

## 20. 上下水道・都市衛生/廃水処理対策

### 1. 典型的な案件の概要

- ・ 既存の廃水処理施設において発生する CH<sub>4</sub> を回収・利用する事業。
- ・ 新規の廃水処理施設において発生する CH<sub>4</sub> を回収・利用する事業。

### 2. 適用条件

- ① 既存あるいは新規の廃水処理システムから CH<sub>4</sub> を回収する事業であること。
- ② 回収した CH<sub>4</sub> は、発電あるいは熱供給のために利用すること。

### 3. 推計方法

事業実施による GHG 排出削減量は、廃水処理の過程で CH<sub>4</sub> を回収・利用しない状態の排出量（ベースラインシナリオ下の排出量）と、廃水処理状況を改善し CH<sub>4</sub> を回収・利用する状態の排出量（プロジェクト排出量）の差分により求める<sup>1</sup>。

以下の各計算式のデータの入手方法の詳細は「4. 推計に必要なデータ」に示す。

$$ER_y = BE_y - PE_y$$

$ER_y$  : y 年の事業実施による GHG 排出削減量 (t-CO<sub>2</sub>e/y)

$BE_y$  : y 年のベースラインシナリオにおける GHG 排出量 (t-CO<sub>2</sub>e/y)

$PE_y$  : y 年のプロジェクトシナリオにおける GHG 排出量 (t-CO<sub>2</sub>e/y)

#### (1) ベースライン排出量の算定

ベースライン排出量は、以下の合計により算定する。

- ・ ベースラインシナリオ下における電力および燃料の消費による GHG 排出量
- ・ ベースラインシナリオ下における廃水処理による GHG 排出量
- ・ 事業実施後に得られる発電および熱供給分のエネルギーを従来の方で生産した場合の GHG 排出量

$$BE_y = BE_{EC,y} + BE_{FC,y} + BE_{ww,y} + BE_{EN,y}$$

$BE_{EC,y}$  : ベースラインシナリオ下の廃水処理における電力消費による GHG 排出量 (t-CO<sub>2</sub>e/y)

$BE_{FC,y}$  : ベースラインシナリオ下の廃水処理における燃料の消費による GHG 排出量 (t-CO<sub>2</sub>e/y)

$BE_{ww,y}$  : ベースラインシナリオ下の廃水処理による GHG 排出量 (t-CO<sub>2</sub>e/y)

$BE_{EN,y}$  : 事業実施後に得られる発電および熱供給分のエネルギーを従来の方で生産した場合の GHG 排出量 (t-CO<sub>2</sub>e/y)

#### $BE_{EC,y}$ の算出:

ベースラインシナリオ下における電力消費による GHG 排出量は、電力消費量に CO<sub>2</sub> 排出係数を乗じて求める。

$$BE_{EC,y} = EC_{BL,y} \times EF_{elec}$$

$EC_{BL,y}$  : ベースラインシナリオ下における廃水処理における電力消費量 (MWh/y)

<sup>1</sup> 評価対象年は、プロジェクトの平均的な稼働状況下の年、または、複数年の平均値とする。

## 20. 上下水道・都市衛生/廃水処理対策

$EF_{elec}$  : 電力の CO<sub>2</sub> 排出係数 (t-CO<sub>2</sub>/MWh)

### $BE_{FC,y}$ の算出:

ベースラインシナリオ下における燃料消費による GHG 排出量は、燃料消費量に単位発熱量および CO<sub>2</sub> 排出係数を乗じて求める。

$$BE_{FC,y} = \sum_i (FC_{BL,i,y} \times NCV_{fuel,i} \times EF_{fuel,i} \div 10^6)$$

$FC_{BL,i,y}$  : ベースラインシナリオ下における廃水処理における燃料 i の消費量 (t/y)

$NCV_{fuel,i}$  : 燃料 i の正味発熱量 (TJ/Gg = TJ/kt)

$EF_{fuel,i}$  : 燃料 i の CO<sub>2</sub> 排出係数 (kg-CO<sub>2</sub>/TJ)

