

令和元年度
みやぎの評価手法検討のための基礎調査

概 要 書

令和2年3月

宮城県環境生活部

目次

1	調査概要	1
1.1	調査の目的	1
1.2	業務概要	2
1.3	業務項目	2
	(1) 廃棄物関連事業者調査（現地聞き取り調査）	2
	(2) 廃棄物関連事業者調査（アンケート調査）	2
	(3) 産業廃棄物処理による二酸化炭素排出量等の算出	2
1.4	引用資料	4
2	産業廃棄物関連事業者調査	5
2.1	調査手法について	5
	(1) 聞き取り調査	5
	(2) アンケート調査	6
	(3) 品目別調査捕捉状況	6
2.2	産業廃棄物処理（自社処理を含む）による環境負荷量	7
	(1) 電気使用量	7
	(2) 燃料使用量	8
3	産業廃棄物処理による二酸化炭素排出量等の算出	9
3.1	二酸化炭素排出量等の算出目的	9
3.2	廃棄物の処理・処分に伴う二酸化炭素排出量の計算方法	11
	(1) 二酸化炭素排出量の計算方法	11
	(2) 温室効果ガス排出係数の取扱いについて	11
	(3) 「みやぎの評価」における排出係数の見直しについて	12
	(4) 県内の中間処理業者・最終処分業者・排出事業者の二酸化炭素排出量算出方法	13
	(5) その他の二酸化炭素排出量算出方法	15
3.3	廃棄物の移動に伴う二酸化炭素排出量	15
3.4	再生品使用の代替による二酸化炭素排出量の削減	16
	(1) 代替効果による二酸化炭素排出量削減の考え方	16
	(2) 代替効果による二酸化炭素排出量計算の具体例	18
	(3) 天然資源から採掘または製造する場合の二酸化炭素排出量（B）	19
	(4) 産業廃棄物の再資源化に係る二酸化炭素排出量（C）	21
	(5) 廃棄物の再資源化によって削減される二酸化炭素排出量（B-C）	21

(6) 廃棄物の再資源化による資源代替効果を反映した二酸化炭素排出量 (C-B)	21
(7) 廃棄物による資源代替効果の例	24
4 事業者の廃棄物処理による二酸化炭素排出量	25
4. 1 最終処分業者の処理による二酸化炭素排出量	25
(1) C社の電気使用量について	25
(2) エネルギー起源 CO ₂ 排出原単位について	25
4. 2 中間処理業者・自社処理業者の処理による二酸化炭素排出量	28
(1) 処分方法の違いによる二酸化炭素排出量	28
(2) 宮城県内の産業廃棄物処理による二酸化炭素排出量	29
4. 4 下水道事業による汚泥の自家処理に係る二酸化炭素排出量	31
(1) 県内の下水道終末処理場の汚泥の自家処理に係る二酸化炭素排出量推計の考え方	31
(2) 県内の下水道終末処理場の汚泥の自家処理に係る二酸化炭素排出量の推計結果	32
4. 5 県外廃棄物処理業者による二酸化炭素排出量	34
(1) 県外事業者（セメント事業者）での産業廃棄物処理について	34
(2) 宮城県内から県外セメント事業者に委託された産業廃棄物（処理量等）	34
(3) 宮城県内から排出される産業廃棄物のセメント処理による二酸化炭素排出量	35
5 みやぎの評価ツールの作成と出力データの確認	37
5. 1 みやぎの評価ツール用データの作成	37
(1) みやぎの評価ツール用データの作成の目的	37
(2) みやぎの評価ツール用データのマスタ整備	37
5. 2 みやぎの評価システムの出力結果の確認	38
6 事業者調査結果のまとめ	39
6. 1 宮城県の産業廃棄物処理に係る二酸化炭素排出量	39
6. 2 宮城県の産業廃棄物処理に係る二酸化炭素排出係数	41
6. 3 県内中間処理業者・排出事業者等への調査結果まとめ	42
(1) 汚泥（特に有機性汚泥）	42
(2) 廃プラスチック類	42
(3) 木くず	42
(4) 金属くず	43
(4) がれき（コンクリートがら、アスファルトがら）	43
(5) ばいじん	43

(6) その他 二酸化炭素排出量削減に向けた取組について	43
7 産業廃棄物処理による二酸化炭素排出量の算出を行うために必要な調査の 検討	44
7.1 「ゼロ・エミッション」の取組を評価する指標としての二酸化炭素排出量算 出	44
7.2 次年度以降の調査方法について	44
(1) 調査方法における今後の課題	44
(2) 次年度以降の調査方法について	45

1 調査概要

1. 1 調査の目的

本業務は、「宮城県循環型社会形成推進計画（第2期）」（平成28（2016）年3月策定）において検討するとしている、リサイクル等を徹底することにより最終的に廃棄物をゼロにしようとする環境への配慮を目的とした「ゼロ・エミッション」の取組を、3R推進の取組として評価する新たなしくみ（「みやぎの評価手法」）を検討するための基礎資料を作成することを目的とする。

平成29（2017）年度と30（2018）年度は、新しい評価の仕組み（「みやぎの評価」）を検討するための基礎調査として、廃棄物の種類ごとにその処理における課題の分析や処理施設毎の二酸化炭素排出量に関する調査と取りまとめを行った。また、平成30年度には、産業廃棄物実態調査集計データから、排出事業者が排出した廃棄物の処理に伴う二酸化炭素排出量を自動的に計算するツール（以下「評価ツール」という。）を構築した。

平成31（2019）年度の本業務では、循環計画の次期計画の策定に必要な基礎資料を作成するために、平成30年度までに行った調査データを補完することを目的として基礎調査を継続し、廃棄物関連事業者調査、廃棄物処理による二酸化炭素排出量等の算出、再生品の代替による二酸化炭素削減効果の解析等を行った。また「みやぎ産廃報告ネット」のサーバー上に構築した評価ツールにより、「みやぎ産廃報告ネット」のデータ（産業廃棄物実態調査、多量排出事業者処理計画等、産業廃棄物処理実績報告）を直接評価ツールで解析することを可能にした。

表 1. 1-1 調査データの捕捉状況

対象業者	調査項目	調査数の単位	平成29年度調査	平成30年度調査	平成31年度調査	合計(a)	捕捉率(%) (a/b)	捕捉率の分母 (b1) (b2)	
処理業者	処理の現状	年間処理量(t/年)	3,809,525	1,229,881	968,476	6,007,883	81%	7,453,512	
	環境負荷量		3,809,525	1,229,881	100,641	5,140,048	69%	7,453,512	
	処理費用	業者数(件)	23	21	14	58	16%	353	
廃棄物再生事業者(古紙)	登録事業所(古紙)数(件)		0	19		19	61%	31	
排出事業者	紙くず	事業所数(件)	0	7		7	0%	93,659	
	生ゴミ	事業所(飲食・宿泊)数(件)	1	7		8	0%	11,616	
	廃食用油	業者数(件)	1	7		8	0%	11,616	
	汚泥	年間処理量(t/年)				3,380,308	3,380,308	57%	5,892,000
		業者数(件)				40(うち下水道36者)			
	廃油	年間処理量(t/年)				39	39	78%	50
		業者数(件)				1			
	廃アルカリ	年間処理量(t/年)				5	5	71%	7
		業者数(件)				0			
	廃プラ	年間処理量(t/年)				150	150	88%	171
		業者数(件)				1			
	紙くず	年間処理量(t/年)				26	26	93%	28
		業者数(件)				1			
木くず	年間処理量(t/年)				8,767	8,767	88%	10,000	
	業者数(件)				1				
動植物性残渣	年間処理量(t/年)				1,286	1,286	77%	1,661	
	業者数(件)				1				
県外事業者	セメント原燃料	年間処理量(t/年)				1,097,216	87%	1,261,269	
		事業所数(件)				4			

(b1)処分業者：平成28年度実績産業廃棄物処分実績報告の総数
(a), (b2)平成29年度実績 産業廃棄物実態調査ベース
平成30年度報告書ベース

1. 2 業務概要

- (1) ①業務名 : 平成31年度みやぎの評価手法検討のための基礎調査業務
②契約日 : 平成31年4月23日
③工期 : 自 平成31年4月23日
至 令和2年3月31日
④発注者 : 宮城県 (環境生活部循環型社会推進課)
⑤受注者 : 株式会社エックス都市研究所
⑥業務内容 : 1. 3 (1) ~ (3)
- (2) ①業務名 : 平成31年度みやぎの評価手法評価ツール作成業務
②契約日 : 平成31年4月19日
③工期 : 自 平成31年4月19日
至 令和2年3月31日
④発注者 : 宮城県 (環境生活部循環型社会推進課)
⑤受注者 : 中電技術コンサルタント株式会社
⑥業務内容 : 1. 3 (3)

1. 3 業務項目

(1) 廃棄物関連事業者調査 (現地聞き取り調査)

廃棄物排出事業者・産業廃棄物処理業者等 (以下「事業者」という。) に対し、廃棄物処理の受入・搬出状況の変化及び電気使用量や燃料使用量に関する聞き取り調査を実施した。

(2) 廃棄物関連事業者調査 (アンケート調査)

現地聞き取り調査を補足するため、アンケートによる調査 (県外事業者を含む) を実施した。

(3) 産業廃棄物処理による二酸化炭素排出量等の算出

事業者への聞き取り調査・アンケート調査で得られたデータ (電気使用量や燃料使用量等) と産業廃棄物処分実績報告書 (処分量、処分後量、処分後委託先等) 及び各種文献・資料を基に以下の項目についてデータの作成を行うとともに、「みやぎの評価ツール」自動計算システムのマスタデータ整備を実施した。

- A. 廃棄物の中間処理及び埋立による二酸化炭素排出量
- B. 再生品を利用しなかった場合の天然資源の利用による二酸化炭素排出量
 - 天然資源の採掘やバージン素材からの製造による二酸化炭素排出量
 - 天然資源の輸送による二酸化炭素排出量
- C. 廃棄物の再資源化処理・再生品による二酸化炭素排出量

今年度は、特に排出事業者 (下水道業等) による自己処理や県外の産業廃棄物処分業者 (セメント製造業) による処理に関するデータ整理も実施した。

「みやぎの評価手法」(3R推進のための新たな手法)の構築

◎ ゼロ・エミッション(=リサイクルの徹底によって最終的に廃棄物をゼロにしようとする試み)への取組や、環境にやさしいリサイクル工程を評価できる新しい手法を構築し、次期(第3期)の「宮城県循環型社会形成推進計画」の評価指標として活用することを旨とする。

<現状の評価手法>

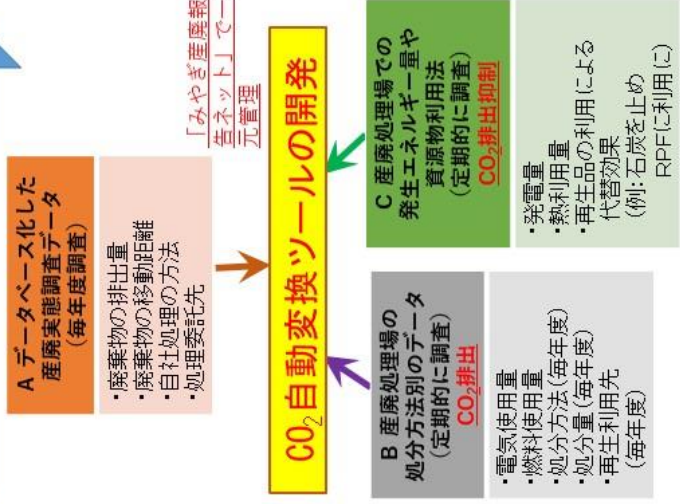
- 国が定義している評価手法であり、県の第2期循環計画での目標指標値として設定している。
- 他県や全国平均との比較が可能である。

評価指標	問題点
☆排出量(トン)	産業が発展することで増加する
☆リサイクル率(%)	汚泥など減量化率が高いと向上しない
☆最終処分率(%)	減量化の方法により環境負荷が異なることが反映されない

【問題点の具体例】

- ① 汚泥等を脱水してもリサイクル率は向上せず、また、脱水工程での電気や薬剤使用の影響が評価できない。
- ② 焼却してもリサイクル率は向上せず、熱回収や発電をしても評価できない。
- ③ 廃棄物の広域移動等による燃料使用量が評価できない。

新たな評価手法の構築



<みやぎの評価手法>

- ゼロ・エミッションを評価できる考え方であり、下記の評価指標を想定している。
- この評価手法を構築し、従来手法とともに活用していく。

評価指標	評価できる事項
☆温室効果ガス排出量(千t-CO ₂ /年)	気候変動影響への効果、県内に必要なリサイクル施設
☆埋立占有容量(m ³ /千t・年)	土地利用に対する制限、未来環境への影響、他県からの搬入

【新たな指標を追加することによる改善点】

- 廃棄物の移動距離等も考慮した環境影響の少ないリサイクル方法を提案できる
 - 環境影響の側面から県内に設置が必要なりサイクル施設の検討ができる
- 【参考：地球温暖化対策法】
- 廃棄物(一廃と産廃)の総焼却量と総埋立量から非エネルギー一起源のCO₂排出量を算出(環境政策課データ)

【目指すべき姿】

- ◇ 二酸化炭素排出量 = 0
- ◇ 埋立占有容量 = 0

図 1. 3-1 「みやぎの評価手法」二酸化炭素排出量自動算出ツールのイメージ

1. 4 引用資料

本業務における引用（参考）資料を表1. 4-1に示す。

表1. 4-1 引用資料について

文献番号	資料名	著書等	発行年
1	宮城県循環型社会形成推進計画(第2期)	宮城県	2016年
2	平成29年度宮城県産業廃棄物実態推定業務報告書	宮城県環境生活部	2018年
3	温室効果ガス総排出量算定方法ガイドライン	平成27年4月 環境省	2015年
4	算定・報告・公表制度における算定方法・排出係数一覧	環境省	—
5	エネルギー使用量の原油換算方法	経済産業省 資源エネルギー庁	—
6	電気事業者別排出係数(特定排出者の温室効果ガス排出量算定用)	環境省	2018年
7	ロジスティクス分野におけるCO2 排出量算定方法 共同ガイドライン	経済産業省・国土交通省	2016年
8	循環資源のリサイクル及び低炭素化に関する効果算出ガイドライン(Ver.1.0)	環境省	2016年
9	日本国温室効果ガスインベントリ報告書	国立研究開発法人国立環境研究所	2019年
10	平成29年度 北上川下流流域下水道・迫川流域下水道・北上川下流東部流域下水道 維持管理年報	宮城県東部下水道事務所	2018年
11	平成29年度 吉田川流域下水道・鳴瀬川流域下水道・阿武隈川下流流域下水道・仙塩流域下水道 維持管理年報	宮城県中南部下水道事務所	2018年
12	平成30年度 南蒲生浄化センター年報	仙台市建設局 下水道事業部 南蒲生浄化センター	2019年
13	みやぎの下水道 快適なみやぎライフの創造	宮城県土木部下水道課	2019年
14	低炭素社会実行計画における実態調査報告書	公益社団法人全国産業資源循環連合会	2019年
15	セメントのLCIデータの概要	一般社団法人 セメント協会	2013年
16	セメント業界における地球温暖化対策の取組み	一般社団法人 セメント協会	2017年
17	CO2換算量共通原単位データベース	(一社)サステナブル経営推進機構	—
18	物流から生じるCO2排出量のディスクリージャーに関する手引き	国土交通政策研究所	2011年
19	我が国の国際海上輸送におけるCO2排出量の推計	沿岸域学会誌	2010年
20	二酸化炭素排出量比較表(RPFvs石炭)	(一社)日本RPF工業会	—
21	多量排出事業者による産業廃棄物処理計画及び産業廃棄物処理計画実施状況報告策定マニュアル(第3版)	環境省環境再生・資源循環局廃棄物規制課	2019年

2 産業廃棄物関連事業者調査

2. 1 調査手法について

(1) 聞き取り調査

◆ 聞き取り調査の目的

平成 31 (2019) 年度は、「みやぎの評価手法」を検討するための基礎調査として、平成 30 (2018) 年度までに行った「産業廃棄物受入品目、処理量、リサイクル方法、リサイクルフロー」、「リサイクル状況」、「環境負荷量」、「投入エネルギー等」、「処理料金」についての調査データを補完することを目的として、聞き取り調査を行った。

