

3 . CO₂削減ポテンシャルの検討

前項2 . において整理した市町村別の CO₂ 排出量データ（論理矛盾等排除後）について、大都市、中都市、小都市の人口区分毎に整理し、トップランナー都市の水準を検討した。

(1) 大都市

50 万人以上の大都市では、人口 1 人当たりの CO₂ 排出量は平均 49kgCO₂/人・年となり、次項に示す中都市、小都市と比較して最も低い水準であった。（下図）

このうち最も低い水準の都市は、図中 4 番の都市であり、リサイクル率は 20%を超えるとともに、焼却ごみ中のプラスチック割合が相対的に低く、さらに焼却施設における発電効率が 20%程度と高く、高効率のエネルギー回収により全体の CO₂ 排出量を抑制しているモデルといえる。（他の大都市の多くもこのモデルである。）

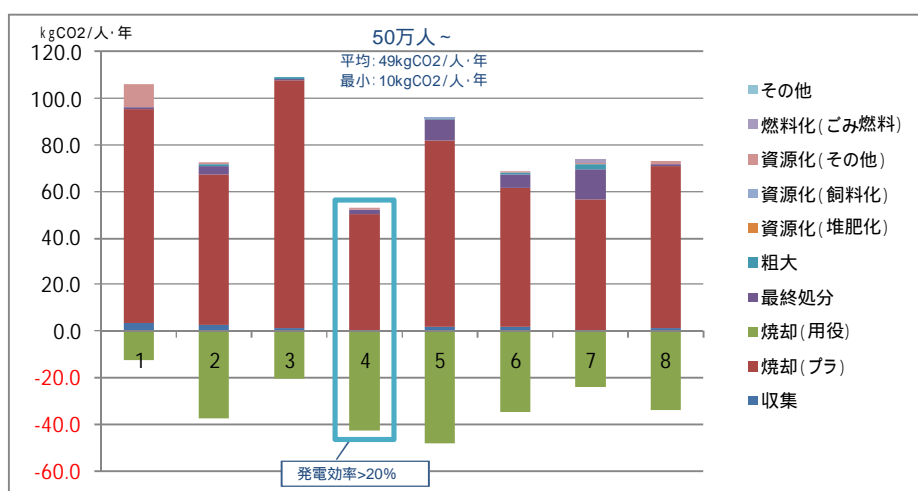


図 - 3 - 1 大都市における人口 1 人当たりの CO₂ 排出状況

(2) 中都市

人口 10～30 万人の中都市 CO₂ 排出状況は、次図のとおり整理された。

CO₂ 排出の状況から人口 10～30 万人と 30～50 万人で区分すると、前者が平均 102kgCO₂/人・年に対し、後者は 31kgCO₂/人・年であった。

人口 10～30 万人の中都市では、特に低い水準となっている都市として、図中 4 と 15 が挙げられる。前者は、人口 1 人当たりのごみ排出量も小さい上に、組合施設（500 t/日クラス）での高効率発電（発電効率 20%以上）により、全体の CO₂ 排出量を抑えている状況が伺える（図中において「発電型」と表記）。後者は、人口 1 人当たりのごみ排出量、リサイクル率ともに平均以上の都市であり、発電による効果は大きくなくとも、全体として CO₂ 排出量を抑えている可能性が伺える（図中において「3R 型」と表記）。

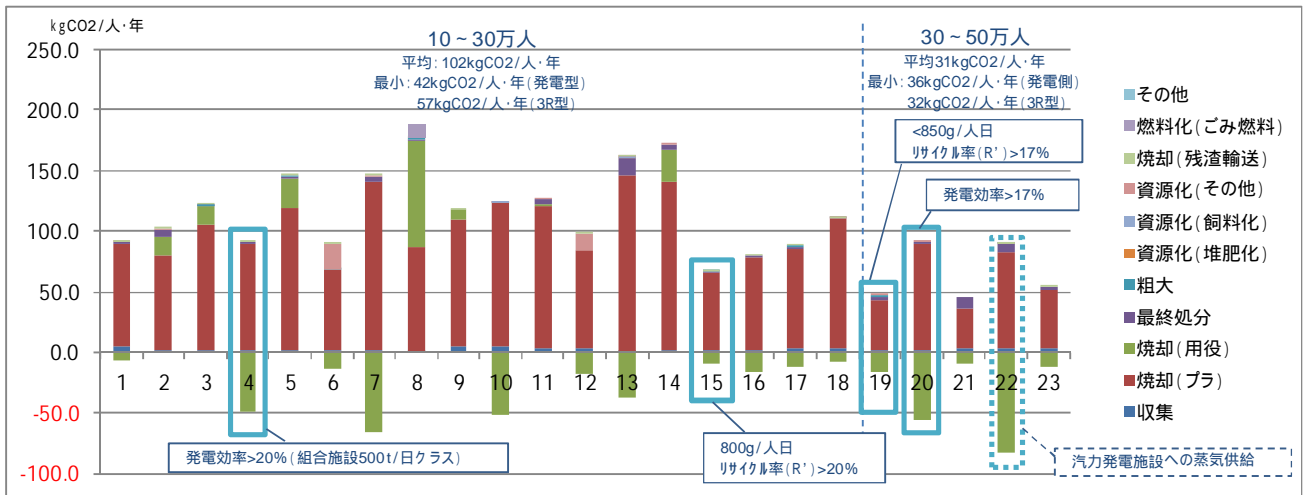


図 - 3 - 2 中都市における人口 1 人当たりの CO₂ 排出状況

(3) 小都市

人口 10 万人未満の小都市の CO₂ 排出状況を整理した。

人口 1 万人以上の小都市について、CO₂ 排出の状況から、1～3 万人、3～7 万人、7～10 万人の 3 つに区分すると、下図のようになり、平均的な CO₂ 排出量は 78～161kgCO₂/人・年であった。

いずれの区分においても、最も CO₂ 排出量が低い水準の都市として、組合施設における高効率エネルギー回収によって全体の CO₂ 排出量を抑えている構図の都市（発電型）と、エネルギー回収による寄与無しに低い CO₂ 排出量の都市とがあり、後者の都市では、高いリサイクル率の都市、あるいは製品プラスチックの資源化を行っている都市が見られた（3R 型）。

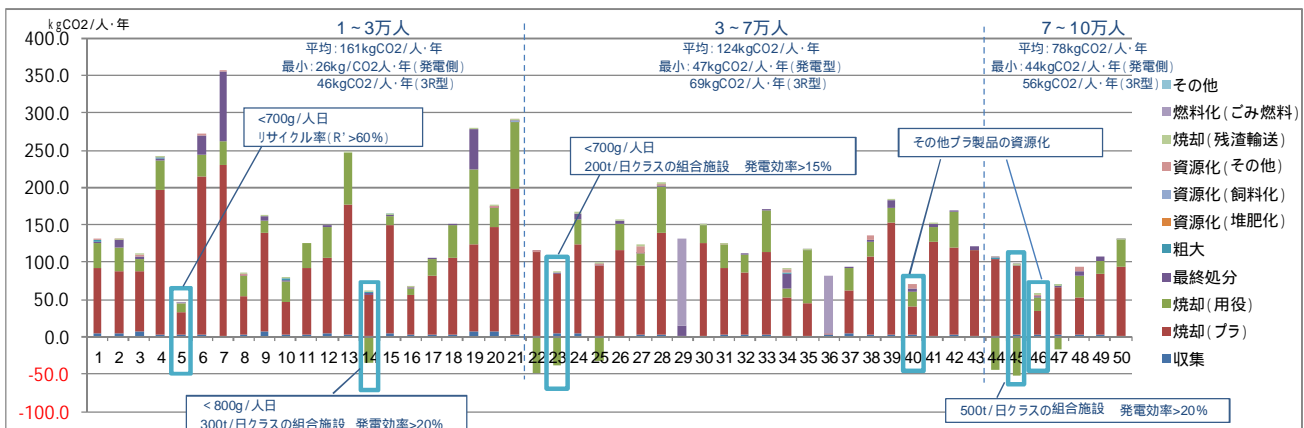


図 - 3 - 3 人口 1 万人以上の小都市における人口 1 人当たりの CO₂ 排出状況

人口 1 万人未満の小都市では、次図のとおり、エネルギー回収による CO₂ 排出量抑制が見られる施設は少なく、CO₂ 排出量の水準としても、平均して 150～200kgCO₂/人・年となり、前項までの大都市、中都市と比較して高い状況となっている。

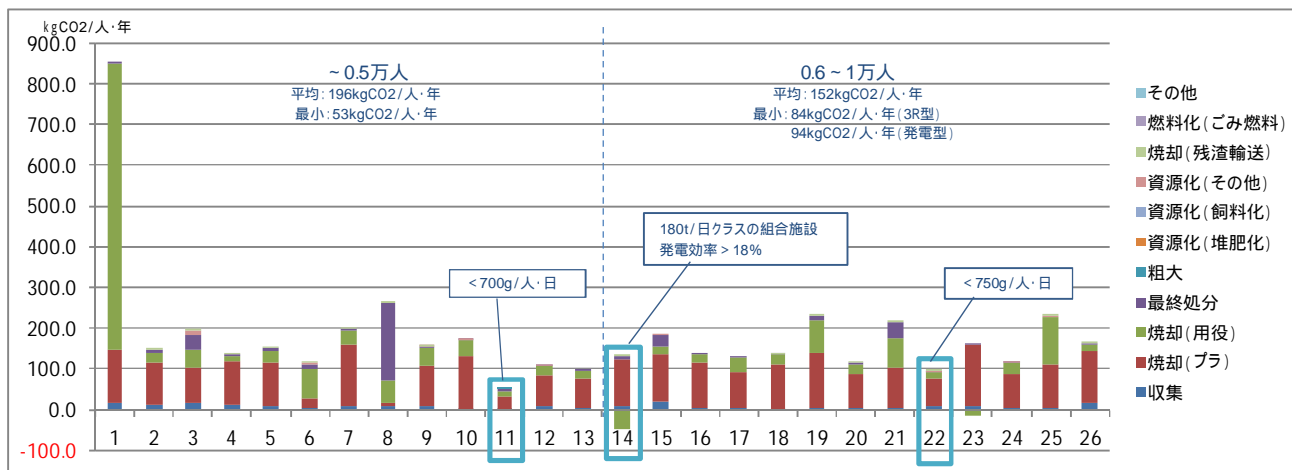


図 - 3 - 4 人口1万人未満の小都市における人口1人当たりのCO₂排出状況

(4) CO₂削減ポテンシャルの検討

前項のデータを基に、仮に、各都市規模ごとに最もCO₂排出量が低い都市(トップランナー都市)の水準に、他のすべての都市が到達したと仮定した場合のCO₂排出量について、現行の廃棄物(ごみ)処理システムにおけるCO₂排出削減ポテンシャルを検討する観点から計算を行った。

結果は次図表のとおりであり、全体で5~6割程度のCO₂排出量削減が期待されるとの結果になった。

表 - 3 - 1 現行の廃棄物(ごみ)処理システムにおけるCO₂削減ポテンシャル試算

				現状 (平均レベル)	トップランナーレベル (変化率)		(参考) 人口構成(人) 2016年度
大都市	人口50万人~	人口1人当たり(平均)	kgCO ₂ /人・年	49	10		36,735,699
		合計	tCO ₂ /年	1,804,106	379,484	-79%	
中都市	人口30~50万人	人口1人当たり(平均)	kgCO ₂ /人・年	31	34	9%	19,161,091
		合計	tCO ₂ /年	589,334	644,815		
	人口10~30万人	人口1人当たり(平均)	kgCO ₂ /人・年	102	50	-51%	33,458,499
		合計	tCO ₂ /年	3,413,901	1,657,445		
小都市	人口7~10万人	人口1人当たり(平均)	kgCO ₂ /人・年	78	50	-36%	9,849,758
		合計	tCO ₂ /年	768,122	491,047		
	人口3~7万人	人口1人当たり(平均)	kgCO ₂ /人・年	124	58	-53%	18,031,289
		合計	tCO ₂ /年	2,227,704	1,049,530		
	人口1~3万人	人口1人当たり(平均)	kgCO ₂ /人・年	161	36	-78%	8,151,455
		合計	tCO ₂ /年	1,310,021	293,214		
	人口0.5~1万人	人口1人当たり(平均)	kgCO ₂ /人・年	152	89	-42%	1,802,928
		合計	tCO ₂ /年	274,556	160,331		
	人口~0.5万人	人口1人当たり(平均)	kgCO ₂ /人・年	203	53	-74%	721,396
		合計	tCO ₂ /年	146,743	38,195		
合計	人口1人当たり(平均)	kgCO ₂ /人・年	82	37	-55%	127,912,115	
	合計	tCO ₂ /年	10,534,486	4,714,060			

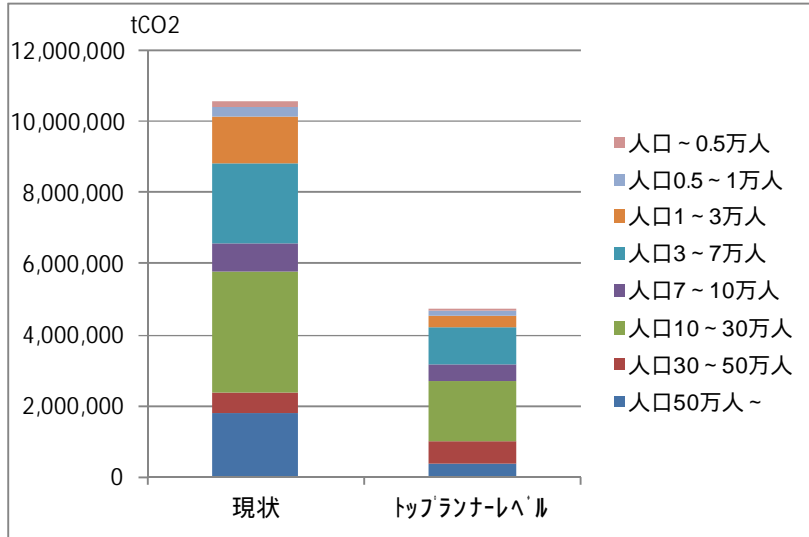


図 - 3 - 5 現行の廃棄物（ごみ）処理システムにおける CO₂ 削減ポテンシャル試算

なお、上記の現行処理システムのトップランナー水準達成による CO₂ 削減ポテンシャルに、後述するバイオマスプラスチック導入（ . 2 . (1) ）とEV 導入（ . 2 . (2) ）による CO₂ 削減ポテンシャルを合わせると、合計で 8 割程度の CO₂ 排出削減ポテンシャルがあるとの試算値を得ることができる。

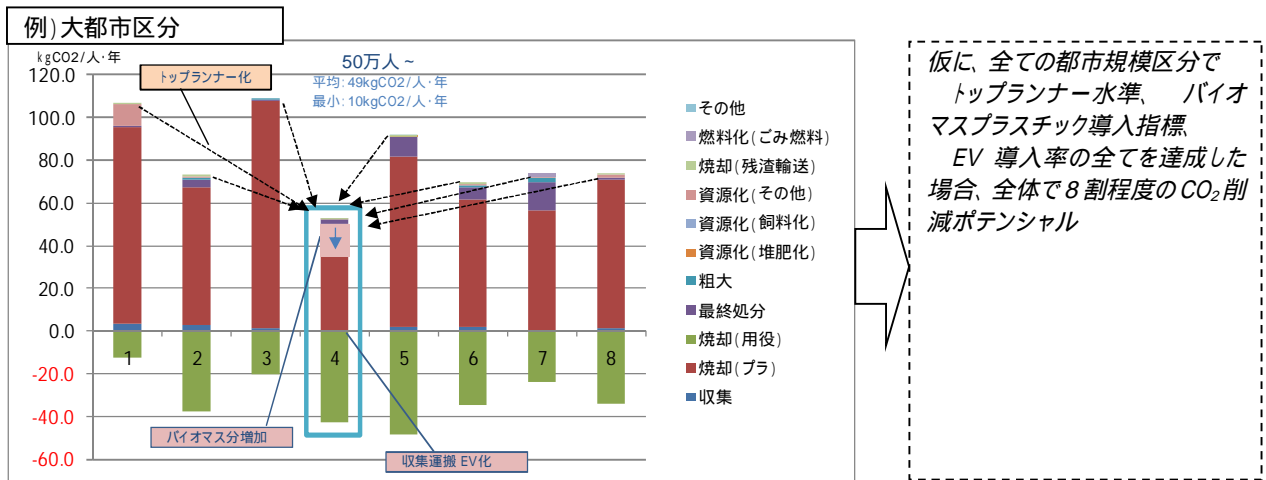


図 - 3 - 6 現行処理システムにおけるトップランナー水準達成にバイオマスプラスチック導入指標達成等を達成した場合の CO₂ 削減ポテンシャル（参考）

4 . 先行的事例の抽出、類型化

(1) 先行的事例抽出の観点

将来的な低炭素・省 CO₂ 型システムに向けて、現状での先行事例的な市町村のシステムを検討するため、下記の 5 つの指標をもとに事例抽出を行った。

指標	リデュース・リサイクルの取組
指標	収集運搬管理のシステム化の取組
指標	エネルギー回収向上の取組
指標	エネルギー利活用の取組
指標	バイオマス利活用の取組

指標 : リデュース・リサイクルについては、プラスチック焼却由来の CO₂ 削減に極めて重要であるとともに、収集運搬以降の全工程における燃料消費量等に影響を与える要素である。ここでは、「日本の廃棄物処理 平成 28 年度版 (平成 30 年 3 月環境省)」に示されたリデュース (1 人 1 日当たりのごみ排出量) の取組の上位 10 市町村及びリサイクル (リサイクル率) の取組の上位 10 市町村を取り上げた。(下表)

表 - 4 - 1 リデュース (1 人 1 日当たりのごみ排出量) の取組の上位 10 市町村
出典) 日本の廃棄物処理 平成 28 年度版 (平成 30 年 3 月環境省)

人口10万人未満		人口10万人以上50万人未満		人口50万人以上	
1. 徳島県	神山町 300.7 g/人/日	1. 東京都	小金井市 622.7 g/人/日	1. 愛媛県	松山市 789.3 g/人/日
2. 長野県	川上村 302.7 g/人/日	2. 静岡県	掛川市 641.2 g/人/日	2. 東京都	八王子市 799.1 g/人/日
3. 長野県	南牧村 315.9 g/人/日	3. 東京都	日野市 661.1 g/人/日	3. 広島県	広島市 840.8 g/人/日
4. 長野県	泰阜村 335.9 g/人/日	4. 静岡県	藤枝市 674.6 g/人/日	4. 京都府	京都市 846.1 g/人/日
5. 長野県	中川村 358.4 g/人/日	5. 東京都	府中市 678.5 g/人/日	5. 埼玉県	川口市 852.0 g/人/日
6. 奈良県	野迫川村 379.6 g/人/日	6. 東京都	西東京市 687.2 g/人/日	6. 神奈川県	横浜市 855.4 g/人/日
7. 宮崎県	高原町 380.3 g/人/日	6. 東京都	国分寺市 687.2 g/人/日	7. 神奈川県	川崎市 859.4 g/人/日
8. 長野県	平谷村 386.2 g/人/日	8. 東京都	立川市 703.6 g/人/日	8. 神奈川県	相模原市 877.3 g/人/日
9. 長野県	阿南町 398.2 g/人/日	9. 東京都	三鷹市 705.1 g/人/日	9. 静岡県	浜松市 878.6 g/人/日
10. 長野県	豊丘村 401.2 g/人/日	10. 東京都	東村山市 706.0 g/人/日	10. 熊本県	熊本市 878.8 g/人/日

注)・東京都23区は1市として集計した。

・市町村数は人口10万人未満が1,454、人口10万人以上50万人未満が237、人口50万人以上が28。

・福島第一原子力発電所の事故による福島県内の帰還困難区域、居住制限区域、避難指示解除準備区域に係る町村は除外している。

表 - 4 - 2 リサイクル(リサイクル率)の取組の上位 10 市町村

出典) 日本の廃棄物処理 平成 28 年度版(平成 30 年 3 月環境省)

人口10万人未満			人口10万人以上50万人未満			人口50万人以上					
1.	鹿児島県	大崎町	83.4 %	1.	岡山県	倉敷市	54.0 %	1.	千葉県	千葉市	33.3 %
2.	徳島県	上勝町	81.0 %	2.	東京都	小金井市	50.2 %	2.	新潟県	新潟市	27.9 %
3.	北海道	豊浦町	80.7 %	3.	神奈川県	鎌倉市	47.5 %	3.	東京都	八王子市	26.0 %
4.	鹿児島県	志布志市	74.7 %	4.	東京都	国分寺市	40.1 %	4.	愛知県	名古屋市	25.5 %
5.	長野県	木島平村	70.3 %	5.	埼玉県	加須市	39.1 %	5.	福岡県	北九州市	24.9 %
6.	北海道	小平町	67.1 %	6.	東京都	調布市	37.3 %	5.	神奈川県	横浜市	24.9 %
7.	福岡県	大木町	66.7 %	7.	東京都	東村山市	36.5 %	7.	埼玉県	川口市	22.7 %
8.	青森県	蓬田村	64.7 %	8.	愛知県	小牧市	36.3 %	7.	岡山県	岡山市	22.7 %
9.	北海道	本別町	62.2 %	9.	東京都	府中市	35.3 %	9.	北海道	札幌市	22.6 %
10.	北海道	足寄町	56.0 %	10.	東京都	西東京市	34.6 %	10.	埼玉県	さいたま市	22.5 %

注)・ごみ燃料化施設及びセメント原燃料化施設にて中間処理された量(固形燃料(RDF、RPF)、焼却灰・飛灰のセメント原料化、飛灰の山元還元)及びセメント等に直接投入された量を中間処理後再生利用量から差し引きリサイクル率を算出
 ・東京都 23 区は 1 市として集計した。
 ・市町村数は人口 10 万人未満が 1,454、人口 10 万人以上 50 万人未満が 237、人口 50 万人以上が 28。
 ・福島第一原子力発電所の事故による福島県内の帰還困難区域、居住制限区域、避難指示解除準備区域に係る町村は除外している。

指標 : 収集運搬の効率化については、低燃費型車両の導入やエコドライブ等の支援機器の導入、収集運搬ルートの最適化など様々な取組みがあるが、GPS を活用した運行管理、ルート設定などは、今後の ICT 技術の進展により注目されること、既存の輸送ルートを応用したモーダルシフトによる収集運搬も低炭素化の観点で大きな効果があることから、本業務において実施したアンケート調査の結果、GPS による収集運搬ルート効率化等のシステム導入を行っているとの回答があった市町村と、モーダルシフトの導入が確認された市町村を先行的事例のモデルとして取り上げた。

表 - 4 - 3 収集運搬管理システムの取組に係る先行的事例の抽出

出典) 本業務における収集運搬低炭素化等アンケート結果(後述)

GPS による収集運搬ルート効率化等のシステム導入を行っているとの回答があった市町村	13 市町村・組合
既存の輸送ルートを活用したモーダルシフトの導入について回答があった市町村	1 市

指標 : エネルギー回収の取組については、発電、熱利用、燃料利用等様々な観点があるが、ここでは最も汎用性の高い発電に着目し、「日本の廃棄物処理 平成 28 年度版(平成 30 年 3 月環境省)」に示されたエネルギー回収(ごみ処理量当たりの発電電力量)の取組の上位 10 施設を取り上げた。

表 - 4 - 4 エネルギー回収(ごみ処理量当たりの発電電力量)の取組の上位 10 施設

出典) 日本の廃棄物処理 平成 28 年度版(平成 30 年 3 月環境省)

平成 28 年度	1.	埼玉県	東埼玉資源環境組合	第二工場ごみ処理施設	689 kWh/トン
	2.	大阪府	東大阪都市清掃施設組合	第五工場	687 kWh/トン
	3.	大阪府	豊中市伊丹市クリーンランド	豊中市伊丹市クリーンランドごみ焼却施設	614 kWh/トン
	4.	富山県	富山地区広域圏事務組合	富山地区広域圏クリーンセンター	607 kWh/トン
	5.	三重県	四日市市	四日市市クリーンセンター	591 kWh/トン
	6.	大阪府	泉北環境整備施設組合	泉北クリーンセンター(1号炉、2号炉)	577 kWh/トン
	7.	静岡県	静岡市	西ヶ谷清掃工場	575 kWh/トン
	8.	東京都	東京二十三区清掃一部事務組合	東京二十三区清掃一部事務組合練馬清掃工場	570 kWh/トン
	9.	福岡県	福岡都市圏南部環境事業組合	福岡都市圏南部工場	562 kWh/トン
	10.	東京都	東京二十三区清掃一部事務組合	東京二十三区清掃一部事務組合板橋清掃工場	558 kWh/トン

注)・市町村・事務組合が設置した施設において比較
・複数の炉の余熱を使って発電している場合は合算

指標 エネルギー利活用については、回収エネルギーの拡大と地域への価値提供につながる重要要素として指標とした。

具体的な市町村モデルについては、公共関与による地域新電力事業(廃棄物発電を電源とする)や地域熱供給事業を実施している市町村のほか、環境省委託調査「廃棄物エネルギー利活用計画策定検討調査(平成 28~30 年度)」においてモデル事業及び説明会で取り上げられた事例を先行的事例として取り上げた。

表 - 4 - 5 エネルギー利活用に係る先行的事例の抽出

出典) インターネット情報、廃棄物エネルギー利活用計画策定検討調査委託業務報告書等

公共関与による地域新電力事業 (廃棄物発電を電源)	東京二十三区清掃一部事務組合(港区、大田区、世田谷区、渋谷区、豊島区、北区、葛飾区、江戸川区、江東区、品川区、練馬区) 以上、東京エコサービスによる新電力事業の電源工場 埼玉県所沢市、千葉県成田市・香取市、静岡県浜松市、三重県松坂市、 鳥取県米子市、福岡県北九州市
地域熱供給事業	北海道札幌市、東京二十三区清掃一部事務組合(江東区、品川区、練馬区)
その他、環境省委託調査「廃棄物エネルギー利活用計画策定検討調査(平成 28~30 年度)」モデル事業及び説明会において取り上げられた事例	神奈川県川崎市、岩手県盛岡市(県央ブロック)、埼玉県越谷市、 印西地区環境整備事業組合(印西市、白井市、栄町) 東京都武蔵野市、ふじみ衛生組合(三鷹市、調布市) 奈良県生駒市、鳥取県米子市、佐賀県佐賀市、香川県三豊市

指標 : バイオマス利活用については、廃棄物の持つバイオマスとしての側面を十分に活用するという政策的にも重要性のある要素として指標とした。

具体的な市町村モデルについては、「廃棄物系バイオマス利活用導入促進事業(平成 25~28 年度)」において取り上げられた事例(民間事業者による取組地域を含む)を、各々先行事例的なモデルとして取り上げた。

表 - 4 - 6 廃棄物系バイオマス利活用に係る先行的事例の抽出

出典)平成 28 年度廃棄物系バイオマス利活用導入促進事業委託業務報告書

廃棄物系バイオマス利活用事例	北海道稚内市、恵庭市、北広島市、中・北空知地域（赤平市、滝川市、砂川市、歌志内市、深川市、奈井江町、上砂川町、浦臼町、新十津川町、妹背牛町、秩父別町、雨竜町、北竜町、沼田町）、中川町、遠別町、天塩町、豊富町、幌延町、興部町、鹿追町 岩手県雫石町、葛巻町 宮城県南三陸町、新潟県村上市、阿賀町、出雲崎町 千葉県千葉市 東京都町田市 新潟県長岡市、上越市 富山県富山市 石川県珠洲市 長野県小諸市、佐久市、軽井沢町、御代田町 愛知県大府市、北名古屋市、豊山町 滋賀県甲賀市、湖南市 京都府京都市、京丹後市、南丹市、伊根町、宮津市、与謝野町 兵庫県養父市、朝来市 岡山県真庭市 山口県防府市 福岡県大木町 鹿児島県鹿児島市
----------------	--

以上の指標に基づく事例について、並列的に整理したのが次表である。

本調査では、指標 ~ 指標 までのうち、複数の要素を併せ持つ市町村 12 件と、指標 ~ 指標 に該当する要素は 1 つだが、前述 12 件にはない特徴的な取組みを持つ市町村 20 件の計 32 市町村(組合処理と行っているところは組合単位として、計 15 市町村・組合)をモデル検討の対象とした。

表 - 4 - 7 市町村ごみ処理システムにおける先行的事例の抽出

区分	指標		指標 (収集運搬)	指標 (エネルギー回収)	指標 (エネルギー利活用)			指標 (バイオマス利活用)
	(リデュース)	(リサイクル)			(地域熱供給事業)	(その他、特徴的なエネルギー利活用の取組み)		
大都市	愛媛県松山市 広島県広島市 京都府京都市 神奈川県川崎市 神奈川県相模原市 静岡県浜松市 熊本県熊本市	千葉県千葉市 新潟県新潟市 愛知県名古屋 福岡県北九州市 岡山県岡山市 北海道札幌市 埼玉県さいたま市	2市	東大阪都市清掃施設組合 (東大阪市、大東市) 東京二十三区清掃一部事務組合 (練馬区、板橋区) 福岡都市圏南部環境事業組合 (福岡市、春日市、大野城市、太宰府市、那珂川市)	(公共関与地域新電力) 東京二十三区清掃一部事務組合 (港区、大田区、世田谷区、渋谷区、豊島区、北区、葛飾区、江戸川区) 静岡県浜松市 福岡県北九州市	(地域熱供給事業) 北海道札幌市	(その他、特徴的なエネルギー利活用の取組み) 神奈川県川崎市	千葉県千葉市 京都府京都市
	(リデュース及びリサイクル) 神奈川県横浜市、東京都八王子市 埼玉県川口市				東京二十三区清掃一部事務組合 (江東区、品川区、練馬区)			
中都市	静岡県掛川市 東京都日野市 静岡県藤枝市 東京都立川市 東京都三鷹市	岡山県倉敷市 神奈川県鎌倉市 埼玉県加須市 東京都調布市 愛知県小牧市	5市 (うち K 市、西東京市)	東埼玉資源環境組合 (第二工場：草加市、八潮市) 豊中市伊丹市クワソウ (豊中市、伊丹市) 富山地区広域圏事務組合 (富山市、滑川市、立山町、上市町及び舟橋村) 四日市市 泉北環境整備施設組合 (泉大津市、和泉市、高石市)	千葉県成田市・香取市、 埼玉県所沢市 三重県松坂市		岩手県盛岡市 埼玉県越谷市 印西地区環境整備事業組合(印西市、白井市、栄町) 東京都武蔵野市 ふじみ衛生組合 (三鷹市、調布市) 奈良県生駒市 鳥取県米子市 佐賀県佐賀市	東京都町田市 新潟県長岡市、上越市 富山県富山市 山口県防府市 鹿児島県鹿児島市
	東京都小金井市、東京都国分寺市 東京都東村山市、東京都西東京市 東京都府中市							
小都市	徳島県神山町 長野県川上村 長野県南牧村 長野県泰阜村 長野県中川村 奈良県野迫川村 宮崎県高原町 長野県平谷村 長野県阿南町 長野県豊丘村	鹿児島県大崎町 徳島県上勝町 北海道豊浦町 鹿児島県志布志市 長野県木島平村 北海道小平町 福岡県大木町 青森県蓬田村 北海道本別町 北海道足寄町	7市・組合				三鷹市	北海道稚内市、恵庭市、北広島市、中・北空知地域(芦別市、赤平市、滝川市、砂川市、歌志内市、深川市、奈井江町、上砂川町、浦臼町、新十津川町、妹背牛町、秩父別町、雨竜町、北竜町、沼田町)、中川町、遠別町、天塩町、豊富町、幌延町、興部町、鹿追町 岩手県零石町、葛巻町 宮城県南三陸町、新潟県村上市、阿賀町、出雲崎町 石川県珠洲市 長野県小諸市、佐久市、軽井沢町、御代田町 愛知県大府市、北名古屋、豊山町 滋賀県甲賀市、湖南市 京都府京丹後市、南丹市、伊根町、宮津市、与謝野町 兵庫県養父市、朝来市 岡山県真庭市 福岡県大木町

注) 青字 = 複数要素に該当のため抽出。赤字 = 単一の要素に該当だが複数要素で取り上げられた事例に含まれない特徴的な取組みを有するため抽出(印西地区：施設整備と地域振興の両輪の取組み、佐賀市：CO₂分離回収、中・北空知地域：広域連合によるバイオガス化・高効率発電複合処理)。なお東京都練馬区は指標 と の複数に該当するが、特別区のためここでは除外した。

検討対象とした市町村は、各々次のように類型化できる。

< 低炭素・省CO₂型廃棄物処理システムの先行事例的モデルの類型例 >

大都市 / 3R・利活用推進型:	札幌市、千葉市、浜松市、京都市、北九州市
大都市 / 3R・収集効率化推進型:	川崎市
中都市 / 3R・利活用推進型:	ふじみ衛生組合(三鷹市・調布市)
中都市 / 3R・収集効率化推進型:	K市、西東京市
中都市 / エネルギー回収・利活用推進型:	富山市
中都市 / 利活用推進型:	印西地区、武蔵野市、佐賀市
小都市 / 広域連携・利活用推進型:	中・北空知地域
小都市 / 3R・利活用推進型:	大木町

(2) モデル事例の特徴整理

以下、15市町村・組合に対してヒアリングを実施し(2019年2~3月) 現行の処理システムの概要(ごみ処理フロー及び工程毎の処理量バランスイメージ)について、先行的な取組みの情報を中心に、以下 ~ として整理した。

札幌市

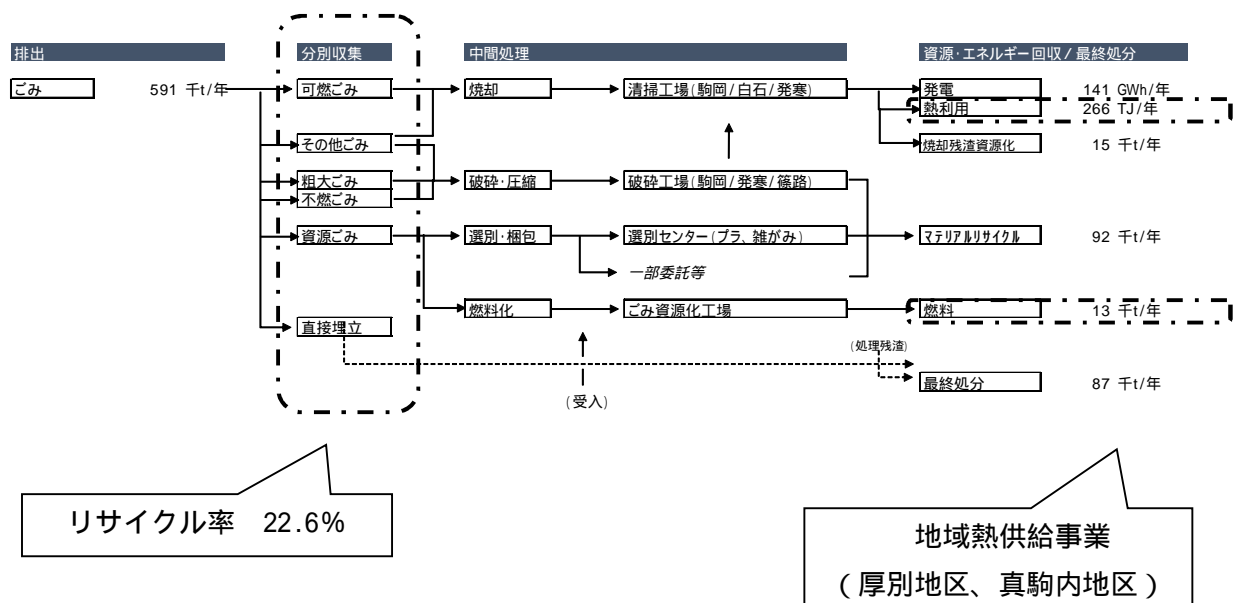


図 - 4 - 1 ごみ処理フローの概要（平成 28 年度）

注) フロー図中数値について集団回収除く

ア．リサイクル率の向上

<ステーション収集>

雑がみ

汚れた紙、新聞・雑誌・ダンボール以外の紙を対象として、10か所の民間施設及び中沼雑がみ選別センター（東区中沼）等において選別後、再生紙及び固形燃料の原料として再資源化されている。平成 29 年度の収集量は 22,948t。

枝・葉・草

庭の刈った芝、草花、落ち葉、庭木の枝・幹・根が対象。堆肥化等を実施し、堆肥は市民へ無料で配布するなどしている。平成 29 年度の収集量は 20,410t。

<拠点回収>

小型家電

市有施設や商業施設に設置した回収ボックス（36か所）と、国の認定事業者の回収拠点（18か所）で回収。平成 29 年度の回収量は 870t。



図 - 4 - 2 札幌市小型家電回収イメージ

（札幌市 HP より）

古着

札幌クリーニング協同組合加盟の一部クリーニング店、地区リサイクルセンター、清掃事務所等で回収（86 か所）。平成 29 年度の回収量は 63t。

か所数については、平成 31 年 1 月時点。

イ．地域熱供給事業の推進

厚別地区、真駒内地区の 2 地区において、廃棄物由来の燃料又は熱を利用した地域熱供給事業を展開。（北海道地域暖房株式会社）

両地区合わせて、一般住宅約 8,000 戸及び商業・業務・教育施設等 40 件に熱導管による熱供給を実施。

・真駒内地区熱供給エリア



図 - 4 - 3 真駒内地区熱供給エリアの概要

出典) 北海道地域暖房株式会社資料

(2019年2月27日)

千葉市

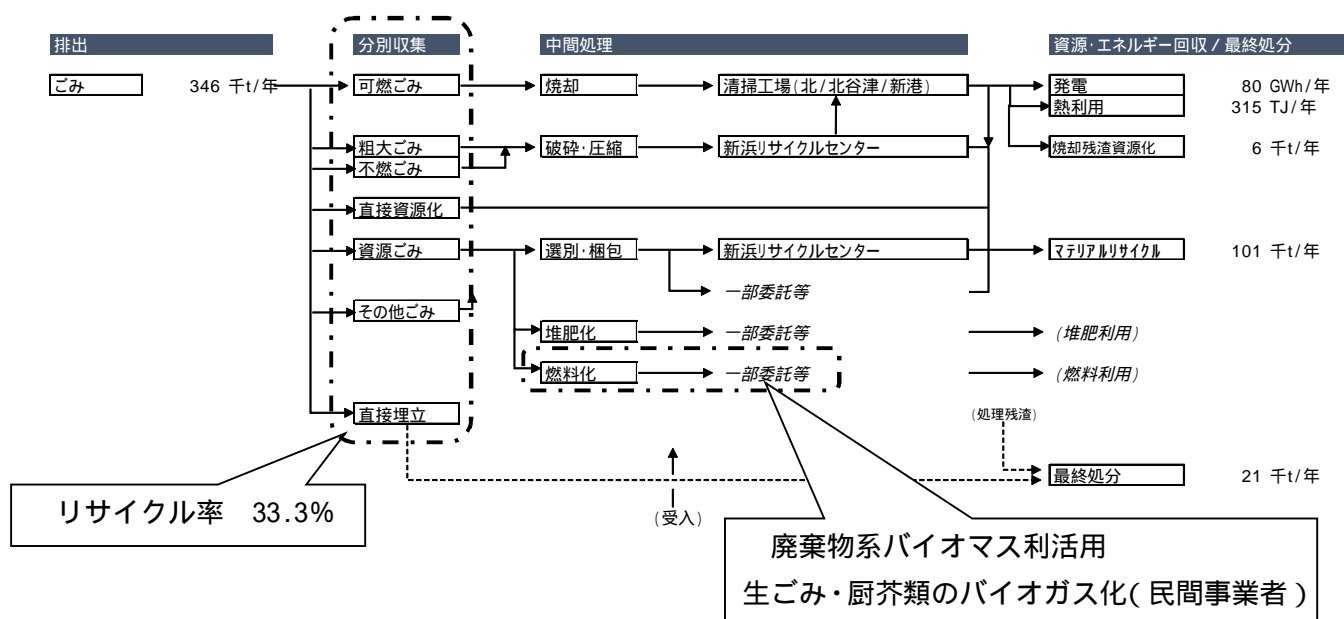


図 - 4 - 4 ごみ処理フローの概要 (平成 28 年度)