### $BE_{ww,y}$ の算出:

ベースラインシナリオ下における廃水処理過程において発生する CH<sub>4</sub> による GHG 排出量は、廃水処理により除去される COD、廃水処理の CH<sub>4</sub> 補正係数、廃水のメタン生成能力、モデル補正係数、CO<sub>2</sub> 換算係数により求める。

$$BE_{ww,y} = Q_{ww,BL,y} \times COD_{ww,BL,y} \times MCF_{ww,BL} \times BO_{o,ww} \times UF_{BL} \times GWP_{CH_4}$$

$Q_{ww,BL,y}$  : ベースラインシナリオ下における処理廃水量 (m<sup>3</sup>/y)

$COD_{ww,BL,y}$  : ベースラインシナリオ下における廃水処理により除去される COD 濃度 (t-COD/m<sup>3</sup>)

$MCF_{ww,BL}$  : ベースラインシナリオ下における廃水処理の CH<sub>4</sub> 補正係数

$BO_{o,ww}$  : 廃水のメタン生成能力 (kg-CH<sub>4</sub>/kg-COD)

$UF_{BL}$  : モデルの不確実性を考慮するためのモデル補正係数

$GWP_{CH_4}$  : CH<sub>4</sub> の地球温暖化係数 (=25 t-CO<sub>2</sub>/t-CH<sub>4</sub>)

### $BE_{EN,y}$ の算出:

事業実施後に得られる発電および熱供給分のエネルギーを従来の方法で生産した場合の GHG 排出量は、事業実施後の発電量 (MWh/y)、熱供給量 (TJ/y) およびそれぞれの CO<sub>2</sub> 排出係数等により算出する。

$$BE_{EN,y} = BE_{elec,y} + BE_{ther,y} = EG_{PJ,y} \times EF_{elec} + HG_{PJ,y} / \eta_{BL} \times EF_{fuel,k} \div 10^3$$

$BE_{elec,y}$  : 事業実施後に得られる発電分のエネルギーを従来の方法で生産した場合の GHG 排出量 (t-CO<sub>2</sub>e/y)

$BE_{ther,y}$  : 事業実施後に得られる熱供給分のエネルギーを従来の方法で生産した場合の GHG 排出量 (t-CO<sub>2</sub>e/y)

$EG_{PJ,y}$  : 事業実施後における発電量 (MWh/y)

$EF_{elec}$  : 電力の CO<sub>2</sub> 排出係数 (t-CO<sub>2</sub>/MWh)

$HG_{PJ,y}$  : 事業実施後における熱供給量 (TJ/y)

$\eta_{BL}$  : ベースラインシナリオ下におけるボイラーのエネルギー効率 (保守的に 1 とする)

$EF_{fuel,k}$  : ベースラインシナリオ下におけるボイラー燃料 k の CO<sub>2</sub> 排出係数 (kg-CO<sub>2</sub>/TJ)

### (2) プロジェクト排出量の算定

## 20. 上下水道・都市衛生/廃水処理対策

プロジェクト排出量は、事業実施後のメタン回収・供給過程における漏洩に相当する。

$$PE_y = PE_{ww,y}$$

$PE_y$  : 事業実施後における GHG 排出量 (t-CO<sub>2</sub>e/y)

$PE_{ww,y}$  : 事業実施後の CH<sub>4</sub> 回収・供給過程における漏洩 (t-CO<sub>2</sub>e/y)

### $PE_{ww,y}$ の算出:

事業実施後の CH<sub>4</sub> 回収過程における GHG 排出量は、以下の式により求める。

$$PE_{ww,y} = MG_{PJ,y} \times GWP_{CH_4} \times EF_{CH_4,def}$$

$MG_{PJ,y}$  : 廃水処理からの CH<sub>4</sub> 回収量 (t-CH<sub>4</sub>/y)

$GWP_{CH_4}$  : CH<sub>4</sub> の地球温暖化係数 (=25 t-CO<sub>2</sub>/t-CH<sub>4</sub>)

$EF_{CH_4,def}$  : 廃水処理からの CH<sub>4</sub> の漏洩係数 (t-CH<sub>4</sub> leaked/t-CH<sub>4</sub> produced)

### $MG_{PJ,y}$ の算出:

廃水処理からの CH<sub>4</sub> 回収量は、以下の式により求める。

$$MG_{PJ,y} = Q_{ww,PJ,y} \times COD_{ww,PJ,y} \times MCF_{ww,PJ} \times BO_{o,ww} \times UF_{PJ}$$