本年度は、特に排出事業者（製紙会社、下水道業等）における自己処理や県外産業廃棄物処理事業者（セメント製造事業者）への聞き取り調査も併せて行った。

◆ 聞き取り調査内容

現地調査等による聞き取り調査の内容は以下のとおりである。

- ① 廃棄物の処分方法毎の電気及び燃料使用量並びに環境負荷量（水使用量など）
- ② 廃棄物処理の現状と近年の状況変化
- ③ 廃棄物処理に関する今後の排出及び処理の見込み
- ④ 廃棄物の処理に要する費用
- ⑤ 資源の有効利用や再生エネルギー設備
- ⑥ 温室効果ガス（二酸化炭素等）排出量削減に向けた取組

◆ 聞き取り調査対象の選定

聞き取り調査の対象は、平成 29 (2017) 年度産業廃棄物処分実績報告データから品別に処理量の多い処理施設のうち、平成 29 年度及び平成 30 年度に聞き取り調査を実施した施設を除き、捕捉率が 70% 以上となる施設を対象とした。

No	施設	量	29年度対象	30年度対象	捕捉率計
1	A	150	○		27%
2	B	120		○	49%
3	C	100	○		67%
4	D	80		○	82%
5	E	40			89%
6	F	20			93%
	⋮	⋮			
	⋮	⋮			
	⋮	⋮			
X	Z	0.1			100%
	合計	550			


 捕捉率 70%以上を
対象

図 2. 1 - 1 調査対象選定の考え方

(2) アンケート調査

現地調査による聞き取り調査を補足するため、聞き取り調査にて捕捉率が70%に満たなかった廃棄物品目に関して、当該品目の中間処理を行っている事業者30社（県外事業者を含む。）を対象にアンケートによる調査を行い、18社から回答を得た。

(3) 品目別調査捕捉状況

平成29（2017）年度から平成31（2019）年度の調査による三年間分の品目別の捕捉状況一覧を表2. 1-3に示す。また、品目別捕捉状況を表2. 1-4に示す。（捕捉率は平成29年度実績値ベースに基づく割合）

中間処理業者は、全体の約82%、自社処理業者は約79%のデータを捕捉することが出来た。

表2. 1-3-① 中間処理業者における3年間調査の品目別捕捉率一覧

廃棄物種類	業者数(仙台市含む)			処分量(仙台市含む)		
	業者数 A	調査済み B	捕捉率 (B/A)	処分量C	調査済み 処分量D	捕捉率 (D/C)
燃え殻	9	7	78%	45,311	45,156	100%
汚泥	69	20	29%	3,553,019	3,420,620	96%
廃油	12	8	67%	21,091	12,240	58%
廃酸	15	9	60%	3,086	2,251	73%
廃アルカリ	15	7	47%	4,907	3,459	71%
廃プラスチック類	123	33	27%	274,836	223,418	81%
紙くず	47	19	40%	30,202	26,080	86%
木くず	95	34	36%	326,542	204,487	63%
繊維くず	38	16	42%	15,674	14,271	91%
動植物性残さ	20	15	75%	33,510	31,864	95%
動物系固形不要物	2	2	100%	76	76	100%
ゴムくず	5	3	60%	205	205	100%
金属くず	81	23	28%	46,969	31,971	68%
ガラスくず、コンクリートくず および陶磁器くず(石膏含む)	88	28	32%	243,963	190,997	78%
鋳さい	7	5	71%	5,316	4,456	84%
がれき類+がら	95	29	31%	2,743,620	1,821,947	66%
動物のふん尿	6	4	67%	50,460	46,894	93%
家畜の死体	0	0	-	0	0	-
ばいじん	7	6	86%	54,725	54,724	100%
合計	734	268	37%	7,453,512	6,135,118	82%

表2. 1-3-② 自社処理業者における今年度調査の品目別捕捉率一覧

廃棄物種類	業者数(仙台市含む)			処分量(仙台市含む)		
	業者数 A	調査済み B	捕捉率 (B/A)	処分量C	調査済み 処分量D	捕捉率 (D/C)
汚泥	180	40	22%	5,173,963	>4,109,214	>81%
廃油	4	1	25%	50	39	78%
廃アルカリ	3	0	0%	7	0	0%
廃プラスチック類	5	1	20%	171	150	88%
紙くず	3	1	33%	27	26	96%
木くず	12	1	8%	10,000	8,767	88%
動植物性残渣	3	1	33%	1,660	1,660	100%
合計	210	45	21%	5,185,878	4,119,856	>79%

※汚泥は下水道事業者の年報調査37者中のうち小規模31者は数字に含めていない。

2. 2 産業廃棄物処理（自社処理を含む）による環境負荷量

（1）電気使用量

平成29（2017）年度から平成31（2019）年度に調査した県内の中間処理業者・排出事業者の処分方法別、廃棄物の種類別の電気量についてのまとめを表2. 2-1に示す（下水道事業者分のデータは含まない。）。

平成31年度調査では、汚泥排出量の多い製紙工場やアルコール飲料製造工場の汚泥脱水に係る調査を追加して調査件数を増やした。その結果、廃棄物1トン当たりの汚泥脱水処理にかかる電気使用量平均値は63.5kWh/tとなった。産業廃棄物排出量として申告される汚泥の水分含有率は、事業者の製造設備や脱水設備によってそれぞれ異なるため、1トン当たりの脱水に係る電気使用量を事業者間で比較する場合は、水分含有率または固形分の数値を統一した値に換算して比較することが望ましい。

表2. 2-1 電気使用量（kWh/t）

処分の方法	廃棄物の種類	調査件数	最大	最小	平均
埋立	全廃棄物	10	6.0	0.2	60.6
	汚泥	8	237.2	0.2	105.2
焼却	動植物性残さ	5	237.2	0.0	90.4
	燃え殻・ばいじん	2	180.9	0.0	99.0
	廃プラスチック類	8	237.1	0.0	42.8
	汚泥	5	131.2	0.0	42.6
堆肥化	動植物性残さ	7	131.2	0.0	6.5
	紙くず	1	6.5	6.5	6.5
圧縮	繊維くず	1	6.5	6.5	110.9
	廃プラスチック類	4	270.1	0.0	6.5
	木くず	1	6.5	6.5	141.4
	紙くず	1	141.4	141.4	141.4
圧縮 (圧縮固化)	繊維くず	1	141.4	141.4	141.4
	廃プラスチック類	1	141.4	141.4	141.4
	木くず	1	141.4	141.4	0.0
	燃え殻・ばいじん	1	0.0	0.0	0.0
3D混練	廃プラスチック類	1	0.0	0.0	2.3
	ガラコン	5	4.0	0.0	5.3
破砕	がれき類	18	20.2	1.2	7.8
	金属くず	7	20.2	4.0	38.2
	紙くず	6	171.2	4.0	9.0
	繊維くず	4	20.2	4.0	50.0
	廃プラスチック類	18	452.0	0.0	28.4
	木くず	14	171.2	0.0	63.5
	切断破砕圧縮	廃プラスチック類	1	63.5	63.5
造粒固化	汚泥	1	6.9	6.9	7.3
	燃え殻・ばいじん	1	7.3	7.3	90.8
脱水	汚泥	8	649.9	0.4	63.5
溶解	廃プラスチック類	1	63.5	63.5	147.3
溶融	廃プラスチック類	4	428.0	14.5	25.4
油水分離	廃油	2	27.0	23.7	0.0
中和	廃酸	1	0.0	0.0	0.0

※平成31年度調査による追加データ（平成30年度実績）を含む項目を特に黄色セルで示す。

(2) 燃料使用量

平成29(2017)年度から平成31(2019)年度に調査した県内の中間処理業者・排出事業者の処分方法別、廃棄物の種類別の燃料(軽油、ガソリン、重油)についてのまとめを表2.2-2に示す。

ただし下水道事業者分のデータは含まない。また、製紙会社で使用したその他の燃料である石炭使用やRPF量は表には含めていない。

表2.2-2 燃料(軽油、ガソリン、重油)使用量(L/t)

処分の方法	廃棄物の種類	調査件数	最大	最小	平均
埋立	全廃棄物	10	3.0	0.4	1.2
	汚泥	8	27.3	0.0	5
焼却	動植物性残さ	5	27.3	1.6	4.9
	燃え殻・ばいじん	2	27.3	4.3	7.6
	廃プラスチック類	8	27.3	0.2	5.4
堆肥化	汚泥	5	8.7	0.0	1.8
	動植物性残さ	7	8.7	0.0	2
圧縮	紙くず	1	1.4	1.4	1.4
	繊維くず	1	1.4	1.4	1.4
	廃プラスチック類	4	1.4	0.0	0.5
	木くず	1	1.4	1.4	1.4
圧縮 (圧縮固化)	紙くず	1	3.2	3.2	3.2
	繊維くず	1	3.2	3.2	3.2
	廃プラスチック類	1	3.2	3.2	3.2
	木くず	1	3.2	3.2	3.2
3D混練	燃え殻・ばいじん	1	0.6	0.6	0.3
	廃プラスチック類	1	0.6	0.6	0.6
破碎	ガラコン	5	1.7	0.0	1.3
	がれき類	18	3.9	0.0	1.1
	金属くず	7	3.9	0.0	1.3
	紙くず	6	3.9	0.0	1
	繊維くず	4	3.9	0.3	1.4
	廃プラスチック類	18	0.6	0.0	0.2
	木くず	14	8.0	0.0	2
切断破碎圧縮	廃プラスチック類	1	0.0	0.0	0
造粒固化	汚泥	1	5.7	5.7	5.7
	燃え殻・ばいじん	1	0.0	0.0	0
脱水	汚泥	8	0.6	0.0	0.1
溶解	廃プラスチック類	1	0.0	0.0	0
溶融	廃プラスチック類	4	252.3	0.0	87.1
油水分離	廃油	2	6.4	0.0	3.2
中和	廃酸	1	0.0	0.0	0

※平成31年度調査による追加データ(平成30年度実績)を含む項目を特に黄色セルで示す

今年度調査に追加した廃酸の中和処理は、基本的に常温での化学反応による処理のため、特に電気や燃料などのエネルギーを使用する処理ではない。この中和処理などのように、エネルギー量や二酸化炭素排出量のみで評価することが難しいケースもある。

3 産業廃棄物処理による二酸化炭素排出量等の算出

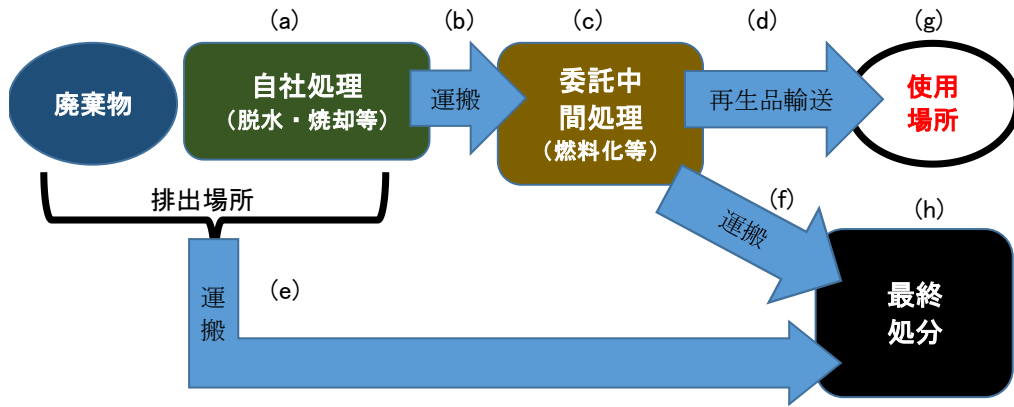
3. 1 二酸化炭素排出量等の算出目的

環境への配慮を目的とした「ゼロ・エミッション」の取組を評価できる指標として平成30（2018）年度に構築した評価ツールの精度を向上させるために、前年度までのデータを補完することを目的とする。

「みやぎの評価手法」では、廃棄物等の移動による二酸化炭素排出量も考慮した評価を行う。廃棄物処理に伴う移動は、廃棄物の他に再生品（RPF・燃料、再生砕石等）の移動も評価の対象とする。なお、自社処理の場合は移動距離を0とする。

図3. 1-1に廃棄物の処理（運搬・処分）に伴う二酸化炭素の排出量の考え方を示す。

廃棄物処理による二酸化炭素の排出工程



二酸化炭素排出工程	再生利用の場合	(a)+(d)+(g)	自社処理
		(b)+(c)+(d)+(g)	委託処理
		(a)+(b)+(c)+(d)+(g)	自社処理+委託処理
	最終処分の場合	(e)+(h)	直接最終処分
		(a)+(e)+(h)	自社処理
		(b)+(c)+(f)+(h)	委託処理
		(a)+(b)+(c)+(f)+(h)	自社処理+委託処理

二酸化炭素排出量の算出方法※	
(a),(c)中間処理により排出されるエネルギー起源CO ₂ +非エネルギー起源CO ₂	
(b),(d),(e),(f)輸送により排出されるエネルギー起源CO ₂	
(g)再生品の使用等により排出されるエネルギー起源CO ₂	
+再生品の使用等により排出される非エネルギー起源CO ₂	
- (再生品の使用等により代替されるエネルギー起源CO ₂	
+再生品の使用等により代替される非エネルギー起源CO ₂)	
(h)最終処分により排出されるエネルギー起源CO ₂ +非エネルギー起源CO ₂	

二酸化炭素排出量の算出に用いる主なデータ	
(a)実態調査の発生量・処理方法と処理施設の電気・燃料使用量	
(b), (e)実態調査の発生量又は処理後量・処分先所在地	
(c)実態調査の処分先・処分実績報告の処分方法と処分施設の電気・燃料使用量	
(d)処分実績報告の処分方法・売却量・購入者所在地	
(f)処分実績報告の処分方法・委託量・受託者所在地	
(g)処分実績報告の利用方法・売却量	
(h)処分実績報告の委託内容・委託量	

※非エネルギー起源 CO₂には、メタン (CH₄) と一酸化二窒素 (N₂O) を CO₂に換算した量を含む

図 3. 1 - 1 廃棄物処理による二酸化炭素の排出工程

3. 2 廃棄物の処理・処分に伴う二酸化炭素排出量の計算方法

(1) 二酸化炭素排出量の計算方法

廃棄物1トン当たりの二酸化炭素排出量は、温室効果ガス排出量算定・報告・公表制度に示された「算定方法及び排出係数一覧表」に記載の係数に基づき算出した。算定・報告・公表制度で対応できない場合は日本国温室効果ガスインベントリ報告書(2019年)、または環境省「温室効果ガス排出量算定方法検討会」で公表された報告書の数値に基づいて算出した。

(2) 温室効果ガス排出係数の取扱いについて

地方公共団体においては、「地球温暖化対策の推進に関する法律」(以下「温対法」という。)(平成10(1998)年)の第21条に基づき「地方公共団体実行計画」(事務事業編)の策定が義務づけられている。

IPCC(気候変動に関する政府間パネル)により作成された「2006年IPCCガイドライン」に準拠して作成される国連気候変動枠組条約(UNFCCC)に基づく温室効果ガスと前駆物質等の排出・吸収に関する目録(インベントリ)において、我が国の実態と異なるケースについては、環境省「温室効果ガス排出量算定方法検討会」で検討を行いインベントリに反映されている。そのため、地方公共団体における「温室効果ガス総排出量」も日本国温室効果ガスインベントリの「温室効果ガス排出量算定方法検討会」の報告に示された知見や公表された数値を利用することができる。

一方、特定排出者(温室効果ガスを多量に排出する特定事業所排出者、及び特定輸送排出者)は、温対法の改正(平成17(2005)年)により自らの温室効果ガス排出量を算定し、国に報告することが義務づけられた「算定・報告・公表制度」が導入(平成18(2006)年)され、算定・報告・公表制度における算定方法・排出係数一覧表に基づいて計算することになっている。

「日本国温室効果ガスインベントリ」と「算定・報告・公表制度」における温室効果ガス排出係数については、それぞれ排出量の算定対象の範囲、算定期間、算定方法が異なるが、どちらの数値を用いても差し支えないこととされている。

