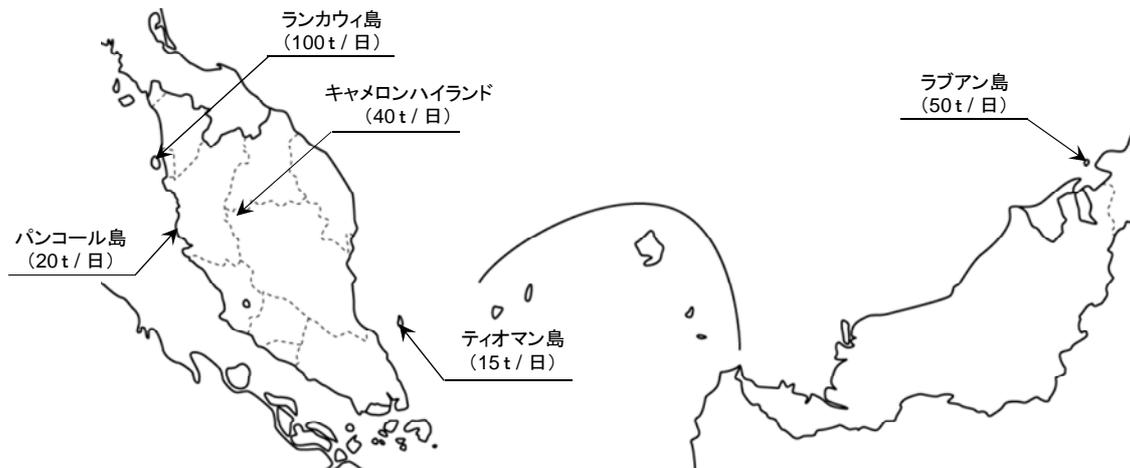


図 7-17 マレーシア国における固形廃棄物の焼却施設の分布状況

(2) ランカウィ島の焼却炉

上記の焼却炉のうちの1つ、ランカウィ島の焼却炉を現地視察し、現地企業に対するヒアリング調査を実施した。結果の概要を以下に示す。調査時点現在（2011年10月5日）で、同焼却炉は試験運転中であり（地元紙報道²⁷によれば、現在は使用されている）、焼却炉周辺は悪臭が漂う状況であったが、民家からは離れていたため、特に住民問題は発生していないようであった。

表 7-19 ランカウィ島焼却炉の概要

| 項目 | 内容 |
|-------------------------|---|
| 現在の状況 (2011年10月5日時点) | <ul style="list-style-type: none"> ・設備完成は2011年初めで、これまで試運転継続。10月16日頃より政府立会のもと引渡試運転を実施予定。 (EPC契約で建設工期は18ヶ月。受注できればO&Mは別契約。) ・現在、島のゴミは全てプラント横のLandfillサイトに運ばれている。ゴミ発生量は70-80t/日である。 |
| 処理能力 | プラントのごみ処理量は公称100t/日だが、実際は100t/日×2炉構成(環境アセスも100t/日で取得) |
| 建設費 | 68百万RM (地元紙報道 ²⁸) |
| 処理プロセス | <p> ごみ搬入 → ピット → クレーン → トロンメル → 破袋機 → 磁選機 → ピット → クレーン → キルン → 二次燃 → ボイラ → サイクロン → (重曹・活性炭吹込み) → リアクター → バグフィルター → IDF → 煙突 </p> |
| 住民問題等 | <ul style="list-style-type: none"> ・もともとLandfillサイトの隣に建設した為、住民問題等はなし(焼却炉の隣は未だLandfillサイト並存) |

²⁷ "Firms urged to submit proposals for 'green' incinerators", The star, February 4, 2012

²⁸ "More incinerators needed for waste disposal", The star, May 26, 2011

| | |
|--|---|
| | ・焼却炉周辺は悪臭あり。しかし、民家からは離れている為、悪臭が問題となっていない。 |
|--|---|

7.3.3 国民の3Rに対する意識

現時点でマレーシア国のリサイクル率は低く、排出源分別も未だ義務化されていないが、政府による3Rの普及啓発活動や教育現場における3R教育の結果、3Rが重要であるとの認識は、一般国民にも浸透していると言える。マラヤ大学が実施した調査²⁹によれば、一般市民の回答者の99%は現在のマレーシア国のリサイクル率が低いと感じており、96%が2020年にはリサイクル率22%（政府が掲げている目標値）を達成することに同意している。しかしながら、現在の廃棄物管理を改善するための追加的な支払いに応じることに同意したのは、わずか30%だった。

このことは、単に廃棄物管理の現状を改善するためにWTEプラントを導入するというだけでは様々なステークホルダーの同意を得られにくいということを示している。社会全体として3Rを強力に推進した上、どうしてもリサイクルできない廃棄物についてはエネルギー回収を行い、さらに残った廃棄物は適正に処理するという、循環型社会の全体像を示し、その中でWTEプラントの役割を明確に位置付けることが重要である。

マレーシア国は3R社会の実現を強く指向している。しかしながら、3Rが定着するまでには長い時間がかかる。一方で、マレーシア国の廃棄物発生量の伸びは急速である。社会として3Rを優先させつつ、3Rを補完する仕組みとしてのWTEプラントの位置づけを明確に示すことが必要になると考えられる。

