

## 好気性発酵乾燥方式の二酸化炭素排出量について

## 1 温室効果ガス排出量の算定について

温室効果ガス（以下、GHG）排出量は我が国が国連気候変動枠組条約（UNFCCC）に毎年提出している GHG インベントリの算定方法に従う。このインベントリは気候変動に関する政府間パネル（IPCC）が作成したガイドラインに基づいて算定されている。IPCC ガイドラインでは、標準的な排出係数等のパラメータ、活動量の説明等が示されている。

GHG は主に、二酸化炭素（CO<sub>2</sub>）、メタン（CH<sub>4</sub>）、一酸化二窒素（N<sub>2</sub>O）などがある。他には冷蔵庫等に使用されているハイドロフルオロカーボン類（HFC）、半導体製造の際に発生するパーフルオロカーボン類（PFC）、変圧器等の製造で使用される六ふっ化硫黄（SF<sub>6</sub>）、三ふっ化窒素（NF<sub>3</sub>）がある。

ここでは、好気性発酵乾燥方式に加え、比較のために現施設の処理方式である焼却（ストーカ）方式の GHG 排出量（CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O）を算定する。

## 2 GHG 算定範囲

GHG 算定範囲を図 1 に示す。好気性発酵乾燥方式及び焼却方式においてごみの排出から中間処理、燃料利用又は最終処分に至るまでに発生する GHG を算定する。また、ごみの収集運搬や生成物の搬出時に発生する GHG も算定する。

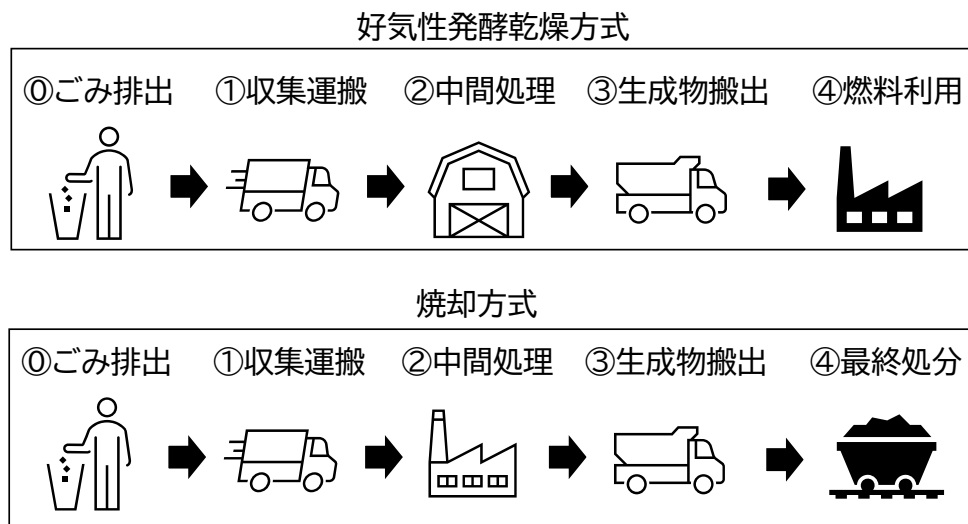


図 1 GHG 算定範囲

### 3 GHG 排出量の算定

#### (1) GHG 排出量の算定方法

GHG 排出量の算定は以下のとおり実施する。①ごみ排出段階における GHG 排出量はカウントしない。②収集運搬に伴う GHG 排出量は車両の燃料使用由来の GHG を算定する。③中間処理段階は施設の電力使用量、燃料使用量に加え、好気性発酵乾燥方式ではコンポスト時の発酵由来を、焼却方式ではプラスチックの燃焼由来の GHG を算定する。④生成物搬出段階では①と同様に車両の燃料使用量由来の GHG 排出量を算定する。④燃料利用又は最終処分段階において、好気性発酵乾燥方式では固形燃料を利用する工場の固形燃料使用由来の GHG 排出量に加え、化石燃料代替分をマイナス計上する。焼却方式では最終処分場の浸出水処理施設の生物処理由来の GHG 排出量を算定する。表 1 に GHG と排出段階の関係を示す。