注) フロー図中数値について集団回収除く

ア. リサイクル率の向上

ごみ減量のための「ちばルール」行動協定

市民、事業者、千葉市がそれぞれの役割と責任を認識し、本市におけるごみの発生抑制、再資源化の促進及び環境への負荷の低減に資する消費・販売行動の実践を通じて、「ちば型」の資源循環型社会づくりを推進。レジ袋削減、店頭回収、拠点回収の推進等。

ごみの分別・排出ルールの指導制度

ルールを守らないで出されたごみは、開封調査などにより出した方を特定し、訪問指導。指導後もルールが守られない場合、改善勧告・改善命令等。

廃食用油（使用済てんぷら油等）の拠点回収

家庭から出る、植物性油（期限切れの油やてんぷらを揚げるために使用した油）を事業者、市民団体等の協力のもと回収。

「焼却ごみ 1/3 削減」の取組み

平成 19 年 3 月策定の一般廃棄物（ごみ）処理基本計画に掲げた「焼却ごみ 1/3 削減」の取組みを推進。一般廃棄物処理手数料（搬入手数料）の見直し、収集回数の見直し、家庭ごみ手数料徴収制度（有料化）の導入、各種啓発活動の実施等の施策。

剪定枝等（木の枝・刈り草・葉）再資源化事業

平成 29 年 3 月末に北谷津清掃工場の操業を終了し、3 用地 2 清掃工場運用体制において安定的なごみ処理体制を構築するために、新たなごみ減量・リサイクルの施策として、家庭から出る木の枝、刈り草、葉を資源収集する事業を平成 29 年度から実施。

イ．廃棄物系バイオマス活用

千葉バイオガスセンター（60t/日）において、事業系食品廃棄物等を対象に、メタン発酵設備でバイオガスを発生させ高効率で回収し、隣接する製鉄所で発電等に利用。

残さは隣接のガス化溶融施設を利用する２段階の処理方式で100%再資源化を達成。

<事業系一般廃棄物（食品廃棄物）の再生利用促進>

食品リサイクル法による食品廃棄物の再生利用を促進するため、事業所ごみ分別排出ガイドブックやリーフレット等の配布、市ホームページでの紹介等により、JFE環境（株）千葉バイオガスセンターをはじめとした市内外の食品リサイクル施設（登録再生利用事業者）の利用を促している。

参考 URL <http://www.city.chiba.jp/kankyo/junkan/sangyohaikibutsu/jigyoukei.html>

参考 URL <http://www.city.chiba.jp/kankyo/junkan/sangyohaikibutsu/syokuhinnrisaikuru.html>

また訪問指導などにより、スーパーマーケットやレストラン等の食品関連事業者に対して登録再生利用事業者への生ごみ排出を積極的に誘導し、再資源化を促進している。

参考 URL <http://www.city.chiba.jp/kankyo/junkan/haikibutsu/28g-p-info.html>



図 - 4 - 5 千葉市における事業系一般廃棄物（食品廃棄物）の再生利用促進の取組み
（千葉市食品リサイクルリーフレットより）

<災害時応援協定>

震災等で発生した一般廃棄物処理支援について平成23年4月にJFE環境（株）（旧 ジャパン・リサイクル（株））と「震災廃棄物処理の支援に係る協定」を締結。

参考 URL <http://www.city.chiba.jp/somu/kikikanri/saigai-kyotei-ichiran.html>

（2019年2月12日）

浜松市

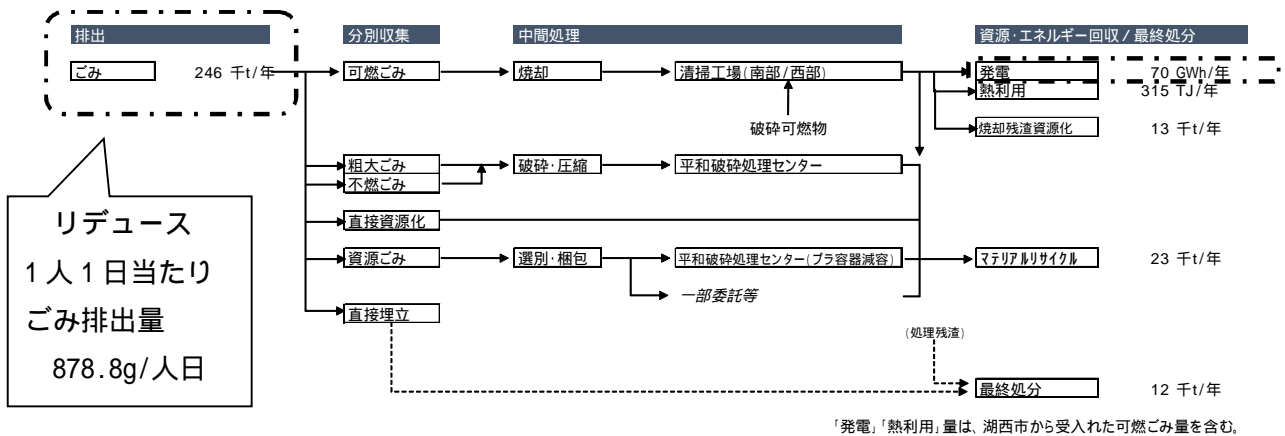


図 - 4 - 6 ごみ処理フローの概要(平成 28 年度)

注) フロー図中数値について集団回収除く

ア. リデュースの推進

G.G つうしん(ごみ減量通信)

浜松市のごみの現状、清掃事業に関する情報を分かりやすく市民の皆様に紹介するため、情報誌をウェブサイト上に掲載。

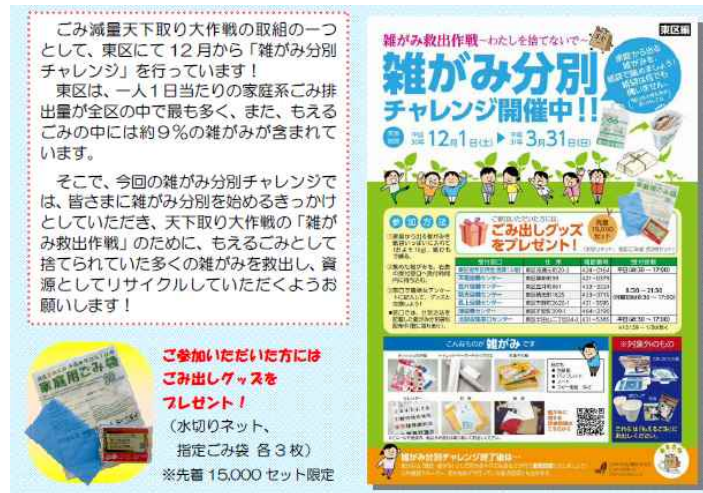


図 - 4 - 7 浜松市ごみ減量通信紙面例(浜松市 HP より)

生ごみ減量の推進

生ごみ堆肥化容器の無料配布、水切りグッズ「やらまいか!水切りプレス」の作製・配布。

ごみ減量教育の推進

小学 4 年生ごみ減量チャレンジ事業、雑がみ分別袋の作製・配布。

資源物回収拠点の整備・運営

家庭系草木類の回収、使用済小型家電、古紙類、布類等、資源物回収保管庫貸与。

その他

自治会等を対象としたごみ減量・3R 説明会の開催。

イ．地域新電力事業

市が出資参加する浜松新電力により、太陽光発電及びごみ発電電力を主体とした地域エネルギーを、市内の公共施設や民間需要家へ供給。再生可能エネルギーを最大限活用した電力の地産地消を目指す。

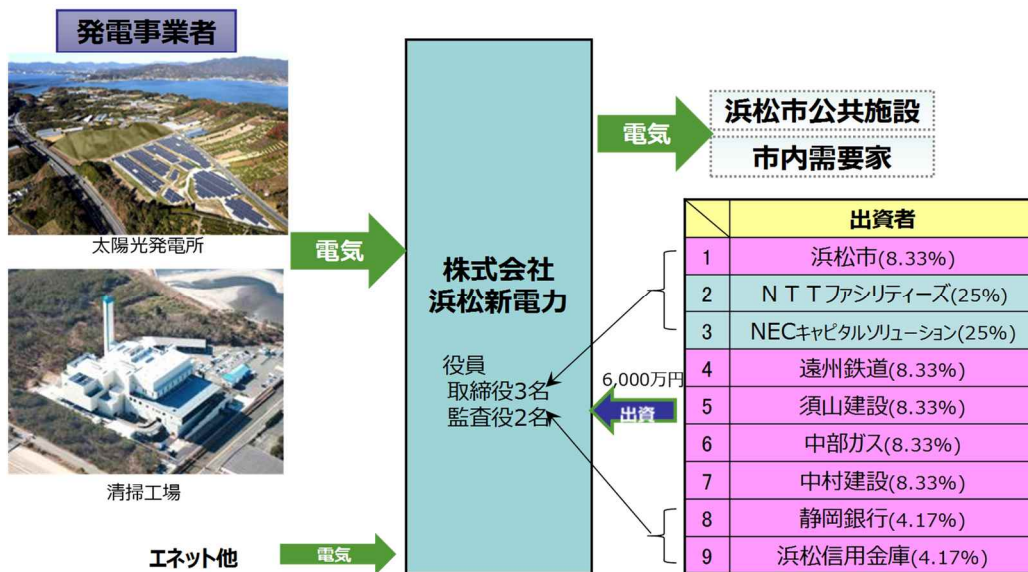


図 - 4 - 8 浜松市新電力事業の概要

出典) 浜松市資料より

(2019年2月14日)

京都市

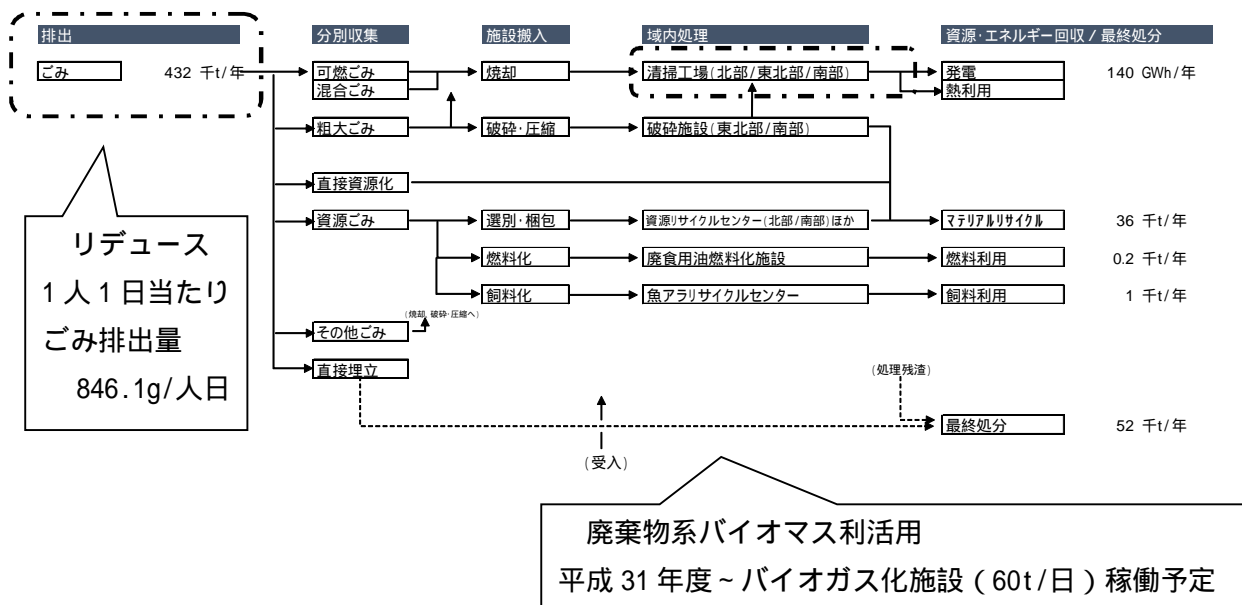


図 - 4 - 9 ごみ処理フローの概要 (平成 28 年度)

注) フロー図中数値について集団回収除く

ア. リデュースの推進

しまつのこころ条例の施行

平成 27 年 10 月からごみ半減をめざす「しまつのこころ条例」を施行し、重点的に取り組む 6 つの分野（ものづくり、食、販売と購入、催事（イベント等）、観光等、大学・共同住宅等）において、政令市で初めて 2R に関して幅広く、市民・関係事業者等に実施していただく 29 の取組について、実施義務・努力義務を定め、市民・事業者の皆様との協働で取組を推進。特に、家庭ごみ・事業ごみともに生ごみが約 4 割を占めていることから、食品ロス削減を中心とした取組を進めている。

なお、上記の 6 つの分野の重点化にあたっては、以下の地域特性等も考慮している。

- ・ 京都マラソンや学生祭典、祇園祭から地蔵盆まで、年間 1 万件以上のイベント・祭りが開催されていること。
- ・ 国際観光都市として年間 5,000 万人以上の観光客が訪れ、今後も増加が見込まれること
- ・ 大学のまちとして大学及び大学生が多いことに加え、若年層と共同住宅（特にワンルーム型）のごみの分別実施率が低いこと。

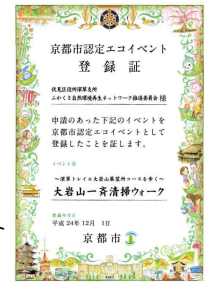
地域学習会「しまつのこころ楽考（がっこう）」

「ごみ減量について楽しく考えよう」をコンセプトに、参加者が学習テーマから学びたい内容を選択・組み合わせることができる地域学習会「しまつのこころ楽考」を開始。

イベント等のエコ化の推進

平成 22 年 10 月に「京都市エコイベント実施要綱」を策定し、リユース食器の導入経費の助成等を行っているほか、平成 27 年 9 月からは、イベント時の分別リユースごみ箱の貸出しを行っている。

京都市認定エコイベント登録証（見本）



イ．廃棄物系バイオマス利活用

整備中の焼却施設（南部クリーンセンター第二工場（仮称））で、生ごみなどのバイオマスを微生物の力で発酵させてバイオガスを作り、それを発電に利用する「バイオガス化施設」（60t/日）を建設。焼却施設にバイオガス化施設を併設することにより、生ごみ等の一部を別途処理（メタン発酵）できることから焼却ごみの平均カロリーが上昇することや、生成したメタンガスを発電効率の良いガスエンジンで発電すること等により、エネルギー回収の最大化を図るものとしている。（条件を設定した試算では、ごみを全量焼却し発電する場合に比べて、当該工場（施設規模：焼却 500t/日＋メタンガス化 60t/日）での処理においては、定格稼働で約 6%の発電量増加となる。）

さらに今後は以下の事項を検討していく予定。

京都市バイオマス産業都市構想

平成 29 年 10 月に国の「バイオマス産業都市」に選定されており、同年同月に策定した「京都市バイオマス産業都市構想」に基づき、廃棄物系バイオマスの利活用に係る取組を進めている。同構想に掲げる廃棄物系バイオマスの利活用に係るプロジェクトについては、次のとおり。

バイオガスプロジェクト（上述）

下水バイオマス活用プロジェクト 鳥羽水環境保全センターにおいて、汚泥消化タンク関連施設の再整備や固形燃料化施設を導入することにより、下水汚泥の有効活用を推進する。【汚泥消化タンク：2019 年度稼働予定、固形燃料化施設：2021 年度稼働予定】

せん定枝の分別・リサイクルプロジェクト 家庭から排出されるせん定枝の分別収集や、せん定枝をクリーンセンターに持ち込む事業者に対する民間リサイクル施設への誘導に係る啓発を実施することでせん定枝の分別・リサイクルを促進する。【実施中】

「都市油田」発掘プロジェクト 生ごみと紙ごみの混合物を原料としたバイオエタノールの製造やその残渣からバイオガスを製造する実証実験を実施した。

バイオディーゼル燃料プロジェクト 市民回収等による使用済てんぷら油を原料としたバイオディーゼル燃料を本市施設で製造し、ごみ収集車及び市バスで使用する。【実施中】

森林バイオマス活用プロジェクト 市内の豊富な森林バイオマスを活かし、健全な森林の育成に寄与するとともに災害時にも有用となる木質ペレットの更なる普及拡大や小型木質バイオマス発電の事業化を目指す。【検討中】

民間保育所等に対する生ごみ・落葉処理機の購入助成

対象を保育所等に限定している生ごみ・落葉処理機購入助成制度において、助成対象者の拡大を検討している。

（2019 年 2 月 22 日）

北九州市

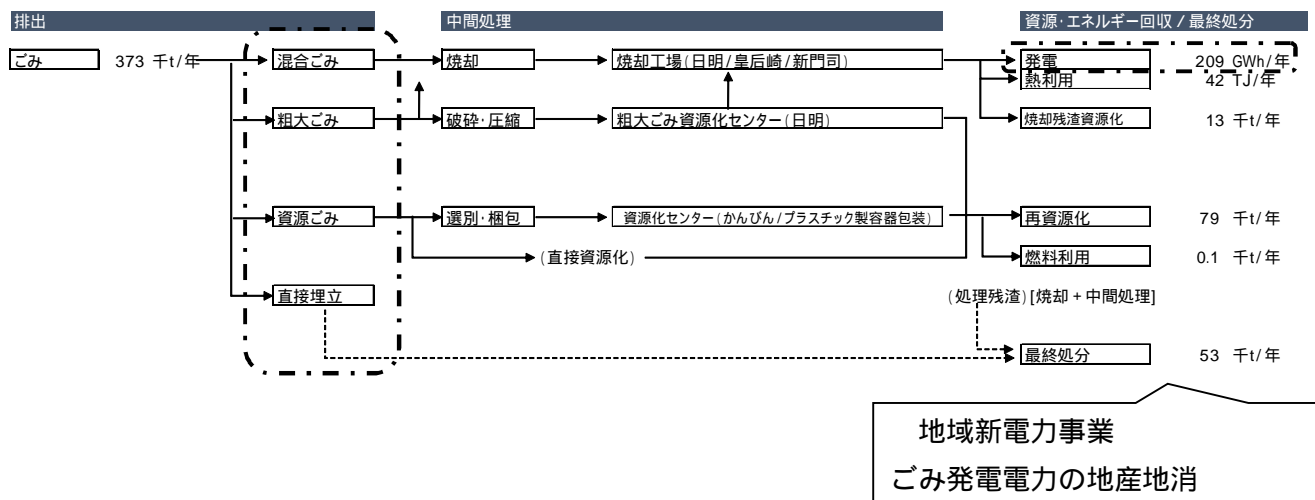


図 - 4 - 1 0 ごみ処理フローの概要（平成 28 年度）

注）フロー図中数値について集団回収除く

ア．リサイクルの推進

○家庭ごみの減量化・資源化

- ・かん・びんやペットボトル、プラスチック製容器包装の分別収集
- ・紙パック、トレイ、蛍光管等の拠点回収（順次、回収品目の拡充）

○古紙・古着回収支援（集団資源回収）

- ・古紙・古着の集団資源回収活動を行う団体に対する奨励金の交付
- ・集団資源回収団体への資源回収用保管庫の貸与

○北部九州・古着地域循環推進協議会の設立

- ・古着の「地域循環」と「2Rの推進」を理念として共有し、協議会関係者が連携して古着リサイクル事業を推進

イ．地域新電力事業

市が出資参加する北九州パワーにより、ごみ発電電力を主体とした地域エネルギーを、市内の公共施設や民間需要家へ供給。市内産業、特に中小企業の下支えをおこない地域産業の活性化と地域の低炭素化に寄与。

ごみ発電等の地域の低炭素電源を活用
発電施設の誘致状況・供給規模の拡大に併せ調達電源を拡大

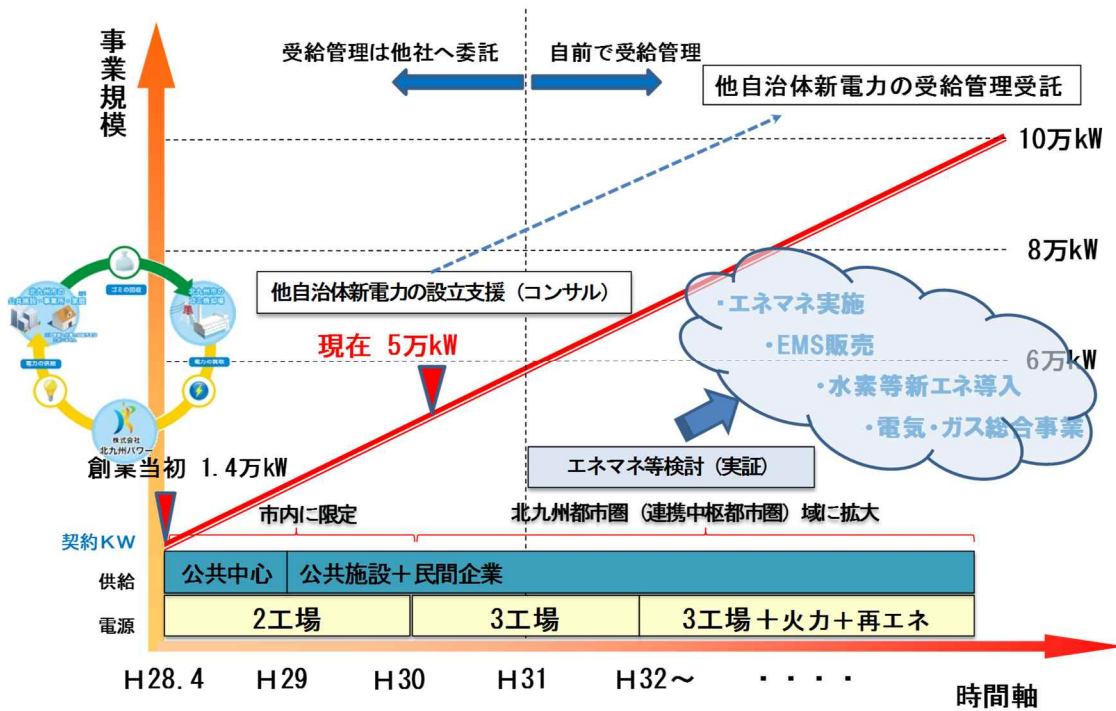


図 - 4 - 1 1 北九州市地域エネルギー事業の今後の事業展開イメージ

出典) 北九州市資料より

(2019年2月27日)

川崎市

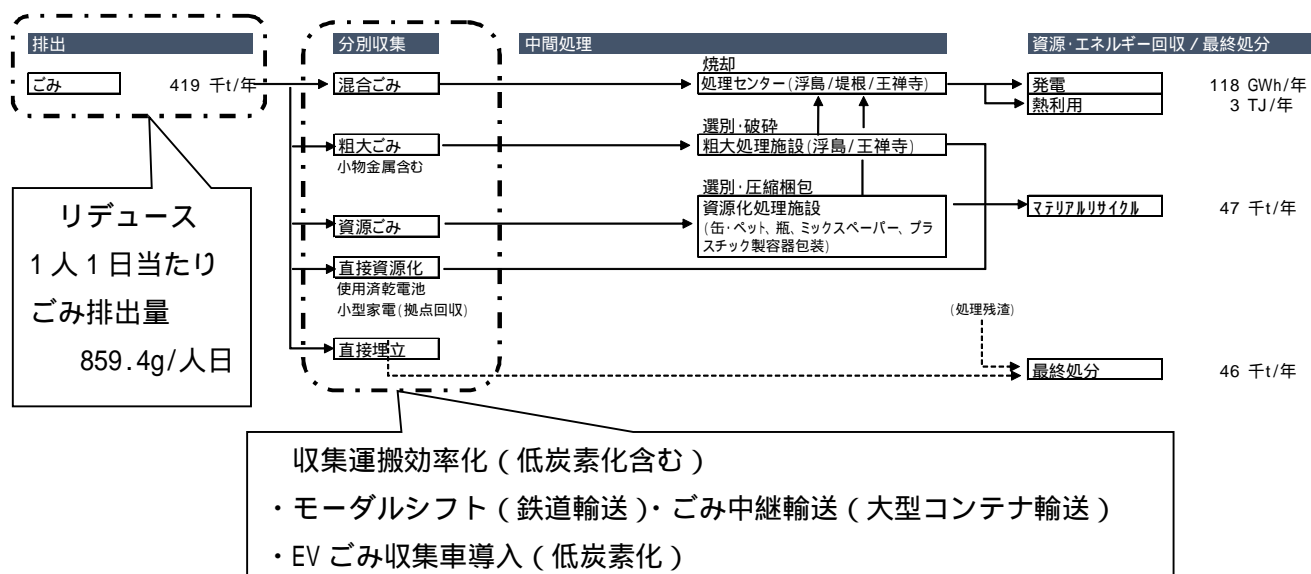


図 - 4 - 1 2 ごみ処理フローの概要（平成 28 年度）

注）フロー図中数値について集団回収除く

ア．リデュースの推進

資源循環、低炭素、自然共生をキーワードとした、市民・事業者・行政が一体となって、ごみをできるだけ発生させない生活や活動、ごみの分別の徹底、節電などの省エネ、緑化の推進など、環境に配慮した行動を積み重ねていくという“エコ暮らし”を推進。

廃棄物減量指導員等との連携や普及啓発の推進、分別排出の徹底、3きり運動の推進、食品ロス削減などの様々な施策を推進。

3きり運動の推進

使いきり・食べきり・水きりの「3きり」を行うとともに、水きりネットを配布するなどの生ごみダイエットキャンペーンを実施し、普及啓発を行った。

食べきり協力店制度

食品ロス削減の取組の一つとして、飲食店等における利用者の食べ残しをできるだけ減らすよう、食べきりを推奨している店舗を「食べきり協力店」として認定。

イ．収集運搬低炭素化

廃棄物発電（*）を活用した「エネルギー循環型ごみ収集システム」による、EV ごみ収集車（電池交換型）を日本で初めて実用化。

ごみ焼却施設における廃棄物発電で得られる電気を敷地内の電池ステーションへ送電して電池を充電し、EV ごみ収集車に搭載してごみ収集を行う。



EV ごみ収集車（写真）
出典）川崎市資料より

運用にあたっては、平常時のEVごみ収集車によるごみ収集運搬業務のほか、災害時には、非常用電源（照明器具や携帯電話充電用）としても期待。



図 - 4 - 1 3 EVごみ収集車システム概念図（イメージ）

出典）川崎市資料より

導入にあたっての実証試験（2016年度）の結果を受けて更なる検討を進め、2019年2月にEVごみ収集車2台と電池ステーション1基の実機を導入した。（第11回川崎国際環境技術展（2019年2月7日・8日 カルッツかわさき）において、2月7日にEVごみ収集車導入発表会を開催。）

実証試験結果のまとめ

- ごみ収集車
 - 安定した収集作業
 - 電池1個あたりの走行可能距離の確認（約40km）
 - 冬季の低外気温時の電力消費量が大い
- 電池ステーション
 - 円滑な電池自動交換（約3分30秒/回）
 - 車両位置検知機能の異常が数回発生（即時対応）
 - 災害時の非常用電源としての試用

実用化に向けた検討（H29年度）

- ごみ収集車
 - 電池容量UPによる走行距離の延伸（40→60km）
 - 電池容量：24→40kWh
- 電池ステーション
 - 電池格納方式の変更による交換作業の安定化&省スペース化

実機導入（H30年度）

- EVごみ収集車（2台）と電池ステーション（1基）

図 - 4 - 1 4 実証試験の結果と導入までの経過

出典）川崎市資料より

（2019年2月22日）

ふじみ衛生組合

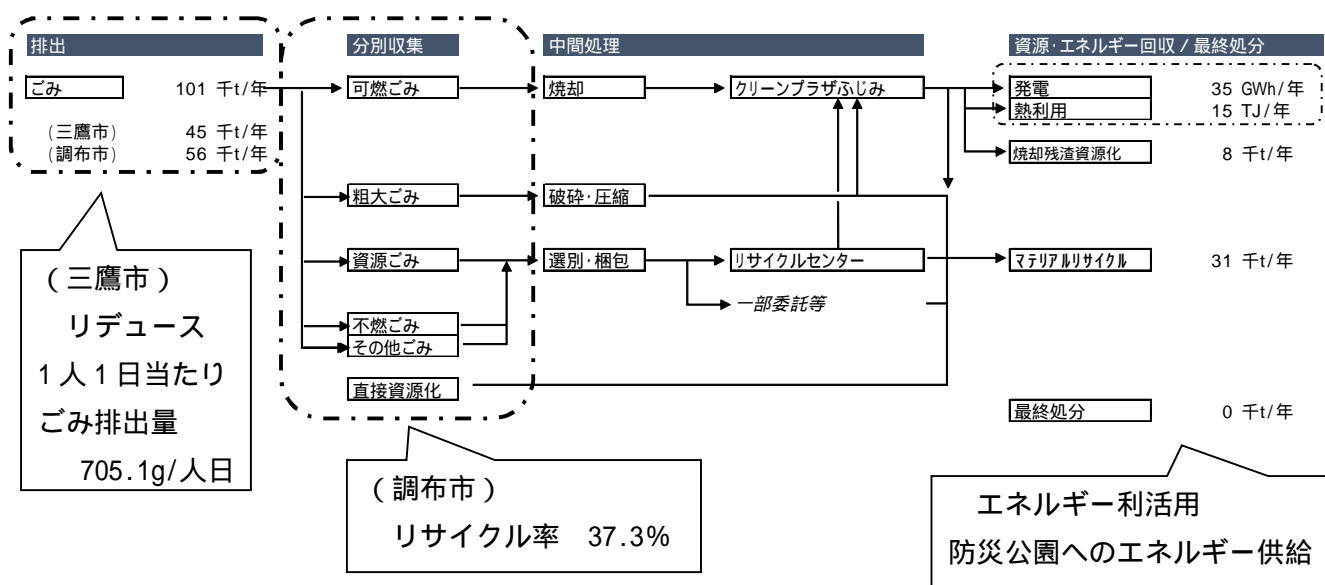


図 - 4 - 1 5 ごみ処理フローの概要（平成 28 年度）

注）フロー図中数値について集団回収除く

ア．リデュースの推進（三鷹市）

東京の多摩地域は、最終処分場の確保が困難な地域であり、従前からごみ減量・リサイクルの推進に力を入れている。

ごみ減量・リサイクル協力店

店頭回収やマイバック運動など、ごみの減量やリサイクルに積極的に取り組んでいるお店を「ごみ減量・リサイクル協力店」として認定し、その活動を応援。

ごみ減量推進会議の活動

ごみ減量等推進会議（市民・事業者・市）による「ごみゼロキャンペーン」や「マイバッグキャンペーン」など、ごみ減量に向けたキャンペーンを実施。

家庭系ごみの有料化

可燃ごみ、不燃ごみについては、有料の指定収集袋を購入し排出することで、ごみの減量意識を高める。

生ごみ処理装置等購入費助成金事業

生ごみ処理装置の購入者に対し助成を行うことで、生ごみの減量を推進する。

イ．リサイクルの推進（調布市）

東京の多摩地域は、最終処分場の確保が困難な地域であり、従前からごみ減量・リサイクルの推進に力を入れている。

ごみ対策課広報誌「ザ・リサイクル」

ごみに関する情報提供及び減量・資源化の意識啓発のため、ごみに関する情報を掲載した広報誌「ザ・リサイクル」を年 3 回発行。

集団回収事業の推進

集団回収を実施している団体に奨励金を交付することで、分別、リサイクルの推進を図る。

粗大ごみ再利用事業

収集した粗大ごみの中から売却可能なものを修理・加工し販売する。

家電製品の資源化事業

粗大ごみとして収集した家電製品の資源化を図るため、電子基板やハードディスクなどの部品を取り出して、再生事業者へ引き渡す。

使用済小型家電製品の拠点回収

公共施設に専用の回収ボックスを設置し、回収した使用済小型家電製品を再生事業者へ引き渡す。

剪定枝資源化支援事業

申込みのあった家庭にチップカーで伺い、枝木をチップにする。

ごみ減量・リサイクル協力店認定制度

資源物を自主的に回収している店舗に対し、認定証を発行することで、販売店ルートによるリサイクルを推進する。

家庭系ごみの有料化

可燃ごみ、不燃ごみについては有料、資源物については無料とすることで、ごみ分別意識を高める。

ウ．エネルギー利活用

三鷹中央防災公園・元気創造プラザ

整備事業

災害に強いまちづくりと多様な機能が融合した元気創造拠点、「三鷹中央防災公園・元気創造プラザ」において、「クリーンプラザふじみ」のごみ処理過程で発生する熱エネルギーで発電した電力と、発電後に生じる低温水の熱源供給を受け、エネルギーを有効活用。



	機能転換		
	平常時	災害時	
元気創造プラザ 総合防災センター機能 を有し、災害時は市の災害 対策活動の中核として 災害対策本部を設置する と同時に施設全体が 災害対策の拠点となる 施設	5階	総合防災センター 生涯学習センター	災害対策本部 消防団指揮本部
	4階	生涯学習センター	災害対策本部(関係機関対応)
	3階	福祉センター	災害ボランティアセンター本部
	2階	総合保健センター	災害医療対策実施本部
	1階	子ども発達支援センター	福祉避難所
総合 スポーツ センター	アリーナ、武道場、プール等	支援物資のストックヤード等	
防災公園	憩い、レクリエーションの場	一時避難場所	

図 - 4 - 1 6 三鷹中央防災公園・元気創造プラザ概要
出典) ふじみ衛生組合資料より

(2019年2月22日)

K市

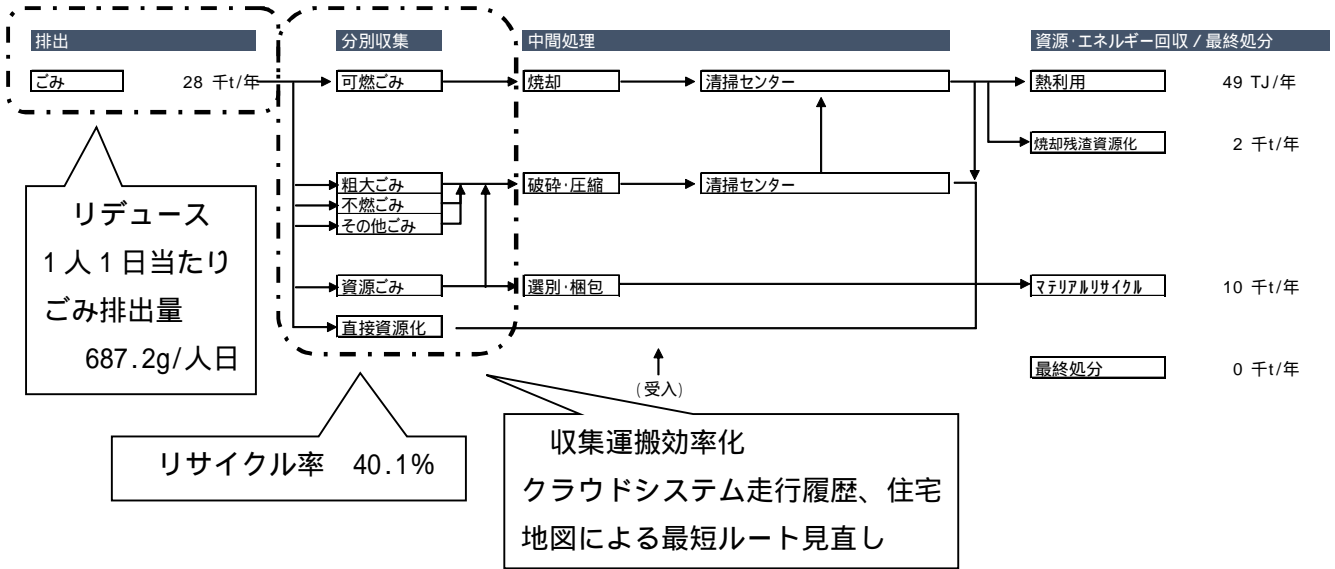


図 - 4 - 17 ごみ処理フローの概要（平成 28 年度）

注）フロー図中数値について集団回収除く

ア．リデュースの推進

- ・3リットル袋（ミニ袋）で、もやせるごみの排出にチャレンジ
安価な3リットル袋（ミニ袋）を販売し、もやせるごみに混ざっている紙類・衣類などの資源物の正しい分別を促す。

イ．リサイクルの推進

- ・オリジナルトイレットペーパーの販売
市民から出された雑誌やその他の紙で作られた、無漂白で環境にやさしいトイレットペーパーを協力店において販売。

ウ．収集運搬効率化

- ・クラウドシステム走行履歴、住宅地図による最短ルート見直し。

西東京市

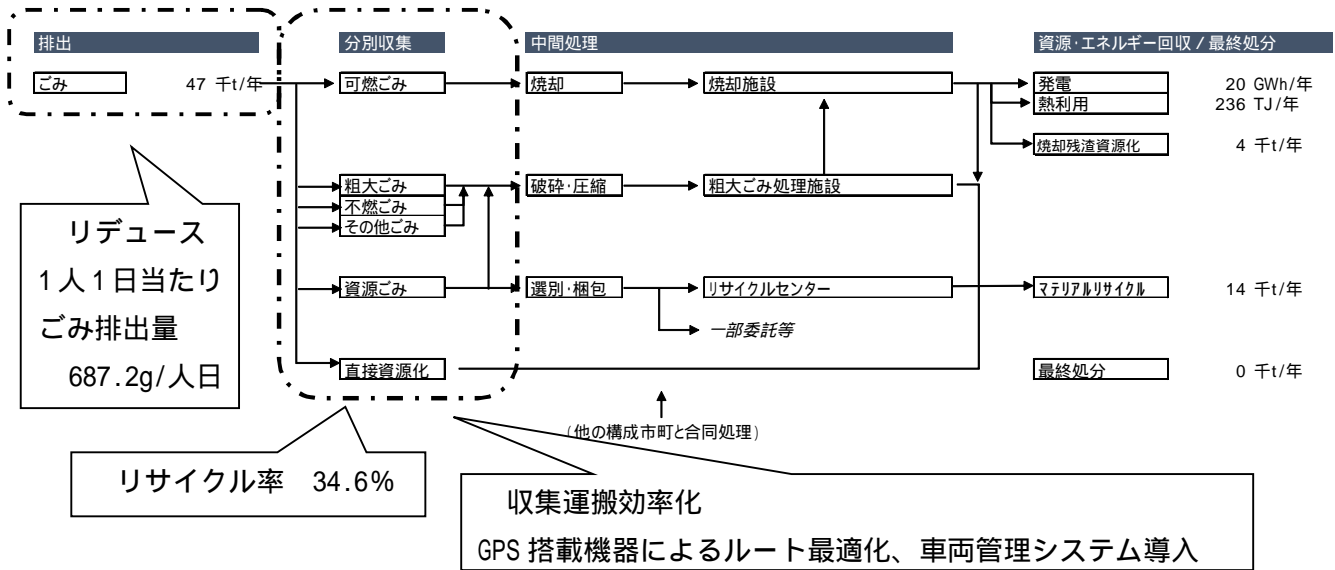


図 - 4 - 1 8 ごみ処理フローの概要（平成 28 年度）

注) フロー図中数値について集団回収除く

ア．リデュースの推進

集合住宅ごみ等優良排出管理認定制度

市内の集合住宅における、ごみ・資源物集積所について、排出状況が適切かつ清潔に保たれている集積所を優良排出集積所として認定し、ごみの減量と資源化および環境美化を推進。

イ．リサイクルの推進

ごみ分別アプリにリサイクルゲーム・外国語版 PDF 閲覧機能

市ごみ分別アプリに資源化を分かりやすく学べる「ごみ分別リサイクルゲーム」と、外国の方向けに「外国語版 PDF 閲覧機能」が追加。「ごみ分別リサイクルゲーム」はキャラクター、コレクション性が高く、ゲームをしながらリサイクルへの関心を持てる内容。

ウ．収集運搬効率化

GPS 搭載機器によるルート最適化。車両管理システム導入。

- ・不燃ごみ等の戸別収集実施にあたって、可燃ごみ含めた収集ルートの最適化を行い全体の効率化を実施。
- ・運用に当たっては、収集運搬車両にタブレット端末を配備し、地図上での収集ステーションの位置情報や、臨時収集等の指示情報を表示。
- ・タブレット端末に、ステーションの収集終了報告や施設搬入時の計量値等を随時入力することにより、収集運搬の進捗管理や日報報告等の作業負荷を軽減。

