

3.3 環境管理

3.3.1 本分野の前提事項

環境管理分野では、開発途上国の環境省や地方自治体の環境担当部局などにおける環境問題への対処能力が向上することを目的とした協力を実施している。開発途上国では、急激な都市化や工業化の進展により、大気汚染や水質汚濁、廃棄物問題が深刻化するなど、適切な環境管理がなされているとはいえない状況にある。JICA では、以下のような取り組みを行っている。

- 1) 環境センターへの支援
- 2) 大気汚染対策
- 3) 酸性雨対策
- 4) 水質汚濁対策
- 5) 廃棄物管理

そこで、環境管理分野は、廃棄物管理、水質汚濁対策、大気汚染対策（酸性雨対策を含む）に分類した。環境センターへの支援の多くは、それぞれ廃棄物管理、水質汚濁対策、大気汚染対策に含まれると考えた。

環境管理分野において、CDM 事業に係る能力強化プロジェクトがある。CDM 事業は、廃棄物管理、水質汚濁対策、大気汚染対策などを通じて実施されることになるため、上記の各カテゴリそれぞれに関係する。また、CDM 事業に係る能力強化プロジェクトは GHG 削減活動発掘実施の支援そのものであり、具体的なプロジェクトについては CDM 方法論を基にして GHG 排出削減について定量化されている。そこで、本研究においては、GHG 定量化手法を検討する必要はないと判断して検討対象外とした。

3.3.2 本分野の手法概観

Without ケース（ベースライン）排出量（ $BE_{without}$ ）から、With ケース（プロジェクト）排出量（ PE_{with} ）を引くことで、GHG 排出削減量（ $ER = BE_{without} - PE_{with}$ ）を算定した。環境管理分野の GHG 定量化の手法は、以下のように整理できる。

表 3.3.1 環境管理分野の GHG 定量化手法の整理

コンポーネント	分野	定量化手法
電力使用に係る GHG 排出	全分野共通	電力の CO ₂ 排出係数×電力消費量
燃料使用に係る GHG 排出	全分野共通	燃料の CO ₂ 排出係数×燃料消費量
埋立処分場からの GHG 排出	廃棄物管理分野	First Order Decay Model（FOD モデル） 廃棄物タイプごとに算定対象年毎に CH ₄ 排出量を算定する。
自動車の使用に係る GHG 排出	廃棄物管理分野 大気汚染防止分野	車種別燃料種 CO ₂ 排出係数×走行台 km×燃費 車種別燃料種 CO ₂ 排出係数×燃料消費量
コンポスト化に係る GHG 排出	廃棄物管理分野 水質汚濁防止分野	N ₂ O 排出量：排出係数×コンポスト化量 CH ₄ 排出量：排出係数×コンポスト化量
排水処理に係る GHG 排出	水質汚濁防止分野	BOD 負荷量（COD 負荷量）×B×MCF B:CH ₄ 生成能、MCF:CH ₄ 変換係数

3.3.3 JICA プロジェクトと GHG 削減活動

廃棄物管理分野、水質汚濁防止分野、大気汚染防止分野のコンポーネントそれぞれについて、GHG 削減の有効性を定性的に検討した。

有効性の検討は、表 3.3.2 に示すように 3 つのグループに分類することにより行った。結果は、表 3.3.3(1)～表 3.3.3(9)に示す。

表 3.3.2 GHG 削減効果の定性的分類

分類	定義	凡例の記述
削減効果あり	そのコンポーネントを実施することにより、確実に GHG の削減が起こるもの	○
条件次第で削減効果あり	そのコンポーネントを実施することにより GHG の削減が起こるが、そのためにはさらに追加的なアクションが必要となるもの	△
削減効果なし	そのコンポーネントを実施しても、GHG の削減が起こらないもの	×

表 3.3.3(1)～表 3.3.3(9)にある「プロジェクト例」はコベネの調査研究に GHG 削減効果があるとされたプロジェクト及び JICA で緩和策と指定されたプロジェクトリストを整理したものであり、JICA プロジェクトの全てをとりまとめたものではない。JICA で実施している技術協力においてはこれらの表に整理されているコンポーネント以外の活動を実施しているプロジェクトもあることを申し添える。

表 3.3.3 - 1(1) GHG 削減活動のコンポーネント一覧（廃棄物管理 その1）

プロジェクト例	発生・貯留・排出の適正化		収集事業の拡大・改善			
	人々のごみ問題への意識高揚（環境教育）	排出方法の適正化	収集体制の確立・収集計画の策定・収集事業の拡大	収集の効率化	収集サービスの質の改善	公共エリア清掃の改善
廃棄物管理計画	△	△	△			
廃棄物管理能力向上プロジェクト	△	△	△	○	○	△
工業団地廃棄物管理改善計画						
循環型社会推進プロジェクト	△		△	○	○	△

表 3.3.3 - 1(2) GHG 削減活動のコンポーネント一覧（廃棄物管理 その2）

プロジェクト例	中間処理の導入・促進			
	減容化(破壊処理施設、圧縮施設の導入)	減量化(焼却施設、有価物の回収、コンポスト化施設の導入)	安定化(焼却施設、滅菌処理施設、薬物処理施設の導入)	エネルギー回収(ごみ発電施設、バイオマスエネルギー利用施設の導入)
廃棄物管理計画		○		
廃棄物管理能力向上プロジェクト		○	△	○
工業団地廃棄物管理改善計画				
循環型社会推進プロジェクト		○		

表 3.3.3 - 1(3) GHG 削減活動のコンポーネント一覧（廃棄物管理 その3）

プロジェクト例	最終処分の改善			
	体制の確立	最終処分計画の策定	最終処分場の環境影響の回避・低減	最終処分場の適正な運用
廃棄物管理計画	△	△	△	○
廃棄物管理能力向上プロジェクト	△	△	△	○
工業団地廃棄物管理改善計画	△	△	△	○
循環型社会推進プロジェクト	△	△	△	○

表 3.3.3 - 1(4) GHG 削減活動のコンポーネント一覧（廃棄物管理 その4）

プロジェクト例	リサイクル・減量化の促進		
	リサイクルの促進(有価物の分別回収促進)	リサイクルの促進(有価物の利用促進)	減量化の促進
廃棄物管理計画	○		
廃棄物管理能力向上プロジェクト	○	○	○
工業団地廃棄物管理改善計画			
循環型社会推進プロジェクト	○	△	△

※ 本報告書の資料編に掲載したプロジェクトのレビュー結果をもとに○△×をつけている。

※ 表 3.3.3 - 1(1)～表 3.3.3 - 1(4)は同一のプロジェクト例から抽出されたコンポーネントを評価したものである。

表 3.3.3 - 2(1) GHG 削減活動のコンポーネント一覧（水質汚濁防止 その1）

プロジェクト例	生活系排水対策			産業系排水対策		
	下水処理施設の導入	オンサイト処理施設の導入	市街地、廃棄物処理場等の汚濁対策	工場排水処理施設の導入	生産時の環境効率の向上（クリーナープロダクション等）	農地、家畜等からの排水対策
特定地域下水道整備策定調査計画	○					
特定流域下水道整備策定調査計画	○	○				○
全国下水道整備策定調査計画	○			○	○	
モニタリング能力強化プロジェクト						

表 3.3.3 - 2(2) GHG 削減活動のコンポーネント一覧（水質汚濁防止 その2）

プロジェクト例	行政の対策実施能力の向上（汚濁主要因の把握、水文・水理的特徴の把握、モニタリング、環境汚染予測解析手法等）	企業の環境対処能力向上（企業内モニタリング及び環境管理システム導入、情報開示等）	大学等研究機関の環境対処能力向上（モニタリング、解析手法の開発等）	市民の環境対処能力の向上（環境教育、汚染情報の公開、等）
特定地域下水道整備策定調査計画	△			
特定流域下水道整備策定調査計画	△			
全国下水道整備策定調査計画	△	△		
モニタリング能力強化プロジェクト	△			

※ 本報告書の資料編に掲載したプロジェクトのレビュー結果をもとに○△×をつけている。

※ 表 3.3.3 - 2(1)～表 3.3.3 - 2(2)は同一のプロジェクト例から抽出されたコンポーネントを評価したものである。

表 3.3.3-3(1) GHG 削減活動のコンポーネント一覧（大気汚染防止 その1）

プロジェクト例	固定発生源対策				
	生産時の環境効率の向上（クリーナープロダクション等）	煤煙防止技術の導入（排煙脱硫装置導入、燃焼施設改善等）	燃料対策（燃料性状の改善、燃料転換等）	企業による環境管理（公害防止管理者・ISO等）	規制的手法の導入（濃度規制、総量規制、立ち入り指導等）
大気汚染対策計画調査		×		△	△
酸性雨対策	○	×	○	△	
モニタリング能力強化プロジェクト					

表 3.3.3-3(2) GHG 削減活動のコンポーネント一覧（大気汚染防止 その2）

プロジェクト例	移動発生源対策		
	発生源対策（排ガス基準、燃費基準、燃料転換等）	自動車交通量抑制対策（公共交通機関への転換、物流合理化、自動車利用の抑制等）	交通流円滑化対策（道路構造対策、交通管制システムの改良等による走行速度向上）
大気汚染対策計画調査			
酸性雨対策	○	○	
モニタリング能力強化プロジェクト			

表 3.3.3-3(3) GHG 削減活動のコンポーネント一覧（大気汚染防止 その3）

プロジェクト例	行政の対策実施能力の向上（モニタリング、インベントリ、環境汚染予測解析手法等）	企業の環境対処能力向上（企業内モニタリング及び環境管理システム導入、情報開示等）	大学等研究機関の環境対処能力向上（疫学調査、モニタリング、解析手法の開発等）	市民の環境対処能力の向上（環境教育、汚染情報の公開、グリーン購入の普及等）
大気汚染対策計画調査	△	△		
酸性雨対策	△			
モニタリング能力強化プロジェクト	△		△	△

- ※ 本報告書の資料編に掲載したプロジェクトのレビュー結果をもとに○△×をつけている。
- ※ 表 3.3.3 - 3(1)～表 3.3.3 - 3(3)は同一のプロジェクト例から抽出されたコンポーネントを評価したものである。

3.3.4 GHG 削減活動別の削減シナリオと定量化手法

前述のとおり、環境管理分野は、廃棄物管理分野、水質汚濁防止分野、大気汚染防止分野、に分けられる。

廃棄物管理分野は、①発生・貯留・排出の適正化、②収集事業の拡大・改善、③中間処理の導入・促進、④最終処分の改善、⑤リサイクル・減量化の促進、の5種類の活動に注目した。

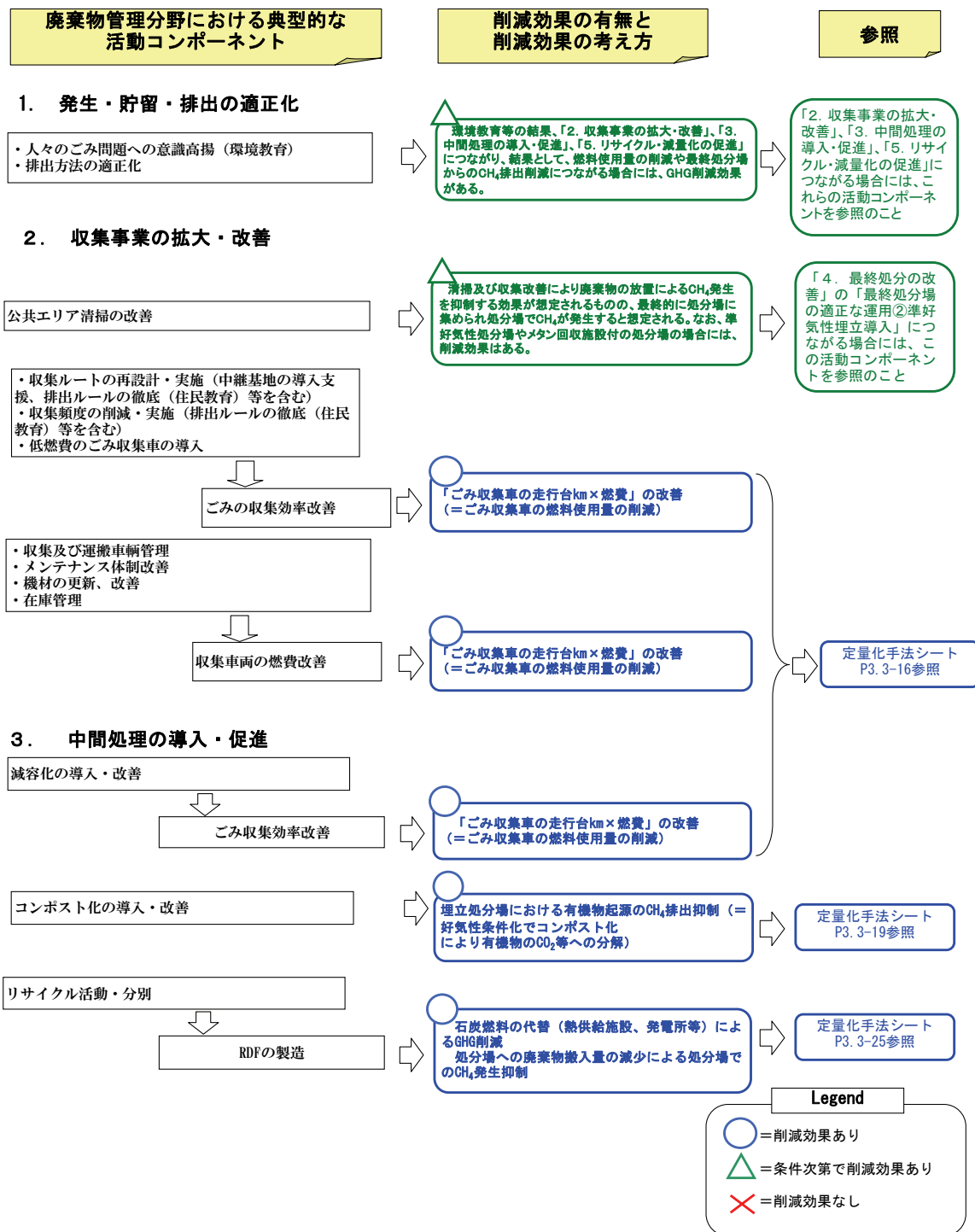


図 3.3.1(1) 各コンポーネントの定量化可能性検討（廃棄物管理分野その1）



図 3.3.1(2) 各コンポーネントの定量可能性検討（廃棄物管理分野その2）

水質汚濁防止分野は、①生活系排水対策、②産業系排水対策、③その他の3種類の活動に注目した。

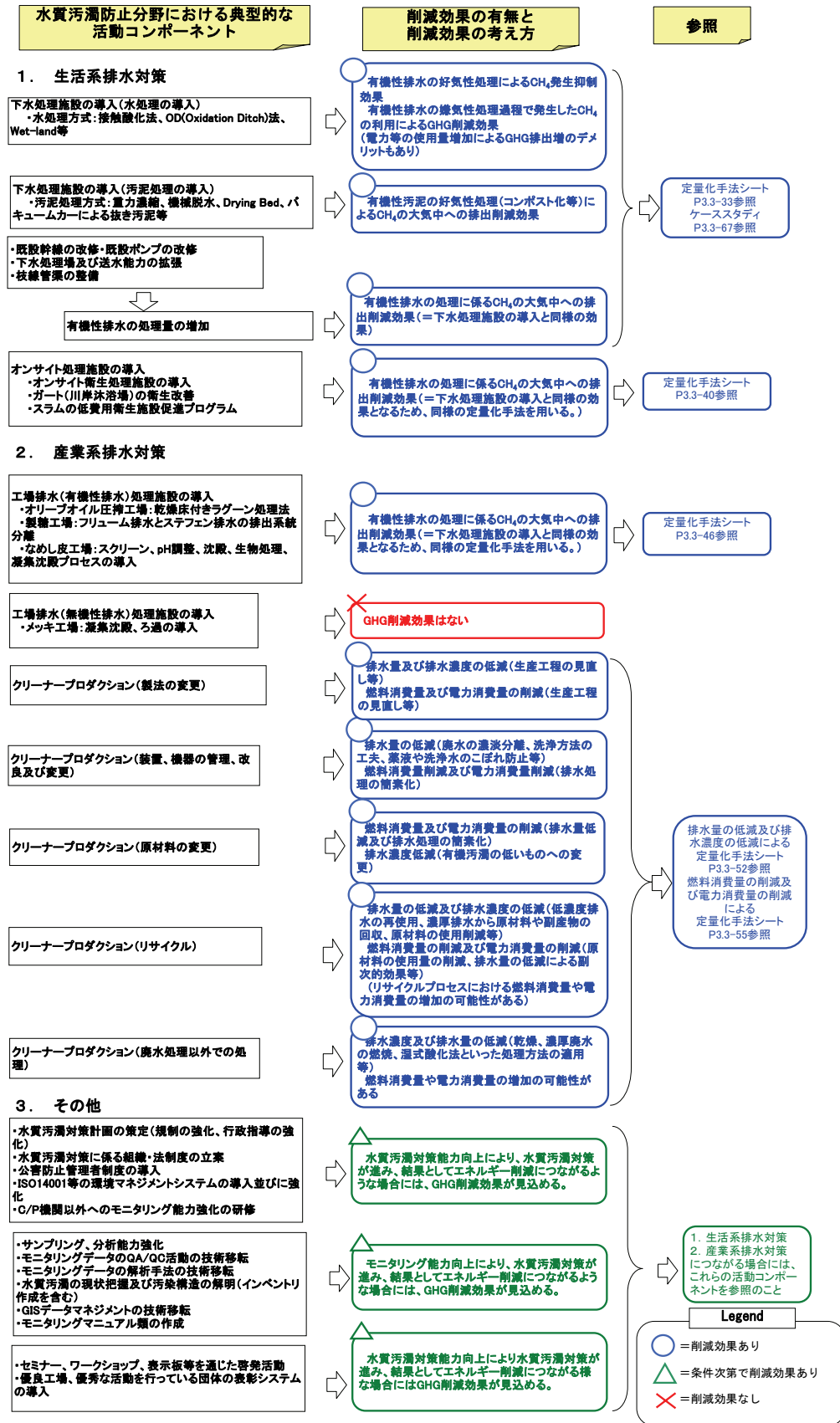


図 3.3.2 各コンポーネントの定量可能性検討 (水質汚濁防止分野)

大気汚染防止分野は、①固定発生源対策、②移動発生源対策、③その他活動の3種類の活動に注目した。

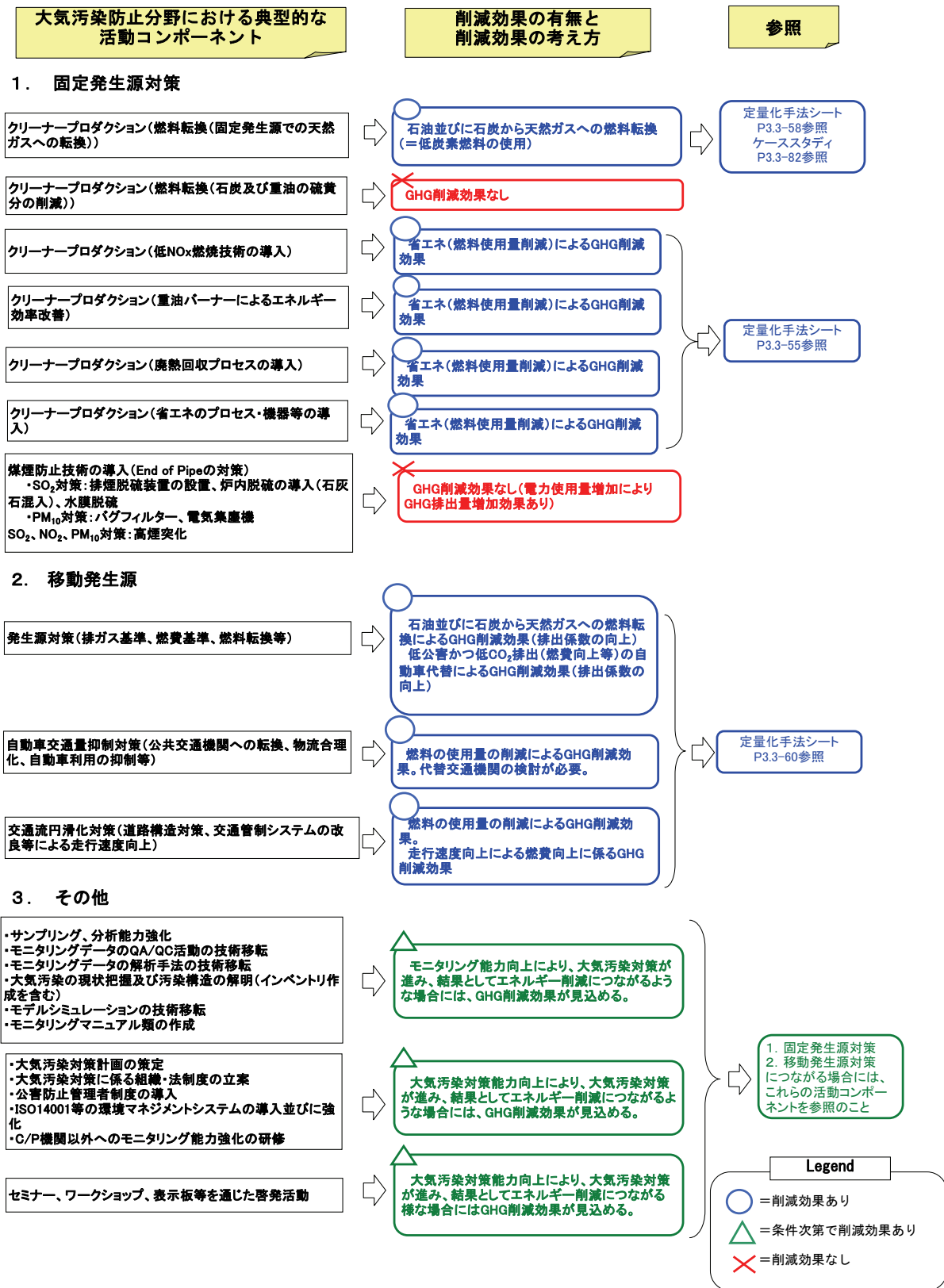
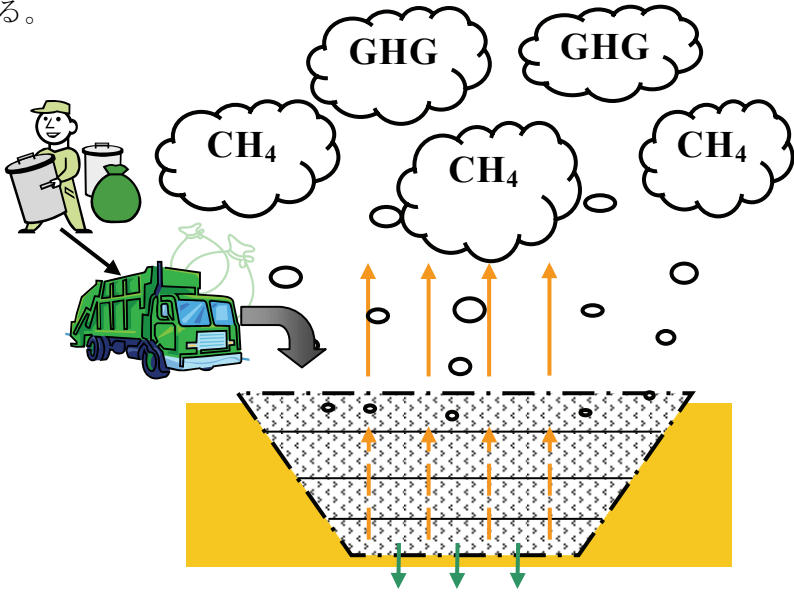
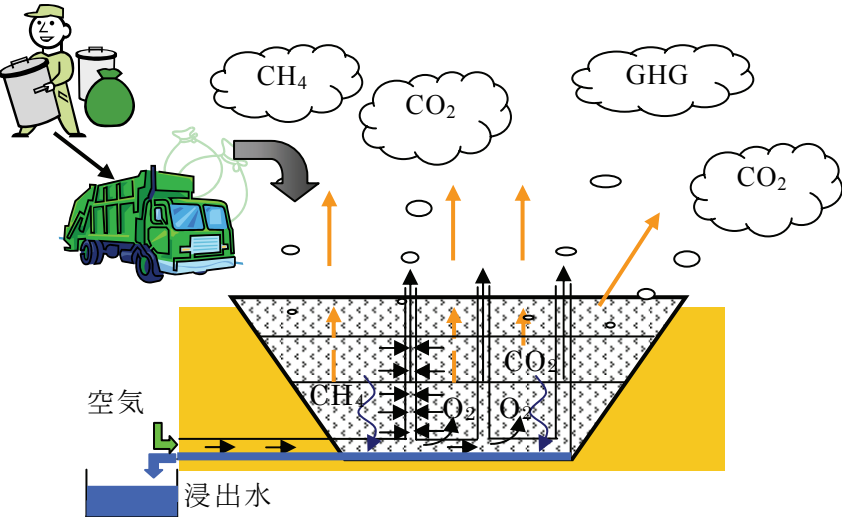


図 3.3.3 各コンポーネントの定量化可能性検討（大気汚染防止分野）

定量化手法シート

廃棄物管理分野（準好気性最終処分場の導入）

大分野	環境管理
小分野	廃棄物管理分野（最終処分の改善）
GHG削減活動	準好気性最終処分場の導入
GHG削減効果の有無	1：削減効果あり、2：条件次第で削減効果あり、3：削減効果なし
GHG削減シナリオ（削減される仕組み）	<p><Without ケース> 廃棄物が非管理型最終処分場にオープンダンピングされている状況である。</p>  <p><With ケース> 廃棄物が準好気性最終処分場にて衛生処理されている状況であり、Without ケースと比較して CH₄ の発生量が削減される。</p> 

	<p>【廃棄物管理分野（最終処分場）による GHG 削減の考え方】</p> <p>ごみが非管理型処分場で処理されオープンダンプ状態が続くことで、最終処分場からCH₄が排出され続ける。</p> <p>ごみ処理場に準好気性最終処分方式が導入される。もしくは、新規に準好気性最終処分場が導入される。</p> <p>準好気性埋立構造は、埋立地の底部に十分な断面を有する集排水管を設け、浸出水を速やかに埋立地外へ排除するとともに、廃棄物の分解熱で生じる対流によって、外気が埋立地内部に自然流入する構造である。</p> <p>結果、最終処分場からのCH₄の排出が削減される。</p> <p>最終処分場内部が好気的になり、埋立廃棄物の分解が促進され、浸出水が良質化し、CH₄ガスの発生が抑制される。</p>
<p>削減量の推計の考え方（推計式）</p>	<p>【考え方】</p> <p>「準好気性最終処分場の導入」による GHG 排出削減量 (ER) は以下の式により求められる。</p> $ER = BE_{\text{without}} - PE_{\text{with}}$ <p>BE_{without} : 非管理型最終処分場におけるオープンダンプでの CH₄ 排出量</p> <p>PE_{with} : 準好気性最終処分場での CH₄ 排出量</p> <p>Without ケースの GHG 排出量及び With ケースの GHG 排出量はともに、下記の式を用いて CH₄ 排出量を算定する。</p> $BE_{\text{CH}_4, \text{SWDS}, y} = \varphi \times (1 - f) \times \text{GWP}_{\text{CH}_4} \times (1 - \text{OX}) \times \frac{16}{12} \times F \times \text{DOC}_f$ $\times \text{MCF} \times \sum_{x=1}^y \sum_j^n W_{j,x} \times \text{DOC}_j \times e^{-k_j(y-x)} \times (1 - e^{-k_j})$ $= 0.9 \times (1 - f) \times 21 \times (1 - \text{OX}) \times \frac{16}{12} \times 0.5 \times 0.5$ $\times \text{MCF} \times \sum_{x=1}^y \sum_j^n W_{j,x} \times \text{DOC}_j \times e^{-k_j(y-x)} \times (1 - e^{-k_j})$ <p>ここで、</p> <p>BE_{CH₄,SWDS,y}: コンポストプロジェクトを行わない場合の年間メタン生成量</p> <p>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 (デフォルト値出典: “Tool to determine methane emissions avoided from disposal of waste at a solid waste at a waste disposal site”, Page 3)</p> <p>f : 埋立処分場で回収され、別の方法でフレア処理・燃焼・利用される CH₄ 量</p> <p>F = 0.5 : 埋立ガス (Landfill gas) の CH₄ 含有率 (体積分率) (デフォルト値出典: “Tool to determine methane emissions avoided from disposal of waste at a solid waste at a waste disposal site”, Page 4, 及び 2006 IPCC Guideline for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 5 Waste, TABLE 3.5)</p> <p>DOC_j: 廃棄物タイプ j の分解性有機炭素 (DOC) の割合 (重量ベース) (各プロジェクトで要調査、デフォルト値有)</p> <p>DOC_f = 0.5 : 分解可能な分解性有機炭素 (DOC) 割合 (デフォルト値出典: “Tool to determine methane emissions avoided from disposal of</p>

	<p>waste at a solid waste at a waste disposal site”, Page 4、及び 2006 IPCC Guideline for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 5 Waste, TABLE 3.5)</p> <p>MCF : CH₄ 補正係数 (デフォルト値をプロジェクト毎に設定)</p> <p>GWP_{CH₄} = 21 : CH₄ の地球温暖化係数 (GWP : Global Warming Potential)</p> <p>OX : 酸化係数 (管理型埋立処分場 = 0.1、その他 = 0.0)</p> <p>W_{j, x} : ある年 x の有機物タイプ j の廃棄量 (単位 : トン)</p> <p>k_j : 有機物タイプ j の分解速度 (decay rate)</p> <p>j : 廃棄物タイプ</p> <p>x : GHG 削減定量化期間中のある年</p> <p>y : CH₄ 排出量算定対象年</p> <p>推計式の出典 : ACM0001” Consolidated baseline and monitoring methodology for landfill gas project activities ”及び“Tool to determine methane emissions avoided from disposal of waste at a solid waste at a waste disposal site”及び一時分解モデル (First Order Decay Model、FOD モデル) の出典 : ”2006 IPCC Guideline for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 5 Waste”</p> <p>【計算式】</p> <p><u>Without ケース</u></p> <p>Without ケースの GHG 排出量</p> $BE_{\text{without}} = 0.9 \times (1 - f) \times 21 \times (1 - OX) \times \frac{16}{12} \times 0.5 \times 0.5$ $\times MCF \times \sum_{x=1}^y \sum_j^n W_{j,x} \times DOC_j \times e^{-k_j(y-x)} \times (1 - e^{-k_j})$ <p>MCF (非管理型埋立処分場 (深さ 5m 以上) はデフォルト値 : 0.8 (表 2 - 3 参照))、W_{j, x}、DOC_j 及び OX について、Without ケースで適宜設定する。</p> <p><u>With ケース</u></p> <p>With ケースの GHG 排出量</p> $PE_{\text{with}} = 0.9 \times (1 - f) \times 21 \times (1 - OX) \times \frac{16}{12} \times 0.5 \times 0.5$ $\times MCF \times \sum_{x=1}^y \sum_j^n W_{j,x} \times DOC_j \times e^{-k_j(y-x)} \times (1 - e^{-k_j})$ <p>MCF (準好気性埋立処分場はデフォルト値 : 0.5 (表 2 - 3 参照))、W_{j, x}、DOC_j 及び OX について、With ケースで適宜設定する。</p> <p><u>GHG 排出削減量</u></p> <p>以上から、「準好気性最終処分場の導入」による GHG 排出削減量 (ER)</p>
--	---