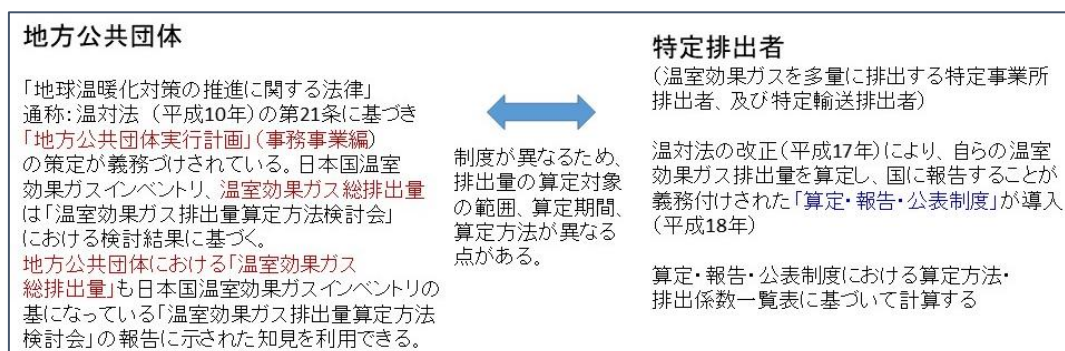


図3. 2-1 温室効果ガス排出係数の取扱い制度

(3) 「みやぎの評価」における排出係数の見直しについて

◆ 堆肥化に係る排出係数の見直しと二酸化炭素排出量の再計算

前年度報告書では、有機性汚泥・動植物性残渣の堆肥化に係る計算は、いずれも環境省ガイドライン（算定・報告・公表制度）の豚排泄物の強制発酵の排出係数を用いて計算されている。豚の排泄物の強制発酵に伴う温室効果ガス（CO₂, CH₄, N₂O）のうち、N₂Oの排出係数の単位は、t-N₂O/N・t（窒素分1 t当たり）であるのに対して前年度は単位を誤ってt-N₂O/t（廃棄物1 t当たり）で計算したため、数値が大きくなっていた。環境省ガイドラインでは、有機性汚泥の堆肥化に係る排出係数が設定されていないため、前年度はやむを得ず有機性汚泥の堆肥化についても、豚の排泄物の強制発酵の係数を用いて計算していたものと推察される。

そこで今年度は、堆肥化に係る温室効果ガス排出量の計算は、環境省ガイドラインではなく2019年日本国温室効果ガスインベントリ報告書の「固形廃棄物の生物処理（コンポスト化）に伴う温室効果ガスの排出係数」を用いて、表3. 2-1の計算値で再計算を行った。有機性汚泥は堆肥化されやすい有機物として計算が可能である。

表3. 2-1 堆肥化に係る排出係数

項目	単位	出典(1)表7-20 換算値	「算定・報告・公表制度」ガイドライン ⇒ H30報告書
豚 尿・ふん・尿ふん混合物 強制発酵	t-N ₂ O/t-N		0.0039
コンポスト化(動植物性残渣・食品廃棄物)			
コンポスト化(下水汚泥)	t-N ₂ O/t	0.00027	

◆ 焼却（エネルギー回収を伴わない）に伴う二酸化炭素排出量の見直しについて

堆肥化と同様に、焼却に伴う温室効果ガス排出量の算定についても環境省のガイドラインではなくインベントリ報告書の値を用いる場合、下記の表の通り、N₂Oの排出係数が1桁程度異なるため、特に排出量の多い廃棄物（有機性汚泥など）の焼却に係る温室効果ガス排出量については、数値が大きく変わる可能性がある。

インベントリ報告書の排出係数の値は、今後環境省のガイドラインに反映されるものと推測されるため、その時点での見直しの検討を行うことが妥当であると考えられ、今年度は従前どおりとすることとした。

表3. 2-2 廃棄物の焼却に係る排出係数

項目	単位	(出典1)7-50,7-51(2002年以降)換算値	「算定・報告・公表制度」ガイドライン ⇒ H30報告書
廃プラ	t-NO ₂ /t	0.000015	0.00017
下水汚泥—高分子、石灰以外	t-NO ₂ /t	0.000882	
下水汚泥以外の汚泥	t-NO ₂ /t	0.000099	0.00045
動植物性残渣	t-NO ₂ /t	0.000077	0.00001

(4) 県内の中間処理業者・最終処分業者・排出事業者の二酸化炭素排出量算出方法

廃棄物の処理・処分に伴う二酸化炭素排出量は、エネルギー起源と非エネルギー起源に分けて算出した。廃棄物1トン当たりの二酸化炭素排出量は、環境省の温室効果ガス排出量算定方法のガイドラインに基づき、表3. 2-3に記載の数値を用いて計算した。

① エネルギー起源二酸化炭素

各設備・施設における燃料及び電気使用量調査結果から廃棄物1トン当たりのそれぞれの使用量を計算し、エネルギー種別の排出係数を乗じることにより、廃棄物1トン当たりの燃料及び電気使用量に係る二酸化炭素排出量(二酸化炭素排出原単位)を各々算出した。

なお、廃棄物1トン当たりの燃料及び電気使用量の計算については、次のとおりとした。

- 計算処理に必要な燃料及び電気の使用量は通常廃棄物の種類によって異なるが、例えば同一の破砕機に複数種類の廃棄物を一緒に投入したり、あるいは種類別に投入したりすることが行われており、処理にかかった種類別のエネルギー使用量を把握することは実際上困難であることから、各処理設備・施設で処理した廃棄物は同一の種類と見なし、廃棄物1トン当たりの燃料及び電気それぞれの使用量を計算した。

また電気の使用によるエネルギー起源CO₂排出量の計算方法は、平成29(2017)年度と30(2018)年度調査の計算式に合わせて以下の式を用いた。

$$0.000548 \text{ (t-CO}_2\text{ / kWh 東北電力 2016年)} \times \text{電気量 (kWh / 年)}$$

環境省のガイドラインによると、小売電気事業者から供給された電気の使用に伴う排出係数は、再生可能エネルギーの固定価格買取制度(FIT)による調整等を反映していない基礎CO₂排出係数を用いることとなっているため、購入した電気の使用に伴う排出係数については、調整後排出係数ではなく基礎排出係数の数値とし、毎年公表される表3. 2-4の数値を用いて計算することが今後の課題となる。

② 非エネルギー起源二酸化炭素

産業廃棄物処分実績報告書(平成28年度実績)の各産業廃棄物処理施設の処分実績(処分量)に、係数を乗じることにより算出した。なお、汚泥及び動植物性残渣の発酵堆肥化については、表3. 2-1の数値を用いた。

③ 産業廃棄物処理施設別の二酸化炭素排出量

燃料及び電気使用量調査データを入手できた施設の二酸化炭素排出量の結果を表3. 2-5に示す。燃料及び電気使用量調査データを入手できなかった施設については、同じ廃棄物種類の同じ処理の業者のデータの単位量当たりのデータの数値の平均値を使用した。

表3. 2-3 二酸化炭素排出量の算出係数

	項目	係数	出典	備考
電力	東北電力 (t-CO ₂ /kWh)	0.000548	環境省 温室効果ガス排出量 算定方法 東北電力2016年調整後排出係数	
換算係数	A重油換算一原油	1.01	(省エネ法施行規則(最終改正:平成二十七年一月一六日経済産業省令第一号)の別表第1)	
	灯油一原油	0.95	(省エネ法施行規則(最終改正:平成二十七年一月一六日経済産業省令第一号)の別表第1)	
	軽油一原油	0.97	(省エネ法施行規則(最終改正:平成二十七年一月一六日経済産業省令第一号)の別表第1)	
燃料の使用に関する排出係数	原油 (tCO ₂ /kl)	2.62	温室効果ガス総排出量算定方法ガイドラインの参考1	
廃棄物の焼却及び原燃料としての使用に関する排出係数	廃プラスチックの焼却 (tCO ₂ /t)	2.55	温室効果ガス総排出量算定方法ガイドラインの別表4	
廃棄物の焼却及び原燃料としての使用に関する排出係数	廃プラスチックの焼却 (tN ₂ O/t)	0.00017	温室効果ガス総排出量算定方法ガイドラインの別表19	
廃棄物の焼却及び原燃料としての使用に関する排出係数	汚泥の焼却 (tCH ₄ /t)	0.0000097	温室効果ガス総排出量算定方法ガイドラインの別表12	
廃棄物の焼却及び原燃料としての使用に関する排出係数	汚泥の焼却 (tN ₂ O/t)	0.00045	温室効果ガス総排出量算定方法ガイドラインの別表19	
廃棄物の焼却及び原燃料としての使用に関する排出係数	動植物性残さの焼却 (tN ₂ O/t)	0.00001	温室効果ガス総排出量算定方法ガイドラインの別表19	
家畜の排せつ物の管理に関する排出係数 (豚(原から分離したふん・強制発酵))	汚泥、動植物性残さの堆肥化 (tCH ₄ /t)	0.00097	温室効果ガス総排出量算定方法ガイドラインの別表8	家畜排泄物の値を借用
家畜の排せつ物の管理に関する排出係数 (豚(原から分離したふん・強制発酵))	汚泥、動植物性残さの堆肥化 (tN ₂ O/t)	0.00039	温室効果ガス総排出量算定方法ガイドラインの別表14	家畜排泄物の値を借用

表3. 2-4 東北電力の電力使用による基礎排出係数について

別表20 電気事業者別排出係数(平成30年度排出量算定用)(5/7)

登録番号	電気事業者名	基礎排出係数 (t-CO ₂ /kWh)	調整後排出係数 (t-CO ₂ /kWh)	各事業者の 把握率(%)	把握できなかった理由
A0243	近畿電力(株)	0.000563	0.000564	92.50	バランスグループ内の融通受電のため、係数を公表していない事業者からの受電のため
A0245	新電力おおいた(株)	0.000335	0.000503	100.00	
A0246	(株)日本セレモニー	0.000582	0.000596	97.30	バランスグループ内の融通受電のため
A0247	(株)リレポ	0.000503	0.000461	100.00	
A0248	(株)池見石油店	0.000641	0.000621	100.00	
A0249	滋賀電力(株)	0.000545	0.000551	100.00	
A0250	芝浦電力(株)	0.000329	0.000566	100.00	
A0251	本田技研工業(株)	0.000512	0.000493	100.00	
A0253	いごま電力(株)	0.000587	0.000587	100.00	
A0254	スズカ電工(株)	0.000553	0.000553	100.00	
A0256	(株)エーコープサービス	0.000159	0.000516	100.00	
A0257	サンリン(株)	0.000604	0.000563	100.00	
A0258	(株)宮崎ガスリビング	0.000354	0.000480	100.00	
A0259	山陰エレキ・アライアンス(株)	0.000761	0.000719	100.00	
A0260	昭和商事(株)	0.000531	0.000489	100.00	
A0261	ミライフ東日本(株)	0.000591	0.000550	100.00	
A0264	山陰酸素工業(株)	0.000600	0.000558	100.00	
A0265	武陽ガス(株)	0.000578	0.000562	100.00	
A0266	ツネイシCバリュース(株)	0.000499	0.000547	61.33	係数を公表していない事業者からの受電のため、バランスグループ内の融通受電のため
A0267	北海道電力(株)	0.000666	0.000678	100.00	
A0268	東北電力(株)	0.000521	0.000523	100.00	

(出典: 算定・報告・公表制度における算定方法・排出係数一覧 別表20の一部)

(5) その他の二酸化炭素排出量算出方法

◆ 産業廃棄物を自家発電に利用している排出事業者の二酸化炭素排出量の計算方法

排出事業者 A 社では、製造工程で排出される産業廃棄物の汚泥や廃プラスチック類を燃料の一部として自家発電を行っているため自家発電による二酸化炭素排出削減効果を反映した排出量の計算を行った。また、廃棄物焼却施設では、RPF（購入または自社製造）を化石資源である一般炭の代替燃料として使用していることから、代替効果で削減される二酸化炭素排出量も計算に考慮した。

◆ 下水道事業の二酸化炭素排出量算出方法

下水道事業からの二酸化炭素排出量については、年報等の資料を基に、年度ごとのデータを更新すればその年度の二酸化炭素排出量が算出可能な、表計算シートを作成した。

今年度は、別冊子に下水道事業者の計算方法と二酸化炭素排出量結果について、年報等のデータからの算出方法についてマニュアルをまとめた。

◆ 県外事業者（セメント製造業の廃棄物処理）の二酸化炭素排出量の計算方法

宮城県内から県外のセメント製造業者に委託される廃棄物処理に係る二酸化炭素排出量の算出は、（一社）セメント協会が公表している二酸化炭素排出量算出の考え方と排出係数を基に行った。

3. 3 廃棄物の移動に伴う二酸化炭素排出量

廃棄物の移動による二酸化炭素排出量は、平成30年度みやぎの報告書（表2. 4-4）でまとめられた「ロジスティクス分野におけるCO₂排出量算定方法 共同ガイドライン」に基づく「各行政区間の移動距離」一覧表の数値を利用した。

宮城県内の35市町村への搬出入は、市町村の役所・役場を基点とし、他46都道府県の搬出入は都道府県庁を基点（仙台市は青葉区役所とする。）としているが、宮城県内一円での移動は、起点も終点も仙台市とみなして、“0:宮城県”のデータとして今年度新たに追加し、CO₂排出量はコード“35:仙台市”と同じ値とすることとした。

3. 4 再生品使用の代替による二酸化炭素排出量の削減

(1) 代替効果による二酸化炭素排出量削減の考え方

二酸化炭素排出量削減効果を算出する場合、廃棄物から生産される再生品・エネルギー等によって置き換えられた製品・サービスについて、その製品・サービスが天然資源から製造される過程で発生する二酸化炭素も削減されているため、代替効果も考慮する必要がある。

環境省の「循環資源のリサイクル及び低炭素化に関する効果算出ガイドライン (Ver.1.0)」(平成28年3月)では、従来、単純に廃棄・焼却等を行っていた資源を、調達～再生・加工～利用～処分と言った動静脈が一体となった二次資源の利用工程で見た場合に、CO₂排出量の削減と最終処分量の削減、あるいは循環利用量の増加などの循環面の効果を、以下の図3. 4-1のようにCO₂削減効果として反映して計算する考え方が示されている。

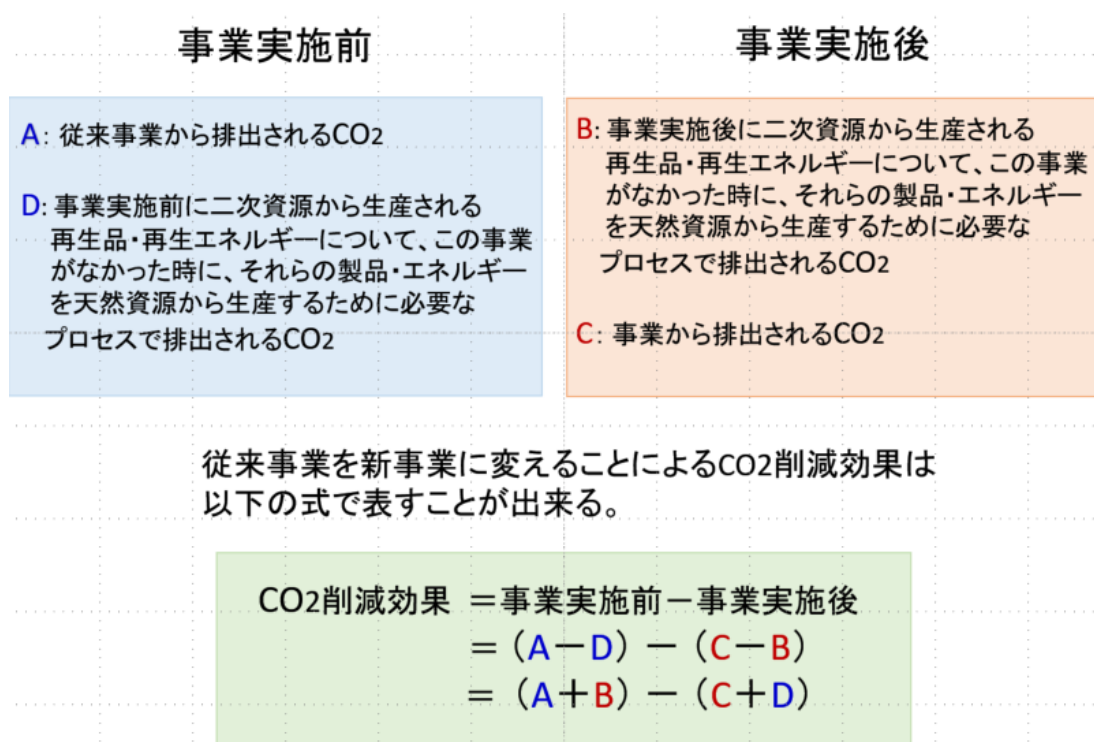


図3. 4-1 環境省ガイドラインによるCO₂削減効果の考え方

平成30年度の「みやぎの評価手法」業務では、代替品によるCO₂排出量の削減効果を事業者の二酸化炭素排出量の計算に反映させることが、次年度の課題の一つとされていた。