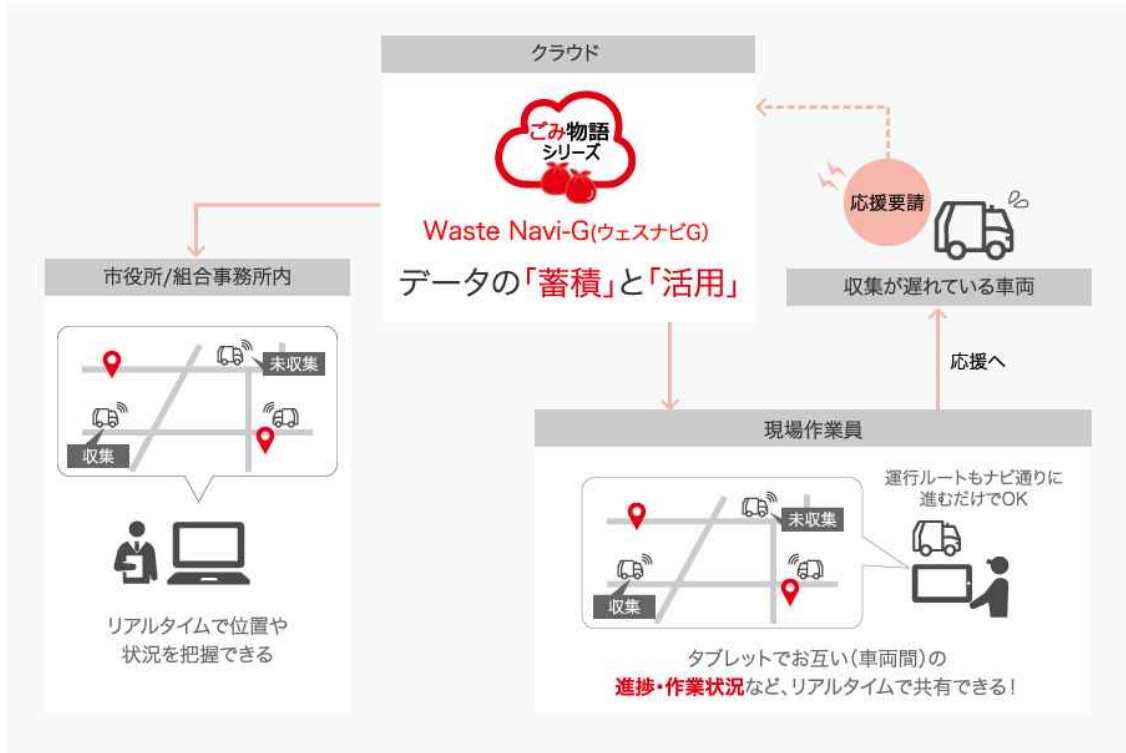


図 - 4 - 1 9 収集運搬管理システムの概要 (株BIOISM ホームページより)

(2019年3月7日)

富山市

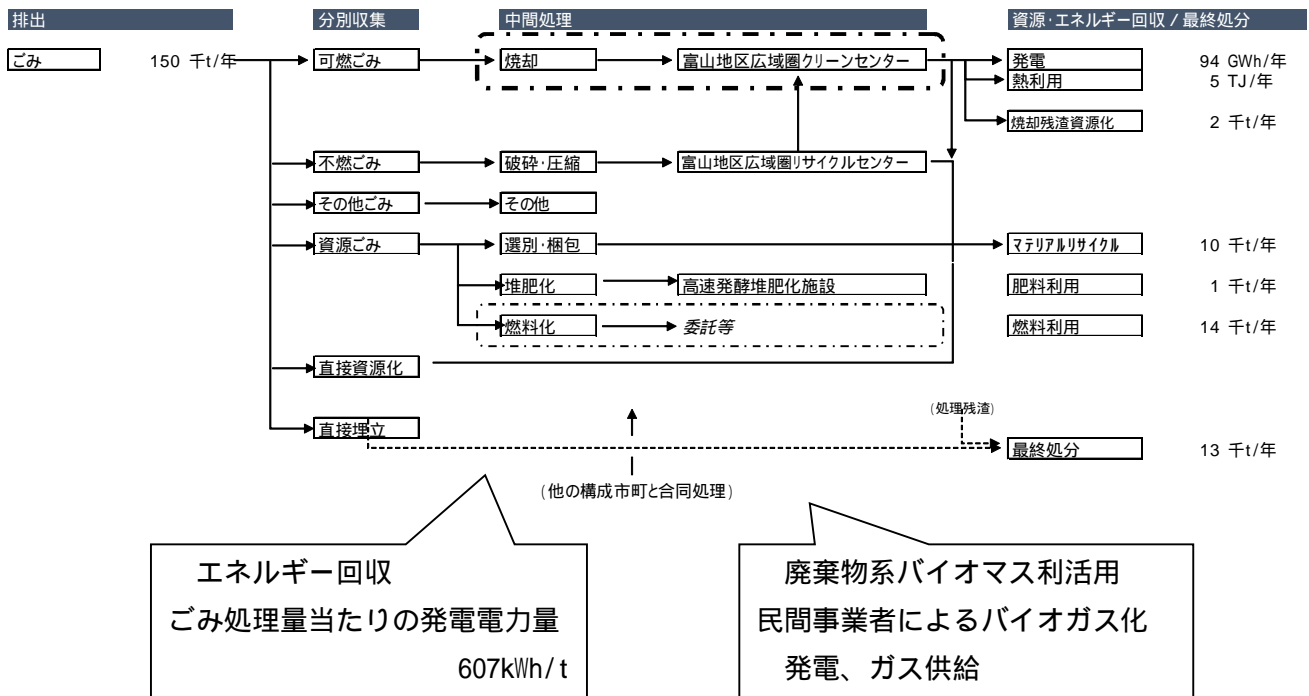


図 - 4 - 2 0 ごみ処理フローの概要（平成 28 年度）

注) フロー図中数値について集団回収除く

ア．エネルギー回収

・富山地区広域圏クリーンセンター

富山地区（富山市、滑川市、立山町、上市町、舟橋村）から排出される可燃ごみの処理を実施し、高効率発電をによるエネルギー回収を実施。処理後の灰から溶融スラグを生産し、砂の代替えとして有効利用。



富山地区広域圏クリーンセンター
全連続炉 270t/24h
発電能力 20,000kW

イ．廃棄物系バイオマス利活用

生ごみのリサイクル

2006 年度より、家庭から出る生ごみを他の「燃やせるごみ」と分別して回収し、リサイクルを実施している。分別して回収された生ごみは、富山市エコタウン産業団地内にある、富山グリーンフードリサイクル(株)に搬入され、リサイクル処理が行われている。順次拡大し、平成 29 年 3 月末時点では 13 地区で実施。平成 28 年度の生ごみ回収実績は 918t。

富山グリーンフードリサイクルでは、市から一般廃棄物の処理委託（生ごみリサイクル処理業務委託）を受けて、市内の事業系食品廃棄物等（木くず、生ごみ）を受け入れ、バイオガス化によるバイオガス供給やマイクロガスタービン発電、堆肥製造等を実施している。

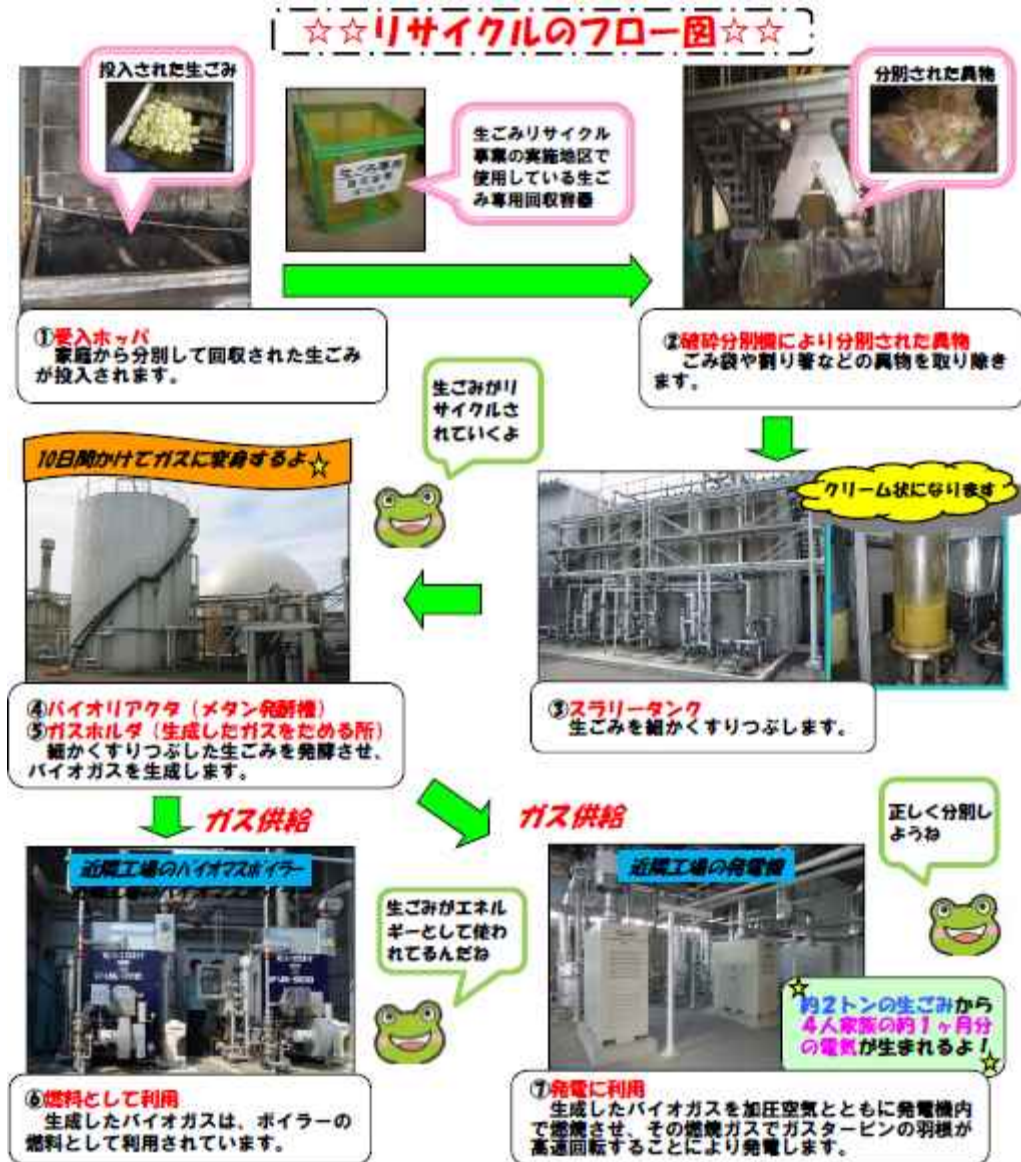
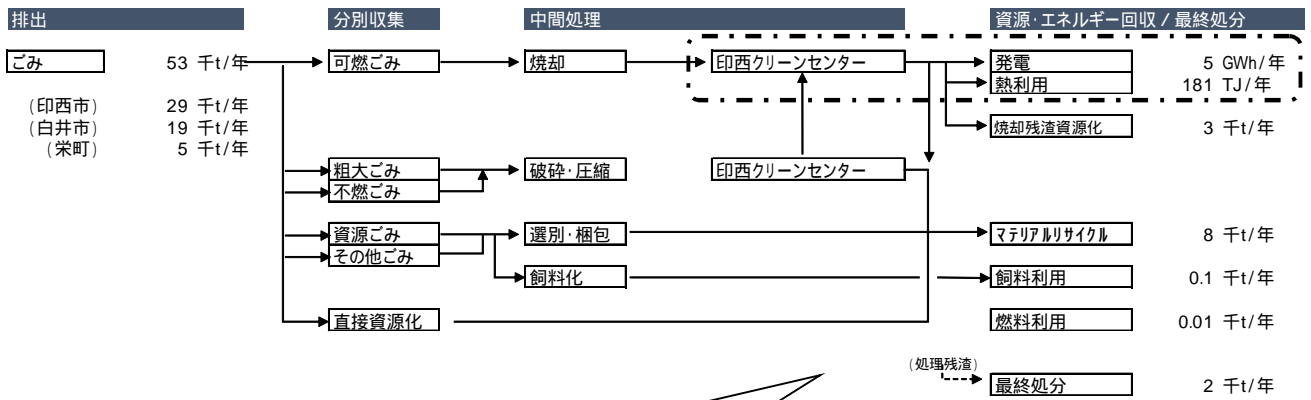


図 - 4 - 2 1 富山市生ごみリサイクルのフロー図

出典) 富山市資料より

(2019年2月7日)

印西地区



地域熱供給事業
 現施設において、千葉ニュータウンセンターを通して、周辺事業所、商業施設へ熱供給

地域振興策との連携
 次期施設の整備にあたっては、施設整備と地域振興策を両輪として進め、地元住民との協働による地域づくりを進めている。

図 - 4 - 2 2 ごみ処理フローの概要 (平成 28 年度)

注) フロー図中数値について集団回収除く

ア．エネルギー利活用

現施設

印西クリーンセンターで発生した余剰蒸気を周辺地域の地域冷暖房用の熱源として(株)千葉ニュータウンセンター熱供給事業本部に供給 (68TJ/年) し、千葉ニュータウン中央駅を中心とする地区にある 13 事業所で使用される冷暖房用熱源の約 1/3 は、ごみを燃やしたときに発生する熱が利用されている。また隣接する温水センターにも熱供給 (10TJ/年) を行っている。

次期施設

次期廃棄物処理施設の整備において、整備用地を公募のうえ地域振興策とあわせて用地を決定。

地域住民と連携して、廃棄物処理施設を中核とした「地域まるごとミュージアム構想」を検討し、廃棄物処理施設からの電力や熱を地域に供給することを予定。



図 - 4 - 2 3 次期施設周辺地域振興計画イメージパース
 出典) 次期中間処理施設整備事業地域振興策基本計画 (案)

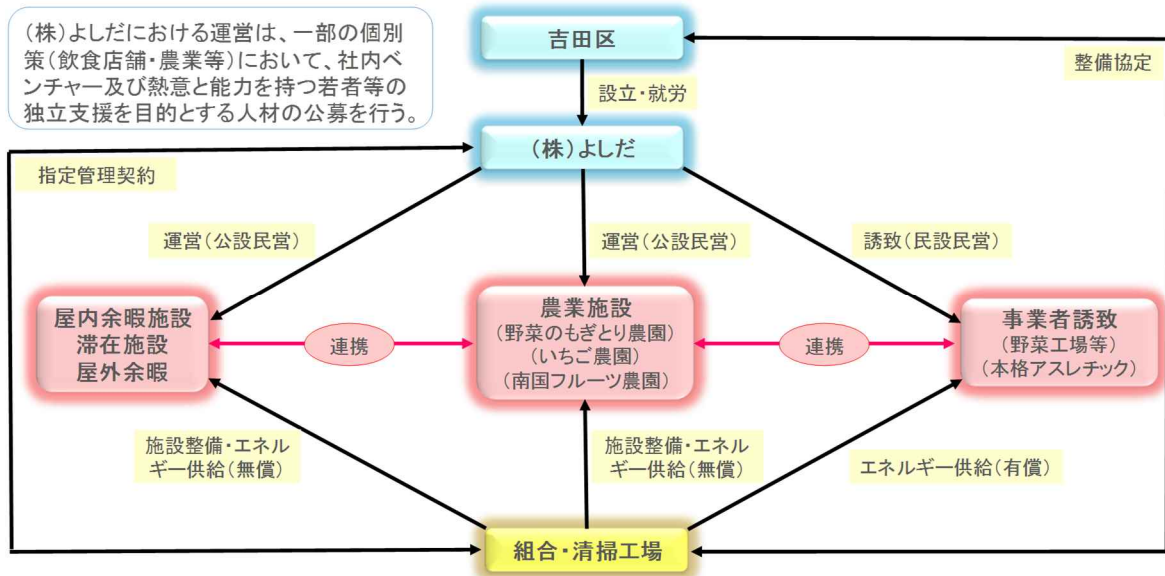


図 - 4 - 2 4 概略プロジェクトスキーム

出典) 印西地区環境整備事業組合資料より

表 - 4 - 8 排熱エネルギーの利用計画 (1炉運転時)

出典) 印西地区環境整備事業組合資料より

施設種別	需用施設	施設規模等	必要熱量(MJ/h)	種類
	清掃工場の操業	1,011Kwh	22,500	電気・低圧蒸気
屋内余暇施設	スパ等	2,982㎡	1,690	電気・低圧蒸気
滞在施設	ファミリールーム	1,000㎡	330	電気
農業施設	野菜のもぎとり農園(ガラスハウス)	1,000㎡	600	電気・復水蒸気
	いちご農園(ガラスハウス)	875㎡	280	電気・低圧蒸気
	南国フルーツ農園(ガラスハウス)	1,750㎡	1,660	電気・復水蒸気
事業者誘致	野菜工場	5,000㎡	8,570	電気
	野菜等の栽培(ガラスハウス等)	3,100㎡	1,550	電気・復水蒸気
合計			37,180	

想定した操炉計画は、1炉運転192日 2炉運転166日 全炉停止7日
 2炉運転時における清掃工場の操業は、1,251Kwhを要す。
 2炉運転時は、上記の排熱エネルギー利用のほか、売電を行う。(2,000Kwhの売電が可)

2018年度は、地元町内会が設置している検討組織(建設推進委員会)の中に下記の部会を設置し、組合がサポートしながら個別の具体検討を進めている。

視察研修部会(少人数の委員及び組合職員にて余暇や集客等に関する各種の先進地を視察)

各種デザイン・景観計画部会(施設の全体イメージや意匠等を検討)

また、来年度は、下記の部会を追加設置する予定。

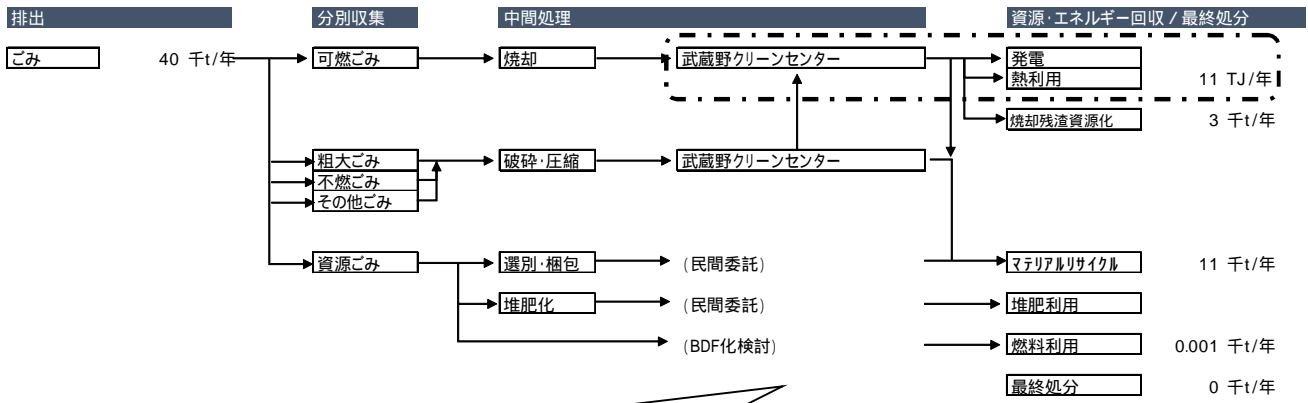
事業者誘致検討部会(野菜工場など事業者誘致の方向性や公募条件等を検討)

経営シミュレーション部会(施設利用料等を検討しながら経営シミュレーションを実施)

利益活用検討部会(長期的な地域づくり等を睨みながら利益の効果的な用途を検討)

(2019年2月22日)

武蔵野市



エネルギー利活用
 平成 29 年度稼働の新クリーンセンターでは、周辺施設への自営線等による電力及び熱供給を実施し、施設の防災拠点化とエネルギーの面的利用を進めている。

図 - 4 - 2 5 ごみ処理フローの概要 (平成 28 年度)

注) フロー図中数値について集団回収除く

ア. エネルギー利活用

武蔵野クリーンセンターの防災拠点化とエネルギー面的利用

焼却炉でごみを燃やした熱を利用して、電気と蒸気を生み出し、クリーンセンター内で使用するほか、周辺公共施設にも供給しており、地域エネルギー供給拠点としての役割も担っている。さらに、災害に強い中圧ガス管から供給を受けているガスコージェネレーションを備え、ごみ発電の補助装置としての機能、災害時の再稼働装置としての機能を持っている。

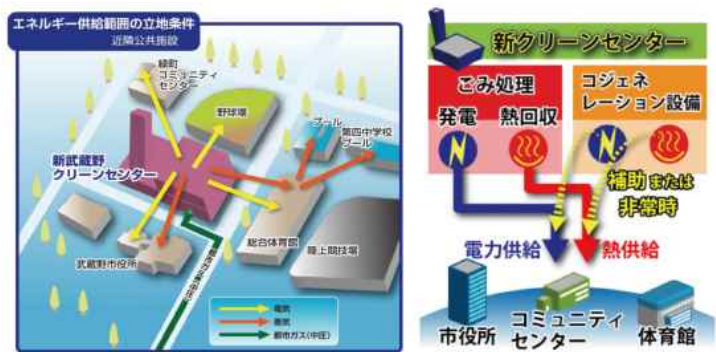


図 - 4 - 2 6 エネルギー供給範囲 (周辺公共施設) 及び熱電供給システム概要 (武蔵野クリーンセンターHP より)

夜間の余剰エネルギーを効率的か

つスマートに有効利用するため、更なる面的利用の拡大を実現し、「昼夜のエネルギー需給ギャップの平準化」を行い、地産地消エネルギーを促進することで、CO₂排出量の削減・低炭素化の実現と、クリーンセンター(清掃工場)を核としたスマートシティのエリアモデル確立に向けて面的利用拡大における事業化計画(実行化計画)を進めている。

エネルギー地産地消プロジェクト(平成 30 年度~平成 32 年度の 3 ヶ年プロジェクト)概要は以下のとおり。

市温水プール 空調機(AHU)改修工事(劣化による性能改善及び省エネ更新による)

- 市総合体育館 空調機(EHP)改修工事（劣化による性能改善及び省エネ更新による）
- 市総合体育館 吸気式冷凍機改修工事（劣化による性能改善及び省エネ更新による）
- 市総合体育館 BEMS 導入工事（既存 EMS 更新に伴う BEMS 機能向上更新による）
- 市クリーンセンターCEMS 導入工事（清掃工場に地域マネジシステムの導入による）
- 市クリーンセンター 第四中学校への非常時用電力自営線敷設工事
（非常時の一次避難場所への電力供給を目的とした電力自営線の導入による。防災性向上）
- 市公共施設への蓄電池導入工事（自立分散型電源強化による防災性向上及び清掃工場での廃棄物発電電力の夜間 昼間への有効利用移行化による）
- * 設置場所は「市総合体育館」、「市エコプラザ（仮称）」、「市第四中学校」へ約 1.25MWh の容量にて
- エコプラザ(仮称)への LED 化、省エネ空調設備化、太陽光発電設備導入工事
（新規開設するエコプラザへの省エネ設備導入による）
- 市本庁舎の LED 改修工事（市本庁舎の全 LED 導入による）
- 市立全 18 小中学校への自己託送制度の導入（夜間ベース電力への自己託送）
（東電 PG 接続送電サービスの活用）
- 市クリーンセンター+市立全 18 小中学校の PPS 切替え（登録小売電気事業者への移行）
- 新規市場の活用（非化石価値取引市場、容量市場、電力需給市場など）

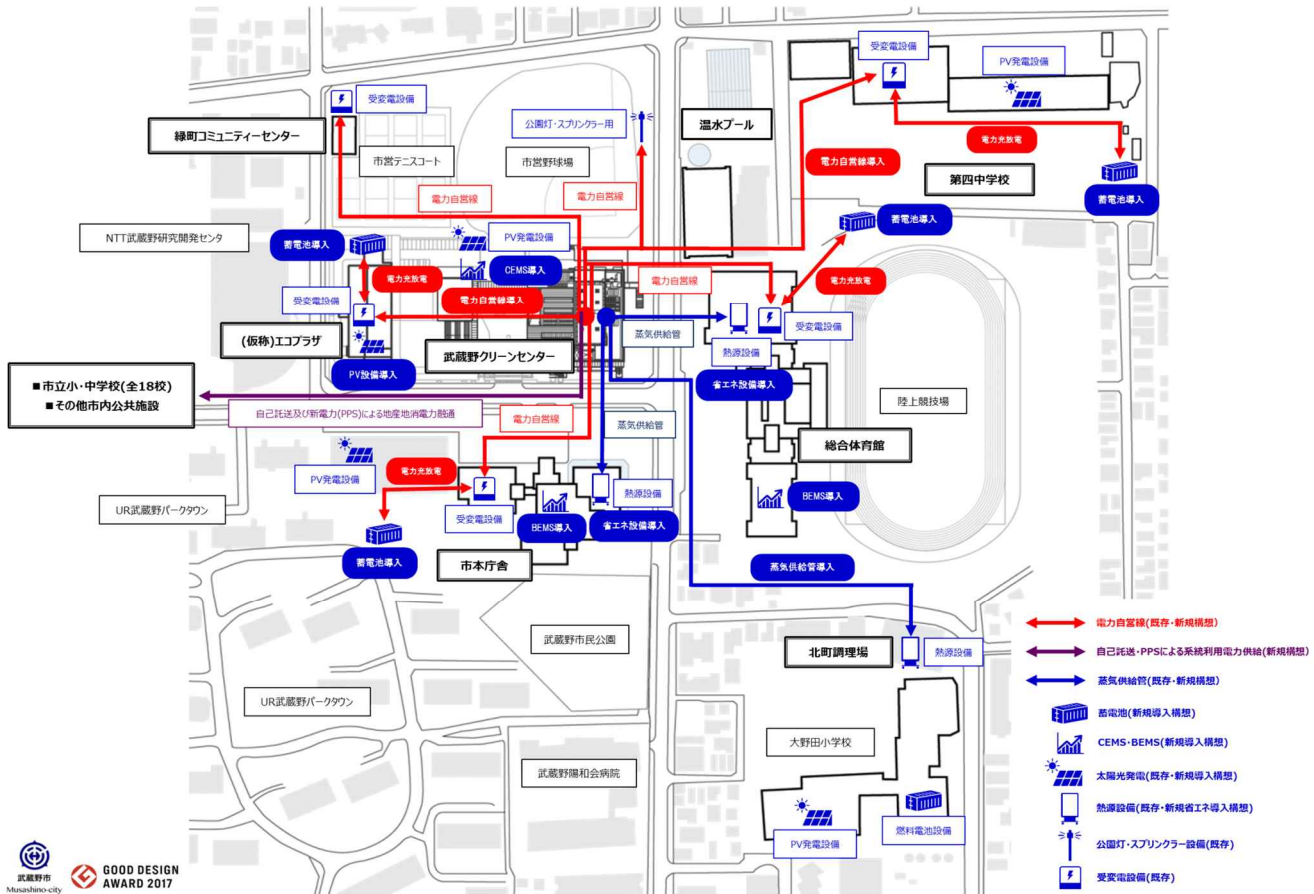


図 - 4 - 2 7 今後のクリーンセンターを核とした地産地消エネルギーによる面的利用
拡大計画構想配置図
出典) 武蔵野市資料より

(2019年2月12日)

佐賀市

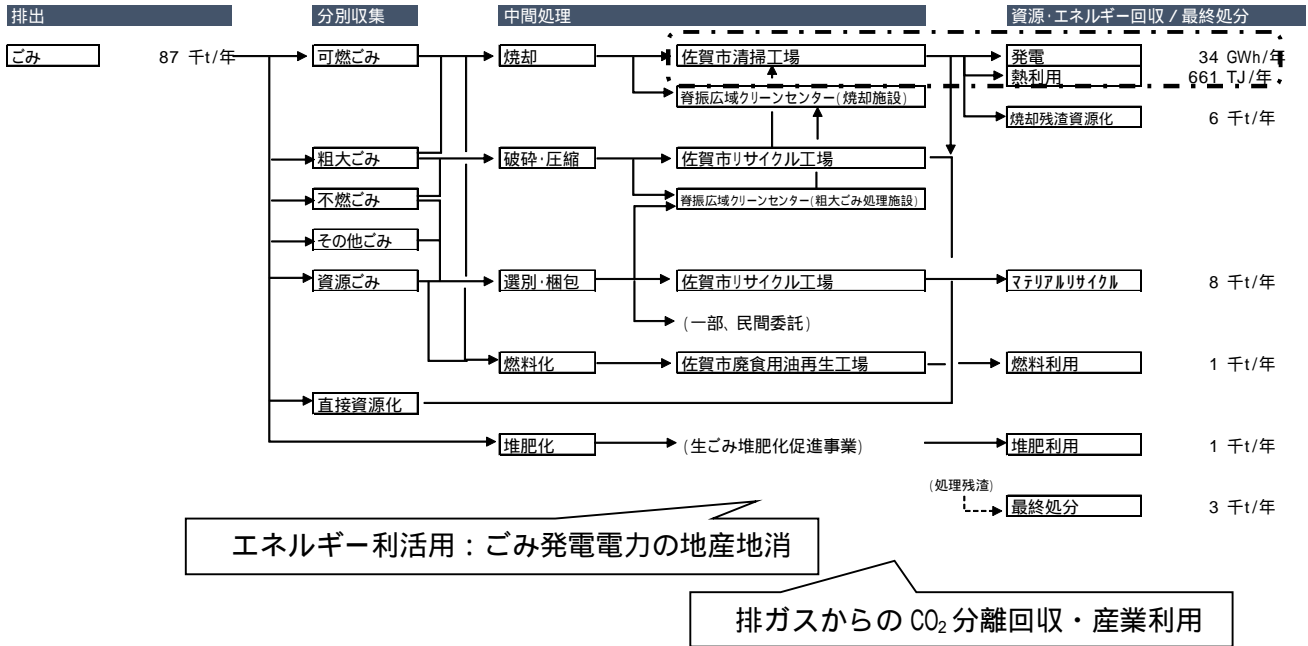


図 - 4 - 2 8 ごみ処理フローの概要（平成 28 年度）

注）フロー図中数値について集団回収除く

ア．エネルギー利活用

電力の地産地消

小売電気事業者（新電力）を通して清掃工場で生み出された電気を市内の小中学校や公共施設に供給することにより、環境にやさしい施設、環境学習の実践として取り組んでいる。

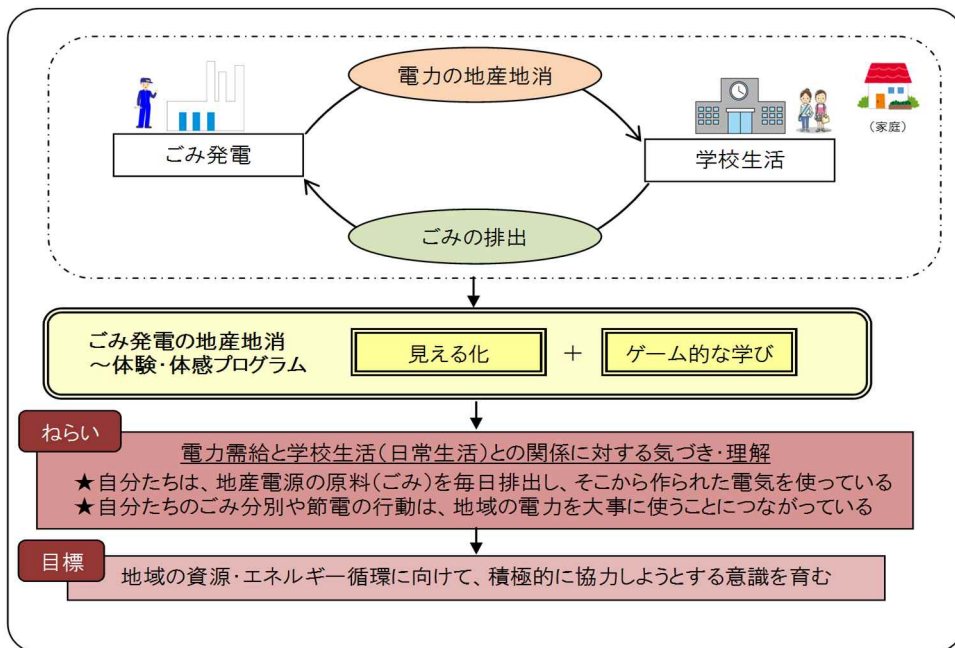


図 - 4 - 2 9 ごみ発電の地産地消学習支援プログラムのねらいと目標（イメージ）

出典）「平成 27 年度福島市における廃棄物発電のネットワーク化に関する実現可能性調査委託業務報告書（平成 28 年 3 月）」

排ガスからの CO₂ 分離回収・産業利用

ごみを焼却した際の排ガスから二酸化炭素 (CO₂) のみを分離回収する設備を設置し、近隣の藻類培養施設や植物工場に供給・利用している。

また、藻類や二酸化炭素を活用した新産業の創出を目指し、産学官連携の協議会を設立するなど六次産業化を推進している。



図 - 4 - 3 0 焼却炉排ガスからの CO₂ 分離回収利活用
出典) 佐賀市資料より

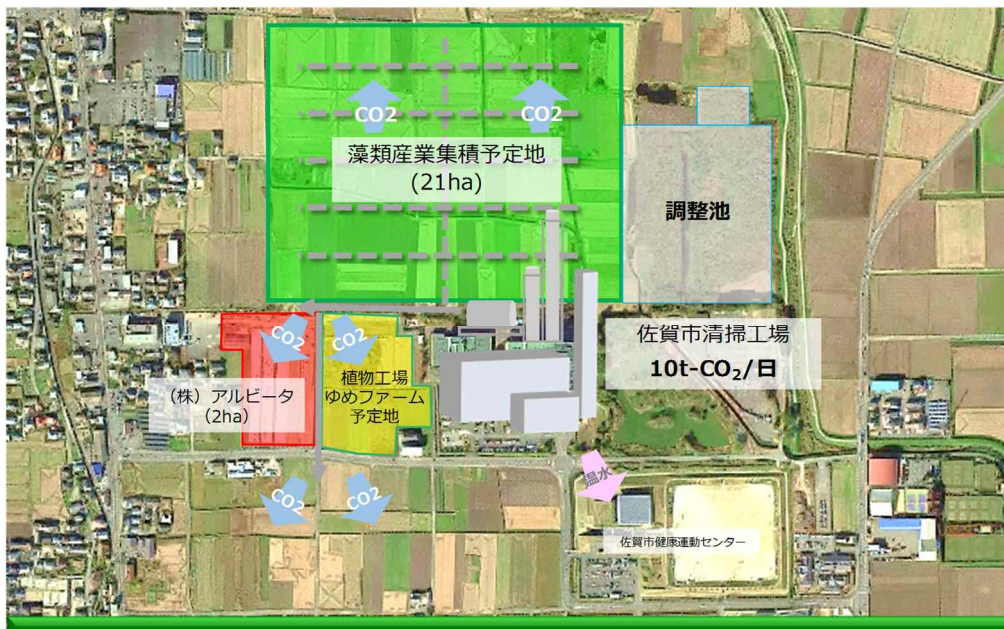


図 - 4 - 3 1 清掃工場の二酸化炭素・熱の利活用
出典) 佐賀市資料より

(2019年2月21日)

中・北空知地域

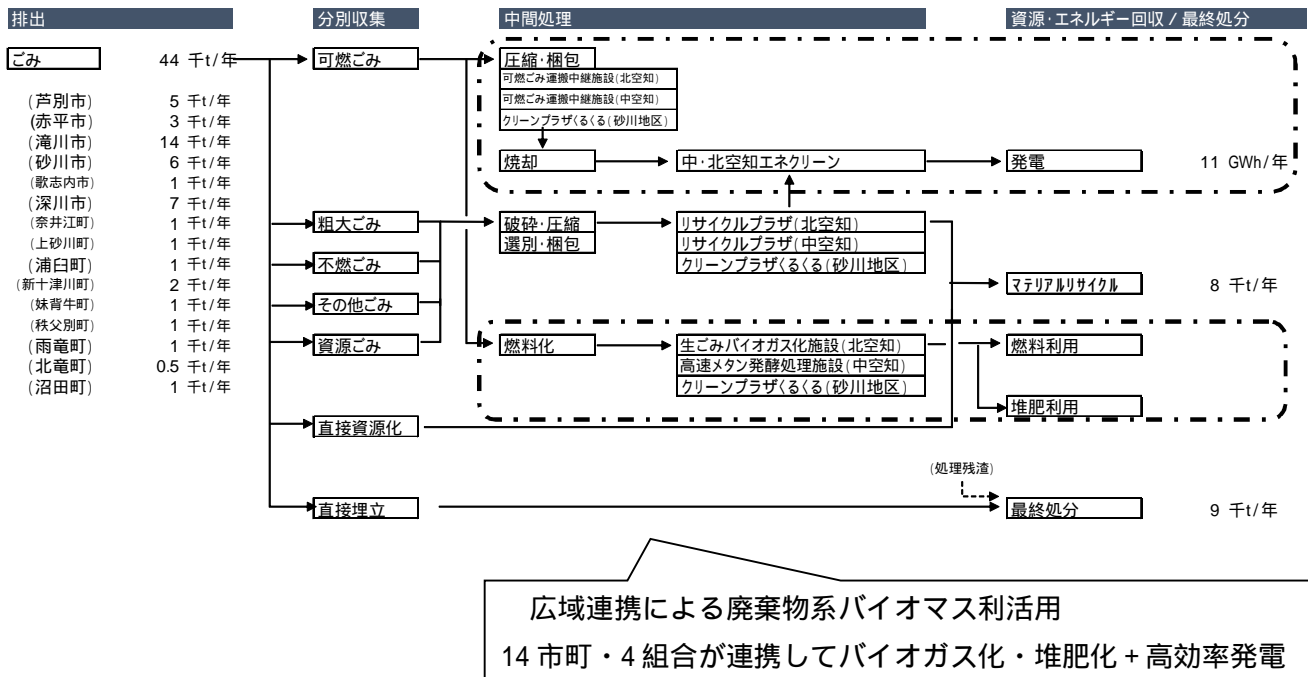


図 - 4 - 3 2 ごみ処理フローの概要（平成 28 年度）

注) フロー図中数値について集団回収除く

ア．広域連携による廃棄物系バイオマス利活用

人口 2 千人～4 万人程度の 15 市町で構成（人口合計 14 万人）

3 つの組合で各々生ごみのメタン化処理を実施し、残った可燃ごみを広域連合で集約して高効率発電を実施。



図 - 4 - 3 3 中・北空知地域における処理体制（施設構成）

（2019 年 3 月 18 日）

大木町

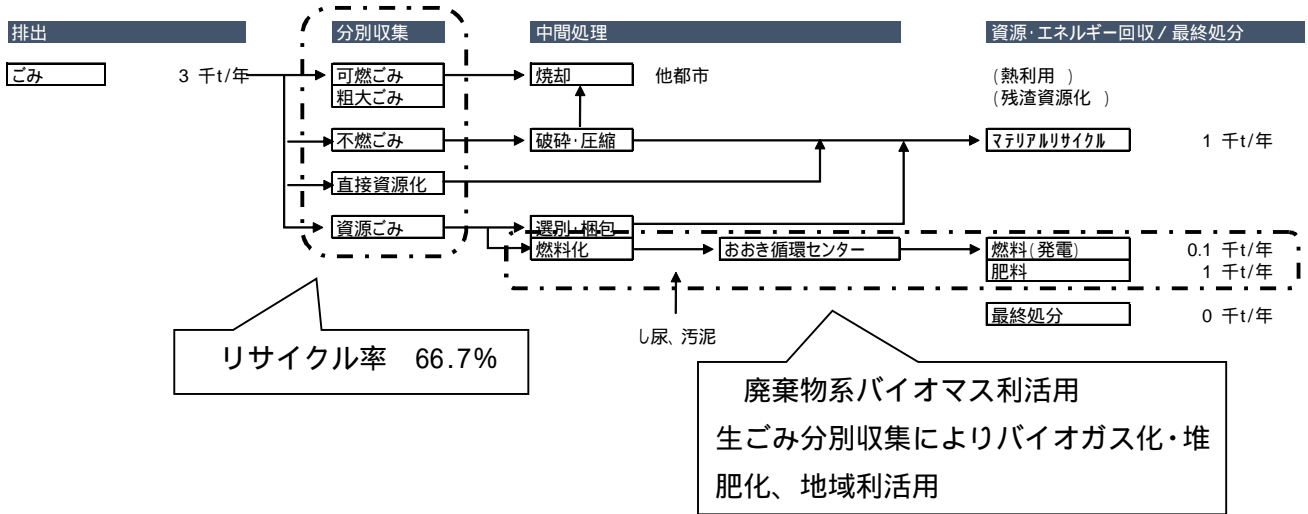


図 - 4 - 3 4 ごみ処理フローの概要（平成 28 年度）

注）フロー図中数値について集団回収除く

ア．リサイクルの推進

- ・生ごみなどの有機系廃棄物を発酵させ、液体肥料にして水稻など農作物の肥料として農地に返す「有機資源循環事業」を行うため、住民の協力を得て分別収集を実施。



イ．廃棄物系バイオマス利活用

- ・おおき循環センター

＜循環のまちづくり＞の拠点施設として、これまでごみとして焼却・海洋投棄してきた有機物（生ゴミ、し尿、浄化槽汚泥）をメタン発酵処理、発生させたメタンガスを燃料にして電気や熱エネルギーを発生させ、施設内利用、また、メタン発酵を終えて残った消化液を有機液肥として農地に還元する。