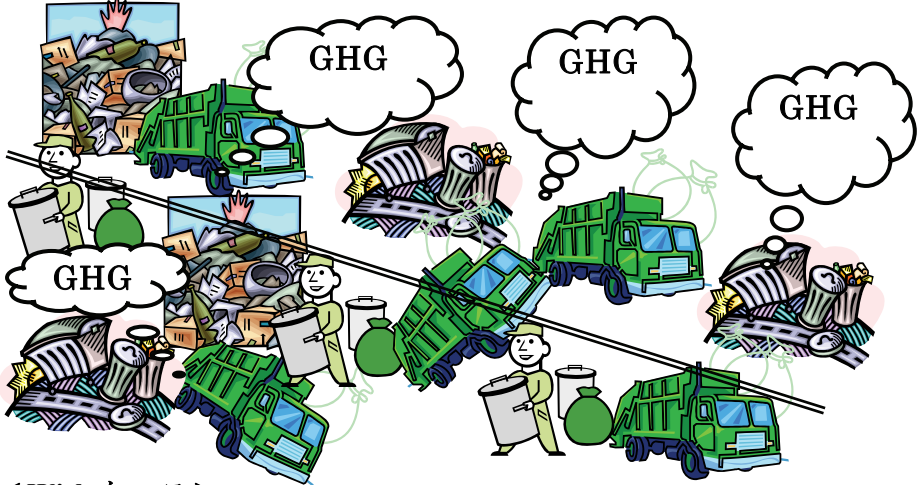
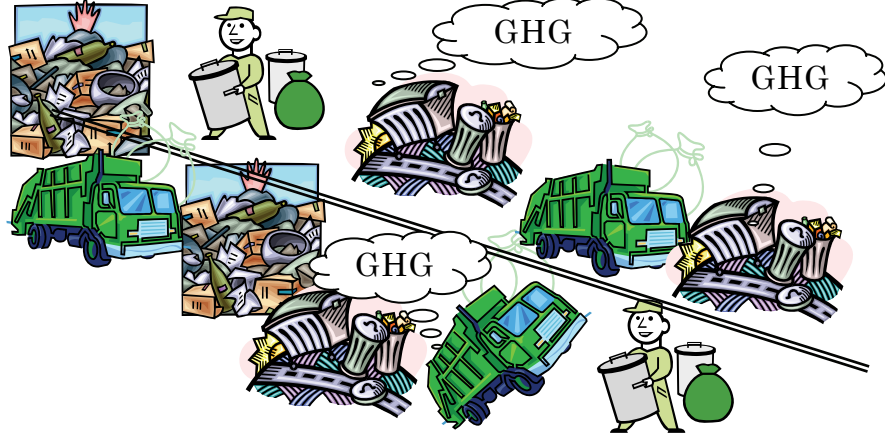
	<p>は ; $ER = BE_{without} - PE_{with}$</p>																																								
<p>必要データとデータ入手方法</p>	<p>①現地調査が必要なデータ 現地調査や報告書により入手するデータは、表 1 のとおりである。人口、事業所や商業施設の従業員数、レストランの席数、市場の数は、ごみ発生量に対して直接的に寄与するパラメータである。</p> <p style="text-align: center;">表 1 データ及びデータ入手先等の整理</p> <table border="1" data-bbox="424 564 1377 976"> <thead> <tr> <th>データ</th> <th>データ入手先</th> <th>データ入手方法</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$W_{j,x}$ (ある年 x の有機物タイプ j 別の廃棄量)</td> <td>当該調査におけるごみ質調査結果及び埋立量 (ごみ発生量)</td> <td>プロジェクト報告書</td> </tr> <tr> <td>CH₄回収量 (f)</td> <td>当該施設の設計諸元もしくは現地調査により入手</td> <td>プロジェクト報告書 (CH₄を埋立処分場で回収し、別の方法でフレア処理・燃焼・利用する場合)</td> </tr> <tr> <td>人口</td> <td rowspan="4">当該国統計書</td> <td rowspan="4">現地調査もしくは当該国の web 情報より入手</td> </tr> <tr> <td>事業所や商業施設の従業員数</td> </tr> <tr> <td>レストランの席数</td> </tr> <tr> <td>市場の数</td> </tr> </tbody> </table> <p>②既存のパラメータから選択するもの CDM 方法論の方法論ツールや IPCC2006 ガイドラインに記載されているパラメータ値について、対象地域の条件によって選定すればよいものは、DOC_j、MCF、OX、k_jである。</p> <p style="text-align: center;">表 2 既存のデフォルト値から選択するもの</p> <table border="1" data-bbox="424 1303 1377 2020"> <thead> <tr> <th>パラメータ</th> <th>デフォルト値表及び出典</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DOC_j</td> <td> <p>DOC_j のデフォルト値及び出典は表 2 - 1 及び表 2 - 2 のとおりである。</p> <p style="text-align: center;">表 2 - 1 DOC_j のデフォルト値 (その 1)</p> <table border="1" data-bbox="655 1487 1353 1989"> <thead> <tr> <th>Waste type j</th> <th>DOC_j content in % of wet weight</th> <th>DOC_j content in % of dry weight</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Wood and wood products</td> <td>43</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>Pulp, paper and cardboard (other than sludge)</td> <td>40</td> <td>44</td> </tr> <tr> <td>Food, food waste beverages and tobacco (other than sludge)</td> <td>15</td> <td>38</td> </tr> <tr> <td>Textiles</td> <td>24</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>Garden, yard and park waste</td> <td>20</td> <td>49</td> </tr> <tr> <td>Glass, plastic, metal other inert waste</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table> <p>“Tool to determine methane emissions avoided from</p> </td> </tr> </tbody> </table>	データ	データ入手先	データ入手方法	$W_{j,x}$ (ある年 x の有機物タイプ j 別の廃棄量)	当該調査におけるごみ質調査結果及び埋立量 (ごみ発生量)	プロジェクト報告書	CH ₄ 回収量 (f)	当該施設の設計諸元もしくは現地調査により入手	プロジェクト報告書 (CH ₄ を埋立処分場で回収し、別の方法でフレア処理・燃焼・利用する場合)	人口	当該国統計書	現地調査もしくは当該国の web 情報より入手	事業所や商業施設の従業員数	レストランの席数	市場の数	パラメータ	デフォルト値表及び出典	DOC _j	<p>DOC_j のデフォルト値及び出典は表 2 - 1 及び表 2 - 2 のとおりである。</p> <p style="text-align: center;">表 2 - 1 DOC_j のデフォルト値 (その 1)</p> <table border="1" data-bbox="655 1487 1353 1989"> <thead> <tr> <th>Waste type j</th> <th>DOC_j content in % of wet weight</th> <th>DOC_j content in % of dry weight</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Wood and wood products</td> <td>43</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>Pulp, paper and cardboard (other than sludge)</td> <td>40</td> <td>44</td> </tr> <tr> <td>Food, food waste beverages and tobacco (other than sludge)</td> <td>15</td> <td>38</td> </tr> <tr> <td>Textiles</td> <td>24</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>Garden, yard and park waste</td> <td>20</td> <td>49</td> </tr> <tr> <td>Glass, plastic, metal other inert waste</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table> <p>“Tool to determine methane emissions avoided from</p>	Waste type j	DOC _j content in % of wet weight	DOC _j content in % of dry weight	Wood and wood products	43	50	Pulp, paper and cardboard (other than sludge)	40	44	Food, food waste beverages and tobacco (other than sludge)	15	38	Textiles	24	30	Garden, yard and park waste	20	49	Glass, plastic, metal other inert waste	0	0
データ	データ入手先	データ入手方法																																							
$W_{j,x}$ (ある年 x の有機物タイプ j 別の廃棄量)	当該調査におけるごみ質調査結果及び埋立量 (ごみ発生量)	プロジェクト報告書																																							
CH ₄ 回収量 (f)	当該施設の設計諸元もしくは現地調査により入手	プロジェクト報告書 (CH ₄ を埋立処分場で回収し、別の方法でフレア処理・燃焼・利用する場合)																																							
人口	当該国統計書	現地調査もしくは当該国の web 情報より入手																																							
事業所や商業施設の従業員数																																									
レストランの席数																																									
市場の数																																									
パラメータ	デフォルト値表及び出典																																								
DOC _j	<p>DOC_j のデフォルト値及び出典は表 2 - 1 及び表 2 - 2 のとおりである。</p> <p style="text-align: center;">表 2 - 1 DOC_j のデフォルト値 (その 1)</p> <table border="1" data-bbox="655 1487 1353 1989"> <thead> <tr> <th>Waste type j</th> <th>DOC_j content in % of wet weight</th> <th>DOC_j content in % of dry weight</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Wood and wood products</td> <td>43</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>Pulp, paper and cardboard (other than sludge)</td> <td>40</td> <td>44</td> </tr> <tr> <td>Food, food waste beverages and tobacco (other than sludge)</td> <td>15</td> <td>38</td> </tr> <tr> <td>Textiles</td> <td>24</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>Garden, yard and park waste</td> <td>20</td> <td>49</td> </tr> <tr> <td>Glass, plastic, metal other inert waste</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table> <p>“Tool to determine methane emissions avoided from</p>	Waste type j	DOC _j content in % of wet weight	DOC _j content in % of dry weight	Wood and wood products	43	50	Pulp, paper and cardboard (other than sludge)	40	44	Food, food waste beverages and tobacco (other than sludge)	15	38	Textiles	24	30	Garden, yard and park waste	20	49	Glass, plastic, metal other inert waste	0	0																			
Waste type j	DOC _j content in % of wet weight	DOC _j content in % of dry weight																																							
Wood and wood products	43	50																																							
Pulp, paper and cardboard (other than sludge)	40	44																																							
Food, food waste beverages and tobacco (other than sludge)	15	38																																							
Textiles	24	30																																							
Garden, yard and park waste	20	49																																							
Glass, plastic, metal other inert waste	0	0																																							

	<p>disposal of waste at a solid waste at a waste disposal site”, Page 5</p> <p>表 2 – 2 DOC_j のデフォルト値 (その 2)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Waste type j</th> <th>DOC_j content in % of wet weight</th> <th>DOC_j content in % of dry weight</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Paper / cardboard</td> <td>40</td> <td>44</td> </tr> <tr> <td>Textiles</td> <td>24</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>Food waste</td> <td>15</td> <td>38</td> </tr> <tr> <td>Wood</td> <td>43</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>Cardin and Park waste</td> <td>20</td> <td>49</td> </tr> <tr> <td>Nappies</td> <td>24</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>Fibber and Leather</td> <td>(39)</td> <td>(47)</td> </tr> <tr> <td>Plastics, Metal ,Glass, Other, inert waste</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table> <p>Source: 2006 IPCC Guideline for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 5 Waste, TABLE 2.4</p>	Waste type j	DOC _j content in % of wet weight	DOC _j content in % of dry weight	Paper / cardboard	40	44	Textiles	24	30	Food waste	15	38	Wood	43	50	Cardin and Park waste	20	49	Nappies	24	60	Fibber and Leather	(39)	(47)	Plastics, Metal ,Glass, Other, inert waste	-	-
Waste type j	DOC _j content in % of wet weight	DOC _j content in % of dry weight																										
Paper / cardboard	40	44																										
Textiles	24	30																										
Food waste	15	38																										
Wood	43	50																										
Cardin and Park waste	20	49																										
Nappies	24	60																										
Fibber and Leather	(39)	(47)																										
Plastics, Metal ,Glass, Other, inert waste	-	-																										
MCF	<p>MCF のデフォルト値及び出典は表 2 – 3 及び表 2 – 4 のとおりである。</p> <p>表 2 – 3 MCF のデフォルト値 (その 1)</p> <table border="1"> <tbody> <tr> <td>MCF=1.0</td> <td>Anaerobic managed solid waste disposal sites</td> </tr> <tr> <td>MCF=0.5</td> <td>Semi-aerobic managed solid waste disposal sites</td> </tr> <tr> <td>MCF=0.8</td> <td>Unmanaged solid waste disposal sites – deep and/or with high water table</td> </tr> <tr> <td>MCF=0.4</td> <td>Unmanaged-shallow solid waste disposal sites</td> </tr> </tbody> </table> <p>Source : “Tool to determine methane emissions avoided from disposal of waste at a solid waste at a waste disposal site”, Page 4</p> <p>表 2 – 4 MCF のデフォルト値 (その 2)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Type of Site</th> <th>MCF Default values</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Managed – anaerobic</td> <td>1.0</td> </tr> <tr> <td>Managed – semi-aerobic</td> <td>0.5</td> </tr> <tr> <td>Unmanaged – deep (>5m waste) and/or high waste table</td> <td>0.8</td> </tr> <tr> <td>Unmanaged – shallow (<5m waste)</td> <td>0.4</td> </tr> <tr> <td>Uncategorized SWDS</td> <td>0.6</td> </tr> </tbody> </table> <p>Source : 2006 IPCC Guideline for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 5 Waste, TABLE 3.1</p>	MCF=1.0	Anaerobic managed solid waste disposal sites	MCF=0.5	Semi-aerobic managed solid waste disposal sites	MCF=0.8	Unmanaged solid waste disposal sites – deep and/or with high water table	MCF=0.4	Unmanaged-shallow solid waste disposal sites	Type of Site	MCF Default values	Managed – anaerobic	1.0	Managed – semi-aerobic	0.5	Unmanaged – deep (>5m waste) and/or high waste table	0.8	Unmanaged – shallow (<5m waste)	0.4	Uncategorized SWDS	0.6							
MCF=1.0	Anaerobic managed solid waste disposal sites																											
MCF=0.5	Semi-aerobic managed solid waste disposal sites																											
MCF=0.8	Unmanaged solid waste disposal sites – deep and/or with high water table																											
MCF=0.4	Unmanaged-shallow solid waste disposal sites																											
Type of Site	MCF Default values																											
Managed – anaerobic	1.0																											
Managed – semi-aerobic	0.5																											
Unmanaged – deep (>5m waste) and/or high waste table	0.8																											
Unmanaged – shallow (<5m waste)	0.4																											
Uncategorized SWDS	0.6																											
OX	<p>OX のデフォルト値及び出典は表 2 – 5 のとおりである。</p> <p>表 2 – 5 OX のデフォルト値</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Type of Site</th> <th>Oxidation Factor (OX) Default Values</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Managed, unmanaged and uncategorized SWDS</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Managed covered with CH₄ oxidizing material</td> <td>0.1</td> </tr> </tbody> </table> <p>Source : 2006 IPCC Guideline for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 5 Waste, TABLE 3.2</p>	Type of Site	Oxidation Factor (OX) Default Values	Managed, unmanaged and uncategorized SWDS	0	Managed covered with CH ₄ oxidizing material	0.1																					
Type of Site	Oxidation Factor (OX) Default Values																											
Managed, unmanaged and uncategorized SWDS	0																											
Managed covered with CH ₄ oxidizing material	0.1																											

	<p>k_j</p> <p>k_j のデフォルト値及び出典は表 2 - 6 及び表 2 - 7 のとおりである。</p> <p style="text-align: center;">表 2 - 6 k_j のデフォルト値 (その 1)</p> <table border="1" data-bbox="655 432 1370 792"> <thead> <tr> <th colspan="2" rowspan="2">Waste type j</th> <th colspan="2">Boreal and Temperate (MAT $\leq 20^\circ\text{C}$)</th> <th colspan="2">Tropical (MAT $> 20^\circ\text{C}$)</th> </tr> <tr> <th>Dry (MAP/PET < 1)</th> <th>Wet (MAP/PET < 1)</th> <th>Dry (MAP < 1000 mm)</th> <th>Wet (MAP ≥ 1000 mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">Slowly degrading</td> <td>Pulp, paper, cardboard (other than sludge), textiles</td> <td>0.04</td> <td>0.06</td> <td>0.045</td> <td>0.07</td> </tr> <tr> <td>Wood, wood products and straw</td> <td>0.02</td> <td>0.03</td> <td>0.025</td> <td>0.035</td> </tr> <tr> <td>Moderately degrading</td> <td>Other (non-food) organic putrescible garden and park waste</td> <td>0.05</td> <td>0.1</td> <td>0.065</td> <td>0.17</td> </tr> <tr> <td>Rapidly degrading</td> <td>Food, food waste, sewage sludge, beverages and tocacoo</td> <td>0.06</td> <td>0.185</td> <td>0.085</td> <td>0.4</td> </tr> </tbody> </table> <p>Note : MAT . . . 年平均気温 MAP . . . 年平均降水量 PET . . . 最大蒸発散量 MAP/PET . 年平均降水量と最大蒸発散量の比率 Source : “Tool to determine methane emissions avoided from disposal of waste at a solid waste at a waste disposal site”, Page 6</p> <p style="text-align: center;">表 2 - 7 k_j のデフォルト値 (その 2)</p> <table border="1" data-bbox="655 1104 1370 1464"> <thead> <tr> <th colspan="2" rowspan="2">Waste type j</th> <th colspan="2">Boreal and Temperate (MAT $\leq 20^\circ\text{C}$)</th> <th colspan="2">Tropical (MAT $> 20^\circ\text{C}$)</th> </tr> <tr> <th>Dry (MAP/PET < 1)</th> <th>Wet (MAP/PET < 1)</th> <th>Dry (MAP < 1000 mm)</th> <th>Wet (MAP ≥ 1000 mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">Slowly degrading</td> <td>Paper, / textiles waste</td> <td>0.04</td> <td>0.06</td> <td>0.045</td> <td>0.07</td> </tr> <tr> <td>Wood / straw waste</td> <td>0.02</td> <td>0.03</td> <td>0.025</td> <td>0.035</td> </tr> <tr> <td>Moderately degrading</td> <td>Other (non-food) organic putrescible / garden and park waste</td> <td>0.05</td> <td>0.1</td> <td>0.065</td> <td>0.17</td> </tr> <tr> <td>Rapidly degrading</td> <td>Food waste / Sewage sludge</td> <td>0.06</td> <td>0.185</td> <td>0.085</td> <td>0.4</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Bulk Waste</td> <td>0.05</td> <td>0.09</td> <td>0.065</td> <td>0.17</td> </tr> </tbody> </table> <p>Note : MAT . . . 年平均気温 MAP . . . 年平均降水量 PET . . . 最大蒸発散量 MAP/PET . 年平均降水量と最大蒸発散量の比率 2006 IPCC Guideline for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 5 Waste, TABLE 3.3</p>	Waste type j		Boreal and Temperate (MAT $\leq 20^\circ\text{C}$)		Tropical (MAT $> 20^\circ\text{C}$)		Dry (MAP/PET < 1)	Wet (MAP/PET < 1)	Dry (MAP < 1000 mm)	Wet (MAP ≥ 1000 mm)	Slowly degrading	Pulp, paper, cardboard (other than sludge), textiles	0.04	0.06	0.045	0.07	Wood, wood products and straw	0.02	0.03	0.025	0.035	Moderately degrading	Other (non-food) organic putrescible garden and park waste	0.05	0.1	0.065	0.17	Rapidly degrading	Food, food waste, sewage sludge, beverages and tocacoo	0.06	0.185	0.085	0.4	Waste type j		Boreal and Temperate (MAT $\leq 20^\circ\text{C}$)		Tropical (MAT $> 20^\circ\text{C}$)		Dry (MAP/PET < 1)	Wet (MAP/PET < 1)	Dry (MAP < 1000 mm)	Wet (MAP ≥ 1000 mm)	Slowly degrading	Paper, / textiles waste	0.04	0.06	0.045	0.07	Wood / straw waste	0.02	0.03	0.025	0.035	Moderately degrading	Other (non-food) organic putrescible / garden and park waste	0.05	0.1	0.065	0.17	Rapidly degrading	Food waste / Sewage sludge	0.06	0.185	0.085	0.4	Bulk Waste		0.05	0.09	0.065	0.17
Waste type j				Boreal and Temperate (MAT $\leq 20^\circ\text{C}$)		Tropical (MAT $> 20^\circ\text{C}$)																																																																			
		Dry (MAP/PET < 1)	Wet (MAP/PET < 1)	Dry (MAP < 1000 mm)	Wet (MAP ≥ 1000 mm)																																																																				
Slowly degrading	Pulp, paper, cardboard (other than sludge), textiles	0.04	0.06	0.045	0.07																																																																				
	Wood, wood products and straw	0.02	0.03	0.025	0.035																																																																				
Moderately degrading	Other (non-food) organic putrescible garden and park waste	0.05	0.1	0.065	0.17																																																																				
Rapidly degrading	Food, food waste, sewage sludge, beverages and tocacoo	0.06	0.185	0.085	0.4																																																																				
Waste type j		Boreal and Temperate (MAT $\leq 20^\circ\text{C}$)		Tropical (MAT $> 20^\circ\text{C}$)																																																																					
		Dry (MAP/PET < 1)	Wet (MAP/PET < 1)	Dry (MAP < 1000 mm)	Wet (MAP ≥ 1000 mm)																																																																				
Slowly degrading	Paper, / textiles waste	0.04	0.06	0.045	0.07																																																																				
	Wood / straw waste	0.02	0.03	0.025	0.035																																																																				
Moderately degrading	Other (non-food) organic putrescible / garden and park waste	0.05	0.1	0.065	0.17																																																																				
Rapidly degrading	Food waste / Sewage sludge	0.06	0.185	0.085	0.4																																																																				
Bulk Waste		0.05	0.09	0.065	0.17																																																																				
前提条件	CH ₄ 排出量は、一時分解モデル (FOD モデル) を用いている。																																																																								
留意点	Without ケースの埋立処分場が「非管理型 - 深さ 5m 以上」とみなせない場合には、MCF (CH ₄ 補正係数) が 0.5 よりも小さくなり、GHG 削減効果が見込めない場合がありうる。																																																																								

定量化手法シート

廃棄物管理分野（ごみ収集効率改善）

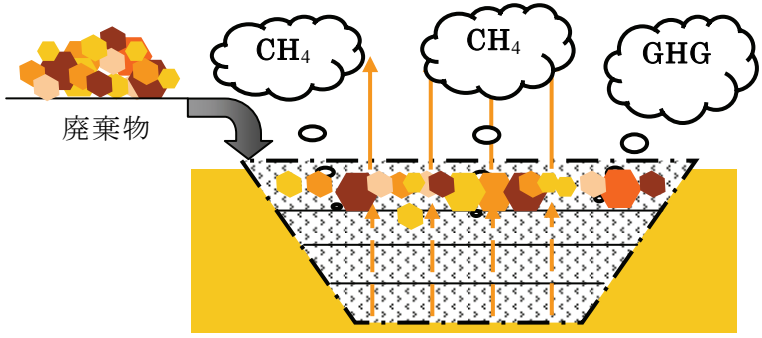
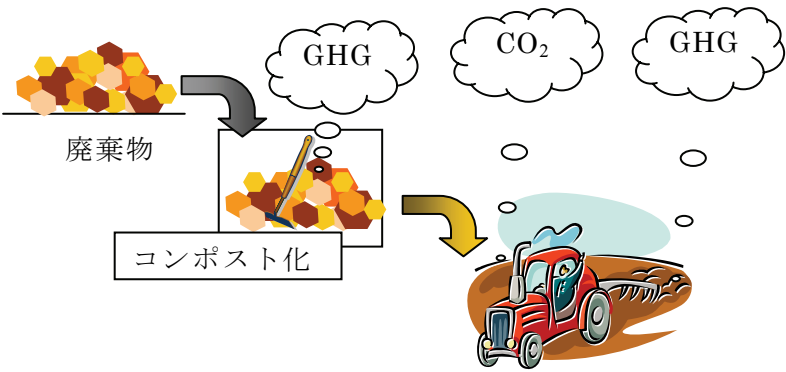
大分野	環境管理
小分野	廃棄物管理分野（収集事業の拡大・改善）
GHG削減活動	<p>収集ルートの変更や収集頻度の削減等によりごみ収集効率が改善された結果、ごみ収集車両の燃費が改善される活動である。</p> <p>収集及び運搬車両の管理改善の結果、ごみ収集車両の燃費が改善される活動である。</p> <p>減容化の導入・改善により、ごみ収集効率が改善され、結果としてごみ収集車両の燃費が改善される活動である。</p>
GHG削減効果の有無	<p>1：削減効果あり、2：条件次第で削減効果あり、3：削減効果なし</p>
GHG削減シナリオ（削減される仕組み）	<p>< Without ケース ></p> <p>非効率なごみ収集が行われている状況で、ごみ収集車両から多量の GHG が排出されている。</p>  <p>< With ケース ></p> <p>効率的なごみ収集が行われることにより、単位廃棄物量あたりの運搬に必要な走行台 km が削減され、GHG 排出量が減る。</p> 

	<p align="center">【廃棄物管理分野（ごみ収集効率改善）による GHG 削減の考え方】</p>
<p>削減量の推計の考え方（推計式）</p>	<p>【考え方】</p> <p>Without ケースと比べて With ケースでは、同じごみ収集量でごみ収集車の走行台 km が削減されることになる。つまり、単位廃棄物量あたりの運搬に必要な走行台 km が削減されることで、GHG 排出が削減される。廃棄物管理（ごみ収集効率改善）では、ごみ収集車を対象とし、燃料種は、ガソリン、ディーゼル、LPG 等が想定される。道路種も区別しないと想定される。</p> <p>推計式の出典：運輸交通分野の道路網整備（全国レベル）と同様の GHG 定量化式を用いる。</p> <p align="center"><i>Annex 3</i>を参照</p> <p>【計算式】</p> <p>Without ケース</p> <p>Without ケースの GHG 排出量</p> $BE_{\text{without}} = \text{単位廃棄物量あたりの運搬に必要なごみ収集車の走行台 km} \times \text{廃棄物量} \times \text{燃費} \times EF_{\text{FF}}(\text{kg-CO}_2/\text{kJ})$ <p align="center">（= ごみ収集車の燃料消費量 \times $EF_{\text{FF}}(\text{kg-CO}_2/\text{kJ})$）</p> <p>$EF_{\text{FF}}$：化石燃料の CO_2 排出係数($\text{kg-CO}_2/\text{kJ}$)</p> <p>With ケース</p> <p>With ケースの GHG 排出量</p> $PE_{\text{with}} = \text{単位廃棄物量あたりの運搬に必要なごみ収集車の走行台 km} \times \text{廃棄物量} \times \text{燃費} \times EF_{\text{FF}}(\text{kg-CO}_2/\text{kJ})$ <p align="center">（= ごみ収集車の燃料消費量 \times $EF_{\text{FF}}(\text{kg-CO}_2/\text{kJ})$）</p> <p>$EF_{\text{FF}}$：化石燃料の CO_2 排出係数($\text{kg-CO}_2/\text{kJ}$)</p> <p>GHG 排出削減量</p> <p>以上から、「ごみ収集効率改善」により削減される GHG 排出量（ER）は；</p> $ER = BE_{\text{without}} - PE_{\text{with}}$

<p>必要データとデータ入手方法</p>	<p>①現地調査が必要なデータ 現地調査や報告書により入手するデータは、表 1 のとおりである。なお、廃棄物量は、走行台 km に対して直接的に寄与するパラメータである。</p> <p style="text-align: center;">表 1 データ及びデータ入手先等の整理</p> <table border="1" data-bbox="424 376 1369 757"> <thead> <tr> <th>データ</th> <th>データ入手先</th> <th>データ入手方法</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>走行台 km</td> <td rowspan="5">当該車両の設計諸元 もしくは現地調査</td> <td rowspan="5">プロジェクト報告書もしくは既存の類似プロジェクトの実績値</td> </tr> <tr> <td>Without ケースのごみ収集車の燃料種別の燃費</td> </tr> <tr> <td>With ケースのごみ収集車の燃料種別の燃費</td> </tr> <tr> <td>Without ケースのごみ収集車の燃料消費量</td> </tr> <tr> <td>With ケースのごみ収集車の燃料消費量</td> </tr> <tr> <td>廃棄物量</td> <td>当該国統計書もしくは現地調査</td> <td>現地調査もしくは当該国の web 情報より入手</td> </tr> </tbody> </table> <p>②既存のパラメータから選択するもの EF_{FF}：化石燃料の CO₂ 排出係数(kg-CO₂/kJ) <i>Annex 2</i> を参照 燃費もしくは自動車の走行台 km <i>Annex 3</i> を参照</p>	データ	データ入手先	データ入手方法	走行台 km	当該車両の設計諸元 もしくは現地調査	プロジェクト報告書もしくは既存の類似プロジェクトの実績値	Without ケースのごみ収集車の燃料種別の燃費	With ケースのごみ収集車の燃料種別の燃費	Without ケースのごみ収集車の燃料消費量	With ケースのごみ収集車の燃料消費量	廃棄物量	当該国統計書もしくは現地調査	現地調査もしくは当該国の web 情報より入手
データ	データ入手先	データ入手方法												
走行台 km	当該車両の設計諸元 もしくは現地調査	プロジェクト報告書もしくは既存の類似プロジェクトの実績値												
Without ケースのごみ収集車の燃料種別の燃費														
With ケースのごみ収集車の燃料種別の燃費														
Without ケースのごみ収集車の燃料消費量														
With ケースのごみ収集車の燃料消費量														
廃棄物量	当該国統計書もしくは現地調査	現地調査もしくは当該国の web 情報より入手												
<p>前提条件</p>	<p>ごみ収集量は Without ケースと With ケースで同等とすることから、同じごみ収集量でごみ収集車の走行台 km が削減されることになる。つまり、単位廃棄物量あたりの運搬に必要な走行台 km が削減される。そこで、プロジェクトの実施によりごみ収集範囲が拡大するときは、Without ケースを別途想定したうえで削減量を推計する必要がある。</p> <p>燃費は各プロジェクト固有の値を想定しているが、日本における実績値があれば代用することも可能とする。Without ケースの燃費は各プロジェクト固有の値が望ましい。</p> <p>EF_{FF} は、当該国独自のものがあれば優先的に使用する。</p>													
<p>留意点</p>	<p>廃棄物管理分野では、ごみ収集車の走行台 km はほとんど調べられていない。そこで、GHG 排出削減を評価するためには、今後は走行台 km について調査することを明記する必要がある。</p> <p>「単位廃棄物量あたりの運搬に必要なごみ収集車の走行台 km」の削減を伴わずに「より燃費のよいごみ収集車輛」を新規に導入した場合には新・旧の収集車輛の燃費の差に、CO₂ 排出係数を乗じて GHG 削減量を算出する。</p>													

定量化手法シート

廃棄物管理分野（コンポスト化導入）

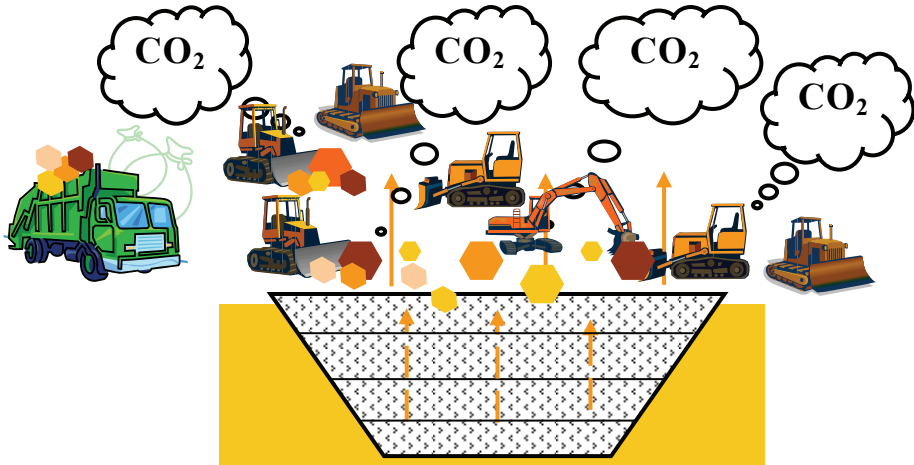
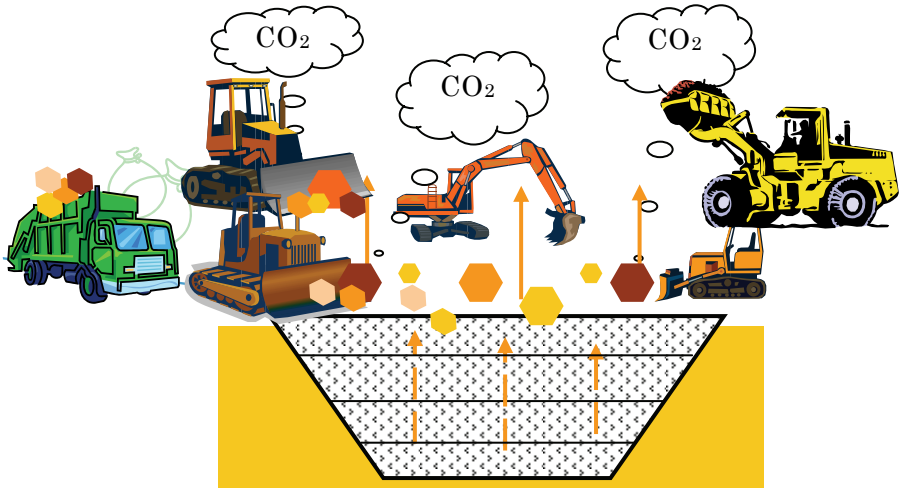
大分野	環境管理
小分野	廃棄物管理分野（中間処理の導入・促進）
GHG 削減活動	プロジェクトがなければ嫌氣的に埋立処分される廃棄物について、好気性条件化でコンポスト化を行う活動である。
GHG 削減効果の有無	1：削減効果あり、2：条件次第で削減効果あり、3：削減効果なし
GHG 削減シナリオ（削減される仕組み）	<p><Without ケース></p> <p>有機廃棄物がコンポスト化されずにそのまま最終処分場に埋め立てられており、発生する CH₄ はそのまま大気中に放出されている。</p>  <p><With ケース></p> <p>廃棄物を好気性下でコンポスト化し、埋立処分場や土壌還元することで、CH₄ の発生が抑制される。コンポスト化の際には、N₂O が発生する。また、コンポスト化プロセスでは電力及び燃料が消費されるため、これらからの CO₂ 排出量がある。さらに、コンポスト化の際、部分的に嫌気性になり、CH₄ が発生する可能性もありうる。</p>  <p>【廃棄物管理（コンポスト化）による GHG 削減の考え方】</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; width: 30%;">嫌氣的に埋立処分されていた有機物主体の廃棄物から CH₄ が発生している状況である。</div> <div style="border: 2px solid red; padding: 5px; width: 30%; text-align: center;">有機物主体の廃棄物について好気性条件化でコンポスト化を実施する。</div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; width: 30%;">コンポストを農地還元もしくは埋立処分。有機物主体の廃棄物から発生する CH₄ 排出の削減される。</div> </div>

<p>削減量の推計の考え方（推計式）</p>	<p>【考え方】 With ケースでコンポスト化された廃棄物は、Without ケースでは、最終処分場に埋め立てられており、CH₄ が排出している。With ケースでは、コンポスト化プロセスにおいて N₂O の発生や電力等の使用による GHG 排出等が想定される。</p> <p>推計式の出典：AM0025 ”Avoided emissions from organic waste thorough alternative waste treatment processes”</p> <p>【計算式】 Without ケース $BE_{\text{without}} = (MB_y - MD_{\text{reg}, y}) \times GWP_{\text{CH}_4} + BE_{\text{EN}, y}$ ここで、 MB_y : With ケースでコンポスト化された廃棄物について y 年の埋立地から発生する CH₄ 量 (With ケースにおける経年のコンポスト化された有機廃棄物量を用いて、廃棄物管理 (最終処分場) の定量化手法シートを用いて CH₄ 量を算定する。) MD_{reg, y} : コンポスト化分の埋立地や農地から発生した CH₄ のうち破壊される CH₄ 量 GWP_{CH₄} : CH₄ の温暖化係数 BE_{EN, y} : Without ケースで使用する電力や燃料からの GHG 排出</p> <p>With ケース $PE_{\text{with}} = PE_{\text{c}, \text{N}_2\text{O}, y} + PE_{\text{c}, \text{CH}_4, y}$ + コンポスト化時の年間電力消費量 × 電力排出係数 + コンポスト化時の燃料消費量 × 燃料排出係数 $= M_{\text{compost}, y} \times EF_{\text{c}, \text{N}_2\text{O}} \times GWP_{\text{N}_2\text{O}} + MB_{\text{compost}, y} \times GWP_{\text{CH}_4} \times S_{\text{a}, y}$ + EC_{EL} × EF_{EL} + EC_{FC} × EF_{FF}</p> ここで、 M _{compost, y} : コンポスト生産量 EF _{c, N₂O} : コンポスト生産量 1 トン当たりの N ₂ O 排出係数 (= 0.042 kgN ₂ O/トン) GWP _{N₂O} : N ₂ O の温暖化係数 MB _{compost, y} : Without ケースの埋立処分場から発生する CH ₄ 量 (経年のコンポスト化された有機廃棄物量を用いて、廃棄物管理 (最終処分場) の定量化手法シートを用いて CH ₄ 量を算定する。)
------------------------	---