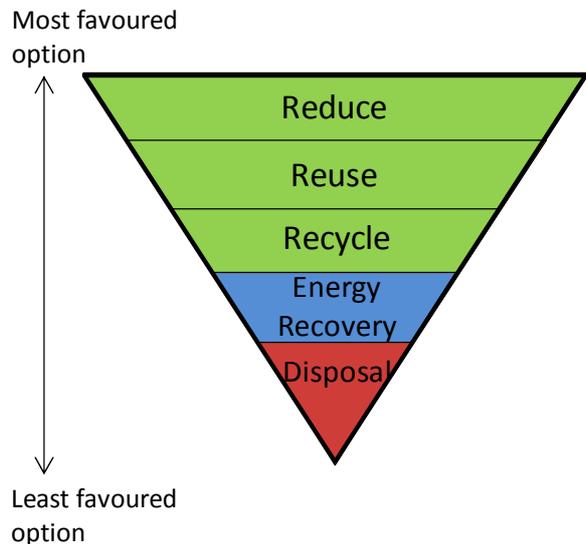


図 7-18 Waste Hierarchy

²⁹ Agamuthu P, Santha C, Fauziah S.H, & Dennis V, “3R POLICY IMPLEMENTATION IN MALAYSIA Strategic Gap Analysis & Recommendations”(2012)

7.3.4 社会的受容性の評価

マレーシア国で過去に固形廃棄物の焼却炉導入計画が中止になった背景には、ダイオキシン類等、焼却炉による環境汚染を懸念した地元住民の反対運動があった。その大きな要因として、過去に同国に導入された焼却炉の技術、オペレーション等が適切に行われてこなかったことが、焼却炉に対する不信感を増幅させたものと考えられる。

現在、政府主導で新たにいくつかの焼却炉建設が進められているが、ダイオキシン類をはじめとした環境汚染や悪臭等への懸念に対しては、適切な技術やオペレーションの導入、維持管理体制の構築、住民とのコミュニケーション等を行っていくことで、導入の可能性は十分あると考えられる。その際、日本における WTE プラントの運転実績と、それを支える技術、法体系、オペレーションノウハウ等を適切に伝えていくことが重要である。

また、3 R と WTE プラントの関係性、3 R 社会における WTE プラントの位置づけ・役割についても適切に伝えていくことが重要である。まずは社会として 3 R を優先させることを強調し、その上で WTE プラントは 3 R を阻害するものではなく、補完するものであることが適切に理解されれば、導入の可能性は高まるものと考えられる。

7.4 実現可能性の評価

以上の分析の結果、本事業による従来からの直接埋立と比較した環境負荷低減効果は大きく、とりわけ急速な経済成長と同時に従来からの埋立処分依存から脱却し³⁰、3 R 社会の実現を目指すマレーシア国においてごみ減量面で重要な役割を果たすことがわかった。また、日本の WTE プラント運転実績やその背景となる技術、法体系、オペレーションノウハウ、3 R 社会における WTE の役割等が適切に伝われば、社会的受容性が高まることを確認した。

事業採算性については、ごみ発電による売電収入も事業収入に寄与し、適正な処理料金設定の下、比較的堅調な事業運営が可能となることがわかった。また、処理料金の設定に関して、日本と同様に WTE プラントを都市近郊に設置した場合には、既存の埋立処理システムと比較可能な水準になることがわかった。これは、既存の埋立処理システムを、中継施設及び中継施設から埋立処分場までの運搬も含めて一体として捉える必要があり、それらのコストも含めた結果である（図 4-4 に示したように、既存の埋立処分場は郊外に位置しているため、中継施設及び埋立処分場までの運搬が必要になる）。現地ワークショップにおいても議論した通り、同国と日本とでは都市ごみ処理費用の負担方法が異なる。同国では 1 t 当たりの処理料金がいくらか、それを誰が負担するのかが重要である。今後も現地関係者と継続的にコミュニケーションを取りながら、日本の経験を踏まえつつ、現地の実情にあった事業スキームの提案を行う必要がある。

以上の議論を踏まえて、以下、実現可能性を改善する行政施策を提案する。

³⁰ ETP においても、現在、ほぼ全てのごみ処理を埋立に頼る中、土地の制約や環境への懸念から、代替手段を確立する必要があると明記されている。

7.5 実現可能性を改善する行政施策の提案

本事業の実現可能性を改善すると考えられる行政施策について、まずは同国における廃棄物処理・リサイクルシステムの全体像を示し、その上で個別の施策について提案する。

7.5.1 廃棄物処理・リサイクルシステム全体像の提案

(1) 基本的な考え方

現地における課題と、同国政府が目指す方向性を加味し、以下の3つの考え方を基本に据え、廃棄物処理・リサイクルシステムの全体像を示す。

- ①排出源分別を導入し、3Rを積極的に推進する。
- ②水分を適切にコントロールし、ごみの減量化や悪臭を抑制する。
- ③どうしても資源として有効利用できない廃棄物についてはWTEで大幅な減量化、エネルギー回収を行う。