そこで本年度は、環境省のガイドラインに基づき、以下の図3.4-2のように、中間処理後物の再資源化による資源代替効果をCO₂排出量の計算に反映することとした。

「みやぎの評価手法」では、従来事業を「中間処理後物を再資源化する前」、事業実施後を「中間処理後物を再資源化した後」とした。

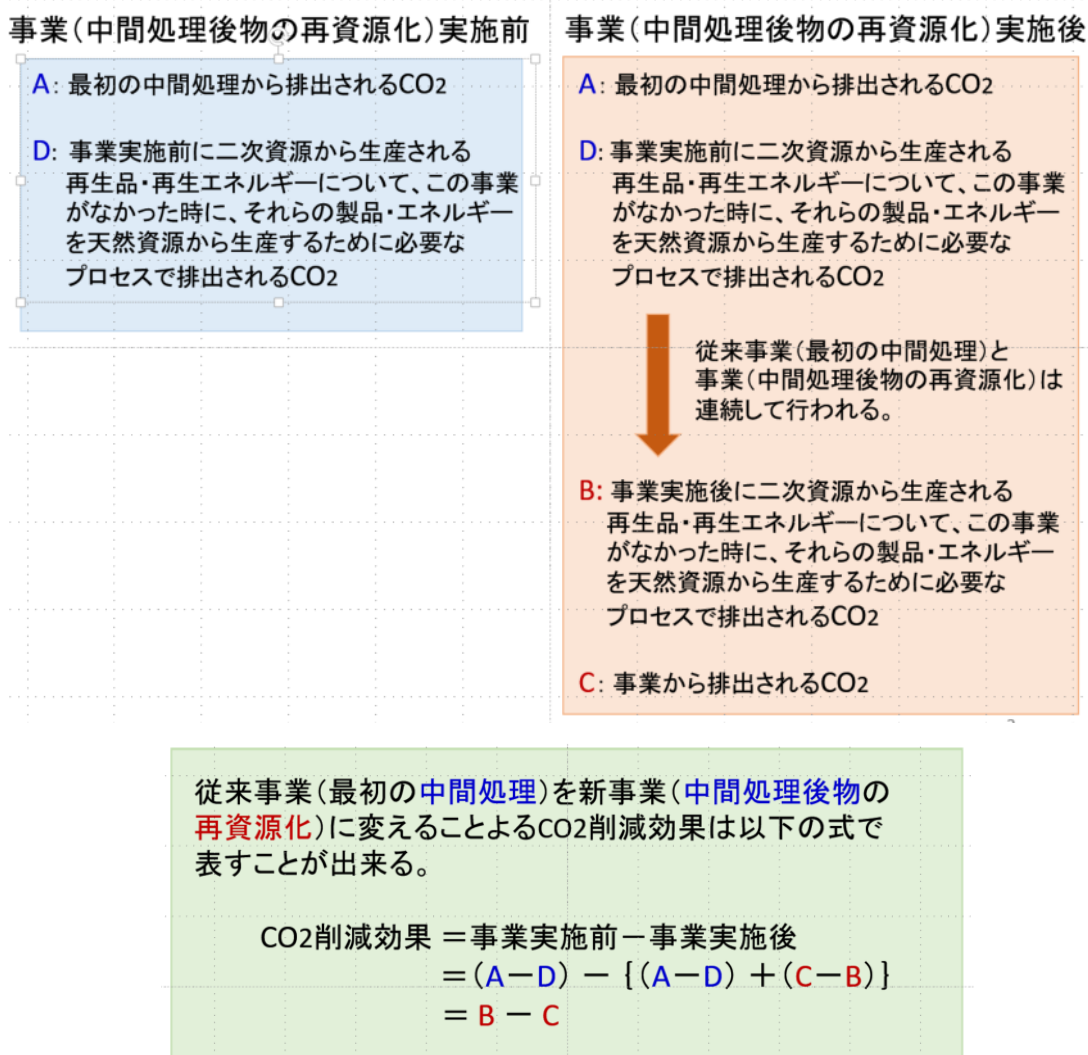


図3.4-2 「みやぎの評価手法」におけるCO₂削減効果算出方法

(2) 代替効果による二酸化炭素排出量計算の具体例

◆ 購入先が最終処分しか行っていない場合

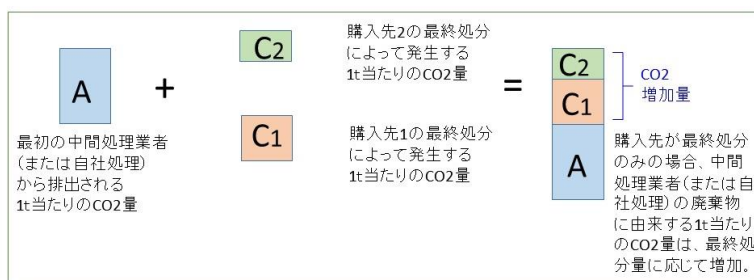


図3. 4-3

◆ 購入先が再資源化を行っているが、その資源代替効果が小さい時

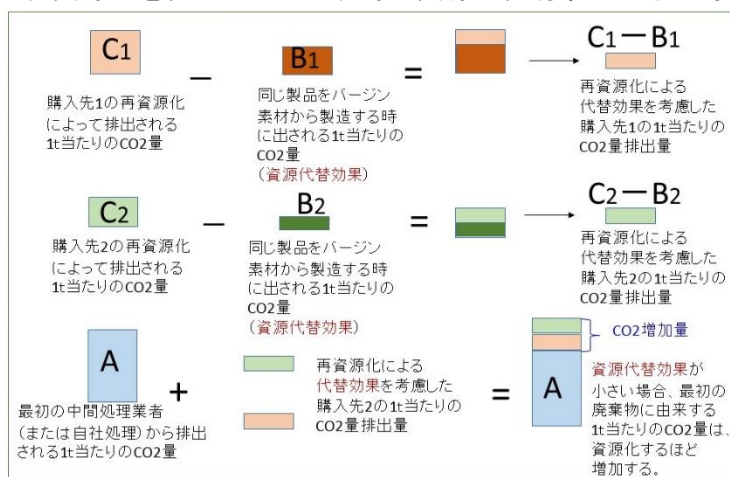


図3. 4-4

◆ 購入先が再資源化を行っていて、その資源代替効果が大きい時

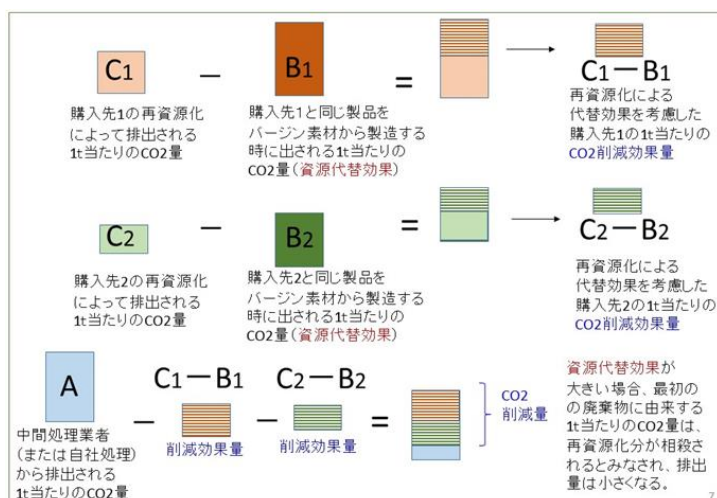


図3. 4-5

(3) 天然資源から採掘または製造する場合の二酸化炭素排出量 (B)

◆ 天然資源からの採掘や製造に係る二酸化炭素排出量の計算方法

「みやぎの評価手法」では、天然資源から採掘又は製造する場合の二酸化炭素排出量について、天然資源からの製造だけでなく、天然資源の輸送に係る二酸化炭素排出量も計算に考慮した。

$$B = B \text{ 製造 (天然資源からの製造に係る CO}_2\text{)} + B \text{ 輸送 (天然資源の物流に係る CO}_2\text{)}$$

◆ B 製造：天然資源からの製造に係る二酸化炭素排出量

天然資源からの製造に係る二酸化炭素排出量については、官公庁のデータベースの他に、主として、一般社団法人「サステナブル経営推進機構」が公表している「CO₂換算量共通原単位データベース」を利用した。産業や素材ごとに製造に係る二酸化炭素排出量が格納されているが基本的に利用した原単位には物流に係る二酸化炭素排出量は計算に含まれていない。

<https://www.cfp-japan.jp/calculate/verify/database2012-2.html>

◆ B 輸送：天然資源の物流に係る二酸化炭素排出量

現在、日本国ではエネルギーとなる化石燃料の石油・石炭のほぼ 100%を海外からの輸入に依存しているばかりでなく、工業の主要原料である鉄鉱石、銅鉱石、アルミニウムにおいても、90~100%を海外からの輸入に依存している。これらの天然資源は、石油タンカー、石炭船、鉄鋼石船、バルクキャリア船などで輸送されており、その物流に係る CO₂ 排出量を計算に入れることは、宮城県内で発生する産業廃棄物の再資源化による資源代替効果を、より正確に評価できるものとする。

表 3. 4-1 に天然資源の物流に係る二酸化炭素排出量の算出結果を一覧にまとめた。算出に当たっては、国土交通政策研究所「物流から生じる CO₂ 排出量のディスクリージャーに関する手引き」(要約版：平成 23 年)、及び沿岸域学会誌「我が国の国際海上輸送による CO₂ 排出量の計算 (Vol23.No.1,pp9-21 2010 年) の考え方にに基づき、トンキロ法による CO₂ 排出量原単位を求めた。ただし、輸送船における実際の航路距離を正確に把握することは困難なため、海外からの輸入については、首都間の直線距離を計算サイト (※1) により算出し、天然資源の輸送距離として計算した。実際の輸送航路は、首都間の直線距離よりは明らかに長いと考えられるが、直線距離による計算は、「資源代替効果について過大評価はしていない」という根拠にも繋がる。

※1 <https://keisan.casio.jp/exec/system/1257670779>

国内の内航路輸送については、県庁所在地間の直線距離を用いて同様に算出した。また、国内の陸路輸送については、県庁所在地間について、平成 30 年度みやぎの報告書 (表 2. 4-4) でまとめられた「各行政区間の移動距離」一覧表の数値を利用した。

表3. 4-1 天然資源・バージン素材の物流に係る二酸化炭素排出量原単位

再資源化率	再資源化名	日本国の天然原料輸入依存度	主な調達先国名(国内の場合は都道府県名)国産の輸送は明らかに内航路以外のものであるものについては陸路とした	総輸入量(万t/年)	調達割合	国別輸入量または国内生産量(万t/年)	調査実績年度	※4 距離(国外の場合は首都間、国内の場合は県庁所在地間)	輸送船および輸送に係るCO2排出量原単位出典	CO2換算量共通原単位(kg-CO2/t・km)	輸送距離×原単位=CO2排出量(t-CO2/t)	調達割合により按分したCO2排出量☆(t-CO2/t)	CO2排出量推計(t-CO2/t)
10	鉄鋼原料(鉄鉱石)	100.0%	1.オーストラリア	13,000	59.5%	7,739	2016	7,384	鉄鉱石船※1	0.00905	0.06679	0.03974	0.08606
			2.ブラジル		27.6%	3,593	2016	18,556		0.00905	0.16784	0.04632	
20	非鉄金属等原材料-銅(銅鉱石)	100.0%	1.チリ	492	44.0%	216	2015	17,258	バルクキャリア船※2	0.00950	0.16395	0.07214	0.10824
			2.ペルー		12.0%	59	2015	15,513		0.00950	0.14737	0.01768	
			3.インドネシア		12.0%	59	2015	5,790		0.00950	0.05501	0.00660	
			4.カナダ		12.0%	59	2015	10,361		0.00950	0.09843	0.01181	
	非鉄金属等原材料-アルミニウム(新地金)	98.6%	1.ロシア	302	20.6%	62	2017	7,487	バルクキャリア船※2	0.00950	0.07113	0.01465	0.03871
			2.中国		15.6%	47	2017	2,095		0.00950	0.01990	0.00310	
			3.オーストラリア		13.2%	40	2017	7,384		0.00950	0.07015	0.00926	
			4.アラブ首長国連邦		10.4%	31	2017	8,061		0.00950	0.07658	0.00796	
			5.ニュージーランド	6.1%	18	2017	7,384	0.00950	0.07015	0.00428			
30	燃料-石炭	100.0%	1.オーストラリア	11,369	71.6%	8,140	2018	7,384	石炭船※1	0.01112	0.08207	0.05876	0.05876
	燃料-石油	100.0%	1.サウジアラビア	159,336	38.2%	60,866	2018	8,701	石油タンカー※1	0.01446	0.12582	0.04806	0.07518
			アラブ首長国連邦		25.4%	39,037	2018	7,384		0.01446	0.10677	0.02712	
			2.マレーシア		12.4%	999	2018	5,323		0.02030	0.10806	0.01340	
					12.0%	967	2018	8,257		0.02030	0.16762	0.02011	
			4.ロシア	7.9%	636	2018	7,487	0.02030	0.15199	0.01201			
燃料-木片チップ(燃料チップ)	30.7%	1.日本-北海道		100.0%	183	2018	833	内航貨物船※1	0.04220	0.03515	0.03515	0.03515	
31	木炭	84.1%	1.中国	10	54.2%	6	2002	2,095	コンテナ船※1	0.01751	0.03668	0.01988	0.05985
			2.マレーシア		20.8%	2	2002	5,323		0.01751	0.09321	0.01939	
			3.インドネシア		20.3%	2	2002	5,790		0.01751	0.10138	0.02058	
32	固形燃料-オガライト	70.3%	1.インドネシア	3	44.4%	1.2	2003	5,790	コンテナ船※1	0.01751	0.10138	0.04501	0.07792
			2.中国		33.3%	0.9	2003	2,095		0.01751	0.03668	0.01222	
			3.マレーシア		22.2%	0.6	2003	5,323		0.01751	0.09321	0.02069	
33	液体燃料=LNG						2015			0.00000	0.00000	0.00000	0.09817
34	発電(LNG:40%,石炭31%,石油9%)												#REF!
41	飼料-とうもろこし	90.0%	米国	1,126	71.0%	799	2017	10,862	コンテナ船※1	0.01751	0.19019	0.13504	0.13504
42	肥料-N肥料	2.0%	1.日本-宮城県内								0.00000	0.00000	0.00460
肥料-P2O5肥料	1.日本-宮城県内										0.00000	0.00000	0.00460
肥料-K2O肥料	1.日本-宮城県内										0.00000	0.00000	0.00460
43	土壌改良材-パーミキュライト	21.9%	1.日本-宮城県内				2018						0.01230
44	法面緑化材		1.日本-宮城県内								0.00000	0.00000	0.08990
45	土本-建築資材		1.日本-宮城県内								0.00000	0.00000	0.00460
51	再生材料-合板		1.日本-宮城県内								0.00000	0.00000	0.00460
52	再生砕石		1.日本-宮城県内										0.00460
53	再生路盤材(アスコン)		1.日本-宮城県内										0.00460
54	再生骨材		1.日本-宮城県内										0.00460
55	埋め戻し材		1.日本-宮城県内										0.00460
56	再生アスファルト合材		1.日本-宮城県内										0.00460
60	パルプ・紙原材料(広)	72.0%	1.ベトナム	1,018	31.4%	320	2018	3,669	バルクキャリア船※2	0.00950	0.03486	0.01094	0.04930
			2.オーストラリア		18.5%	188	2018	7,384		0.00950	0.07015	0.01298	
			3.チリ		18.3%	186	2018	17,258		0.00950	0.16395	0.03000	
			4.南アフリカ		11.3%	115	2018	13,553		0.00950	0.12875	0.01455	
70	ガラス原材料	約3割	1.日本-愛知県		100.0%								0.08990
80	プラスチック原材料=石油									0.00000	0.00000	0.07518	
81	再生タイヤ		1.日本-宮城県内										0.00460
90	セメント原料-石灰石		1.日本-青森県 ※		100.0%			259	内航貨物船※1	0.04220	0.01093	0.01093	0.01093
91	再生油・再生溶剤		1.日本-宮城県内							0.00000	0.00000	0.00460	0.00460
92	中和剤		1.日本-宮城県内							0.00000	0.00000	0.00460	0.00460
93	高炉還元		1.日本-宮城県内							0.00000	0.00000	0.00460	0.00460
98	売却		1.日本-宮城県内										0.00460
99	その他		1.日本-宮城県内										0.00460
	埋立-廃プラスチック												0.00460
	埋立-燃え殻												0.00460
	埋立-ばいじん												0.00460