#### ■ GHG 算定方法

##### ①ごみ排出

排出時の GHG 排出量はカウントしない。

##### ②収集運搬

収集運搬距離×車両燃費×燃料発熱量×GHG 排出係数

##### ③中間処理

###### 好気性発酵乾燥方式

処理時の電力使用量×電力由来の GHG 排出係数

処理時の燃料使用量×燃料発熱量×GHG 排出係数

コンポスト化量×コンポスト化に伴う GHG 排出係数

###### 焼却方式

処理時の電力使用量×電力由来の GHG 排出係数

処理時の燃料使用量×燃料発熱量×GHG 排出係数

プラスチック類焼却量×プラスチック類の焼却に伴う GHG 排出係数

##### ④生成物搬出

運搬回数×運搬距離×車両燃費×燃料発熱量×GHG 排出係数

##### ④燃料利用又は最終処分

###### 好気性発酵乾燥方式（燃料利用）

固形燃料利用量×固形燃料の利用に伴う GHG 排出係数

固形燃料利用による化石燃料の削減量×燃料発熱量×GHG 排出係数

⇒化石燃料の代替としてマイナス計上する

###### 焼却方式（最終処分）

浸出水処理量×生物処理による GHG 排出係数

表 1 GHG と排出段階の関係

段階	処理方式	二酸化炭素 (CO <sub>2</sub> )	メタン (CH <sub>4</sub> )	一酸化二窒素 (N <sub>2</sub> O)
①ごみ排出	—	—	—	—
①収集運搬	好気性発酵乾燥方式 ／焼却方式	• 運搬車両の 燃料使用	—	—
②中間処理	好気性発酵乾燥方式	• 電力使用 • 燃料使用	• 燃料使用 • 発酵時排出	• 発酵時排出
	焼却方式	• 電力使用 • 燃料使用 • プラ燃焼	• 燃料使用 • プラ燃焼	• プラ燃焼
③生成物搬出	好気性発酵乾燥方式 ／焼却方式	• 搬出車両の 燃料使用	—	—
④燃料利用又は 最終処分	好気性発酵乾燥方式 (燃料利用)	• 燃料利用 • 化石燃料代 替 (マイナス 計上)	• 燃料利用 • 化石燃料代 替 (マイナス 計上)	• 燃料利用
	焼却方式 (最終処分)	—	• 浸出水処理	• 浸出水処理

(2) GHG 排出量算定結果

地球温暖化係数を用いてメタン及び一酸化二窒素を二酸化炭素量に換算して処理方式の比較を行う。二酸化炭素換算結果を表 2 に示す。好気性発酵乾燥方式は 4,030.3t、焼却方式は 9,540.8t の二酸化炭素が排出される。焼却方式は現施設と同様の処理方式であり、好気性発酵乾燥方式を選択することで約 58%の二酸化炭素量削減につながる。

表 2 二酸化炭素排出量算定結果

GHG	地球温暖化 係数	好気性発酵乾燥方式		焼却方式	
		GHG 排出量	CO <sub>2</sub> 換算	GHG 排出量	CO <sub>2</sub> 換算
二酸化炭素 (CO <sub>2</sub> )	1	2,768.5 t	2,768.5 t	8,906.7 t	8,906.7 t
メタン (CH <sub>4</sub> )	25	1.6 t	40.0 t	19.33 t	483.3 t
一酸化二窒素 (N <sub>2</sub> O)	298	4.1 t	1,221.8 t	0.506 t	150.8 t
合計	—	—	<b>4,030.3 t</b>	—	<b>9,540.8 t</b>

