

17. 上下水道・都市衛生/廃棄物埋立

1. 典型的な案件の概要

- 埋め立て完了後および使用中の処分場から発生するランドフィルガス (LFG) を回収・有効利用 (発電、熱供給) する事業。

2. 適用条件

- 嫌気性処分場、準好気性処分場等における LFG を回収する事業であること。
- 回収された LFG が直接、電力・熱エネルギーの生成に利用されること。
- 埋め立て完了後、または埋め立て中の処分場であること。

3. 推計方法

事業実施による GHG 排出削減量は、LFG が回収されずに大気へ放出している状態の排出量 (ベースラインシナリオ下の排出量) と、LFG 回収・有効利用後の排出量 (プロジェクト排出量) の差分により求める¹。

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-CO₂e/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-CO₂e/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-CO₂e/y)

(1) ベースライン排出量の算定

ベースライン排出量は、回収されず、大気へ放出されている LFG 中の CH₄ による GHG 排出量と、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 排出量の合計である。

$$BE_y = (MD_{PJ,y} - MF_{BL,y}) \times GWP_{CH_4} + BE_{EN,y}$$

$MD_{PJ,y}$: 事業実施後に回収される CH₄ 量 (t-CH₄/y)

$MF_{BL,y}$: ベースラインシナリオ下における国の規制等により分解燃焼されている CH₄ 量 (t-CH₄/y)

GWP_{CH_4} : CH₄ の地球温暖化係数 (=25 t-CO₂/t-CH₄)

$BE_{EN,y}$: 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法で生産した場合の GHG 排出量 (t-CO₂e/y)

$MD_{PJ,y}$ の算出 :

処分場から発生している CH₄ 量 (≡事業実施後に回収される CH₄ 量) は、処分場に埋め立てられている分解性有機炭素の量を把握し、分解速度を考慮した上で算定する。

$$MD_{PJ,y} = \eta_{PJ} \times BE_{CH_4,SWDS,y}$$

$$BE_{CH_4,SWDS,y} = \varphi \times (1 - OX) \times 16/12 \times F \times MCF_{BL} \times \sum_{x=1}^y \sum_j \{W_{j,x} \times DOC_{f,j} \times DOC_j \times e^{-k_j(y-x)} \times (1 - e^{-k_j})\}$$

¹ 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。

17. 上下水道・都市衛生/廃棄物埋立

- η_{PJ} : LFG回収システムの効率(%)
 φ : 不確実性に関する調整係数
OX : 酸化係数
F : LFG中のCH₄の割合
DOC_{fj} : 廃棄物jの分解可能な分解性有機炭素の割合
MCF : CH₄補正係数
 $W_{j,x}$: 処分場においてx年に投棄された廃棄物jの重量 (t/y)
DOC_j : 廃棄物jの分解性有機炭素の割合
x : 廃棄物の処分場での在留年数
y : 排出量の算定年数
 k_j : 廃棄物jの分解速度 (1/y)
j : 廃棄物の分類 (木類、紙類、有機ごみ、衣類、庭ごみ等)
e : 自然対数

$W_{j,x}$ は、以下の式により算出する。

$$W_{j,x} = W_x \times w_j$$

W_x : 処分場においてx年に投棄された廃棄物の重量 (t/y)

w_j : 投棄された廃棄物のうちの廃棄物jの組成割合 (重量ベース) (%)

MF_{BL,y}の算出:

ベースラインシナリオ下において、国の規制等により分解燃焼されているCH₄量は、処分場から発生しているCH₄量に分解燃焼されているCH₄の割合を乗じて求める。

$$MF_{BL,y} = MD_{PJ,y} \times AF$$

MD_{PJ,y} : 事業実施後に回収されるCH₄量 (≡事業実施前に処分場から発生しているCH₄量) (t-CH₄/y)

AF : ベースラインシナリオ下において国の規制等により分解燃焼されているCH₄の割合
発展途上国では規制や基準等がない場合がほとんどであり、規制等がない場合は「0」とする。