※1 「物流から生じるCO2排出量のディスクロージャーに関する手引き」【要約版】国土交通政策研究所 平成23年5月

※2 沿岸域学会誌, Vol.23.No1,pp.9-21 2010年9月「我が国の国際海上輸送によるCO2排出量の推計」

※3 H30みやぎの評価報告書

(4) 産業廃棄物の再資源化に係る二酸化炭素排出量 (C)

産業廃棄物の再資源化に係る二酸化炭素排出量については、各種工業会で公表されているデータを参照したが、一般に公表されているデータは多くなかった。そこで、不明のデータについては、本業務の聞き取り調査・アンケート調査から得られたデータの平均値を一部使用した。

(5) 廃棄物の再資源化によって削減される二酸化炭素排出量 (B-C)

産業廃棄物の再資源化によって削減される二酸化炭素排出量 (B-C) については、天然資源から採掘または製造する場合の二酸化炭素排出量 (B) と産業廃棄物の再資源化に係る二酸化炭素排出量 (C) から算出が出来るが、(B)、(C) のどちらかの数値が不明の場合は各種工業会や公益財団法人 全国産業資源循環連合会「低炭素社会実行計画における実態調査報告書」(平成31年3月) ので公表されている「産業廃棄物の再資源化によって削減される二酸化炭素排出量のデータ」を参照した。

(6) 廃棄物の再資源化による資源代替効果を反映した二酸化炭素排出量 (C-B)

「みやぎの評価手法」では、産業廃棄物実態調査報告書のデータに基づき、二酸化炭素排出量を自動で計算する、「みやぎの評価ツール」を構築した。その「みやぎの評価ツール」計算システムの基礎データとなるのが、天然資源から採掘または製造する場合の二酸化炭素排出量 (B)、産業廃棄物の再資源化に係る二酸化炭素排出量 (C) である。資源代替効果を反映した二酸化炭素排出量は、C と B の差の値または、B-C の値の逆数として計算することができる。なお、公表されている数値にバラツキがある場合は、その平均値を使用した。表3.4-2にこれらの数値の一覧をまとめた。

表3. 4-2-① 廃棄物1トン当たりの再資源化に係る二酸化炭素排出量原単位

再資源化コード	再資源化名	B			C		B-C	C-B		
		B= B_製造+B_輸送 天然資源からの製造 及び輸送に係るCO2 排出を含めたCO2発 生量(t-CO2/t)	B_製造 天然資源からの製造(採掘 またはヴァージン素材から 製造)に係る CO2発生量(t -CO2/t)	B_輸送 製品の輸 送に係る CO2発生 量(t- CO2/t)	再生品資源化に係る CO2発生量(t-CO2/ t)		資源代替 効果を反 映した資 源化施設 でのCO2 削減効果 =B-C (t-CO2/t)	資源代替 効果を反 映した資 源化施設 でのCO2 発生量 =C-B (t-CO2/t)	平均値(セ メントの場 合は、原 料代替及 び重燃料 代替の和)	
10	鉄鋼原料	1.50606	1.68939	1.42000	0.08606	0.46000	0.46000	-1.04606	-1.22939	
		2.28606		2.20000	0.08606	0.46000		-1.82606		
		1.27606		1.19000	0.08606	0.46000		-0.81606		
20	非鉄金属等原材料			1.47500						
	非鉄金属等原材料-銅伸銅	2.85824		2.75000	0.10824	0.30900		-2.54924	-5.73012	
	非鉄金属等原材料-アルミニウム地金(輸入)	9.22000				0.30900		-8.91100		
30	燃料-石炭(一般炭)	0.09526		0.03650	0.05876					
	燃料-A重油	0.25708		0.18190	0.07518					
	燃料-C重油	0.23793		0.16275	0.07518					
	燃料-メタンガス	0.65217		0.55400	0.09817					
	燃料-木片チップ	0.68965		0.65450	0.03515			0.02897	-0.71862	
31	木炭	1.25985		1.20000	0.05985					
32	固形燃料							1.42857	-1.42857	-1.42857
33	液体燃料-軽油	0.19982		0.12464	0.07518			0.00210	-0.07728	
34	発電 (RPF 石炭代替の場合)							2.0620	-2.06200	
41	飼料							0.03965	-0.48669	
		0.44704		0.31200	0.13504					
42	肥料:N肥料	3.27460	1.71960	3.27000	0.00460	0.14150	0.14150	-3.13310	-1.57810	
	:P2O5肥料	2.44460		2.44000	0.00460	0.14150		-2.30310		
	:K2O肥料	0.44460		0.44000	0.00460	0.14150		-0.30310		
	肥料:化成肥料	0.71460		0.71000	0.00460	0.14150		-0.57310		
43	土壌改良材(パーミキュライト)	0.19240		0.06940	0.12300	0.00028			-0.19212	
44	法面緑化材(木材チップ)	0.09188		0.00198	0.08990	0.00400			-0.08788	
50	土木・建築資材	1.30877		1.30417	0.00460	0.00399			-1.30478	

表3. 4-2-② 廃棄物1トン当たりの再資源化に係る二酸化炭素排出量原単位

再資源化コード	再資源化名	B			C		B-C	C-B	
		B= B_製造+B_輸送 天然資源からの製造 及び輸送に係るCO2 排出を含めたCO2発 生量(t-CO2/t)	B_製造 天然資源からの 製造(採掘 またはヴァー ジン素材から 製造)に係る CO2発生量(t -CO2/t)	B_輸送 製品の輸 送に係る CO2発生 量(t- CO2/t)	再生品資源化に係る CO2発生量(t-CO2/ t)		資源代替 効果を反 映した資 源化施設 でのCO2 削減効果 =B-C (t-CO2/t)	資源代替 効果を反 映した資 源化施設 でのCO2 発生量 =C-B (t-CO2/t)	平均値(セ メントの場 合は、原 料代替及 び重燃料 代替の和)
51	再生材料・合板	1.02960	1.02500	0.00460	0.04353			-0.98607	
52	再生砕石	0.00557	0.00097	0.00460	0.00363			-0.00194	-0.00660
		0.01490	0.0103	0.00460	0.00363			-0.01127	
53	再生路盤材(アスファルト)	0.07754	0.00236	0.07518	0.00399	0.00381		-0.07355	-0.03989
	再生路盤材(コンクリート)	0.00651	0.00191	0.00460	0.00399			-0.00252	
	再生路盤材(アス)	0.07585	0.00067	0.07518	0.00363			-0.07222	
	再生路盤材(コン)	0.01490	0.01030	0.00460	0.00363			-0.01127	
54	再生骨材	0.07400	0.06940	0.00460	0.00363			-0.07037	
55	埋め戻し材	0.07400	0.06940	0.00460	0.00363			-0.07037	
56	再生アスファルト合材	0.07585	0.00067	0.07518	0.00363			-0.07222	
60	パルプ・紙原材料	1.37555	1.32625	0.04930	1.25650			-0.11905	-0.16522
		1.07030	1.02100	0.04930	1.25650			0.18620	
		1.81930	1.77000	0.04930	1.25650			-0.56280	
70	ガラス原材料		0.08990					-0.21600	
80	プラスチック原材料	2.57518	2.50000	0.07518					
		4.02518	3.95	0.07518	2.3			-0.21600	
81	再生タイヤ						3.2375	-3.23750	
90	セメント原料	0.18062	0.16969	0.01093	0.00000			-0.18062	-1.23339
	セメント燃料	1.06037	1.04944	0.01093	0.00760			-1.05277	
91	再生油・再生溶剤			0.00460				-2.65168	
92	中和剤(アルカリ)	5.59460	5.59000	0.00460	0.00000			-5.59460	
93	高炉還元	0.65210	0.64750	0.00460	0.18574			-0.46636	
97	売却	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000			0.00000	
98	その他	1.42449			0.33463			-1.08986	
99	埋立ー廃プラスチック		0.00000						
	埋立ー燃え殻		0.00000		0.00786			0.00786	
	埋立ーばいじん		0.00000						

(7) 廃棄物による資源代替効果の例

廃棄物による資源代替効果を図3. 4—6の建設系廃棄物の例で説明する。

➤ B：天然資源から製造する場合

原料となるアスファルト用原油は中東諸国で採掘された後、外航路で日本に輸入され、国内の石油コンビナートを経て宮城県内に輸送される。またこれまでの聞き取り調査から、県内で使用される骨材となる天然石は、主に宮城県内の採石場から採掘されるという情報を得ている。

海外からの天然資源輸入は社会情勢による影響を受けやすく、安定した資源の確保が難しいというリスクを抱える。また、宮城県内での採石は、自然の山を切り崩すことになり、景観や自然生態系への影響のみならず、気候変動によって近年多発する自然災害の原因にもなり得ると考えられる。

➤ C：廃棄物の再生により製造する場合

経年劣化した舗装道路の解体によるアスファルトの再生化や、建築解体物がれきを破碎して再生骨材とすることにより、従来であれば最終処分される廃棄物を天然資源の代替原料として用いることが出来る。また、アスファルト合材は再度繰り返して利用することが可能であることから、最終処分量の削減に貢献している。

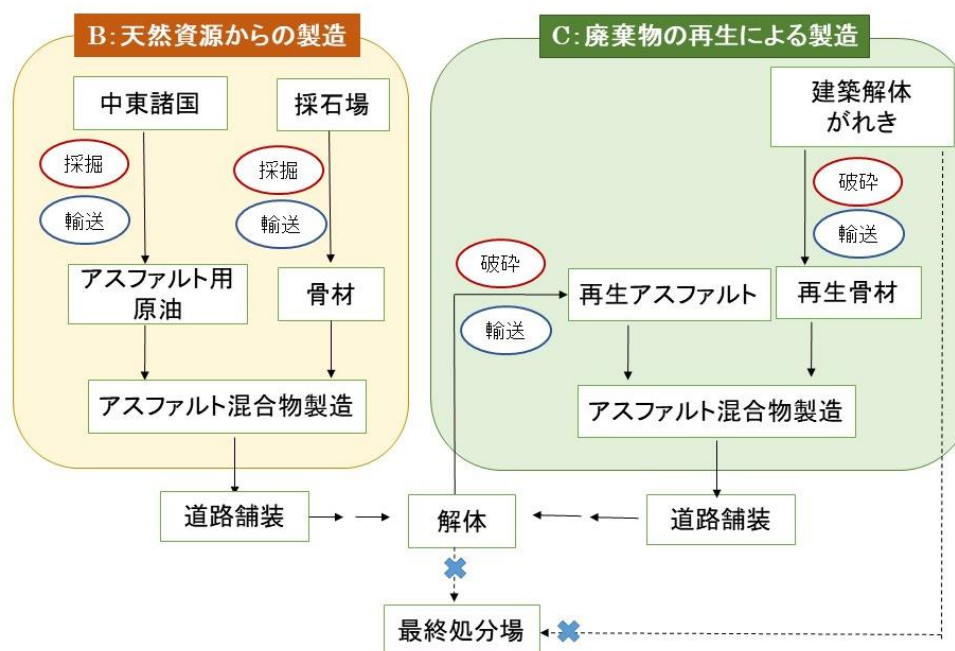


図3. 4—6 建設系廃棄物による資源代替効果のイメージ

4 事業者の廃棄物処理による二酸化炭素排出量

4.1 最終処分業者の処理による二酸化炭素排出量

本年度は、宮城県内の管理型最終処分場3事業場、B社、C社、D社に対して聞き取り調査を行い、最終処分（埋立）に由来する二酸化炭素排出量について、聞き取り調査のデータを基に推計を行った。さらに、推計値の検証のために、「平成30年度みやぎの評価手法検討のための基礎調査 報告書」掲載のデータと比較を行った。

なお、B社については、中間処理施設を有していることから、中間処理施設としての産業廃棄物の処理に係る電気使用量やエネルギー使用量についてのアンケート調査も併せて行った。

（1）C社の電気使用量について

C社の全埋立量に基づくエネルギー起源CO₂排出原単位は、今年度調査による推計値（表4.1-1）では0.010610（t-CO₂/t）となり、平成30（2018）年度調査報告書の値0.005011（t-CO₂/t）の約2.1倍の値となった。

この違いの主な要因は、年間電気使用量が平成30年度調査報告書では58,884.0（kWh/年）であるのに対し、別紙①では826,410.0（kWh/年）と約14倍となっている点である。今年度の訪問調査によれば、今年度調査データの826,410.0（kWh/年）のうち、浸出水処理施設における電気使用量が778,602.0（kWh/年）と約94%を占めていることが分かっている。これらのことから、平成30年度調査報告書での電気使用量の数値には浸出水処理施設の電気使用量が含まれていなかったものと考えられ、今年度のCO₂排出原単位を採用すべきと考えられる。

（2）エネルギー起源CO₂排出原単位について

今年度調査では、各事業場におけるエネルギー起源CO₂排出原単位を全埋立量に基づいて算出しており、「廃プラスチック類」及び「燃え殻・ばいじん」のCO₂排出原単位についても、全埋立量に基づくCO₂排出原単位と同じ値を採用すればよいと考えられる。

「廃プラスチック類」及び「燃え殻・ばいじん」の埋立処分量が把握できたものについては、埋立量の按分によりそれぞれに対応したエネルギー起源CO₂排出原単位を算出したが、各データの小数点以下の四捨五入の影響で少数第五位以下の値が一致していない。この計算方法であれば、本来は「廃プラスチック類」及び「燃え殻・ばいじん」のCO₂排出原単位は、全埋立量に基づくCO₂排出原単位と一致しなければならないはずである。

D社のCO₂排出原単位については、今年度調査と平成30年度調査報告書の値を比較するとエネルギー起源CO₂排出原単位は概ね一致した値となった。

表 4. 1-1 管理型最終処分場 平成 31 年度みやぎの評価基礎調査データ

事業場名	処分の方法	廃棄物の種類	当該廃棄物年間処分量 (t/年)・処分量割合 (%)	エネルギー使用量		エネルギー起源CO2排出量※3			エネルギー起源CO2排出原単位※4 (t-CO2/t)
				電気使用量 (kWh/年)	燃料使用量 (kl/年)・(油種)	電気の使用 (t-CO2/年)	燃料の使用 (t-CO2/年)	合計 (t-CO2/年)	
B社	00埋立	廃プラスチック類	— (%)	1,677,980.0	152.9 (軽油) 24.0 (A重油)	—	—	—	—
	00埋立	燃え殻・ばいじん	— (%)			—	—	—	—
	(参考) 全埋立量に基づく値					874.2	459.5	1333.7	0.007070
C社	00埋立	廃プラスチック類	18,833.7 (25.29%)	826,410.0 (内、管理棟 47,808.0) 778,602.0 (内、浸出水処理施設)	136.8 (軽油) 2.8 (ガソリン)	108.9	91.0	199.9	0.010613
	00埋立	燃え殻・ばいじん	761.3 (1.02%)			4.4	3.7	8.1	0.010629
	(参考) 全埋立量に基づく値					430.6	359.4	790.0	0.010610
	(参考) 浸出水処理施設電気使用量を除いた全埋立量に基づく値					47,808.0	136.8 2.8	24.9	359.4
D社	00埋立	廃プラスチック類	— (%)	580,116.0	77.1 (軽油) 7.0 (ガソリン)	—	—	—	—
	00埋立	燃え殻・ばいじん	— (%)			—	—	—	—
	(参考) 全埋立量に基づく値					302.2	215.2	517.4	0.003974