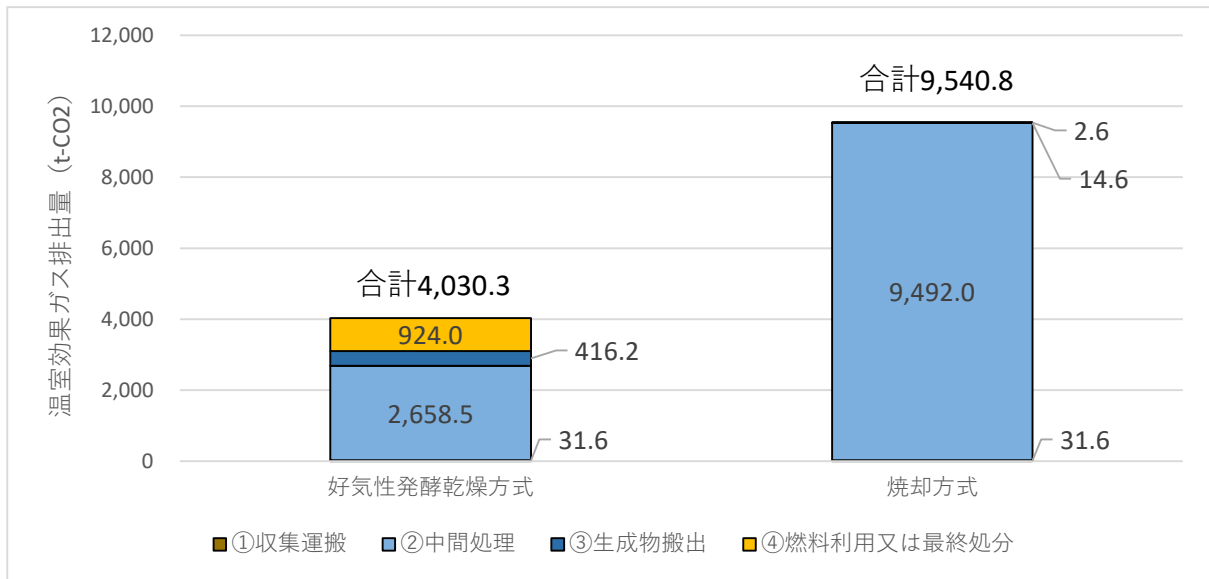


図 2 段階別二酸化炭素排出量の比較

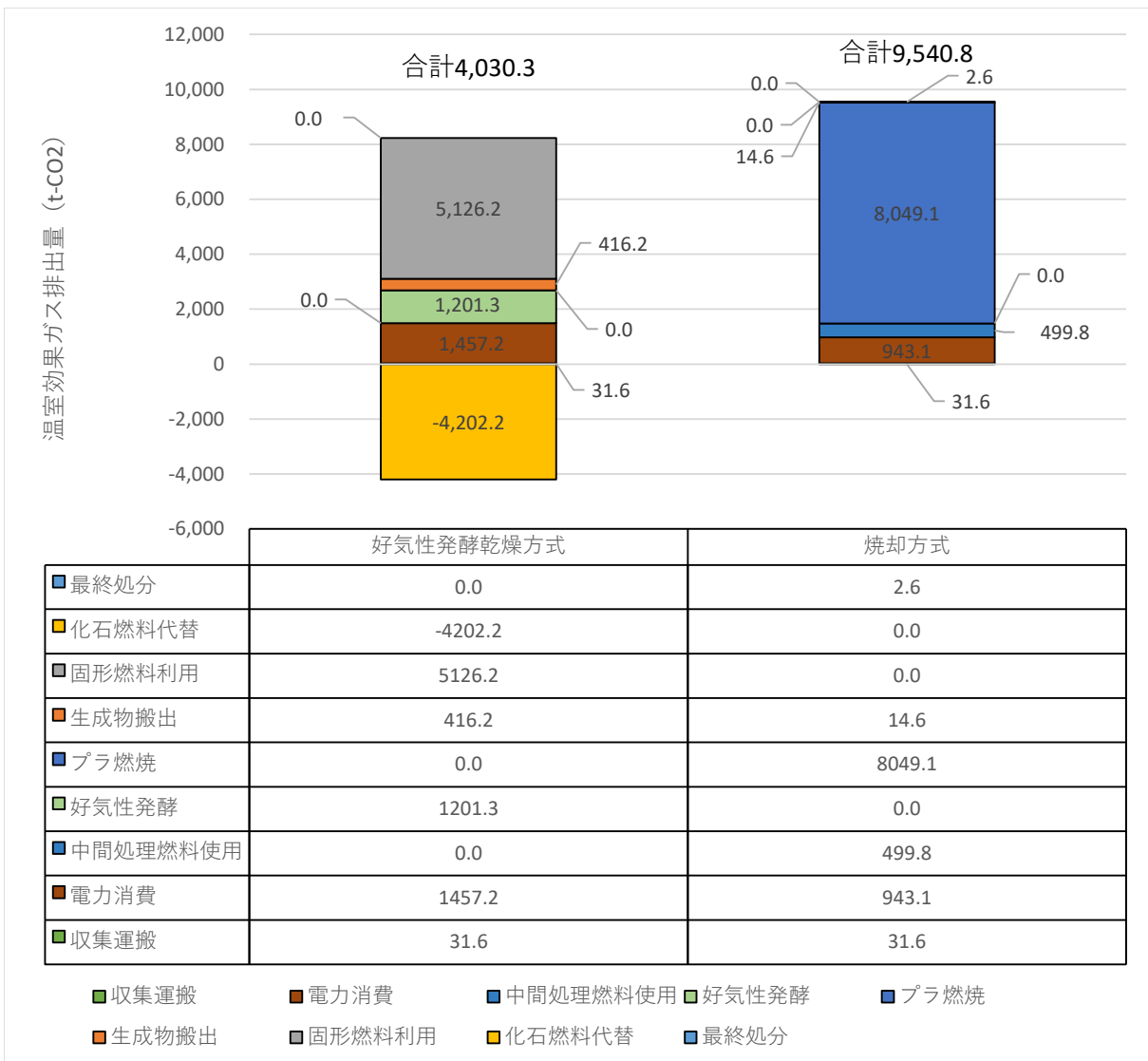


図 3 詳細項目別二酸化炭素排出量の比較

表3 GHG 排出量算定結果

項目	好気性発酵乾燥方式			焼却方式			備考		
	二酸化炭素 (CO <sub>2</sub> )	メタン (CH <sub>4</sub> )	一酸化二窒素 (N <sub>2</sub> O)	二酸化炭素 (CO <sub>2</sub> )	メタン (CH <sub>4</sub> )	一酸化二窒素 (N <sub>2</sub> O)			
①ごみ排出									
①収集運搬									
収集運搬距離(km) ※年間合計	a	3,158	-	-	3,158	-	-	パッカー車の年間運搬総距離	
車両燃費(L/km)	b	3.87	-	-	3.87	-	-	「建設廃棄物協同組合」の2013年度調査結果よりパッカー車の燃費	
燃料発熱量(GJ/kL)	c	37.7	-	-	37.7	-	-	環境省「温室効果ガス排出量算定・報告マニュアル(Ver4.9)(令和5年4月)」より軽油の値	
排出係数(t-C/GJ)	d	0.0187	-	-	0.0187	-	-	環境省「温室効果ガス排出量算定・報告マニュアル(Ver4.9)(令和5年4月)」より軽油の値	
GHG排出量(t)	e	31.6	-	-	31.6	-	-	e=a×b÷1,000×c×d×(44÷12)	
CO <sub>2</sub> 換算(t)	f	31.6	-	-	31.6	-	-	f=e×1	
CO <sub>2</sub> 合計(t)	g	31.6			31.6			g=f	
②中間処理									
電力由来	処理時の電力使用量(kWh)	h	3,267,344	-	-	2,114,680	-	-	トンネルコンポスト:メーカーヒアリング結果 焼却:「一般廃棄物全連続式焼却施設の物質収支・エネルギー収支・コスト分析2012年3月 北海道大学」より、年間処理量11,600t相当の電力使用量
	電力由来排出係数(t-CO <sub>2</sub> /kWh)	i	0.000446	-	-	0.000446	-	-	四国電力排出係数(2022年度実績)
	GHG排出量(t)	j	1,457.2	-	-	943.1	-	-	j=h×i
燃料使用由来	燃料使用量(MJ)	k	0	0	-	610,160	610,160	-	トンネルコンポスト:メーカーヒアリング結果 焼却:「一般廃棄物全連続式焼却施設の物質収支・エネルギー収支・コスト分析2012年3月 北海道大学」より、年間処理量11,600t相当の燃料使用量
	排出係数(t-C,t-CH <sub>4</sub> /GJ)	l	0.0189	0.00003	-	0.0189	0.00003	-	環境省「温室効果ガス排出量算定・報告マニュアル(Ver4.9)(令和5年4月)」よりA重油の値