	<p> GWP_{CH_4} : CH_4 の温暖化係数 $S_{a,y}$: コンポスト化プロセス中に好気条件が完全には行き渡らず、部分的に嫌気状態となっている割合 (データが得られない場合は、この項は削除可能である) EC_{EL} : コンポスト化時の年間電力消費量(kWh/年) EF_{EL} : 電力 CO_2 排出係数(kg- CO_2/kWh) EC_{FC} : コンポスト化時の年間エネルギー量(kJ or TOE/年) EF_{FF} : 化石燃料の CO_2 排出係数(kg- CO_2/kJ) </p> <p>GHG 排出削減量</p> <p>以上から、「コンポスト化」により削減される GHG 排出量 (ER) は ;</p> $ER = BE_{without} - PE_{with}$																			
<p>必要データとデータ入手方法</p>	<p>①現地調査が必要なデータ</p> <p>現地調査や報告書により入手するデータは、表 1 のとおりである。ごみ発生量及び下水道処理人口は、コンポスト化量に対して直接的に寄与するパラメータである。</p> <p style="text-align: center;">表 1 データ及びデータ入手先等の整理</p> <table border="1" data-bbox="424 1025 1385 1411"> <thead> <tr> <th>データ</th> <th>データ入手先</th> <th>データ入手方法</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>コンポスト化量</td> <td>当該施設の設計諸元</td> <td>プロジェクト報告書</td> </tr> <tr> <td>現状の CH_4 破壊量</td> <td rowspan="3">当該施設の設計諸元もしくは現地調査により入手</td> <td>プロジェクト報告書 (基本的にゼロと想定される)</td> </tr> <tr> <td>現状の電力消費量</td> <td rowspan="2">プロジェクト報告書もしくは既存の類似施設の実績値</td> </tr> <tr> <td>現状の燃料消費量</td> </tr> <tr> <td>嫌気状態となっている割合</td> <td>現地調査もしくは既存文献調査</td> <td>現地調査もしくは既存文献調査</td> </tr> <tr> <td>ごみ発生量</td> <td rowspan="2">当該国統計書もしくは現地調査</td> <td rowspan="2">現地調査もしくは当該国の web 情報より入手</td> </tr> <tr> <td>下水道処理人口</td> </tr> </tbody> </table> <p>②既存のパラメータから選択するもの</p> <p>EF_{FF} : 化石燃料の CO_2 排出係数(kg-CO_2/kJ) Annex 2 を参照</p> <p>EF_{EL} : 電力 CO_2 排出係数(kg-CO_2/kWh) Annex 1 を参照</p>	データ	データ入手先	データ入手方法	コンポスト化量	当該施設の設計諸元	プロジェクト報告書	現状の CH_4 破壊量	当該施設の設計諸元もしくは現地調査により入手	プロジェクト報告書 (基本的にゼロと想定される)	現状の電力消費量	プロジェクト報告書もしくは既存の類似施設の実績値	現状の燃料消費量	嫌気状態となっている割合	現地調査もしくは既存文献調査	現地調査もしくは既存文献調査	ごみ発生量	当該国統計書もしくは現地調査	現地調査もしくは当該国の web 情報より入手	下水道処理人口
データ	データ入手先	データ入手方法																		
コンポスト化量	当該施設の設計諸元	プロジェクト報告書																		
現状の CH_4 破壊量	当該施設の設計諸元もしくは現地調査により入手	プロジェクト報告書 (基本的にゼロと想定される)																		
現状の電力消費量		プロジェクト報告書もしくは既存の類似施設の実績値																		
現状の燃料消費量																				
嫌気状態となっている割合	現地調査もしくは既存文献調査	現地調査もしくは既存文献調査																		
ごみ発生量	当該国統計書もしくは現地調査	現地調査もしくは当該国の web 情報より入手																		
下水道処理人口																				
<p>前提条件</p>	<p>Without ケースにおける埋立処分される廃棄物が嫌気状態となっており、CH_4 が排出されていることが、GHG 削減の前提条件である。</p>																			
<p>留意点</p>	<p>農地における化学肥料使用量削減効果による GHG 削減効果の可能性もあるが、本調査では検討しない。</p>																			

定量化手法シート

廃棄物管理分野（埋立処分場で使用される重機の燃料消費量削減）

大分野	環境管理
小分野	廃棄物管理分野（最終処分の改善）
GHG 削減活動	搬入、運輸、転圧等の際使用する重機について、低燃費の重機の導入や最終処分場の運営が改善されることにより、燃料使用量が削減される活動である。
GHG 削減効果の有無	1：削減効果あり、2：条件次第で削減効果あり、3：削減効果なし
GHG 削減シナリオ（削減される仕組み）	<p><Without ケース> 燃費の悪い重機を使用しての埋立作業（通常の運営）を実施している。</p>  <p><With ケース> 燃費の良い重機を使用しての埋立作業（通常の運営）を実施している。大型重機の導入により燃費の悪い複数の小型重機を代替する。旧来の重機から燃費の良い重機に代替する。などが想定される。</p> 

	<p>【埋立処分場で使用される重機の燃料消費量が削減されることによるGHG削減の考え方】</p> <pre> graph LR A[燃費の悪い重機による埋立作業・効率の悪い埋立作業] --> B[小型重機から大型重機に代替、燃費の良い重機の導入、埋立運営の改善] B --> C[埋立ごみ量に対する燃料消費量が削減となる] C --> D[埋立運営に係る GHG 排出量が削減される] </pre>
<p>削減量の推計の考え方（推計式）</p>	<p>【考え方】</p> <p>Without ケースと比べて With ケースでは、同じ廃棄物量で重機の燃料消費量が削減されることになる。つまり、単位廃棄物量あたりの埋立作業に必要な燃料消費量が削減されることで、GHG 排出が削減される。</p> <p>推計式の出典：運輸交通分野の道路網整備（全国レベル）と同様の GHG 定量化式を用いる。</p> <p><i>Annex 3</i>を参照</p> <p>【計算式】</p> <p>Without ケース</p> $BE_{\text{without}} = \text{対象重機の燃料消費量} \times \text{CO}_2 \text{ 排出原単位} = EC_{\text{FC}} \times EF_{\text{FF}}$ <p>EC_{FC} : Without ケースの重機の燃料消費量(kJ or TOE/年)</p> <p>EF_{FF} : 化石燃料の CO₂ 排出係数(kg- CO₂/kJ)</p> <p>With ケース</p> $PE_{\text{with}} = \text{対象重機の燃料消費量} \times \text{CO}_2 \text{ 排出原単位} = EC_{\text{FC}} \times EF_{\text{FF}}$ <p>EC_{FC} : With ケースの重機の燃料消費量(kJ or TOE/年)</p> <p>EF_{FF} : 化石燃料の CO₂ 排出係数(kg- CO₂/kJ)</p> <p>GHG 排出削減量</p> <p>以上から、「埋立処分場で使用される重機の燃料消費量の削減」により削減される GHG 排出量（ER）は；</p> $ER = BE_{\text{without}} - PE_{\text{with}}$
<p>必要データとデータ入手方法</p>	<p>①現地調査が必要なデータ</p> <p>現地調査や報告書により入手するデータは、表1のとおりである。なお、ごみ発生量は、重機の燃料消費量に対して直接的に寄与するパラメータである。</p>

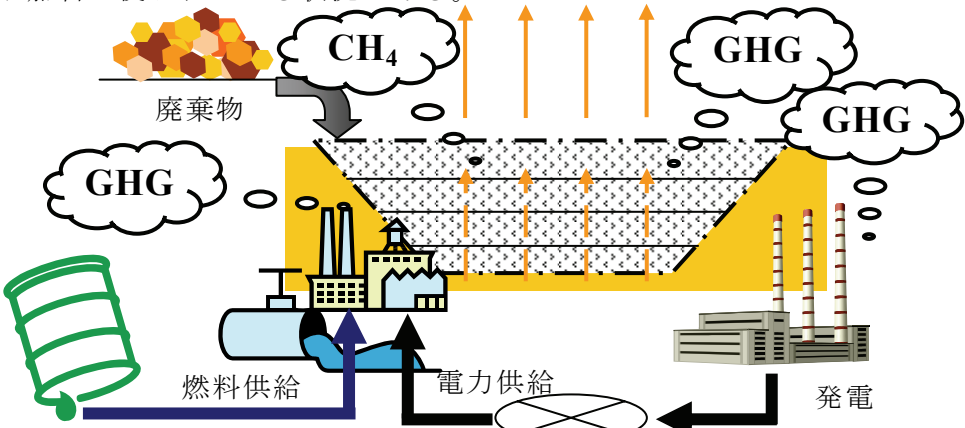
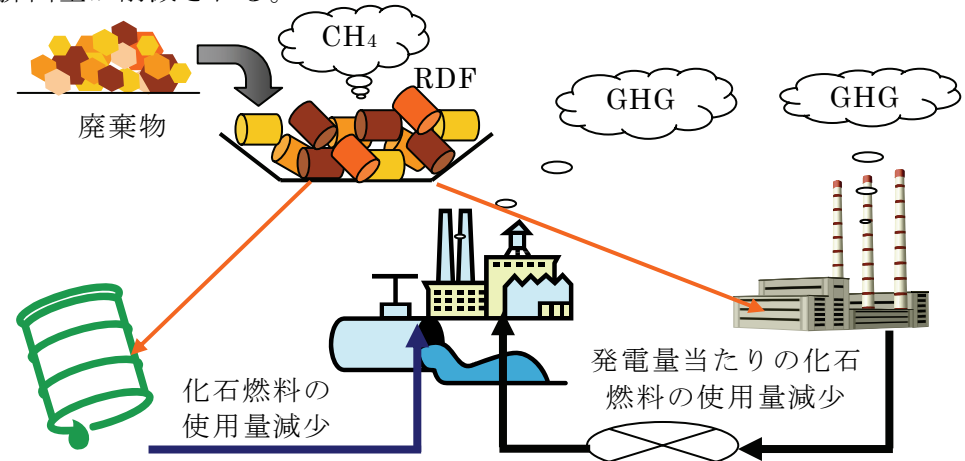
表1 データ及びデータ入手先等の整理		
データ	データ入手先	データ入手方法
走行台 km 燃料種別車種別道路種別の燃費 (燃費 (A)、燃費 (B) 燃費 (C)) 対象自動車の燃料消費量 (燃料消費 量 (a)、燃料消費量 (b)、燃料 消費量 (c))	当該施設の設計諸 元	プロジェクト報告書 もしくは既存の類似 施設の実績値
ごみ発生量	当該国統計書もし くは現地調査	現地調査もしくは当 該国の web 情報より 入手

②既存のパラメータから選択するもの
 EF_{FF} : 化石燃料の CO₂ 排出係数(kg-CO₂/kJ)
Annex 2 を参照
 燃費もしくは自動車の走行台 km
Annex 3 を参照

前提条件	重機を使って作業する際の廃棄物量は、Without ケースと With ケースで 同等である。すなわち、Without ケースの燃費 (A) と With ケースの燃 費 (B)、Without ケースの燃料消費量 (a) と With ケースの燃料消費量 (b) を用いると、 $(a) / (A) = (b) / (B)$ となるとする。すなわち、 プロジェクトの実施により埋立ごみ量が増加するときは、Without ケー スを別途想定した上で、削減量を推計する必要がある。なお、(a) 及び (b) は、各プロジェクトで独自の値となるが、(A) 及び (B) は各プ ロジェクトで固有の値を用いることが望ましいが、日本における実績値 があれば代用することも可能とする。 GHG 排出原単位は、IPCC2006 ガイドラインのデフォルト値を用いる。
留意点	廃棄物管理分野では、重機の燃料消費量はほとんど調べられていない。 そこで、GHG 排出削減量を評価するためには、今後は重機の燃料消費 量について調査することを明記する必要がある。

定量化手法シート

廃棄物管理分野（リサイクル活動（RDF 製造））

大分野	環境管理
小分野	廃棄物管理分野（中間処理の導入・促進）
GHG 削減活動	廃棄物リサイクル活動において RDF を製造し、発電所や熱供給施設等で使用されていた石炭を RDF に代替することにより、GHG 排出が削減される。加えて、最終処分場に埋め立てられる廃棄物が減少することから、最終処分場からの CH ₄ 排出も削減される。
GHG 削減効果の有無	1：削減効果あり、2：条件次第で削減効果あり、3：削減効果なし
GHG 削減シナリオ（削減される仕組み）	<p>< Without ケース ></p> <p>廃棄物が最終処分場に埋め立てられており、最終処分場から発生する CH₄ はそのまま大気中に放出されている。発電所や熱供給施設では、化石燃料が使われている状況である。</p>  <p>< With ケース ></p> <p>RDF を発電所や熱供給施設で用いることで、化石燃料の使用量が削減され、結果 GHG 排出量が削減される。また、廃棄物の RDF 化により埋立処分される廃棄物が減少することから、最終処分場から発生する CH₄ 排出量が削減される。</p> 

	<p align="center">【廃棄物管理分野 (RDF 製造) による GHG 削減の考え方】</p> <p>全ての廃棄物は最終処分場に埋め立てられており、最終処分場から発生する CH₄ はそのまま大気中に放出されている。発電所や熱供給施設では、化石燃料のみが使われて電力供給や熱供給が行われている状況である。</p> <p align="center">RDF 製造の導入</p> <p>廃棄物の RDF 化により埋立処分される廃棄物が減少することから、最終処分場から発生する CH₄ 排出量が削減される。</p> <p>RDF を発電所や熱供給施設で用いることで、化石燃料の使用量が削減され、結果 GHG 排出量が削減される。</p>
<p>削減量の推計の考え方 (推計式)</p>	<p>【考え方】</p> <p>Without ケースでは、発電所や熱供給施設において、化石燃料のみが使われて電力供給や熱供給が行われている。With ケースでは、RDF を発電所や熱供給施設で用いることで、これらの施設における化石燃料の使用量が削減され、結果 GHG 排出量が削減される。</p> <p>With ケースで RDF 化された廃棄物は、Without ケースでは、最終処分場に埋め立てられており、CH₄ が排出している。With ケースでは、RDF 製造プロセスにおいて電力や燃料の使用による GHG 排出等が想定される。</p> <p>推計式の出典：AM0025 ”Avoided emissions from organic waste thorough alternative waste treatment processes”、CDM 方法論のツール (燃料消費)： “Tool to calculate project or leakage CO₂ emissions from fossil fuel combustion”及び一時分解モデル (First Order Model、FOD モデル) の出典：”2006 IPCC Guideline for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 5 Waste”</p> <p>【計算式】</p> <p>Without ケース</p> <p>石炭 (化石燃料) をボイラーに供給されている状況下の GHG 排出量を求める。</p> <p>Without ケースの GHG 排出量</p> $BE_{\text{without}} = \text{RDF 製造量分の廃棄物起源の最終処分場から発生する CH}_4 + \text{石炭 (化石燃料) 使用量} \times \text{石炭 (化石燃料) 排出原単位} + \text{RDF 使用分の発電電力量} \times \text{電力排出係数}$ $= 0.9 \times (1 - f) \times 21 \times (1 - OX) \times \frac{16}{12} \times 0.5 \times 0.5$ $\times MCF \times \sum_{x=1}^y \sum_j^n W_{j,x} \times DOC_j \times e^{-k_j(y-x)} \times (1 - e^{-k_j})$ $+ EC_{FC} \times EF_{FF} + EC_{EL} \times EF_{EL}$

	<p>ここで、</p> <p>EC_{FC} : RDF 製造時の年間エネルギー量(kJ or TOE/年)</p> <p>EF_{FF} : 化石燃料の CO_2 排出係数(kg- CO_2/kJ)</p> <p>EC_{EL} : RDF 製造時の年間電力消費量(kWh/年)</p> <p>EF_{EL} : 電力 CO_2 排出係数(kg- CO_2/kWh)</p> <p>なお、「RDF 製造量分の廃棄物起源の最終処分場から発生する CH_4」は、「廃棄物管理 (準好気性最終処分場の導入)」の定量化手法を用いて算定する。</p> <p><u>With ケース</u></p> <p>RDF をボイラーに供給することで発生する GHG 排出量を算定する。一般的には RDF 中には化石燃料成分が含まれているので、その分の CO_2 排出量を算定する。</p> <p>With ケースの GHG 排出量</p> $PE_{with} = \begin{aligned} & \text{RDF 使用量分のエネルギー供給量} \times \text{化石燃料由来の廃棄物割合} \times \text{化石燃料 } CO_2 \text{ 排出係数 (RDF により供給されるエネルギーによる GHG 排出量のうち化石燃料由来分)} \\ & + \text{RDF 使用量分の電力供給量} \times \text{化石燃料由来の廃棄物割合} \times \text{電力 } CO_2 \text{ 排出係数 (RDF により供給される電力量による GHG 排出量のうち化石燃料由来分)} \\ & + \text{RDF 製造時の電力消費量} \times \text{電力排出係数} \\ & + \text{RDF 製造時のエネルギー使用量} \times \text{燃料排出係数} \\ & = QEC_{FC} \times (1 - \beta) \times QEF_{FF} \\ & + QEC_{EL} \times (1 - \beta) \times QEF_{EL} \\ & + EC_{EL} \times EF_{EL} \\ & \quad EC_{FC} \times EF_{FF} \end{aligned}$ <p>ここで、</p> <p>$Q_{RDF, y}$: RDF 製造量 = RDF 使用量とする。</p> <p>β : カーボンフリー割合 (生物起源の廃棄物) (%)</p> <p>$1 - \beta$: 化石燃料由来の廃棄物割合 (%)</p> <p>QEC_{EL} : RDF 使用時の年間電力供給量(kWh/年)</p> <p>QEF_{EL} : 電力 CO_2 排出係数(kg- CO_2/kWh)</p> <p>QEC_{FC} : RDF 使用時の年間エネルギー供給量(kJ or TOE/年)</p> $= Q_{RDF, y} \times CEF_{FF}$ <p>CEF_{FF} : RDF の真発熱量(TJ/Gg)</p> <p>QEF_{FF} : 化石燃料の CO_2 排出係数(kg- CO_2/kJ)</p> <p>EC_{EL} : RDF 製造時の年間電力消費量(kWh/年)</p> <p>EF_{EL} : 電力 CO_2 排出係数(kg- CO_2/kWh)</p> <p>EC_{FC} : RDF 製造時の年間エネルギー量(kJ or TOE/年)</p>
--	---

	<p>EF_{FF} : 化石燃料の CO₂ 排出係数(kg- CO₂/kJ)</p> <p>GHG 排出削減量</p> <p>以上から、「RDF 製造」により削減される GHG 排出量 (ER) は ;</p> <p>$ER = BE_{without} - PE_{with}$</p>															
<p>必要データとデータ入手方法</p>	<p>①現地調査が必要なデータ</p> <p>現地調査や報告書により入手するデータは、表 1 のとおりである。なお、ごみ発生量は、RDF 製造量に対して直接的に寄与するパラメータである。</p> <p style="text-align: center;">表 1 データ及びデータ入手先等の整理</p> <table border="1" data-bbox="424 658 1385 976"> <thead> <tr> <th>データ</th> <th>データ入手先</th> <th>データ入手方法</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RDF 製造量</td> <td>当該施設的设计諸元</td> <td>プロジェクト報告書</td> </tr> <tr> <td>各ごみの低位発熱量及び炭素含有量</td> <td>当該調査におけるごみ質調査結果</td> <td>プロジェクト報告書 (なければ、②の方法により設定する)</td> </tr> <tr> <td>RDF 製造時のエネルギー消費量及び電力消費量</td> <td>当該施設的设计諸元もしくは現地調査</td> <td>プロジェクト報告書もしくは既存の類似施設の実績値</td> </tr> <tr> <td>ごみ発生量</td> <td>当該国統計書もしくは現地調査</td> <td>現地調査もしくは当該国の web 情報より入手</td> </tr> </tbody> </table> <p>②既存のパラメータから選択するもの</p> <p>EF_{FF} : 化石燃料の CO₂ 排出係数(kg-CO₂/kJ) Annex 2 を参照</p> <p>EF_{EL} : 電力 CO₂ 排出係数(kg-CO₂/kWh) Annex 1 を参照</p> <p>NCV_{FF} : 燃料 FF の真発熱量(kJ/mass or volume) Annex 4 を参照</p> <p>CC_{FF} : 炭素含有量(kg/GJ) Annex 2 を参照</p>	データ	データ入手先	データ入手方法	RDF 製造量	当該施設的设计諸元	プロジェクト報告書	各ごみの低位発熱量及び炭素含有量	当該調査におけるごみ質調査結果	プロジェクト報告書 (なければ、②の方法により設定する)	RDF 製造時のエネルギー消費量及び電力消費量	当該施設的设计諸元もしくは現地調査	プロジェクト報告書もしくは既存の類似施設の実績値	ごみ発生量	当該国統計書もしくは現地調査	現地調査もしくは当該国の web 情報より入手
データ	データ入手先	データ入手方法														
RDF 製造量	当該施設的设计諸元	プロジェクト報告書														
各ごみの低位発熱量及び炭素含有量	当該調査におけるごみ質調査結果	プロジェクト報告書 (なければ、②の方法により設定する)														
RDF 製造時のエネルギー消費量及び電力消費量	当該施設的设计諸元もしくは現地調査	プロジェクト報告書もしくは既存の類似施設の実績値														
ごみ発生量	当該国統計書もしくは現地調査	現地調査もしくは当該国の web 情報より入手														
<p>前提条件</p>	<p>RDF の製造のプロジェクトに適用可能である。</p>															
<p>留意点</p>	<p>RDF の製造のプロジェクトの数は少ないと想定される。</p> <p>GHG 排出削減量を評価するためには、RDF の製造に係る燃料使用量や電力使用量について、調査する必要がある。</p> <p>カーボンフリー割合 (β%) を求めるために、各ごみの低位発熱量や各ごみの炭素含有量が必要である。ごみにはプラスチックごみが多く含まれていることが想定される。プラスチックごみは、カーボンフリーではないため、プラスチックごみが多いごみによる RDF 製造に係る GHG 削減効果は低下する。</p>															
<p>計算例</p>	<p>「モンゴル国ウランバートル市廃棄物管理計画調査」における RDF 製造に係る GHG 削減効果について算定した。</p>															

ウランバートル市のごみは、プラスチックごみ・紙ごみの比率が非常に高い。都市計画に基づいて計画的に形成されたアパート地区では、両者を合わせた質量比率は 36%を超え、生ごみの比率 34%を上回っている。プラスチックごみ・紙ごみは、ごく一部のペットボトルやダンボールなどがリサイクルされているだけで、その大部分は処分場に直接捨てられている。そのため、これらのごみは処分場において周辺へのごみの飛散を引き起こし、また埋立作業の障害にもなっている。

そこで、こうした問題を解決するために、現在リサイクルされていないプラスチックごみ・紙ごみを原料として RDF を製造する。製造した RDF をウランバートル市に数多く存在する石炭を燃料とする高温連続式燃焼施設（発電所、熱供給工場）で石炭と混焼する。

本調査における RDF は一般のごみから生成されている。一般ごみ中に含まれる生物起源の有機物の燃焼による CO₂ はカウントする必要がない。これをカーボンフリーと称する。カーボンフリーとなりうるごみの例を表 2 に示す。

表 2 廃棄物のカーボンフリーによる分類例

分類	具体的な廃棄物例	調査項目
カーボンフリーの廃棄物	食物くず、紙くず、天然繊維くず、木くず、下水汚泥、し尿処理汚泥、浄水汚泥、製造用有機性汚泥、家畜ふん尿、など	各ごみの低位発熱量 各ごみの炭素含有量
CO ₂ 排出の算定対象の廃棄物	プラスチック、合成繊維くず、など	各ごみの低位発熱量 各ごみの炭素含有量

これより、紙ごみはカーボンフリーとなる。そこで、本調査の最終報告書のごみ質の予測値（表 3）より、RDF におけるプラスチックごみ・紙ごみの割合を表 4 のように仮定する。

表 3 ごみ質の予測値

ごみ質	2005 年冬季 (%)	2005 年夏季 (%)
Kitchen Waste	12.6	33.8
Paper	5.2	18.9
Textile	2.0	4.8
Grass and Wood	0.5	4.8
Plastic	7.8	15.2
Leather and Rubber	0.2	0.6
Combustibles	28.3	78.1
Metal	1.5	3.5
Bottle and Glass	5.4	10.5
Ceramic and Stone	1.9	6.8
Miscellaneous	2.7	1.1
Non-Combustibles excluding ash	11.5	21.9
Other Weight (%)	39.8	100.0
Ash Weight (%)	60.2	0.0
Total	100.0	100.0

出典：最終報告書 日本語要約 20 ページの表 3-4 及び表 3-5

表4 RDFにおけるプラスチックごみ・紙ごみの割合

	2005年冬季 (%)	割合	2005年夏季 (%)	割合
Paper	5.2	40%	18.9	55%
Plastic	7.8	60%	15.2	45%

RDFは、外部から熱を与えプラスチックを溶解する方式で製造した。石炭の混焼試験は、2006年2月と2006年10月に行った。RDFの製造も混焼試験に先駆けて、2005年12月から2006年1月の間(1st test)と2006年8月から9月の間(2nd test)の2回行い、それぞれ12トンと24トンを製造した。

RDFと混焼に利用した石炭の品質を表5に示す。

表5 RDFと石炭の品質

		RDF		Coal	
物理組成		1 st test	2 nd test	1 st test	2 nd test
高位発熱量	(kcal/kg)	5,820	3,320 ^{*1}	3,875	4,700 ^{*1}
低位発熱量	(kcal/kg)	5,290 ^{*1}	3,200	2,470 ^{*1}	3,680
三成分	水分 (%)	8.3	0.9	31.3	19.2
	可燃分 (%)	86.0	74.9	59.9	61.2
	灰分 (%)	5.7	24.2	8.8	19.6
見かけ比重		0.41	0.43	0.86	0.87

出典：最終報告書 日本語要約 54ページの表4-4

注：*1は、計算値である。

見かけ比重は、調査団の測定値である。

このことから、以下の事柄が判明した。

1. 第1回用に製造したRDFの品質は、当初予定したように石炭の2倍以上の発熱量を持っていた。
2. 第2回用に製造したRDFの品質は、製造段階で加熱により一部が燃焼してしまったために、発熱量は第1回のその6割にしか過ぎなくなってしまった。
3. 第2回の石炭の発熱量は、乾燥により水分が少なかったために、第1回のものより5割近く高いものとなった。

まず、RDF化されなかった場合(Without ケース)のRDF原料の廃棄物の埋立処分場からのCH₄排出量を算定する。ここでは、2007年の単年を算定対象年とし、冬季に12トン、夏季に24トンのプラスチックごみ・紙ごみからの排出のみを算定した。

表 6 RDF 原料の廃棄物による埋立処分場からの CH₄ 排出量算定結果

y	x	埋立量	ごみ質	W _i x	DOC _i	y-x	k _i	-k(y-x)	exp(-k(y-x))	exp(-k _i)	1-exp(-k _i)	1/2/3/4									
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)									
2007	2007	12	木質等	0.000	0.00	0.43	0	0.020	0.000	1.000000	0.980199	0.019801									
2007	2007	12	紙等	0.400	4.80	0.40	0	0.040	0.000	1.000000	0.960789	0.039211									
2007	2007	12	食品等	0.000	0.00	0.15	0	0.060	0.000	1.000000	0.941765	0.058235									
2007	2007	12	繊維等	0.000	0.00	0.24	0	0.040	0.000	1.000000	0.960789	0.039211									
2007	2007	12	公園等	0.000	0.00	0.20	0	0.050	0.000	1.000000	0.951229	0.048771									
2007	2007	12	不活性	0.600	7.20	0.00	0	0.000	0.000	1.000000	1	0									
Σ												0.28									
φ												f	1-f	GWP	OX	1-OX	16/12	F	DOCf	MCF	(5/6/7/8/9/10/11/12)
⑤												⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭	⑮
0.9												0	1	21	0.00	1	1.333333	0.5	0.5	0.8	5.04
メタン利用無し												非管理型		ベースライン		非管理-5m以上		CH ₄ (kgCO ₂ e)		1.423	

結果、1,423 (kgCO₂/2week) の排出量となった。この値は 2 週間分の廃棄物からの排出量であるので、これを 25 倍して、年間排出量の推計値 **35.6 (tCO₂/year)** が得られた。これが、最終処分場から発生する CH₄ の排出削減量である。

次に、RDF が発電所や熱供給施設で用いられる場合の CO₂ 排出削減効果を算定する。前提条件は、「RDF による燃焼の熱量=石炭による燃焼の熱量」である。一方、RDF による CO₂ 排出量にはカーボンフリー分が含まれている。また、RDF の原料にはプラスチックごみ起源のものが含まれている。プラスチックは一般的に石炭よりは CO₂ 排出係数が小さいため、GHG 削減効果がある。これらの分が GHG 排出削減量となる。

以上を踏まえて、Without ケースの石炭の燃焼による GHG 排出量と With ケースの RDF の燃焼による GHG 排出量を求め、この差が GHG 排出削減量であるとした。

活動量は、RDF 製造量及び石炭使用量である。低位発熱量は、報告書の値を用いる。CO₂ 排出係数を踏まえて 1st test (冬季) について表 7 のように整理した。

表 7 1st test の活動量及び排出係数の整理

1 st test	RDF 製造量 石炭使用量	低位発熱量	CO ₂ 排出係数
RDF	12 ton	5,290(kcal/kg)	
石炭	X ton	2,470(kcal/kg)	107,000(kg/TJ)

石炭使用量 : $X = 5,290 \times 12 / 2,470 \doteq 25.7 \text{ ton}$
 GHG 排出削減量 = $25.7 \times 1,000(\text{kg}) \times 2,470(\text{kcal/kg}) \times 4.19(\text{J/cal}) \times 10^{-9}(\text{TJ/kJ}) \times 107,000(\text{kg/TJ}) = 28,460(\text{kgCO}_2) \doteq 28(\text{tonCO}_2/\text{week})$

カーボンフリー割合が表 4 より 40% であるので、28(tonCO₂/week) の 60% が GHG 排出削減となる。結果、16.8(tonCO₂/week) の排出量となる。

7 日分 (1 週間) から冬季の半年分を推計すると、約 25 倍となる。そこで、420(tonCO₂/year) が冬季 (半年分) の GHG 排出削減となる。

2nd test (夏季) について表 8 のように整理した。

表 8 2nd test の活動量及び排出係数の整理

2 nd test	RDF 製造量 石炭使用量	低位発熱量	CO ₂ 排出係数
RDF	24 ton	3,200(kcal/kg)	
石炭	X ton	3,680(kcal/kg)	107,000(kg/TJ)

石炭使用量 : $X = 3,200 \times 24 / 3,680 \doteq 20.9$ ton

GHG 排出削減量 = $20.9 \times 1000(\text{kg}) \times 3,680(\text{kcal/kg}) \times 4.19(\text{J/cal}) \times 10^{-9}(\text{TJ/kJ}) \times 107,000(\text{kg/TJ}) = 34,432(\text{kgCO}_2) \doteq 34(\text{tonCO}_2/\text{week})$

カーボンフリー割合が表 4 より 55%であるので、34(tonCO₂/week)の45%が GHG 排出削減となる。結果、15.3(tonCO₂/week)の排出量となる。

7日分(1週間)から夏季の半年分を推計すると、約25倍となる。そこで、383(tonCO₂/yr)が夏季(半年分)の GHG 排出削減となる。

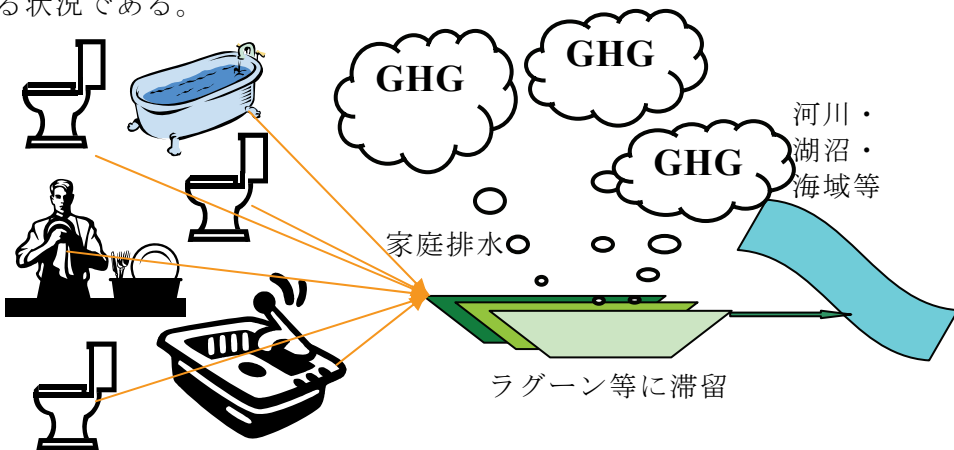
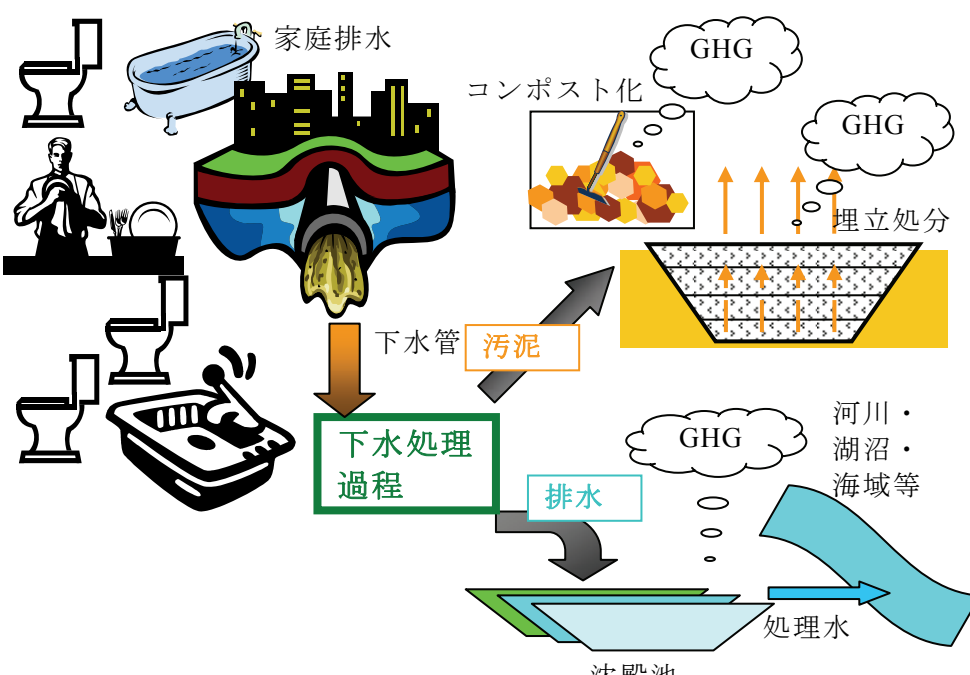
よって、RDF の石炭との混焼による GHG 排出削減量は、 $420(\text{tonCO}_2/\text{year}) + 383(\text{tonCO}_2/\text{year}) = 803(\text{tonCO}_2/\text{year})$ となる。