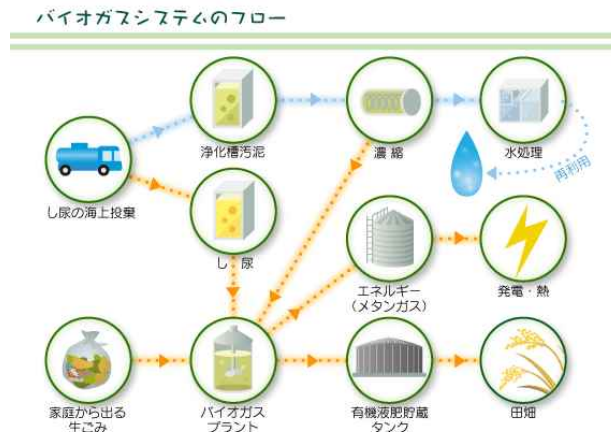


図 - 4 - 3 5 大木町バイオガスシステムのフロー（町 HP より）

．将来的な新規技術の調査

1．効率化に向けた新規技術の検討

今後の廃棄物処理システムへの適用が期待される将来技術（廃棄物処理分野への ICT 技術の応用、水素エネルギー、蓄電技術等）について、有識者、メーカー等へのヒアリング（5 件程度）を行い、今後の普及見通し等を調査した。

（1）ICT・IoT 技術

廃棄物分野における ICT、IoT 技術の活用については、近年、様々なところで情報発信が行われているが、直近では、廃棄物資源循環学会誌 Vol.29 No.3 2018（2018 年 5 月発行）において、“情報技術による資源循環・廃棄物処理の新展開”と題した特集が組まれており、当該記事の中から、分野毎のキーワードを抽出すると下記のように整理された。

2R、排出～収集

- ・情報コンテンツのネット配信化
- ・中古品流通のネット化
- ・製品、スペース等のシェアリング
- ・製品の予防保全による長期使用
- ・バス利用促進に向けた GPS・スマートフォンによる位置情報見える化
- ・AI 予測や IC タグによる食材ロス（仕入・消費）削減
- ・RFID タグによるリターンブル梱包材のリユース回数、在庫数の管理
- ・RFID タグによる原材料情報を活用した材料リサイクルの高質化
- ・ごみ分別アプリ

中間処理・リサイクル

- ・破碎選別工程における IoT センサー、データ分析、機械学習、ロボット技術の活用
- ・プラント運転管理における DCS、ACC、BEMS、遠隔監視
- ・運転監視の高度化・省力化、機器修繕・更新の最適化
- ・見守りサービスを兼ねた収集運搬ルート選定の自動化
- ・選別ラインのセンサー設置、最適燃焼自動化等による労働力不足対策
- ・作業員の計測器保持による安全確保

産廃処理

- ・電子マニフェスト+（処理過程の監視等）ASP 事業者

災害廃棄物処理

- ・G 空間情報共有システムによる情報共有
- ・人工衛星画像や UAV（無人航空機）等による空撮画像を用いた発生量推計

このような ICT・IoT 技術の導入動向等について情報を得るため、廃棄物処理・リサイクル IoT 導入促進協議会（事務局：一般社団法人資源循環ネットワーク）にヒアリングしたところ、以下のとお

りであった。

< 廃棄物処理・リサイクル IoT 導入促進協議会 / 資源循環ネットワーク ヒアリング >

- ・ 廃棄物資源循環分野での IoT 化は、主にプラント部門における自動化、最適化等が、民間主導（ニーズベース）で導入されつつある。
- ・ 特に導入検討のテーマとなっているのが、処理全般に係る「省力化 / 機械化 / 危険作業対策」や、「技能継承 / 作業支援 / 労働安全」、「リサイクル高度化」、「設備管理・運用」、「物流の効率化」及び「事務作業の効率化」である。
- ・ センサーや画像認識等による自動化は実用段階にある一方、選別のロボット化等は多種多様な形状を持つ廃棄物の特性から課題が多いのが実状。
- ・ 収集運搬の最適化についても、IT ベンダー系が中心になってシステム化が進んでいる。
- ・ その他の部門については議論が始まったばかりで、まだまだこれからというところ。
- ・ 上流～下流を含めた情報ネットワーク化に向けては、企業間の枠をどう超えるかが大きな課題。現在は「適正処理確保」が中心だが、モノの組成や量の情報が広く共有されることで、資源回収・エネルギー回収の更なる高度化の可能性あり。
- ・ 低炭素化と併せて、SDGs など社会経済的な側面からも評価することが重要。

（2019 年 1 月 17 日）

なお、廃棄物処理・リサイクル IoT 導入促進協議会では、4 つのワーキンググループを設置して、廃棄物・リサイクル分野における IoT 投入を通じた様々な展開を検討している。

特に低炭素化に向けたワーキング（低炭素化ワーキング）では、「資源循環実態データプラットフォーム」の検討を掲げ、搭載データ、活用方法、分析手法等の具体化を今後の検討課題としている。



図 - 1 低炭素化に向けた新技術導入イメージ

出典) 平成 29 年度廃棄物処理・リサイクル分野における「生産性革命」に向けた提言書
(2018 年 3 月廃棄物処理・リサイクル IoT 導入促進協議会)

その他、収集運搬に関わる効率化等を目指した“ロジスティクス高度化”、IoT 技術導入によって新事業創出を目指す“新事業創出”、IoT 等新技術導入をアジア諸国等へのインフラ輸出促進を見据えた“海外事業促進”などのテーマ毎に検討が始まっている。

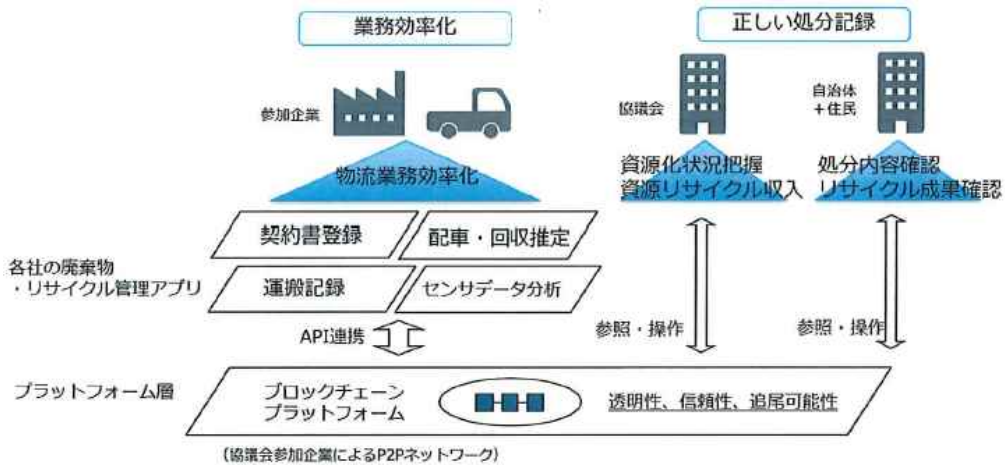


図 - 2 ロジスティクス高度化に向けた新技術導入イメージ
 出典) 平成 29 年度廃棄物処理・リサイクル分野における「生産性革命」に向けた提言書
 (2018 年 3 月廃棄物処理・リサイクル IoT 導入促進協議会)

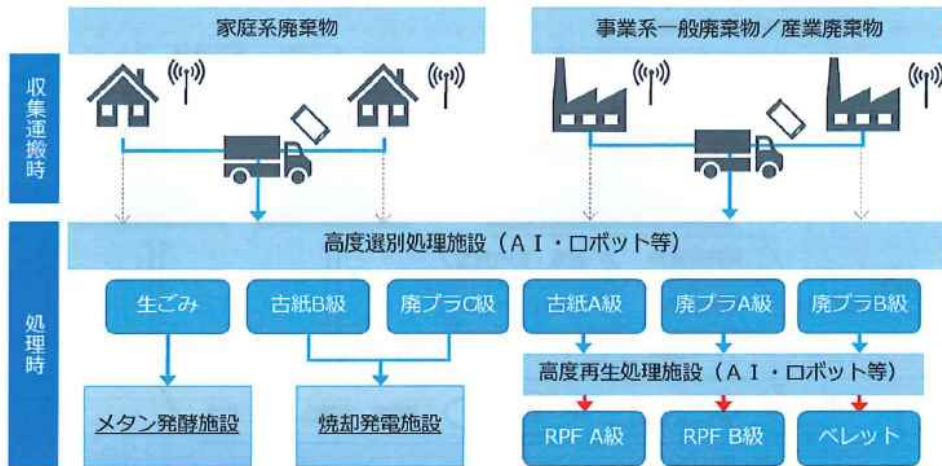


図 - 3 新事業創出に向けた新技術導入イメージ
 出典) 平成 29 年度廃棄物処理・リサイクル分野における「生産性革命」に向けた提言書
 (2018 年 3 月廃棄物処理・リサイクル IoT 導入促進協議会)

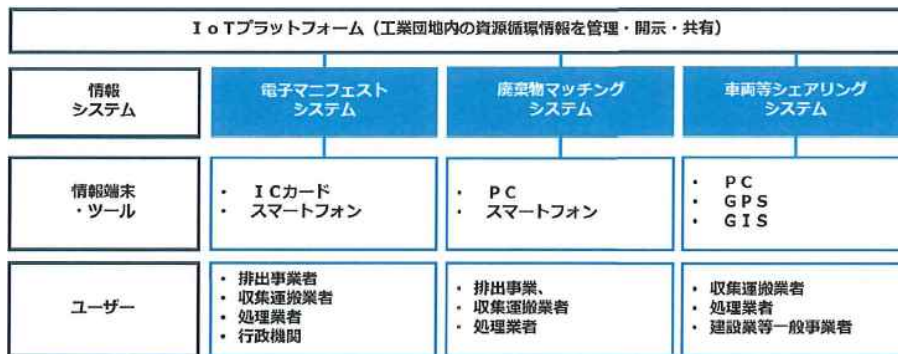


図 - 4 海外事業促進に向けた新技術導入イメージ
 出典) 平成 29 年度廃棄物処理・リサイクル分野における「生産性革命」に向けた提言書
 (2018 年 3 月廃棄物処理・リサイクル IoT 導入促進協議会)

【海外事例】

海外におけるごみ処理分野へのIoT技術の導入例についてスペインのサンタンデル市の例が知られている。サンタンデル市では、ごみ箱に設置したごみの集積量センサーからごみ収集の最適なルートを出算するなど、IoTプラットフォームとセンサー設置によるスマートシティ化を進めている。

スペインのごみ収集サービス事業者ASCAN(アスカン)との共同事業に参画



図 - 5 海外におけるごみ処理分野へのIoT技術の導入例

出典) 気候変動緩和策に関する国際協力のあり方検討会(第2回)資料
NEC「緩和策」への取組み～「Sustainable Earth」持続可能な社会の実現に向けて～

(2) 蓄電

廃棄物処理システムにおける蓄電池の導入は、廃棄物発電の送電電力量の変動調整や、需要量に応じた調整等の用途が考えられる。

廃棄物発電側に蓄電池を導入し、夜間の余剰電力を蓄電、昼間の需要に対して放電するケースを想定した場合、例えば下記のような試算が得られた。

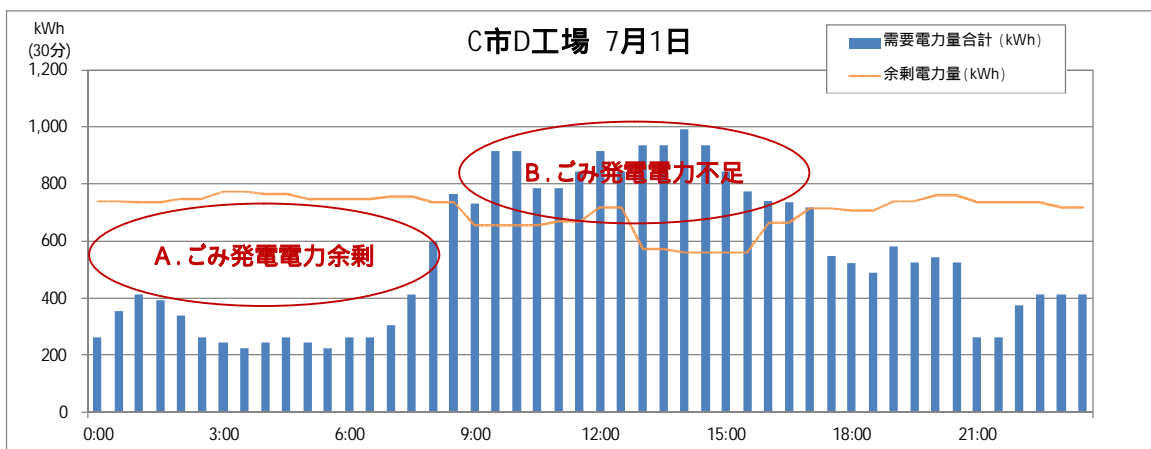


図 - 6 廃棄物発電電力と需要とのミスマッチのイメージ

出典)「今後のごみ発電のあり方研究会第1期最終報告(平成27年6月)」掲載データより
C市D工場 電源:流動床式ガス化溶融炉 265t/日(2炉)、需要:市立小中学校54校

表 - 1 ごみ発電の夜間余剰電力を昼間の需要に充てることを想定した試算

		現状	蓄電池導入 (A:蓄電、B:放電)
蓄電池対象需要電力量 (昼間のごみ発電電力量不足分)	kWh/日	3,600	3,600
同 売電単価 (現状は夜間売電、蓄電池導入後は昼間売電とし、 各々市場価格相当と仮定)	円/kWh	7	10
同 売電価格	円/日	25,200	36,000
差引 売電収入増加分	円/日		10,800
同 年間試算(280日)	円/年		3,024,000
蓄電池導入費(2016年)*	百万円		119~396
同 (2030年)*	百万円		57~190
蓄電池投資回収年数(2016年)	年		39~131
同 (2030年)	年		19~63

*「電力の貯蔵技術と再生可能エネルギー：2030年に向けたコストと市場、：IRENA(2017.10)」より、リチウムイオン電池 2016年：300~1,000US\$/kWh、2030年：145~480US\$/kWh(いずれも110円/US\$で換算)として試算。

上記の例のような設定では、蓄電池導入の事業性確保は難しく、さらなる導入費の削減または性能向上(耐久性向上)に向けて、リチウムイオン以外の電池も含めて検討することが必要である。

リチウムイオン電池以外の選択肢として、NaS電池、レドックスフロー電池も含めて、既存資料から整理した内容を下表に示す。

表 - 2 蓄電池の特徴と将来の性能

	NaS電池	リチウムイオン電池	レドックスフロー電池
エネルギー密度	約110Wh/kg	約120Wh/kg	10~20Wh/kg
エネルギー効率	90%	95% (2030:88~98%)	75~80% (2030:67~95%)
寿命(サイクル数)	4,500 寿命15年	3,500 (2030:サイクル数1.9倍、寿命は50%増) 寿命6~10年	10,000以上 (2030:10,000以上) 寿命20年
利点	<ul style="list-style-type: none"> ・比較的高いエネルギー密度 ・無毒性の材料 ・電解質が固体のため自己放電がない ・長寿命(15年以上) ・1990年代から送電システムで使用実績 	<ul style="list-style-type: none"> ・高いエネルギー密度 ・少ない自己放電 ・使用温度範囲が広い(-20~60) ・メモリー効果がない 	<ul style="list-style-type: none"> ・サイクル数が1万回以上と圧倒的に高い ・バナジウム、鉄、クロムなど燃焼性の低い物質を使うため安全性に優れている
欠点	<ul style="list-style-type: none"> ・加温(300以上)の必要性 ・年間の運転コストが比較的高い ・腐食による高温セルの経年劣化 ・熔融ナトリウムを利用することから火災の危険性 	<ul style="list-style-type: none"> ・有機電解質が使用されているため液漏れによる発火の危険性 ・高いコスト 	<ul style="list-style-type: none"> ・エネルギー密度が低い

課題	電池の高寿命化、高い運転温度を引き下げる方策	・EV用電池製造規模の拡大 ・技術の継続的改良	電極、フロー、膜設計の改善
kWh 単価	2.5 万円	20 万円	10～30 万円
総実装コスト	2016 年:263～735 US \$ /kWh	2016 年:300～1,000 US \$ /kWh	2016 年:315～1,680 US \$ /kWh
	2030 年:120～330 US \$ /kWh	2030 年:145～480 US \$ /kWh	2030 年:108～576 US \$ /kWh
コスト低下率	最大 75%	54～61%	65%

「電力の貯蔵技術と再生可能エネルギー：2030 年に向けたコストと市場、：IRENA (2017.10)」及びメーカー情報より推定

以上を含めた蓄電池の開発動向と廃棄物発電での活用可能性について、電機メーカー（A 社）にヒアリングした結果、以下のとおりであった。

< A 社ヒアリング >

蓄電池コストについて

- ・想定使い方において、電力売買の値差から有効性を考えると、蓄電池コストが 2030 年の 1/2 になっても投資回収はできないということになる。
- ・再エネ電力を 100% 地消するという低炭素化の方針を持つかどうか重要と考える。

表 - 3 蓄電池コスト

		NaS		LiB		レドックスフロー	
国産単価 (円/kWh)	2016年基準	25,000	40,000	200,000	150,000	20,000	30,000
US製単価 (\$/kWh)	2016年基準	263	735	300	1000	315	1680
US製単価 (円/kWh)	2016年基準	28,930	80,850	33,000	110,000	34,650	184,800
導入費 (円)	2016年基準	104,148,000	291,060,000	118,800,000	396,000,000	124,740,000	665,280,000
US製単価 (\$/kWh)	2030年基準	120	330	145	480	108	576
US製単価 (円/kWh)	2030年基準	13,200	36,300	15,950	52,800	11,880	63,360
導入費 (円)	2030年基準	47,520,000	130,680,000	57,420,000	190,080,000	42,768,000	228,096,000
投資回収年数	2030年基準	15.7	43.2	19.0	62.9	14.1	75.4

- ・次世代型蓄電池として、全固体電池、空気電池が注目されているが、全固体電池リチウム電池は電解質として無機の個体材料が使われるため、エネルギー密度を高めても安全である。急速充電性能が向上し、熱的安定性が向上することで小型化やコスト低下が見込める。エネルギー密度は 2020 年に 250Wh/kg、2030 年には 500 Wh/kg を目指しており、コストも現行の 1/3 を目指している (focusNEDO2018、No.69)。このことから上記のような電力売買の値差から有効性を考えた場合でも、寿命内に投資回収できる状況になると予想される。ただし、車載用蓄電池の開発がスムーズに定置用蓄電池に移行される必要がある

蓄電池を利用したごみ発電電力の利活用について

- ・ごみ発電電力の有効利用にあたっては、蓄電池を使って夜間電力を昼間に単純売買するのではなく、需要側の昼間のピークカット用に利用することで契約電力低減を行い、再エネ 100% 地消と併せ経済性の効果も見いだせると考える。また、将来的には VPP (仮想発電所：Virtual Power Plant) などによる蓄電池のマルチユース、設備利用率向上により投資対効果が高くなると考えられる。

(2019 年 2 月 13 日)

(3) 蓄熱

廃棄物部門における蓄熱技術の導入については、焼却排熱の有効利用にあたって、需要先との時間的、空間的ミスマッチを解消する手法（オフライン輸送）の一つとして注目されるが、運用コストの問題等により広く普及には至っていないのが現状である。

蓄熱材には、マグネシウム系の化学物質を使用する化学蓄熱、ゼオライト系の物質を使用する吸着系蓄熱、エリストリール等を利用する潜熱蓄熱があり、各々の特徴は下表のようにになっている。

表 - 4 蓄熱材ごとの特徴

	化学蓄熱	吸着系蓄熱	潜熱蓄熱
蓄熱材	マグネシウム系	ゼオライト等	エリストリール、酢酸ナトリウム等
蓄熱量(GJ/m ³)	1	0.59	0.20
利用温度()	200~250 (蒸気、空調、給湯)	80~120 (空調、給湯)	60~120 (空調、給湯)
熱媒(安全性)	熱媒油(第4石油類)の輸送を伴わない	熱媒油(第4石油類)の輸送を伴わない	熱媒油(第4石油類)の輸送を伴う

出典) 都市環境エネルギー協会資料より作成

蓄熱材の活用による熱供給事業を考えた場合、既存の燃料費と同等か下回るコストでの供給が事業性の観点で重要である。例えば産業施設への熱供給の事例から各々の既存熱源（重油）を代替する際のコストイメージは下表のようになり、これらの燃料費単価が一つの目安となる。

表 - 5 熱需要に応じた熱供給コストイメージ

		産業施設	
		現状	熱供給導入
必要熱量 *1	GJ/年	50,000	
燃料種		重油	清掃工場排熱
燃料使用量		1,285,300	50,000
	(単位)	(L/年)	(GJ/年)
燃料費単価 *2	円/GJ	2,100	左記と同等以下 (熱交換効率要考慮)

*1 廃棄物エネルギー利用高度化マニュアル(平成29年3月)より

*2 重油について、直近のA重油価格から試算。

蓄熱材を用いた熱のオフライン輸送に係る技術の動向について、化学蓄熱材を中心にヒアリングした結果は以下のとおり。

< 都市環境エネルギー協会 / 日本環境技研(株)ヒアリング >

- ・化学蓄熱材について、工場等の未利用排熱に多い中高温域(200~300)及び低温域(100~200)での蓄熱・熱回収を可能とし、1パレット(GJ)あたり1時間以内で蓄熱・放熱が行え、繰り返し使用可能なシステムが開発中である。



- ・化学蓄熱材は、実用化事例のある潜熱蓄熱と比較して蓄熱容量が大きいだけでなく、安全性の観点からも取り組みやすい有望な素材であるといえる（非危険物、非毒性物質）
- ・熱源施設、熱利用先施設ともに数施設ずつの規模で化学蓄熱輸送による熱供給事業を行った場合の検討を行ったところ、投資回収 10 年程度との試算結果が得られている。
- ・熱供給コストの多くは輸送費（車両費、人件費等）が占めるため、投資回収期間をさらに短期化するなど事業性を高めていくためには、熱源施設と熱利用施設の数を増やして熱供給ネットワークの規模を確保し、単位移動あたりの輸送熱量を大きくすることが必要である。
- ・熱交換効率の向上も重要だが、単位当たりの蓄熱量や蓄熱速度を不必要に大きくすると、蓄熱にあたって輸送容器を兼ねる反応器の仕様で圧力容器が必要になる場合もあり、設備費との兼ね合いに留意が必要である。
- ・ごみ焼却施設からの排熱を利用する場合、排ガスを一度熱交換して処理系統から切り離れたうえで、蓄熱材への熱交換を行う必要があり、施設建設時から熱交換ルートを想定した施設整備が望ましい。
- ・熱供給事業を誰が主体となって担うかなど、事業スキームの構築も重要であるが、想定としては、地域電力・ガス会社や、ごみ焼却施設等の排熱排出事業者、自治体 3 セク等が考えられる。
- ・熱利用施設側での熱の用途も様々であるため、熱交換器を前提としない多様な使い方を模索することも重要であり、その上で蓄熱材の利活用は幅広いと言える。

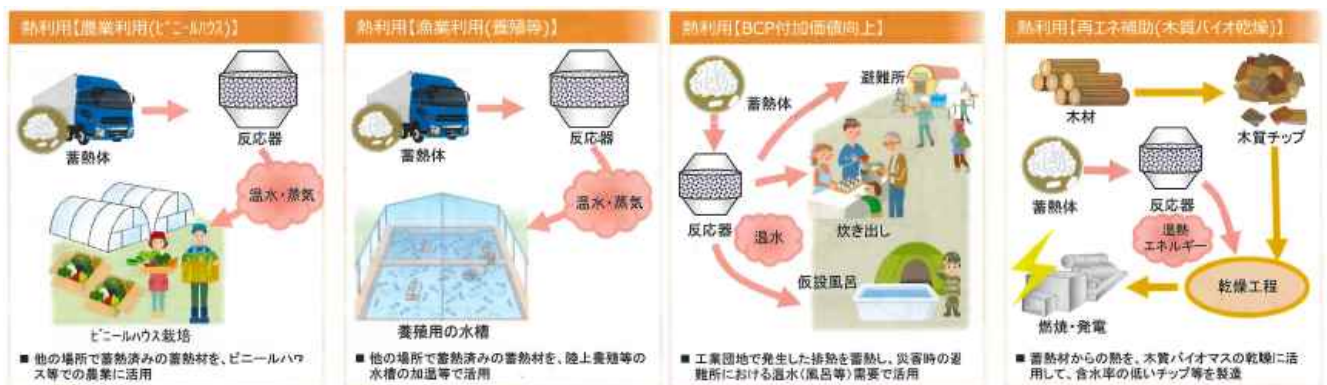


図 - 7 化学蓄熱材を用いた多様な熱利用の例（ヒアリング受領資料より）

（2019年3月1日）

(4) 水素

廃棄物処理システムにおける水素技術の導入は、蓄電池同様、廃棄物発電の需要時期に応じた供給時間調整等の用途が考えられる。

ある都市におけるごみ発電の夜間余剰電力を水素利用するケース(下図)を想定し、経済性について試算を行った。

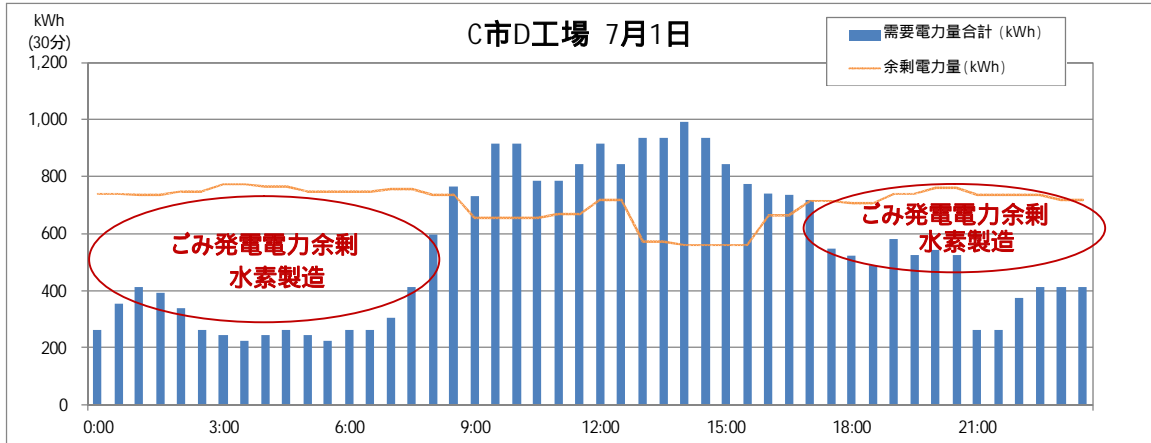


図 - 8 廃棄物発電電力の余剰分を活用した水素製造のイメージ

出典)「今後のごみ発電のあり方研究会第1期最終報告(平成27年6月)」掲載データより

C市D工場 電源: 流動床式ガス化溶融炉 265t/日(2炉)

需要: 市立小中学校 54校

試算の結果は次表のとおりであり、2030年以降の水素製造費用単価の低下を見込んだ場合、ガソリン車と同等以上の水素供給価格で事業性確保の可能性があるとの結果になった。

表 - 6 廃棄物発電夜間余剰電力を活用した水素活用例(試算)

	現状	水素導入	
		現状	将来(2030年以降)
水素製造対象電力量	kWh/日	11,000	11,000
(ごみ発電夜間余剰電力)	kWh/年 ^{*1}	3,080,000	3,080,000
水素製造原単位 ^{*2}	kWh/Nm ³	5	5
水素製造量	Nm ³ /年	616,000	616,000
水素製造費用単価 ^{*3}	円/Nm ³	100	20
水素製造費用	円/年	61,600,000	12,320,000
水素製造装置・水素ステーション設置費 ^{*4}	円	293,000,000	293,000,000
車両燃費(ガソリン車) ^{*5}	km/L	13	
(FCV) ^{*6}	km/Nm ³		7.7
車両走行距離	km/年	(同右)	4,743,200
車両燃料使用量	L/年	364,860	

(4,743,200km/年走行時)	Nm ³ /年		616,000 (水素製造量と同値)	616,000 (水素製造量と同値)
車両燃料費単価	円/L ^{*7}	130		
	円/Nm ³		ガソリン車と同等 ^{*8} : 77	ガソリン車と同等 ^{*8} : 77
			水素製造費相当: 100	水素製造費相当: 20
		水素製造費+ 初期費15年回収相当: 132	水素製造費+ 初期費15年回収相当: 52	

* 1 年間280日で計算

* 2 水素・燃料電池戦略協議会ワーキンググループ(第5回)資料2「水素の製造・輸送・貯蔵について」2016年4月14日 資源エネルギー庁 燃料電池推進室

* 3 水素基本戦略(平成29年12月26日再生可能エネルギー・水素等関係閣僚会議)

* 4 水素・燃料電池戦略ロードマップ(平成28年3月22日改訂 水素・燃料電池戦略協議会)及びメーカー情報より推定

* 5 自動車燃費一覧(平成30年3月国土交通省)

* 6 水素自動車MIRAIの燃料タンク容量(84.6m³)と航続走行距離(JC08モード650km)より

* 7 平成30年度時点のガソリン実勢価格より

* 8 走行距離当たりの燃料費単価をガソリン車と同等に設定した場合の水素利用時の燃料費単価(364,860*130÷616,000)

以上を踏まえて水素製造技術の普及動向と廃棄物エネルギーと連携した活用可能性について、電機メーカー(A社)にヒアリングした結果、以下のとおりであった。

< A社ヒアリング >

水素製造装置・水素ステーション設置費について

- ・水素ステーション整備費について、水素・燃料電池戦略ロードマップ(平成28年3月22日改訂 水素・燃料電池戦略協議会)では、2025年頃までに、整備費・運営費を欧米(整備費1.7~2.2億円程度)とそん色ないレベルに引き下げることを目指すとしている。
- ・また水素製造装置については、PEM水電解装置コストについて、現在の140万円/(Nm³/h)(NEDO燃料電池・水素技術開発ロードマップ2010)を、26万円/(Nm³/h)まで低減することを目標としている(NEDO技術開発指針(水素利用等先導研究開発事業基本計画))。
- ・以上から水素製造装置コストは大きく低減されるものの、初期投資の多くを占める水素ステーションコストは設定値に比較して大きくは低減しないものと想定されるため、補助金の活用が重要である。

水素製造費用について

- ・水素ステーションの採算性の検討(あおり CO₂フリー水素活用モデルプラン(平成30年3月、青森県))において、顧客への販売価格を98円/Nm³とした時に、稼働率80%で単年度黒字となる原料価格が約47円/Nm³と試算されている。これは現在の原料価格の1/3~1/4とされている。
- ・一方、水素製造コストについて、あおり CO₂フリー水素活用モデルプラン(平成30年3月、青森県)では、固定費(減価償却費、金利・税金)22円/Nm³、水素製造コスト(運転維持費、電力費、ユーティリティ費)40円/Nm³の合計62円/Nm³で試算しているが、水素製造コスト40円/Nm³のうち電力費が6割(23円/Nm³)を占めることから、将来の電力価格変動に大きく左右されると考えられる。

ごみ発電電力を活用した水素利用について

- ・ごみ発電の需給バランスとの関係に応じた水電解装置の運転、バッファタンクの残量管理及び関連設備を一体管理する CEMS（地域エネルギーマネジメントシステム：Community Energy Management System）が重要である。（関連設備の最適制御）
- ・ごみ発電は2炉運転、1炉運転、全休炉がある。特に全休炉の場合のバックアップをどのようにすればよいか十分に検討する必要がある。（バックアップ）

（2019年2月13日）

（5）バーチャル・パワー・プラント技術（VPP）

廃棄物発電電力を地域エネルギー事業等で活用するにあたって、特に需給間の調整をスマート化するため ICT 技術を活用し、供給側のエネルギー源だけでなく、需要家側のエネルギーリソース（蓄電池等）も含めてシステムとして運用する仕組みとして、バーチャル・パワー・プラント（VPP）の活用も考えられる。

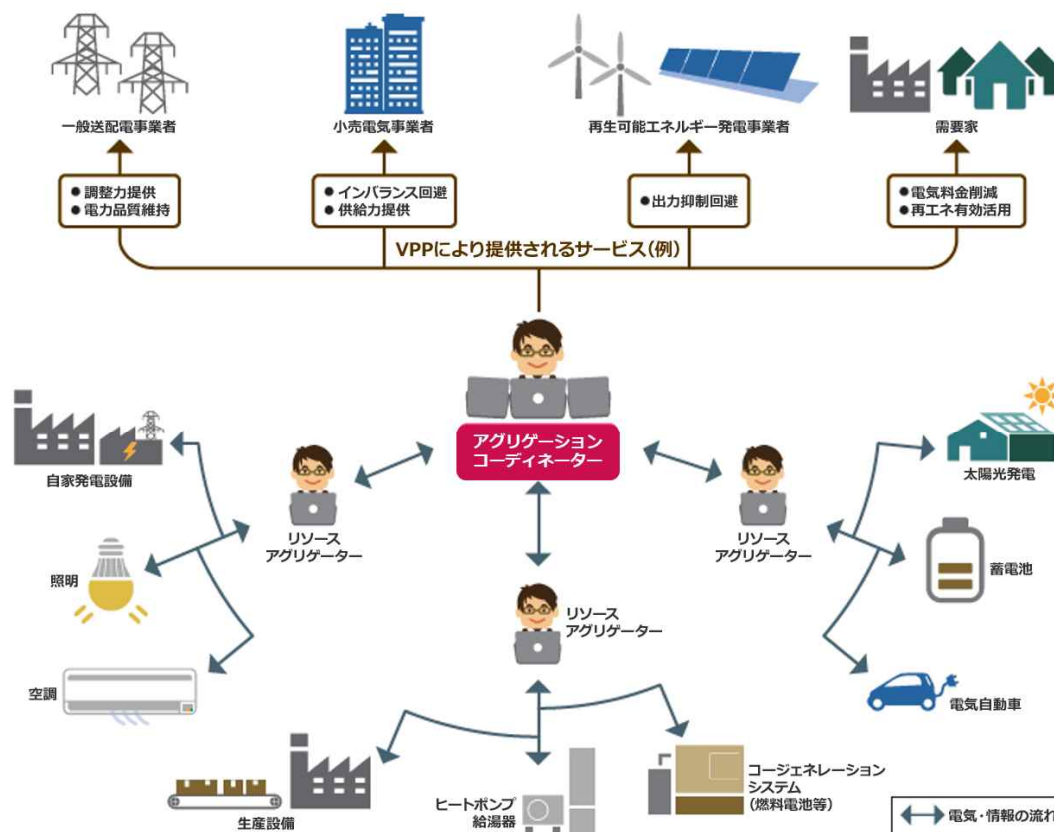
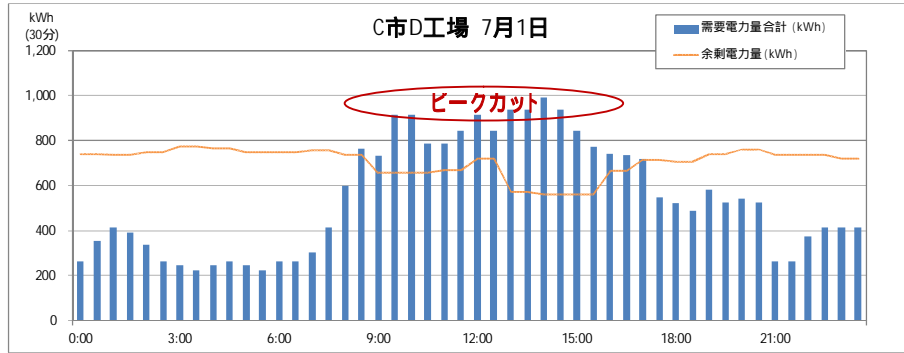


図 - 9 VPP のイメージ
出典) 資源エネルギー庁 HP

例えば、需要側のピーク電力のカットを目的とした場合、次のような運用が想定され、一定のコストメリットと CO₂ 削減を見込むことも可能である。



- ・ピークカットにより、契約電力 2,000kW 1,800kW に抑制。
- ・基本料金 1,700 円/kW とすると、
2,000kW：基本料金 3,400 千円/月 1,800kW：基本料金 3,060 千円/月
年間削減額 4,080 千円/年
- ・ピークカット電力量 = 250kWh/日程度のため、同程度の容量の蓄電池導入費は数年で償還可能。

図 - 1 0 需要側ピークカットを目的とした運用イメージ例

実際の VPP の運用にあたっては、需給バランスの調整にあたって、どのような変動要素を見込んで、どのような調整手法を活用するかを検討して設計する必要がある。

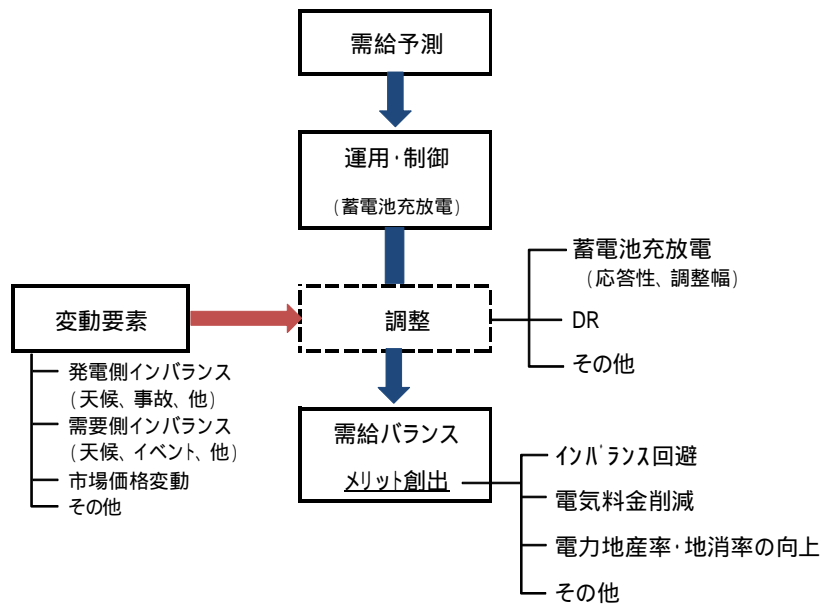


図 - 1 1 VPP の運用イメージ

廃棄物発電電力を活用した VPP の構築の可能性について、エネルギー事業コンサルタントにヒアリングを行った結果を以下に示す。

<エネルギー事業コンサルタント（日本エナジーサービス）ヒアリング>

- ・現状の VPP システムは、EMS による自動蓄電池制御は可能だが、個々の EMS で制御可能な蓄電池が限られているので、汎用性は低い。蓄電池本体と、蓄電池との連結に係る開発コストが課題。
- ・発電制御、PV パワコン制御、デマンド制御まで含めたシステム化は今後のテーマ。（個々の技術は