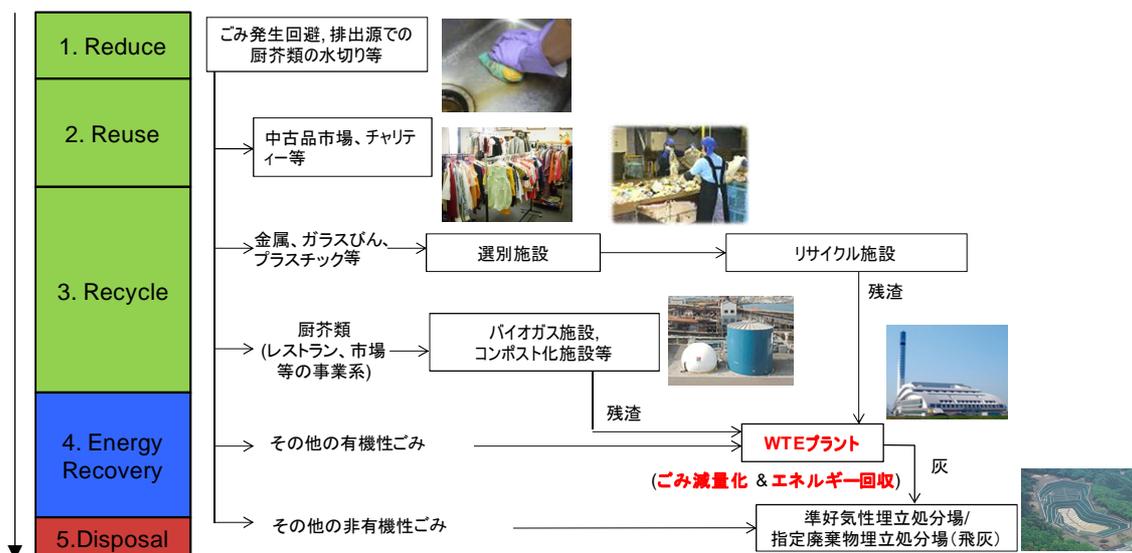


図 7-19 都市ごみ管理の全体システム（概念図）

(2) 廃棄物処理・リサイクルシステム

①概要

現地における具体的な廃棄物処理・リサイクルシステムを検討するに当たって、都市ごみ管理・リサイクルに関する基本的な法的枠組みである固形廃棄物・公共清掃管理法が施行済みであり、かつGKLにおいて最も都市ごみ収集量が多いクアラルンプール市を想定した。

排出源では、排出源分別制度の導入により、資源化物とそれ以外に分け、別々に収集する。資源化物は比較的分けやすい缶、びん等からスタートし、徐々に対象品目を広げる。さらに、厨芥類排出前の水切り・保管・収集時の雨水対策等といった水分管理を適

正に行うことにより、ごみの減量化や腐敗・悪臭の発生抑制、WTE プラントにおける効率的な燃焼・エネルギー回収を促す。

資源化物として排出源で分けられた缶、ビン等は別途選別施設等で選別、食品廃棄物の排出源分別が比較的容易な事業系食品残渣等はバイオガス又は堆肥化プラント等でリサイクルされる（選別施設、食品リサイクル施設の事業採算性等の分析は本調査の対象外）。これらの施設から発生した残渣や、その他の家庭ごみについては、市の北側と南側で分けて適正処理を行う。北側のごみは現在と同様に衛生埋立処分し、南側のごみは本事業で検討している WTE プラントで処理する（資源化物を取り除いた後も、WTE にて 1,000t/日の処理は可能と考えられる。詳細は、図 7-21 参照）。

WTE プラントで発生した飛灰は、マレーシア国の法律で有害廃棄物の指定を受けるため専用の処分場で処理し、主灰はより安定化しやすく、日本独自技術でもある準好気性埋立処分場で処理する（準好気性埋立処分場の事業採算性等の分析は本調査の対象外）。