以上より、RDF の製造の活動による GHG 排出削減量は、 $35.6(\text{tCO}_2/\text{year}) + 803(\text{tonCO}_2/\text{year}) \doteq 840(\text{tonCO}_2/\text{year})$ となる。

なお、RDF の製造に係る燃料使用や電力使用に伴う GHG 排出量は試算されていない。そのため、GHG 排出削減量はさらに減ることが想定される。

定量化手法シート

水質汚濁防止分野（下水処理施設の導入）

大分野	環境管理
小分野	水質汚濁防止分野（生活系排水対策）
GHG削減活動	下水処理施設の導入により、家庭排水（し尿や生活雑排水）が衛生処理される。
GHG削減効果の有無	1：削減効果あり、2：条件次第で削減効果あり、3：削減効果なし
GHG削減シナリオ（削減される仕組み）	<p><Without ケース> 各家庭から家庭排水が未処理のまま放流され、ラグーン等に滞留している状況である。</p>  <p><With ケース> 各家庭から家庭排水が下水管を通じて下水処理場に集められ、下水処理されている状況である。</p> 

	<p align="center">【水質汚濁防止分野 (下水処理施設の導入) による GHG 削減の考え方】</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 30%;"> 家庭排水が、排水路、ラグーン、小河川等に滞留しており、CH₄が発生している。 </div> <div style="font-size: 2em;">→</div> <div style="border: 2px solid red; padding: 5px; width: 30%; color: red;"> 家庭排水が下水道に接続され、下水道処理施設が導入される </div> <div style="font-size: 2em;">→</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 30%;"> 好気性処理：排水処理過程において CH₄の発生が抑制され、CO₂が発生する。処理過程で電気などが使用される。 嫌気性処理：排水処理過程において CH₄が発生する。発生した CH₄は回収され、エネルギーとして利用される。 下水汚泥：コンポスト化される。もしくは埋立処理される。 </div> </div>
<p>削減量の推計の考え方 (推計式)</p>	<p>【考え方】 排水処理プロセス (好気性処理、嫌気性処理)、汚泥処理プロセスから GHG が排出される。さらに、これらのプロセスにおける電力消費や燃料消費による GHG 排出がある。</p> <p>推計式の出典：AMS-III.I “Avoidance of methane production in wastewater treatment through replacement of anaerobic lagoons by aerobic systems”、ACM0014 “Avoided methane emissions from wastewater treatment”及び AM0025 ”Avoided emissions from organic waste thorough alternative waste treatment processes”</p> <p>【計算式】 Without ケース 家庭排水が未処理のまま放流される状態である。</p> <div style="text-align: center;"> </div> <p>$BE_{without} =$ 排水処理に係る電力消費による GHG 排出量 ($BE_{elec, y}$) + 排水処理に係る燃料消費による GHG 排出量 ($BE_{fuel, on-site, y}$) + 排水処理過程における GHG 排出量 ($BE_{CH_4, w, y}$)</p> <p>JICA の下水道プロジェクトにおいては、Without ケースの電力消費や燃料消費はないものとする。すると、$BE_{without} = BE_{CH_4, w, y}$ となる。</p> <p><排水処理過程> $BE_{without} = BE_{CH_4, w, y} = Q_{BOD, y} \times P_{BOD, y} \times B_0 \times MCF_p$</p> <p>ここで、 $Q_{BOD, y}$: 処理排水量 (m³/year) $P_{BOD, y}$: 排水中の BOD 濃度 (tBOD/m³) もしくは COD 濃度</p>

	<p style="text-align: center;">(tCOD/m³)</p> <p>B₀ : 最大 CH₄ 生成能 = 0.60 (kgCH₄/kgBOD) = 0.25 (kgCH₄/kgCOD)</p> <p>MCF_p : CH₄ 変換係数</p> <p>With ケース 1 : 排水処理 (好気性処理) + 汚泥処理</p> <p>PE_{with} =</p> <p>排水処理に係る電力消費による GHG 排出量 (PE_{elec, y}) + 排水処理に係る燃料消費による GHG 排出量 (PE_{fuel, on-site, y}) + 排水処理過程における GHG 排出量 (PE_{CH₄, w, y}) + 汚泥処理過程における GHG 排出量 (PE_{s, y})</p> <p>< 電力消費 ></p> <p>PE_{elec, y} = EC_{EL} × EF_{EL elec}</p> <p>ここで、</p> <p>EC_{EL} : 下水処理施設の年間電力消費量(kWh/年)</p> <p>EF_{EL} : 電力 CO₂ 排出係数(kg- CO₂/kWh)</p> <p>< 燃料消費 ></p> <p>PE_{fuel, on-site, y} = EC_{FC} × EF_{FF}</p> <p>ここで、</p> <p>EC_{FC} : 下水処理施設の年間エネルギー量(kJ or TOE/年)</p> <p>EF_{FF} : 化石燃料の CO₂ 排出係数(kg- CO₂/kJ)</p> <p>< 好気性排水処理 ></p> <p>PE_{CH₄, w, y} = Q_{BOD, y} × P_{BOD, y} × B₀ × MCF_p</p> <p>ここで、</p> <p>Q_{BOD, y} : 処理排水量 (m³/year)</p> <p>P_{BOD, y} : 排水中の BOD 濃度 (tBOD/m³) もしくは COD 濃度 (tCOD/m³)</p> <p>B₀ : 最大 CH₄ 生成能 = 0.60 (kgCH₄/kgBOD) = 0.25 (kgCH₄/kgCOD)</p>
--	--

MCF_p : CH_4 変換係数 (=0.0 : 管理状態が良好な好気性処理)
 <汚泥処理> (好気性処理)

$PE_{s,y} = S_y \times DOC_{y,s} \times MCF_{ys} \times DOC_F \times F \times 16/12 \times GWP_{CH_4}$
 ここで、

$PE_{s,y}$: 汚泥処理過程からの CH_4 排出量 (tCO₂/year)

S_y : 汚泥 (スラッジ) 量 (ton/year)

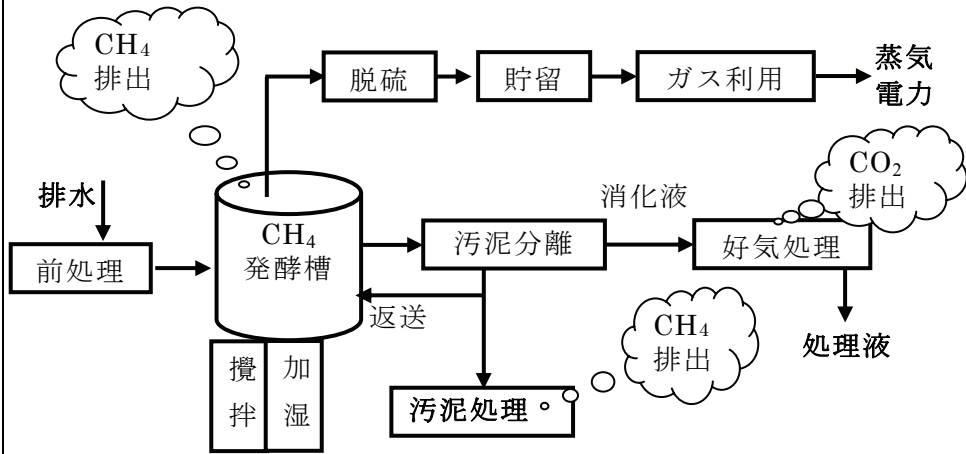
$DOC_{y,s}$: 分解性有機炭素割合 =0.05 (家庭排水のスラッジ)
 =0.09 (産業排水のスラッジ)

MCF_s : 汚泥を受け入れた埋立地における CH_4 変換係数 (廃棄物管理 (準好気性最終処分場の導入) の表 2-3 もしくは表 2-4 の値を用いる)。

DOC_F : バイオガスへ異化する分解性有機炭素の割合 (IPCC のデフォルト値=0.5)

F : Landfill gas (LFG)の CH_4 含有率 (IPCC のデフォルト値=0.5)

With ケース 2 : 排水処理 (嫌気性処理) + 汚泥処理



$PE_{with} =$
 排水処理に係る電力消費による GHG 排出量 ($PE_{elec,y}$) +
 排水処理に係る燃料消費による GHG 排出量 ($PE_{fuel, on-site,y}$) +
 排水処理過程における GHG 排出量 ($PE_{CH_4,w,y}$) +
 汚泥処理過程における GHG 排出量 ($PE_{s,y}$) +

<電力消費>

$PE_{elec,y} = EC_{EL} \times EF_{EL,elec}$

ここで、

EC_{EL} : 下水処理施設の年間電力消費量(kWh/年)

<p>EF_{EL} : 電力 CO₂ 排出係数(kg- CO₂/kWh)</p> <p><燃料消費></p> <p>$PE_{fuel, on-site, y} = EC_{FC} \times EF_{FF}$</p> <p>ここで、</p> <p>$EC_{FC}$: 下水処理施設の年間エネルギー量(kJ or TOE/年)</p> <p>EF_{FF} : 化石燃料の CO₂ 排出係数(kg- CO₂/kJ)</p> <p><嫌気性排水処理></p> <p>$PE_{CH_4, w, y} = Q_{BOD, y} \times P_{BOD, y} \times B_0 \times MCF_p$</p> <p>ここで、</p> <p>$Q_{BOD, y}$: 処理排水量 (m³/year)</p> <p>$P_{BOD, y}$: 排水中の BOD 濃度 (tBOD/m³) もしくは COD 濃度 (tCOD/m³)</p> <p>B_0 : 最大 CH₄ 生成能 =0.60 (kgCH₄/kgBOD) =0.25 (kgCH₄/kgCOD)</p> <p>MCF_p : CH₄ 変換係数 (=0.8 : 嫌気性)</p> <p><嫌気性消化></p> <p>$PE_{a, y} = P_1 \times M_{a, y} + PE_{a, s, y}$</p> <p>ここで、</p> <p>$P_1$: 消化槽からの物理的なリーク。ゼロとみなす。</p> <p>$M_{a, y}$: 生成 CH₄ 量 (=PE_{CH₄, w, y})</p> <p>$PE_{a, s, y}$: 排ガス中の CH₄ 及び N₂O 量。無視する。</p> <p><汚泥処理> (好気性処理)</p> <p>$PE_{s, y} = S_y \times DOC_{y, s} \times MCF_{ys} \times DOC_F \times F \times 16/12 \times GWP_{CH_4}$</p> <p>ここで、</p> <p>$PE_{s, y}$: 汚泥処理過程からの CH₄ 排出量 (tCO₂/year)</p> <p>S_y : 汚泥量 (ton/year)</p> <p>$DOC_{y, s}$: 分解性有機炭素割合 =0.05 (家庭排水のスラッジ) =0.09 (産業排水のスラッジ)</p> <p>MCF_s : 汚泥を受け入れた埋立地における CH₄ 変換係数 (廃棄物管理 (準好気性最終処分場の導入) の表 2-3 もしくは表 2-4 の値を用いる)。</p> <p>DOC_F : バイオガスへ異化する分解性有機炭素の割合 (IPCC のデフォルト値=0.5)</p> <p>F : Landfill gas (LFG)の CH₄ 含有率 (IPCC のデフォルト値=0.5)</p> <p><u>GHG 排出削減量</u></p> <p>以上から、「下水処理施設の導入」により削減される GHG 排出量 (ER) は ;</p> <p>$ER = BE_{without} - PE_{with}$</p>
--

必要データとデータ入手方法

①現地調査が必要なデータ

現地調査や報告書により入手するデータは、表 1 のとおりである。下水道処理人口は、下水処理排水量や処理汚泥量に対して直接的に寄与するパラメータである。

表 1 データ及びデータ入手先等の整理

データ	データ入手先	データ入手方法
下水道処理施設の流入水質及び流入水量	当該施設の設計諸元	プロジェクト報告書もしくは既存の類似施設の実績値
下水道処理施設の排水水質及び排水量		
下水道処理施設で使用する電力量		
下水道処理施設で使用する電力量		
処理汚泥量		
下水道処理人口	当該国統計書もしくは現地調査	現地調査もしくは当該国の web 情報より入手

②既存のパラメータから選択するもの

CH₄ 変換係数 (MCF_p) は、表 2 の中から適切なものを選択する。

表 2 排水処理に係るデフォルトの MCF_p 値

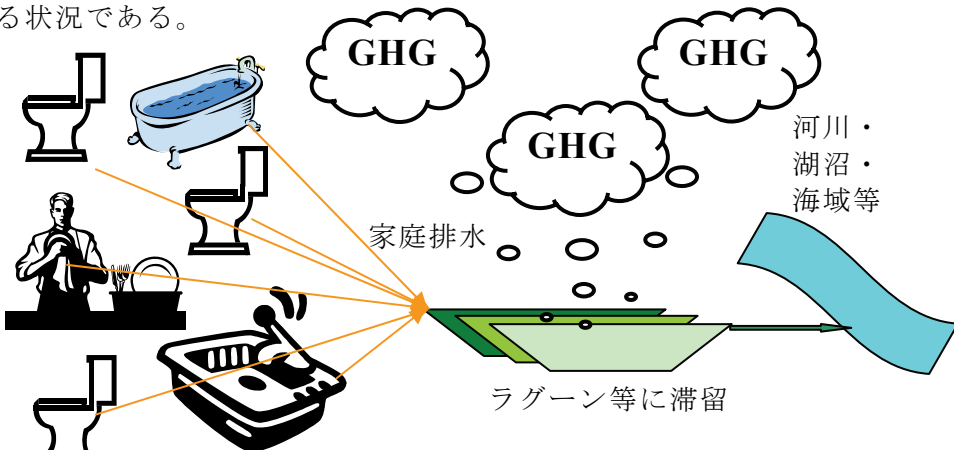
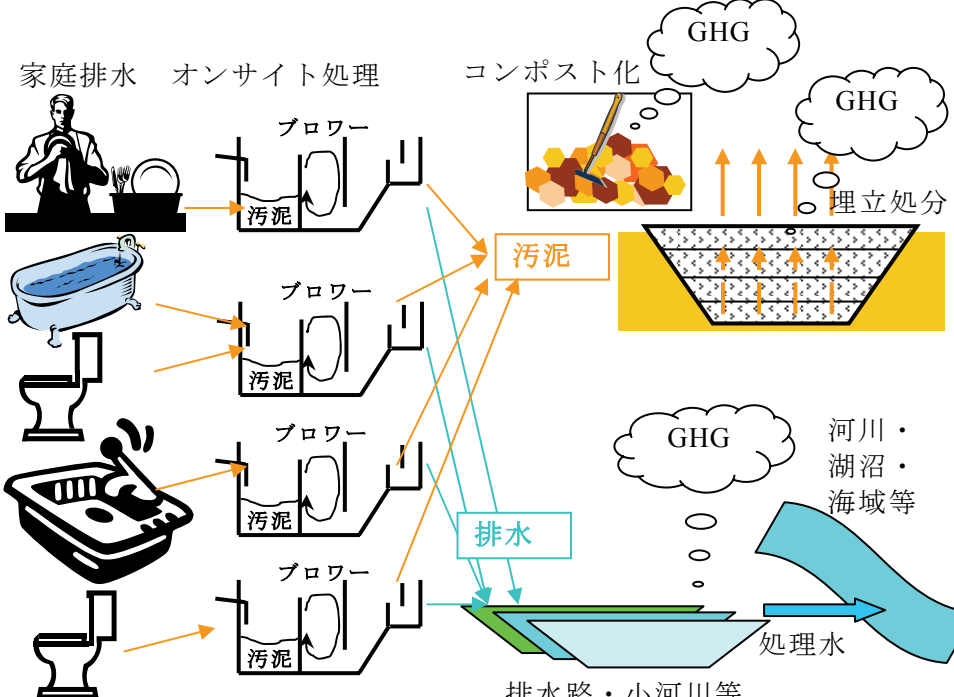
Type of treatment and discharge pathway or system	Comments	MCF _p
Untreated system		
Sea, river and lake discharge	Rivers with high organic loadings and can turn anaerobic.	0.1
Stagnant sewer	Open and warm	0.5
Flowing sewer (open or closed)	Fast moving, clean. (Insignificant amounts of CH ₄ from pump stations, etc)	0
Treated system		
Centralized, aerobic treatment plant	Must be well managed. Some CH ₄ can be emitted from settling basins and other pockets.	0
Centralized, aerobic treatment plant	Not well managed. Overloaded.	0.3
Anaerobic digester for sludge	CH ₄ recovery is not considered here.	0.8
Anaerobic reactor	CH ₄ recovery is not considered here.	0.8
Anaerobic shallow lagoon	Depth less than 2 meters, use expert judgment.	0.2
Anaerobic deep lagoon	Depth more than 2 meters	0.8
Septic system	Half of BOD settles in anaerobic tank	0.5
Latrine	Dry climate, ground water table lower than latrine, small family (3-5 persons)	0.1
Latrine	Dry climate, ground water table lower than latrine, communal (many users)	0.5
Latrine	Wet climate / flush water use, ground water table higher than latrine	0.7
Latrine	Regular sediment removal for fertilizer	0.1

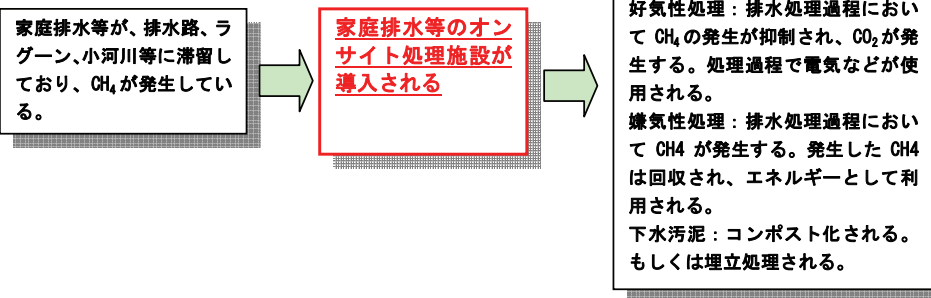
Source : 2006 IPCC Guideline for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 5 Waste, TABLE 6.3

	<p>②既存のパラメータから選択するもの</p> <p>EF_{FF} : 化石燃料の CO₂ 排出係数(kg-CO₂/kJ)</p> <p><i>Annex 2</i> を参照</p> <p>EF_{EL} : 電力 CO₂ 排出係数(kg-CO₂/kWh)</p> <p><i>Annex 1</i> を参照</p>
<p>前提条件</p>	<p>Without ケースで排水処理に係る電力消費量がないこと</p> <p>Without ケースで排水処理に係る燃料消費量がないこと</p> <p>With ケースの排水処理活動が好気性処理の場合、管理状態は良好と仮定し、CH₄変換係数 (MCF_p) を 0 とする。</p> <p>With ケースの排水処理活動が嫌気性処理の場合、消化槽からのリークは無い (P₁=0) ものとする。</p>
<p>留意点</p>	<p>下水処理施設の電力消費量や燃料消費量は、一般に調査されていないことが多い。</p> <p>CDM 方法論 (ACM0014) では、MCF の温度効果 (気温によって有機物の分解スピードが異なる効果) や、COD 負荷量について正味の COD 処理分 (流入水質と排水水質の差を考慮) などを考慮しているが、今回は簡易的な定量化手法の構築を意図しているため、簡略化している。</p>

定量化手法シート

水質汚濁防止分野（オンサイト処理施設の導入）

大分野	環境管理
小分野	水質汚濁防止分野（生活系排水対策）
GHG削減活動	下水道処理区域外の家庭排水やトイレ施設、沐浴場、火葬場など（家庭排水等とする）の不衛生な状態を改善し、衛生処理に改善することで、GHG（主にCH ₄ やN ₂ O）の排出抑制の効果が発生する活動である。
GHG削減効果の有無	1：削減効果あり、2：条件次第で削減効果あり、3：削減効果なし
GHG削減シナリオ（削減される仕組み）	<p><Without ケース> 各家庭から家庭排水が未処理のまま放流され、ラグーン等に滞留している状況である。</p>  <p><With ケース> 各家庭からの家庭排水がオンサイトで処理されている状況である。</p> 

	<p align="center">【水質汚濁防止分野（オンサイト処理施設の導入）による GHG 削減の</p>  <p>家庭排水等が、排水路、ラグーン、小河川等に滞留しており、CH₄が発生している。</p> <p align="center">家庭排水等のオンサイト処理施設が導入される</p> <p>好気性処理：排水処理過程において CH₄ の発生が抑制され、CO₂ が発生する。処理過程で電気などが使用される。 嫌気性処理：排水処理過程において CH₄ が発生する。発生した CH₄ は回収され、エネルギーとして利用される。 下水汚泥：コンポスト化される。もしくは埋立処理される。</p>
<p>削減量の推計の考え方（推計式）</p>	<p>【考え方】</p> <p>排水処理プロセス（好気性処理、嫌気性処理）、汚泥処理プロセスから GHG が排出される。さらに、これらのプロセスにおける電力消費や燃料消費による GHG 排出がある。</p> <p>推計式の出典：AMS-III.I “Avoidance of methane production in wastewater treatment through replacement of anaerobic lagoons by aerobic systems”、ACM0014 “Avoided methane emissions from wastewater treatment” 及び AM0025 “Avoided emissions from organic waste thorough alternative waste treatment processes”</p> <p>【計算式】</p> <p><u>Without ケース</u></p> <p>家庭排水が未処理のまま放流される状態である。</p> $BE_{without} =$ <p style="margin-left: 40px;">排水処理に係る電力消費による GHG 排出量 (BE_{elec, y}) +</p> <p style="margin-left: 40px;">排水処理に係る燃料消費による GHG 排出量 (BE_{fuel, on-site, y}) +</p> <p style="margin-left: 40px;">排水処理過程における GHG 排出量 (BE_{CH₄, w, y})</p> <p>Without ケースの電力消費や燃料消費はないものと想定される。すると、BE_{without} = BE_{CH₄, w, y} となる。</p> <p><排水処理過程></p> $BE_{without} = Q_{BOD, y} \times P_{BOD, y} \times B_0 \times MCF_p$ <p>ここで、</p> <ul style="list-style-type: none"> Q_{BOD, y} : 処理排水量 (m³/year) P_{BOD, y} : 排水中の BOD 濃度 (tBOD/m³) もしくは COD 濃度 (tCOD/m³) B₀ : 最大 CH₄ 生成能 = 0.60 (kgCH₄/kgBOD) = 0.25 (kgCH₄/kgCOD) MCF_p : CH₄ 変換係数

	<p>With ケース 1 : 排水処理 (好気性処理) + 汚泥処理</p> <p>$PE_{with} =$</p> <p>排水処理に係る電力消費による GHG 排出量 ($PE_{elec, y}$) + 排水処理に係る燃料消費による GHG 排出量 ($PE_{fuel, on-site, y}$) + 排水処理過程における GHG 排出量 ($PE_{CH_4, w, y}$) + 汚泥処理過程における GHG 排出量 ($PE_{s, y}$)</p> <p>< 電力消費 ></p> <p>$PE_{elec, y} = EC_{EL} \times EF_{EL\ elec}$</p> <p>ここで、</p> <p>$EC_{EL}$: オンサイト処理施設の年間電力消費量(kWh/年) EF_{EL} : 電力 CO₂ 排出係数(kg- CO₂/kWh)</p> <p>< 燃料消費 ></p> <p>$PE_{fuel, on-site, y} = EC_{FC} \times EF_{FF}$</p> <p>ここで、</p> <p>$EC_{FC}$: オンサイト処理施設の年間エネルギー量(kJ or TOE/年) EF_{FF} : 化石燃料の CO₂ 排出係数(kg- CO₂/kJ)</p> <p>< 好気性排水処理 ></p> <p>$PE_{CH_4, w, y} = Q_{BOD, y} \times P_{BOD, y} \times B_0 \times MCF_p$</p> <p>ここで、</p> <p>$Q_{BOD, y}$: 処理排水量 (m³/year) $P_{BOD, y}$: 排水中の BOD 濃度 (tBOD/m³) もしくは COD 濃度 (tCOD/m³) B_0 : 最大 CH₄ 生成能 =0.60 (kgCH₄/kgBOD) =0.25 (kgCH₄/kgCOD) MCF_p : CH₄ 変換係数 (=0.0 : 管理状態が良好な好気性処理)</p> <p>< 汚泥処理 > (好気性処理)</p> <p>$PE_{s, y} = S_y \times DOC_{y, s} \times MCF_{ys} \times DOC_F \times F \times 16/12 \times GWP_{CH_4}$</p> <p>ここで、</p> <p>$PE_{s, y}$: 汚泥処理過程からの CH₄ 排出量 (tCO₂/year) S_y : 汚泥量 (ton/year) $DOC_{y, s}$: 分解性有機炭素割合 =0.05 (家庭排水のスラッジ) =0.09 (産業排水のスラッジ) MCF_s : 汚泥を受け入れた埋立地における CH₄ 変換係数 (廃棄物管理 (準好気性最終処分場の導入) の表 2 - 3 もしくは表 2 - 4 の値を用いる)。 DOC_F : バイオガスへ異化する分解性有機炭素の割合 (IPCC のデフォルト値=0.5) F : Landfill gas (LFG)の CH₄ 含有率 (IPCC のデフォルト値=0.5)</p>
--	--

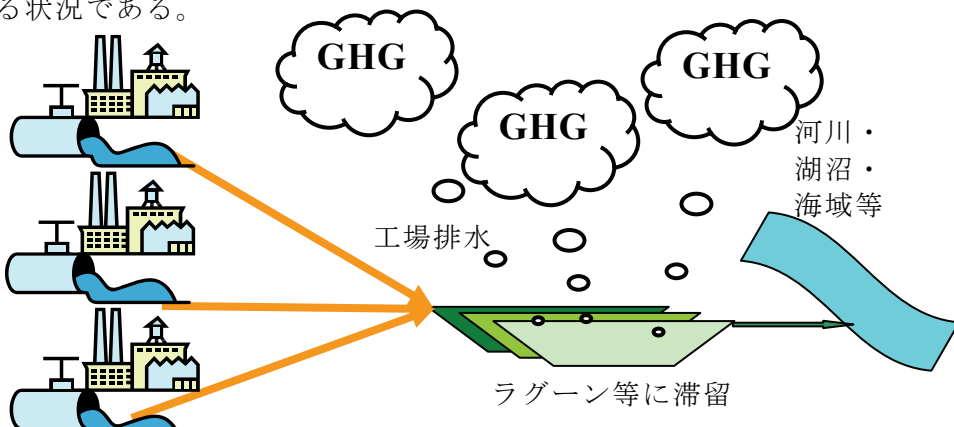
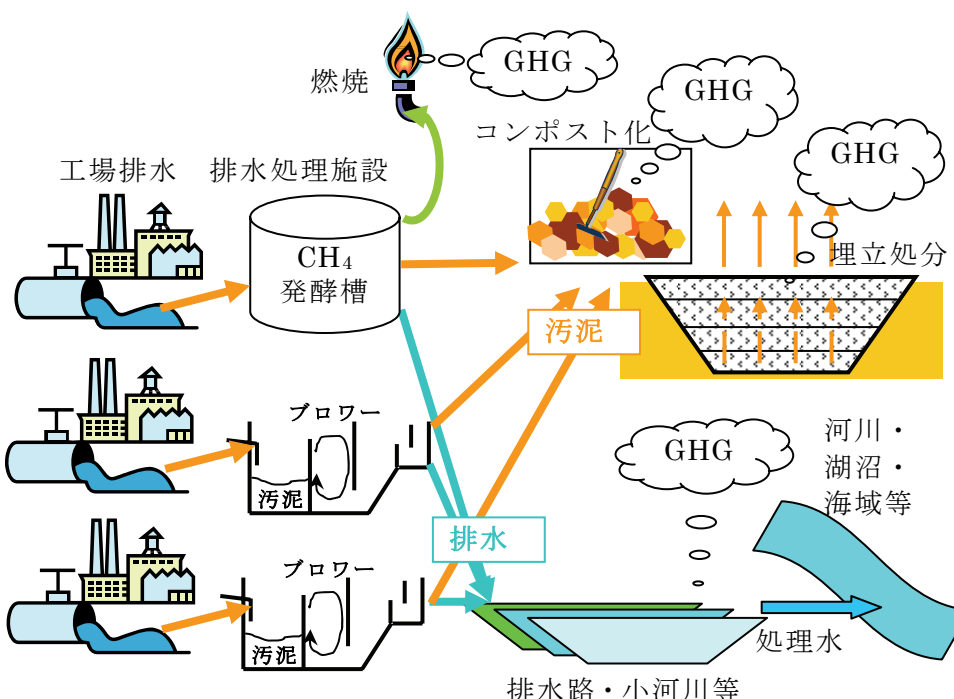
	<p>With ケース 2 : 排水処理 (嫌気性処理) + 汚泥処理</p> <p>$PE_{with} =$</p> <p>排水処理に係る電力消費による GHG 排出量 ($PE_{elec, y}$) +</p> <p>排水処理に係る燃料消費による GHG 排出量 ($PE_{fuel, on-site, y}$) +</p> <p>排水処理過程における GHG 排出量 ($PE_{CH_4, w, y}$) +</p> <p>汚泥処理過程における GHG 排出量 ($PE_{s, y}$) +</p> <p>< 電力消費 ></p> <p>$PE_{elec, y} = EC_{EL} \times EF_{EL\ elec}$</p> <p>ここで、</p> <p>$EC_{EL}$: オンサイト処理施設の年間電力消費量(kWh/年)</p> <p>EF_{EL} : 電力 CO₂ 排出係数(kg- CO₂/kWh)</p> <p>< 燃料消費 ></p> <p>$PE_{fuel, on-site, y} = EC_{FC} \times EF_{FF}$</p> <p>ここで、</p> <p>$EC_{FC}$: オンサイト処理施設の年間エネルギー量(kJ or TOE/年)</p> <p>EF_{FF} : 化石燃料の CO₂ 排出係数(kg- CO₂/kJ)</p> <p>< 嫌気性排水処理 ></p> <p>$PE_{CH_4, w, y} = Q_{BOD, y} \times P_{BOD, y} \times B_0 \times MCF_p$</p> <p>ここで、</p> <p>$Q_{BOD, y}$: 処理排水量 (m³/year)</p> <p>$P_{BOD, y}$: 排水中の BOD 濃度 (tBOD/m³) もしくは COD 濃度 (tCOD/m³)</p> <p>B_0 : 最大 CH₄ 生成能 = 0.60 (kgCH₄/kgBOD) = 0.25 (kgCH₄/kgCOD)</p> <p>MCF_p : CH₄ 変換係数 (=0.8 : 嫌気性)</p> <p>< 嫌気性消化 ></p> <p>$PE_{a, y} = P_1 \times M_{a, y} + PE_{a, s, y}$</p> <p>ここで、</p> <p>$P_1$: 消化槽からの物理的なリーク。ゼロとみなす。</p> <p>$M_{a, y}$: 生成 CH₄ 量 (= $PE_{CH_4, w, y}$)</p> <p>$PE_{a, s, y}$: 排ガス中の CH₄ 及び N₂O 量。無視する。</p> <p>< 汚泥処理 > (好気性処理)</p> <p>$PE_{s, y} = S_y \times DOC_{y, s} \times MCF_{ys} \times DOC_F \times F \times 16/12 \times GWP_{CH_4}$</p> <p>ここで、</p> <p>$PE_{s, y}$: 汚泥処理過程からの CH₄ 排出量 (tCO₂/year)</p> <p>S_y : 汚泥量 (ton/year)</p> <p>$DOC_{y, s}$: 分解性有機炭素割合 = 0.05 (家庭排水のスラッジ)</p>
--	---

	<p style="text-align: right;">=0.09 (産業排水のスラッジ)</p> <p>MCF_s : 汚泥を受け入れた埋立地における CH_4 変換係数 (廃棄物管理 (準好気性最終処分場の導入) の表 2-3 もしくは表 2-4 の値を用いる)。</p> <p>DOC_F : バイオガスへ異化する分解性有機炭素の割合 (IPCC のデフォルト値=0.5)</p> <p>F : Landfill gas (LFG)の CH_4 含有率 (IPCC のデフォルト値=0.5)</p> <p>GHG 排出削減量</p> <p>以上から、「オンサイト処理施設の導入」により削減される GHG 排出量 (ER) は ;</p> <p>$ER = BE_{without} - PE_{with}$</p>													
<p>必要データとデータ入手方法</p>	<p>①現地調査が必要なデータ</p> <p>現地調査や報告書により入手するデータは、表 1 のとおりである。なお、オンサイト処理施設利用人口は、オンサイト処理排水量や処理汚泥量に対して直接的に寄与するパラメータである。</p> <p style="text-align: center;">表 1 データ及びデータ入手先等の整理</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">データ</th> <th style="text-align: center;">データ入手先</th> <th style="text-align: center;">データ入手方法</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>家庭排水等の処理施設の流入水質及び流入水量</td> <td rowspan="5" style="text-align: center; vertical-align: middle;">当該施設の設計諸元</td> <td rowspan="5" style="text-align: center; vertical-align: middle;">プロジェクト報告書もしくは既存の類似施設の実績値</td> </tr> <tr> <td>家庭排水等の処理施設の排水水質及び排水量</td> </tr> <tr> <td>家庭排水等の処理施設で使用する電力量</td> </tr> <tr> <td>家庭排水等の処理施設で使用する燃料消費量</td> </tr> <tr> <td>処理汚泥量</td> </tr> <tr> <td>オンサイト処理施設利用人口</td> <td style="text-align: center; vertical-align: middle;">当該国統計書もしくは現地調査</td> <td style="text-align: center; vertical-align: middle;">現地調査もしくは当該国の web 情報より入手</td> </tr> </tbody> </table> <p>②既存のパラメータから選択するもの</p> <p>CH_4 変換係数 (MCF_p) は、「下水処理施設の導入」の表 2 の中から適切なものを選択する。</p> <p>EF_{FF} : 化石燃料の CO_2 排出係数(kg-CO_2/kJ)</p> <p style="text-align: center;"><i>Annex 2</i> を参照</p> <p>EF_{EL} : 電力 CO_2 排出係数(kg-CO_2/kWh)</p>	データ	データ入手先	データ入手方法	家庭排水等の処理施設の流入水質及び流入水量	当該施設の設計諸元	プロジェクト報告書もしくは既存の類似施設の実績値	家庭排水等の処理施設の排水水質及び排水量	家庭排水等の処理施設で使用する電力量	家庭排水等の処理施設で使用する燃料消費量	処理汚泥量	オンサイト処理施設利用人口	当該国統計書もしくは現地調査	現地調査もしくは当該国の web 情報より入手
データ	データ入手先	データ入手方法												
家庭排水等の処理施設の流入水質及び流入水量	当該施設の設計諸元	プロジェクト報告書もしくは既存の類似施設の実績値												
家庭排水等の処理施設の排水水質及び排水量														
家庭排水等の処理施設で使用する電力量														
家庭排水等の処理施設で使用する燃料消費量														
処理汚泥量														
オンサイト処理施設利用人口	当該国統計書もしくは現地調査	現地調査もしくは当該国の web 情報より入手												
<p>前提条件</p>	<p>Without ケースで排水処理に係る電力消費量がないこと</p> <p>Without ケースで排水処理に係る燃料消費量がないこと</p>													