※1 データ実績年度は、いずれも 2018 年度（平成 30 年度）。小数点以下四捨五入の影響で小数点以下の合計値が各値の和に一致しない場合がある。

※2 電気の使用によるエネルギー起源 CO₂ 排出量 計算式

$$0.000521 \text{ (t} \cdot \text{CO}_2/\text{kWh、東北電力 平成 30 年度)} \times \text{電気使用量 (kWh/年)}$$

燃料の使用によるエネルギー起源 CO₂ 排出量 計算式

$$\Sigma \text{ ((燃料使用量)} \times \text{(油種毎の CO}_2 \text{ 排出係数))}$$

$$\text{＜油種毎の CO}_2 \text{ 排出係数＞ 軽油 : 2.58 (t} \cdot \text{CO}_2/\text{kl)}$$

$$\text{A 重油 : 2.71 (t} \cdot \text{CO}_2/\text{kl)}$$

$$\text{ガソリン : 2.32 (t} \cdot \text{CO}_2/\text{kl)}$$

※3 エネルギー起源 CO₂ 排出量 (t · CO₂/年) ÷ 廃棄物年間処分量 (t/年)

廃棄物の種類毎に計算した値は、小数点以下四捨五入の影響で少数第五位以下の値が一致しない。

4. 2 中間処理業者・自社処理業者の処理による二酸化炭素排出量

(1) 処分方法の違いによる二酸化炭素排出量

表4. 2-1に平成29(2017)年度から平成31(2019)年度に調査を行った、県内の中間処理業者・排出事業者における、処分方法別の二酸化炭素排出量を示す(下水道事業者は表に含めていない)。汚泥や廃プラスチック類の焼却施設で、二酸化炭素排出量が多いことがわかる。

表4. 2-1 処分方法別の二酸化炭素排出量

処分の方法	廃棄物の種類	調査施設数	二酸化炭素排出量(円CO ₂ /年)		
			平均	最大	最小
00埋立	燃え殻・ばいじん	3	46.3	98.6	10.8
	廃プラスチック類	7	40.5	107.6	3.8
02焼却	汚泥	8	2,621.0	29,216.0	0.0
	動植物性残さ	5	12.7	30.5	0.5
	燃え殻・ばいじん	2	6.9	8.8	5.0
	廃プラスチック類	8	4,679.7	15,896.9	125.8
04脱水	汚泥	8	305.6	2,445.0	0.8
07油水分離	廃油	2	35.4	67.4	3.4
09破碎	ガラコン	9	127.4	327.0	5.4
	がれき類	18	225.3	1,024.0	5.6
	金属くず	7	30.2	61.1	0.0
	紙くず	7	17.1	39.9	0.0
	繊維くず	4	4.0	8.5	0.0
	廃プラスチック類	13	279.5	2,793.8	0.0
	木くず	14	171.6	1,097.7	0.4
11圧縮	紙くず	1	1.1	1.1	1.1
	繊維くず	1	0.1	0.1	0.1
	廃プラスチック類	5	269.6	844.7	0.1
	廃プラスチック類	5	269.6	844.7	0.1
	木くず	1	12.1	12.1	12.1
12溶融	廃プラスチック類	5	12.7	49.4	2.0
17堆肥化	汚泥	5	1,941.2	4,328.5	203.0
	動植物性残さ	7	362.8	1,248.5	49.5
21造粒固化	汚泥	1	213.9	213.9	213.9
	燃え殻・ばいじん	1	179.0	179.0	179.0
22固化	紙くず	1	58.7	58.7	58.7
	繊維くず	1	212.6	212.6	212.6
	廃プラスチック類	1	910.1	910.1	910.1
	廃プラスチック類	5	12.7	49.4	2.0
	木くず	1	340.9	340.9	340.9
29その他	燃え殻・ばいじん	1	0.0	0.0	0.0
	廃プラスチック類	1	0.1	0.1	0.1

※平成31年度調査による追加データ(平成30年度実績)を含む項目を特に黄色セルで示す

(2) 宮城県内の産業廃棄物処理による二酸化炭素排出量

表4. 2-2に、平成29（2017）年度から平成31（2019）年度の三年間に調査を行った県内の中間処理業者・排出事業者から排出された、産業廃棄物の処理に係る二酸化炭素排出量合計を、産廃種類と処理方法別に一覧にまとめた。ただし下水道事業は含まない。また実績値は、調査を行った年度の一年前の実績値に基づく。「みやぎの評価」三年間の調査で補足したデータは、宮城県内の中間処理業者の82%、及び排出事業者の自社処理の79%であり、そのデータを集計した表となる。

宮城県内で発生した産業廃棄物のうち、宮城県内での中間処理・自社処理によって一年間に排出された二酸化炭素量の合計は、99,251.0 t・CO₂/年であった。産業廃棄物の種類別では、廃プラスチックの処理に係る二酸化炭素排出量が最も多く、45,460.8 t・CO₂/年、次いで汚泥が32,669.7 t・CO₂/年と多かった。廃プラスチックは、処理方法の種類も最も多く、処理の手間や廃棄物処理に係る環境負荷量が大い廃棄物であることがわかる。

表4. 2-2 宮城県内の産業廃棄物処理による二酸化炭素排出量の集計値（t・CO₂/年）

	産業廃棄物の処理方法												産廃種類別	
	埋立	焼却	脱水	油水分離	中和	破碎	圧縮	溶融	堆肥化	造粒固化	固化	圧縮固化	合計	割合
燃え殻・ばいじん	138.9	13.8								83.5			236.2	0.2%
汚泥		20,295.0	2,455.0						9,705.8	213.9			32,669.7	32.9%
廃油				70.8									70.8	0.1%
廃酸					0.0								0.0	0.0%
廃アルカリ													0.0	0.0%
廃プラ	283.3	37,437.7				4,920.5	1,348.0	63.7			910.1	497.5	45,460.8	45.8%
紙くず						119.7	1.1				58.7		179.5	0.2%
木くず		9,585.2				2,402.1	12.1				340.9		12,340.3	12.4%
繊維くず						15.8	0.1				212.6		228.5	0.2%
動植物性残渣		63.2				15.8			2,539.8				2,618.8	2.6%
動物系固形物													0.0	0.0%
ゴムくず						33.9							33.9	0.0%
金属くず						211.5							211.5	0.2%
ガラコン						1,146.5							1,146.5	1.2%
鋳さい													0.0	0.0%
がれき(コンガラ、アスガラ)						4,054.5							4,054.5	4.1%
合計	422.2	67,394.9	2,455.0	70.8	0.0	12,920.3	1,361.3	63.7	12,245.6	297.4	1,522.3	497.5	99,251.0	100.0%
処理方法別割合	0.4%	67.9%	2.5%	0.1%	0.0%	13.0%	1.4%	0.1%	12.3%	0.3%	1.5%	0.5%	100.0%	

廃棄物の処理方法別では、焼却による二酸化炭素排出量が最も多く、67,394.9 t-CO₂/年と全体の 67.9%を占めており、次いで破碎処理が、12,920.3 t-CO₂/年で 13.0%と多い。破碎処理は最も多くの種類の廃棄物処理方法となっており、堆肥化は、非エネルギー起源の N₂O の発生量が多いことが特徴である。廃棄物の種類別では、廃プラスチックが 45.8%と最も多く、次いで汚泥、木くず、がれきの順となっている。

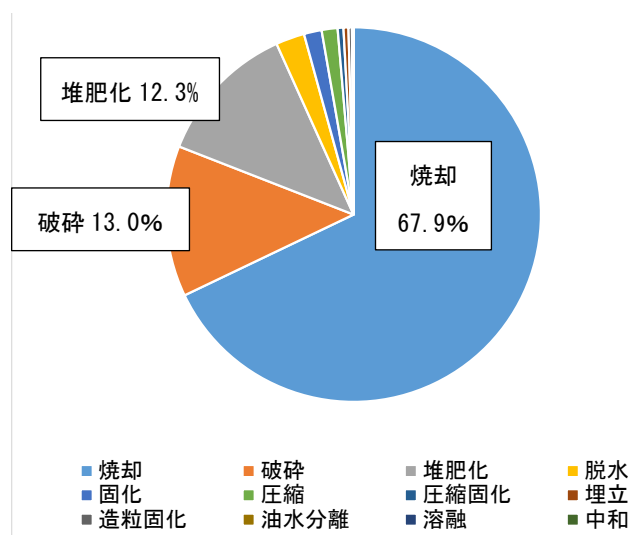


図 4. 2-1 県内の産業廃棄処理（下水道除く）方法別の二酸化炭素排出量割合

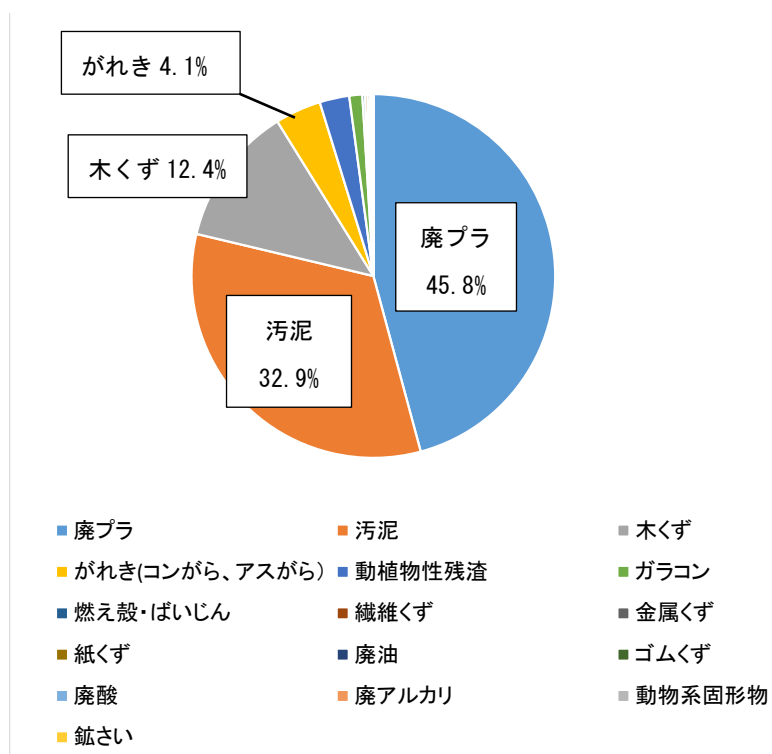


図 4. 2-2 県内の産業廃棄物（下水道除く）種類別の二酸化炭素排出量割合

4. 3 下水道事業による汚泥の自家処理に係る二酸化炭素排出量

県内の下水道終末処理場（浄化センター）は、流域下水道終末処理場（7施設）と市町村単独公共下水道終末処理場（30施設）の37施設（うち1施設は現在稼働していない。）あり、下水処理に伴って発生する濃縮汚泥を終末処理場において脱水等の自家処理を行った後、脱水汚泥の焼却、セメント化、堆肥化、埋立などの処理・処分を自家処理又は産業廃棄物処理委託により適正に処分されている。

下水道終末処理場における汚泥の自家処理には、大量の電力や重油等のエネルギーが使われていることから、汚泥の自家処理に係るエネルギー起源の二酸化炭素排出量を推計した。

推計の基本的考え方は、次のとおりである。

（1）県内の下水道終末処理場の汚泥の自家処理に係る二酸化炭素排出量推計の考え方

① 流域下水道終末処理場及び仙台市南蒲生浄化センターの汚泥処理に係る CO₂ 排出量推計及び排出原単位について

ア CO₂ 排出量推計

終末処理場（浄化センター）における濃縮汚泥の一連の自家処理（濃縮汚泥の脱水処理、脱水汚泥の焼却処理、脱水汚泥の燃料化）に係る二酸化炭素排出量の推計については、維持管理年報に記載された8か所の終末処理場それぞれの各処理工程における電力使用量及び燃料使用量データに基づいて各処理工程ごとのCO₂排出量を算出し、これを合算して求める。

イ CO₂ 排出原単位

各処理（脱水・焼却・燃料化）工程におけるCO₂排出原単位は、アの方法で求めた各処理工程におけるCO₂排出量を各工程で処理した脱水汚泥重量で除し、算出する。

ウ 汚泥の焼却処理（自家処理）に係る非エネルギー起源の温室効果ガスの推計（参考推計）

汚泥の焼却を自家処理で行っている下水道終末処理場については、汚泥の焼却に伴い、エネルギー起源のCO₂のほかに、温室効果の高いメタンCH₄（CO₂の25倍の温室効果）や一酸化二窒素N₂O（CO₂の298倍の温室効果）も排出される。

汚泥処理に係る非エネルギー起源のCO₂年間排出量推計（参考推計）については、脱水汚泥の焼却をしている流域下水道の6つの浄化センターと仙台市の南蒲生浄化センター、広瀬浄化センターについて行うこととした。メタン及び一酸化二窒素のそれぞれのCO₂換算排出原単位は、仙塩浄化センターの脱水汚泥焼却の排出原単位を用いることとした。

② 市町村単独公共下水道終末処理場におけるCO₂排出量推計について

市町村単独公共下水道終末処理場については、必ずしも各処理工程における電力使用量及び燃料使用量データが公表されていないことなどから、上記1の流域下水道終

末処理場等と、汚水処理方式及び各処理工程が類似すると考えられる次の2つのタイプに応じたCO₂排出原単位を当てはめて推計することとした。

<タイプ1>標準活性汚泥法の市町村単独公共下水道終末処理場におけるCO₂排出量推計

汚水処理方式として標準活性汚泥法を採用している市町村単独公共下水道終末処理場については、イで算出した各処理工程におけるCO₂排出原単位のうち、標準活性汚泥法で、かつ濃縮汚泥の消化（メタン発酵）を行っていない3か所の浄化センター（大和浄化センター、石巻浄化センター及び石巻東部浄化センター）のCO₂排出原単位の平均値を用い推計する。

なお、広瀬川浄化センターの脱水汚泥の焼却処理に係るCO₂排出原単位については、脱水汚泥が南蒲生浄化センターにおいて焼却処理されているため、南蒲生浄化センターの脱水汚泥の焼却処理に係るCO₂排出原単位と同じ値となる。

<タイプ2>オキシデーショondiッチ法の市町村単独公共下水道終末処理場におけるCO₂排出量推計

汚水処理方式としてオキシデーショondiッチ法を採用している市町村単独公共下水道終末処理場については、イで算出した各処理工程におけるCO₂排出原単位のうち、オキシデーショondiッチ法の流域下水道2か所（石越浄化センター及び鹿島台浄化センター）のCO₂排出原単位の平均値を用い推計する。

<参照資料>

- 平成29年度 北上川下流流域下水道・迫川流域下水道・北上川下流東部流域下水道 維持管理年報（平成30年11月、宮城県東部下水道事務所）
- 平成29年度 吉田川流域下水道・鳴瀬川流域下水道・阿武隈川下流流域下水道・仙塩流域下水道 維持管理年報（平成30年11月、宮城県中南部下水道事務所）
- 平成30年度 南蒲生浄化センター年報（令和元年7月、仙台市建設局 下水道事業部 南蒲生浄化センター）
- みやぎの下水道 快適なみやぎライフの創造（平成31年1月、宮城県土木部下水道課）
- 下水道終末処理場における汚泥処理実績（平成29年度実績）→H29 汚泥処理実績（最終）Excel ファイル（宮城県提供）

（2）県内の下水道終末処理場の汚泥の自家処理に係る二酸化炭素排出量の推計結果

県内の下水道終末処理場の汚泥の自家処理に係るエネルギー起源の年間二酸化炭素排出量は全体で17,389 t-CO₂/年となった。なお、参考まで試算した脱水汚泥の焼却に伴う

非エネルギー起源のメタン及び一酸化二窒素を二酸化炭素に換算した年間二酸化炭素排出量は 23,017 t-CO₂/年となった。この評価については今後検討が必要と考えられる。

また、仙塩浄化センター及び県南浄化センターでは、消化ガスの一部をボイラーや汚泥焼却施設の燃料及び汚泥燃料化施設の熱源として活用しており、さらに、仙塩浄化センターでは平成 30 年度から残りの消化ガスでバイオガス発電を行い売電していることから、今後はこれらの代替効果について加味して評価していくこととする。