以下、排出源から最終処分までそれぞれの段階における施策を提案する。

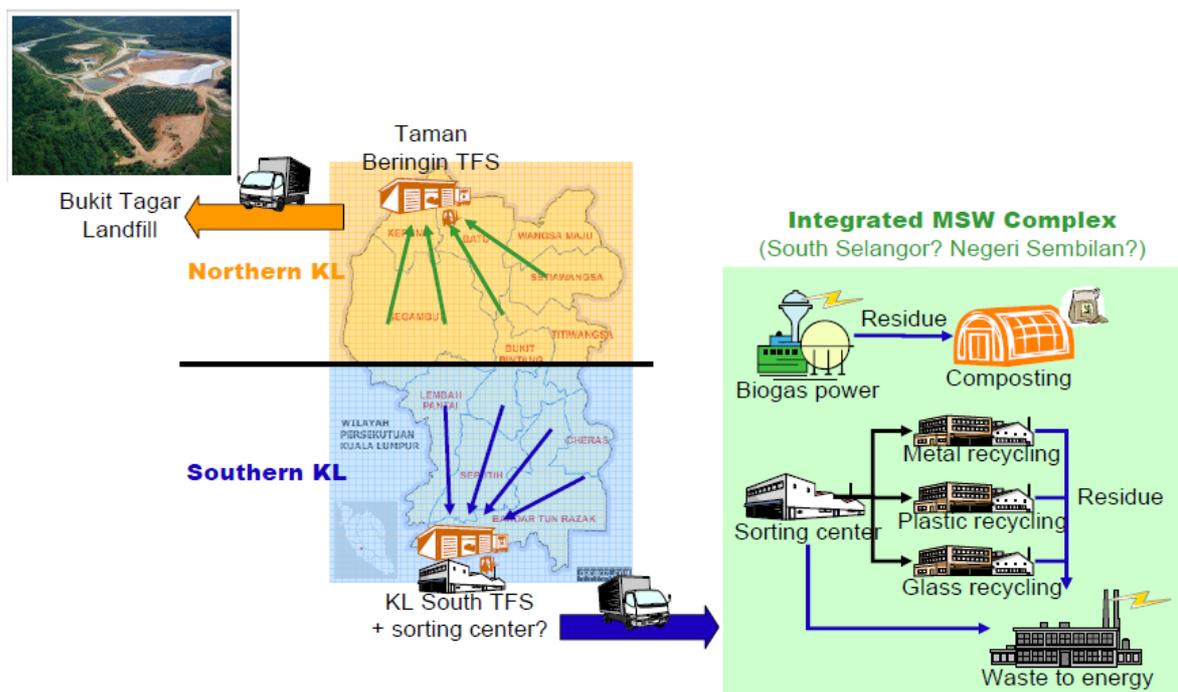
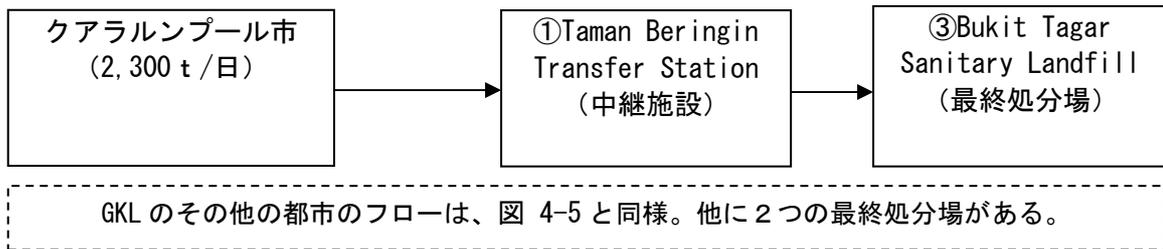