できているのでシステム化は可能)

- ・廃棄物分野では、ごみ収集車の EV 化による蓄電池活用 (VPP 機能への) が展望として考えられる。ごみ発電側の制御可能性も重要。
- ・VPP の変動要素について、細かく言えば、上げ DR、下げ DR、ピークカット、ピークシフト、JEPX 時間帯別価格変動差の考慮、系統対策による発電量調整・バッテリー制御、BCP 準備・対応なども挙げられる。
- ・システム的には現在の VPP においては、EMS による自動蓄電池制御 (蓄電池の状態 (充電量など) 監視と制御指令、DR) ができる程度である。VPP に適した蓄電池も多く出ているが、VPP 事業者の EMS は蓄電池を限定しているため、多くの蓄電池に対応している EMS は無いと思われる。DR 機能も付いてはいるが、ダイレクトコントロールまでやっている事業者は不在と考えられる。
- ・発電制御・PV パワコン制御・蓄電池制御・デマンドコントロールが可能なシステム構築は今後のテーマだが、それぞれのパーツでは出来上がっているもので、どのように組み立てるのか、要件定義をしっかりとすれば比較的安価に作り上げることは可能。
- ・EMS と蓄電池との連結のための開発にコストがかかる。
- ・必要な蓄電池容量は、設計目的によりさまざまであり、需要家の規模、発電規模、制御したい容量や時間など、BCP 対応なども含め案件ごとに異なる。蓄電池のコストは相応に係るので、BCP 対応などや系統上の課題クリアなどのコストも考慮しないと成立しないと考えられる。
- ・ごみ発電の場合、ごみ収集車が電化されるのか、自治体の公用車 (バスも含めて) を廃棄物発電の有効利用や BCP 対応のために電気自動車などを導入するのか、等々も今後の課題になってくると考えられる。
- ・発電制御の可動域などの課題、単独運転への課題も案件ごとに検討することで BCP 対応も含めて有効な活用手段が構築できるかと思われる。

(2019 年 2 月 14 日)

2. 素材転換に係る新規技術の検討

(1) バイオマスプラスチック

1) 今後のプラスチック資源循環戦略の動向とバイオマスプラスチックの普及拡大

長期的な廃棄物処理システムにおける低炭素化・省CO₂化を図るにあたっては、プラスチック由来のCO₂排出量を抑制することのインパクトは大きい。

国際的なプラスチックリサイクル問題や海洋プラスチック問題を受けて設置された環境省における「プラスチック資源循環戦略小委員会」では、2018年8月からプラスチック資源循環戦略の検討が進められ、2019年2月時点で、下図のような戦略案が取りまとめられている。

この中で、2030年前後を目途としたマイルストーンとして、使用済みプラスチック100%再生利用やプラスチック再生利用倍増等と並んで、バイオマスプラスチックの導入目標が掲げられている。(下図)

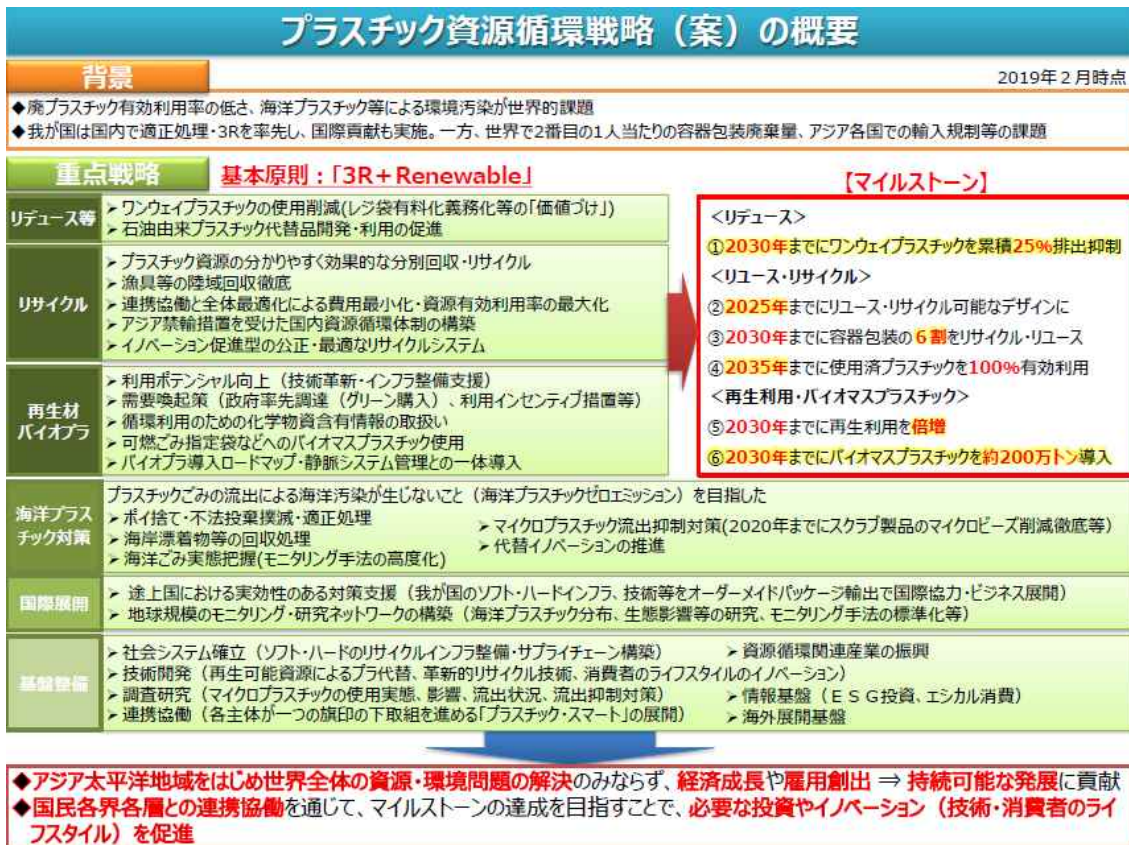


図 - 1 2 プラスチック資源循環戦略(案)の概要

出典) 中央環境審議会循環型社会部会プラスチック資源循環戦略小委員会(第5回)資料より

2) バイオマスプラスチック導入指標に応じたCO₂削減ポテンシャル

プラスチック資源循環戦略(案)に掲げられたバイオマスプラスチックの導入目標量が達成できた場合のCO₂削減ポテンシャルを試算した結果、次表のとおりとなった。

バイオマスプラスチックの導入量については、地球温暖化対策計画で掲げられた対策評価指標(2020年79万トン、2030年197万トン)を引用し、2050年もこの水準を据え置かたちで試算を行った。

結果は、一般廃棄物プラスチック焼却処理由来のCO₂排出量が2030年で-15%、2050年で-29%との結果となった。

表 - 7 バイオマスプラスチック導入によるCO₂削減ポテンシャル試算

項目		(実績)		(推計)		備考
		2013	2020	2030	2050	
人口	千人	127,414	125,325	119,125	101,923	国立社会保障・人口問題研究所「人口統計資料集2019」より
国内樹脂製品消費量	万t	966	950	903	773	2013:プラスチック循環利用協会資料より 2020~:人口に連動して推移するものと仮定
バイオマスプラスチック国内出荷量	万t	7	79	197	197	2013~2030:地球温暖化対策計画(対策評価指標)より 2050:2030の達成水準を据え置き
一般廃棄物-プラスチック発生量	万t	428.5		400.6	342.8	2013:廃棄物等循環利用量実態調査 2020~:国内樹脂製品消費量に連動すると仮定
内 直接循環利用量	万t	8.3		7.8	6.6	2013:廃棄物等循環利用量実態調査 2030~:一般廃棄物プラスチック発生量に応じて変動するものと仮定
内 直接最終処分量	万t	7.2		6.7	5.8	2013:廃棄物等循環利用量実態調査 2030~:一般廃棄物プラスチック発生量に応じて変動するものと仮定
内 自家処理量	万t	0.2		0.0	0.0	同上
内 中間処理量	万t	412.8		386.1	330.4	2013:廃棄物等循環利用量調査 2030~:以後発生量、直接循環利用量等に連動して計算
内 中間処理(焼却)による減量化量	万t	308.6		296.9	254.0	2013:廃棄物等循環利用量実態調査 2030~:一般廃棄物プラスチック発生量に応じて変動するものと仮定
一般廃棄物プラスチック焼却処理量	万t	316.4		303.1	259.3	ごみ処理施設整備の計画・設計要領(2017改訂版)より、プラスチックの灰分2.04%として推計
内 中間処理(脱水乾燥)による減量化量	万t	10.0		8.4	7.2	2013:廃棄物等循環利用量実態調査 2030~:中間処理後、循環利用量に応じて変動
内 中間処理後、循環利用量	万t	86.5		80.9	69.2	2013:廃棄物等循環利用量実態調査 2030~:一般廃棄物プラスチック発生量に応じて変動するものと仮定
内 中間処理後、最終処分量	万t	7.8		6.2	5.3	2013:廃棄物等循環利用量実態調査 2030~:焼却残渣(灰分2.04%)のみ
一般廃棄物プラスチック焼却量中のバイオマスプラスチック量	万t	2.3		66.1	66.1	国内樹脂製品消費量中に対するバイオマスプラスチック国内出荷量の割合が反映されるものと仮定
同 バイオマスプラスチック割合	%	0.7%		21.8%	25.5%	バイオマスプラスチック量 / プラスチック焼却量
同 バイオマス割合	%	56%		56%	56%	2013:平成27年度温室効果ガス排出量算定方法に関する検討結果より バイオプラ製品国内出荷量毎のバイオマス割合から算出 2030~:2013から一定と仮定
一般廃棄物プラスチック焼却によるCO ₂ 排出量	万t-CO ₂	873		738	617	プラスチック焼却処理量に係るCO ₂ 排出量からバイオマスプラスチック分(バイオマス割合考慮)を減じて算出。排出係数2.77tCO ₂ /t
同 変化率(2013年比)	%			-15%	-29%	

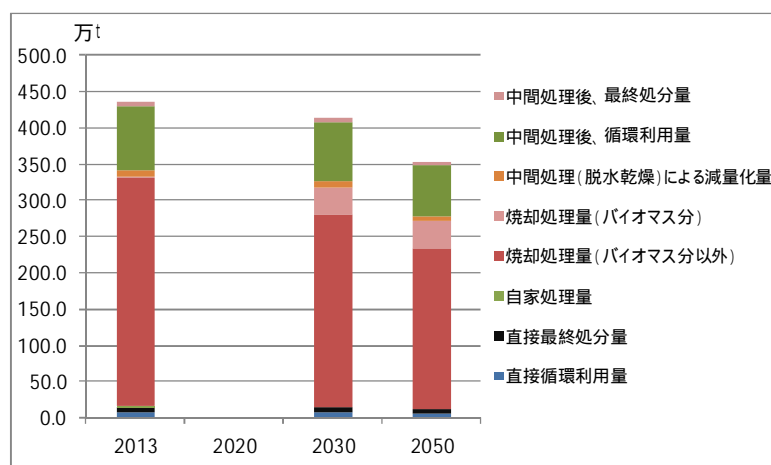


図 - 1 3 バイオマスプラスチック導入によるCO₂削減ポテンシャル試算

表 - 8 (参考) バイオマスプラスチック製品ごとのバイオマス割合

出典) 環境省「平成27年度 温室効果ガス排出量算定方法に関する検討結果」廃棄物分野における排出量の算定方法について(廃棄物分科会)より

原料名	用途	バイオマス割合	耐用年数	国内出荷量(製造量×国内出荷率より算定)(単位:t)					
				2005年度	2010年度	2011年度	2012年度	2013年度	2014年度
PLA	マヨネーズ容器	0.8%	1	212	192	182	187	185	195
	コップ	97.9%	1	0	0	0	0	0	0
	生分解性工袋	15.0%	1	0	0	6	6	6	6
	食品容器	92.6%	1	215	1,837	1,837	2,187	2,306	2,209
	配電箱	50.0%	15	0	2	2	3	3	3
	農業資材	7.0%	1	0	2	40	60	60	60
	果実パック	95.0%	1	0	0	0	0	350	400
	容器	50.0%	1	0	2	2	1	0	0
	生分解性コップ	100.0%	1	90	90	100	100	110	120
	食品容器	99.8%	1	0	0	0	0	49	43
バイオPE	包装用エアー緩衝材	20.1%	1	0	0	0	0	0	0
	化粧品ボトル	100.0%	1	0	0	0	0	179	244
	化粧品詰替パウチ1	36.0%	1	0	0	0	0	93	112
	化粧品詰替パウチ2	43.0%	1	0	0	0	0	0	126
	パウチ	60.0%	1	0	0	10	240	160	0
	軟包装材	16.0%	1	0	0	0	343	343	332
	ごみ袋	10.0%	1	0	0	0	0	0	0
	プラスチック段ボール	10.0%	2	0	0	0	0	0	0
	レジ袋	10.5%	1	0	0	0	0	45	0
	包装用フィルム	13.0%	1	0	0	0	0	0	1
	レジ袋L	30.0%	1	0	0	0	0	1,874	5,430
	レジ袋LL	50.0%	1	0	0	0	0	14,925	14,358
	買物カゴ	55.0%	1	0	0	0	0	1,897	1,985
	容器	96.0%	1	0	0	0	0	0	2
	バイオPE (HDPE)	96.0%	1	0	0	0	0	160	574
	バイオPE (HDPE)	94.5%	1	0	0	0	0	32	11
	バイオPE (LLDPE)	87.0%	1	0	0	0	0	75	36
	バイオPE (LLDPE)	84.0%	1	0	0	0	0	25	72
	バイオPE (LDPE)	95.0%	1	0	0	0	0	0	27
	ごみ袋1	30.0%	1	0	0	0	0	0	6
	ごみ袋2	10.0%	1	0	0	0	0	0	93
	ごみ袋3	10.0%	1	0	0	0	0	0	36
	バイオPE (HDPE)	94.0%	1	0	43	1,675	2,608	3,502	5,766
	バイオPE (LLDPE)	84.0%	1	0	12	450	784	1,198	1,682
	バイオPE (LDPE)	95.0%	1	0	0	0	0	0	8
	飲料用容器	10.5%	1	0	0	0	1,553	1,634	1,599
	レジ袋1	4.0%	1	0	0	0	0	0	0
	レジ袋2	6.0%	1	0	0	0	2	2	2
	レジ袋3	11.0%	1	0	0	4	184	476	503
	レジ袋4	27.0%	1	0	0	34	202	256	286
レジ袋5	63.0%	1	0	0	0	0	0	318	
レジ袋6	95.0%	1	0	0	15	33	30	39	
レジ袋7	30.0%	1	0	0	0	2	2	1	
レジ袋8	30.0%	1	0	0	0	0	0	0	
レジ袋9	26.0%	1	0	0	0	0	117	160	
パウチ	20.0%	1	0	0	0	24	21	36	
バイオPET	PETボトル	30.0%	1	0	0	0	795	3,554	1,880
バイオPC	容器	30.0%	1	0	50	80	2,000	8,300	10,000
バイオポリレタン	耐震マット1	20.7%	5	0	0	0	0	0	0
	耐震マット2	20.7%	5	0	0	0	0	0	0
酢和*リノリウム樹脂	粉体塗料用樹脂	16.0%	15	0	0	0	0	1	36
酢酸セルロース	リボン	32.9%	1	6	4	4	3	3	3
	リボン	32.9%	1	13	8	8	8	8	9
	リボン	32.9%	1	28	22	21	20	26	24
	液晶用フィルム1	51.4%	5	9,632	30,772	25,759	15,722	12,834	12,194
	液晶用フィルム2	51.4%	5	18	3,534	3,515	232	223	476
	液晶用フィルム3	50.2%	5	1,243	8,767	8,142	1,361	1,179	705
	液晶用フィルム4	47.2%	5	25	1,845	1,958	3,135	2,896	2,986
	液晶用フィルム5	47.3%	5	137	497	463	291	155	253
	液晶用フィルム6	47.3%	5	0	0	0	0	0	0
	不織布	100.0%	1	833	1,233	1,581	991	1,151	1,238
FRP加工用布	94.0%	6	0	0	0	0	0	0	
セロテープ	76.2%	1	0	3,153	3,117	2,880	3,079	4,907	
セロテープ用セロハン	83.0%	1	5,582	5,076	4,986	4,282	3,987	3,916	
薬品包装・印刷用セロハン	86.6%	1	4,333	4,466	4,678	4,737	4,663	3,720	
生分解性防護セロハン	91.3%	1	0	0	0	0	0	0	
生分解性セロハン	100.0%	1	39	42	42	32	35	41	
澱粉	農業資材	30.0%	1	0	0	0	0	0	0
	包装資材	100.0%	1	0	0	0	0	0	300
	食品容器1	56.0%	1	0	35	164	0	0	0
	容器資材1	56.0%	1	0	1	3	0	0	0
	食品容器2	62.0%	1	0	0	0	127	178	234
	包装資材2	62.0%	1	0	0	0	18	27	167
	農業資材	51.0%	1	0	0	0	0	2	2
	デコイ1	60.0%	2	0	0	0	1	1	1
	文具	60.0%	2	0	0	0	0	0	1
	デコイ2	60.0%	2	0	0	0	0	0	1
木粉・竹粉	箸	53.0%	2	0	0	0	0	0	2
	自動車内装材	50.0%	3	2,340	1,199	1,403	961	803	797
	工具の柄	70.0%	8	0	0	0	0	1	4
	箸1	60.0%	2	0	0	0	0	1	0
	箸2	55.0%	2	0	0	0	0	3	0
	うちわ骨	40.0%	2	0	0	0	0	1	0
	包丁の柄	30.0%	8	0	0	0	0	16	18
	コネキン	37.0%	2	0	0	0	0	0	0
	手摺り袋	14.0%	1	0	0	1	0	0	0
	古々米・米ぬか	袋1	70.0%	1	0	0	0	0	5
生活雑貨		55.0%	2	0	0	0	0	23	16
袋2		30.0%	1	0	0	0	0	8	8
袋3		20.0%	1	0	0	0	0	138	150
巻芯1		60.0%	7	0	0	0	0	1	0
巻芯2		55.0%	7	0	0	0	0	10	5
袋類		49.0%	1	0	0	0	0	6	6
紙右ケース		30.0%	2	0	0	0	0	1	0
刃先ガード		20.0%	8	0	0	0	0	4	5
古紙		使い捨て歯ブラシ	51.0%	1	0	0	0	0	0
ひまし油	プラスチック用可塑剤	80.0%	2	43	0	0	0	55	49
	クレタフォーム	100.0%	3	0	5	0	0	0	1

3) プラスチックリサイクルのマイルストーンも加味した CO₂ 削減ポテンシャル

前項2)のバイオマスプラスチック導入指標の達成に加えて、「2030年までにプラスチック再生利用倍増」、「2035年までに使用済みプラスチック有効利用100%」も加味したCO₂削減ポテンシャルの試算結果を下表に示す。

2030年、2050年と、バイオマスプラスチック割合が増えるとともに焼却総量が抑制されることにより、-45%、-54%の一般廃棄物プラスチック焼却由来CO₂削減ポテンシャルがあると試算された。

表 - 9 バイオマスプラスチック導入及びプラスチック再生利用促進によるCO₂削減ポテンシャル試算

項目		(実績)		(推計)		備考
		2013	2020	2030	2050	
人口	千人	127,414	125,325	119,125	101,923	国立社会保障・人口問題研究所「人口統計資料集2019」より
国内樹脂製品消費量	万t	966	950	903	773	2013:プラスチック循環利用協会資料より 2020~:人口に連動して推移するものと仮定
バイオマスプラスチック国内出荷量	万t	7	79	197	197	2013~2030:地球温暖化対策計画(対策評価指標)より 2050:2030の達成水準を据え置き
一般廃棄物-プラスチック発生量	万t	428.5		400.6	342.8	2013:廃棄物等循環利用量実態調査 2020~:国内樹脂製品消費量に連動すると仮定
内 直接循環利用量	万t	8.3		15.6	13.3	2013:廃棄物等循環利用量実態調査 2030~:プラスチック資源循環戦略(案)より「2030年までに倍増」を反映 (基準年は直近の2016年度実績として計算)
内 直接最終処分量	万t	7.2		0.0	0.0	2013:廃棄物等循環利用量実態調査 2030~:プラスチック資源循環戦略(案)より、「2035年までに使用済みプラスチックの有効利用100%」を反映
内 自家処理量	万t	0.2		0.0	0.0	同上
内 中間処理量	万t	412.8		385.0	329.4	2013:廃棄物等循環利用量調査 2030~:以後発生量、直接循環利用量等に連動して計算
内 中間処理(焼却)による減量化量	万t	308.6		194.7	166.6	2013:廃棄物等循環利用量実態調査 2030~:プラスチック資源循環戦略(案)よりプラスチック再生利用量を「2030年までに倍増」を反映 (基準年2016年度)
一般廃棄物プラスチック焼却処理量	万t	316.4		198.7	170.0	ごみ処理施設整備の計画・設計要領(2017改訂版)より、プラスチックの灰分2.04%として推計
内 中間処理(脱水乾燥)による減量化量	万t	10.0		17.9	15.3	2013:廃棄物等循環利用量実態調査 2030~:中間処理後、循環利用量に応じて変動
内 中間処理後、循環利用量	万t	86.5		172.5	147.6	2013:廃棄物等循環利用量実態調査 2030~:プラスチック資源循環戦略(案)より、「2030年までに倍増」を反映 (基準年は直近の2016年度実績として計算)
内 中間処理後、最終処分量	万t	7.8		4.1	3.5	2013:廃棄物等循環利用量実態調査 2030~:焼却残渣(灰分2.04%)のみ
一般廃棄物プラスチック焼却量中のバイオマスプラスチック量	万t	2.3		43.3	43.3	国内樹脂製品消費量中に対するバイオマスプラスチック国内出荷量の割合が反映されるものと仮定
同 バイオマスプラスチック割合	%	0.7%		21.8%	25.5%	バイオマスプラスチック量/プラスチック焼却量
同 バイオマス割合	%	56%		56%	56%	2013:平成27年度温室効果ガス排出量算定方法に関する検討結果より バイオプラ製品国内出荷量毎のバイオマス割合から算出 2030~:2013から一定と仮定
一般廃棄物プラスチック焼却によるCO ₂ 排出量	万t-CO ₂	873		484	404	プラスチック焼却処理量に係るCO ₂ 排出量からバイオマスプラスチック分(バイオマス割合考慮)を減じて算出。排出係数2.77tCO ₂ /t
同 変化率(2013年比)	%			-45%	-54%	

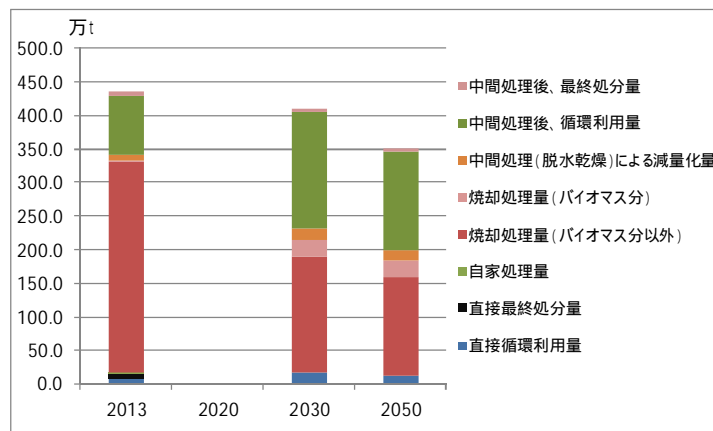


図 - 1 4 バイオマスプラスチック導入及びプラスチック再生利用促進によるCO₂削減ポテンシャル試算

(2) 収集運搬車へのEV導入

廃棄物処理システムにおけるCO₂排出削減に資する素材転換としては、収集車におけるEV導入も考えられる。

IEA（国際エネルギー機関）では、将来的なEV、PHV等の普及見通しについて、下図のようなシナリオを示しており、これによると乗用車販売台数に占めるEVの割合は、2030年で8%、2050年で15%まで伸びるとされている。

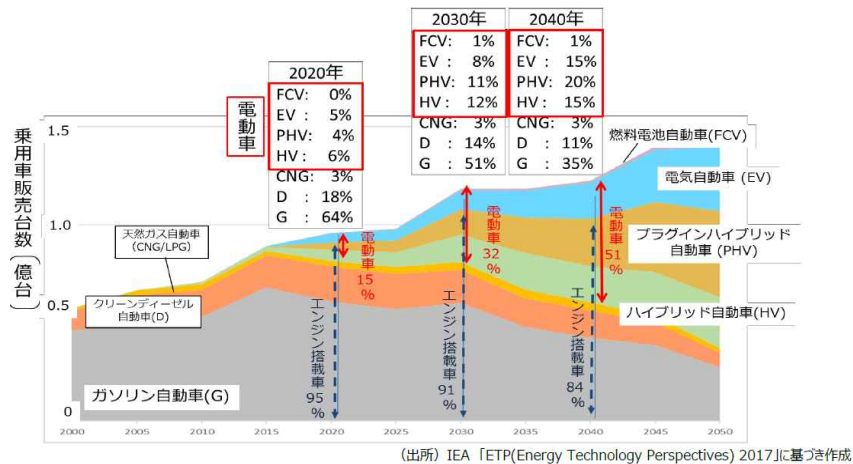


図 - 15 パワートレイン別 技術普及シナリオ(平均気温上昇の 2 達成ケース)

出典)自動車新時代戦略会議(第1回)資料(平成30年4月18日経済産業省)

上記のシナリオに沿って、ごみ収集車についてもEVやPHVが普及すると仮定した場合のCO₂削減ポテンシャルについて試算した結果、次表のとおりとなった。

試算に当たっては、本業務において実施した収集運搬実態アンケート調査(後述)において把握した現状でのクリーンエネルギー車の導入状況を基に、2030年、2050年のEV化、PHV化による収集運搬過程における燃料消費由来のCO₂削減ポテンシャルを試算した結果、2016年度ベースと比較して、2030年では-11%(-3万tCO₂)、2050年では-40%(-12万tCO₂)との試算を得た。

表 - 10 今後のEV普及見通しを踏まえた収集運搬過程でのCO₂削減ポテンシャル試算

2016年度ベース (但しクリーンエネルギー車等各種の車両台数は、2019年度アンケート調査による) (人口:127,924千人 (国立社会保障・人口問題研究所人口統計資料集2019年版より))

項目	合計	天然ガス車	LPG車	HV	PHV	EV	BDF車	ハイエタール車	クリーンエネルギー車	軽油	備考		
収集運搬車両台数	本年度アンケート回答 (市町村数:806)	台	100,317	906	427	693	4	373	1	491	97,422	・合計は、一般廃棄物処理実態調査(2016実績)における収集車及び運搬車(収集運搬部門)より回答市町村の台数を精算。 ・天然ガス車・クリーンエネルギー車は、アンケート回答より。 ・軽油車は、合計・他の車種と仮定。	
	%		0.9%	0.4%	0.7%	0.004%	0.4%	0.001%	0.5%	97.1%			
全市町村 (市町村数1,721) [拡大推計]	台	213,198	1,900	900	1,200	300	9	800	2	1,000	207,100	・合計は、一般廃棄物処理実態調査(2016実績)における収集車及び運搬車(収集運搬部門)を合計。 ・他の車種は、アンケート回答市町村の合計台数から拡大推計。但し、HVとPHVの割合は、2016年の世界販売台数割合(IEA2017)を基に推分。	
	%												
ごみ収集に係る活動量	ごみ収集量	t	37,245,274	332,000	157,000	210,000	52,000	1,000	140,000	370	175,000	36,180,000	・合計は、一般廃棄物処理実態調査(2016実績)における計画収集量合計。 ・各車種の収集量は、車両台数割合で推分して設定。
	ごみ収集に伴うエネルギー使用量	GJ	4,567,100	42,200	9,400	17,200	300	10	17,300	50	21,500	4,436,500	・合計は、一般廃棄物処理実態調査(2016年度実績)データから導いたごみ収集量(千t)当たりのエネルギー使用量(GJ)0.123GJ/t(軽油使用時;活動量明確市町村の合計から全市町村分を拡大推計し、ごみ収集量合計に乘じて算出。 ・各車種のエネルギー使用量は、各車種の燃費の違い(軽油を1とした場合の必要熱量比率)を乗じたうえで、車両台数に応じて推分。
	同 燃料種ごとの使用量	単位		970	185	456	83,333	2,778	456	1	570	117,679	・ごみ収集に伴うエネルギー使用量(GJ)を単位燃料当たりの発熱量(原単位)で除して算出。
ごみ収集に係るCO ₂ 排出量	tCO ₂	308,969	2,154	555	1,177	0	0	0	0	1,471	303,612	・ごみ収集に伴う燃料種ごとの使用量に、単位燃料当たりのCO ₂ 排出量(原単位)を乗じて算出。	

2030年試算 (人口:119,125千人 (国立社会保障・人口問題研究所人口統計資料集2019年版より))

項目	合計	天然ガス車	LPG車	HV	PHV	EV	BDF車	ハイエタール車	クリーンエネルギー車	軽油	備考		
収集運搬車両台数	全市町村	台	213,200	1,900	900	12,800	8,500	10,700	800	2	1,000	176,600	・合計台数は、2016年度水準と大きな変化はないものと仮定。 ・各車種の台数は、IEAの乗用車販売台数試算値(自動車新時代戦略会議(第1回)資料2018.4.18経済産業省より)を参考に設定。(HV、PHV、EVは、IEA2017による乗用車販売台数の割合に応じて、収集運搬車にも導入が広がるものと仮定。天然ガス、LPG、BDF、ハイエタール、クリーンエネルギーは、EV等の変化の影響を見るために変化無しと設定。) ・軽油は、合計台数・他の車種の台数と仮定。
	%				6%	4%	5%					・IEA「ETP(Energy Technology Perspectives)2017」(経産省)「自動車新時代戦略会議(第1回)資料」より、2020年時点の乗用車販売台数に準ずるものと仮定	
ごみ収集に係る活動量	ごみ収集量	t	34,683,000	309,000	146,000	2,082,000	1,383,000	1,741,000	130,000	350	163,000	28,729,000	・合計は、一般廃棄物処理実態調査(2016実績)における計画収集量が人口に応じて変化するものと仮定。 ・各車種の収集量は、車両台数割合で推分して設定。
	ごみ収集に伴うエネルギー使用量	GJ	4,567,100	42,200	9,400	182,800	8,100	10,200	17,200	50	21,500	3,783,100	・合計は、2016年度ベースのエネルギー使用量が同等に必要になると仮定。(収集運搬効率の悪化) ・各車種のエネルギー使用量は、各車種の燃費の違い(軽油を1とした場合の必要熱量比率)を乗じたうえで、車両台数に応じて推分。
	同 燃料種ごとの使用量	単位		970	185	4,849	2,250,000	2,833,333	454	1	570	100,347	・ごみ収集に伴うエネルギー使用量(GJ)を単位燃料当たりの発熱量(原単位)で除して算出。
ごみ収集に係るCO ₂ 排出量	tCO ₂	275,587	2,154	555	12,510	0	0	0	0	1,471	258,896	・ごみ収集に伴う燃料種ごとの使用量に、単位燃料当たりのCO ₂ 排出量(原単位)を乗じて算出。 ・PHV、EVの電源はごみ発電電力を想定。	
2016年度比	%											-11%	

2050年試算 (人口:101,923千人 (国立社会保障・人口問題研究所人口統計資料集2019年版より))

項目	合計	天然ガス車	LPG車	HV	PHV	EV	BDF車	ハイエタール車	クリーンエネルギー車	軽油	備考		
収集運搬車両台数	全市町村	台	213,200	1,900	900	32,000	42,600	32,000	800	2	1,000	102,000	・2030年試算と同様
	%				15%	20%	15%					・IEA「ETP(Energy Technology Perspectives)2017」(経産省)「自動車新時代戦略会議(第1回)資料」より、2040年時点の乗用車販売台数に準ずるものと仮定	
ごみ収集に係る活動量	ごみ収集量	t	29,675,000	264,000	125,000	4,454,000	5,929,000	4,454,000	111,000	300	139,000	14,197,000	・2030年試算と同様
	ごみ収集に伴うエネルギー使用量	GJ	4,567,100	42,100	9,400	457,000	40,700	30,600	17,200	50	21,400	2,185,000	・2030年試算と同様
	同 燃料種ごとの使用量	単位		968	185	12,122	11,305,556	8,500,000	454	1	568	57,958	・2030年試算と同様
ごみ収集に係るCO ₂ 排出量	tCO ₂	184,973	2,149	555	31,275	0	0	0	0	1,465	149,531	・2030年試算と同様	
2016年度比	%											-40%	

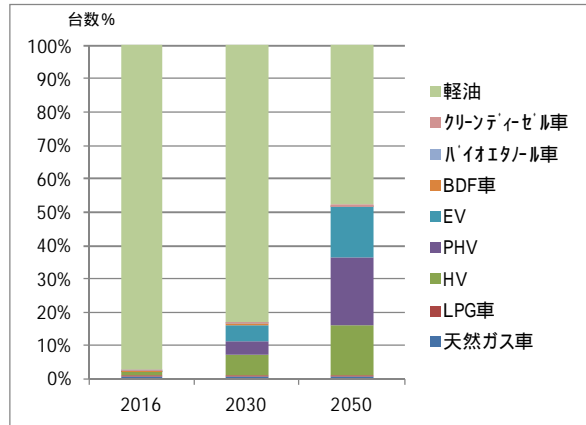


図 - 16 今後のEV普及見通しを踏まえた収集運搬過程でのCO₂削減ポテンシャル試算

・低炭素・省 CO₂ 型廃棄物処理システムの要件等の検討

前項 ~ の情報を基に、今後の低炭素・省 CO₂ 型廃棄物処理システムとしての要件、その具体方策及び効果等について検討した。

検討にあたっては、まず 2030 年、2050 年の社会の姿を想定し、これに対応した低炭素・省 CO₂ 型廃棄物処理システムを構築するため、関連諸分野の将来社会のビジョン等を概観するとともに、技術的側面、社会経済的側面、事業スキームの各側面から、エネルギー回収・利活用、温室効果ガス排出削減等の対策について、現状と今後のあるべき水準等を検討し、その達成に向けた都市規模・都市特性毎の処理システムのあり方を検討し、システムの類型化を行った。

1 . 2030 年、2050 年の社会の姿と廃棄物処理システムについて

(1) 2030 年、2050 年の低炭素化に向けた社会の将来像

1) 長期低炭素ビジョンが目指す社会像

環境省では、平成 29 年 3 月に「長期低炭素ビジョン」(中央環境審議会地球環境部会)を策定し、気候変動対策に係る長期戦略について、環境政策の観点からその基礎とすべき考え方を示すとともに、我が国の役割を明らかにする理念、目指すべき将来像の「絵姿」を示した。

同ビジョンでは、気候変動問題の重大性と経済・社会的諸問題として特に人口減少・過疎化、高齢化社会、経済再生、地方の課題、国際社会における課題を挙げ、これらの現状認識のもとに、2030 年の中期目標、2050 年の長期的目標を掲げている。

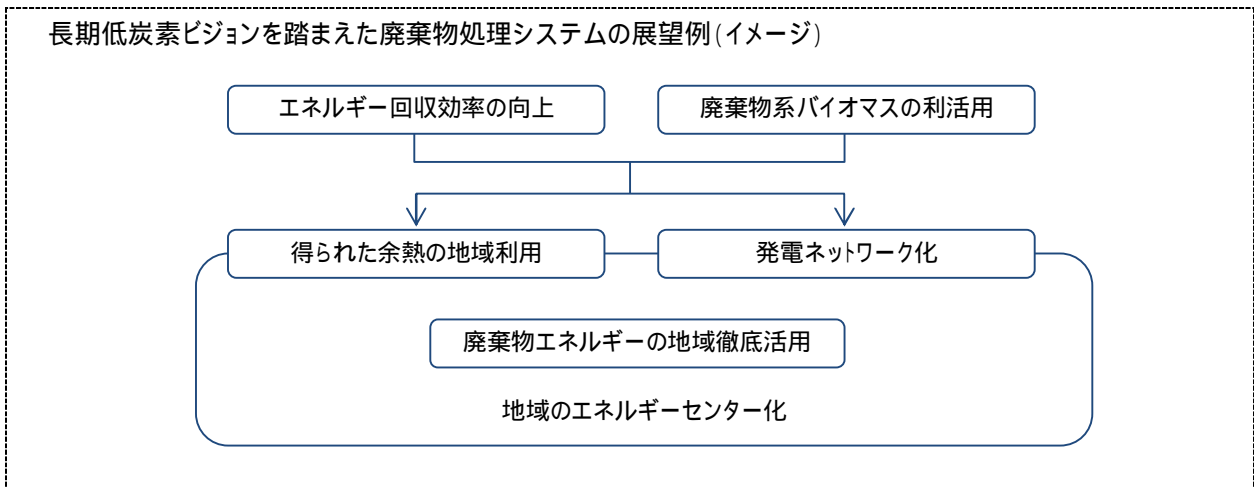
パリ協定に基づき、2030 年には温室効果ガス排出量 2013 年比 26%削減、2050 年には 2013 年比 80%削減を掲げ、2050 年の社会の姿として、国民生活(家庭、自家用車)からの炭素排出ほぼゼロ、産業・ビジネスにおける脱炭素投資、低炭素型製品・サービスによる国内外の市場獲得の進展などの状況を描き、エネルギー需給面では低炭素電源が 9 割以上を占め、コンパクト化した地域・都市で自立分散型エネルギーが普及する姿を描いている。(次図)



図 - 1 温室効果ガス長期大幅削減の絵姿（街のイメージ）
 出典）長期低炭素ビジョン（平成 29 年 3 月中央環境審議会地球環境部会）

こうした長期大幅削減を達成するための戦略としては、気候変動対策を通じた経済成長、地方創生・国土強靭化及び気候・エネルギー安全保障の確保を掲げ、炭素生産性の向上、地域エネルギーの活用による雇用創出、強靭化、市街地のコンパクト化による労働生産性向上、市街地活性化、気候変動脅威からの防護などを図るとしている。

こうした社会像の中で廃棄物処理システムは、地域のエネルギーセンターとしてのシステムを構築すべく、エネルギー回収効率の高い施設への更新や基幹改良、得られた余熱の地域利用、処理施設間での発電ネットワーク化、廃棄物系バイオマスの利活用等の取組が、地域特性や施設規模に応じて最適な形で進展し、廃棄物が持つエネルギーが地域で徹底活用される取組が期待されている。



2) 温室効果ガスの抜本的な排出削減に向けたイノベーション創出が示す社会像

平成 28 年 4 月に策定された「エネルギー・環境イノベーション戦略（総合科学技術・イノベーション会議）」では、2050 年頃という長期的視点に立って、世界全体で温室効果ガスの抜本的な排出削減を実現するイノベーション創出を念頭に、研究開発をより重点的・集中的に進めていくべき技術特定して、それぞれの克服すべき技術課題を明らかにし、研究開発の推進体制の在り方を示している。

2030 年の世界全体の排出総量は約 570 億トンと見込まれている一方で、2 目標と整合的なシナリオに戻すには、2050 年までに排出量を 240 億トン程度の水準にする必要があり、約 300 億トン超の追加的削減が必要である状況に鑑み、現状の削減努力の延長上だけでなく、これまでの削減技術とは非連続的な技術も含めて、世界全体での排出量の抜本的な削減を実現するイノベーションを創出することが不可欠であるとの認識の下、特に「エネルギー・システム統合技術」、「省エネルギー」、「蓄エネルギー」、「創エネルギー」及び「二酸化炭素固定化・有効利用」の 5 つの観点から技術的な展望を打ち出している。