4. 4 県外廃棄物処理業者による二酸化炭素排出量

(1) 県外事業者（セメント事業者）での産業廃棄物処理について

宮城県内の多くの事業者は、自社から排出される産業廃棄物を県外の実業者へも委託処理に出している。平成30（2018）年度（平成29（2017）年度実績）は、集計廃棄物量（集計発生量）9,154,023 t/年に対し、事業者排出量（中間処理前）の約12%に当たる111万t以上が、脱水などの中間処理を経て、県外のセメント事業者に処理委託されている。

セメント産業は、産業廃棄物や災害廃棄物をセメント製造に必要な化石燃料や天然資源の代替資源として広く受入れており、2017年度は1トンのセメントを製造するのに約471kgの廃棄物・副産物が利用されている。廃棄物等のセメント原燃料化は、最終処分場の残余年数延命化にも貢献しており、（一社）セメント協会の試算によると、その延命効果は、9.3年（2014年度試算）とされている。しかし、宮城県内にはそれらの廃棄物を受け入れるセメント工場が存在しないため、宮城県内から排出される産業廃棄物は、東北～北関東に点在する県外のセメント会社の工場に輸送され、処理委託されている状況である。



図4. 5-1 セメント産業による循環型社会構築への貢献

(出典：(一社) セメント協会 セメント業界における地球温暖化対策の取り組み)

(2) 宮城県内から県外セメント事業者へ委託された産業廃棄物（処理量等）

宮城県内からの処理委託量が多い県外セメント事業者4社に対して聞き取り調査及びアンケート調査を実施した。

宮城県内から県外のセメント会社に処理委託されている産業廃棄物の種類で最も多いのは、ばいじんであり、次いで汚泥（無機・有機）、燃え殻、廃プラスチックの順となっている。

(3) 宮城県内から排出される産業廃棄物のセメント処理による二酸化炭素排出量

◆ セメント事業における廃棄物処理に係る二酸化炭素排出量の算出方法

セメント会社に処理委託される産業廃棄物は、液体（水が主成分）の廃アルカリ・廃酸を除いて、セメント原料（燃え殻、汚泥、ガラコン、陶磁器、鉱さい）またはセメント燃料（廃油、廃プラ、木くず、繊維くず）として利用されている。

これらのセメント原燃料を、天然資源代の代替資源として利用することにより、化石燃料（石炭、石油コークス、C重油）や石灰石の使用を代替することが出来るため、結果的に天然資源の使用によって排出される二酸化炭素を削減出来るとみなすことが出来る。太平洋セメントでは、天然資源を廃棄物・副産物の使用で代替する割合を、CSR報告書で毎年公表しており、2017年度は原料代替の割合が15.5%、燃料代替の割合が11.6%となっている。

セメント原料や燃料に全て天然資源を使用した場合に、排出される二酸化炭素排出量の原単位は、(一社)セメント協会の「セメントの LCI データの概要」(2019年2月)でセメント1トン当たりの排出量として公表されているため、廃棄物処理によって削減できる二酸化炭素排出量は、(一社)セメント協会の公表数値を利用して算出を行った。

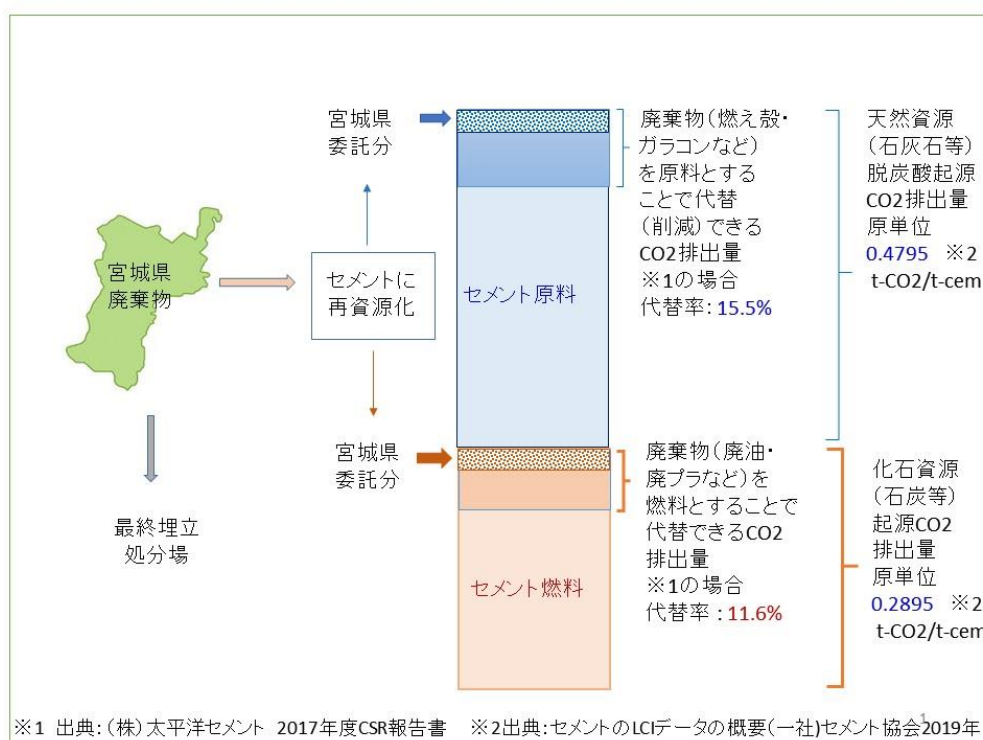


図4. 5-3 宮城県内から排出される廃棄物の利用によるセメント製造に係る二酸化炭素排出量削減効果のイメージ

➤ **原料系廃棄物の排出係数の計算の考え方**

1. 原料系廃棄物については、廃アルカリを除く、燃え殻、汚泥ガラコン陶磁器、鈹さい、がれき、ばいじんについては、天然資源由来原料の代替資源になる成分と仮定し、一律同じ原料系の成分として概算値を計算した。しかし実際には、廃棄物によって含水率や組成はそれぞれ異なるため、排出係数は廃棄物ごとに個別に算出する必要があると考えられる。詳細な調査と原料系廃棄物の排出係数の精度向上については、今後の課題である。
2. 平成31（2019）年度のアンケート調査等で得られた、1年間のセメントクリンカ製造量とセメントクリンカ1tを製造するために使用した天然資源量（石灰石、粘土等）、および宮城県由来の廃棄物量から、セメントクリンカ製造1t当たりにおける廃棄物の割合（重量ベース）を算出した。
3. （一社）セメント協会が公表している数値から、全ての原料に天然資源を使用した場合に発生する二酸化炭素排出量を計算し、廃棄物で代替した割合から廃棄物によって代替（削減）される二酸化炭素排出量を求め、廃棄物1t当たりの排出量（削減量）を排出係数の原単位とした。
4. 廃アルカリは、その重量の全てを水と仮定し、水（20℃）の蒸発熱2.242MJ/tを全てセメントクリンカ製造に使用した化石燃料で賄った場合に排出される二酸化炭素排出量から原単位を算出した。

➤ **燃料系廃棄物の排出係数の計算の考え方**

1. 平成31年度のアンケート調査等で得られた、1年間のセメントクリンカ製造量とセメントクリンカ1tを製造するために使用した化石燃料（石炭、石油コークス、C重油）使用量、及び宮城県由来の燃料系廃棄物量から、セメントクリンカ製造1t当たりにおける燃料系廃棄物の割合を熱量換算ベースで算出した。
2. （一社）セメント協会が公表している数値から、全ての燃料に天然資源の化石燃料を使用した場合に発生する二酸化炭素排出量を計算し、廃棄物で代替した熱量ベースの割合から廃棄物によって代替（削減）される二酸化炭素排出量を求め、廃棄物1t当たりの排出量（削減量）を排出係数の原単位とした。

5 みやぎの評価ツールの作成と出力データの確認

5. 1 みやぎの評価ツール用データの作成

(1) みやぎの評価ツール用データの作成の目的

「みやぎの評価手法」業務では、宮城県の産業廃棄物実態調査報告書のデータから事業者ごと、廃棄物の産廃大分類の種類ごと、中間処理方法の種類ごとに、二酸化炭素排出量を自動で計算する「みやぎの評価ツール」の構築を進めてきた。「みやぎの評価ツール」は、環境への配慮を目的とした「ゼロ・エミッション」の取組を評価できる指標として活用する。

(2) みやぎの評価ツール用データのマスタ整備

「みやぎの評価手法」の自動計算ツールのマスタシートに、その基礎データとなる産業廃棄物1トン当たりの処理に係る二酸化炭素排出量の数値を入力した。

さらに、平成30年度産業廃棄物処分実績データの情報から、①中間処理コードの付番、②廃棄物処理による減量率の計算、③処理後物の再資源化先への按分率の計算、④委託先での再資源化の方法、⑤購入先でのCO₂発生量情報の整理、の入力を行い、マスタデータとして自動計算ツールに反映するための整備作業を行った。

5. 2 みやぎの評価システムの出力結果の確認

表5. 2-1にみやぎの評価手法評価ツールによる出力結果の一部を示す。

表5. 2-1 みやぎの評価出力結果の一例

産業大分類	産業中分類等	集計産業物 量 <t/年>	総CO2排出量 <t-CO2/年>	総CO2排出量 (代替資源効果反 映) <t-CO2/年>	CO2排出量原 単 位 <t-CO2/t>	CO2排出量原 単 位 (代替資源効果 反映) <t-CO2/t>
農業、林業	農業	1,868,624	344,621	232,370	0.18	0.12
農業、林業	林業	5	4	0	0.81	0.09
漁業	漁業	5	8	0	1.41	0.07
鉱業、採石業、砂利採取業	鉱業、採石業、砂利採取業	1	2	1	1.23	0.43
建設業	建設業	1,416,739	1,573,374	5,416	1.11	0.00
製造業	食料品製造業	80,545	30,615	12,135	0.38	0.15
製造業	飲料・たばこ・飼料製造業	120,865	16,500	6,716	0.14	0.06
製造業	繊維工業	673	1,133	432	1.68	0.64
製造業	木材・木製品製造業(家具を除く)	30,683	24,313	14,031	0.79	0.46
製造業	家具・装備品製造業	2,734	1,928	384	0.71	0.14
製造業	パルプ・紙・紙加工品製造業	3,313,315	606,515	462,743	0.18	0.14
製造業	印刷・同関連業	4,074	4,083	465	1.00	0.11
製造業	化学工業	5,296	5,399	2,689	1.02	0.51
製造業	石油製品・石炭製品製造業	56,260	13,716	5,016	0.24	0.09
製造業	プラスチック製品製造業(別掲を除く)	3,454	3,013	710	0.87	0.21
製造業	ゴム製品製造業	39,115	15,255	3,972	0.39	0.10
製造業	なめし革・同製品・毛皮製造業	45	66	19	1.47	0.42
製造業	窯業・土石製品製造業	177,643	104,494	15,813	0.59	0.09
製造業	鉄鋼業	56,369	28,413	4,202	0.50	0.07
製造業	非鉄金属製造業	3,137	3,788	1,018	1.21	0.32
製造業	金属製品製造業	31,320	16,923	3,030	0.54	0.10
製造業	はん用機械器具製造業	394	222	27	0.56	0.07
製造業	生産用機械器具製造業	3,429	2,960	256	0.86	0.07
製造業	業務用機械器具製造業	777	746	227	0.96	0.29
製造業	電子部品・デバイス・電子回路製造業	5,898	5,564	888	0.94	0.15
製造業	電気機械器具製造業	4,884	6,042	630	1.24	0.13
製造業	情報通信機械器具製造業	475	661	97	1.39	0.20
製造業	輸送用機械器具製造業	14,585	16,716	2,087	1.15	0.14
製造業	その他の製造業	774	840	35	1.09	0.05
電気・ガス・熱供給・水道業	電気業	71,936	65,366	-3,772	0.91	-0.05
電気・ガス・熱供給・水道業	ガス業	2	3	0	1.56	0.13
電気・ガス・熱供給・水道業	熱供給業	0	0	0	0.60	0.60
電気・ガス・熱供給・水道業	上水道業	136,318	47,232	11,148	0.35	0.08
電気・ガス・熱供給・水道業	下水道業	2,121,780	288,761	246,297	0.14	0.12
電気・ガス・熱供給・水道業	工業用水道業	1,252	206	59	0.16	0.05
情報通信業	情報通信業	316	427	37	1.35	0.12
運輸業、郵便業	鉄道業	1,281	172	77	0.13	0.06
運輸業、郵便業	道路旅客運送業	273	364	19	1.33	0.07
運輸業、郵便業	道路貨物運送業	8,963	11,076	437	1.24	0.05
運輸業、郵便業	上記以外の運輸業・郵便業	599	855	100	1.43	0.17
卸売業、小売業	各種商品卸売業	798	795	122	1.00	0.15
卸売業、小売業	建築材料、鉱物・金属材料等卸売業	586	701	132	1.20	0.23
卸売業、小売業	機械器具卸売業	1,718	2,290	395	1.33	0.23
卸売業、小売業	各種商品小売業	1,563	1,741	433	1.11	0.28
卸売業、小売業	自動車小売業	3,211	3,963	175	1.23	0.05
卸売業、小売業	機械器具小売業	917	1,097	-9	1.20	-0.01
卸売業、小売業	上記以外の卸売業、小売業	4,221	5,934	392	1.41	0.09
金融業、保険業	金融業、保険業	55	84	14	1.51	0.25
不動産業、物品賃貸業	物品賃貸業	651	784	66	1.20	0.10
不動産業、物品賃貸業	上記以外の不動産業、物品賃貸業	1,116	1,507	32	1.35	0.03
学術研究、専門・技術サービス業	写真業	5	8	2	1.79	0.41
学術研究、専門・技術サービス業	獣医学業	6	16	16	2.64	2.49
学術研究、専門・技術サービス業	自然科学研究所	1,942	2,834	386	1.46	0.20
学術研究、専門・技術サービス業	上記以外の学術研究、専門・技術サービス業	1,622	1,894	311	1.17	0.19
宿泊業、飲食サービス業	飲食店	1,052	1,278	5	1.21	0.00
宿泊業、飲食サービス業	宿泊業	714	715	172	1.00	0.24
生活関連サービス業、娯楽業	その他の生活関連サービス業、娯楽業	781	507	-40	0.65	-0.05
医療、福祉	病院	7,269	11,731	9,600	1.61	1.32
医療、福祉	一般診療所	947	1,491	919	1.58	0.97
医療、福祉	上記以外の医療業	681	1,013	580	1.49	0.85
サービス業(他に分類されないもの)	自動車整備業	1,477	786	188	0.53	0.13
サービス業(他に分類されないもの)	上記以外のサービス業	635	883	90	1.39	0.14
合計		9,616,805	3,284,428	1,043,792	0.34	0.11

6 事業者調査結果のまとめ

6. 1 宮城県の産業廃棄物処理に係る二酸化炭素排出量

宮城県内の下水道事業において、下水汚泥の有効利用によって削減できる二酸化炭素排出量のまとめを表6. 1-1に示す。下水汚泥消化ガスによる温水ボイラー利用や、消化ガス発電、下水汚泥の固形燃料化によって一年間に削減している二酸化炭素排出量は、11,305 t-CO₂/年に及ぶ。

仙南浄化センターにおける下水汚泥の固形燃料化においては、消化ガスの大部分を下水汚泥乾燥のためのエネルギー源として有効利用している。そのため汚泥燃料化施設において重油で補っている量は、乾燥熱量の1割程度にとどまっている。

表6. 1-1 下水汚泥のエネルギー利用による二酸化炭素排出量削減効果

仙塩浄化センター				県南浄化センター							宮城県内の下水汚泥利用による二酸化炭素排出削減量 (t-CO ₂ /年)
消化ガス発電			熱利用	固形燃料化						熱利用	
売電量 (kWh/年)	排出係数 (t-CO ₂ /kWh)*1	売電による二酸化炭素排出削減量 (t-CO ₂ /年)*2	消化ガスによる温水ボイラー利用	燃料化物売却量(t/年)*3	燃料化物の低位発熱量(kcal/kg)*5	燃料化物売却量の総熱量(GJ/年)*6	石炭削減効果(t-石炭/年)*7	燃料化物の石炭代替による二酸化炭素排出削減量(t-CO ₂ /年)*8	固形燃料化に係るCO ₂ 排出量(t-CO ₂ /年)	消化ガスによる温水ボイラー利用	
2,628,650	0.000522	-1,372	-2,156	3,691	4,245	65,600	2,262	-5,904	1,000	-2,873	-11,305