図 7-20 クアラルンプール市の都市ごみ管理の全体システム（フロー）

【現在（2012年時点）】



【改善後（2017年時点：予測）】

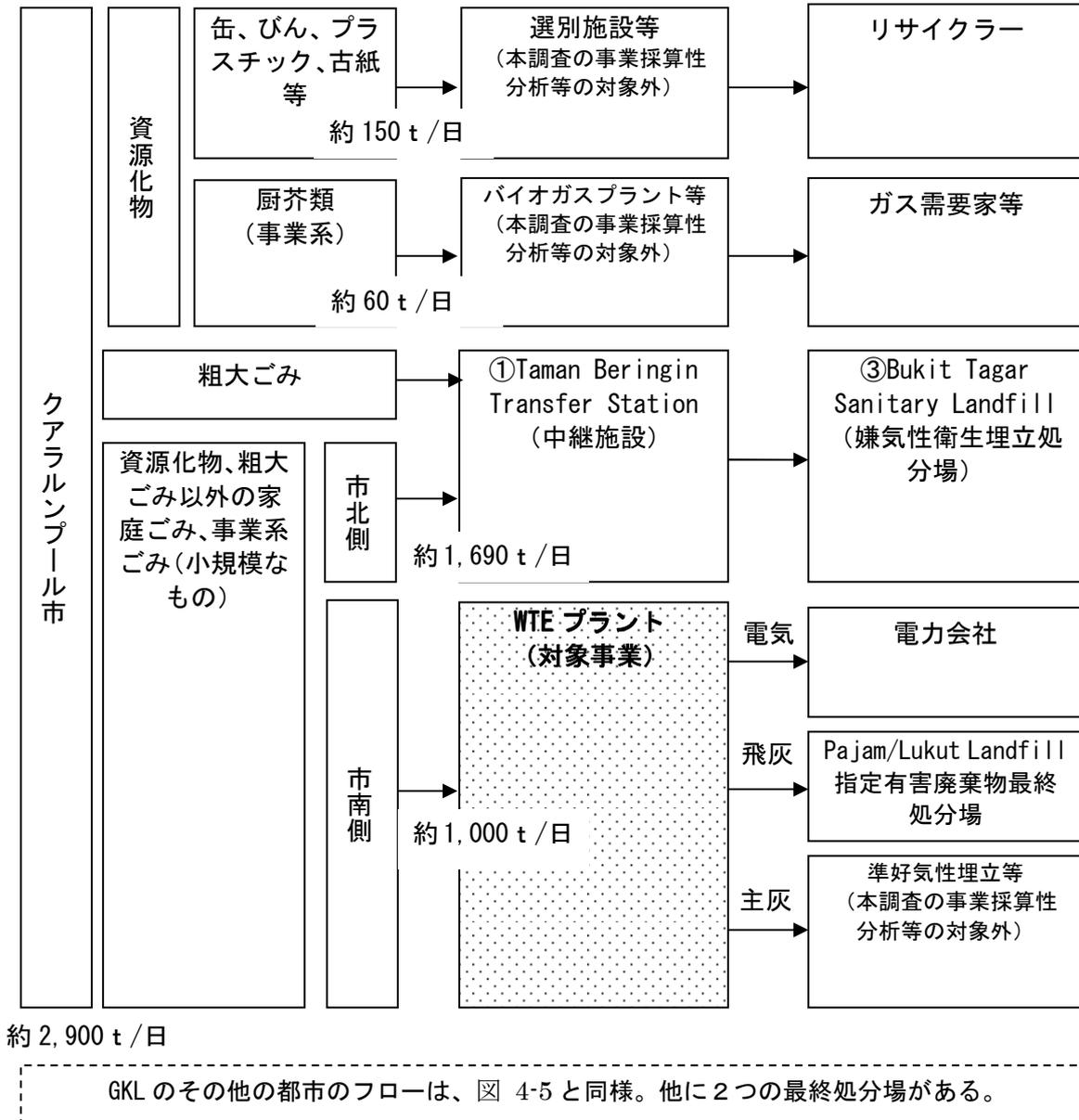


図 7-21 クアラルンプール市の都市ごみ管理の詳細フロー

* 2017 年のごみ処理、リサイクル量は、図 7-10 の前提条件を元に推定した。

※図中の番号は図 4-4 と対応。

②排出源対策

<排出源分別の徹底>

これまでマレーシア国では排出源分別が義務化されていなかったため、排出源における分別を徹底させるためには、住民に対する十分な説明と訓練、分別しやすい品目から開始する等の対応が必要であると考えられる。マレーシア国政府関係者も分別をいかに住民に実行してもらうかが重要であることを認識している。このあたりのノウハウは、日本の自治体が豊富に有しているため、日本の自治体によるノウハウの移転がより積極的に進められれば、現地の排出源分別が促進されるものと考えられる。また、住民への説明や訓練といった場面では、排出源分別の制度化前から既にリサイクル活動を実施している現地の住民組織やNGO等が重要な役割を果たすことも想定される。

<水分のコントロール>

厨芥類の約8割は水分とも言われるように、都市ごみは水分を非常に多く含む。マレーシア国において、3Rに関しては普及啓発が積極的に進められているところであるが、これまでのところ、厨芥類の排出前に積極的に水分を切ろうという啓発活動はほとんど見られない。しかし、同国においては、この水分が収集車からの汚水の飛散や悪臭の一因となっている。排出前の水切りは、急速に増えるごみの量を少しでも減らすという意味でも（甲府市の実証実験³¹では11%減）、WTEプラントでごみを効率的に燃焼させる意味でも非常に重要である。排出源において積極的に水分を切ることを提案する。

③収集運搬・中継施設対策

<分別収集>

2012年9月以降、資源化物とそれ以外の分別収集が予定されており、排出源分別、リサイクルを促進する上で非常に有効な取組と言える。さらに排出源分別を徹底させるためには、正しく分別されていないごみを収集せず、その場に残すといった対応も有効である。ただし事前に、住民に対して正しい分別方法の説明と訓練を十分に行っておく必要がある。

また、資源化物が排出源で分別され、別途収集されるようになると、売却可能な資源化物の持ち去りが容易となるため持ち去りが増え、何らかの対策を講じる必要性も想定される。日本においては、各自治体が条例で禁止規定を設けて持ち去り者に対する禁止命令を行ったり、違反した者に罰則を科すといった対策が取られている。このあたりの日本の経験、ノウハウも同国に伝えていく必要があるものと考えられる。

<水分コントロール>

市場や商店の廃棄物集積場等では、大型のコンテナにそのままごみが投入されることがある。雨が降った場合には、そのまま水分がコンテナ内に蓄積されてしまうため、屋

³¹ 甲府市ホームページ (<http://www.city.kofu.yamanashi.jp/genryo/mizukiricharenji.html>)

根の設置やカバーをかける等の対策が必要であると考えられる。また、平ボディの収集車についても、飛散防止の意味も含め、荷台にカバーをかける等の対策が有効と考えられる。



市場等の廃棄物集積場



収集車の荷台へのカバー装着のイメージ

<中継施設対策>

現状、クアラルンプール市の家庭ごみは、埋立処分場で処分される前に一旦、市内の中継施設（Taman Beringin Transfer Station）に集められ、圧縮後、大型コンテナに積替えられる。同中継施設に搬入されるごみは既に設計時の処理能力を超えているが、クアラルンプール市の近辺に（収集車が直接搬入した方が経済的であるような距離に）現時点で埋立処分場がなく今後も新規に建設することは困難であると考えられるため、当中継施設の処理能力を増強するか、新たな中継施設が必要となる。近年、クアラルンプール市近郊の Shah Alam 市にも中継施設が建設されたが、Shah Alam 市を含むクアラルンプール市周辺都市のごみ排出量も増え続けており、周辺都市だけですぐに処理能力一杯まで達するものと想定される。