エネルギーシステム統合技術	○革新技術を個別に開発・導入するだけでなく、ICTによりエネルギーの生産・流通・消費を互いにネットワーク化し、デマンドレスポンス（DR）を含めてシステム全体を最適化。AI、ビッグデータ、IoT等を活用。	
システムを構成するコア技術	○次世代パワエレ：電力損失の大幅削減と、新たなシステムの創造 ○革新的センサー：高耐環境性、超低電力、高寿命でメンテナンスフリー ○多目的超電導：モーターや送電等への適用で、電力損失を大幅減	
分野別革新技術	省エネルギー	<ol style="list-style-type: none"> 1 革新的生産プロセス ○高温高圧プロセスの無い、革新的な素材技術 ➢ 分離膜や触媒を使い、20～50%の省エネ 2 超軽量・耐熱構造材料 ○材料の軽量化・耐熱化によるエネルギー効率向上 ➢ 自動車重量を半減、1800℃以上に安定適用
	蓄エネルギー	<ol style="list-style-type: none"> 3 次世代蓄電池 ○リチウム電池の限界を超える革新的蓄電池 ➢ 電気自動車が、1回の充電で700km以上走行 4 水素等製造・貯蔵・利用 ○水素等の効率的なエネルギーキャリアを開発 ➢ CO₂を出さずに水素等製造、水素で発電
	創エネルギー	<ol style="list-style-type: none"> 5 次世代太陽光発電 ○新材料・新構造の、全く新しい太陽光発電 ➢ 発電効率2倍、基幹電源並みの価格 6 次世代地熱発電 ○現在は利用困難な新しい地熱資源を利用 ➢ 地熱発電の導入可能性を数倍以上拡大
	7 CO₂固定化・有効利用	○排ガス等からCO ₂ を分離回収し、化学品や炭化水素燃料の原料へ転換・利用 ➢ 分離回収エネルギー半減、CO ₂ 削減量と効率の格段の向上

図 - 2 エネルギー・環境イノベーション戦略における有望分野

出典) エネルギー・環境イノベーション戦略 (平成 28 年 4 月 19 日総合科学技術・イノベーション会議)

この中で、例えば「エネルギー・システム統合技術」では、ICT 技術によりエネルギーの生産・流通・消費をネットワーク化し、システム全体を最適化することを目指し、コア技術となるセンサーについては、自然環境の微弱振動や風の動き、熱等で極めて微弱な発電を行い、超低電力でセンサーを駆動する無給電センサーについて開発を進めるとしている。またさらに、通常の世界環境で用いられるセンサーの要求性能だけでなく、発電タービン等の高温・高圧環境下でも設置可能で、かつ長期間メンテナンスせずに使用できるワイヤレスセンサーが実現できれば、例えばタービンの状態を常に把握したうえでの最適な運転が可能となり、エネルギーの効率的な利用につながることから、耐熱性、耐食性、急激な温度変化への耐性、耐圧性、耐加速度性、耐振動性、耐摩耗性、耐磁力性等、様々な極限環境にも対応可能で、小型・軽量かつ低価格で信頼性の高いセンサーを開発するとしている。

また、CO₂ 固定化・有効利用については、CO₂ 分離・回収技術の高効率化や、分離・回収エネルギーの半減などを進めることにより、CO₂ 分離回収システムの低コスト化と適用範囲の拡大を図り、既存・新設の火力発電所や製鉄プロセス等におけるCO₂の有効利用を進めるとしている。

その他、蓄エネルギー面でも、前述のとおり、次世代蓄電池や水素等製造・貯蔵・利用の進展が期待される。

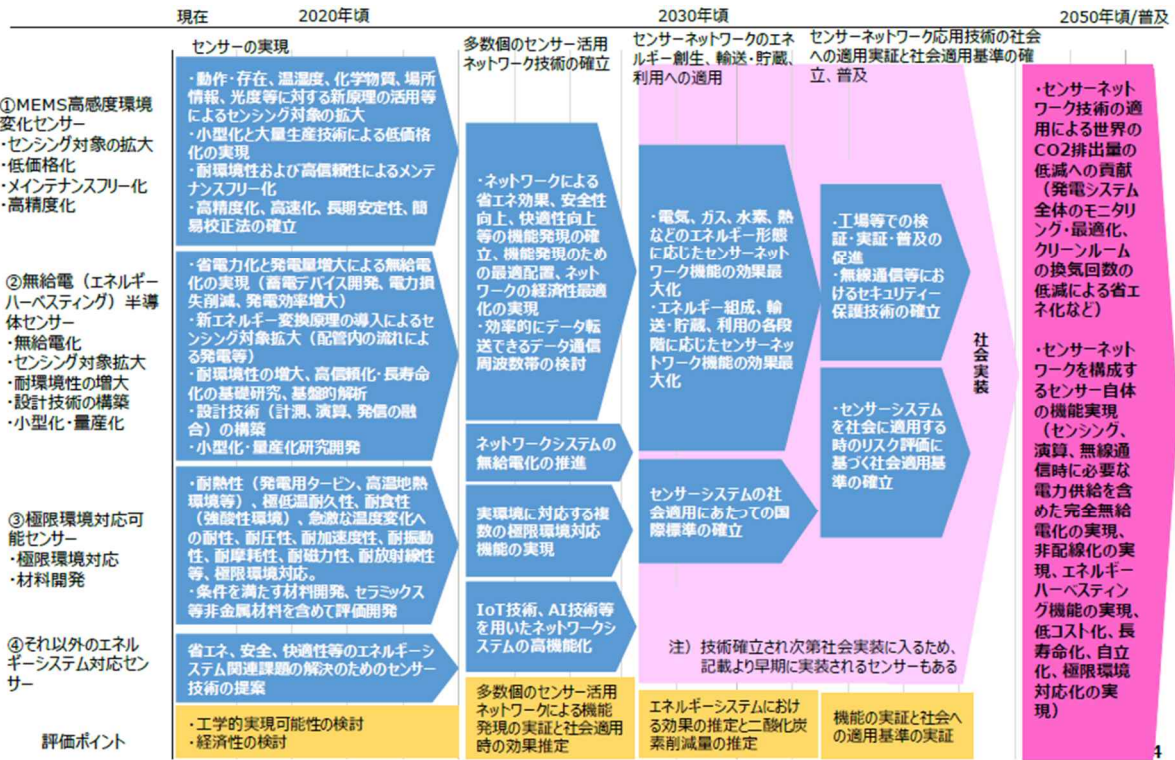


図 - 3 革新的センサーに係るイノベーション技術ロードマップ

出典) エネルギー・環境イノベーション戦略に関するロードマップ (平成 29 年 9 月 6 日 エネルギー・環境イノベーション推進 WG 事務局)

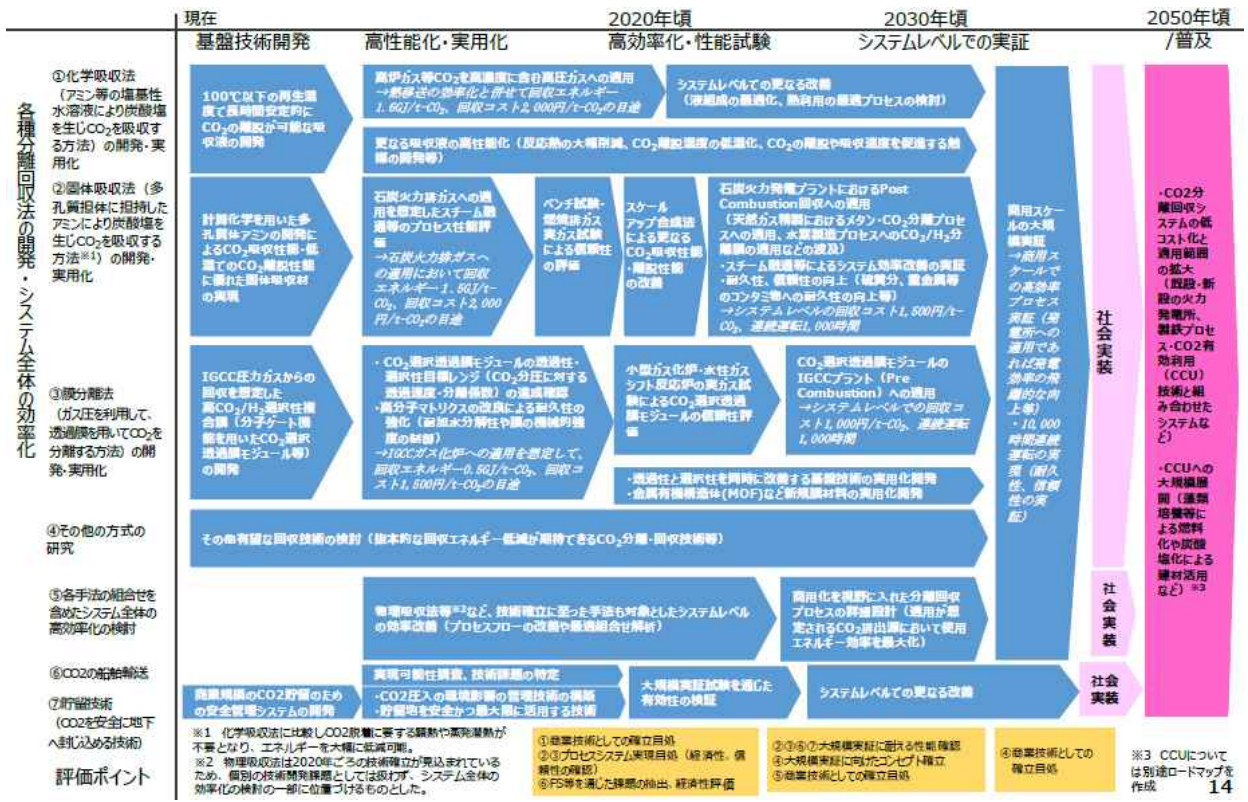


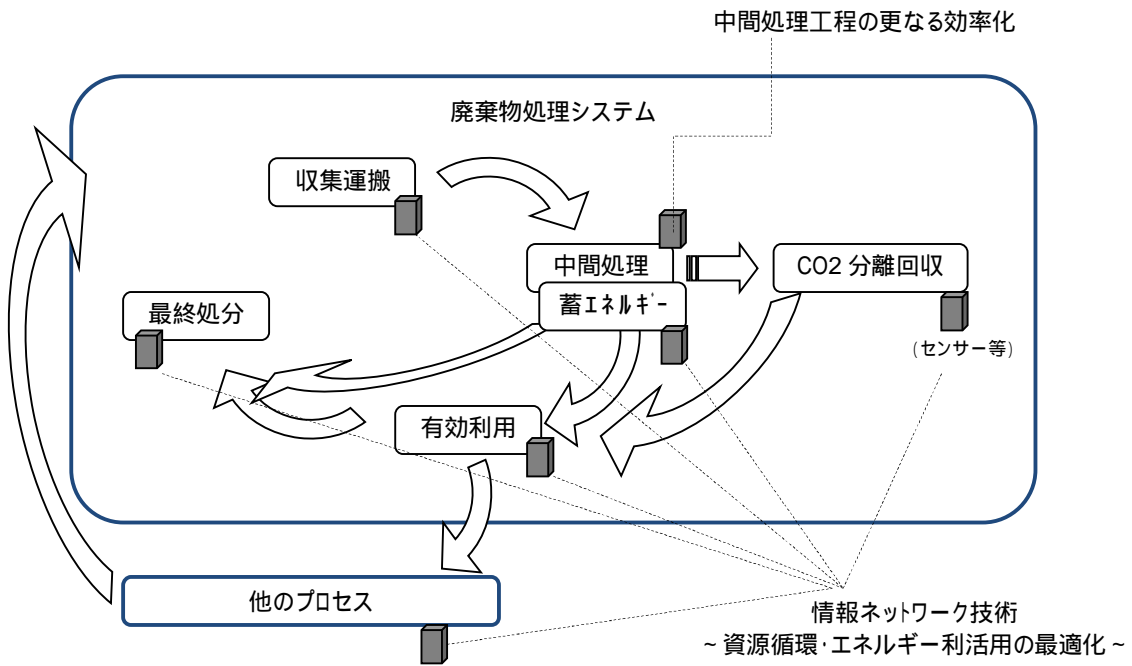
図 - 4 CO₂分離回収技術に係るイノベーション技術ロードマップ

出典) エネルギー・環境イノベーション戦略に関するロードマップ (平成 29 年 9 月 6 日 エネルギー・環境イノベーション推進 WG 事務局)

以上のような技術革新が進むことで、2050年のエネルギー・環境分野では、エネルギー関連の装置や設備をネットワーク化し、また、個別の機器・設備等をそれぞれ制御するだけでなく、エネルギー・システムとして統括的に捉え、システム全体として最適化を図る社会の姿が想定されており、異なる地域、事業やシステム間でも電気・熱等の形態を問わずエネルギーの融通等を行う技術が開発・導入され、需要に的確に対応して必要な時に必要なだけエネルギーが供給されることにより、エネルギーの徹底的な有効利用が実現されることが期待されている。

このような技術革新は、廃棄物処理システムにも大きな影響を及ぼし、特に資源循環・エネルギー利活用の観点での情報ネットワークの整備や蓄エネルギー技術の進展による資源循環効率・エネルギー利活用効率の向上や、CO₂分離回収技術の浸透による排ガスからのCO₂回収・有効利用の普及の可能性も期待される。

エネルギー・環境イノベーション戦略を踏まえた廃棄物処理システムの展望例(イメージ)



(2) 2030年、2050年の社会経済の変化

廃棄物処理システムは、地域社会・経済における静脈部分を支える重要なインフラであり、社会経済の変化を受けて更新をしていく必要がある。2030年、2050年を見据えた社会経済の変化を検討するため、関係分野の戦略・ビジョン等の資料を確認した。

1) 地方創生

平成29年12月に閣議決定された「まち・ひと・しごと創生総合戦略(2017改訂版)」では、人口減少、東京一極集中、地域経済の厳しさ等の現状の中で、「ひと」が「しごと」をつくり、「まち」をつくるという好循環の確立を目指して4つの基本目標を掲げている。

< 4つ基本目標 >

地方にしごとをつくり、安心して働けるようにする。

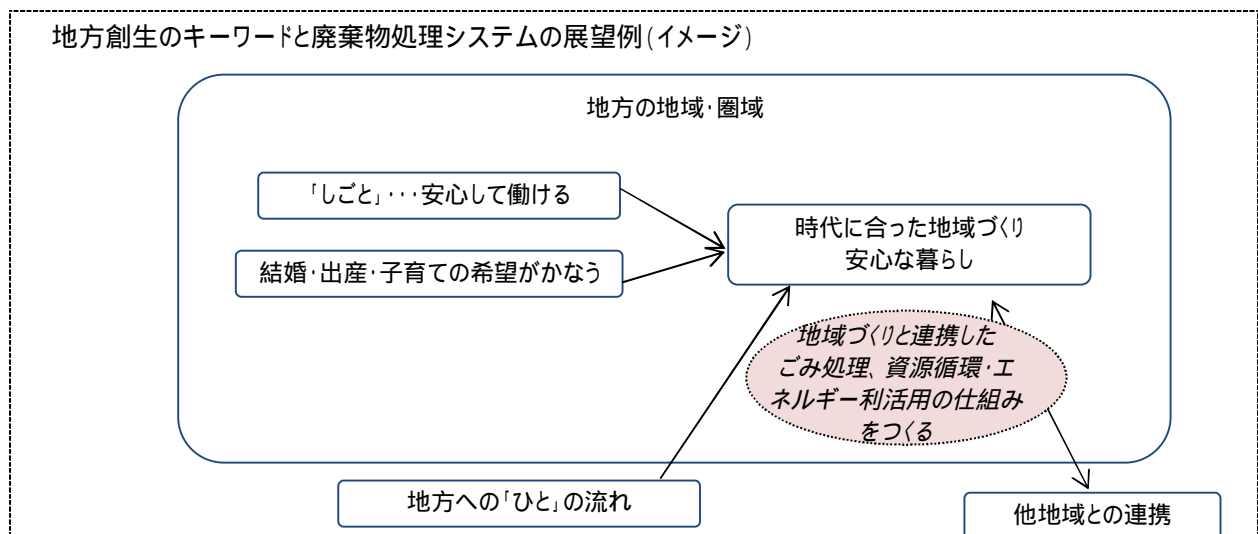
地方への新しいひとの流れをつくる

若い世代の結婚・出産・子育ての希望をかなえる

時代に合った地域をつくり、安心な暮らしを守るとともに、地域と地域を連携する

こうした今後のあるべき地方創生の姿について、廃棄物処理の観点から考えると、地域の資源循環やエネルギーを活かした「しごと」の確保及び地域経済循環の確立や、地域の実情に応じた処理体制(個別・広域連携等)の構築による適正処理・衛生環境といった安心な暮らしの維持確保といった観点が浮かび上がってくる。特に、地域の資源循環やエネルギーを活かした「しごと」の確保と地域経済循環の確立に関しては、例えば電力システム改革の進展によって新たな事業体組織として広がりつつある地域新電力事業などは、今後の地域経済循環の一つの基盤となる可能性も持っている。廃棄物処理システムを考える際に、地方創生に向けた地域づくりの観点を取り入れ、例えば地域の廃棄物をどのように動かすことがよいのか、回収したエネルギーをどのように活かしていくことがよいのか、主体的に考えていくことが重要と考えられる。

地方創生のキーワードと廃棄物処理システムの展望例(イメージ)



2) 情報通信

平成 30 年 7 月に公表された「未来をつかむ TECH 戦略とりまとめ案（情報通信審議会情報通信政策部会 IoT 新時代の未来づくり検討委員会）」では、人口減少、高齢化、長引く低成長等により 2030 年代までには経済や組織、インフラ福祉等の仕組みが立ち行かなくなる恐れがあるとの課題認識の一方で、猛スピードで進化するテクノロジーが 2030 年代までにはこれまで以上に既存の産業構造や人々の社会生活に大規模かつ非連続的な変革をもたらすことを想定し、2040 年までには実現したい社会の姿を設定し、そこから逆算するかたちで日本社会構造の ICT 導入による改革プランを提示している。

同戦略では、将来的なテクノロジーの進化を下図のように整理し、2040 年頃には AI が人の代役となる社会や、ヒトと機会が共存・協調する社会が想定されている。

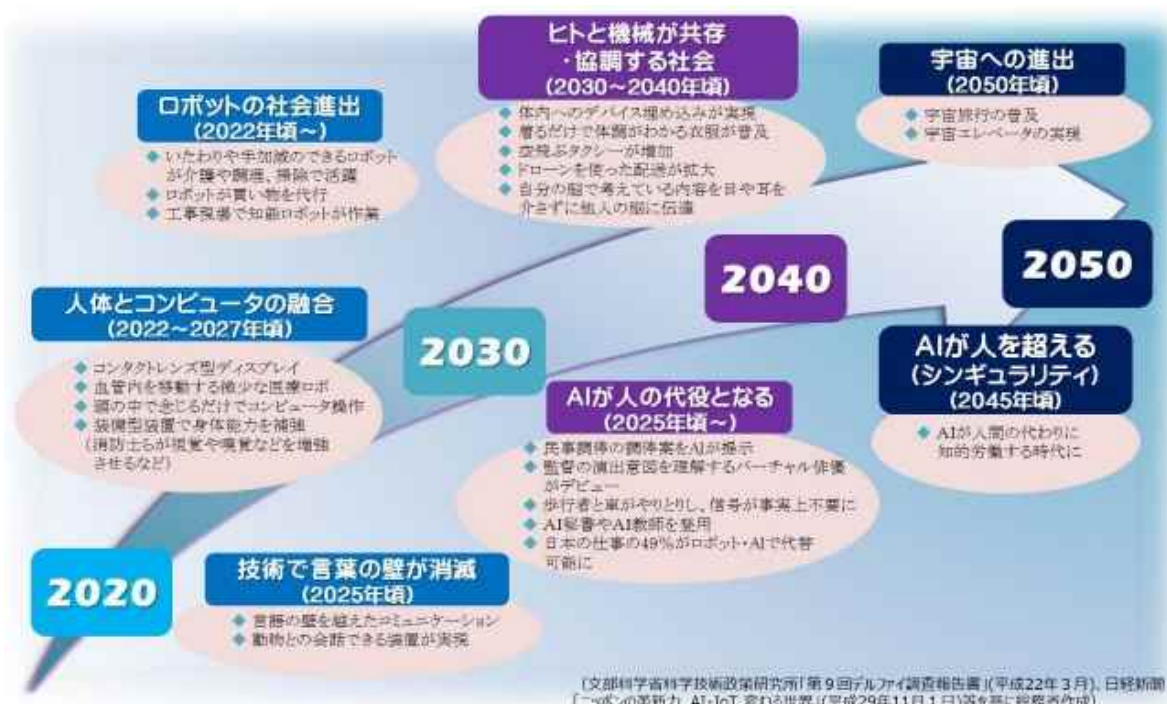


図 - 5 テクノロジーの今後の見通し (例)

出典) 未来をつかむ TECH 戦略とりまとめ案 (平成 30 年 7 月 情報通信審議会情報通信政策部会 IoT 新時代の未来づくり検討委員会)

こうしたテクノロジーの劇的な変化を踏まえたうえで、2040 年頃を目途に、どのような人づくり、地域づくり、産業づくりを目指していくのか、同戦略では、以下のコンセプトを提示してその戦略を策定している。

- 人づくり： 年齢・性別・障害の有無・国籍・所得等に関わりなく、誰もが多様な価値観やライフスタイルを持ちつつ、豊かな人生を享受できる「インクルーシブ (包摂)」の社会
- 地域づくり： 地域資源を集約・活用したコンパクト化と遠隔利用が可能なネットワーク化により、人口減でも繋がったコミュニティを維持し、新たな絆を創る「コネクティッド (連結)」の社会
- 産業づくり： 設計の変更を前提とした柔軟・即応のアプローチにより、技術革新や市場環境の変化に順応して発展する「トランスフォーム (変容)」の社会

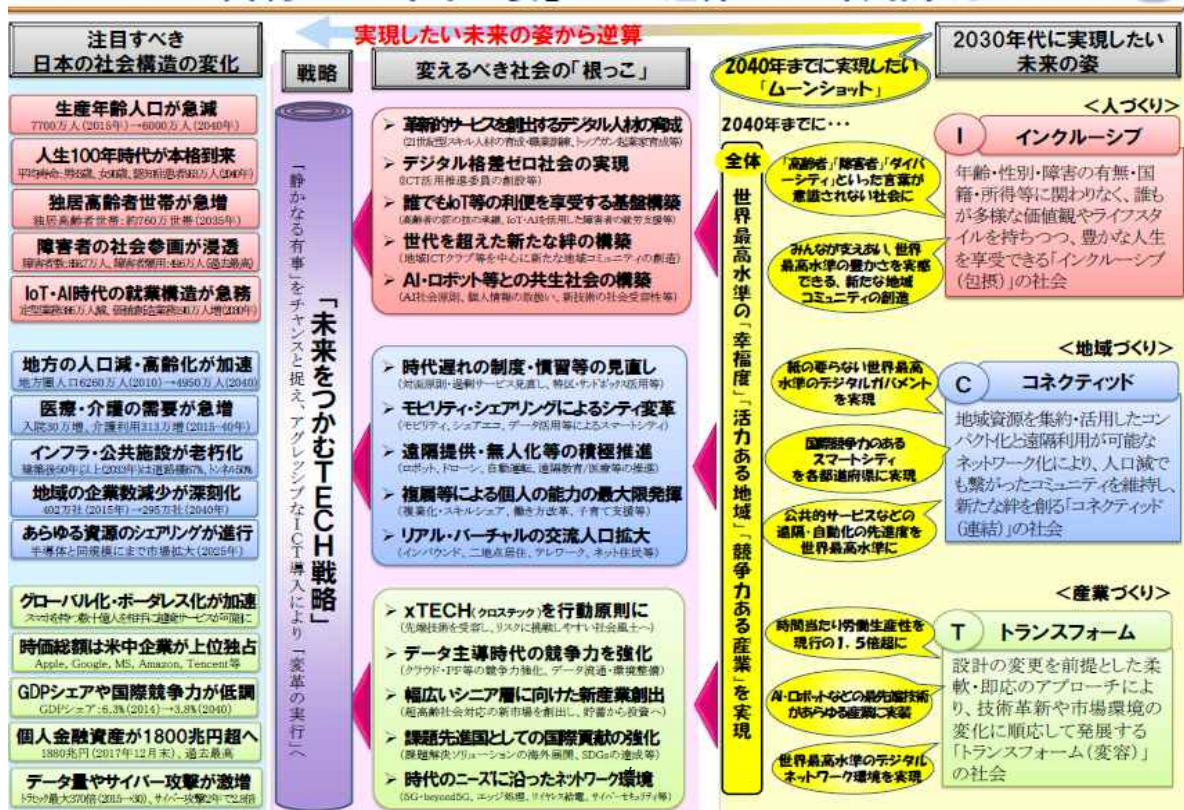
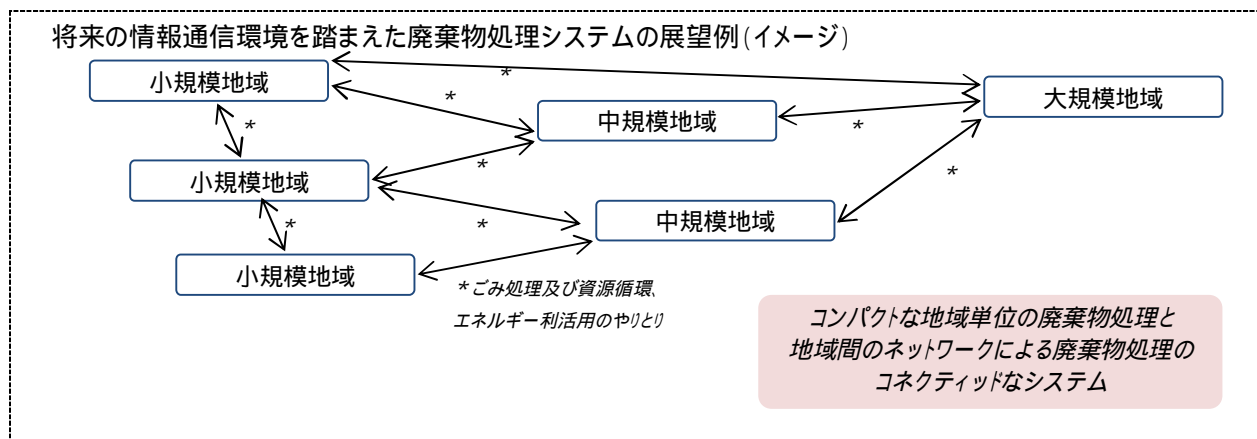


図 - 6 「実現したい未来の姿」からの逆算による戦略策定
 出典) 未来をつかむ TECH 戦略とりまとめ案 (平成 30 年 7 月 情報通信審議会情報通信政策部会 IoT 新時代の未来づくり検討委員会)

特に地域づくりにおいて示された「コンパクト化」と「ネットワーク化」による「コネクティッド (連結)」の社会づくりの方向性は、今後の廃棄物処理システムにおける資源循環・エネルギー利活用を考える上でもキーワードになると考えられる。



3) 産業構造

平成 29 年 5 月に策定された「新産業構造ビジョン(産業構造審議会新産業構造部会事務局)」では、IoT、ビッグデータ、AI、ロボット等の技術のブレークスルーにより、これまで実現不可能と思われていた社会の実現や、産業構造、就業構造の劇的な変化の可能性を念頭に、今後の技術革新による構造的課題の解決と、経済成長と一人ひとりの豊かな社会の実現に向けたビジョンを示している。

特に重要な基本戦略のポイントとして「リアルデータのプラットフォーム化」が挙げられており、例えば、健康・医療・介護、製造現場、自動車走行等、様々なリアルデータを価値ある形で利活用市、革新的製品・サービスの実現につなげることが重要としている。

これらを進める分野として、「移動する」、「生み出す・手に入れる」、「健康を維持する・生涯活躍する」、「暮らす」といった 4 つの分野が挙げられ、各々の分野について、データの利活用促進のためのルール作りや、人材育成、イノベーション環境の醸成、経済の新陳代謝の確保、社会保障の確保などを進めるとされている。



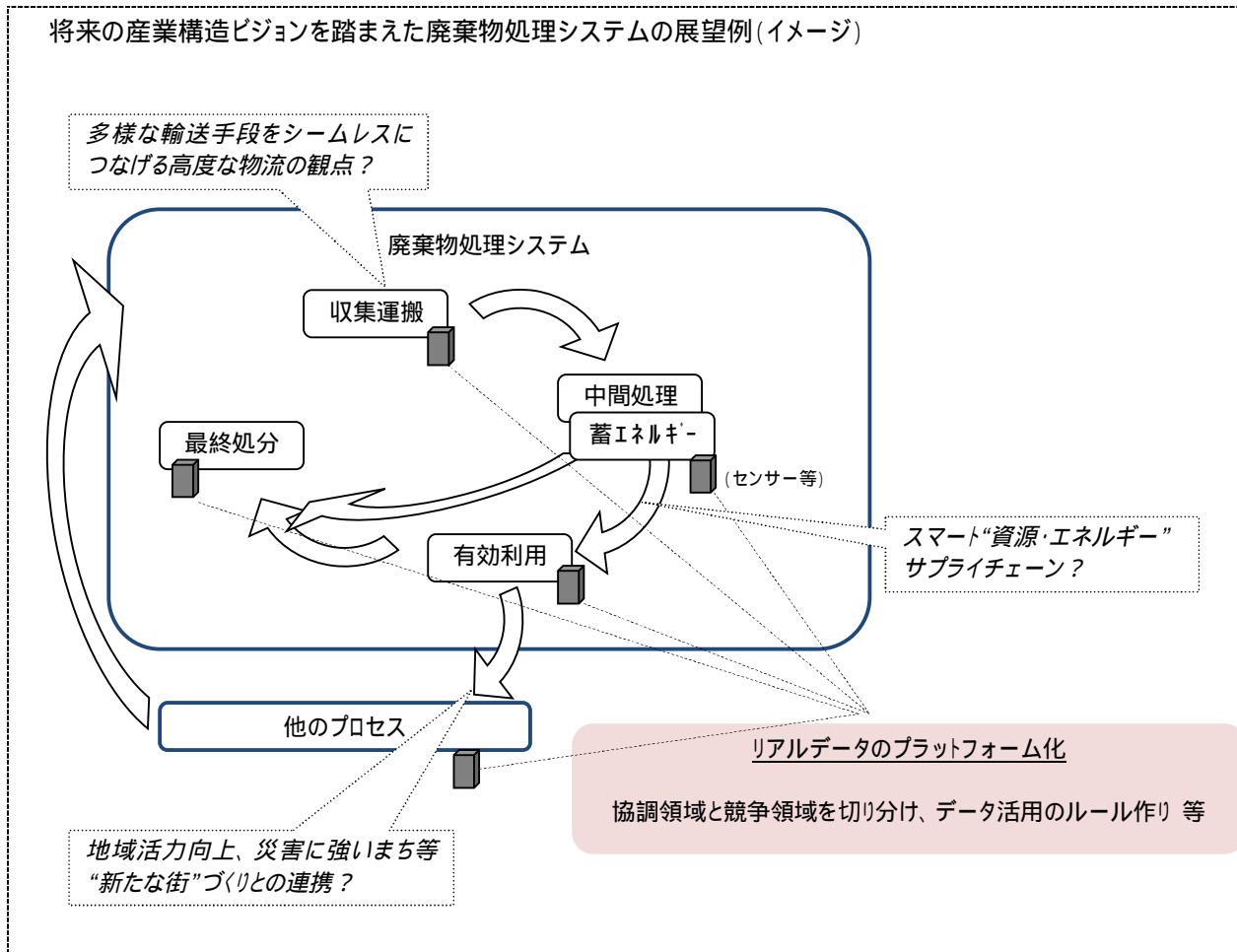
図 - 7 新産業構造ビジョンにおける基本的戦略の全体像

出典) 新産業構造ビジョン(平成 29 年 5 月 30 日 産業構造審議会新産業構造部会事務局)

廃棄物処理の観点では、廃棄物 = 地域資源の「移動」工程や、処理の過程で得られる資源・エネルギーを「生み出す」工程、資源・エネルギーを「暮らし」に役立てる工程の各々について、今後の技術革新への対応を図る必要があると考えられる。

廃棄物 = 地域資源の「移動」においては、自動走行システムやドローンの活用といった“多様な輸送手段をシームレスにつなげる高度な物流サービス”の実現といった社会の方向性を踏まえて、どのような収集運搬(輸送・搬送)の管理のあり方が考えられるか、資源・エネルギーを「生み出す・手

に入れる」工程では、スマートサプライチェーンの構築に向けた“工場や企業の枠を超えたサプライチェーン全体のデータ共有・活用”の方向性に沿って、どのような連携の仕方が考えられるか、「暮らし」への貢献の部分では、社会インフラの大規模更新の機会を捉えた“新たな街”づくりとどのように連携していくか、といった観点が重要になってくるものと考えられる。



4) 国土づくり

平成 26 年 7 月に策定された「国土のグランドデザイン 2050(国土交通省)」では、急激な人口減少、少子化、異次元の高齢化の進展、都市間競争の激化などグローバル化の進展、巨大災害の切迫、インフラの老朽化、食料・水・エネルギーの制約、ICT の劇的な進歩など技術革新の進展といった現状認識の下、2050 年を見据え、未来を切り開いていくための国土づくりの理念と考え方が示されている。

2050 年に目指すべき国土の姿として、実物空間と情報空間が融合した「対流促進型国土」の形成を柱として、大都市圏域における国際経済戦略都市の形成、地方圏域での小さな拠点の形成と都市間連携、大都市圏域と地方圏域を含めた広域ブロックの自立的発展といった構想が打ち出され、“コンパクト+スマート”による国土づくりが提唱されている。

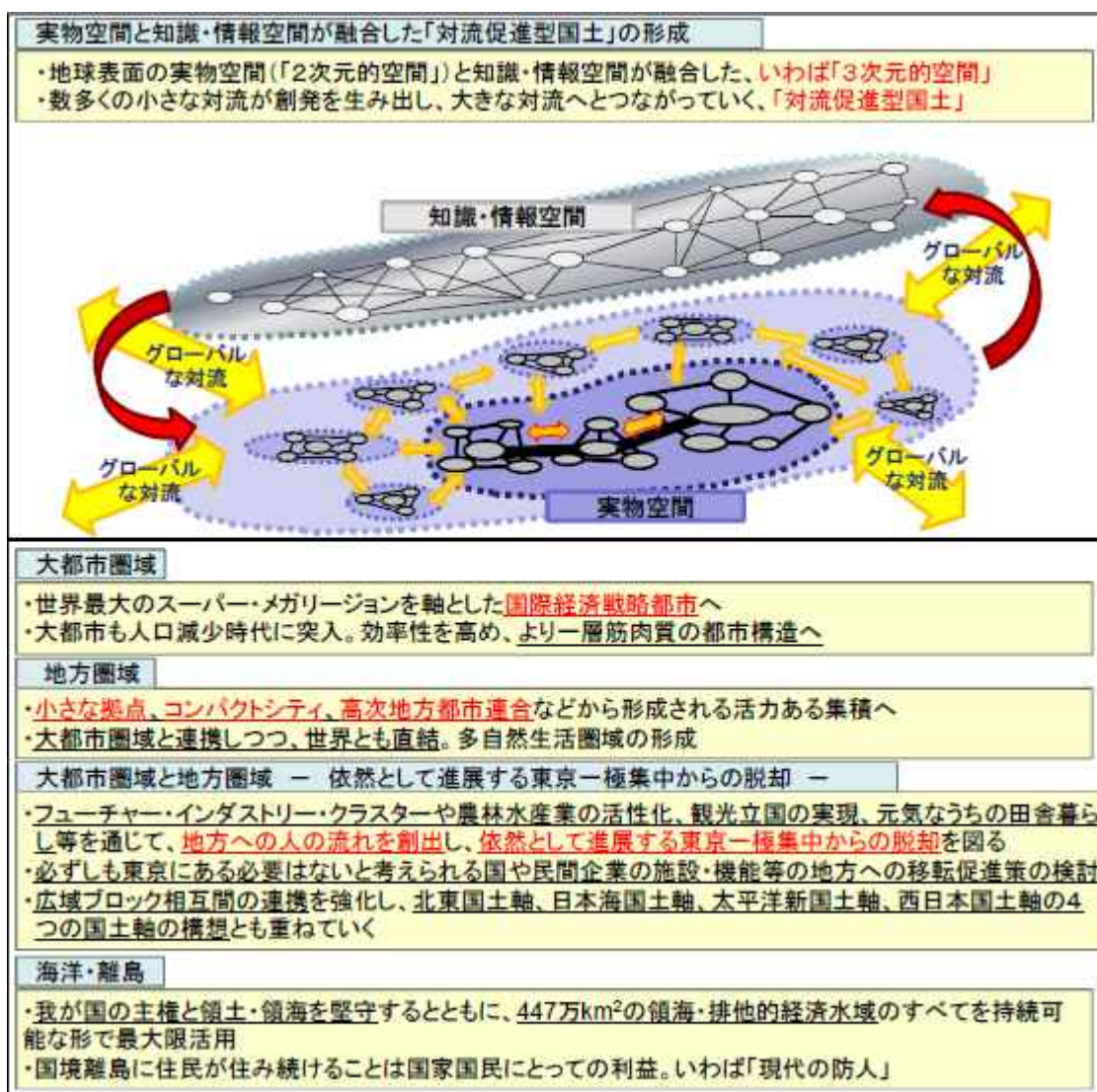
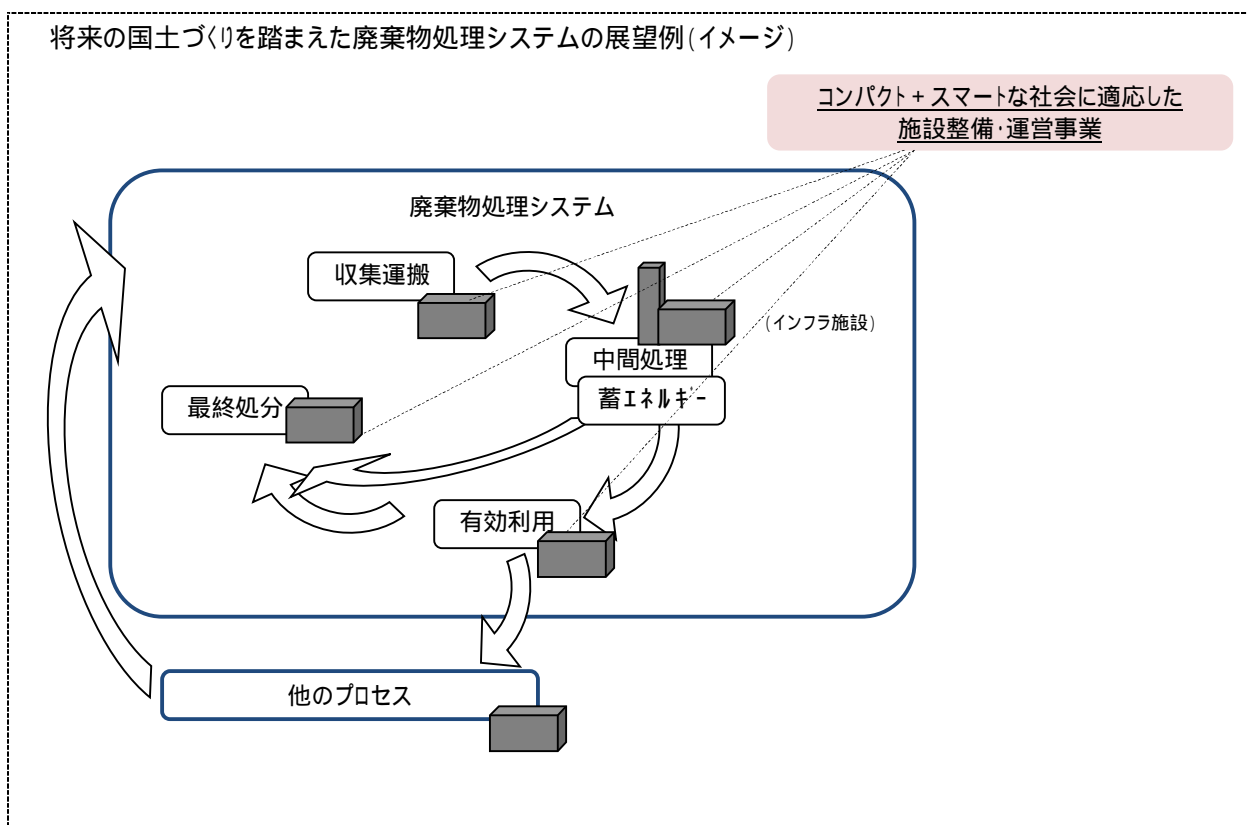