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CO₂排出係数等により算出する。

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

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-CO₂e/y)

BE_{heat,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-CO₂e/y)

EG_{PJ,y} : 事業実施後における発電量 (MWh/y)

EF_{elec} : 電力のCO₂排出係数 (t-CO₂/MWh)

17. 上下水道・都市衛生/廃棄物埋立

$HG_{PJ,y}$: 事業実施後における熱供給量 (TJ/y)

η_{BL} : ベースラインシナリオ下のボイラーの熱供給効率、 η_{BL} は安全側として1とする。

$EF_{fuel,BL}$: ベースラインシナリオ下のボイラー燃料 i の CO_2 排出係数 (kg- CO_2 /TJ)

(2) プロジェクト排出量の算定

プロジェクト排出量は、事業実による LFG 回収・発電施設等による電気や燃料の消費量により算定する。

$$PE_y = PE_{EC,y} + PE_{FC,y}$$

PE_y : 事業実施後における GHG 排出量 (t- CO_2 e/y)

$PE_{EC,y}$: 事業実施後の電力消費による GHG 排出量 (t- CO_2 e/y)

$PE_{FC,y}$: 事業実施後の燃料消費による GHG 排出量 (t- CO_2 e/y)

$PE_{EC,y}$ の算出:

事業実施後の電力消費による GHG 排出量は、以下の式により求める。

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

$EC_{PJ,y}$: 事業実施後の LFG 回収設備等における電力消費量 (MWh/y)

EF_{elec} : 電力の CO_2 排出係数 (t- CO_2 /MWh)

$PE_{FC,y}$ の算出:

事業実施後の燃料消費による GHG 排出量は、以下の式により求める。

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

$FC_{PJ,i,y}$: 事業実施後の LFG 回収設備等における燃料 i の消費量 (t/y)

$NCV_{fuel,i}$: 事業実施後の LFG 回収設備等における燃料 i の正味発熱量 (TJ/Gg = TJ/kt)

$EF_{fuel,i}$: 事業実施後の LFG 回収設備等における燃料 i の CO_2 排出係数 (kg- CO_2 /TJ)

4. 推計に必要なデータ

データの 種類	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
η_{PJ}	LFG 回収システムの効率 (%)	0.5 (デフォルト値 : AMS-III.G: Landfill methane recovery)	不要
ϕ	不確実性に関する調整係数	0.75 (デフォルト値 : CDM Methodological Tool: Emissions from solid waste disposal sites)	不要
F	LFG 中の CH_4 の割合	0.5 (デフォルト値 ²)	不要
OX	酸化係数	管理された処分場のうち、表面が土壌やコンポストなど酸化を促す物質で覆われている場合 : 0.1 上記以外の処分場 : 0	不要