適切な技術、オペレーションで運転が行われる WTE プラントは都市近郊においても設置可能であるため、設置場所によっては、クアラルンプール市南側のごみを収集車が中継施設を経由することなく、直接搬入することも想定される。

④中間処理施設対策

3Rを促進し、ごみの減量化、適正処理を進めるために、中間処理施設の果たす役割は大きい。

まず、分別収集された缶、びん、PET ボトル等を選別し、リサイクラーに引き渡す、選別施設が必要になると考えられる（ただし、選別施設は事業採算性等の分析は本調査の対象外）。現在でも NGO や民間事業者により小規模に資源化物の選別が行われているが、クアラルンプール市の資源化物（スチール缶、アルミ缶、ガラスびん、PET ボトルのみ）を全て回収できたとすると、ポテンシャルとしては単純推計で日量 100 t 近くに達することが想定される（本調査による推計、4.5.2 等参照）。このため、効率的に処理するには、ある程度の規模の施設整備が必要になるものと想定される。また、排出源分別がまだ十分に浸透していない段階では、資源化物として収集された中に様々な異物が混入しているものと想定される。日本の選別施設でも、残渣が 2 割程度発生するとの報告もあり、これら残渣の処理方法についても事前に検討しておく必要がある。当該施設を WTE に併設すれば、残渣の処理は容易になるものと考えられる。

次に、同国において発生量の最も多い厨芥類をリサイクルするためのバイオガスプラントや堆肥化プラント等の整備が求められている。厨芥類のリサイクルについては、現在、同国においても制度面、技術面等から様々な検討が行われている。厨芥類のリサイクルを考える際には、入口と出口の管理が重要となる。入口とはすなわち搬入する廃棄物のことで、適切な分別が行われていることが前提となる。排出源分別が十分に浸透していない段階では、異物混入を防ぐための前処理施設の設置も検討する必要がある。一方、出口とは生産物（リサイクル製品）の需要先確保ということである。特に、堆肥については生産地周辺で、生産する堆肥量に見合った安定的需要の確保が課題となる。同時に、品質の確保も重要な課題であり、これらを適切に管理するためには施設を適正規模で運営する必要があると考えられる。

以上のことを踏まえると、これら必要なリサイクル施設の整備と同時に、リサイクルを補完し、ごみの大幅な減量化とエネルギー回収を行う WTE プラントの整備も必要であると考えられる。一方、GKL で現在稼働している WTE プラントは、カジャン市の 700 t/日の RDF 発電施設しかない。経済発展が著しい GKL において今後、急速なごみ量の増加が見込まれる中、埋立量をできるだけ削減し、衛生的に処理するためには、1,000 t/日規模の WTE プラントの建設が新たに必要になると考えられる。

⑤最終処分対策

クアラルンプール市の都市ごみを処分している **Bukit Tagar Sanitary Landfill** は最新の衛生埋立処分場であり、生ごみ等の有機物の埋立により大量のメタンが発生しているが、積極的にメタン回収を行い、発電も実施している。しかし、嫌気性埋立であるため、安定化に時間がかかり、水処理への負荷も大きい。

そこで、クアラルンプール市の南側の都市ごみを **WTE** プラントで処理した後の有機物がほとんど残っていない灰を処分するために、新たに準好気性埋立処分場を設置することを提案する。ただし飛灰はマレーシア国の法律で有害廃棄物に指定され、専用の処分場で処分されるため、主灰のみを処理することになる。

準好気性埋立構造は、福岡方式とも呼ばれ、福岡大学と福岡市が 1970 年代に共同開発した埋立技術である。準好気性埋立構造は、ごみ層内部を好氣的に維持できるため、ごみの分解を促進すると同時に、浸出水の水質を改善し、併せてメタンガスの発生を抑制するなどの効果がある。構造はシンプルであり、建設コストが安いと、発展途上国においても導入のハードルが低いという特徴がある。マレーシア国においても、**Ampang Jajar Landfill** の改善で導入されており、実績がある。同国の都市ごみは水分が多いが、灰を埋め立てるのであれば層内を好氣的に保ちやすく、準好気性埋立の機能を最大化させることが可能になると考えられる。