図 - 8 国土のグランドデザイン 2050 における目指すべき国土の姿
 出典) 国土のグランドデザイン 2050 (平成 26 年 7 月 国土交通省)

特に、既存インフラの整備・運営にあたっては、ネットワークの機能を高めること等を通じて国全体の生産性を向上させるよう、インフラを賢く使うことが重要とし、ICT 技術を活用した「スマート・

インフラ」を促進するとともに、民間活力や技術革新を取り込む社会を目指すため、PPP/PFI の活用推進とともに、コンセッション方式の対象拡大を図っていくことが挙げられている。

廃棄物処理システムにおいては、中間処理施設、最終処分場を中心としたインフラ施設を抱えており、これらの効率的な整備・運営がシステムの低炭素・省 CO₂ 化には欠かせない要素と考えられる。従来型の公設公営方式から、PFI/PPP の考え方に基づいた公設民営方式が広く採用されるようになり、一部では民設民営方式の事例も出てきている。コンパクト+スマートな国土づくりの中で、重要な都市インフラである廃棄物処理施設をどのような事業スキームで整備・運営していくことが求められるか、議論が必要と考えられる。



5) 農村整備

平成 27 年 10 月に策定された「人口減少社会における農村整備の手引き（人口減少社会に対応した農村整備研究会）」では、農山村地域において、条件の不利な中山間地域ほど、人口が大きく減少し、高齢化が進行するとの予測の下、日常生活に必要なサービスの困難化、農村コミュニティの衰退、働き口の減少など、地域の維持・存続への影響が危惧される一方で、農業・農村の価値の再認識、都市と農村を人々が行き交う「田園回帰」の動きが生まれつつあるとの現状認識の下、人口減少社会における農村整備の考え方が示されている。

同手引きでは、人口減少社会に向けた必要な対策として、人を呼び込む移住・定住対策、産業の基盤を作る農業生産基盤の整備と地域内経済循環の向上策、暮らしの基盤を作る農村機能の集約とネットワークの強化策、地域で考え地域で支えるための地域運営組織の育成と連携が挙げられている。



図 - 9 人口減少社会における農村整備の考え方

出典) 人口減少社会における農村整備の手引き (平成 27 年 10 月 人口減少社会に対応した農村整備研究会)

特に地域で考え、地域で支えるための地域運営組織の育成と連携においては、地域の人々が、過疎化や高齢化の進展による地域存続への危機感、小学校や診療所の統廃合等による地域サービスの低下の懸念等を契機として、自ら、地域の課題解決に向けた取組を持続的に実践する組織である地域運営組織を立ち上げている取組を紹介し、例えば、従来の自治会や町内会などの自治組織を発展させた組織、集落営農、農産物直売所等の農業生産活動やソーシャル・ビジネス等の事業を基盤として発展させた組織、中山間地域等直接支払制度や多面的機能支払制度などの活動組織などの事例が紹介されている。

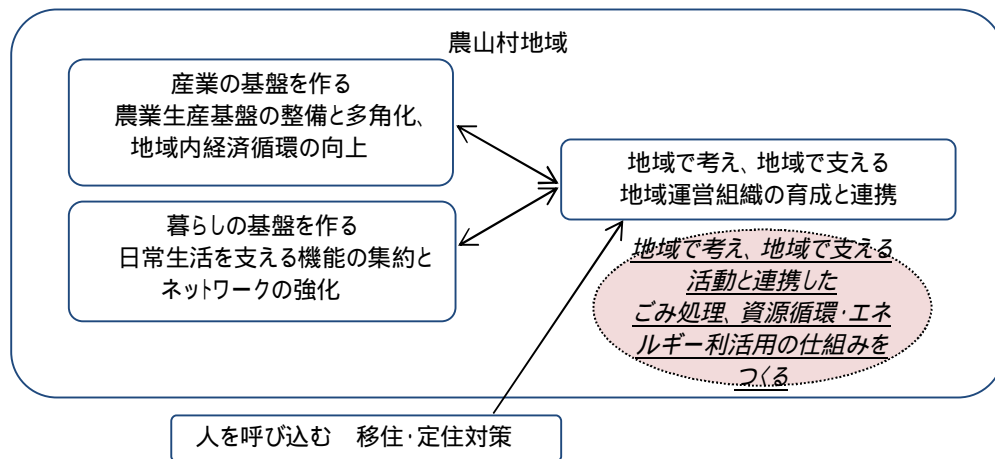
	名称	組織形態	組織数	組織の範囲	主な活動
新潟県 上越市	農業振興会	任意団体 (農業活動を基盤)	12	小学校区 (現・複数)	・日本型直接支払の事務手続き ・農事組合法人設立 ・庭先集荷サービス ・生活支援サービス
広島県 東広島市 小田地区	共和の郷・小田	認可地縁団体(集落営農と一体)	1	旧小学校区	・情報誌の発行 ・日本型直接支払 ・農産物品評会 ・声かけ、見守り
島根県 雲南市	地域運営組織	任意団体 (自治組織を基盤)	43	小学校区 (旧・現)等	・直売所、農家レストラン運営 ・見守り・助け合い活動 ・都市農村交流等
島根県 雲南市	(株)吉田ふるさと村	株式会社		旧村	・農産物の開発・製造・販売 ・水道事業(管理・工事) ・地域バス運転業務 ・観光事業

図 - 10 地域運営組織の取組事例

出典) 人口減少社会における農村整備の手引き (平成 27 年 10 月 人口減少社会に対応した農村整備研究会)

廃棄物処理の観点では、各家庭の生活、事業所活動と切っても切れないごみの問題を、地域運営組織との連携によって対応したり、廃棄物系バイオマスとしての利活用によって、地域の農業との連携を図るなどの観点が考えられる。

将来の農村整備の考え方を踏まえた廃棄物処理システムの展望例(イメージ)



6) 労働環境

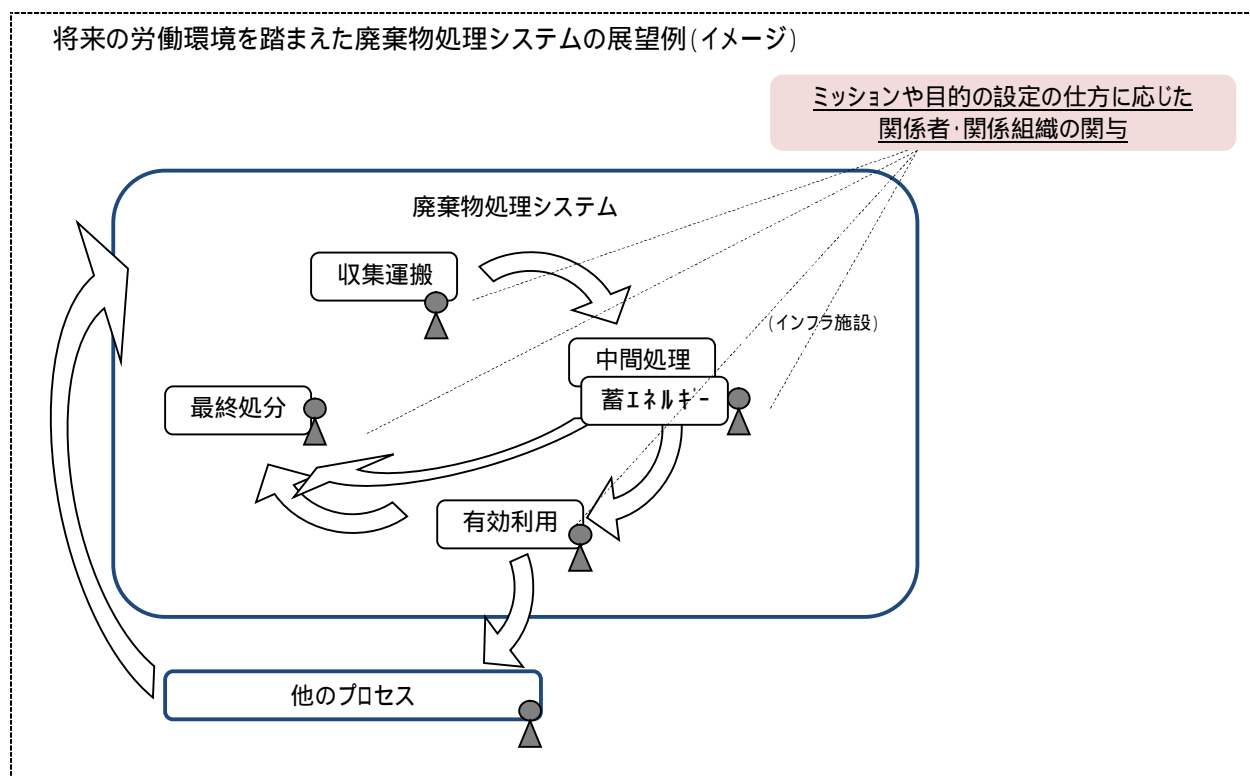
平成 28 年 8 月にまとめられた「働き方の未来 2035 報告書（「働き方の未来 2035：一人ひとりが輝くために」懇談会）では、少子化、高齢化による人口減少、労働力人口の減少、加えて地方は過疎化という大きな課題に直面する中で、女性、男性、若者、高齢者、障害や難病のある人、失敗した人など、誰にも出番と役割があり、働きがいや生きがいを感じることができる社会をつくる必要性があることに鑑み、一人ひとりの個性と変化のあるライフステージに応じた多様な働き方が共存し選択できる社会の実現に向けた提言が取りまとめられている。

本報告書では、2035 年の社会について、少子高齢化社会への対応と技術革新のインパクト（センサー、VR、移動医術、AI）を踏まえることの必要性を指摘した上で、“時間や空間にしばられない働き方”、“自由な働き方の増加が企業組織を変える”、“働く人が働くスタイルを選択する”、“働き方の変化がコミュニティのあり方を変える”といったテーマを設定して、各々の考え方を示している。

特に、“自由な働き方の増加が企業組織を変える”、“働く人が働くスタイルを選択する”といったテーマでは、企業組織が人を抱え込む「正社員」スタイルから、個々のミッションや目的に応じたプロジェクト型の組織や働き方に変化していくことが示唆されている。

廃棄物処理システムにおいては、中間処理、有効利用、最終処分といった個々のプロセスに応じて担う主体や組織が配置されているが、ミッションや目的の設定の仕方によっては、プロセスを横断的にカバーするプロジェクトが成立する可能性もあり、廃棄物処理システムにおける組織の関わり方や関係者の働き方も、少しずつ変化をしていく可能性も考えられる。

将来の労働環境を踏まえた廃棄物処理システムの展望例(イメージ)



(3) 2030 年、2050 年の社会の姿と廃棄物処理システム

1) 2030 年、2050 年の社会の姿を踏まえた廃棄物処理システムの展望

前項(1)及び(2)において、様々な分野の 2030 年、2050 年を見据えた将来ビジョン等を参照し、これらの動向を踏まえた廃棄物処理システムの展望について検討を行った。

各分野の将来社会の姿に関するキーワードと、廃棄物処理システムの展望について改めて下表に整理した。

表 - 1 各分野の将来社会の姿と廃棄物処理システムの展望例

分野	将来社会のキーワード	廃棄物処理システムの展望例	
気候変動対策	長期低炭素ビジョン	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 脱炭素投資、低炭素型製品・サービス ▶ 低炭素電源 9 割以上 ▶ コンパクト化した地域・都市での自立分散型エネルギー 	地域のエネルギーセンター化 (エネルギー回収効率の向上、廃棄物系バイオマスの利活用、廃棄物エネルギーの地域徹底活用)
	エネルギー・環境イノベーション戦略	<ul style="list-style-type: none"> ▶ ICT 技術によるネットワーク化、最適化 ▶ 革新的センサーの開発 ▶ 蓄エネルギー技術の進展 ▶ CO2 固定化・有効利用の促進 	処理システムの各工程の情報ネットワーク技術による資源循環・エネルギー利活用の最適化
社会経済の変化	地方創生	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 地方での「しごと」の創出 ▶ 地方への新しい「ひと」の流れ ▶ 時代に合った地域づくり、安心な暮らし ▶ 地域と地域の連携 	地域づくりと連携したごみ処理、資源循環・エネルギー利活用
	情報通信	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 誰もが豊かな人生を享受できる「インクルーシブ(包摂)」の社会 ▶ 「コンパクト化」と「ネットワーク化」による「コネクティッド(連結)」の社会 ▶ 技術革新や市場環境の変化に順応して発展する「トランスフォーム(変容)」の社会 	コンパクトな地域単位の廃棄物処理と、地域間のネットワークによる廃棄物処理のコネクティッドなシステム
	産業構造	<ul style="list-style-type: none"> ▶ リアルデータのプラットフォーム化(「移動する」、「生み出す・手に入れる」、「健康を維持する・生涯活躍する」、「暮らす」の各分野におけるデータ活用) 	廃棄物処理システムの各プロセスのリアルデータのプラットフォーム化
	国土づくり	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 実物空間と情報空間が融合した「対流促進型国土」の形成 ▶ “コンパクト+スマート”による国土づくり 	コンパクト+スマートな社会に適応した施設整備・運営事業のあり方
	農村整備	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 産業及び暮らしの基盤を作る ▶ 人を呼び込む(移住・定住) ▶ 地域で考え、地域で支える 	地域で考え、地域で支える活動(地域運営組織等)と連携したごみ処理、資源循環・エネルギー利活用のあり方
	労働環境	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 一人ひとりの個性と変化のあるライフステージに応じた多様な働き方が共存し選択できる社会 	ミッションや目的の設定に応じたプロジェクト型の組織・働き方との関連

いずれの分野にも共通するのは、コンパクト化、ネットワーク化、スマート化といったキーワードであり、ICT 等の技術革新を背景として、大胆な都市機能の集約化・連携強化等を図ることが謳われ

ている。また、ここに地方創生や農山村地域の課題解決等の観点を加えることで、地域経済循環の確立や、地域で考え地域で支える体制づくりといったキーワードも加わり、人口減少社会の中での小規模都市固有の課題への対応にも資することとなる。

こうした将来社会の姿に対応した低炭素・省CO₂型の廃棄物処理システムについて、ここでは、各分野の社会像が廃棄物処理システムにも浸透することを念頭に展望例を検討した。その結果、個々の処理単位（収集～中間処理等の資源循環範囲）で地域の特性（都市特性、廃棄物系バイオマス利活用の可能性等）に応じた処理体制を構築し、それらが複数連携（ネットワーク化）することにより、ごみ処理及び資源循環・エネルギー利活用の観点から最適化（低炭素・省CO₂化、地域のエネルギーセンター機能を内包）が図られるシステム像が想定された。これらのシステムを形づくる背景として、ICT等のネットワーク技術の活用や処理システムに関わる様々な主体との連携などを確保することにより、地域に根差した効率的・効果的なシステム構築と地域への貢献につながることを期待される。

以上の検討結果を基に、2030年、2050年に向けた社会経済と廃棄物処理システムの技術要素と将来像の展開イメージを次図に示す。現在、中間処理プロセスの中心となっている焼却施設は、2030年前後に更新のピークを迎えることから、その機会を捉えて様々な施策を展開していくことが考えられる。

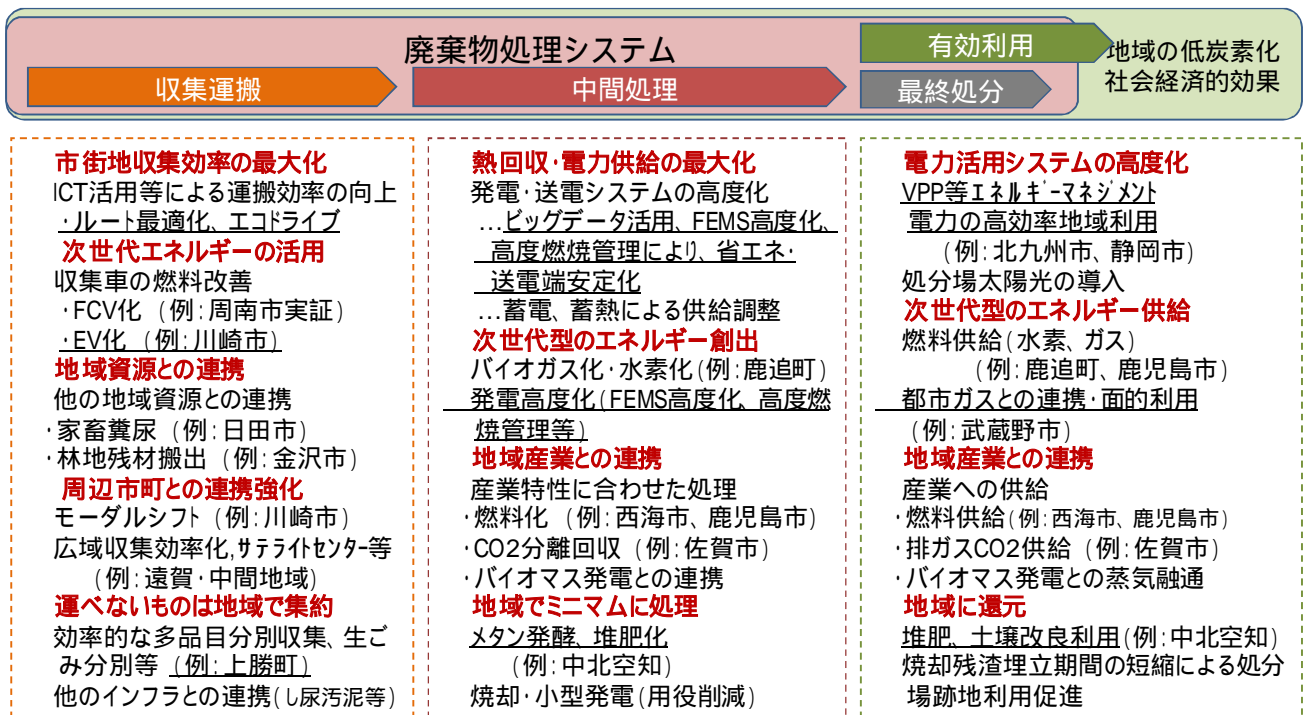


図 - 1 1 現状と将来社会の姿を踏まえた低炭素・省CO₂型処理システムの技術メニュー例

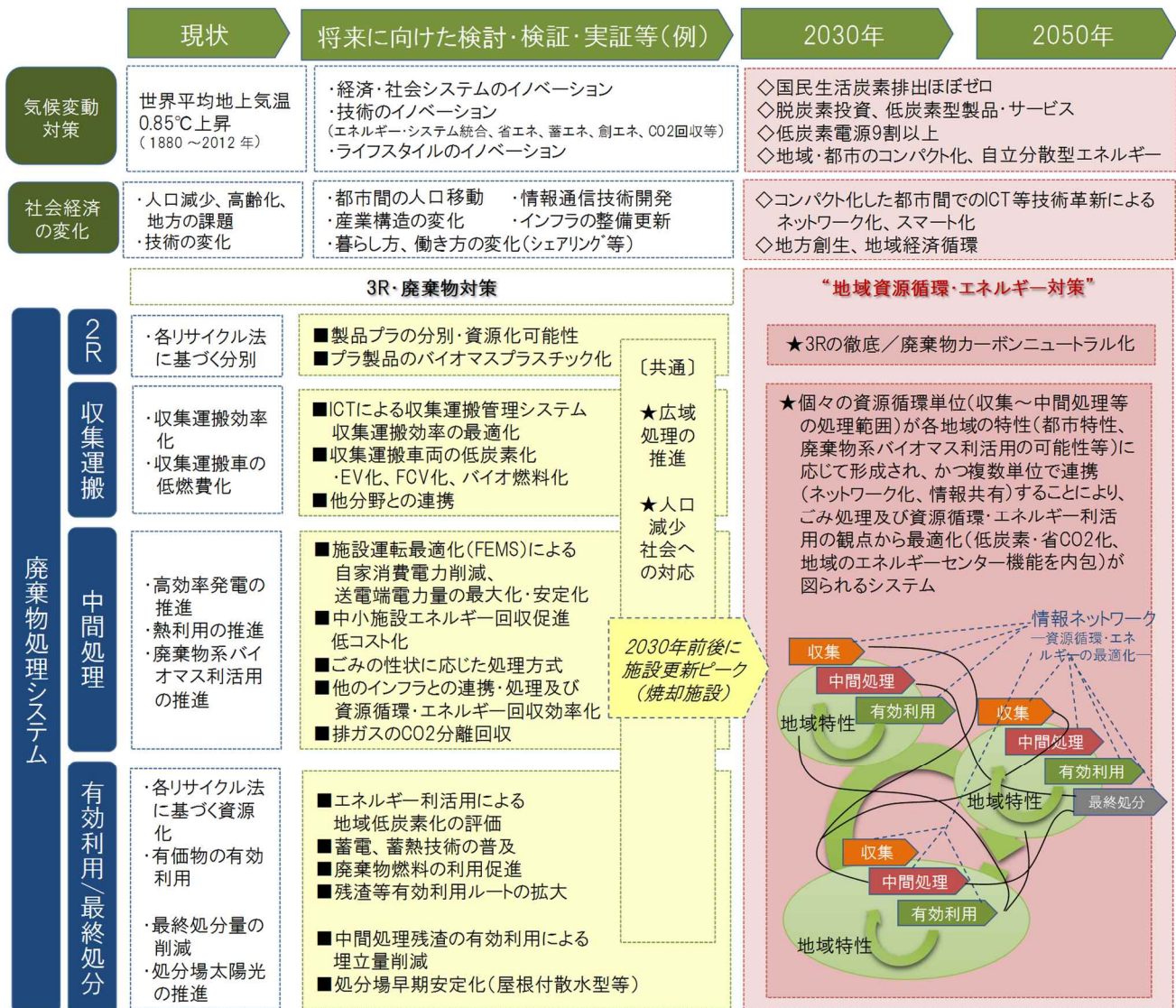


図 - 1 2 各分野の将来社会の姿を踏まえた廃棄物処理システムの展開イメージ例

2. 将来的な低炭素・省 CO₂ 型廃棄物処理システムの検討

(1) 将来的な低炭素・省 CO₂ 型廃棄物処理システムの要件等

1) 必要な技術的、社会経済的要素

将来の低炭素・省 CO₂ 型廃棄物処理システムにおいては、処理システムの各工程の効率化と、様々な断面における要素転換（素材転換）が進むとともに、社会経済の変化との相互作用（影響、付加価値創出）といった要素が重層的に組み合わさったシステムになることが想定される。

以上の要素を盛り込んだ将来システムの「基本フロー素案」を下図に示す。

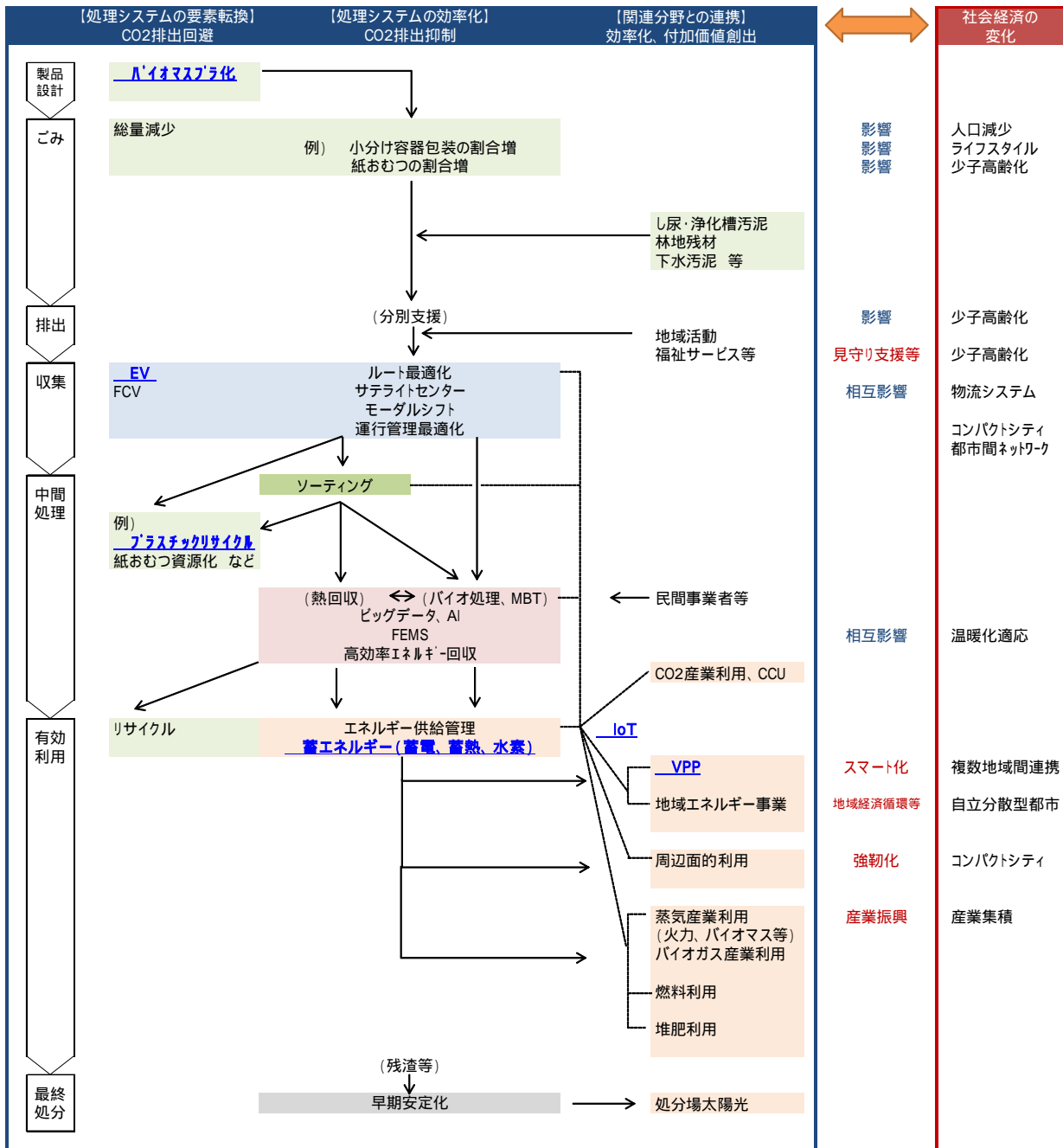


図 - 1 3 将来的な低炭素・省 CO₂ 型廃棄物処理システムの基本フロー素案

技術的側面

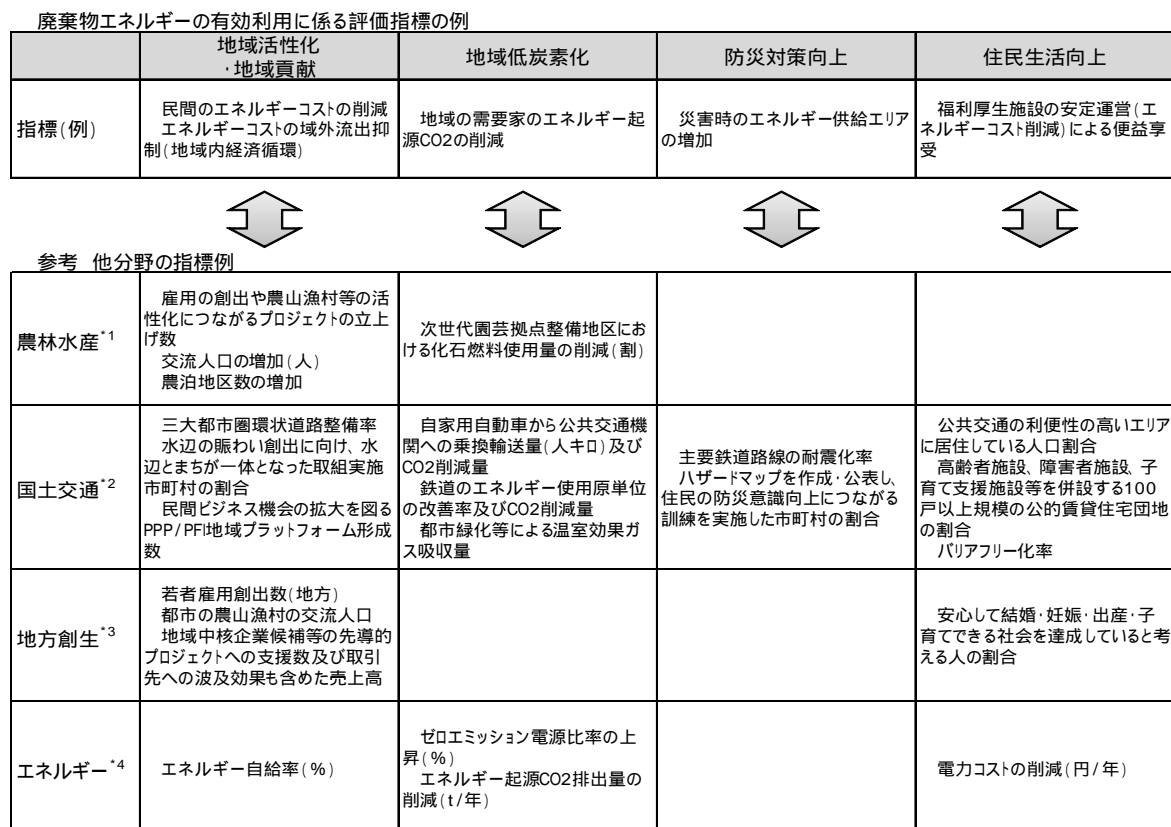
技術的側面としては、バイオマスプラスチックの普及や、EVの普及といった要素転換に加えて、各処理システムの工程における効率化技術、さらに各工程間やシステム全体を調整する機能を有するIoTシステムなどが考えられる。

各々の普及見通し等は、前項において概観したとおりであり、2030年、2050年を目途に、様々な技術革新が起こりうることを想定した上で、今後の廃棄物処理システムを考えていく必要がある。

社会経済的側面

「平成29年度廃棄物エネルギー利活用計画策定検討調査」では、廃棄物エネルギーの有効利用を通じた社会経済的效果として、「地域活性化・地域貢献効果」、「地域低炭素化効果」、「行政コスト削減効果」、「防災対策向上効果」、「住民生活向上効果」といった指標を提示し、モデル事業等を通して当該指標による事業評価が試みられている。

今後の低炭素・省CO₂型廃棄物処理システムは、社会経済の変化と密接な関係性を有するものであり、回収した資源・エネルギーを地域に還元することによる付加価値創出といった側面まで期待されている現状を鑑みると、例えば下図のような他分野と連携した評価指標を設定し、幅広い観点からシステムの効果を見ていく必要があると考えられる。



*1 農林水産業・地域の活力創造プラン(H30.6地域の活力創造本部決定)

*2 環境行動計画(H29.3社会資本整備審議会環境部会・交通政策審議会交通体系分科会環境部会)、第4次社会資本整備重点計画(H27.9閣議決定)

*3 まち・ひと・しごと創造総合戦略(H28.12閣議決定)

*4 第5次エネルギー基本計画(H30.7閣議決定)

図 - 14 廃棄物処理システムにおける社会経済的付加価値と関連他分野における評価指標との関係性(例)

事業スキームの側面

資源循環を中心とした持続可能な社会の実現とともに、将来的な地域への価値創出も念頭にした低炭素・省CO₂型廃棄物処理システムを普及していくにあたっては、どのような主体がどのような役割を担っていくのか、事業スキームの観点から今後のあり方等を検討していく必要がある。

現状における廃棄物処理施設の運営事業スキームや、近年の電力システム改革を通して形成されてきた地域新電力事業のスキームは、おおよそ表 - 2 及び表 - 3 のように整理される。

表 - 2 熱回収施設の整備・運営事業における事業方式例

熱回収施設の整備・運営事業における事業方式の特徴							
運営形態	従来方式 (公設公営)	DBO方式	PFI方式			第三セクター方式	
		(Design Build Operate) 設計・建設・運営	BTO方式 (Build Transfer Operate) 建設・譲渡・運営	BOT方式 (Build Operate Transfer) 建設・運営・譲渡	BOO方式 (Build Own Operate) 建設・所有・運営		
事業主体	所有権	公共	公共	民間	民間	民間	民間
	施設建設	公共	公共	民間	民間	民間	民間
	施設運営	公共	公共	公共	民間	民間	民間
	特別目的会社等への出資者		民間 ¹	民間	民間	民間	民間/公共 ²
	資金調達 ³	公共	公共	民間	民間	民間	民間
	設計・建設	公共	民間/公共	民間	民間	民間	民間
特徴	運営	公共	民間	民間	民間	民間	民間
	施設撤去	公共	公共	公共	公共	民間	民間
メリット	公共が資金調達を行い、公共の施設として民間は性能仕様を満たすように施設の設計・建設を行う。施設の運営維持管理は公共が行う。	公共の資金調達で、民間(公共も関与)が施設を設計・建設し、民間が運営を行う。民間は公共から支払われる運営委託費で施設を運営する。	民間が施設を建設、施設竣工後に公共へ所有権が移転(使用権は民間)、契約に定められたリスク分担に基づいて民間が運営を行う。民間は公共から支払われる運営委託費で施設を運営する。	民間が施設を建設後、施設の維持・運営管理を行い、事業期間終了後に施設の所有権を公共に無償または有償で譲渡を行う。民間は公共から支払われる運営委託費で施設を運営する。	民間が施設を建設後、施設の維持・運営管理を行い、事業期間終了後に原則民間事業者が施設を撤去、又は施設を所有し続ける。民間は公共から支払われる運営委託費で施設を運営する。	公共と民間との共同出資により設立された経営事業体(第三セクター)が資金調達、施設等の設計・建設・運営を行う。	
	公共主体の事業管理により、政策的な変更柔軟に対応が可能。現職員の雇用採用も可能なため、業務実績・経験が活かせる。現職員の雇用が確保しやすい。従来からの発注手続き、事業マネジメント手法が活かせるため、導入に際しての手続きはPFI手法よりも推進しやすい傾向がある。	公共は運営を民間に一任することで、業務の効率化が図られ、行政の事業全体コストの削減効果が発揮される傾向がある。公共は運営期間中のトラブルまたは排ガス基準値の超過などに対して、契約書に基づきリスク分担を行うことで、従来方式に比べ事業リスクの軽減が可能。	公共は運営を民間に一任することで、業務の効率化が図られ、行政の事業全体コストの削減効果が発揮される傾向がある。公共は運営期間中のトラブルまたは排ガス基準値の超過などに対して、契約書に基づきリスク分担を行うことで、従来方式に比べ事業リスクの軽減が可能。	公共は運営を民間に一任することで、業務の効率化が図られ、行政の事業全体コストの削減効果が発揮される傾向がある。公共は運営期間中のトラブルまたは排ガス基準値の超過などに対して、契約書に基づきリスク分担を行うことで、従来方式に比べ事業リスクの軽減が可能。	公共は運営を民間に一任することで、業務の効率化が図られ、行政の事業全体コストの削減効果が発揮される傾向がある。公共は運営期間中のトラブルまたは排ガス基準値の超過などに対して、契約書に基づきリスク分担を行うことで、従来方式に比べ事業リスクの軽減が可能。	公共は運営を民間に一任することで、業務の効率化が図られ、行政の事業全体コストの削減効果が発揮される傾向がある。公共は運営期間中のトラブルまたは排ガス基準値の超過などに対して、契約書に基づきリスク分担を行うことで、従来方式に比べ事業リスクの軽減が可能。	
	運転委託の場合は、単年度ごとの契約となるのが通例であるため、年度ごとの維持補修費の平準化が図りにくく、長期的な施設運営を考慮した効率的な運営(維持管理)が行いにくい傾向がある。	事業の健全性等の確認は公共のみが行うため、PFI方式と比較するとチェックが緩くなる可能性が有る。	資金調達は民間事業者が行うため、公共が調達する方式と比較すると、金利負担がかかる。	資金調達は民間事業者が行うため、公共が調達する方式と比較すると、金利負担がかかる。	資金調達は民間事業者が行うため、公共が調達する方式と比較すると、金利負担がかかる。施設の所有権を民間が有しているため、固定資産税などの負担が生じる。	資金調達は民間事業者が行うため、公共が調達する方式と比較すると、金利負担がかかる。施設の所有権を民間が有しているため、固定資産税などの負担が生じる。	
導入事例	世田谷工場(東京都)、品川工場(東京都)、太田清掃工場(東京都)、王禅寺処理センター(神奈川県)、東淀工場(大阪府)など	クリーンプラザふじみ(東京都)、平塚市環境事業センター(神奈川県)、立谷川エネルギー回収施設(山形県)など	名古屋工場(愛知県)、富士山エコパーク(静岡県)など	益田地区広域クリーンセンター(島根県)	大館クリーンセンター(秋田県)、水島エコワークス(岡山県)	かずさクリーンシステム(千葉県)	

1 特別目的会社(SPC)を設立する場合のみ
2 第三セクターへの出資を指す
3 建設費は循環型社会形成推進交付金等の対象、一部地方債の利用が可能

¹PFI事業導入の手引き(内閣府2005)、に基づいて(一財)日本環境衛生センターが作成

表 - 3 エネルギー関連事業の事業スキーム例

熱エネルギー利用形態	地域新電力		熱供給事業者	参考) シュタットベルケ
	民間出資	自治体出資		
概念図				
特徴	主に地域内の需要家に電力を供給する小売電気事業者を指す。電力の地産地消と、地域内の資金循環が可能。ごみ発電をベース電源とする場合、市場調達リスクを抑えた運営が可能。	主に地域内の需要家に電力を供給する小売電気事業者で、公共が出資を行っているものを指す。公共の出資割合に応じて、会社に対する行政のガバナンスが効く。ごみ発電をベース電源とする場合、市場調達リスクを抑えた運営が可能。	地域の熱需要に対して、自ら調達した熱(蒸気等)を供給するものである。熱供給規模が21GJ/h以上となる場合は、熱供給事業法の適用を受け、一部供給義務及び料金規制が課される。熱回収施設を熱源とする場合、利用される焼却排熱は、主としてボイラ蒸気、タービン抽気蒸気、ターボイン排気蒸気等が利用され、地域の熱需要に応じて温水や冷水に変換されて需要家に供給される。	公共が出資を行い電気(発電、送配電、小売)、熱供給、ガス、廃棄物処理、交通、その他市民サービスなどの複数分野の地域サービスを提供する公益事業体を目指す。ドイツのシュタットベルケをモデルケースとして、日本での展開を目指す事例も存在する。
メリット	民間が主体で経営しているため、行政の事業リスクはほとんど発生しない。民間の独自性による運営が可能。	事業運営に対する行政の影響力が確保されるため、公共性の高いサービス展開が可能。(エネルギーを中心とした環境学習支援など、他の行政施策との相乗効果が期待できる)民間と比べ、資金調達が容易。供給間の契約確保が比較的容易	需要家は熱源機器の台数が削減できるため、居室スペースの創出、屋外設備の集約が可能(建物デザインの自由度の向上など)	事業の活動範囲を地元限定しているため、地元ニーズに応えるため、地元に対して雇用機会を創出することで地元住民からの支持を得ることで中長期的な利益に繋がる。公共インフラ・公益サービスを総合提供を行うことで、低収益事業が赤字の場合でも、利益補てんが可能(経営の安定化)
デメリット	事業運営に対する行政の影響力は限定的。需給間の契約確保が難しい場合がある。公共出資と比べて資金調達が難しい場合がある。	行政の事業リスクが発生する。事業方針の決定等にあたって、行政の意思決定に時間を要する場合がある。	熱源設備の設置、配管の敷設などインフラコストが大きい。熱回収施設が停止している際には、熱供給を行えないため、予備ボイラなどを設けるなどのバックアップが必要。供給できる需要家の範囲が限定的となる。(距離の制約)	地域の需要家に対応する再生可能エネルギー電源の増大や送配電線の拡張などが必要となる。市場の卸電力価格などが低下した場合、事業破綻につながるリスクがある。
事例	ごみ焼却施設のプラントメーカー系新電力として、日立造船株式会社、アーバンエナジー、タクマエナジー、新日鉄住金エンジニアリング株式会社、在原環境プラント株式会社などがある。	東京エコサービス(東京都)、株式会社北九州パワー(福岡県)、株式会社とっとり新電力(鳥取県)、株式会社浜松新電力(静岡県)、いまま市民パワー株式会社(奈良県)、株式会社とろざわ未来電力(埼玉県)など	東京熱供給株式会社(東京都)、東京臨海熱供給株式会社(東京都)、株式会社千葉ニュータウンセンター(千葉県)、北海道地域暖房株式会社(北海道)	みやまスマートエネルギー(福岡県)