	<p>With ケースの排水処理活動が好気性処理の場合、管理状態は良好と仮定し、CH₄ 変換係数 (MCF_p) を 0 とする。</p> <p>With ケースの排水処理活動が嫌気性処理の場合、消化槽からのリークは無い (P₁=0) ものとする。</p>
<p>留意点</p>	<p>家庭排水等の処理施設の電力消費量や燃料消費量は、一般に調査されていないことが多い。</p> <p>JICA プロジェクト (技術協力事業) の事例は余り多くないと想定される。</p> <p>CDM 方法論では、温度効果 (気温によって有機物の分解スピードが異なる効果)、正味の COD 処理分 (流入水質と排水水質の差を考慮) などを考慮しているが、今回は簡易的な定量化手法の構築を意図しているため、簡略化している。</p>

定量化手法シート

水質汚濁防止分野（工場排水（有機性排水）処理施設の導入）

大分野	環境管理
小分野	水質汚濁防止分野（産業系排水対策）
GHG 削減活動	高濃度の廃棄物を含む排水やスラッジを排出する工場で、排水を嫌気性ラグーン等にて処理しているが、工場排水（有機性排水）処理施設の導入により、CH ₄ 回収や好気性処理に改善することで、GHG の排出抑制の効果が発生する活動である。
GHG 削減効果の有無	1：削減効果あり、2：条件次第で削減効果あり、3：削減効果なし
GHG 削減シナリオ（削減される仕組み）	<p>< Without ケース > 各工場から工場排水が未処理のまま放流され、ラグーン等に滞留している状況である。</p>  <p>< With ケース > 各工場からの工場排水が排水処理施設で処理されている状況である。</p> 

	<p>【水質汚濁防止分野（工場排水（有機性排水）処理施設の導入）によるGHG削減の考え方】</p>
<p>削減量の推計の考え方（推計式）</p>	<p>【考え方】 排水処理プロセス（好気性処理、嫌気性処理）、汚泥処理プロセスからGHGが排出される。さらに、これらのプロセスにおける電力消費や燃料消費によるGHG排出がある。</p> <p>推計式の出典：AMS-III.I “Avoidance of methane production in wastewater treatment through replacement of anaerobic lagoons by aerobic systems”、ACM0014 “Avoided methane emissions from wastewater treatment”及びAM0025 “Avoided emissions from organic waste thorough alternative waste treatment processes”</p> <p>【計算式】 Without ケース 工場排水が未処理のまま放流される状態である。 $BE_{without} =$ 排水の放流に係る電力消費によるGHG排出量 ($BE_{elec, y}$) + 排水の放流に係る燃料消費によるGHG排出量 ($BE_{fuel, on-site, y}$) + 排水処理過程におけるGHG排出量 ($BE_{CH4, w, y}$) $BE_{without} = BE_{CH4, w, y} + BE_{elec, y} + BE_{fuel, on-site, y} + BE_{CH4, w, y}$ <排水処理過程> $BE_{CH4, w, y} = Q_{BOD, y} \times P_{BOD, y} \times B_0 \times MCF_p$ ここで、 $Q_{BOD, y}$: 処理排水量 ($m^3/year$) $P_{BOD, y}$: 排水中のBOD濃度 ($tBOD/m^3$) もしくはCOD濃度 ($tCOD/m^3$) B_0 : 最大CH₄生成能 = 0.60 (kgCH₄/kgBOD) = 0.25 (kgCH₄/kgCOD) MCF_p : CH₄変換係数</p>

	<p>< 電力消費 ></p> $BE_{elec, y} = EC_{EL} \times EF_{EL\ elec}$ <p>ここで、</p> <p>EC_{EL} : 既存の工場排水処理施設の年間電力消費量(kWh/年)</p> <p>EF_{EL} : 電力 CO₂ 排出係数(kg- CO₂/kWh)</p> <p>< 燃料消費 ></p> $BE_{fuel, on-site, y} = EC_{FC} \times EF_{FF}$ <p>ここで、</p> <p>EC_{FC} : 既存の工場排水処理施設の年間エネルギー量(kJ or TOE/年)</p> <p>EF_{FF} : 化石燃料の CO₂ 排出係数(kg- CO₂/kJ)</p> <p>With ケース 1 : 排水処理 (好気性処理) + 汚泥処理</p> $PE_{with} =$ <p style="padding-left: 40px;">排水処理に係る電力消費による GHG 排出量 ($PE_{elec, y}$) +</p> <p style="padding-left: 40px;">排水処理に係る燃料消費による GHG 排出量 ($PE_{fuel, on-site, y}$) +</p> <p style="padding-left: 40px;">排水処理過程における GHG 排出量 ($PE_{CH4, w, y}$) +</p> <p style="padding-left: 40px;">汚泥処理過程における GHG 排出量 ($PE_{s, y}$)</p> <p>< 電力消費 ></p> $PE_{elec, y} = EC_{EL} \times EF_{EL\ elec}$ <p>ここで、</p> <p>EC_{EL} : 工場排水処理施設の年間電力消費量(kWh/年)</p> <p>EF_{EL} : 電力 CO₂ 排出係数(kg- CO₂/kWh)</p> <p>< 燃料消費 ></p> $PE_{fuel, on-site, y} = EC_{FC} \times EF_{FF}$ <p>ここで、</p> <p>EC_{FC} : 工場排水処理施設の年間エネルギー量(kJ or TOE/年)</p> <p>EF_{FF} : 化石燃料の CO₂ 排出係数(kg- CO₂/kJ)</p> <p>< 好気性排水処理 ></p> $PE_{CH4, w, y} = Q_{BOD, y} \times P_{BOD, y} \times B_0 \times MCF_p$ <p>ここで、</p> <p>$Q_{BOD, y}$: 処理排水量 (m³/year)</p> <p>$P_{BOD, y}$: 排水中の BOD 濃度 (tBOD/m³) もしくは COD 濃度 (tCOD/m³)</p> <p>B_0 : 最大 CH₄ 生成能 = 0.60 (kgCH₄/kgBOD) = 0.25 (kgCH₄/kgCOD)</p> <p>MCF_p : CH₄ 変換係数 (= 0.0 : 管理状態が良好な好気性処理)</p> <p>< 汚泥処理 > (好気性処理)</p> $PE_{s, y} = S_y \times DOC_{y, s} \times MCF_{ys} \times DOC_F \times F \times 16/12 \times GWP_{CH4}$
--	--

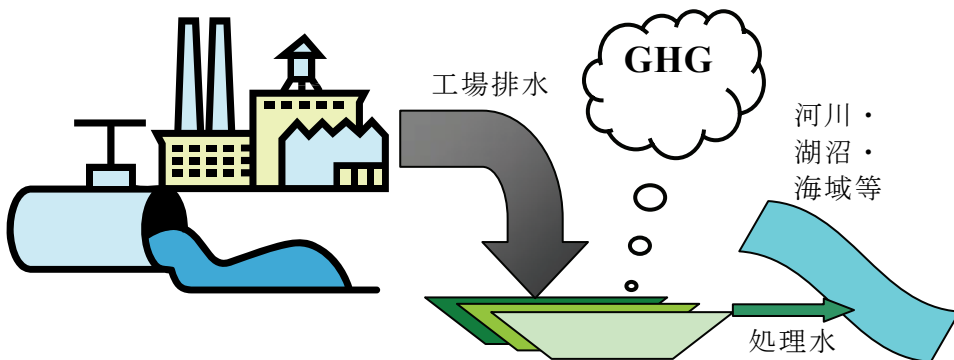
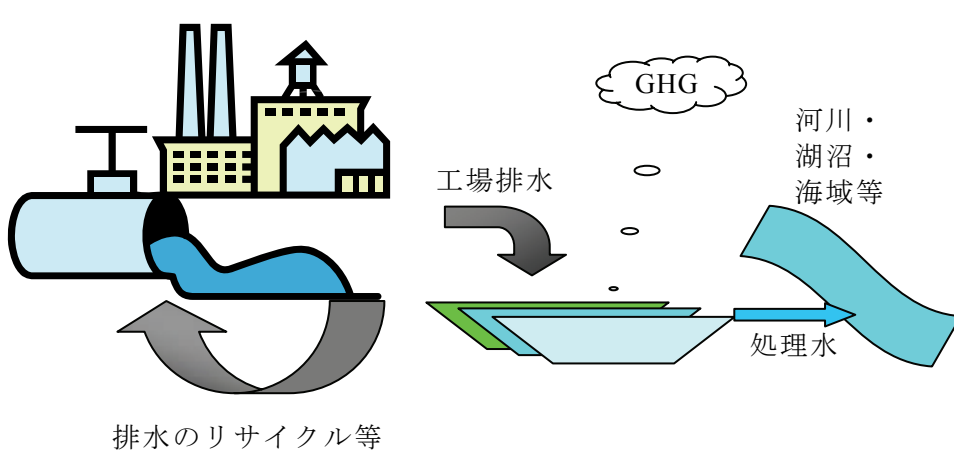
<p>ここで、</p> <p>$PE_{s, y}$: 汚泥処理過程からの CH_4 排出量 (tCO₂/year)</p> <p>S_y : 汚泥量 (ton/year)</p> <p>$DOC_{y, s}$: 分解性有機炭素割合 =0.09 (産業排水のスラッジ)</p> <p>MCF_s : 汚泥を受け入れた埋立地における CH_4 変換係数 (廃棄物管理 (準好気性最終処分場の導入) の表 2-3 もしくは表 2-4 の値を用いる)。</p> <p>DOC_F : バイオガスへ異化する分解性有機炭素の割合 (IPCC のデフォルト値=0.5)</p> <p>F : Landfill gas (LFG)の CH_4 含有率 (IPCC のデフォルト値=0.5)</p> <p>With ケース 2 : 排水処理 (嫌気性処理) + 汚泥処理</p> <p>$PE_{with} =$</p> <p style="padding-left: 20px;">排水処理に係る電力消費による GHG 排出量 ($PE_{elec, y}$) +</p> <p style="padding-left: 20px;">排水処理に係る燃料消費による GHG 排出量 ($PE_{fuel, on-site, y}$) +</p> <p style="padding-left: 20px;">排水処理過程における GHG 排出量 ($PE_{CH_4, w, y}$) +</p> <p style="padding-left: 20px;">汚泥処理過程における GHG 排出量 ($PE_{s, y}$)</p> <p>< 電力消費 ></p> <p>$PE_{elec, y} = EC_{EL} \times EF_{EL\ elec}$</p> <p>ここで、</p> <p>$EC_{EL}$: 工場排水処理施設の年間電力消費量(kWh/年)</p> <p>EF_{EL} : 電力 CO₂ 排出係数(kg- CO₂/kWh)</p> <p>< 燃料消費 ></p> <p>$PE_{fuel, on-site, y} = EC_{FC} \times EF_{FF}$</p> <p>ここで、</p> <p>$EC_{FC}$: 工場排水処理施設の年間エネルギー量(kJ or TOE/年)</p> <p>EF_{FF} : 化石燃料の CO₂ 排出係数(kg- CO₂/kJ)</p> <p>< 嫌気性排水処理 ></p> <p>$PE_{CH_4, w, y} = Q_{BOD, y} \times P_{BOD, y} \times B_0 \times MCF_p$</p> <p>ここで、</p> <p>$Q_{BOD, y}$: 処理排水量 (m³/year)</p> <p>$P_{BOD, y}$: 排水中の BOD 濃度 (tBOD/m³) もしくは COD 濃度 (tCOD/m³)</p> <p>B_0 : 最大 CH_4 生成能 =0.60 (kgCH₄/kgBOD) =0.25 (kgCH₄/kgCOD)</p> <p>MCF_p : CH_4 変換係数 (=0.8 : 嫌気性)</p> <p>< 嫌気性消化 ></p> <p>$PE_{a, y} = P_1 \times M_{a, y} + PE_{a, s, y}$</p>
--

	<p>ここで、</p> <p>P_l : 消化槽からの物理的なリーク。ゼロとみなす。</p> <p>$M_{a,y}$: 生成 CH_4 量 (= $PE_{CH_4, w, y}$)</p> <p>$PE_{a, s, y}$: 排ガス中の CH_4 及び N_2O 量。無視する。</p> <p><汚泥処理> (好気性処理)</p> <p>$PE_{s, y} = S_y \times DOC_{y, s} \times MCF_{ys} \times DOC_F \times F \times 16/12 \times GWP_{CH_4}$</p> <p>ここで、</p> <p>$PE_{s, y}$: 汚泥処理過程からの CH_4 排出量 (tCO₂/year)</p> <p>S_y : 汚泥量 (ton/year)</p> <p>$DOC_{y, s}$: 分解性有機炭素割合 = 0.09 (産業排水のスラッジ)</p> <p>MCF_s : 汚泥を受け入れた埋立地における CH_4 変換係数 (廃棄物管理 (準好気性最終処分場の導入) の表 2 - 3 もしくは表 2 - 4 の値を用いる)。</p> <p>DOC_F : バイオガスへ異化する分解性有機炭素の割合 (IPCC のデフォルト値=0.5)</p> <p>F : Landfill gas (LFG)の CH_4 含有率 (IPCC のデフォルト値=0.5)</p> <p>GHG 排出削減量</p> <p>以上から、「工場排水 (有機性排水) 処理施設の導入」により削減される GHG 排出量 (ER) は ;</p> <p>$ER = BE_{without} - PE_{with}$</p>													
<p>必要データとデータ入手方法</p>	<p>①現地調査が必要なデータ</p> <p>現地調査や報告書により入手するデータは、表 1 のとおりである。なお、工場の生産量は、工場排水 (有機性排水) 処理施設の処理排水量や処理汚泥量に対して直接的に寄与するパラメータである。</p> <p style="text-align: center;">表 1 データ及びデータ入手先等の整理</p> <table border="1" data-bbox="424 1496 1394 1848"> <thead> <tr> <th>データ</th> <th>データ入手先</th> <th>データ入手方法</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>工場排水等の処理施設の流入水質及び流入水量</td> <td rowspan="5">当該施設の設計諸元</td> <td rowspan="5">プロジェクト報告書もしくは既存の類似施設の実績値</td> </tr> <tr> <td>工場排水等の処理施設の排水水質及び排水量</td> </tr> <tr> <td>工場排水等の処理施設で使用する電力量</td> </tr> <tr> <td>工場排水等の処理施設で使用する燃料消費量</td> </tr> <tr> <td>処理汚泥量</td> </tr> <tr> <td>工場の生産量</td> <td>現地調査</td> <td>現地調査</td> </tr> </tbody> </table> <p>②既存のパラメータから選択するもの</p> <p>CH_4 変換係数 (MCF_p) は、「下水処理施設の導入」の表 2 の中から適切なものを選択する。</p>	データ	データ入手先	データ入手方法	工場排水等の処理施設の流入水質及び流入水量	当該施設の設計諸元	プロジェクト報告書もしくは既存の類似施設の実績値	工場排水等の処理施設の排水水質及び排水量	工場排水等の処理施設で使用する電力量	工場排水等の処理施設で使用する燃料消費量	処理汚泥量	工場の生産量	現地調査	現地調査
データ	データ入手先	データ入手方法												
工場排水等の処理施設の流入水質及び流入水量	当該施設の設計諸元	プロジェクト報告書もしくは既存の類似施設の実績値												
工場排水等の処理施設の排水水質及び排水量														
工場排水等の処理施設で使用する電力量														
工場排水等の処理施設で使用する燃料消費量														
処理汚泥量														
工場の生産量	現地調査	現地調査												

	<p>EF_{FF} : 化石燃料の CO₂ 排出係数(kg-CO₂/kJ) <i>Annex 2</i> を参照</p> <p>EF_{EL} : 電力 CO₂ 排出係数(kg-CO₂/kWh) <i>Annex 1</i> を参照</p>
前提条件	<p>With ケースの排水処理活動が好気性処理の場合、管理状態は良好と仮定し、CH₄ 変換係数 (MCF_p) を 0 とする。</p> <p>With ケースの排水処理活動が嫌気性処理の場合、消化槽からのリークは無い (P₁=0) ものとする。</p>
留意点	<p>工場排水処理施設の電力消費量や燃料消費量は、一般に調査されていないことが多い。</p> <p>CDM 方法論では、温度効果 (気温によって有機物の分解スピードが異なる効果)、正味の COD 処理分 (流入水質と排水水質の差を考慮) などを考慮しているが、今回は簡易的な定量化手法の構築を意図しているため、簡略化している。</p>

定量化手法シート

水質汚濁防止分野（クリーナープロダクション（排水処理量の低減））

大分野	環境管理
小分野	水質汚濁防止分野（産業系排水対策）
GHG削減活動	クリーナープロダクションにより、排水量や排水濃度が削減される活動において、排水処理過程からのGHG排出の削減活動である。
GHG削減効果の有無	1：削減効果あり、2：条件次第で削減効果あり、3：削減効果なし
GHG削減シナリオ（削減される仕組み）	<p><Without ケース> 工場から高濃度の排水が大量に放流されている。</p>  <p><With ケース> 工場からの排水量や排水濃度が削減される。</p> 

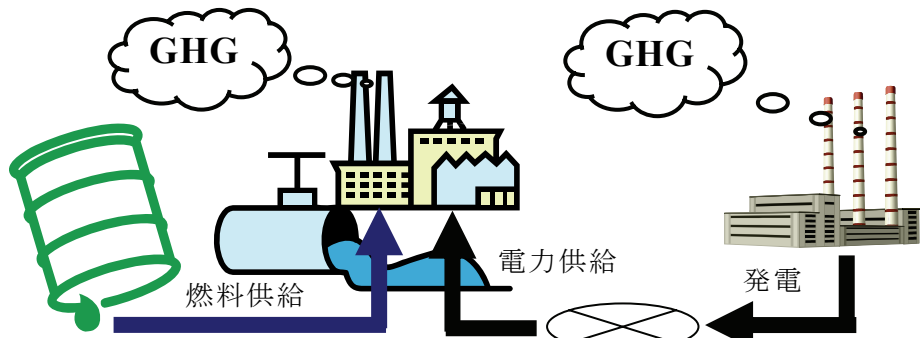
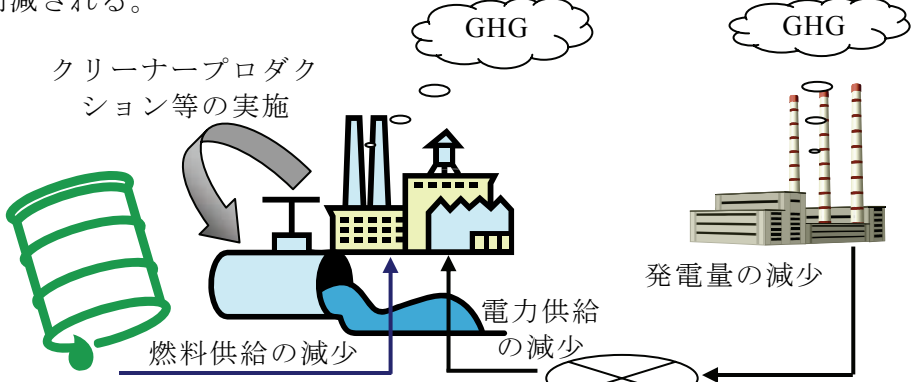
	<p>【水質汚濁防止分野（クリーナープロダクション等の実施による排水量削減）による GHG 削減の考え方】</p> <pre> graph LR A[現状のプロセスのまま製品を製造している状況である] --> B[クリーナープロダクションの導入] B --> C["(原材料の変更、装置・機器の管理・改良及び変更、製法の変更、排水のリサイクル等を想定)"] C --> D[当該工場や施設等における排水量の削減] D --> E[排水量が減少することにより、排水の処理の際に発生する GHG が減少する] </pre>
<p>削減量の推計の考え方（推計式）</p>	<p>【考え方】 排水量や排水濃度が削減されることにより、排水処理過程からの GHG 排出が削減される。</p> <p>推計式の出典：ACM0014 “Avoided methane emissions from wastewater treatment”</p> <p>【計算式】</p> <p>Without ケース</p> $BE_{\text{without}} = Q_{\text{BOD, without, y}} \times P_{\text{BOD, without, y}} \times B_0 \times MCF_p$ <p>ここで、</p> <ul style="list-style-type: none"> $Q_{\text{BOD, without, y}}$: 処理排水量 (m³/year) $P_{\text{BOD, without, y}}$: 排水中の BOD 濃度 (tBOD/m³) もしくは COD 濃度 (tCOD/m³) B_0 : 最大 CH₄ 生成能 = 0.60 (kgCH₄/kgBOD) = 0.25 (kgCH₄/kgCOD) MCF_p : CH₄ 変換係数 (Without と With で同様) <p>With ケース</p> $PE_{\text{with}} = Q_{\text{BOD, with, y}} \times P_{\text{BOD, with, y}} \times B_0 \times MCF_p$ <p>ここで、</p> <ul style="list-style-type: none"> $Q_{\text{BOD, with, y}}$: 処理排水量 (m³/year) $P_{\text{BOD, with, y}}$: 排水中の BOD 濃度 (tBOD/m³) もしくは COD 濃度 (tCOD/m³) B_0 : 最大 CH₄ 生成能 = 0.60 (kgCH₄/kgBOD) = 0.25 (kgCH₄/kgCOD) MCF_p : CH₄ 変換係数 (Without と With で同様) <p>GHG 排出削減量</p> <p>以上から、「クリーナープロダクション（排水量の低減）の導入」により削減される GHG 排出量 (ER) は；</p>

	$ER = BE_{\text{without}} - PE_{\text{with}}$													
必要データとデータ入手方法	<p>現地調査や報告書により入手するデータは、表1のとおりである。なお、従業員数や工場の生産量は、工場の処理排水量に対して直接的に寄与するパラメータである。</p> <p style="text-align: center;">表1 データ及びデータ入手先等の整理</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>データ</th> <th>データ入手先</th> <th>データ入手方法</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>クリーナープロダクション実施前の水質</td> <td rowspan="4">当該施設の設計諸元</td> <td rowspan="4">プロジェクト報告書もしくは既存の類似施設の実績値</td> </tr> <tr> <td>クリーナープロダクション実施前の排水量</td> </tr> <tr> <td>クリーナープロダクション実施後の水質</td> </tr> <tr> <td>クリーナープロダクション実施後の排水量</td> </tr> <tr> <td>従業員数</td> <td rowspan="2">現地調査</td> <td rowspan="2">当該施設へのヒアリング調査</td> </tr> <tr> <td>工場の生産量</td> </tr> </tbody> </table>	データ	データ入手先	データ入手方法	クリーナープロダクション実施前の水質	当該施設の設計諸元	プロジェクト報告書もしくは既存の類似施設の実績値	クリーナープロダクション実施前の排水量	クリーナープロダクション実施後の水質	クリーナープロダクション実施後の排水量	従業員数	現地調査	当該施設へのヒアリング調査	工場の生産量
データ	データ入手先	データ入手方法												
クリーナープロダクション実施前の水質	当該施設の設計諸元	プロジェクト報告書もしくは既存の類似施設の実績値												
クリーナープロダクション実施前の排水量														
クリーナープロダクション実施後の水質														
クリーナープロダクション実施後の排水量														
従業員数	現地調査	当該施設へのヒアリング調査												
工場の生産量														
前提条件	<p>排水量及び排水濃度が削減されるようなクリーナープロダクションが実施される場合に適用可能である。当該クリーナープロダクション事例としては以下のものが想定される。</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ 原材料の変更 ▶ 装置・機器の管理・改良及び変更 ▶ 製法の変更 ▶ 排水のリサイクル 													
留意点	<p>水質汚濁防止分野におけるクリーナープロダクションの導入において、具体的な排水量の削減量や水質のデータを把握するのは困難と想定される。</p>													

定量化手法シート

水質汚濁防止分野並びに大気汚染防止分野

（クリーナープロダクション（燃料消費量・電力消費量の削減））

大分野	環境管理
小分野	水質汚濁防止分野（産業系排水対策） 大気汚染防止分野（固定発生源対策）
GHG削減活動	クリーナープロダクションにおいて、結果として燃料消費量や電力消費量が削減される活動による GHG 排出の削減活動である。
GHG削減効果の有無	1：削減効果あり、2：条件次第で削減効果あり、3：削減効果なし
GHG削減シナリオ（削減される仕組み）	<p><Without ケース> 燃料や電気を大量に消費している状況である。</p>  <p><With ケース> クリーナープロダクション等の実施により燃料消費量や電気消費量が削減される。</p>  <p>【水質汚濁防止分野並びに大気汚染防止分野（クリーナープロダクション等の実施による燃料消費量・電力消費削減）による GHG 削減の考え方】</p> <pre> graph LR A[現状のプロセスのまま製品を製造している状況である] --> B[クリーナープロダクションの導入] B --> C[当該工場や施設等における燃料消費量・電力消費量の削減] C --> D[燃料消費量・電力消費量が減少することにより、燃料や電気の使用の際に発生する GHG が減少する] </pre>

<p>削減量の推計の考え方（推計式）</p>	<p>【考え方】 燃料消費量や電力消費量が削減されることにより、企業活動からの GHG 排出が削減される。</p> <p>推計式の出典：CDM 方法論のツール（燃料消費）”Tool to calculate project or leakage CO₂ emissions from fossil fuel combustion” 推計式の出典：CDM 方法論のツール（電力消費）”Tool to calculate baseline, project and/or leakage emissions from electricity consumption”</p> <p>【計算式】</p> <p><u>Without ケース</u> $BE_{without} = EC_{FC} \times EF_{FF} + EC_{EL} \times EF_{EL}$ ここで、 EC_{EL} : クリーナープロダクション実施前の年間電力消費量(kWh/年) EF_{EL} : 電力 CO₂ 排出係数(kg- CO₂/kWh) EC_{FC} : クリーナープロダクション実施前の年間化石燃料量(kJ or TOE/年) EF_{FF} : 化石燃料の CO₂ 排出係数(kg- CO₂/kJ)</p> <p><u>With ケース</u> $PE_{with} = EC_{FC} \times EF_{FF} + EC_{EL} \times EF_{EL}$ ここで、 EC_{EL} : クリーナープロダクション実施後の年間電力消費量(kWh/年) EF_{EL} : 電力 CO₂ 排出係数(kg- CO₂/kWh) EC_{FC} : クリーナープロダクション実施後の年間化石燃料量(kJ or TOE/年) EF_{FF} : 化石燃料の CO₂ 排出係数(kg- CO₂/kJ)</p> <p><u>GHG 排出削減量</u> 以上から、「クリーナープロダクション（燃料消費量・電力消費量の削減）の導入」により削減される GHG 排出量（ER）は； $ER = BE_{without} - PE_{with}$</p>
<p>必要データとデータ入手方法</p>	<p>①現地調査が必要なデータ 現地調査や報告書により入手するデータは、表 1 のとおりである。なお、従業員数や工場の生産量は、工場の電力消費量やエネルギー消費量</p>

に対して直接的に寄与するパラメータである。

表1 データ及びデータ入手先等の整理

データ	データ入手先	データ入手方法
クリーナープロダクション実施前の年間化石燃料消費量	当該施設的设计諸元	プロジェクト報告書もしくは既存の類似施設の実績値
クリーナープロダクション実施前の年間電力消費量		
クリーナープロダクション実施後の年間化石燃料消費量		
クリーナープロダクション実施後の年間電力消費量		
従業員数	現地調査	当該施設へのヒアリング調査
工場の生産量		

②既存のパラメータから選択するもの

EF_{FF} : 化石燃料の CO₂ 排出係数(kg-CO₂/kJ)

Annex 2 を参照

EF_{EL} : 電力 CO₂ 排出係数(kg-CO₂/kWh)

Annex 1 を参照

前提条件

燃料消費量が削減されるようなクリーナープロダクションが実施される場合に適用可能である。

水質汚濁防止分野のクリーナープロダクション事例としては以下のものが想定される。

- 原材料の変更
- 装置・機器の管理・改良及び変更
- 製法の変更
- 排水のリサイクル

大気汚染防止分野のクリーナープロダクション事例としては以下のものが想定される。

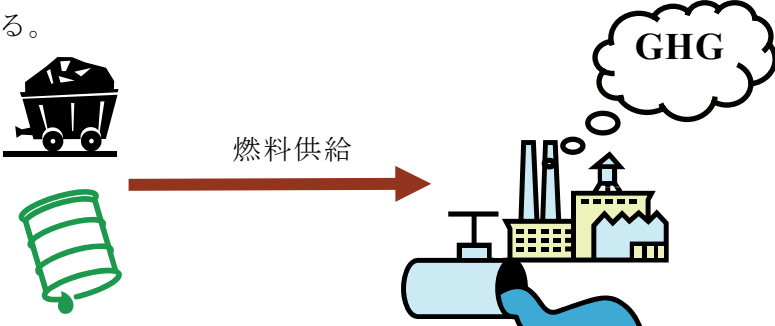
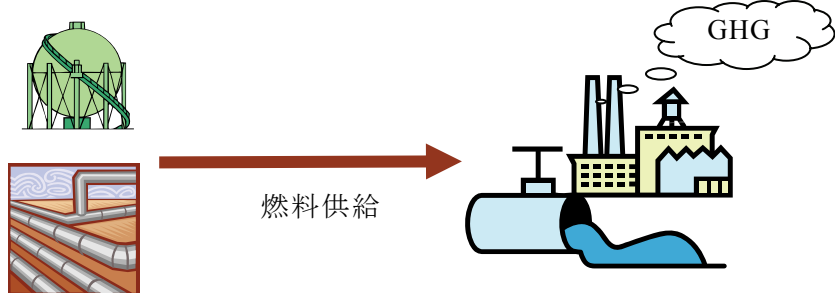
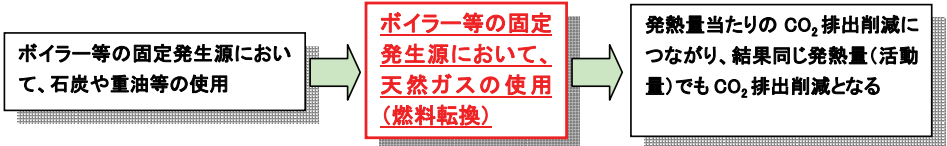
- 低 NO_x 燃焼技術の導入
- 重油バーナーによるエネルギー効率改善
- 排熱回収プロセスの導入
- 省エネプロセスや省エネ機器の導入

留意点

クリーナープロダクションの導入において、具体的なエネルギー消費削減量や電力消費削減量を把握するのは困難と想定される。

定量化手法シート

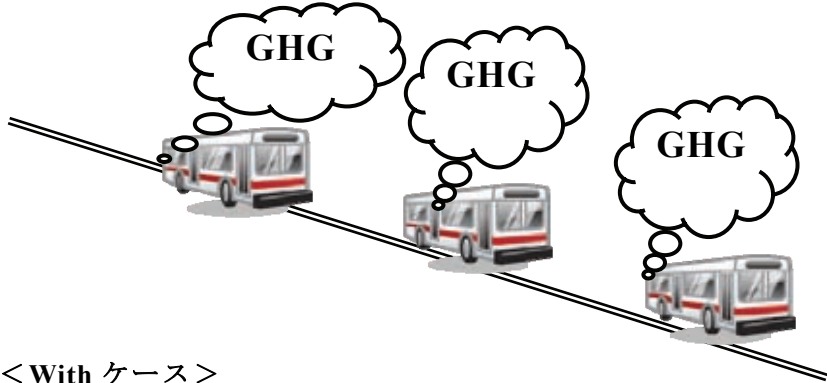
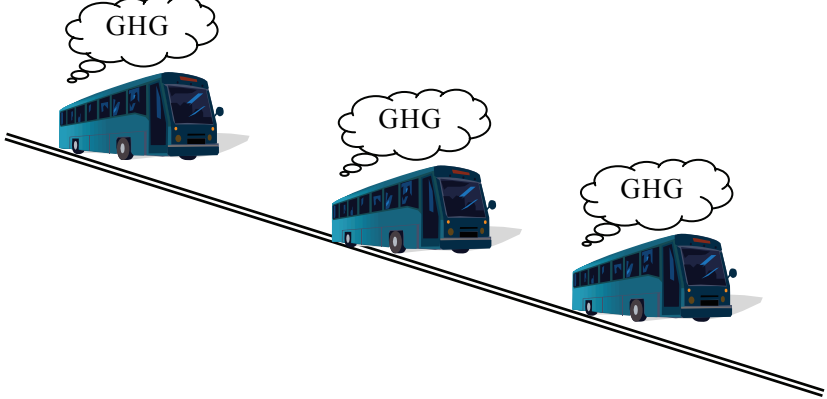
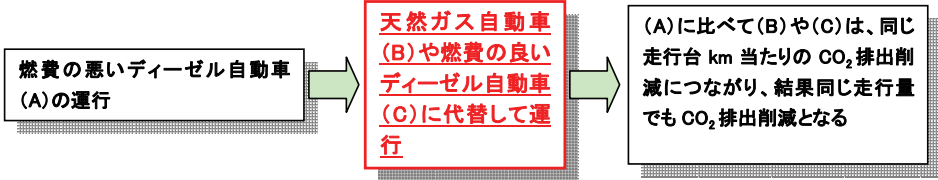
大気汚染防止分野（固定発生源における燃料転換の導入）