$Q_{ww,PJ,y}$  : 事業実施後の処理廃水量 (m<sup>3</sup>/y)

$COD_{ww,PJ,y}$  : 事業実施後の廃水処理により除去される COD 濃度 (t-COD/m<sup>3</sup>)

$MCF_{ww,PJ}$  : 事業実施後の廃水処理の CH<sub>4</sub> 補正係数

$BO_{o,ww}$  : 廃水の CH<sub>4</sub> 生成能力 (kg-CH<sub>4</sub>/kg-COD)

$UF_{PJ}$  : モデルの不確実性を考慮するためのモデル補正係数

## 4. 推計に必要なデータ

データ	データの内容	データの入手方法	
		ベースライン排出量	プロジェクト排出量
$EC_{BL,y}$	ベースラインシナリオ下における廃水処理における電力消費量 (MWh/y)	実測値	不要
$EF_{elec}$	グリッド接続の場合: グリッド CO <sub>2</sub> 排出係数 (t-CO <sub>2</sub> /MWh)	デフォルト値を使用 (別表 3 の “Electricity Consumption”)。 ただし対象国のデフォルト値が無い場合や、当該国の公表値がある場合等、他にふさわしい値がある場合は、その値を使用しても良い。	不要
	独立型、ミニグリッドの場合: ディーゼル発電による CO <sub>2</sub> 排出係数 (t-CO <sub>2</sub> /MWh)	デフォルト値を使用 (別表 4: 想定される状況に応じて適切な値を選択)。 ただし対象国のデフォルト値が無い場合や、当該国の公表値がある場合等、他にふさわしい値がある場合は、その値を使用しても良い。	不要
$FC_{BL,i,y}$	ベースラインシナリオ下における廃水処理における燃料 $i$ の消費量 (t/y)	実測値	不要
$NCV_{fuel,i}$	燃料 $i$ の正味発熱量 (TJ/Gg = TJ/kt)	デフォルト値を使用 (別表 1 の “Net calorific value”)。	不要

## 20. 上下水道・都市衛生/廃水処理対策

		ただし対象国のデフォルト値が無い場合や、当該国の公表値がある場合等、他にふさわしい値がある場合は、その値を使用しても良い。	
$EF_{fuel,i}$	燃料 $i$ の $CO_2$ 排出係数 (kg- $CO_2$ /TJ)	デフォルト値を使用 (別表 2 の “Effective $CO_2$ emission factor” の “Default value”)。	不要
$EF_{fuel,k}$	ベースラインシナリオ下におけるボイラー燃料 $k$ の $CO_2$ 排出係数 (kg- $CO_2$ /TJ)	ただし対象国のデフォルト値が無い場合や、当該国の公表値がある場合等、他にふさわしい値がある場合は、その値を使用しても良い。	不要
$Q_{ww,BL,y}$	ベースラインシナリオ下における処理廃水量 ( $m^3/y$ )	実測値	不要
$Q_{ww,PJ,y}$	事業実施後の処理廃水量 ( $m^3/y$ )	不要	計画値
$COD_{ww,BL,y}$	ベースラインシナリオ下における廃水処理により除去される COD 濃度 (t- $CO_2/m^3$ )	実測値 (GHG 排出削減量算定報告書等に測定方法 (クロム法またはマンガン法) を明記すること)	不要
$COD_{ww,PJ,y}$	事業実施後の廃水処理により除去される COD 濃度 (MWh/y)	不要	計画値 (GHG 排出削減量算定報告書等に測定方法 (クロム法またはマンガン法) を明記すること)
$MCF_{ww,BL}$	ベースラインシナリオ下における廃水処理の $CH_4$ 補正係数	デフォルト値を使用 (別表 9: 処分場の形態等に応じた適切な値を選択)	不要
$MCF_{ww,PJ}$	事業実施後の廃水処理の $CH_4$ 補正係数	不要	デフォルト値を使用 (別表 9: 処分場の形態等に応じた適切な値を選択)
$BO_{o,ww}$	廃水のメタン生成能力 (kg- $CH_4$ /kg-COD)	家庭排水 : 0.25 (デフォルト値 <sup>2</sup> )	
$UF_{BL}$	モデルの不確実性を考慮するためのモデル補正係数	0.89 (CDM 方法論 AMS III.H. ver.19.0 のデフォルト値)	不要
$UF_{PJ}$	モデルの不確実性を考慮するためのモデル補正係数	不要	1.12 (CDM 方法論 AMS III.H. ver.19.0 のデフォルト値)
$EG_{PJ,y}$	事業実施後における発電量 (MWh/y)	計画値	不要
$HG_{PJ,y}$	事業実施後における熱供給量 (TJ/y)	計画値	不要
$EF_{CH_4,def}$	廃水処理からの $CH_4$ の漏洩係数 (t- $CH_4$ leaked/t- $CH_4$ produced)	不要	0.1 (CDM Methodological Tool Project and leakage emissions from anaerobic digesters (Version 01.0.0))のデフォルト値)