準好気性埋立は日本独自の埋立技術であり、**WTE** プラントとパッケージで提案することにより、日本の技術の採用促進にもつながるものと考えられる。

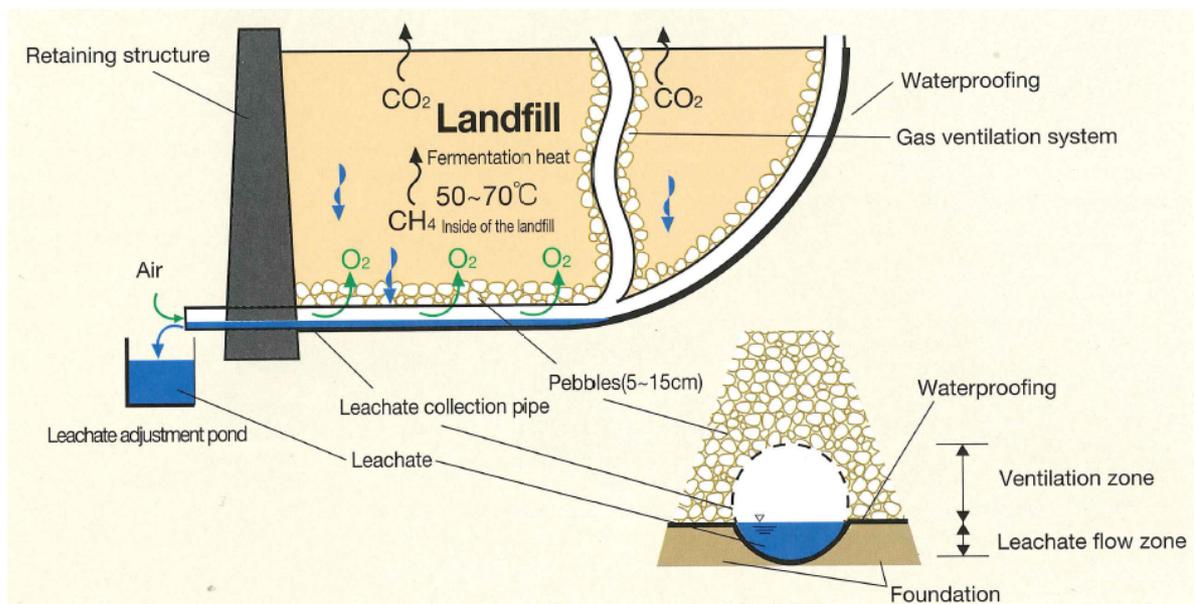


図 7-22 準好気性埋立構造概念図

(出典) Fukuoka City Environmental Bureau JAPAN “The Fukuoka Method What is the semi-aerobic landfill?”



改善前



改善後

図 7-23 マレーシア国 Ampang Jajar Landfill における準好気性埋立方式による改善状況

(出典) Fukuoka City Environmental Bureau JAPAN “The Fukuoka Method What is the semi-aerobic landfill?”

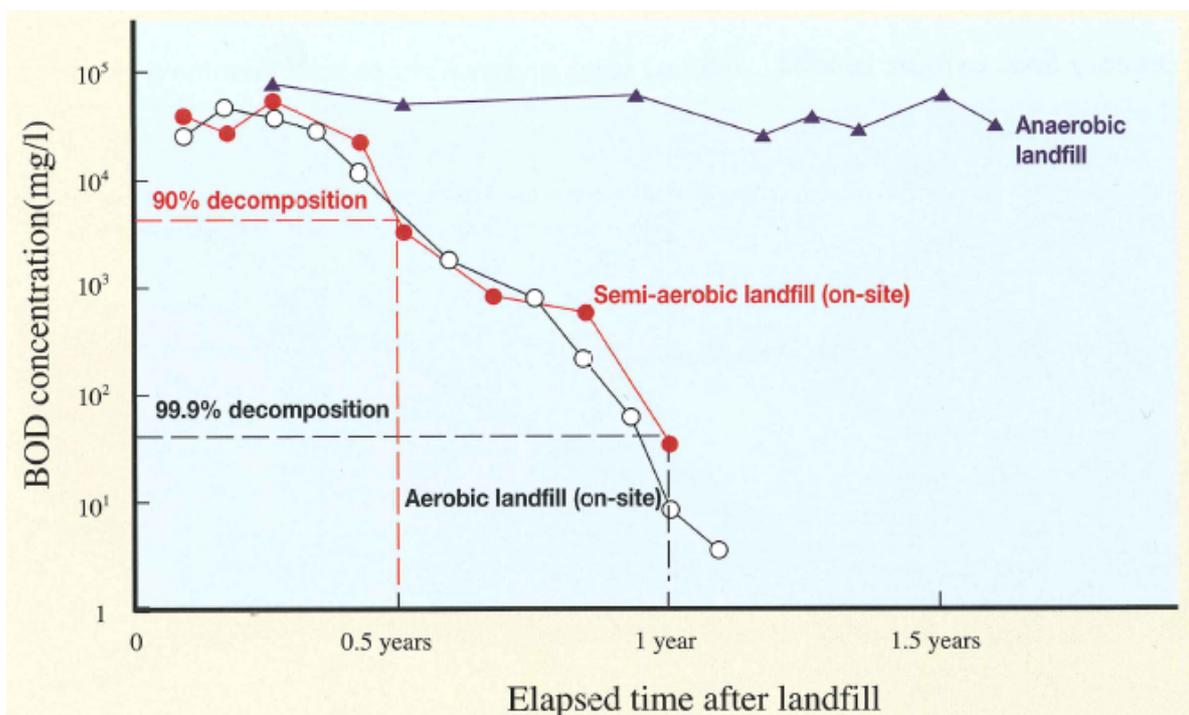


図 7-24 埋立構造と浸出水中の BOD の経時変化 (可燃ごみ)

(出典) Fukuoka City Environmental Bureau JAPAN “The Fukuoka Method What is the semi-aerobic landfill?”