大分野	環境管理
小分野	大気汚染防止分野（固定発生源対策）
GHG削減活動	固定発生源において、石炭や重油等の燃料から天然ガスへ燃料転換することによる GHG 削減活動である。
GHG削減効果の有無	1：削減効果あり、2：条件次第で削減効果あり、3：削減効果なし
GHG削減シナリオ（削減される仕組み）	<p><Without ケース> 固定発生源において、燃料として石炭や重油等を使用している状況である。</p>  <p><With ケース> 固定発生源において、燃料として天然ガスを使用している状況である。</p>  <p>【固定発生源による燃料転換の導入による GHG 削減の考え方】</p> 
削減量の推計の考え方（推計式）	<p>【考え方】 燃料転換（低炭素の燃料に変更）により、企業活動からの GHG 排出が削減される。</p> <p>推計式の出典：ACM0009” Consolidated methodology for industrial fuel switching from coal or petroleum fuels to natural gas”及び AMS-III.B. “Switching fossil fuels”</p>

	<p>【計算式】</p> <p><u>Without ケース</u></p> $BE_{\text{without}} = EC_{\text{FC}} \times EF_{\text{FF}}$ <p>ここで、</p> <p>EC_{FC} : プロジェクト実施前の年間化石燃料量(kJ or TOE/年)</p> <p>EF_{FF} : 化石燃料 (石炭や重油等) の CO₂ 排出係数(kg- CO₂/kJ)</p> <p><u>With ケース</u></p> $PE_{\text{with}} = EC_{\text{FC}} \times EF_{\text{FF}}$ <p>ここで、</p> <p>EC_{FC} : プロジェクト実施後の年間天然ガス消費量(kJ or TOE/年)</p> <p>EF_{FF} : 天然ガスの CO₂ 排出係数(kg- CO₂/kJ)</p> <p><u>GHG 排出削減量</u></p> <p>以上から、「固定発生源における燃料転換の導入」により削減される GHG 排出量 (ER) は ;</p> $ER = BE_{\text{without}} - PE_{\text{with}}$									
<p>必要データとデータ入手方法</p>	<p>①現地調査が必要なデータ</p> <p>現地調査や報告書により入手するデータは、表 1 のとおりである。なお、従業員数や工場の生産量は、工場のエネルギー消費量に対して直接的に寄与するパラメータである。</p> <p style="text-align: center;">表 1 データ及びデータ入手先等の整理</p> <table border="1" data-bbox="424 1261 1369 1456"> <thead> <tr> <th>データ</th> <th>データ入手先</th> <th>データ入手方法</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>石炭や重油等及び天然ガスの化石燃料消費量</td> <td>当該施設的设计諸元</td> <td>プロジェクト報告書もしくは既存の類似施設の実績値</td> </tr> <tr> <td>従業員数 工場の生産量</td> <td>現地調査</td> <td>当該施設へのヒアリング調査</td> </tr> </tbody> </table> <p>②既存のパラメータから選択するもの</p> <p>EF_{FF} : 化石燃料の CO₂ 排出係数(kg-CO₂/kJ)</p> <p>Annex 2 を参照</p>	データ	データ入手先	データ入手方法	石炭や重油等及び天然ガスの化石燃料消費量	当該施設的设计諸元	プロジェクト報告書もしくは既存の類似施設の実績値	従業員数 工場の生産量	現地調査	当該施設へのヒアリング調査
データ	データ入手先	データ入手方法								
石炭や重油等及び天然ガスの化石燃料消費量	当該施設的设计諸元	プロジェクト報告書もしくは既存の類似施設の実績値								
従業員数 工場の生産量	現地調査	当該施設へのヒアリング調査								
<p>前提条件</p>	<p>発熱量換算の燃料消費量 (活動量) は、Without ケースと With ケースで同等である。なお、各プロジェクトで独自の値を用いることが望ましい。標準発熱量は各プロジェクト固有 (各国固有) の値を想定しているが、IPCC2006 ガイドラインのデフォルト値の適用可能である。</p> <p>GHG 排出原単位は、IPCC2006 ガイドラインのデフォルト値を用いる。</p>									
<p>留意点</p>	<p>大気汚染防止分野では、SO₂ や NO₂ 等の排出削減量で評価しているため、SO₂ や NO₂ 等の排出係数から燃料消費量を算定する必要がある。</p>									

定量化手法シート

大気汚染防止分野（天然ガス自動車の導入、ディーゼル自動車の新車代替）

大分野	環境管理
小分野	大気汚染防止分野（移動発生源対策）
GHG削減活動	ディーゼル自動車から天然ガス自動車への燃料転換 燃費の悪いディーゼル自動車から燃費の良いディーゼル自動車への新車代替
GHG削減効果の有無	1：削減効果あり、2：条件次第で削減効果あり、3：削減効果なし
GHG削減シナリオ（削減される仕組み）	<p><Without ケース> 旧式のディーゼル自動車（バス）が走行している。GHG 排出量が多い。</p>  <p><With ケース> 天然ガス自動車（バス）もしくは燃費が改善されたディーゼル自動車（バス）が走行している。GHG 排出量が少ない。</p>  <p>【天然ガス自動車の導入、ディーゼル自動車の新車代替による GHG 削減の考え方】</p>  <pre> graph LR A[燃費の悪いディーゼル自動車 (A)の運行] --> B["天然ガス自動車 (B)や燃費の良いディーゼル自動車 (C)に代替して運行"] B --> C["(A)に比べて(B)や(C)は、同じ走行台 km 当たりの CO2 排出削減につながり、結果同じ走行量でも CO2 排出削減となる"] </pre>

削減量の推計の考え方（推計式）	<p>【考え方】 自動車における燃料転換により、走行自動車からの GHG 排出が削減される。</p> <p>推計式の出典：運輸交通分野の道路網整備（全国レベル）と同様の GHG 定量化式を用いる。 <i>Annex 3</i>を参照</p> <p>【計算式】</p> <p><u>Without ケース</u> $BE_{without} = \text{走行台 km} \times \text{燃費 (A)} \times \text{GHG 排出原単位 (ディーゼル)}$ (=対象自動車の燃料消費量 (a) × GHG 排出原単位) $BE_{without} = EC_{FC} \times EF_{FF} \dots\dots\dots \textcircled{1}$式</p> <p>ここで、 EC_{FC} : プロジェクト実施前の対象自動車の燃料消費量(kJ or TOE/年) EF_{FF} : 化石燃料（ディーゼル等）の CO₂ 排出係数(kg- CO₂/kJ)</p> <p><u>With ケース</u> $PE_{with} = \text{走行台 km} \times \text{燃費 (B)} \times \text{GHG 排出原単位 (天然ガス)}$ (=対象自動車の燃料消費量 (b) × GHG 排出原単位) $PE_{with} = EC_{FC} \times EF_{FF} \dots\dots\dots \textcircled{2}$式</p> <p>ここで、 EC_{FC} : プロジェクト実施後の対象自動車の燃料消費量(kJ or TOE/年) EF_{FF} : 化石燃料（天然ガス）の CO₂ 排出係数(kg- CO₂/kJ)</p> <p>$PE_{with} = \text{走行台 km} \times \text{燃費 (C)} \times \text{GHG 排出原単位 (ディーゼル)}$ (=対象自動車の燃料消費量 (c) × GHG 排出原単位) $PE_{with} = EC_{FC} \times EF_{FF} \dots\dots\dots \textcircled{3}$式</p> <p>ここで、 EC_{FC} : プロジェクト実施後の対象自動車の燃料消費量(kJ or TOE/年) EF_{FF} : 化石燃料（ディーゼル）の CO₂ 排出係数(kg- CO₂/kJ)</p>
-----------------	---

	<p>GHG 排出削減量</p> <p>以上から、「天然ガス自動車の導入、ディーゼル自動車の新車代替」により削減される GHG 排出量 (ER) は；</p> <p>$ER = BE_{without} - PE_{with} = \text{①式} - \text{②式}$ (天然ガス自動車の導入)</p> <p>$ER = BE_{without} - PE_{with} = \text{①式} - \text{③式}$ (ディーゼル自動車の新車代替)</p>											
<p>必要データとデータ入手方法</p>	<p>①現地調査が必要なデータ</p> <p>現地調査や報告書により入手するデータは、表 1 のとおりである。なお、バス利用者数は、走行台 km に対して直接的に寄与するパラメータである。</p> <p style="text-align: center;">表 1 データ及びデータ入手先等の整理</p> <table border="1" data-bbox="424 656 1377 1005"> <thead> <tr> <th>データ</th> <th>データ入手先</th> <th>データ入手方法</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>走行台 km</td> <td rowspan="3">当該施設の設計諸元</td> <td rowspan="3">プロジェクト報告書もしくは既存の類似施設の実績値</td> </tr> <tr> <td>燃料種別車種別道路種別の燃費 (燃費 (A)、燃費 (B) 燃費 (C))</td> </tr> <tr> <td>対象自動車の燃料消費量 (燃料消費量 (a)、燃料消費量 (b)、燃料消費量 (c))</td> </tr> <tr> <td>バス利用者数</td> <td>現地調査もしくは当該国統計書</td> <td>当該施設へのヒアリング調査もしくは当該国の web 情報より入手</td> </tr> </tbody> </table> <p>②既存のパラメータから選択するもの</p> <p>EF_{FF} : 化石燃料の CO₂ 排出係数(kg-CO₂/kJ)</p> <p>Annex 2 を参照</p> <p>燃費もしくは自動車の走行台 km</p> <p>Annex 3 を参照</p>	データ	データ入手先	データ入手方法	走行台 km	当該施設の設計諸元	プロジェクト報告書もしくは既存の類似施設の実績値	燃料種別車種別道路種別の燃費 (燃費 (A)、燃費 (B) 燃費 (C))	対象自動車の燃料消費量 (燃料消費量 (a)、燃料消費量 (b)、燃料消費量 (c))	バス利用者数	現地調査もしくは当該国統計書	当該施設へのヒアリング調査もしくは当該国の web 情報より入手
データ	データ入手先	データ入手方法										
走行台 km	当該施設の設計諸元	プロジェクト報告書もしくは既存の類似施設の実績値										
燃料種別車種別道路種別の燃費 (燃費 (A)、燃費 (B) 燃費 (C))												
対象自動車の燃料消費量 (燃料消費量 (a)、燃料消費量 (b)、燃料消費量 (c))												
バス利用者数	現地調査もしくは当該国統計書	当該施設へのヒアリング調査もしくは当該国の web 情報より入手										
<p>前提条件</p>	<p>走行台 km のデータは、Without ケースと With ケースで同等である。なお、各プロジェクトで独自の値を用いることが望ましい。</p> <p>燃費 (A)、燃費 (B)、燃費 (C) は各プロジェクト固有の値を想定しているが、日本における実績値の代替利用を可能とする。Without ケースの燃費 (A) は各プロジェクト固有の値が望ましい。</p> <p>GHG 排出原単位は、IPCC2006 ガイドラインのデフォルト値を用いる。</p>											
<p>留意点</p>	<p>大気汚染防止分野では、SO₂ や NO₂ 等の排出削減量で評価しているため、SO₂ や NO₂ 等の排出係数から燃料消費量を算定する必要がある。</p> <p>GHG 排出量算定式は、大気汚染防止の下記マニュアルにおける自動車からの NO_x 排出量及び PM 排出量の算定式と同じ方程式である。そのため、自動車からの NO_x 排出量及び PM 排出量を算定していれば、GHG 排出量の算定は比較的容易であると想定される。</p>											

推計式の出典：「窒素酸化物総量規制マニュアル〔改訂版〕 環境庁大気保全局大気規制課編 平成 5 年」における 144 ページの自動車からの窒素酸化物排出量算定式の窒素酸化物排出係数を CO₂ 排出係数に変えて推計すればよい。

推計式の出典：「浮遊粒子状物質汚染予測マニュアル 環境庁大気保全局大気規制課監修 1997 年」における 116 ページの自動車からの粒子状物質排出量算定式の粒子状物質排出係数を CO₂ 排出係数に変えて推計すればよい。

計算例

「タイ国酸性雨対策戦略調査」におけるディーゼルバスから天然ガスへの新車代替対策に係る GHG 削減効果について算定した。

バンコク首都圏において、ディーゼルバスから天然ガスバスへの新車代替により、SO_x 及び NO_x の排出削減を実施する対策が示されている。この場合、以下のように GHG 排出削減量を算定することができる。

シナリオ及びアクションプランは表 1 のとおりである。

表 1 シナリオ及びアクションプラン

	シナリオ	アクションプラン
NG1	ディーゼルバスの代わりに天然ガスバスを購入。	ディーゼルバス 17,500 台を 2004 年から 2011 年にかけて天然ガスバスに転換。
NG2	車令 10 年超の老朽化したバスについては天然ガスバスの新車と代替させる。	

報告書によると、具体的なリプレーススケジュールは表 2 のとおりである。リプレーススケジュールから算定される各年の代替バス台数は表 3 のとおりである。

表 2 天然ガスバスのリプレーススケジュール

	2004	2005	2006	2007	2008
NG1	300	600	900	700	900
NG2	500	600	800	1,000	1,200
	2009	2010	2011	Total	
NG1	1,000	700	1,000	6,100	
NG2	1,700	2,300	3,300	11,400	

出典：Main Report の 9-42 ページの Table 9.5.2.4

表 3 導入された天然ガスバスの総台数の経年変化

	2004	2005	2006	2007
NG1	300	900	1,800	2,500
NG2	500	1,100	1,900	2,900
	2008	2009	2010	2011
NG1	3,400	4,400	5,100	6,100
NG2	4,100	5,800	8,100	11,400

燃料消費量のデータは、バスセクターの運営状況より表 4 のように報告されている。

表 4 バスセクターの運営状況

Items	Unit	Data	Source
Service	km/year	324,197,986	BMTA 2001 Annual Report
	km/day	888,762	ditto
	km/bus/day	259	ditto
Fuel Consumption	liter/year	153,073,668	ditto
	liter/day	419,380	ditto
	liter/bus/day	123	ditto
	km/liter	2.10	ditto
Natural Gas	liter/year	2,265,901	ditto
	liter/day	6,208	ditto
	liter/bus/day	178	ditto
	km/liter	1.58	ditto

出典： Supporting Report の 7-5 ページの Table 7.1.1.3

排出係数は、表 5 のように整理できる。なお、天然ガスバスの排出係数は LNG (Liquefied Natural Gas) ベースで算定した。多くの天然ガスバスは CNG (Compressed Natural Gas) であると考えられる。報告書には、排出係数に関する記述がなかったため、表 5 のとおり排出係数を仮定した。

今後、同様なプロジェクトがある場合には、表 4 及び表 5 について、その定義を含めて明記されることが望ましい。

表 5 排出係数等の算定諸元

	排出係数	標準発熱量	密度
ディーゼル	74,100(kgCO ₂ /TJ)	43.0(TJ/kg)	0.8(kg/Nm ³)
天然ガス	56,100(kgCO ₂ /TJ)	48.0(TJ/kg)	0.456(kg/Nm ³)
出典	IPCC2006 ガイドライン		

密度出典；ディーゼル：新・公害防止の技術と法規 2006（183 ページに「密度は 0.80～0.85 g/cm³」と記載）

密度出典；天然ガス：東京ガスサイト（マレーシア産 LNG）

http://www.tokyo-gas.co.jp/encyclopedia/article/article_01.php

代替されるディーゼルバスからの GHG 排出量を表 6（Without ケース）、導入される天然ガスバスからの GHG 排出量を表 7（With ケース）、GHG 排出削減を表 8 に示す。

ディーゼルバス：BE_{without} = 代替バス総量（台）× Fuel Consumption (liter/bus/day) × 365 (year/day) × 43.0(MJ/kg) × 0.8(kg/Nm³) / 1,000,000 (TJ/MJ) × 74,100(kgCO₂/TJ) / 1,000(t/kg)

表 6 Without ケース：代替されるディーゼルバスからの GHG 排出量

単位：(tCO₂/yr)

	2004	2005	2006	2007	2008
NG1	34,308	68,691	102,999	80,102	102,999
NG2	57,205	68,691	91,588	114,410	137,307
合計	91,513	137,382	194,587	194,512	240,306
	2009	2010	2011	Total	
NG1	114,410	80,102	114,410	698,021	
NG2	194,513	263,203	377,614	1,304,531	
合計	308,923	343,305	492,024	2,002,552	

天然ガスバス：PE_{with} = 代替バス総量(台) × Natural Gas (liter/bus/day) × 365 (year/day) × 48.0(MJ/kg) × 0.456(kg/Nm³) / 1,000,000 (TJ/MJ) × 56,100(kgCO₂/TJ) / 1,000(t/kg)

表 7 With ケース：導入される天然ガスバスからの GHG 排出量

単位：(tCO₂/yr)

	2004	2005	2006	2007	2008
NG1	23,955	47,853	71,808	55,820	71,808
NG2	39,887	47,853	63,842	79,774	95,707
合計	63,842	95,706	135,650	135,594	167,515
	2009	2010	2011	Total	
NG1	79,774	55,820	79,774	486,612	
NG2	135,650	183,503	263,277	909,493	
合計	215,424	239,323	343,051	1,396,105	

表 8 天然ガスバス導入による GHG 排出削減試算結果

単位：(tCO₂/yr)

	2004	2005	2006	2007	2008
NG1	10,353	20,838	31,191	24,282	31,191
NG2	17,318	20,838	27,746	34,636	41,600
合計	27,671	41,676	58,937	58,918	72,791
	2009	2010	2011	Total	
NG1	34,636	24,282	34,636	211,409	
NG2	58,863	79,700	114,337	395,038	
合計	93,499	103,982	148,973	606,447	

よって、2004 年から 2011 年までの GHG 排出削減は、27,671~148,973 (tCO₂/year) であり、8 年間の合計は、606,447 (tCO₂/8year) である。また、2011 年以降は、合計 17,500 台のディーゼルバスが天然ガスバスに代替されることになるため、毎年 148,973 (tCO₂/year) の GHG 排出削減が見込まれる。

3.3.5 ケーススタディ

No	プロジェクト名	セクター
5	シリア・アラブ共和国 全国下水道整備計画策定調査	環境管理
6	ドミニカ共和国 サント・ドミンゴ特別区廃棄物総合管理計画調査	環境管理
7	タイ王国酸性雨対策戦略調査	環境管理

ケーススタディ番号	5
プロジェクト名称	シリア・アラブ共和国 全国下水道整備計画策定調査
大分野	環境管理
小分野	水質汚濁防止
プロジェクト概要	<p>【背景】シリアは国土の大半が標高 200～1,000m の砂漠台地で、降水量が少ないため水資源に乏しい。都市部においては地方からの人口流入及び工業化により水不足が深刻である。</p> <p>他方、シリアにおける下水道整備は始まったばかりであり、下水道処理施設を持つ都市は人口の集中する 4 都市のみである。下水道が整備されていても処理施設のない都市が大半で、こうした地域では生活環境の悪化、井戸水や浄水用ダムの水質汚染を招き、井戸の閉鎖や上水用ダムから上水道への供給停止といった事態も生じている。また、オリーブオイル工場などの排水が未処理で河川に放流されており、水質汚濁の大きな要因となっている。こうした下水道及び下水道施設の未整備は、水資源の不足をさらに逼迫させる結果となっている。</p> <p>シリア政府は、住宅・建設省及び地方行政・環境省を中心に水環境の問題に取り組んでおり、上水の供給率が 100%に近い状態に改善されたことを機会に、今後、水源汚濁防止、水資源の有効活用、水のコストリカバリーに重点をおいて下水道及び処理施設の整備を進めていく計画である。</p> <p>【目的】本調査の目的は以下の 4 項目である。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) シリア全国の下水道セクターの既存計画のレビューを行う。 2) 水質汚濁防止並びに保険衛生の改善を目的として、優先度の高い地域の下水道整備マスタープランを策定する。 3) シリア側カウンターパートのトレーニングを兼ねて、Damascus 郊外県においてフィージビリティ調査を実施する。 4) 本調査を通じて、シリア側カウンターパートに対して技術移転を行う。 <p>具体的には、以下の 3 フェーズに分けて調査を行った。</p> <p>フェーズⅠ：シリアにおける水質汚濁対策の現状、シリアにおける下水道セクターの現状調査、開発戦略案等の提言。</p> <p>フェーズⅡ：優先度の高い 4 地域 7 県のマスタープランの策定。</p> <p>フェーズⅢ：Damascus 郊外県におけるパイロットプロジェクトによるフィージビリティスタディの実施。</p> <p>【プロジェクト実施前の概況】シリアにおける下水道整備は開始されたばかりの状況で、下水道処理施設を持つ都市は、人口の集中する 4 都市（Damascus、Aleppo、Homs、Hama）のみである。下水道が整備されていても処理施設のない都市が大半で、こうした地域では生活衛生環境の悪化、井戸水や上水用ダムの水質汚染を招き、井戸の閉鎖や上水用ダムから上水道への供給停止といった事態も発生している。また、オリーブオイル向上などの排水が未処理で河川に放流されており、水質汚濁の大きな要因となっている。</p>

	<p>[プロジェクト実施後の概況] JICA により、下水道整備にかかるマスタープラン作成とフェージビリティスタディが実施された。</p>																																																																																															
<p>シナリオの設定</p>	<p>下水道処理区域における排水が未処理のまま放流される状態（現状）である。</p>																																																																																															
<p>GHG 排出量算定式</p>	<p>GHG 排出量算定式は、表 1 のとおりである。</p> <p style="text-align: center;">表 1 GHG 排出量算定式一覧</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 20%;">コンポーネント</th> <th style="width: 20%;">GHG 排出要素</th> <th style="width: 60%;">備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Without ケース</td> <td>排水処理</td> <td>$PE_{CH_4, w, y} = B_0 \times MCF_p \times Q_{COD, y} \times P_{COD, y}$ MCF_p : 0.5 (Untreated system (Stagnant sewer) を想定)</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">With ケース 排水水処理 (好気性処理)</td> <td>電力消費</td> <td>電力消費量×電力排出係数</td> </tr> <tr> <td>燃料消費</td> <td>燃料消費量×燃料排出係数</td> </tr> <tr> <td>排水処理</td> <td>$PE_{CH_4, w, y} = B_0 \times MCF_p \times Q_{COD, y} \times P_{COD, y} = 0$ なお、MCF_p=0.0 と想定されるため、 $PE_{CH_4, w, y} = 0$ となる。</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">With ケース 排水水処理 (嫌気性処理)</td> <td>電力消費</td> <td>電力消費量×電力排出係数</td> </tr> <tr> <td>燃料消費</td> <td>燃料消費量×燃料排出係数</td> </tr> <tr> <td>排水処理</td> <td>$PE_{CH_4, w, y} = B_0 \times MCF_p \times Q_{COD, y} \times P_{COD, y} = M_{a, y}$ y : 全量回収することを想定。 MCF_p : 0.8 を想定。</td> </tr> <tr> <td>嫌気消化プロセス</td> <td>CH₄ 生成能 (M_{a, y}) ×リーク割合 排ガス (煙突) からの CH₄ 及び N₂O</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">With ケース 汚泥処理</td> <td>電力消費</td> <td>電力消費量×電力排出係数</td> </tr> <tr> <td>燃料消費</td> <td>燃料消費量×燃料排出係数</td> </tr> <tr> <td>汚泥処理</td> <td>$S_{y, s} \times DOC_{y, s} \times MCF_{ys} \times DOC_F \times F \times 16/12 \times GWP_{CH_4}$ (= 発生汚泥量×CH₄ 排出係数 (CH₄ 発生率))</td> </tr> </tbody> </table>	コンポーネント	GHG 排出要素	備考	Without ケース	排水処理	$PE_{CH_4, w, y} = B_0 \times MCF_p \times Q_{COD, y} \times P_{COD, y}$ MCF _p : 0.5 (Untreated system (Stagnant sewer) を想定)	With ケース 排水水処理 (好気性処理)	電力消費	電力消費量×電力排出係数	燃料消費	燃料消費量×燃料排出係数	排水処理	$PE_{CH_4, w, y} = B_0 \times MCF_p \times Q_{COD, y} \times P_{COD, y} = 0$ なお、MCF _p =0.0 と想定されるため、 $PE_{CH_4, w, y} = 0$ となる。	With ケース 排水水処理 (嫌気性処理)	電力消費	電力消費量×電力排出係数	燃料消費	燃料消費量×燃料排出係数	排水処理	$PE_{CH_4, w, y} = B_0 \times MCF_p \times Q_{COD, y} \times P_{COD, y} = M_{a, y}$ y : 全量回収することを想定。 MCF _p : 0.8 を想定。	嫌気消化プロセス	CH ₄ 生成能 (M _{a, y}) ×リーク割合 排ガス (煙突) からの CH ₄ 及び N ₂ O	With ケース 汚泥処理	電力消費	電力消費量×電力排出係数	燃料消費	燃料消費量×燃料排出係数	汚泥処理	$S_{y, s} \times DOC_{y, s} \times MCF_{ys} \times DOC_F \times F \times 16/12 \times GWP_{CH_4}$ (= 発生汚泥量×CH ₄ 排出係数 (CH ₄ 発生率))																																																																		
コンポーネント	GHG 排出要素	備考																																																																																														
Without ケース	排水処理	$PE_{CH_4, w, y} = B_0 \times MCF_p \times Q_{COD, y} \times P_{COD, y}$ MCF _p : 0.5 (Untreated system (Stagnant sewer) を想定)																																																																																														
With ケース 排水水処理 (好気性処理)	電力消費	電力消費量×電力排出係数																																																																																														
	燃料消費	燃料消費量×燃料排出係数																																																																																														
	排水処理	$PE_{CH_4, w, y} = B_0 \times MCF_p \times Q_{COD, y} \times P_{COD, y} = 0$ なお、MCF _p =0.0 と想定されるため、 $PE_{CH_4, w, y} = 0$ となる。																																																																																														
With ケース 排水水処理 (嫌気性処理)	電力消費	電力消費量×電力排出係数																																																																																														
	燃料消費	燃料消費量×燃料排出係数																																																																																														
	排水処理	$PE_{CH_4, w, y} = B_0 \times MCF_p \times Q_{COD, y} \times P_{COD, y} = M_{a, y}$ y : 全量回収することを想定。 MCF _p : 0.8 を想定。																																																																																														
	嫌気消化プロセス	CH ₄ 生成能 (M _{a, y}) ×リーク割合 排ガス (煙突) からの CH ₄ 及び N ₂ O																																																																																														
With ケース 汚泥処理	電力消費	電力消費量×電力排出係数																																																																																														
	燃料消費	燃料消費量×燃料排出係数																																																																																														
	汚泥処理	$S_{y, s} \times DOC_{y, s} \times MCF_{ys} \times DOC_F \times F \times 16/12 \times GWP_{CH_4}$ (= 発生汚泥量×CH ₄ 排出係数 (CH ₄ 発生率))																																																																																														
<p>入力データ一覧</p>	<p>Thawra の下水道計画によると人口及び汚水量の計画諸元は表 2 のとおりである。</p> <p style="text-align: center;">表 2 GHG 定量化対象プロジェクトにおける計画諸元</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>単位</th> <th>2004</th> <th>2010</th> <th>2015</th> <th>2020</th> <th>2025</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>人口</td> <td>人</td> <td>69,425</td> <td>80,300</td> <td>90,700</td> <td>102,400</td> <td>115,600</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">汚水量 原単位</td> <td>日平均</td> <td>LCD</td> <td>129</td> <td>135</td> <td>142</td> <td>148</td> <td>155</td> </tr> <tr> <td>日最大</td> <td>LCD</td> <td>150</td> <td>157</td> <td>165</td> <td>172</td> <td>180</td> </tr> <tr> <td>時間最大</td> <td>L/capita /hour</td> <td>250</td> <td>262</td> <td>275</td> <td>287</td> <td>300</td> </tr> <tr> <td>夏季/冬季</td> <td>%</td> <td>100</td> <td>100</td> <td>100</td> <td>100</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">汚水量</td> <td>日平均</td> <td>M³/day</td> <td>8,953</td> <td>10,873</td> <td>12,866</td> <td>15,186</td> <td>17,889</td> </tr> <tr> <td>日最大</td> <td>M³/day</td> <td>10,397</td> <td>12,627</td> <td>14,942</td> <td>17,636</td> <td>20,775</td> </tr> <tr> <td>時間最大</td> <td>M³/hour</td> <td>17,328</td> <td>21,045</td> <td>24,903</td> <td>29,393</td> <td>34,625</td> </tr> </tbody> </table> <p>注 : LCD = Liter per capita per day</p> <p>流入水質及び放流水質は表 3 のとおりである。</p> <p style="text-align: center;">表 3 流入水質及び放流水質</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th rowspan="2">放流先</th> <th colspan="6">流入水質及び放流基準</th> </tr> <tr> <th>BOD</th> <th>SS</th> <th>NH₃-N</th> <th>NO₃-N</th> <th>T-N</th> <th>T-P</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Influent</td> <td></td> <td>310</td> <td>360</td> <td></td> <td></td> <td>74</td> <td>24</td> </tr> <tr> <td>Effluent Standard</td> <td>Proposed effluent standard</td> <td>40</td> <td>30</td> <td>5</td> <td>50</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	項目	単位	2004	2010	2015	2020	2025	人口	人	69,425	80,300	90,700	102,400	115,600	汚水量 原単位	日平均	LCD	129	135	142	148	155	日最大	LCD	150	157	165	172	180	時間最大	L/capita /hour	250	262	275	287	300	夏季/冬季	%	100	100	100	100	100	汚水量	日平均	M ³ /day	8,953	10,873	12,866	15,186	17,889	日最大	M ³ /day	10,397	12,627	14,942	17,636	20,775	時間最大	M ³ /hour	17,328	21,045	24,903	29,393	34,625		放流先	流入水質及び放流基準						BOD	SS	NH ₃ -N	NO ₃ -N	T-N	T-P	Influent		310	360			74	24	Effluent Standard	Proposed effluent standard	40	30	5	50		
項目	単位	2004	2010	2015	2020	2025																																																																																										
人口	人	69,425	80,300	90,700	102,400	115,600																																																																																										
汚水量 原単位	日平均	LCD	129	135	142	148	155																																																																																									
	日最大	LCD	150	157	165	172	180																																																																																									
	時間最大	L/capita /hour	250	262	275	287	300																																																																																									
夏季/冬季	%	100	100	100	100	100																																																																																										
汚水量	日平均	M ³ /day	8,953	10,873	12,866	15,186	17,889																																																																																									
	日最大	M ³ /day	10,397	12,627	14,942	17,636	20,775																																																																																									
	時間最大	M ³ /hour	17,328	21,045	24,903	29,393	34,625																																																																																									
	放流先	流入水質及び放流基準																																																																																														
		BOD	SS	NH ₃ -N	NO ₃ -N	T-N	T-P																																																																																									
Influent		310	360			74	24																																																																																									
Effluent Standard	Proposed effluent standard	40	30	5	50																																																																																											

計画諸元と提案施設の概要は表 4 のとおりである。

表 4 計画諸元と提案施設の概要

項目	内容
Population	115,600
Daily Average Sewage Flow (m ³ /day)	17,889
Hourly Maximum Sewage Flow (m ³ /day)	34,625
Sludge (kgDS/day)	2,361
Sludge (m ³ /day)	5.9
Moisture content (%)	60
Treatment processes	Existing Wet-land + Primary Setting Tank + Drying Bed
Grit chamber (No. - w × D)	2 - 1.3m×7.5m
Main P (No. - D × power)	5 - φ250mm×11kW
Primary Settling Tank	4 - φ10
Drying Bed	20 - 15m×32m
Required land area (ha)	2.4

注：kgDS は、Dry Sludge（乾燥（汚泥）重量）ベースの kg のことである。

GHG 排出量の算定

Without ケース

$$BE_{\text{without}} = Q_{\text{BOD}, y} \times P_{\text{BOD}, y} \times B_0 \times MCF_p = 607 \text{ (tCH}_4\text{/year)} = \mathbf{12,752 \text{ (tCO}_2\text{/year)}}$$

$Q_{\text{BOD}, y} = 17,889 \text{ (m}^3\text{/day)} \times 365 = 6,529,485 \text{ (m}^3\text{/year)}$ ：排水処理量（日平均排水量を使用）

ここで、

$P_{\text{BOD}, y} = 310 \text{ (mg/l)}$ ：排水中の BOD 濃度（流入水質を適用）

$B_0 = 0.60 \text{ (kgCH}_4\text{/kgBOD)}$ ：最大 CH₄ 生成能

$MCF_p = 0.5$

With ケース

本プロジェクトは、「好気性処理 + Drying Bed + コンポスト化」である。

「好気性処理 + Drying Bed」プロセスの電力消費量及び燃料消費量は不明のため、未算定である。

$$PE_{\text{with}} = PE_{\text{with}, w} + PE_{\text{with}, c} \text{（=水処理プロセス + コンポスト化）}$$

1) 排水処理過程

$$PE_{\text{with}, w} = B_0 \times MCF_p \times Q_{\text{BOD}, y} \times P_{\text{BOD}, y} = 364 \text{ (tCH}_4\text{/year)} = \mathbf{7,651 \text{ (tCO}_2\text{/year)}}$$

$Q_{\text{BOD}, y} = 17,889 \text{ (m}^3\text{/day)} \times 365 = 6,529,485 \text{ (m}^3\text{/year)}$ ：処理排水量（日平均排水量を使用）