*1 東北電力(株)の調整後の排出係数を使用	2018年度: FIT等による調整等を反映していないCO ₂ 基礎排出係数										
*2 売電量(kWh/年) × 排出係数(t-CO ₂ /kWh)											
*3 製紙工場への売却量を計上											
*4 当該年度の燃料化物売却量ー平成29年度の燃料化物売却量											
*5 実測値の平均値											
*6 燃料化物売却量増加分(t/年) × 1000 × 燃料化物熱量(kcal/kg) × 4.1868 ÷ 10 ⁶											
*7 燃料化物売却量増加分の総熱量(GJ/年) ÷ 石炭単位発熱量(29 GJ/t-石炭)											
*8 石炭削減効果(t-石炭/年) × 石炭の二酸化炭素排出係数(2.61 t-CO ₂ /t-石炭)											

宮城県内での産業廃棄物処理による二酸化炭素総排出量は、廃棄物の有効利用による削減効果を反映しない場合は、表6. 1-2で示す通り 193,730 t-CO₂/年である。しかし、製紙業における二酸化炭素削減効果の 76,410 t-CO₂/年と下水道事業における削減効果 11,305 t-CO₂/年の合計 87,715 t-CO₂/年を反映すると、宮城県内での産業廃棄物処理による二酸化炭素総排出量は 106,015 t-CO₂/年となる。つまり、宮城県内の産業廃棄物処理において、廃棄物をエネルギーとして有効利用することによる二酸化炭素削減効果は、45.3%に相当していることがわかった。

さらに、県外のセメント事業者による、セメントへの再資源化での二酸化炭素削減効果も反映すると、産業廃棄物処理及び再資源化処理によって、宮城県全体では一年間で 255,601 t-CO₂/年の二酸化炭素排出量削減効果が得られたという試算結果となった。

	県内処理										県外処理		県内・県外の処理								
	※1日本製紙 (※1日本製紙 及び下水道 除く)		※1日本製紙 ※3発電、RPF利 用等による削減 効果		下水道				削減効果を反映 しない 県内処理 排出量		廃棄物利用自家 発電、RPF利用、 廃棄物固形燃料 化等による削減 量		削減効果を反映 した県内処理に よる排出量		廃棄物利用に よる削減効果 の合計		削減効果を反映 した県内処理に よる排出量				
	※2 排出量	※4 排出量	※5 消化ガス売 債による 効果	※6 固形燃料化 による削減効果	※7 消化ガス の温水ボイラー 利用	6,084															
	236	17,389	-1,372	-4,904	-5,029																
燃え殻・ ばいじん	236										236			236					-140,311	-140,075	
汚泥	14,016	95,744	-1,372	-4,904	-5,029						127,149	-87,715		39,434					-164,202	-37,053	
廃油	71										71								-374	-303	
廃酸	0										0								0	0	
廃アルカリ	0										0								239	239	
廃プラ	45,461										45,461								-123,363	-77,902	
紙くず	180										180								0	180	
木くず	12,340										12,340								-7,222	5,118	
繊維くず	229										229								0	229	
動植物性 残渣	2,619										2,619								0	2,619	
動物系 固形物	0										0								0	0	
ゴムくず	34										34								0	34	
金属くず	212										212								0	212	
ガラコン	1,147										1,147								-7,025	-5,879	
鉱さい	0										0								-3,956	-3,956	
がれき(コンが ら、アスから)	4,055										4,055								-3,117	938	
合計	80,597	95,744	-1,372	-4,904	-5,029						193,730	-87,715		106,015					-449,331	-255,601	
廃棄物利用に よる削減効果																				-231.9%	-131.9%
																				54.7%	-45.3%

※1 日本製紙(株)は平成30年度実績値
 ※2 汚泥を燃料の一部として焼却に利用し、石炭代替燃料としてRPFを使用した場合
 ※3 仙塩浄化センターにおける下水汚泥の消化ガス発電による実績値(平成30年度)
 ※4 仙塩浄化センター及び県南浄化センターにおける消化ガスの温水ボイラー等利用(平成30年度)
 ※5 仙塩浄化センターにおける下水汚泥の消化ガス発電による実績値(平成30年度)
 ※6 県南浄化センターにおける下水汚泥の固形燃料化による実績値(平成30年度)
 ※7 ※2・※4削減効果を反映しなかった場合

6. 2 宮城県の産業廃棄物処理に係る二酸化炭素排出係数

表6. 2-1に、宮城県から排出した産業廃棄物1 t当たりの処理に係る二酸化炭素排出係数の平均値を一覧にまとめた。

最も排出係数が大きいのは廃プラスチックの焼却処理で、排出係数は2.6010303 (t-CO₂/t) となり、次いで大きいのが、木くずの焼却であった。

一方、最も二酸化炭素排出係数が小さいのは、廃プラスチックのセメント焼成、つまりセメントクリンカ製造用の燃料として廃プラスチックを使用した場合で、排出係数は、マイナス2.7390162 (t-CO₂/t)、次いで小さいのが木くずのセメント燃料化であった。

以上のことから、宮城県から産業廃棄物として排出される廃プラスチックや木くずを、セメント焼成用の燃料としてセメント事業者処理委託することが、産業廃棄物処理による二酸化炭素排出量を最も効果的に削減する方法の一つと捉えることが出来る。

表6. 2-1 宮城県の産業廃棄物処理に係る二酸化炭素排出量原単位 (t-CO₂/t)

	埋立	焼却	脱水	油水分離	破碎	圧縮	溶融	堆肥化	造粒固化	固化	圧縮固化	県外事業者 セメント焼成 (概算値)
1燃え殻 (19ばいじん)	0.0192444	0.0912979							0.0036970			-1.7476780
2汚泥		0.1489900	0.0481490					0.1325145	0.0182856			-1.7476780
3廃油				0.0218577								-2.7224789
4廃酸												
5廃アルカリ												0.1950613
6廃プラ	0.0058344	2.6010303			0.0455498	0.0565531	0.2252216			0.0856110	0.0637276	-2.7390162
7紙くず					0.0233666	0.0071433				0.0856110		
8木くず		1.1100441			0.0193286	0.0071433				0.0856110		-1.0413168
9繊維くず					0.0085890	0.0071433				0.0856110		
10動植物性 残渣		0.0807995			0.0200396			0.1329344				
12ゴムくず					0.0039989							
13金属くず					0.0076795							
14ガラコン					0.0057885							-1.5562087
15鉱さい												-1.9993137
16がれき(コン がら、アス がら)					0.0059886							-1.4960423

6. 3 県内中間処理業者・排出事業者等への調査結果まとめ

宮城県から発生する産業廃棄物の処理について、今年度の聞き取り調査・アンケート調査において明らかとなった問題点や課題は以下のとおり。

(1) 汚泥（特に有機性汚泥）

◆ 処理について

- 汚泥の委託先から含水率を下げるように言われている。減容化が大きな課題。
(アルコール飲料製造会社)
- 製紙汚泥はメタン発酵処理に適していない。(製紙会社)

◆ 再資源化の用途開発について

- 製造工程由来の汚泥は肥料以外に用途が考えにくい。しかし肥料の需要が減っている。人口減少など社会的な問題が背景にある。(アルコール飲料製造会社)
- 製紙汚泥は臭い等の問題で再資源化が難しい。やむを得ず燃料として利用している。(製紙会社)
- 下水汚泥の燃料化物は、輸送距離の関係上、近隣のセメント工場にしか出荷できない。セメント工場に受け入れを断られると行き先を失う。(下水道事業者)
- 有機性汚泥は熱量を有しているにもかかわらず、セメント製造においては燃料源として認識されず、無機汚泥と同じ原料として利用されている。CO2 排出量としても汚泥はカウントしていない。(セメント会社)

(2) 廃プラスチック類

◆ 処理について

- 有価物だった廃プラが産廃となり、コストが増大した。(複数の製造業・処理業者)
- 国内の処理能力が追い付いていない。各プラスチック会社、RPF 工場は大変な事態となっている。(廃タイヤ処理業者)
- 年間排出量の約 13%の廃タイヤの行き先がなくなっており、不法投棄の問題が発生している (廃タイヤ処理業者)

◆ 燃料としての利用について

- サーマルリサイクル先である製紙会社はペーパーレス化の影響で規模の縮小がみられる。(廃タイヤ処理業者)
- 廃プラスチック処理は重要案件。ただしセメントは、塩素量が JIS 規格で厳しく定められている。低塩素で金属等の異物の少ない廃プラの確保が課題。(複数のセメント事業者)

(3) 木くず

◆ 処理について

- 木くずは、雨で濡れると破碎処理に余計なエネルギーが必要となるため屋内ヤードが望ましい。しかし用地確保や資金の関係で難しい。(木くず処理業者)

(4) 金属くず

◆ 処理について

- プラスチックが付着した金属くずの取扱いに苦慮している。(金属処理業者)

◆ 取扱量について

- 発生源が建物解体現場や製造工場のため、景気の動向や製造業者の製造量に左右される。(金属処理業者)

(4) がれき（コンクリートがら、アスファルトがら）

◆ 処理について

- 破砕施設は騒音や粉塵の問題があるため、屋内ヤードが必要となる。(処理業者)
- 中小事業者は破砕したがれきの在庫が増えてもストックする場所がない。(処理業者)

◆ 取扱量について

- 道路工事が減少して、路盤材の需要が減っており、破砕したがれきの在庫が増えている。(処理業者)

(5) ばいじん

◆ 処理について

- 東北各地で新エネルギーボイラー（RPF、バイオマス燃料利用）の稼働が続いており、ばいじんの発生量が増えている。セメント会社へのばいじんの処理委託は、セメント需要の伸びが無いいため、処理単価が年々上昇している。(製紙会社)

(6) その他 二酸化炭素排出量削減に向けた取組について

◆ 太陽光エネルギー発電・風力発電の利用

- ソーラーパネルによる事務棟での太陽光エネルギー利用（照明その他）等は複数回答あった。しかし、産業廃棄物処理施設で再生可能エネルギーを利用しているという回答は今年度調査ではゼロであった。
- 工場稼働には安定した出力が必要なため、出力が変動する再生可能エネルギーは使いにくいという意見が多かった。

◆ 二酸化炭素排出量削減に向けた取組について

- 大手の製造業（排出事業者）では、全社的に温室効果ガス排出量削減に向けた数値目標を設定して取り組んでいる所が多かった。
- 一方、県内の産業廃棄物処理業者で具体的な削減数値目標を設定して具体的な取り組みを行っている事業者は、今年度調査ではゼロであった。

7 産業廃棄物処理による二酸化炭素排出量の算出を行うために必要な調査の検討

7. 1 「ゼロ・エミッション」の取組を評価する指標としての二酸化炭素排出量算出

「みやぎの評価」手法は、ゼロ・エミッション（＝リサイクルの徹底によって最終的に廃棄物をゼロにしようとする試み）への取組や、環境にやさしいリサイクル工程を評価できる新しい手法を構築し、次期（第3期）の「宮城県循環型社会推進計画」の評価指標として活用することを目指している。

従来の評価手法は、国が定義している評価手法であり、宮城県の第2期循環計画での目標指標値として設定している（1）排出量（トン）、（2）リサイクル率（%）、（3）最終処分率（%）の3つが指標となっていた。この従来の評価手法は、他県や全国平均との比較が可能である一方、幾つかの問題点があった。問題点の具体例は以下のとおりである。

- 汚泥は脱水による減量化率が高いため、脱水してもリサイクル率は向上せず、また脱水工程での電気や薬剤使用の影響が評価されない。
- 焼却してもリサイクル率は向上せず、熱回収や発電をしても評価されない。
- 廃棄物の広域移動等による燃料使用量が評価されない。

「みやぎの評価」手法は、産業廃棄物1トン当たりの処理に係る二酸化炭素排出量を評価指標としている。この新しい評価手法を追加することにより、廃棄物や再生品の移動距離等を考慮した環境負荷量を反映することが出来るとともに、環境に影響の少ないリサイクル方法を提案することが可能になる。

7. 2 次年度以降の調査方法について

（1）調査方法における今後の課題

◆ 産業廃棄物が処理後に有価物となる場合

「みやぎの評価」手法では、毎年度調査の産業廃棄物実態調査を「みやぎ産廃ネット」で一元管理し、処理された廃棄物の再委託先について量ベースで上位5者までについて、再委託先での再生方法や移動の距離に係る二酸化炭素排出量を計上して、再生処理が行われなかった場合の二酸化炭素排出量と比較する。しかし、中間処理や再委託による処理で廃棄物ではなく有価物となった場合は、その時点で最終処分されたこととなり、産廃マニフェストでの追跡ができなくなるため、行先や再資源化処理方法がわからなくなる。

「みやぎの評価」で構築した自動計算ツールでは、処分方法や再委託先がわからない場合は、やむを得ず“その他”として平均値を使用しているが、今年度は“その他”の値を全ての産廃種類・全ての中間処理方法の平均値としたため、実態とは異なるケースが生じていると考えられる。そこで、“その他”の値については、産廃種類と中間処理方法ごとに平均値を取り、処分方法や再委託先がわからない場合でもより実態に

近い形で計算ができるようにするよう、“その他”のバリエーションを増やすことが次年度の課題となっている。

◆ 産業廃棄物が県外事業者処理委託される場合

処理委託先が県外の場合、受入側の実績データが宮城県に存在しないため、委託を行った事業者の申告に基づく数値でしか評価できない。平成31（2019）年度調査では、県外のセメント事業者に対し、宮城県からの産業廃棄物受入実績値を聞き取り調査とアンケート調査を実施したところ、宮城県が把握している委託量のデータと受入実績値には、かなり差があることが分かった。例えば、太平洋セメントでは、2017年度の宮城県からの廃プラスチック受入実績値が、16,078トンであるのに対して、宮城県の産業廃棄物実態調査報告書で集計した数値は593トンとなっていた。

廃プラスチック類を化石資源（石炭）の代替燃料として利用することや、がれき類等をセメント原料の天然資源代替原料とすることによる二酸化炭素排出量の削減効果は大きいと考えられるが、セメント事業者処理委託された量を正しく把握できないと、二酸化炭素削減効果として反映することが難しいという課題がある。

◆ 自家発電を行っている場合

廃棄物を自家発電に利用している場合には、廃棄物処理における二酸化炭素削減効果として評価を行うことが出来る。しかし、自家発電量を申告する義務や把握する仕組みがないため、聞き取り調査やアンケート調査をしない限り、自家発電による二酸化炭素削減量を評価に反映することが難しい。そのため、申告する義務や仕組みがない自家発電量のデータをどのように捕捉すればよいかという課題が存在する。

（2）次年度以降の調査方法について

◆ 毎年の調査方法について

5年に一度の産業廃棄物等実態調査（大規模調査）では、多量排出事業者以外の排出事業者（全事業所数の80%）にも調査をかけるため、平成29（2017）年度から平成31（2019）年度までの3年間に実施した「みやぎの評価」調査と同じ規模で、関連データの更新を行うことは可能と考えられる。しかし、その間の4年間に同じ規模の調査を毎年行うことは事実上困難なため、規模の大きい多量排出事業者や中間処理業者に限定して、毎年捕捉調査を行う方法が有効と考えられる。大規模事業者に毎年調査を行うことで、宮城県全体の産業廃棄物処理に係る二酸化炭素排出量の経年変化や傾向を捉えることが出来るとともに、毎年早い速度で変化する社会情勢や気候変動に関連する課題や問題点を浮き彫りにすることが出来るものと考えられる。

◆ 県外事業者への調査について

県外事業者への調査については、環境省の第五次環境基本計画で提唱された地域循環共生圏の考え方にに基づき、国の補助制度等を活用するなどして、宮城県を中心とする東北エリアの広域的な調査を継続的に行うことが望ましいと考えられる。特に、セ

メント産業は、産業廃棄物処理や最終処分場の残余年数とも密接な関連があるだけでなく、セメント生産量の動向は道路・港湾・橋・ダムなどの社会インフラ更新とも密接に関係している。県の循環社会形成推進計画(第2期)の目指すべき姿として掲げられた「資源循環システムを支える社会基盤の整備」という観点からも、セメント産業についての何らかの継続的な調査が望まれる。