	GHG排出量(t)	m	0.0	0.0	-	42.3	18.3	-	CO <sub>2</sub> :m=k×l÷1,000×(44÷12) CH <sub>4</sub> :m=k×l
発酵由来	コンポスト化量	n	-	11,600	11,600	-	-	-	メーカーヒアリング結果
	排出係数(t-CH <sub>4</sub> ,t-N <sub>2</sub> O/t)	o	-	0.00096	0.00027	-	-	-	環境省「温室効果ガス排出・吸収量算定方法の詳細情報(廃棄物分野)」
	GHG排出量(t)	p	-	11.1	3.1	-	-	-	CH <sub>4</sub> :p=n×o N <sub>2</sub> O:p=n×o
プラ焼却由来	プラスチック焼却量(t)	q	-	-	-	2,843	2,843	2,843	本市組成調査結果
	排出係数(t-CO <sub>2</sub> ,t-CH <sub>4</sub> ,t-N <sub>2</sub> O/t)	r	-	-	-	2.77	0.00036	0.00017	環境省「温室効果ガス排出量算定・報告マニュアル(Ver4.9)(令和5年4月)」より一般廃棄物中のプラスチックの値
	GHG排出量(t)	s	-	-	-	7,875.1	1.0	0.5	s=q×r
GHG合計	t	1,457.2	11.1	3.1	8,860.5	19.3	0.5	t=j+m+p+s	
CO <sub>2</sub> 換算(t)	u	1,457.2	277.5	923.8	8,860.5	482.5	149.0	CO <sub>2</sub> :u=t×1 CH <sub>4</sub> :u=t×25 N <sub>2</sub> O:u=t×298	
CO <sub>2</sub> 合計(t)	v	2,658.5			9,492.0			v=∑u	
③生成物搬出									
運搬回数(回)	w	104	-	-	104	-	-	週2回の搬出を想定(52週×2回)	
運搬距離(km)	x	400	-	-	14	-	-	トンネルコンポスト:四国管内の製紙工場を往復できる距離で想定(遠方を想定して四国を横断可能な距離で設定) 焼却方式:本市最終処分場を往復できる距離で想定	
車両燃費(L/km)	y	3.87	-	-	3.87	-	-	「建設廃棄物協同組合」の2013年度調査結果よりパッカー車の燃費	
燃料発熱量(GJ/kL)	z	37.7	-	-	37.7	-	-	環境省「温室効果ガス排出量算定・報告マニュアル(Ver4.9)(令和5年4月)」より軽油の値	
排出係数(t-C/GJ)	aa	0.0187	-	-	0.0187	-	-	環境省「温室効果ガス排出量算定・報告マニュアル(Ver4.9)(令和5年4月)」より軽油の値	
GHG排出量(t)	ab	416.2	-	-	14.6	-	-	ab=w×x×y÷1,000×z×aa×(44÷12)	