$P_{\text{BOD}, y} = 310 \text{ (mg/l)}$ ：排水中の BOD 濃度（流入水質を適用）

$B_0 = 0.60 \text{ (kgCH}_4\text{/kgBOD)}$ ：最大 CH₄ 生成能（デフォルト値）

$MCF_p = 0.3$ （デフォルト値；適切な管理が行われておらず、過負荷な状況と想

	<p>定)</p> <p>2) 汚泥処理過程</p> $PE_{s,y} = S_y \times DOC_{y,s} \times MCF_{ys} \times DOC_F \times F \times 16/12 \times GWP_{CH_4}$ $= 861.8 \times 0.05 \times 0.8 \times 0.5 \times 0.5 \times 16/12 \times 21 = 241 \text{ (tCO}_2\text{/year)}$ <p>ここで、各パラメータは以下のとおり設定した。</p> <p>$PE_{s,y}$: 汚泥処理過程からの CH₄ 排出量 (tCO₂/year)</p> <p>S_y : 発生汚泥量 (ton/year) = 2,361 (kgDS/day) × 365(day/year) × 10⁻³ (ton/kg) = 861.8 (ton/year)</p> <p>$DOC_{y,s}$: 分解性有機炭素割合 = 0.05 (家庭排水のスラッジ)</p> <p>MCF_s : 汚泥を受け入れた埋立地における CH₄ 変換係数 (廃棄物管理 (準好気性最終処分場の導入) の表 2-3 もしくは表 2-4 の値を用いる)。ここでは、0.8 (Unmanaged - deep (> 5m waste) and/or high waste table) を仮定する。</p> <p>DOC_F : バイオガスへ異化する分解性有機炭素の割合 (IPCC のデフォルト値=0.5)</p> <p>F : Landfill gas (LFG)の CH₄ 含有率 (IPCC のデフォルト値=0.5)</p> <p>GHG 排出削減</p> $ER = BE_{\text{without}} - PE_{\text{with}} = 12,752 - (7,651 + 241) = 4,860 \text{ (tCO}_2\text{/year)}$
<p>前提条件および仮定</p>	<p>「好気性処理 + Drying Bed」プロセスの電力消費量及び燃料消費量は不明のため、未算定である。</p> <p>コンポスト化ではなく、汚泥を埋立処分する場合には、「廃棄物管理 (最終処分場)」の定量化手法を用いて GHG 排出量を算定する必要がある。</p>
<p>ケーススタディから得られた教訓</p>	<p>下水処理プロセスにおける電力消費量と燃料消費量について、把握する必要がある。</p> <p>汚泥処理量について、CH₄ の排出量の把握のためには、経年的に把握する必要がある。</p> <p>GHG 削減量の定量化のためには、Without ケースにおける MCF_p の値の把握が重要である。そのためには、Without ケースにおける排水処理の実態把握の調査が必要不可欠である。</p>

ケーススタディ番号	6												
プロジェクト名称	ドミニカ共和国 サント・ドミンゴ特別区廃棄物総合管理計画調査												
大分野	環境管理												
小分野	廃棄物管理												
プロジェクト概要	<p>[背景] ドミニカ共和国 サント・ドミンゴ特別区における廃棄物管理の現況は、表1のとおりである。</p> <p style="text-align: center;">表1 廃棄物管理の現況</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 20%;">廃棄物管理コンポーネント</th> <th>現況</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>収集</td> <td>民間委託業者の収集サービスの行き届いていない地区では、直営で収集している。 収集車が住居前を通過しないことから、住民の31%が収集ポイントまでごみを持っていくと答えている。 収集が不定期・不規則である。 収集サービスはほぼ全域にわたって行き届いていることになっているが、街は清潔ではない。 多くの住民は収集サービスを評価している。 収集システムの改善は廃棄物管理の優先課題である。</td> </tr> <tr> <td>処分</td> <td>特別区で収集されるごみはすべてデュケサ処分場に持ち込まれる。 処分場入口においてトラックスケールで、受け入量が計測されている。 処分場には防水ライナーは敷かれていない。浸出水処理も不適切である。 処分場はある程度覆土はされており、ガス抜き管も設置されている。 デュケサ・コンソーシアムは将来計画を持っているが、処分料の低さや処理場近くに飛行場が建設されるなど、将来にわたる懸念材料が多い。 サント・ドミンゴ特別区や周辺市及び関連諸機関は、デュケサ処分場の使用に関するコンセンサスを得る必要がある。</td> </tr> <tr> <td>減量化</td> <td>ごみ減量化に関する公的な施設はない。 市内の有価物回収により路上のごみ散乱の原因となる。 ウェストピッカーは健康被害を受けている。 ごみ減量化に関する認識は一般住民に普及していない。</td> </tr> <tr> <td>効率性</td> <td>廃棄物管理に係るコストの正確な試算が困難である。 民間委託業者と直営の収集サービスが重複している。 データ管理システムでは財政運営の効率化の評価ができない。</td> </tr> </tbody> </table> <p>[目的] 調査の目的は、表2のとおりである。</p> <p style="text-align: center;">表2 調査の目的</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>2015年を目標年次とした廃棄物総合管理計画の策定を通じて、ドミニカ共和国サント・ドミンゴ特別区の廃棄物管理の実情を把握し、その改善に向けた長期的な方策を明らかにする。</td> </tr> <tr> <td>マスタープランの策定を通して固体廃棄物管理の技術とノウハウを移転する。さらにANDの固体廃棄物管理能力を向上させる</td> </tr> </table>	廃棄物管理コンポーネント	現況	収集	民間委託業者の収集サービスの行き届いていない地区では、直営で収集している。 収集車が住居前を通過しないことから、住民の31%が収集ポイントまでごみを持っていくと答えている。 収集が不定期・不規則である。 収集サービスはほぼ全域にわたって行き届いていることになっているが、街は清潔ではない。 多くの住民は収集サービスを評価している。 収集システムの改善は廃棄物管理の優先課題である。	処分	特別区で収集されるごみはすべてデュケサ処分場に持ち込まれる。 処分場入口においてトラックスケールで、受け入量が計測されている。 処分場には防水ライナーは敷かれていない。浸出水処理も不適切である。 処分場はある程度覆土はされており、ガス抜き管も設置されている。 デュケサ・コンソーシアムは将来計画を持っているが、処分料の低さや処理場近くに飛行場が建設されるなど、将来にわたる懸念材料が多い。 サント・ドミンゴ特別区や周辺市及び関連諸機関は、デュケサ処分場の使用に関するコンセンサスを得る必要がある。	減量化	ごみ減量化に関する公的な施設はない。 市内の有価物回収により路上のごみ散乱の原因となる。 ウェストピッカーは健康被害を受けている。 ごみ減量化に関する認識は一般住民に普及していない。	効率性	廃棄物管理に係るコストの正確な試算が困難である。 民間委託業者と直営の収集サービスが重複している。 データ管理システムでは財政運営の効率化の評価ができない。	2015年を目標年次とした廃棄物総合管理計画の策定を通じて、ドミニカ共和国サント・ドミンゴ特別区の廃棄物管理の実情を把握し、その改善に向けた長期的な方策を明らかにする。	マスタープランの策定を通して固体廃棄物管理の技術とノウハウを移転する。さらにANDの固体廃棄物管理能力を向上させる
廃棄物管理コンポーネント	現況												
収集	民間委託業者の収集サービスの行き届いていない地区では、直営で収集している。 収集車が住居前を通過しないことから、住民の31%が収集ポイントまでごみを持っていくと答えている。 収集が不定期・不規則である。 収集サービスはほぼ全域にわたって行き届いていることになっているが、街は清潔ではない。 多くの住民は収集サービスを評価している。 収集システムの改善は廃棄物管理の優先課題である。												
処分	特別区で収集されるごみはすべてデュケサ処分場に持ち込まれる。 処分場入口においてトラックスケールで、受け入量が計測されている。 処分場には防水ライナーは敷かれていない。浸出水処理も不適切である。 処分場はある程度覆土はされており、ガス抜き管も設置されている。 デュケサ・コンソーシアムは将来計画を持っているが、処分料の低さや処理場近くに飛行場が建設されるなど、将来にわたる懸念材料が多い。 サント・ドミンゴ特別区や周辺市及び関連諸機関は、デュケサ処分場の使用に関するコンセンサスを得る必要がある。												
減量化	ごみ減量化に関する公的な施設はない。 市内の有価物回収により路上のごみ散乱の原因となる。 ウェストピッカーは健康被害を受けている。 ごみ減量化に関する認識は一般住民に普及していない。												
効率性	廃棄物管理に係るコストの正確な試算が困難である。 民間委託業者と直営の収集サービスが重複している。 データ管理システムでは財政運営の効率化の評価ができない。												
2015年を目標年次とした廃棄物総合管理計画の策定を通じて、ドミニカ共和国サント・ドミンゴ特別区の廃棄物管理の実情を把握し、その改善に向けた長期的な方策を明らかにする。													
マスタープランの策定を通して固体廃棄物管理の技術とノウハウを移転する。さらにANDの固体廃棄物管理能力を向上させる													

〔プロジェクト実施後の状況〕 JICA によりマスタープランの策定と、パイロットプロジェクトが実施された。マスタープラン策定に係る共同作業を通じて、カウンターパートに廃棄物管理に係る技術・ノウハウを移転し、サント・ドミンゴ区市役所の廃棄物管理能力の向上を支援する。本開発調査のマスタープランで調査対象とする廃棄物は、都市廃棄物、医療廃棄物である。有害廃棄物、建設廃棄物については、既存の情報収集結果に基づいた一般的提言をした。マスタープランの目標を達成するために、表 3 のような 6 つの基本戦略を提案した。

表 3 基本戦略とアクションプラン

戦略	アクションプラン
1. 法的基盤の整備	基本的ルールの確立
2. 管理組織の強化	ADN 局レベルの連携強化 都市清掃局の組織改革 公社の設立
3. 秩序ある収集サービス市場の確立	収集サービスの類型と定義 収集ルート設計 収集サービス体制の確立 契約監査システムの確立 収集データマネジメントの拡大 AND 直営収集の改革 市民とのコミュニケーション
4. サント・ドミンゴ首都圏自治体間でのコンセンサス形成	現況処分場の運営改善 用地選定 新規中継基地の建設と運営
5. 3Rs の着手と拡大生産者責任の適用	発生抑制 排出抑制 資源回収（コンポスト化）
6. 汚染者負担の原則と貧困層への配慮	収入の増加 支出の削減 貧困層に対する助成

さらにパイロットプロジェクト実施後の状況については表 4 のように整理できる。

表 4 パイロットプロジェクト実施後の状況

廃棄物管理 コンポーネント	現況
収集改善	直営の収集改善プロジェクトにより新サービスに 97%の住民が満足感を表明した。民間業者と共同で収集改善を実施した結果、住民の 93%が収集サービスの品質の向上を確認した。 11%の収集効率向上が図られた。 収集改善マニュアル及び指導管理マニュアルが作成された。 100%対象エリアをカバーするなど、街路清掃が改善された。
環境教育	ワークショップに参加したカウンターパートや教師によって実施された実験クラスも父兄の好評を得た。

<p>シナリオの設定</p>	<p>Without ケース 廃棄物最終処分場にて、衛生管理が行われず、現状のままオープンダンプイングが続ける（ある程度覆土をしておりガス抜き管も設置されているが、管理の程度が不明であることから、オープンダンプイングに近い状態と仮定する）。</p> <p>With ケース 廃棄物最終処分場にて、準好気性の管理が行われ、CH₄の排出が減少する。</p>
<p>GHG 排出量算定式</p>	<p>Without ケースの排出量及び With ケースの排出量はともに、下記の式を用いて排出量を算定する。</p> $BE_{CH_4, SWDS, y} = \varphi \times (1-f) \times GWP_{CH_4} \times (1-OX) \times \frac{16}{12} \times F \times DOC_f \times MCF \times \sum_{x=1}^y \sum_j^n W_{j,x} \times DOC_j \times e^{-k_j(y-x)} \times (1-e^{-k_j})$ <p>ここで φ : 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 : 埋立処分場で回収され別の方法でフレア処理・燃焼・利用される CH₄ 量 F : LFG の CH₄ 含有率（体積分率） DOC_j : 廃棄物タイプ j の分解性有機炭素（DOC）の割合(重量ベース) DOC_f : 分解可能な分解性有機炭素（DOC）割合 MCF : CH₄ 補正係数 GWP_{CH₄} : CH₄ の温暖化係数 OX : 酸化係数 W_{j, x} : ある年 x の有機物タイプ j の廃棄量（単位：トン） k_j : 有機物タイプ j の分解速度（decay rate） j : 廃棄物タイプ x : GHG 削減定量化期間中のある年 y : CH₄ 排出量算定対象年</p> <p>上記各パラメータについて、計算に用いた値を表 5 及び表 6 にまとめた。</p> <p>【計算式】</p> <p>Without ケース 現状の廃棄物最終処分場から発生する CH₄ 量 :</p> $BE_{CH_4, SWDS, y} = \varphi \times (1-f) \times GWP_{CH_4} \times (1-OX) \times \frac{16}{12} \times F \times DOC_f \times MCF \times \sum_{x=1}^y \sum_j^n W_{j,x} \times DOC_j \times e^{-k_j(y-x)} \times (1-e^{-k_j}) \dots \textcircled{1}$

表 5 Without ケースの計算パラメータ

各パラメータ値	備考
$\phi = 0.9$	Without ケース = With ケース
$f = 0$	Without ケース = With ケース
$F = 0.5$	Without ケース = With ケース
DOC_j	Without ケース = With ケース
$DOC_f = 0.5$	Without ケース = With ケース
MCF = 0.8	非管理型—深さ 5m 以上の値（これまで相当量の廃棄物が埋め立てられていることから）
$GWP_{CH_4} = 21$	Without ケース = With ケース
OX = 0.0	非管理型の値（IPCC2006 ガイドラインのデフォルト値；オープンランピングが行われている）
$W_{j, x}$	Without ケース = With ケース
k_j	Without ケース = With ケース
j	Without ケース = With ケース
x	Without ケース = With ケース
y	Without ケース = With ケース

With ケース

準好気性の廃棄物最終処分場から発生する CH₄ 量：

$$PE_{CH_4, SWDS, y} = \phi \times (1 - f) \times GWP_{CH_4} \times (1 - OX) \times \frac{16}{12} \times F \times DOC_f \times MCF \times \sum_{x=1}^y \sum_j W_{j,x} \times DOC_j \times e^{-k_j(y-x)} \times (1 - e^{-k_j}) \dots \textcircled{2}$$

表 6 With ケースの計算パラメータ

各パラメータ値	備考
$\phi = 0.9$	Without ケース = With ケース
$f = 0$	Without ケース = With ケース
$F = 0.5$	Without ケース = With ケース
DOC_j	Without ケース = With ケース
$DOC_f = 0.5$	Without ケース = With ケース
MCF = 0.5	準好気性処分場の値
$GWP_{CH_4} = 21$	Without ケース = With ケース
OX = 0.1	管理型の値
$W_{j, x}$	Without ケース = With ケース
k_j	Without ケース = With ケース
j	Without ケース = With ケース
x	Without ケース = With ケース
y	Without ケース = With ケース

準好気性最終処分場の導入対策実施により削減される GHG 排出量

$$ER = BE - PE$$

入力データ一覧

ドゥケサ処分場を 2015 年まで使用し続ける MP1 を基にして算定された計算結果を以下に示す。報告書により計画埋立量、ごみ質のデータを得た。

使用データ

✓ 計画埋立量

表 7 計画埋立量（MP1、単位 ton/年）

Service type	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	total
Residential	438,320	451,381	450,505	456,071	461,646	460,936	456,224	453,677	449,383	4,078,142
Urban	315,590	324,994	324,364	328,371	332,385	331,874	328,481	326,647	323,555	2,936,262
Marginal	122,730	126,387	126,141	127,700	129,261	129,062	127,743	127,029	125,827	1,141,880
Big generators	26,337	27,122	27,069	27,403	27,738	27,696	27,413	27,260	27,002	245,039
Markets	32,733	33,708	33,643	34,059	34,475	34,422	34,070	33,880	33,559	304,548
Special service	3,762	3,875	3,867	3,915	3,963	3,957	3,916	3,894	3,857	35,006
Sweeping	30,099	30,996	30,936	31,318	31,701	31,652	31,329	31,154	30,859	280,044
Direct haulage	376	387	387	391	396	396	392	389	386	3,501
total	531,627	547,469	546,406	553,157	559,920	559,058	553,343	550,253	545,045	4,946,278

✓ ごみ質調査結果

表 8 ごみ質調査結果（その 1）

Category	Low Income	Middle Income	High Income	Restaurant	Others
Kitchen Waste	51.2%	53.5%	45.7%	52.0%	7.7%
Paper	11.7%	16.9%	22.4%	25.3%	37.8%
Textile	3.0%	3.7%	5.4%	1.2%	17.4%
Grass/Wood/Bamboo	10.5%	5.9%	1.3%	2.3%	0.0%
Plastic	17.9%	8.4%	10.6%	10.3%	10.7%
Rubber/Leather	1.4%	0.0%	0.0%	0.1%	2.6%
Metal	1.9%	1.7%	3.1%	5.9%	9.8%
Bottle/Glass	2.4%	8.0%	8.3%	2.9%	10.7%
Soil/Store/Ceramics	0.0%	1.9%	3.2%	0.0%	3.3%
Others	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

表 9 ごみ質調査結果（その 2）

Category	Institutional	Market	Street Sweeping	Average (1)	Average (2)
Kitchen Waste	51.2%	53.5%	45.7%	37.0%	45.1%
Paper	11.7%	16.9%	22.4%	24.9%	20.6%
Textile	3.0%	3.7%	5.4%	7.2%	5.4%
Grass/Wood/Bamboo	10.5%	5.9%	1.3%	4.3%	4.7%
Plastic	17.9%	8.4%	10.6%	13.0%	11.9%
Rubber/Leather	1.4%	0.0%	0.0%	1.4%	0.7%
Metal	1.9%	1.7%	3.1%	5.9%	3.6%
Bottle/Glass	2.4%	8.0%	8.3%	5.3%	6.4%
Soil/Store/Ceramics	0.0%	1.9%	3.2%	1.1%	1.7%
Others	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

注：Average(1)は、” Restaurant”と” Others”及び” Institutional”の平均値である。
Average(2)は、すべての項目の平均値である。

さらに、所得階級別の廃棄物量についても表 1 0 のように調査している。

表 1 0 所得階級別の一人当たりの廃棄物量

Income Level	Population (%)	Generation Rate (g/person/day)	Weighted Average (g/person/day)	Weighted Average Rate (%)
High Income	10%	1,147.8	114.8	15%
Middle Income	30%	846.9	254.1	33%
Low Income	60%	681.2	408.7	53%
Total	-	-	777.6	

GHG 排出量の算定

年ごとに、廃棄物タイプ別の廃棄物量をサービスの種類別に下記のように算定した。

まず、表 7 の Residential (Urban) 及び Residential (Marginal) を表 1 0 の収入階級別一人当たりの廃棄物量を用いて、廃棄物量を振り分けた。その結果が表 1 1 である。

表 1 1 サービス種類別の廃棄物量の経年変化

Service type	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	total
Urban High Income	46,592	47,980	47,887	48,479	49,071	48,996	48,495	48,224	47,768	433,491
Urban Middle Income	103,127	106,200	105,994	107,303	108,615	108,448	107,339	106,740	105,730	959,496
Urban Low Income	165,871	170,814	170,483	172,589	174,699	174,430	172,647	171,683	170,058	1,543,275
Marginal High Income	18,119	18,659	18,623	18,853	19,083	19,054	18,859	18,754	18,576	168,580
Marginal Middle Income	40,105	41,300	41,220	41,729	42,239	42,174	41,743	41,510	41,117	373,137
Marginal Low Income	64,506	66,428	66,299	67,118	67,938	67,834	67,141	66,765	66,134	600,162
Big generators	26,337	27,122	27,069	27,403	27,738	27,696	27,413	27,260	27,002	245,039
Markets	32,733	33,708	33,643	34,059	34,475	34,422	34,070	33,880	33,559	304,548
Special service	3,762	3,875	3,867	3,915	3,963	3,957	3,916	3,894	3,857	35,006
Sweeping	30,099	30,996	30,936	31,318	31,701	31,652	31,329	31,154	30,859	280,044
Direct haulage	376	387	387	391	396	396	392	389	386	3,501
total	531,627	547,469	546,406	553,157	559,920	559,058	553,343	550,253	545,045	4,946,278

表 8、表 9 及び表 1 1 を用いて、各サービス種類別に、廃棄物タイプ別の廃棄物量を算定した。表 1 2 から表 1 4 が収入階級別の廃棄物量の経年変化である。

表 1 2 Low Income の廃棄物タイプ別の廃棄物量の経年変化

Low Income	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	total
Kitchen Waste	117,953	121,468	121,232	122,730	124,230	124,039	122,771	122,085	120,930	1,097,438
Paper	26,954	27,757	27,703	28,046	28,389	28,345	28,055	27,898	27,634	250,781
Textile	6,911	7,117	7,103	7,191	7,279	7,268	7,194	7,153	7,086	64,302
Grass/Wood/Bamboo	24,190	24,910	24,862	25,169	25,477	25,438	25,178	25,037	24,800	225,061
Plastic	41,237	42,466	42,384	42,908	43,432	43,365	42,922	42,682	42,278	383,674
Rubber/Leather	3,225	3,321	3,315	3,356	3,397	3,392	3,357	3,338	3,307	30,008
Metal	4,377	4,508	4,499	4,554	4,610	4,603	4,556	4,531	4,488	40,726
Bottle/Glass	5,529	5,694	5,683	5,753	5,823	5,814	5,755	5,723	5,669	51,443
Soil/Store/Ceramics	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Others	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	230,376	237,241	236,781	239,707	242,637	242,264	239,788	238,447	236,192	2,143,433

表 1 3 Middle Income の廃棄物タイプ別の廃棄物量の経年変化

Middle Income	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	total
Kitchen Waste	76,629	78,913	78,759	79,732	80,707	80,583	79,759	79,314	78,563	712,959
Paper	24,206	24,928	24,879	25,186	25,494	25,455	25,195	25,054	24,817	225,214
Textile	5,300	5,458	5,447	5,514	5,582	5,573	5,516	5,485	5,433	49,308
Grass/Wood/Bamboo	8,451	8,703	8,686	8,793	8,900	8,887	8,796	8,747	8,664	78,627
Plastic	12,031	12,390	12,366	12,519	12,672	12,652	12,523	12,453	12,335	111,941
Rubber/Leather	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Metal	2,435	2,508	2,503	2,534	2,565	2,561	2,534	2,520	2,496	22,656
Bottle/Glass	11,459	11,800	11,777	11,923	12,068	12,050	11,927	11,860	11,748	106,612
Soil/Store/Ceramics	2,721	2,803	2,797	2,832	2,866	2,862	2,833	2,817	2,790	25,321
Others	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	143,232	147,503	147,214	149,033	150,854	150,623	149,083	148,250	146,846	1,332,638

表 1 4 High Income の廃棄物タイプ別の廃棄物量の経年変化

High Income	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	total
Kitchen Waste	29,573	30,454	30,395	30,771	31,146	31,099	30,781	30,609	30,319	275,147
Paper	14,495	14,927	14,898	15,082	15,266	15,243	15,087	15,003	14,861	134,862
Textile	3,494	3,599	3,592	3,636	3,680	3,675	3,637	3,617	3,583	32,513
Grass/Wood/Bamboo	841	866	865	875	886	885	876	871	862	7,827
Plastic	6,859	7,064	7,050	7,137	7,224	7,213	7,140	7,100	7,032	63,819
Rubber/Leather	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Metal	2,006	2,066	2,062	2,087	2,113	2,110	2,088	2,076	2,057	18,665
Bottle/Glass	5,371	5,531	5,520	5,589	5,657	5,648	5,590	5,559	5,507	49,972
Soil/Store/Ceramics	2,071	2,132	2,128	2,155	2,181	2,178	2,155	2,143	2,123	19,266
Others	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	64,710	66,639	66,510	67,332	68,153	68,051	67,354	66,978	66,344	602,071

大口排出者 (Big generators) に対応するごみ質のデータがなかったため、表 9 の Average(1) (” Restaurant” と” Others” 及び” Institutional” の平均値) を用いた。

表 1 5 Big generators の廃棄物タイプ別の廃棄物量の経年変化

Big generators	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	total
Kitchen Waste	9,737	10,027	10,007	10,131	10,255	10,239	10,135	10,078	9,983	90,592
Paper	6,566	6,762	6,748	6,832	6,915	6,905	6,834	6,796	6,732	61,090
Textile	1,896	1,953	1,949	1,973	1,997	1,994	1,974	1,963	1,944	17,643
Grass/Wood/Bamboo	1,125	1,158	1,156	1,170	1,184	1,183	1,171	1,164	1,153	10,464
Plastic	3,416	3,518	3,511	3,554	3,598	3,592	3,555	3,536	3,502	31,782
Rubber/Leather	361	372	371	375	380	379	376	373	370	3,357
Metal	1,546	1,592	1,589	1,609	1,628	1,626	1,609	1,600	1,585	14,384
Bottle/Glass	1,404	1,446	1,443	1,461	1,478	1,476	1,461	1,453	1,439	13,061
Soil/Store/Ceramics	290	298	298	301	305	305	302	300	297	2,696
Others	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	26,341	27,126	27,072	27,406	27,740	27,699	27,417	27,263	27,005	245,069

表 1 6 Market の廃棄物タイプ別の廃棄物量の経年変化

Market	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	total
Kitchen Waste	17,512	18,034	17,999	18,222	18,444	18,416	18,227	18,126	17,954	162,934
Paper	5,532	5,697	5,686	5,756	5,826	5,817	5,758	5,726	5,671	51,469
Textile	1,211	1,247	1,245	1,260	1,276	1,274	1,261	1,254	1,242	11,270
Grass/Wood/Bamboo	1,931	1,989	1,985	2,009	2,034	2,031	2,010	1,999	1,980	17,968
Plastic	2,750	2,831	2,826	2,861	2,896	2,891	2,862	2,846	2,819	25,582
Rubber/Leather	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Metal	556	573	572	579	586	585	579	576	571	5,177
Bottle/Glass	2,619	2,697	2,691	2,725	2,758	2,754	2,726	2,710	2,685	24,365
Soil/Store/Ceramics	622	640	639	647	655	654	647	644	638	5,786
Others	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	32,733	33,708	33,643	34,059	34,475	34,422	34,070	33,881	33,560	304,551

表 1 7 Street Sweeping の廃棄物タイプ別の廃棄物量の経年変化

Street Sweeping	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	total
Kitchen Waste	13,755	14,165	14,138	14,312	14,487	14,465	14,317	14,237	14,103	127,979
Paper	6,742	6,943	6,930	7,015	7,101	7,090	7,018	6,978	6,912	62,729
Textile	1,625	1,674	1,671	1,691	1,712	1,709	1,692	1,682	1,666	15,122
Grass/Wood/Bamboo	391	403	402	407	412	411	407	405	401	3,639
Plastic	3,190	3,286	3,279	3,320	3,360	3,355	3,321	3,302	3,271	29,684
Rubber/Leather	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Metal	933	961	959	971	983	981	971	966	957	8,682
Bottle/Glass	2,498	2,573	2,568	2,599	2,631	2,627	2,600	2,586	2,561	23,243
Soil/Store/Ceramics	963	992	990	1,002	1,014	1,013	1,003	997	987	8,961
Others	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	30,097	30,997	30,937	31,317	31,700	31,651	31,329	31,153	30,858	280,039

特別収集 (Special service) は、一般家庭から不定期に排出される剪定ごみ、建設廃材、家具などを対象としたサービスであるため、” Grass/Wood/Bamboo ” とみなした。

表 1 8 Special service の廃棄物タイプ別の廃棄物量の経年変化

Special service	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	total
Kitchen Waste	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Paper	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Textile	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Grass/Wood/Bamboo	3,762	3,875	3,867	3,915	3,963	3,957	3,916	3,894	3,857	35,006
Plastic	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rubber/Leather	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Metal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bottle/Glass	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Soil/Store/Ceramics	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Others	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	3,762	3,875	3,867	3,915	3,963	3,957	3,916	3,894	3,857	35,006

直接投棄については、表 9 の Average(2) (すべての項目の平均値) を用いて算定した。

表 1 9 Direct haulage の廃棄物タイプ別の廃棄物量の経年変化

Direct haulage	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	total
Kitchen Waste	169	174	174	176	178	178	177	175	174	1,575
Paper	78	80	80	81	82	82	81	80	80	724
Textile	20	21	21	21	21	21	21	21	21	188
Grass/Wood/Bamboo	18	18	18	18	19	19	18	18	18	164
Plastic	45	46	46	46	47	47	46	46	46	415
Rubber/Leather	3	3	3	3	3	3	3	3	3	27
Metal	14	14	14	14	14	14	14	14	14	126
Bottle/Glass	24	25	25	25	25	25	25	25	25	224
Soil/Store/Ceramics	6	7	7	7	7	7	7	7	7	62
Others	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	377	388	388	391	396	396	392	389	388	3,505

以上をすべて合わせると、次のとおりである。

表 2 0 全廃棄物量の廃棄物タイプ別の廃棄物量の経年変化

Total	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	total
Kitchen Waste	265,328	273,235	272,704	276,074	279,447	279,019	276,167	274,624	272,026	2,468,624
Paper	84,573	87,094	86,924	87,998	89,073	88,937	88,028	87,535	86,707	786,869
Textile	20,457	21,069	21,028	21,286	21,547	21,514	21,295	21,175	20,975	190,346
Grass/Wood/Bamboo	40,709	41,922	41,841	42,356	42,875	42,811	42,372	42,135	41,735	378,756
Plastic	69,528	71,601	71,462	72,345	73,229	73,115	72,369	71,965	71,283	646,897
Rubber/Leather	3,589	3,696	3,689	3,734	3,780	3,774	3,736	3,714	3,680	33,392
Metal	11,867	12,222	12,198	12,348	12,499	12,480	12,351	12,283	12,168	110,416
Bottle/Glass	28,904	29,766	29,707	30,075	30,440	30,394	30,084	29,916	29,634	268,920
Soil/Store/Ceramics	6,673	6,872	6,859	6,944	7,028	7,019	6,947	6,908	6,842	62,092
Others	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	531,628	547,477	546,412	553,160	559,918	559,063	553,349	550,255	545,050	4,946,312

FOD に導入するために、表 2 0 を表 2 1 のように再整理する。

表 2 1 廃棄物タイプ別の廃棄物量の経年変化

FOD導入用整理	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	total
木質等	40,709	41,922	41,841	42,356	42,875	42,811	42,372	42,135	41,735	378,756
紙等	84,573	87,094	86,924	87,998	89,073	88,937	88,028	87,535	86,707	786,869
食品等	265,328	273,235	272,704	276,074	279,447	279,019	276,167	274,624	272,026	2,468,624
繊維等	20,457	21,069	21,028	21,286	21,547	21,514	21,295	21,175	20,975	190,346
公園等	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
不活性	120,561	124,157	123,915	125,446	126,976	126,782	125,487	124,786	123,607	1,121,717
合計	531,628	547,477	546,412	553,160	559,918	559,063	553,349	550,255	545,050	4,946,312

(1) Without ケースの計算

衛生管理（準好気性処理）を開始する 2007 年から GHG 削減が生じるとして、Without ケースについて 2015 年を対象として試算を行った結果、**BE_{Without}=162,684 (tCO₂/year)**が得られた。