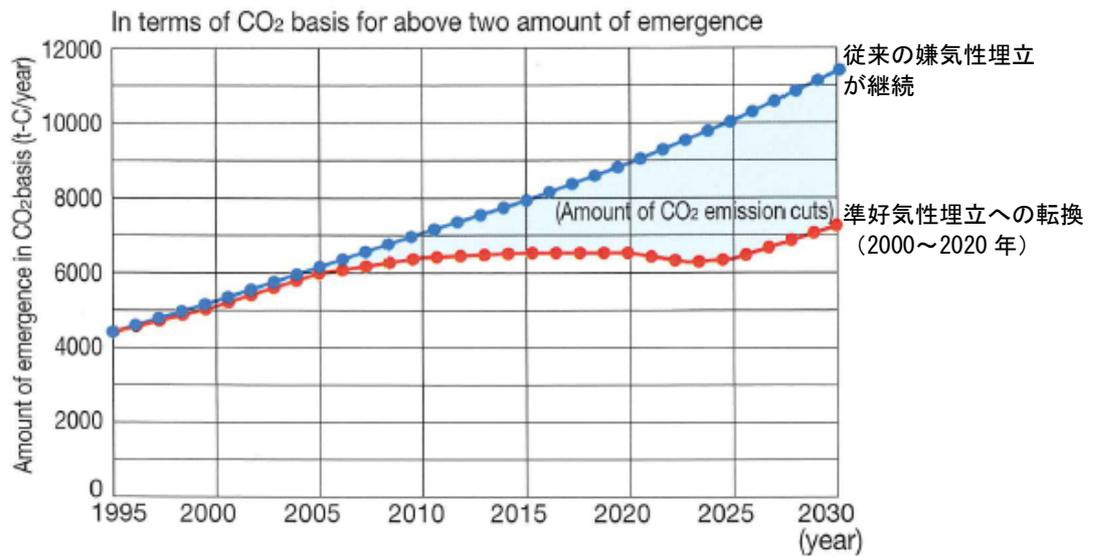


図 7-25 埋立地からの温室効果ガス発生量の削減効果 (CO2 換算)

(出典) Fukuoka City Environmental Bureau JAPAN “The Fukuoka Method What is the semi-aerobic landfill?”

7.5.2 個別施策の提案

(1) 適正な処理料金の設定

WTE プラントの事業運営を可能とする適正な処理料金の設定が必要である。適正な処理料金が設定されなければ、当分野における民間からの積極的な事業参入は見込めない。

(2) 都市ごみの適正な誘導

安価な従来の埋立から WTE プラントやその他のリサイクル施設に都市ごみを誘導するためには、政府による、図 7-21 に示したような都市ごみの種類や地区等に応じた適切な都市ごみ処理フローの指定が必要であると考えられる。

現在のクアラルンプール市の都市ごみ(資源化物を除く)は、規則(Regulations)³²により全ての収集区域について、中継施設(Taman Beringin)を経由して埋立処分場(Bukit Tagar)に運ぶよう指定されている。このため、フローを変更するには、規則の改正等が必要になるものと考えられる。

(3) WTE を含む都市ごみ施設毎の適正な施設維持管理基準の設定

WTE を含む都市ごみ処理施設における適正処理を確保するため、施設毎の維持管理基準の設定が必要である。現地の生活環境保全、住民不安払拭のためには、単に安いだ

³² SOLID WASTE AND PUBLIC CLEANSING MANAGEMENT(SCHEME FOR HOUSEHOLD SOLID WASTE AND SOLID WASTE SIMILAR TO HOUSEHOLD SOLID WASTE) REGULATIONS 2011

けでレベルの低い技術・オペレーションを排除する、高い基準の設定が求められる。例えば、WTE に関しては、燃焼ガスの温度を常に一定以上に保持する基準や測定、記録、報告、行政による点検を義務付ける制度の導入等が考えられる。高い基準をクリアするためには、適正な技術やオペレーションノウハウが必要であり、日本企業の事業機会も増える。

（４）静脈産業の育成

静脈産業（廃棄物処理・リサイクル産業）は、日々の経済活動、生活を支える基盤産業であり、適正かつ持続的に行われる必要がある。そのためには、廃棄物処理・リサイクル事業者が適正処理やリサイクルの高度化、サービス改善活動等のために継続的に投資できる体力、経営基盤の安定化が必要である。通常のエコ活動の中だけでそれが実現困難な場合には、政策的な支援が必要になると考えられる。例えば、上記に掲げたもの以外に、公的機関による積極的なリサイクル製品の活用やリサイクル製品の認定、ごみを多量に排出する事業者に対するリサイクル目標の設定と報告を義務付ける制度、研究開発・技術面での支援、経営面での支援等が考えられる。

一方、安い価格でごみを受け入れ、不適正処理を行う事業者も多く存在すると考えられることから、そういった事業者に対しては厳しい姿勢で臨むという、強弱をはっきりつけた仕組みづくりが求められる。