### 5. その他

#### (1) プロジェクトバウンダリー

GHG 推計の範囲は、排水処理過程でバイオガスが回収・有効利用されるプロジェクト活動のサイト内とする。

<sup>2</sup> 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 5: Waste, p.6.18

## 20. 上下水道・都市衛生/廃水処理対策

### (2) リークエージ

事業実施に係るライフサイクルを考慮した場合、発電施設の建設、設備更新に係る製品製造や資材輸送等に伴う GHG 排出がリークエージと考えられるが、事業実施後における GHG 排出削減効果と比べ影響は軽微である。したがって、事業用の設備は、他の活動から流用されない限りリークエージは考慮しない。

### (3) 解説

本方法論において参考可能な CDM 方法論として AMS-III.H. (Methane recovery in wastewater treatment) と ACM0014 (Treatment of wastewater,) が挙げられる。

排出削減量の算定のロジックは、AMS-III.H.と同様であるが、本方法論では簡便化のために CH<sub>4</sub> 回収の対象に含まない汚泥、処理済みの廃水の処理からの排出量を無視することにした。なお、CDM 方法論では排出削減量が小規模の閾値であることが制限されているが、本方法論ではそのような条件は設けていない。

廃水処理設備で発生するメタンを回収し、発電や熱供給に利用するプロジェクトであり、ベースラインとプロジェクトで発生する N<sub>2</sub>O に大きな差はないと考えられる。そのため、N<sub>2</sub>O は無視できることとした。

### (4) 改訂履歴

Version	改訂月	改訂内容
2.0	2014年3月	<ul style="list-style-type: none"> <li>方法論名を「24. 廃水処理 (ver1.0)」から「廃水処理対策」に変更。</li> <li>プロジェクト排出量の算定方法について、事業実施後の廃水処理による GHG 排出量、いわゆる、事業実施後のメタン回収・供給過程における漏洩のみの計上。</li> <li>電力の CO<sub>2</sub> 排出係数について、CM (コンバインドマージン)、OM (オペレーティングマージン) 等のデフォルト値の提示。</li> </ul>
3.0	2019年9月	<ul style="list-style-type: none"> <li>デフォルト値の使用を優先することとした。</li> <li>N<sub>2</sub>O を無視することを明記した。</li> </ul>
4.0	2023年3月	<ul style="list-style-type: none"> <li>ベースラインシナリオ下における電力消費による GHG 排出量の算定において、汚泥処理に関する記述を削除した。</li> <li>COD 値の測定について、GHG 排出削減量算定報告書等に測定方法 (クロム法またはマンガ法) を明記することを追記した。</li> <li>ベースライン排出量の算定方法や必要なデータ等の記述において、「事業実施前」を「ベースラインシナリオ下」に修正した。なお、ベースラインシナリオとは、事業実施前の状態の継続などプロジェクトがなかった場合に起こるであろうシナリオである。</li> <li>「4. 推計及びモニタリングに必要なデータ」の「事業実施後」の列を削除した (Climate-FIT は、現在は GHG 排出削減量を「計画段階」に定量化することを目的としているため)。</li> </ul>
5.0	2024年3月	<ul style="list-style-type: none"> <li>モデルの不確実性を考慮するためのモデル補正係数 (UF) を CDM 方法論 AMS III.H. のデフォルト値に修正した。</li> <li>廃水のメタン生成能力 (BO<sub>0,ww</sub>) の出典を IPCC2019 に修正した。</li> <li>各パラメータにおいて各年のモニタリングを意味する添字 y を削除した (Climate-FIT は、現在は GHG 排出削減量を「計画段階」に定量化することを目的としているため)。</li> </ul>