Without ケースの GHG 排出量算定結果

Without ケース

y	x		W _{j,x}	DOC _j	y-x	k _j	-k(y-x)	exp(-k(y-x))	exp(-k _j)	1-exp(-k _j)	(1)×(2)×(3)×(4)		
			(1)	(2)				(3)		(4)			
2015	2007	木質等	40.709	0.43	8	0.020	-0.160	0.852144	0.9801987	0.019801	295.37		
2015	2007	紙等	84.573	0.40	8	0.040	-0.320	0.726149	0.9607894	0.039211	963.21		
2015	2007	食品等	265.328	0.15	8	0.060	-0.480	0.618783	0.9417645	0.058235	1434.17		
2015	2007	繊維等	20.457	0.24	8	0.040	-0.320	0.726149	0.9607894	0.039211	139.79		
2015	2007	公園等	0	0.20	8	0.050	-0.400	0.670320	0.9512294	0.048771	0.00		
2015	2007	不活性	120.561	0.00	8	0.000	0.000	1.000000	1	0	0.00		
y	x		W _{j,x}	DOC _j	y-x	k _j	-k(y-x)	exp(-k(y-x))	exp(-k _j)	1-exp(-k _j)	(1)×(2)×(3)×(4)		
2015	2008	木質等	41.922	0.43	7	0.020	-0.140	0.869358	0.9801987	0.019801	310.32		
2015	2008	紙等	87.094	0.40	7	0.040	-0.280	0.755784	0.9607894	0.039211	1032.40		
2015	2008	食品等	273.235	0.15	7	0.060	-0.420	0.657047	0.9417645	0.058235	1568.24		
2015	2008	繊維等	21.069	0.24	7	0.040	-0.280	0.755784	0.9607894	0.039211	149.85		
2015	2008	公園等	0	0.20	7	0.050	-0.350	0.704688	0.9512294	0.048771	0.00		
2015	2008	不活性	124.157	0.00	7	0.000	0.000	1.000000	1	0	0.00		
y	x		W _{j,x}	DOC _j	y-x	k _j	-k(y-x)	exp(-k(y-x))	exp(-k _j)	1-exp(-k _j)	(1)×(2)×(3)×(4)		
2015	2009	木質等	41.841	0.43	6	0.020	-0.120	0.886920	0.9801987	0.019801	315.97		
2015	2009	紙等	86.924	0.40	6	0.040	-0.240	0.786628	0.9607894	0.039211	1072.44		
2015	2009	食品等	272.704	0.15	6	0.060	-0.360	0.697676	0.9417645	0.058235	1661.97		
2015	2009	繊維等	21.028	0.24	6	0.040	-0.240	0.786628	0.9607894	0.039211	155.66		
2015	2009	公園等	0	0.20	6	0.050	-0.300	0.740818	0.9512294	0.048771	0.00		
2015	2009	不活性	123.915	0.00	6	0.000	0.000	1.000000	1	0	0.00		
y	x		W _{j,x}	DOC _j	y-x	k _j	-k(y-x)	exp(-k(y-x))	exp(-k _j)	1-exp(-k _j)	(1)×(2)×(3)×(4)		
2015	2010	木質等	42.356	0.43	5	0.020	-0.100	0.904837	0.9801987	0.019801	326.32		
2015	2010	紙等	87.998	0.40	5	0.040	-0.200	0.818731	0.9607894	0.039211	1130.00		
2015	2010	食品等	276.074	0.15	5	0.060	-0.300	0.740818	0.9417645	0.058235	1786.55		
2015	2010	繊維等	21.286	0.24	5	0.040	-0.200	0.818731	0.9607894	0.039211	164.00		
2015	2010	公園等	0	0.20	5	0.050	-0.250	0.778801	0.9512294	0.048771	0.00		
2015	2010	不活性	125.446	0.00	5	0.000	0.000	1.000000	1	0	0.00		
y	x		W _{j,x}	DOC _j	y-x	k _j	-k(y-x)	exp(-k(y-x))	exp(-k _j)	1-exp(-k _j)	(1)×(2)×(3)×(4)		
2015	2011	木質等	42.875	0.43	4	0.020	-0.080	0.923116	0.9801987	0.019801	336.99		
2015	2011	紙等	89.073	0.40	4	0.040	-0.160	0.852144	0.9607894	0.039211	1190.48		
2015	2011	食品等	279.447	0.15	4	0.060	-0.240	0.786628	0.9417645	0.058235	1920.20		
2015	2011	繊維等	21.547	0.24	4	0.040	-0.160	0.852144	0.9607894	0.039211	172.79		
2015	2011	公園等	0	0.20	4	0.050	-0.200	0.818731	0.9512294	0.048771	0.00		
2015	2011	不活性	126.976	0.00	4	0.000	0.000	1.000000	1	0	0.00		
y	x		W _{j,x}	DOC _j	y-x	k _j	-k(y-x)	exp(-k(y-x))	exp(-k _j)	1-exp(-k _j)	(1)×(2)×(3)×(4)		
2015	2012	木質等	42.811	0.43	3	0.020	-0.060	0.941765	0.9801987	0.019801	343.29		
2015	2012	紙等	88.937	0.40	3	0.040	-0.120	0.886920	0.9607894	0.039211	1237.17		
2015	2012	食品等	279.019	0.15	3	0.060	-0.180	0.835270	0.9417645	0.058235	2035.82		
2015	2012	繊維等	21.514	0.24	3	0.040	-0.120	0.886920	0.9607894	0.039211	179.56		
2015	2012	公園等	0	0.20	3	0.050	-0.150	0.860708	0.9512294	0.048771	0.00		
2015	2012	不活性	126.782	0.00	3	0.000	0.000	1.000000	1	0	0.00		
y	x		W _{j,x}	DOC _j	y-x	k _j	-k(y-x)	exp(-k(y-x))	exp(-k _j)	1-exp(-k _j)	(1)×(2)×(3)×(4)		
2015	2013	木質等	42.372	0.43	2	0.020	-0.040	0.960789	0.9801987	0.019801	346.63		
2015	2013	紙等	88.028	0.40	2	0.040	-0.080	0.923116	0.9607894	0.039211	1274.50		
2015	2013	食品等	276.167	0.15	2	0.060	-0.120	0.886920	0.9417645	0.058235	2139.61		
2015	2013	繊維等	21.295	0.24	2	0.040	-0.080	0.923116	0.9607894	0.039211	184.99		
2015	2013	公園等	0	0.20	2	0.050	-0.100	0.904837	0.9512294	0.048771	0.00		
2015	2013	不活性	125.487	0.00	2	0.000	0.000	1.000000	1	0	0.00		
y	x		W _{j,x}	DOC _j	y-x	k _j	-k(y-x)	exp(-k(y-x))	exp(-k _j)	1-exp(-k _j)	(1)×(2)×(3)×(4)		
2015	2014	木質等	42.135	0.43	1	0.020	-0.020	0.980199	0.9801987	0.019801	351.66		
2015	2014	紙等	87.535	0.40	1	0.040	-0.040	0.960789	0.9607894	0.039211	1319.09		
2015	2014	食品等	274.624	0.15	1	0.060	-0.060	0.941765	0.9417645	0.058235	2259.23		
2015	2014	繊維等	21.175	0.24	1	0.040	-0.040	0.960789	0.9607894	0.039211	191.45		
2015	2014	公園等	0	0.20	1	0.050	-0.050	0.951229	0.9512294	0.048771	0.00		
2015	2014	不活性	124.786	0.00	1	0.000	0.000	1.000000	1	0	0.00		
y	x		W _{j,x}	DOC _j	y-x	k _j	-k(y-x)	exp(-k(y-x))	exp(-k _j)	1-exp(-k _j)	(1)×(2)×(3)×(4)		
2015	2015	木質等	41.735	0.43	0	0.020	0.000	1.000000	0.9801987	0.019801	355.36		
2015	2015	紙等	86.707	0.40	0	0.040	0.000	1.000000	0.9607894	0.039211	1359.93		
2015	2015	食品等	272.026	0.15	0	0.060	0.000	1.000000	0.9417645	0.058235	2376.23		
2015	2015	繊維等	20.975	0.24	0	0.040	0.000	1.000000	0.9607894	0.039211	197.39		
2015	2015	公園等	0	0.20	0	0.050	0.000	1.000000	0.9512294	0.048771	0.00		
2015	2015	不活性	123.607	0.00	0	0.000	0.000	1.000000	1	0	0.00		
											Σ	32278.65	
φ	f	1-f	GWP	OX	1-OX	16/12	F	DOCf	MCF	(5)×(6)×(7)×(8)×(9)×(10)×(11)×(12)			
(5)		(6)	(7)		(8)	(9)	(10)	(11)	(12)				
0.9	0	1	21	0.00	1	1.333333	0.5	0.5	0.8	5.04			
メタン利用無し											非管理型	非管理-5m以上	
											Without ケース	CH4 (tCOe)	162,684

(2) With ケースの計算

衛生管理 (準好気性処理) を開始する 2007 年から GHG 削減が生じるとして、With ケースについて 2015 年を対象として試算を行った結果、 $PE_{With}=91,510$ (tCO₂/ year) が得られた。

With ケースの排出量算定結果

With ケース

y	x		W _{i,x}	DOC _i	y-x	k _i	-k(y-x)	exp(-k(y-x))	exp(-k _i)	1-exp(-k _i)	(1)×(2)×(3)×(4)
			①	②				③		④	
2015	2007	木質等	40,709	0.43	8	0.020	-0.160	0.852144	0.980199	0.019801	295.37
2015	2007	紙等	84,573	0.40	8	0.040	-0.320	0.726149	0.960789	0.039211	963.21
2015	2007	食品等	265,328	0.15	8	0.060	-0.480	0.618783	0.941765	0.058235	1434.17
2015	2007	繊維等	20,457	0.24	8	0.040	-0.320	0.726149	0.960789	0.039211	139.79
2015	2007	公園等	0	0.20	8	0.050	-0.400	0.670320	0.951229	0.048771	0.00
2015	2007	不活性	120,561	0.00	8	0.000	0.000	1.000000		1	0.00
2015	2008	木質等	41,922	0.43	7	0.020	-0.140	0.869358	0.980199	0.019801	310.32
2015	2008	紙等	87,094	0.40	7	0.040	-0.280	0.755784	0.960789	0.039211	1032.40
2015	2008	食品等	273,235	0.15	7	0.060	-0.420	0.657047	0.941765	0.058235	1568.24
2015	2008	繊維等	21,069	0.24	7	0.040	-0.280	0.755784	0.960789	0.039211	149.85
2015	2008	公園等	0	0.20	7	0.050	-0.350	0.704688	0.951229	0.048771	0.00
2015	2008	不活性	124,157	0.00	7	0.000	0.000	1.000000		1	0.00
2015	2009	木質等	41,841	0.43	6	0.020	-0.120	0.886920	0.980199	0.019801	315.97
2015	2009	紙等	86,924	0.40	6	0.040	-0.240	0.786628	0.960789	0.039211	1072.44
2015	2009	食品等	272,704	0.15	6	0.060	-0.360	0.697676	0.941765	0.058235	1661.97
2015	2009	繊維等	21,028	0.24	6	0.040	-0.240	0.786628	0.960789	0.039211	155.66
2015	2009	公園等	0	0.20	6	0.050	-0.300	0.740818	0.951229	0.048771	0.00
2015	2009	不活性	123,915	0.00	6	0.000	0.000	1.000000		1	0.00
2015	2010	木質等	42,356	0.43	5	0.020	-0.100	0.904837	0.980199	0.019801	326.32
2015	2010	紙等	87,998	0.40	5	0.040	-0.200	0.818731	0.960789	0.039211	1130.00
2015	2010	食品等	276,074	0.15	5	0.060	-0.300	0.740818	0.941765	0.058235	1786.55
2015	2010	繊維等	21,286	0.24	5	0.040	-0.200	0.818731	0.960789	0.039211	164.00
2015	2010	公園等	0	0.20	5	0.050	-0.250	0.778801	0.951229	0.048771	0.00
2015	2010	不活性	125,446	0.00	5	0.000	0.000	1.000000		1	0.00
2015	2011	木質等	42,875	0.43	4	0.020	-0.080	0.923116	0.980199	0.019801	336.99
2015	2011	紙等	89,073	0.40	4	0.040	-0.160	0.852144	0.960789	0.039211	1190.48
2015	2011	食品等	279,447	0.15	4	0.060	-0.240	0.786628	0.941765	0.058235	1920.20
2015	2011	繊維等	21,547	0.24	4	0.040	-0.160	0.852144	0.960789	0.039211	172.79
2015	2011	公園等	0	0.20	4	0.050	-0.200	0.818731	0.951229	0.048771	0.00
2015	2011	不活性	126,976	0.00	4	0.000	0.000	1.000000		1	0.00
2015	2012	木質等	42,811	0.43	3	0.020	-0.060	0.941765	0.980199	0.019801	343.29
2015	2012	紙等	88,937	0.40	3	0.040	-0.120	0.886920	0.960789	0.039211	1237.17
2015	2012	食品等	279,019	0.15	3	0.060	-0.180	0.835270	0.941765	0.058235	2035.82
2015	2012	繊維等	21,514	0.24	3	0.040	-0.120	0.886920	0.960789	0.039211	179.56
2015	2012	公園等	0	0.20	3	0.050	-0.150	0.860708	0.951229	0.048771	0.00
2015	2012	不活性	126,782	0.00	3	0.000	0.000	1.000000		1	0.00
2015	2013	木質等	42,372	0.43	2	0.020	-0.040	0.960789	0.980199	0.019801	346.63
2015	2013	紙等	88,028	0.40	2	0.040	-0.080	0.923116	0.960789	0.039211	1274.50
2015	2013	食品等	276,167	0.15	2	0.060	-0.120	0.886920	0.941765	0.058235	2139.61
2015	2013	繊維等	21,295	0.24	2	0.040	-0.080	0.923116	0.960789	0.039211	184.99
2015	2013	公園等	0	0.20	2	0.050	-0.100	0.904837	0.951229	0.048771	0.00
2015	2013	不活性	125,487	0.00	2	0.000	0.000	1.000000		1	0.00
2015	2014	木質等	42,135	0.43	1	0.020	-0.020	0.980199	0.980199	0.019801	351.66
2015	2014	紙等	87,535	0.40	1	0.040	-0.040	0.960789	0.960789	0.039211	1319.09
2015	2014	食品等	274,624	0.15	1	0.060	-0.060	0.941765	0.941765	0.058235	2259.23
2015	2014	繊維等	21,175	0.24	1	0.040	-0.040	0.960789	0.960789	0.039211	191.45
2015	2014	公園等	0	0.20	1	0.050	-0.050	0.951229	0.951229	0.048771	0.00
2015	2014	不活性	124,786	0.00	1	0.000	0.000	1.000000		1	0.00
2015	2015	木質等	41,735	0.43	0	0.020	0.000	1.000000	0.980199	0.019801	355.36
2015	2015	紙等	86,707	0.40	0	0.040	0.000	1.000000	0.960789	0.039211	1359.93
2015	2015	食品等	272,026	0.15	0	0.060	0.000	1.000000	0.941765	0.058235	2376.26
2015	2015	繊維等	20,975	0.24	0	0.040	0.000	1.000000	0.960789	0.039211	197.39
2015	2015	公園等	0	0.20	0	0.050	0.000	1.000000	0.951229	0.048771	0.00
2015	2015	不活性	123,607	0.00	0	0.000	0.000	1.000000		1	0.00
Σ											32278.65
φ	f	1-f	GWP	OX	1-OX	16/12	F	DOCf	MCF	(5)×(6)×(7)×(8)×(9)×(10)×(11)×(12)	
⑤			⑦		⑧	⑨	⑩	⑪	⑫		
0.9	0	1	21	0.10	0.9	1.333333	0.5	0.5	0.5	2.835	

メタン利用無し

管理型

準好気性型

With ケース	CH4 (tCO _e)	91,510
Without ケース	CH4 (tCO _e)	182,684
削減量	CH4 (tCO _e)	71,174

	<p>(3) 準好気性埋立処分場の導入により削減される GHG</p> <p>ER = BE_{Without} - PE_{With} = 162,684 - 91,510 = 71,174 (tCO₂/year)</p>
<p>前提条件および仮定</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 廃棄物処理場は現状で、ある程度覆土をしておりガス抜き管も設置されているが、管理の程度が不明であることから、オープンダンプにに近い状態と仮定している。 ✓ 廃棄物の深さは不明であるが、深さ 5m 以上と仮定している。 ✓ 2007 年から準好気性の管理が行われるものとする。
<p>ケーススタディから得られた教訓</p>	<p>DOC_j（分解可能な分解性有機炭素割合）及び MCF（CH₄ 補正係数）を把握すれば、GHG 削減量を算定できる。DOC_j のデータは、対象ごみについて経年的に把握する必要がある。MCF については、Without ケースと With ケースでそれぞれ設定するためには、処分場の管理状況を把握する必要がある。これらのデータは、既存の調査でも調べられている場合が多いことから、GHG 削減量の把握は比較的容易ではないかと想定される。</p>

ケーススタディ番号	7
プロジェクト名称	タイ王国酸性雨対策戦略調査
大分野	環境管理
小分野	大気汚染防止
プロジェクト概要	<p>【背景】 国境を越えた汚染である東アジアの酸性雨に対して、一国での取り組みとともに東アジア全域での取り組みも重要である。そこで東アジア全域に適用可能である系統立てた取り組みを確立するため、まずタイにおいて酸性雨対策戦略を策定することとした。</p> <p>【目的】 タイにおいて、大気汚染対策を含む酸性雨対策戦略を策定する。この過程でタイに対して種々の技術移転を行うとともに、東アジア諸国に対してもセミナーを通じて技術移転を行う。本調査の調査項目及び方法は以下のとおりである。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 現状の酸性雨及び大気中 SO₂ 及び NO₂ 濃度の調査及び評価。 <ul style="list-style-type: none"> －現状データの収集。 －収集データの評価。 2. 経済社会条件の調査。 <ul style="list-style-type: none"> －国及び県の現状調査及び将来推計の収集及び評価。 －エネルギー弾性値の分析。 3. 現状の分析及び将来推計のための排出インベントリの作成。 <ul style="list-style-type: none"> －原因物質、すなわち全国レベルでは硫黄酸化物、バンコク首都圏（BMR）では加えて窒素酸化物に対する、固定排出源及び移動排出源インベントリの作成。 －窒素酸化物に関して、移動発生源での窒素酸化物排出式の見直し。 4. 現況濃度及び作成されたインベントリに基づくシミュレーション分析。 <ul style="list-style-type: none"> －モニタリング結果に基づく妥当性確認。 －全国の硫黄沈着等に関するシミュレーション。 －BMR での SO₂ 及び NO_x シミュレーション。 5. 現況及び将来の評価による優先取り組み課題の抽出。 6. 対策及び環境管理戦略の策定 <ul style="list-style-type: none"> －技術、政策、社会及び資金的可能性の検討に基づいて対策を策定。 －環境マネジメント強化策の検討。 7. カウンターパートに対する技術移転。 <p>【プロジェクト実施後の状況】 JICA により酸性雨対策戦略の策定と大気汚染対策の技術指導が行われた。その一環として行われた調査では、まずモニタリング結果を収集・評価し、次にインベントリを作成した。これらの結果からタイ全土と BMR でシミュレーションを実施し、BMR での SO₂ と NO₂ の大気汚染が当面の主要な課題であると評価された。これらの対策として、硫黄酸化物と窒素酸化物の削減対策が検討され、環境マネジメントの強化を含む、酸性雨対策戦略案が取りまとめられた。さらに技術移転として、インベントリの作成、シミュレーション及び対策・政策の検討が実施された。</p>
シナリオの設定	<p>Without ケース バンコク首都圏の固定発生源において、重油の使用が継続している状況である。本報告書における BAU（Business As Usual）ケースに相当する。</p>

GHG 排出量算定式	<p>Without ケース</p> <p>$BE_{\text{Without}} = \text{燃料消費量 (石炭や重油等)} \times \text{GHG 排出原単位 (石炭や重油等)}$</p> <p>With ケース</p> <p>$PE_{\text{With}} = \text{燃料消費量 (天然ガス)} \times \text{GHG 排出原単位 (天然ガス)}$</p> <p>GHG 排出削減量</p> <p>$ER = BE_{\text{Without}} - PE_{\text{With}}$</p>																																																																																																																																																																																																																																	
入力データ一覧	<p>Without ケースの SO_x 排出量算定結果は、表 1 のとおりである。</p> <p style="text-align: center;">表 1 バンコク首都圏の Without ケースの SO_x 排出量</p> <p style="text-align: right;">(Unit: ton/yr)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="4">Point</th> <th colspan="5">Area</th> <th rowspan="2">Total</th> </tr> <tr> <th>Power Pla</th> <th>Refinery</th> <th>Other</th> <th>Sub-total</th> <th>Agricultu</th> <th>Mining</th> <th>Construct</th> <th>Resi. & Co</th> <th>Sub-total</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Bangkok</td> <td></td> <td>822</td> <td>23,213</td> <td>24,035</td> <td>47</td> <td></td> <td>894</td> <td>116</td> <td>1,057</td> <td>25,092</td> </tr> <tr> <td>Nonthaburi</td> <td>19</td> <td>0</td> <td>4,253</td> <td>4,272</td> <td>10</td> <td></td> <td>67</td> <td>18</td> <td>94</td> <td>4,366</td> </tr> <tr> <td>Pathum Thani</td> <td></td> <td>0</td> <td>20,220</td> <td>20,220</td> <td>15</td> <td>0.1</td> <td>33</td> <td>13</td> <td>61</td> <td>20,281</td> </tr> <tr> <td>Samut Prakan</td> <td>91</td> <td>0</td> <td>30,421</td> <td>30,512</td> <td>67</td> <td></td> <td>52</td> <td>20</td> <td>139</td> <td>30,651</td> </tr> <tr> <td>Samut Sakhon</td> <td></td> <td>0</td> <td>19,294</td> <td>19,294</td> <td>56</td> <td>1</td> <td>26</td> <td>29</td> <td>112</td> <td>19,406</td> </tr> <tr> <td>Nakhon Pathom</td> <td></td> <td>0</td> <td>7,474</td> <td>7,474</td> <td>34</td> <td>0.1</td> <td>25</td> <td>53</td> <td>113</td> <td>7,587</td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td>110</td> <td>822</td> <td>104,875</td> <td>105,807</td> <td>229</td> <td>1.2</td> <td>1,097</td> <td>249</td> <td>1,576</td> <td>107,383</td> </tr> </tbody> </table> <p>出典：Main Report の 3-59 ページの Table 3.3.7.1</p> <p>Without ケースのバンコク首都圏の燃料消費量の算定結果は、表 2 のとおりである。</p> <p style="text-align: center;">表 2 2011 年のバンコク首都圏の燃料消費量の算定結果</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>ULG91 (kL)</th> <th>ULG95 (kL)</th> <th>Kerosene (kL)</th> <th>HSD (kL)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Bangkok</td> <td>1,065</td> <td>9,320</td> <td>33,445</td> <td>191,827</td> </tr> <tr> <td>Nonthaburi</td> <td>37</td> <td>322</td> <td>310</td> <td>10,781</td> </tr> <tr> <td>Pathum Thani</td> <td>125</td> <td>2,170</td> <td>341</td> <td>51,333</td> </tr> <tr> <td>Samut Prakan</td> <td>188</td> <td>2,637</td> <td>9,588</td> <td>70,620</td> </tr> <tr> <td>Samut Sakhon</td> <td>78</td> <td>1</td> <td>1,031</td> <td>62,724</td> </tr> <tr> <td>Nakhon Pathom</td> <td>124</td> <td>147</td> <td>265</td> <td>28,706</td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td>1,616</td> <td>14,597</td> <td>44,979</td> <td>415,990</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>LSD (kL)</th> <th>Fuel Oil (kL)</th> <th>LPG (kL)</th> <th>Coal (ton)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Bangkok</td> <td>6,182</td> <td>1,035,203</td> <td>301,120</td> <td>36,023</td> </tr> <tr> <td>Nonthaburi</td> <td>104</td> <td>54,635</td> <td>14,523</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Pathum Thani</td> <td>638</td> <td>334,805</td> <td>59,395</td> <td>7,236</td> </tr> <tr> <td>Samut Prakan</td> <td>2,571</td> <td>762,530</td> <td>64,507</td> <td>12,210</td> </tr> <tr> <td>Samut Sakhon</td> <td>0</td> <td>653,206</td> <td>36,072</td> <td>164,618</td> </tr> <tr> <td>Nakhon Pathom</td> <td>0</td> <td>161,681</td> <td>17,158</td> <td>29,394</td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td>9,496</td> <td>3,002,060</td> <td>492,773</td> <td>249,481</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Lignite for industry (ton)</th> <th>Natural Gas (MMscf)</th> <th>Fuel Wood (kton)</th> <th>Paddy Husk (kton)</th> <th>Bagasse (kton)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Bangkok</td> <td>9,197</td> <td>545</td> <td>949</td> <td>1,154</td> <td>7,957</td> </tr> <tr> <td>Nonthaburi</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>46</td> <td>56</td> <td>384</td> </tr> <tr> <td>Pathum Thani</td> <td>1,847</td> <td>1,005</td> <td>187</td> <td>228</td> <td>1,569</td> </tr> <tr> <td>Samut Prakan</td> <td>70,151</td> <td>28,627</td> <td>203</td> <td>247</td> <td>1,704</td> </tr> <tr> <td>Samut Sakhon</td> <td>118,584</td> <td>0</td> <td>114</td> <td>138</td> <td>953</td> </tr> <tr> <td>Nakhon Pathom</td> <td>7,502</td> <td>0</td> <td>54</td> <td>66</td> <td>453</td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td>207,281</td> <td>30,177</td> <td>1,553</td> <td>1,888</td> <td>13,021</td> </tr> </tbody> </table> <p>注：MMscf=10⁶scf、scf = Standard cubic feet ≒ 28.32 Liter</p> <p>出典：Main Report の 3-48 ページの Table 3.3.4.4</p>		Point				Area					Total	Power Pla	Refinery	Other	Sub-total	Agricultu	Mining	Construct	Resi. & Co	Sub-total	Bangkok		822	23,213	24,035	47		894	116	1,057	25,092	Nonthaburi	19	0	4,253	4,272	10		67	18	94	4,366	Pathum Thani		0	20,220	20,220	15	0.1	33	13	61	20,281	Samut Prakan	91	0	30,421	30,512	67		52	20	139	30,651	Samut Sakhon		0	19,294	19,294	56	1	26	29	112	19,406	Nakhon Pathom		0	7,474	7,474	34	0.1	25	53	113	7,587	Total	110	822	104,875	105,807	229	1.2	1,097	249	1,576	107,383		ULG91 (kL)	ULG95 (kL)	Kerosene (kL)	HSD (kL)	Bangkok	1,065	9,320	33,445	191,827	Nonthaburi	37	322	310	10,781	Pathum Thani	125	2,170	341	51,333	Samut Prakan	188	2,637	9,588	70,620	Samut Sakhon	78	1	1,031	62,724	Nakhon Pathom	124	147	265	28,706	Total	1,616	14,597	44,979	415,990		LSD (kL)	Fuel Oil (kL)	LPG (kL)	Coal (ton)	Bangkok	6,182	1,035,203	301,120	36,023	Nonthaburi	104	54,635	14,523	0	Pathum Thani	638	334,805	59,395	7,236	Samut Prakan	2,571	762,530	64,507	12,210	Samut Sakhon	0	653,206	36,072	164,618	Nakhon Pathom	0	161,681	17,158	29,394	Total	9,496	3,002,060	492,773	249,481		Lignite for industry (ton)	Natural Gas (MMscf)	Fuel Wood (kton)	Paddy Husk (kton)	Bagasse (kton)	Bangkok	9,197	545	949	1,154	7,957	Nonthaburi	0	0	46	56	384	Pathum Thani	1,847	1,005	187	228	1,569	Samut Prakan	70,151	28,627	203	247	1,704	Samut Sakhon	118,584	0	114	138	953	Nakhon Pathom	7,502	0	54	66	453	Total	207,281	30,177	1,553	1,888	13,021
	Point				Area					Total																																																																																																																																																																																																																								
	Power Pla	Refinery	Other	Sub-total	Agricultu	Mining	Construct	Resi. & Co	Sub-total																																																																																																																																																																																																																									
Bangkok		822	23,213	24,035	47		894	116	1,057	25,092																																																																																																																																																																																																																								
Nonthaburi	19	0	4,253	4,272	10		67	18	94	4,366																																																																																																																																																																																																																								
Pathum Thani		0	20,220	20,220	15	0.1	33	13	61	20,281																																																																																																																																																																																																																								
Samut Prakan	91	0	30,421	30,512	67		52	20	139	30,651																																																																																																																																																																																																																								
Samut Sakhon		0	19,294	19,294	56	1	26	29	112	19,406																																																																																																																																																																																																																								
Nakhon Pathom		0	7,474	7,474	34	0.1	25	53	113	7,587																																																																																																																																																																																																																								
Total	110	822	104,875	105,807	229	1.2	1,097	249	1,576	107,383																																																																																																																																																																																																																								
	ULG91 (kL)	ULG95 (kL)	Kerosene (kL)	HSD (kL)																																																																																																																																																																																																																														
Bangkok	1,065	9,320	33,445	191,827																																																																																																																																																																																																																														
Nonthaburi	37	322	310	10,781																																																																																																																																																																																																																														
Pathum Thani	125	2,170	341	51,333																																																																																																																																																																																																																														
Samut Prakan	188	2,637	9,588	70,620																																																																																																																																																																																																																														
Samut Sakhon	78	1	1,031	62,724																																																																																																																																																																																																																														
Nakhon Pathom	124	147	265	28,706																																																																																																																																																																																																																														
Total	1,616	14,597	44,979	415,990																																																																																																																																																																																																																														
	LSD (kL)	Fuel Oil (kL)	LPG (kL)	Coal (ton)																																																																																																																																																																																																																														
Bangkok	6,182	1,035,203	301,120	36,023																																																																																																																																																																																																																														
Nonthaburi	104	54,635	14,523	0																																																																																																																																																																																																																														
Pathum Thani	638	334,805	59,395	7,236																																																																																																																																																																																																																														
Samut Prakan	2,571	762,530	64,507	12,210																																																																																																																																																																																																																														
Samut Sakhon	0	653,206	36,072	164,618																																																																																																																																																																																																																														
Nakhon Pathom	0	161,681	17,158	29,394																																																																																																																																																																																																																														
Total	9,496	3,002,060	492,773	249,481																																																																																																																																																																																																																														
	Lignite for industry (ton)	Natural Gas (MMscf)	Fuel Wood (kton)	Paddy Husk (kton)	Bagasse (kton)																																																																																																																																																																																																																													
Bangkok	9,197	545	949	1,154	7,957																																																																																																																																																																																																																													
Nonthaburi	0	0	46	56	384																																																																																																																																																																																																																													
Pathum Thani	1,847	1,005	187	228	1,569																																																																																																																																																																																																																													
Samut Prakan	70,151	28,627	203	247	1,704																																																																																																																																																																																																																													
Samut Sakhon	118,584	0	114	138	953																																																																																																																																																																																																																													
Nakhon Pathom	7,502	0	54	66	453																																																																																																																																																																																																																													
Total	207,281	30,177	1,553	1,888	13,021																																																																																																																																																																																																																													

表 3 に報告書で用いられている SO₂ 排出係数を整理した。

表 3 SO₂ 排出係数

	ULG91	ULG95	Kerosene	HSD
S 分	0.0382	0.0382	0.15	0.0348
単位	W %	W %	W %	W %
Density	0.7422	0.7422	0.7961	0.8358
単位	kg/L (DEDP)	kg/L (DCR)	kg/L (DCR)	kg/L (DCR)
SO ₂ 排出係数	0.000567	0.000567	0.0023883	0.0005817
単位	tSO ₂ /kL	tSO ₂ /kL	tSO ₂ /kL	tSO ₂ /kL
	LSD	Fuel Oil	LPG	Coal
S 分	0.458	1.7	0.343	0.5
単位	W %	W %	g/m ³	W %
Density	0.8501	0.9402		
単位	kg/L (DCR)	kg/L (DCR)		
SO ₂ 排出係数	0.0077869	0.0319668	0.0001715	0.0095
単位	tSO ₂ /kL	tSO ₂ /kL	tSO ₂ /kL	tSO ₂ /ton
	Lignite for power	Lignite for industry	Natural Gas	Fuel Wood
S 分	3	2	0	
単位	W %	W %	kg/M m3	
Density			9.5	
単位			pm of H ₂ S	
SO ₂ 排出係数	0.045	0.03	0.02714	0.0375
単位	tSO ₂ /ton	tSO ₂ /ton	tSO ₂ /MMscf	tSO ₂ /kton
	Paddy Husk	Bagasse		
S 分				
単位				
Density				
単位				
SO ₂ 排出係数	0.0375	0.0375		
単位	tSO ₂ /kton	tSO ₂ /kton		

出典: Main Report の 3-17 ページの Table 3.2.3.1 及び 3-18 ページの Table 3.2.3.2

GHG 排出量の算定

バンコク首都圏の固定発生源において、天然ガスへの燃料転換により、工業セクターからの SO_x 排出量を 30%削減するという対策が示されている。工業セクターの燃料消費量の大半が重油であるため、重油から天然ガスへの燃料転換とみなす。この場合、以下のように GHG 排出削減量を算定することができる。

Step1 : Without ケースの SO_x 排出量 (表 4)

報告書では、バンコク首都圏の燃料種別燃料消費量 (Fuel Oil : 3,002,060(kL/yr)、天然ガス : 30,117(MMscf/yr)) 及び地区別 SO_x 排出量 (合計 107,384(tSO₂/yr)) が報告されている。また、燃料種別 SO_x 排出係数も報告書に記載されている。

表 4 Without ケースの SO_x 排出量

算定項目	算定結果
Without ケースの Fuel Oil の SO _x 排出量	3,002,060(kL/yr) × 0.0319668(tSO ₂ /kL) = 95,966(tSO ₂ /yr)
Without ケースの天然ガスの SO _x 排出量	30,117(MMscf/yr) × 0.02714(tSO ₂ /MMscf) = 819(tSO ₂ /yr)
Without ケースの Fuel Oil 及び天然ガス以外からの SO _x 排出量	107,384 - 95,966 - 819 = 10,599(tSO ₂ /yr)

注 : MMscf=10⁶scf、scf = Standard cubic feet ≒ 28.32 Liter

Step2 : With ケースの SO_x 排出量 (表 5)

With ケースにおいて、Fuel Oil が X (%)削減され、天然ガスが Y (MMscf/yr)増加すると仮定し、X 及び Y を求める。

表 5 With ケースの SO_x 排出量

算定項目	算定結果
With ケースの Fuel Oil の SO _x 排出量	$3,002,060(\text{kL/yr}) \times 0.0319668(\text{tSO}_2/\text{kL}) = 95,966(\text{tSO}_2/\text{yr})$
With ケースの天然ガスの SO _x 排出量	$30,117(\text{MMscf/yr}) \times 0.02714(\text{tSO}_2/\text{MMscf}) = 819(\text{tSO}_2/\text{yr})$
With ケースの SO _x 削減量算定式	With ケースは Without ケースに比べて SO _x 排出量が 30%削減される。
燃料転換算定式	「Fuel Oil 発熱量 = 天然ガス発熱量」である。 $3,002,060 (\text{kL/yr}) \times 10^3 \times (100 - X(\%)) / 100 \times 39.77 (\text{MJ/L}) = (30,117 + Y) (\text{MMscf/yr}) \times 10^6 \times 1.02 (\text{MJ/scf})$
X 及び Y 算定結果	X ≒ 34.4% Y ≒ 46,686(MMscf/yr)

Step3 : GHG 排出量の算定

Step3 の燃料消費量から GHG 排出量及び GHG 排出削減量は下記のように算定される。

表 6 GHG 排出量算定結果

算定項目	算定結果
Without ケースの GHG 排出量 (Fuel Oil のみ)	$3,002,060(\text{kL/yr}) \times 39.77(\text{MJ/kL}) \times 77,400(\text{kgCO}_2/\text{TJ}) \div 9,240,935(\text{tCO}_2/\text{yr})$
With ケースの GHG 排出量 (Fuel Oil 及天然ガス)	Fuel Oil からの GHG 排出量 $3,002,060 (\text{kL/yr}) \times 65.6 (\%) \times 39.77 (\text{MJ/kL}) \times 77,400 (\text{kgCO}_2/\text{TJ}) \div 6,063,430 (\text{tCO}_2/\text{yr})$ 天然ガスからの GHG 排出量 $46,686(\text{MMscf/yr}) \times 1.02 \times 56,100(\text{kgCO}_2/\text{TJ}) = 2,671,450(\text{tCO}_2/\text{yr})$ 合計 ≒ 8,734,880(tCO ₂ /yr)
GHG 排出削減量	$9,240,935 - 8,734,880 \div \underline{506.055(\text{tCO}_2/\text{yr})}$

前提条件および仮定

報告書では、「最も効果的な対策、即ち天然ガスへの転換の効果に関し、工業セクターからの SO_x 排出量を 30%削減した場合について、Airviro シミュレーションで推定してみた。」と記載されている。しかし、具体的な燃料種ごとに天然ガスへの転換割合は示されていない。一方、バンコク首都圏の工業セクターの燃料消費量の多くが重油であることから、「重油から天然ガスへの燃料転換により SO_x 排出量を 30%削減する」という仮定の元で GHG 排出削減を定量化した。

ケーススタディから得られた教訓

真発熱量、燃料密度、CO₂ 排出係数については、当該国独自のものがあれば調査し、報告書に明記することが望ましい。
クリーナープロダクションのような対策については、当該施設の具体的なエネルギー消費削減量や電力消費削減量を、把握すべきである。