² 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 5: Waste, p.3.14

17. 上下水道・都市衛生/廃棄物埋立

		(デフォルト値 ³)	
DOC _{f,j}	廃棄物 <i>j</i> の分解可能な分解性有機炭素の割合	デフォルト値を使用 (別表 8 の “DOC _{f,j} ”)	不要
DOC _j	廃棄物 <i>j</i> の分解性有機炭素の割合	デフォルト値を使用 (別表 8 の “DOC _j ”)	不要
MCF	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
W _x	処分場において <i>x</i> 年に投棄された廃棄物の重量 (<i>t/y</i>)	以下の入手可能性を検討し、可能なオプションを用いる。 i) フィージビリティ調査等の結果 ii) 処分場管理者へのインタビュー iii) トラック搬入量等による推計値 ※事業実施後の平均的な年の廃棄物投棄量 (計画値) を用いる。	不要
w _j	投棄された廃棄物のうちの廃棄物 <i>j</i> の組成割合 (重量ベース) (%)	以下の入手可能性を検討し、可能なオプションを用いる。 i) フィージビリティ調査等の結果 ii) 市中での廃棄物組成調査の結果 iii) 処分場でのサンプリング調査の結果 iv) IPCC デフォルト値 (地域別廃棄物組成 ⁴) ※事業実施後の平均的な年の廃棄物組成 (計画値) を用いる。	不要
k _j	廃棄物 <i>j</i> の分解速度 (<i>1/y</i>)	デフォルト値を使用 (別表 10 : 廃棄物種類、気候区分に応じた適切な値を選択)	不要
EG _{P,j,y}	事業実施後における発電量 (MWh/y)	計画値	不要
HG _{P,j,y}	事業実施後における熱供給量 (TJ/y)	計画値	不要
EF _{elec}	グリッド接続の場合 : グリッド CO ₂ 排出係数 (<i>t-CO₂/MWh</i>)	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。	
	独立型、ミニグリッドの場合 : ディーゼル発電による CO ₂ 排出係数 (<i>t-CO₂/MWh</i>)	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。	
NCV _{fuel,i}	事業実施後の LFG 回収設備等における燃料 <i>i</i> の正味発熱量 (TJ/Gg=TJ/kt)	不要	デフォルト値を使用 (別表 1 の “Net calorific value”)。 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,BL}	ベースラインシナリオ下のボイラー燃料 <i>i</i> の CO ₂ 排出	デフォルト値を使用 (別表 2 の “Effective CO ₂ emission factor” の “Default value”)。 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	

³ 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 5: Waste, Table 3.2

⁴ 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 5: Waste, Table 2.3 (Updated)

17. 上下水道・都市衛生/廃棄物埋立

	係数 (kg-CO ₂ /TJ)	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}	事業実施後のLFG回収設備等における燃料 <i>i</i> のCO ₂ 排出係数 (kg-CO ₂ /TJ)		
EC _{Pj,y}	実施後のLFG回収設備等における電力消費量 (MWh/y)	不要	計画値
FC _{Pj,i,y}	事業実施後のLFG回収設備等における燃料 <i>i</i> の消費量 (t/y)	不要	計画値

5. その他

(1) プロジェクトバウンダリー

GHG 推計の範囲は、LFG 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。

(2) リークエージ

廃棄物管理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。しかし、事業実施後における GHG 排出削減効果に比し軽微な影響であるため考慮していない。CDM 方法論 ACM0001 でもリークエージは考慮していない。

(3) 解説

本方法論において参考可能な CDM 方法論として ACM 0001 (Consolidate baseline and monitoring methodology for landfill gas project activity, Version 15)と AMS-III.G. (Landfill methane recovery, Version 8.0)が挙げられる。

本方法論の排出削減量算定ロジックは、ACM0001 と同様であるが、デフォルト値をなるべく用いて簡便化している。なお、CDM 方法論では排出削減量が小規模の閾値で制限されているが、本方法論ではそのような条件は設けていない。

また、Guideline for National Greenhouse Inventory (IPCC, 2006)において、N₂O は重要でなく推定方法が確立されていないと説明されているため、算定方法には加えていない。

(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"> 電力のCO₂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) 等のデフォルト値を提示
3.0	2019年9月	<ul style="list-style-type: none"> デフォルト値の使用を優先することとした。 N₂O を無視することを明記した。
4.0	2023年3月	<ul style="list-style-type: none"> 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。 「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-

17. 上下水道・都市衛生/廃棄物埋立

		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。
5.0	2024年3月	<ul style="list-style-type: none"> • 酸化係数 (OX) を IPCC2019 (2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories) のデフォルト値とした。 • IPCC2019 に従い、「分解可能な分解性有機炭素の割合 (DOC_{fj})」を廃棄物種類別に設定できるようにした。 • LFG 中の CH₄ の割合 (F) の出典を IPCC2019 に修正した。 • 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)。 • W_x、w_j の「データの入手方法」を対象国の実態を踏まえて、より入手可能性の高い方法に修正した。 • W_{j,x}、W_x、w_j の「データの内容」(パラメータ名称) を修正した。