CO <sub>2</sub> 換算(t)	ac	416.2	-	-	14.6	-	-	ac=ab×1	
CO <sub>2</sub> 合計(t)	ad	416.2			14.6			ad=ac	
④燃料利用又は最終処分									
燃料利用	固形燃料利用量(t)	ae	6,159	6,159	6,159	-	-	-	メーカーヒアリング結果
	排出係数(t-CO <sub>2</sub> ,t-CH <sub>4</sub> /t)	af	0.775	0.00036	0.00017	-	-	-	環境省「温室効果ガス排出量算定・報告マニュアル(Ver4.9)(令和5年4月)」よりRDFの値
	GHG排出量(t)	ag	4,773.2	2.2	1.0	-	-	-	ag=ae×af
化石燃料代替	化石燃料代替量(t)	ah	-6,159	-6,159	-	-	-	-	メーカーヒアリング結果より、生成した燃料は石炭と同程度の発熱量と想定
	燃料発熱量(GJ/kL)	ai	25.7	25.7	-	-	-	-	環境省「温室効果ガス排出量算定・報告マニュアル(Ver4.9)(令和5年4月)」より一般炭の値
	排出係数(t-CO <sub>2</sub> ,t-CH <sub>4</sub> /GJ)	aj	0.0247	0.000074	-	-	-	-	環境省「温室効果ガス排出量算定・報告マニュアル(Ver4.9)(令和5年4月)」より一般炭の値
	GHG排出量(t)	ak	-3,909.7	-11.7	-	-	-	-	ak=ah×ai×aj
最終処分	浸出水処理量(m <sup>3</sup> )	al	-	-	-	36,500	36,500	36,500	本市最終処分場の処理量相当(100m <sup>3</sup> /日×365日)
	排出係数(t-CH <sub>4</sub> ,t-N <sub>2</sub> O/m <sup>3</sup> )	am	-	-	-	0.00000088	0.00000016	0.00000016	環境省「温室効果ガス排出量算定・報告マニュアル(Ver4.9)(令和5年4月)」より終末処理場の値
	GHG排出量(t)	an	-	-	-	-	0.032	0.006	an=al×am
GHG合計	ao	863.5	-9.5	1.0	-	0.032	0.006	ao=ag+ak+an	
CO <sub>2</sub> 換算(t)	ap	863.5	-237.5	298.0	-	0.8	1.8	CO <sub>2</sub> :ap=ao×1 CH <sub>4</sub> :ap=ao×25 N <sub>2</sub> O:ap=ao×298	
CO <sub>2</sub> 合計(t)	aq	924.0			2.6			aq=∑ap	
CO <sub>2</sub> 総計	ar	4,030.3			9,540.8			ar=g+v+ad+aq	