¹平成27年度廃棄物発電の高度化支援事業委託業務報告書(2015,環境省)、「今後のごみ発電のあり方研究会(2018,一財)日本環境衛生センター」及び「(一社)日本熱供給事業協会HP」及び「各種インターネット資料」に基づいて「(一財)日本環境衛生センター」が作成

一方、廃棄物の適正処理という従来からの事業価値と併せて、回収される資源やエネルギーの利活用による社会経済的価値を高めていく観点からは、ごみ処理事業が地域エネルギー事業や資源循環事業との連携を深め、相互に連携した事業スキームを形成していくことも一つの方向性になり得るものと考えられる。

現状、ごみ処理施設(熱回収施設)を運営するSPCと関連のある新電力会社(小売電気事業者)が、ごみ発電電力の地産地消を担うケースが多く出てきており、基本的な事業スキームは次図のようになる。ごみ処理事業+地域新電力事業のような連携事業の効果、付加価値を高めていくために、このような事業スキームをどう展開していくことが有用か、将来的な社会経済の変化も念頭に置きながら検討していく必要がある。

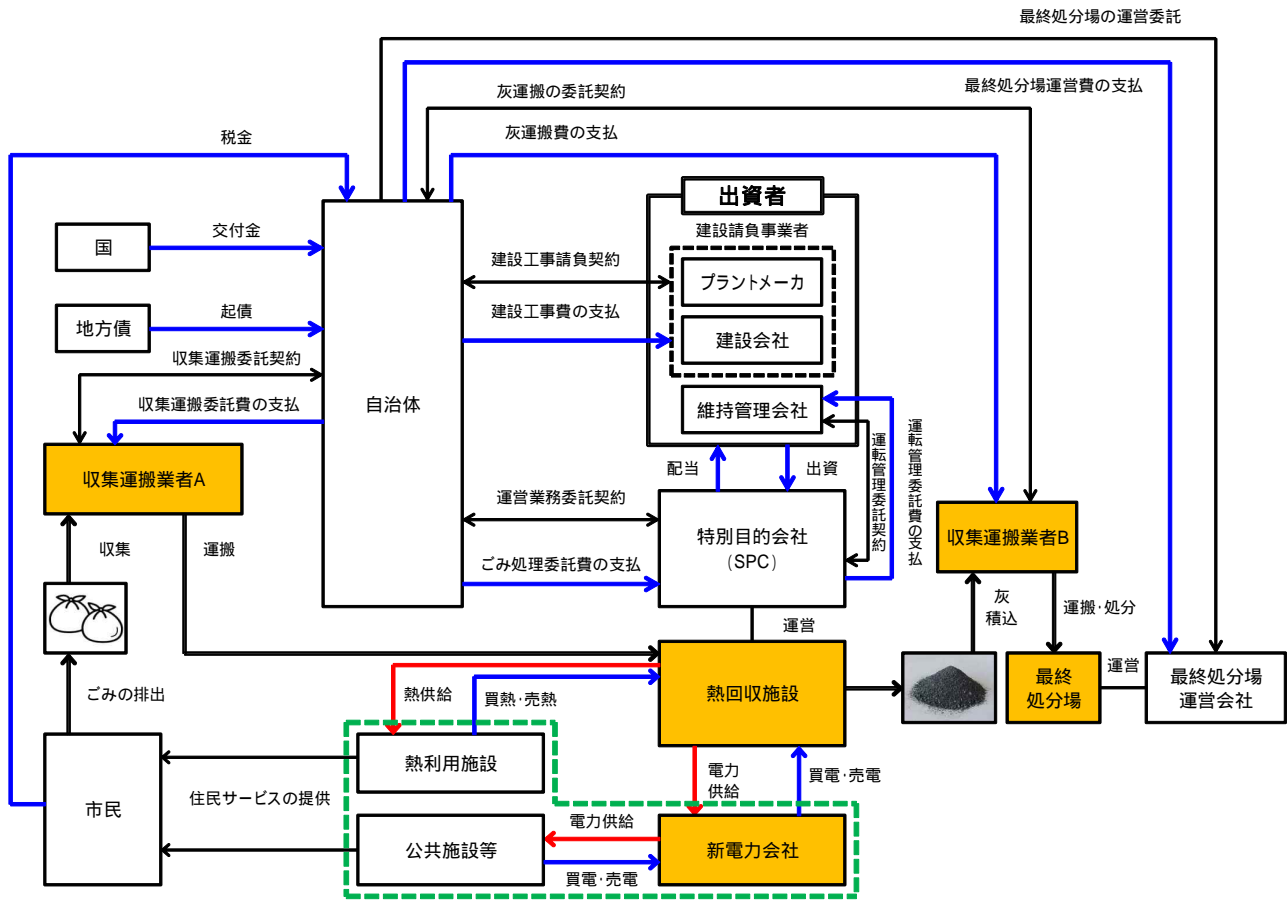


図 - 1 5 ごみ処理事業 + 地域新電力事業との連携事業スキーム (イメージ)
(SPC を設置する DBO 事業の場合)

他のインフラとの連携

ア．し尿処理との連携

現行の焼却施設では、3割程度(2016年度時点)でし尿処理残渣を受け入れている(環境省一般廃棄物処理実態調査より)。

今後、特に小規模都市等では、財政効率化の観点も含めて、ごみ処理とし尿処理とを連携して進めていくことも有効な選択肢の一つになると考えられる。

イ．産廃処理との連携

現行の焼却施設では、1割程度(2016年度時点)で併せ産廃処理を実施している(環境省一般廃棄物処理実態調査より)。

地域の静脈資源を効率的・効果的に処理及びエネルギー回収する観点から、将来的な廃棄物処理システムにおいては、処理責任の明確化や、多様な処理主体の連携関係の確保を前提として、産廃処理との連携がさらに進むことも一つの道筋として可能性があると考えられる。

(2) 将来的な低炭素・省CO₂型廃棄物処理システムの類型化

前項までの検討を基に、将来的な低炭素・省CO₂型廃棄物処理システムのモデル化について整理した。

1) システムのモデル化

ごみ排出量原単位の低減や、リサイクル率の向上といった3Rの要素は、どのようなシステムにおいても共通要素だが、これ以外の要素（処理対象物の種類、中間処理・エネルギー回収方式、回収した資源・エネルギーの利活用用途等）について、前項で整理した都市規模別のトップランナー都市における処理特性や、同じく前項で整理した先行的事例の取組み内容も加味して検討した結果、下図のとおり、6つのモデルに整理された。

いずれのモデルも、個々の側面で新規的技術の導入や他分野との連携を深めるものの、基本的には、現在事例として存在する事業モデルを類型化したものといえる。将来時点として2030年を目途とした場合には、こうした現状モデルをベースとした高効率化型のシステムを推し進めることが重要と考えられる。

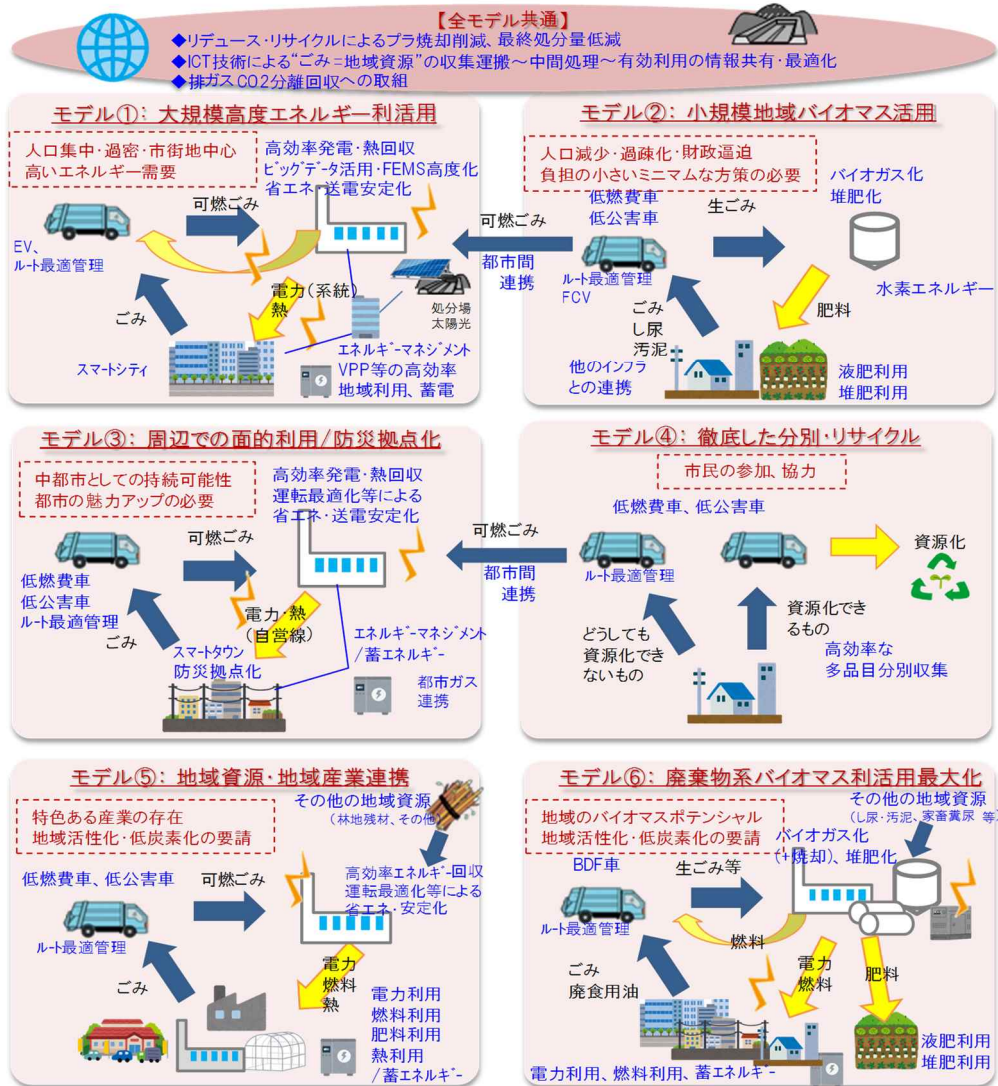
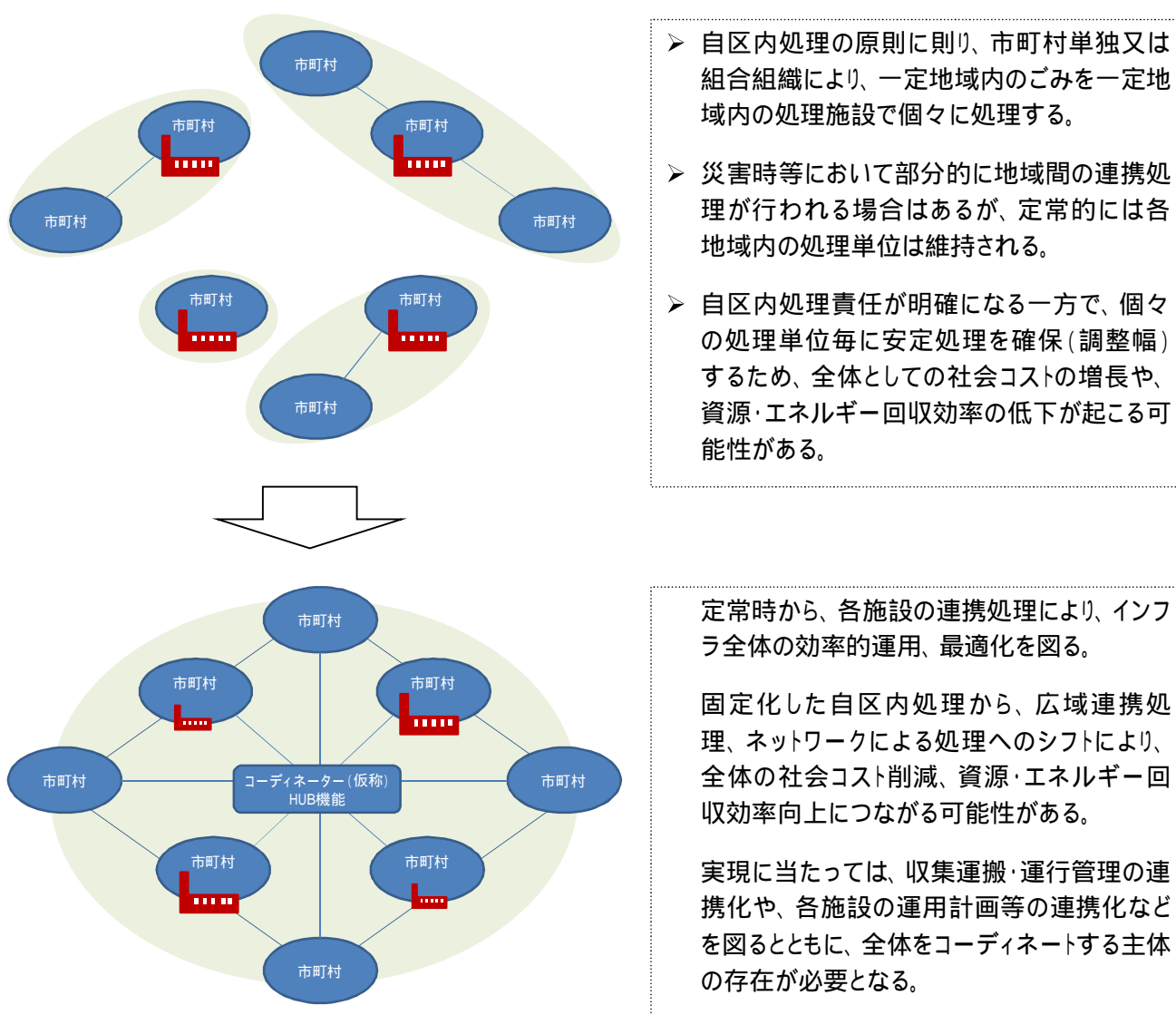


図 - 16 現状の処理システムの延長上を想定した低炭素・省CO₂型廃棄物処理システムの事業モデル(イメージ)

2) 将来社会の課題等を見据えたシステムのモデル化

一方、将来的な人口減少社会においては、収集運搬の非効率化、施設の稼働率低下等により、現行の処理システムの枠組みを維持すること自体が困難化する可能性も考えられる。そこで、現行の処理システムの枠組みにとらわれず、全体最適の観点から複合的な処理システムを検討していく必要があると考えられる。

全体最適の観点からみた複合的な処理システムの一つのイメージを次図に示す。



- 自区内処理の原則に則り、市町村単独又は組合組織により、一定地域内のごみを一定地域内の処理施設で個々に処理する。
- 災害時等において部分的に地域間の連携処理が行われる場合はあるが、定常的には各地域内の処理単位は維持される。
- 自区内処理責任が明確になる一方で、個々の処理単位毎に安定処理を確保(調整幅)するため、全体としての社会コストの増長や、資源・エネルギー回収効率の低下が起こる可能性がある。

定常時から、各施設の連携処理により、インフラ全体の効率的運用、最適化を図る。

固定化した自区内処理から、広域連携処理、ネットワークによる処理へのシフトにより、全体の社会コスト削減、資源・エネルギー回収効率向上につながる可能性がある。

実現に当たっては、収集運搬・運行管理の連携化や、各施設の運用計画等の連携化などを図るとともに、全体をコーディネートする主体の存在が必要となる。

注)コーディネーター(仮称)
一定エリアにおけるごみ処理の最適化を進めるための総合調整機能を想定。
現行では、広域連合組織が最も近いが、都道府県や民間事業者、第三者機関等を含めて様々な主体が関わるケースも考えられる。

図 - 17 将来の人口減少社会への対応を想定した低炭素・省CO₂型廃棄物処理システムの事業モデル(イメージ)

現行の処理システムでは、自区内処理の原則の下で、個々の市町村又は組合単位の処理が進められているが、ごみの減少等により施設の処理能力に余裕が生じた場合は稼働炉数を減らして調整するな

どの事例が見られ、稼働率の低下、エネルギー回収率の低下等につながっている。個々の施設の持つ能力を最大限に生かし、全体としてエネルギー回収向上、社会コスト削減につなげていくために、施設間の連携を密にすることが一つの方策として考えられる。

なお、現状においても、施設の点検整備時等に近隣施設間で支援体制を備えている事例もあり、今後の連携処理の検討に向けて参考事例になると考えられる。

【参考】多摩地域における広域支援体制について

東京都の多摩地域においては、平成 6 年から地域内の市町村間における広域支援体制を構築している。

広域支援体制では、地域内を 3 つのブロックに区分し、ブロック内の焼却施設における定期点検整備時や改修・更新工事時等に、必要に応じて他市町村の施設への支援要請を行い、相互に協力することとしている。基本的には各ブロック内で調整を行うが、必要な場合は全体の協議会の調整によりブロックを跨いで広域支援を行う場合もある。

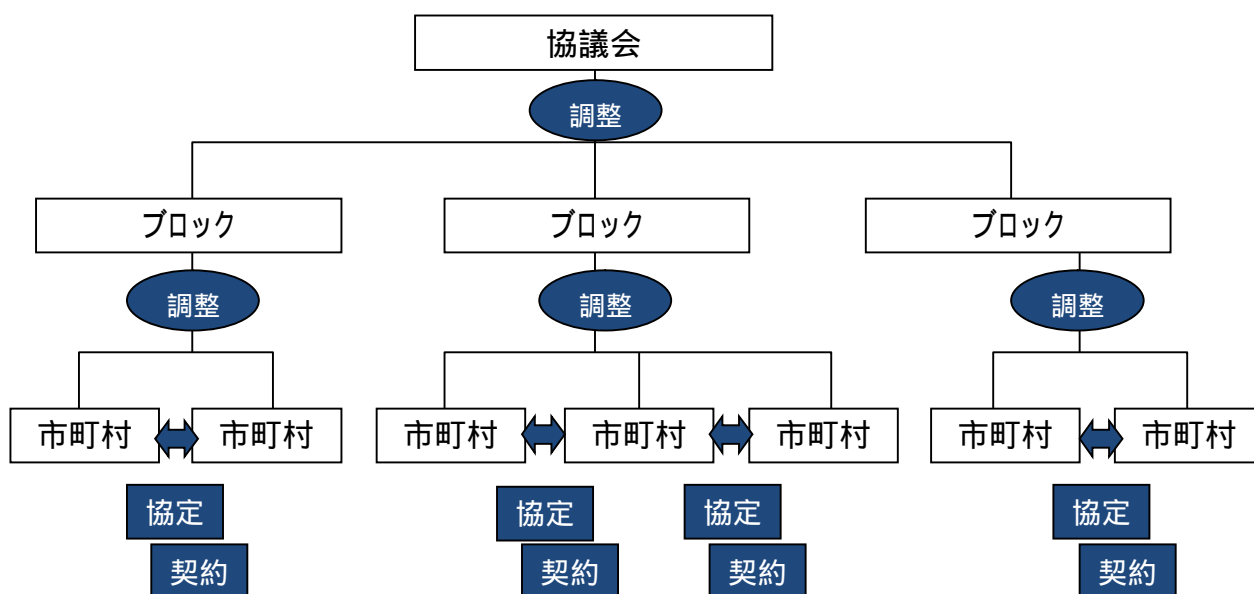


図 - 1 8 ごみ処理広域支援体制のイメージ

3) 環境・社会・経済の統合的向上に向けた観点

将来社会の変化に応じた対応を進めるにあたっては、人口減少に伴うごみ処理及び資源・エネルギー回収の効率性の維持に留まらず、回収した資源・エネルギーの利活用を通じた社会経済的な価値の創出も合わせて重要な観点である。

別途、調査検討が進められている「廃棄物エネルギー利活用計画策定検討調査」においては、ごみ処理基本計画と連係した新たな施策の枠組みとして「(仮称)廃棄物エネルギー利活用計画策定指針」が打ち出される見通しとなっている。

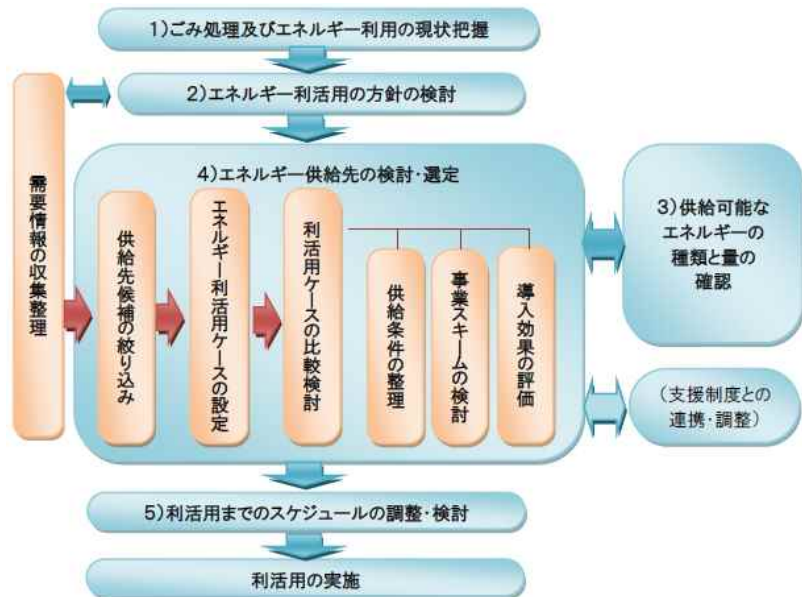
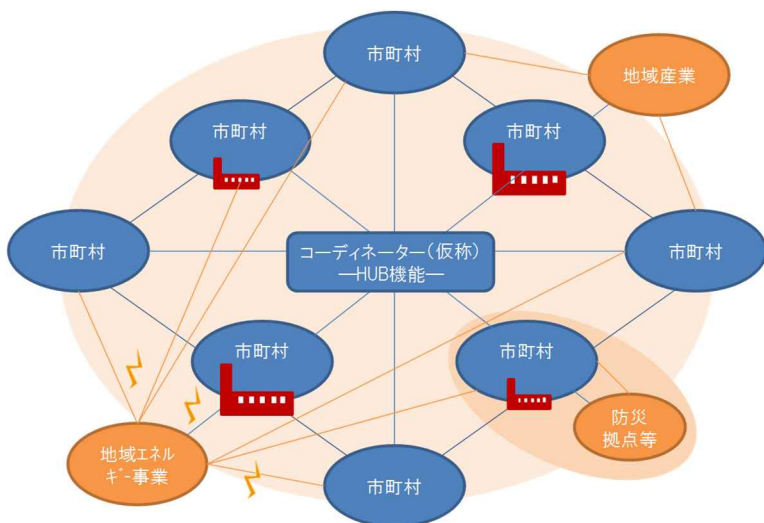


図 - 1 9 廃棄物エネルギー利活用計画の策定の基本フロー

廃棄物エネルギーの利活用を通して、地域での資源・エネルギー循環、地域経済循環を通じた、付加価値創出への期待は大きく、こうした廃棄物エネルギー利活用施策の広がりにより、ごみ処理事業を通じた環境・社会・経済の統合的向上に寄与することが期待される。

前項 1) 2) で整理した将来の事業モデルにおいては、資源・エネルギー効率の観点からも様々な主体が連携することが全体最適を更に推し進める上でも重要であり、廃棄物エネルギー利活用施策の定着に向けて、先行事例の収集・共有、関連諸制度の情報収集・共有、技術解説の充実、人材育成等の取組みを進めていく必要がある。



固定化した自区内処理から、広域連携処理、ネットワークによる処理へのシフトにより、インフラ全体の効率的運用による全体の社会コスト削減、資源・エネルギー回収効率向上につながることも、地域エネルギー事業や地域産業、防災拠点等とも連携を深め、資源・エネルギーの需給バランスにも対応したシステムを目指すことも考えられる。

図 - 2 0 地域の資源・エネルギー需要と連携した低炭素・省 CO₂ 型廃棄物処理システムの事業モデル (イメージ)

・処理システムの普及促進方策の検討

1. システムの普及促進に向けたガイダンスの検討

(1) ガイダンスの構成案

・の検討をもとに、低炭素・省 CO₂ 型廃棄物処理システムの普及促進を目的とする「一般廃棄物処理システム低炭素ガイダンス(仮称)」(以下「ガイダンス」という。)の構成を検討した。

検討にあたっては、低炭素・省 CO₂ 型廃棄物処理システムの考え方を示した上で、
・で整理した類型を踏まえた事例を示すなど、自治体等にとって分かりやすい内容とするよう留意した。

【ガイダンス構成案】

項目	概要
1. 低炭素・省 CO ₂ 型システムの意義等	・ システム全体を通じた CO ₂ 削減とともに、社会経済の変化への対応や、環境・社会・経済の統合的向上への寄与を図ることの重要性
2. 現行処理システムからの低炭素化の道筋	・ システム全体の CO ₂ 排出量の評価手法の提示 (必要に応じて処理システム指針に基づく評価支援ツールとも連携) ・ 低炭素・省 CO ₂ 型システムのトップランナーや先行的事例、事業モデルの解説
3. 社会システムとしての機能性、効率性の維持	・ 新技術等の導入・活用を通じた地域間連携処理の進め方
4. 環境・経済・社会の統合的向上に向けた観点	・ 住民や他産業等との接点を捉えた付加価値の創出の考え方 ・ 廃棄物エネルギー利活用等を通じた社会経済的効果の捉え方

(2) 今後の課題等

1) システム全体の CO₂ 評価手法の確立

本調査では、収集運搬から中間処理、エネルギー等の有効利用、最終処分までのシステム全体の CO₂ 排出量について、一般廃棄物処理実態調査(平成 28 年度実績)の報告データをもとに評価、解析を行った。調査の結果、報告データにおける論理矛盾等を排除した検討対象データ(採用データ)の抽出や、一部集計困難なデータを補完するための補完推計手法の検討整理(代替値の設定と補完推計データの生成)等を行い、全体の拡大推計分も合わせて、市町村等のごみ処理における CO₂ 排出量の全体量が推計された。

一方で本調査では、算定対象にし尿・浄化槽汚泥が含まれていないこと、民間事業者による部分が十分に整理されていないこと(算定に反映されていない部分と、部分的に推計によって反映されている部分の混在など)最終処分場でのエネルギー使用に伴う CO₂ 排出が単年度埋立量に紐付けされており埋立終了処分場からの GHG は計上されていないなど、算定対象のバウンダリに関する論点などが残された。また、これらの論点に加えて、継続的に廃棄物処理システムの CO₂ 排出量の評価を進めていくための改善課題も見出された(市町村が自ら評価検証するための手法の必要性、エネルギー回収等に直結するごみ質(低位発熱量)の定義の整理など)。

これらの論点や課題について取扱いを整理し、市町村が自ら処理システムの低炭素・省 CO₂ 化を進

めていくための手法の提供、環境整備等を進めていくことが必要である。

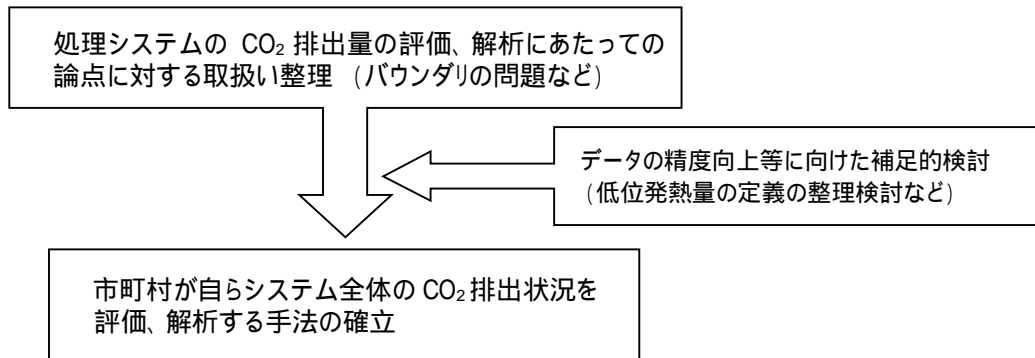


図 - 1 システム全体の CO₂ 評価手法の確立の進め方 (イメージ)

2) CO₂ 削減ポテンシャルの精査

本調査では、システム全体の CO₂ 排出状況の整理、解析結果を受けて、都市規模別のトップランナー方式による CO₂ 削減ポテンシャルの試算を行った。トップランナーと目された自治体については、発電効率や 3R 関連指標などにおいて一定の特性があることは推察されたが、トップランナーが備えるべき要素について明確にするには至っておらず、今後のトップランナー化を推進していくためにも、引き続き実例を踏まえながら検討を進めていく必要がある。

また、現行システムにおいて十分利用されていない焼却排熱の未利用熱について、本調査における試算では、トップランナー化により一定の向上ポテンシャルは反映されているものの、トップランナーにおいてもなお利用できていない熱の有効利用や、トップランナー化において必要な熱の有効利用方策等について、更なる検討を進めていくことが重要である。

併せて、前項 1) で整理される評価解析手法に応じて改めてデータの精査を行い、トップランナー方式でのポテンシャル試算も見直していくことが重要である。

3) 社会システムとしての機能性、効率性維持に向けた方策の立案・検討

将来的な人口減少社会における廃棄物処理システムの機能性、効率性を維持又は向上していくため、本調査では、複数の処理単位がネットワーク化し連携処理を行う将来モデルを提示した。その実現に向けては、現行システムの課題の明確化、将来モデルのメリットの明確化、将来モデルを形成していくにあたっての課題への対応策の立案等が必要であり、引き続き検討していく必要がある。主な課題と考えられる事項を次図に示す。

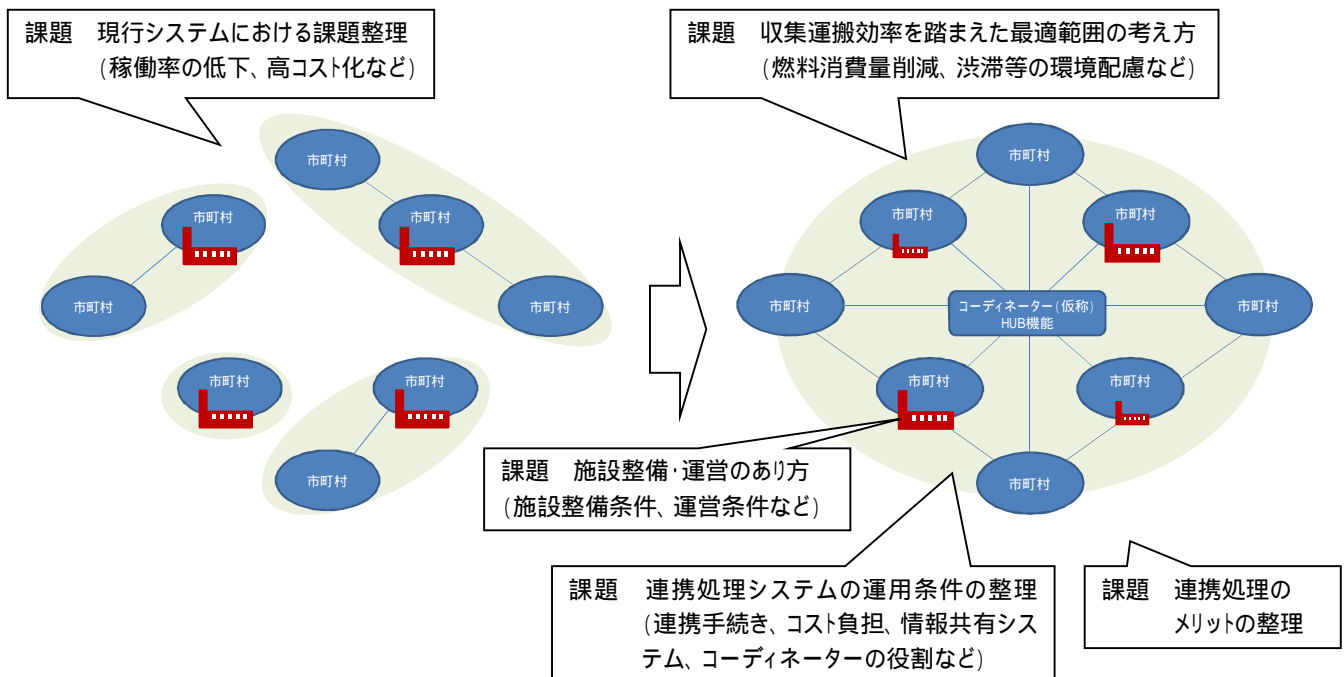


図 - 2 将来社会に適応した廃棄物処理システムモデルの検討課題

課題 : 現行システムにおける課題整理

- ・ 自区内処理を原則とした現行システムにおける課題として、例えば施設の稼働率の低下、運営コストの上昇などについて、今後の人口減少社会の影響等も踏まえながら検討し、システム改善の重要性を整理する必要がある。

課題 : 収集運搬効率を踏まえた最適範囲の考え方

- ・ 連携処理の実施により、処理エリア内の収集運搬距離は増加し、燃料消費等の増加が見込まれる。これらを抑えるための収集運搬ルートや手法の最適化の考え方を整理するとともに、処理規模等に応じて連携処理が望まれる範囲設定の考え方を検討する必要がある。

課題 : 施設整備・運営のあり方

- ・ 連携処理システムにおけるごみ焼却施設を中心とした中間処理施設や最終処分場等の各施設の整備・運営にあたっては、現行の定められたごみ量・ごみ質に応じた整備・運営から、連携処理によって生じ得るごみ量・ごみ質の変動幅を想定しつつ、エネルギー回収を最大化する観点からの整備・運営に考え方をシフトしていく必要が生じ得る。そのような施設整備・運営を進めるためのあり方を整理していく必要がある。

課題 : 連携処理システムの運用条件の整理

- ・ 実際に連携処理システムを運用し、そのメリットを最大限に享受するためには、市町村間のごみの融通等に関わる収集運搬・処理処分のための諸手続きの進め方と、これを調整するコーディネーターの役割が重要である。コーディネーターを含む事業スキームのあり方について検討する必要がある。

る。

- ・なお、連携処理システムのプレーヤーとしては、市町村直営のインフラのほか、地域によって民間事業者等が運用するインフラとも連携する場面も想定されるため、その点も踏まえる必要がある。

課題：連携処理のメリットの整理

- ・連携処理システムを進めるためには、現行処理システムにはない様々な手続きや作業が伴うため、システム導入メリットを明確にし、そこに向かって関係主体が協力していくことが重要である。前掲「課題」で挙げた現行処理システムの課題を克服し、連携処理システムだからこそ享受できるメリットは何か、分かりやすく整理していく必要がある。

4) 環境・経済・社会の統合的向上に向けた取組みの促進

将来的な低炭素・省CO₂型廃棄物処理システムが、環境基本計画に掲げられた“環境・経済・社会の統合的向上”の取組みの一端を担うためには、処理の過程で回収した循環資源やエネルギーを地域社会で利活用する取組みが欠かせないと考えられる。

廃棄物エネルギーの利活用推進に向けては、別途調査において「(仮称)廃棄物エネルギー利活用計画策定指針(案)」が取りまとめられ、ごみ処理政策におけるエネルギー利活用の位置付けが明確化される方向で進んでいる。

今後、エネルギー利活用政策の定着を進めていくにあたっては、市町村等の担当者が自らの業務の中で円滑に検討に取り組めるような様々な情報提供や研修等の場を提供するため、継続的な情報発信・共有基盤(プラットフォーム)が必要と考えられる。

低炭素・省CO₂型処理システムの将来モデルにおいて、エネルギー利活用の観点でも地域特性に応じた最適な取組みが進むよう、こうしたプラットフォームの場を形成して、本調査で検討する低炭素・省CO₂化の普及も含めながら運用を進めていく必要がある。

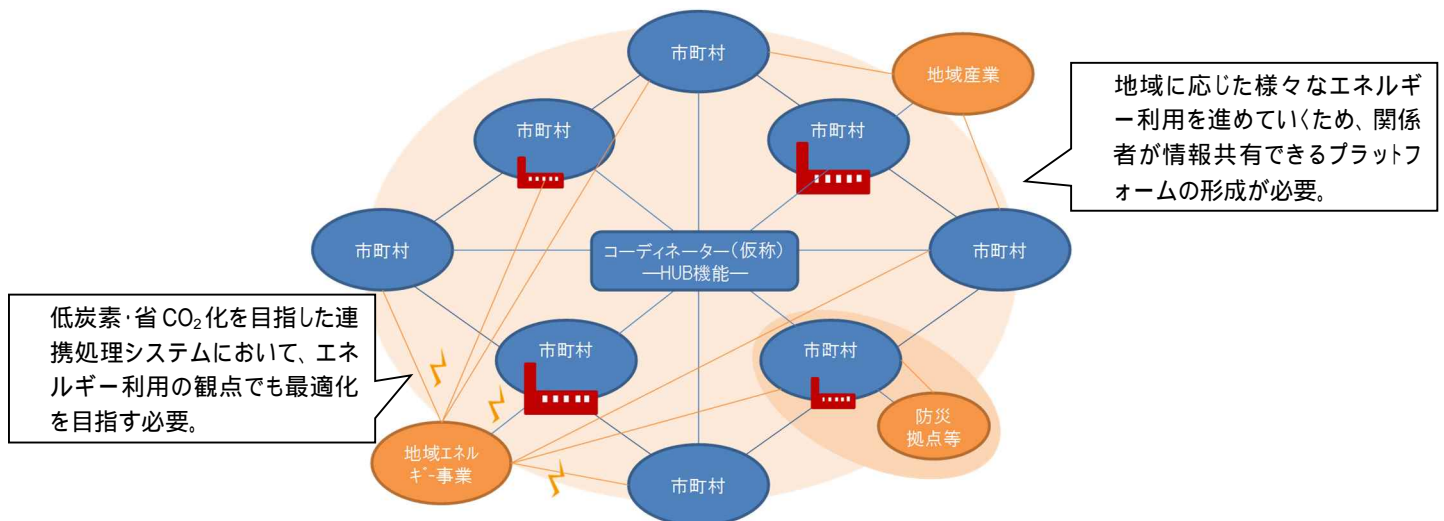


図 - 3 廃棄物エネルギー利活用の観点を活かした将来的な低炭素・省CO₂型連携処理システムの形成 (イメージ)

2. システムの普及促進に向けた説明会での説明

本調査における普及促進策の一つとして、ガイダンスと、「廃棄物エネルギー利用高度化マニュアル」や「(仮称)廃棄物エネルギー活用策定指針(案)」、「廃棄物系バイオマス利活用導入マニュアル」等との連携による普及促進方策を検討するとともに、別途「平成30年度廃棄物エネルギー利活用計画策定検討調査委託業務」において実施された説明会において、一般廃棄物処理の低炭素化方策の観点から3回程度説明を行った。

(1) 説明内容

下図に示すとおり、一般廃棄物処理の低炭素化に向けた各種マニュアルの位置付け、内容や、各種マニュアルを総合的に活用し、処理システムの各工程における技術的側面の向上や社会経済的側面の充実を図りながら、一般廃棄物処理システム全体を低炭素化に向けて進めていくことの重要性等について、説明会での説明を行った。

マニュアル等の位置付けと趣旨						
廃棄物エネルギー利活用計画 検討項目	現状把握	方針の 検討	供給可能なエネルギーの種類と量	供給先の検討		
				供給条件の 検討	事業スキームの 検討	導入効果の 検討
高効率ごみ発電施設整備マニュアル ¹⁾	○		○			
エネルギー回収型廃棄物処理施設整備マニュアル ²⁾	○		○			
廃棄物エネルギー利用高度化マニュアル ³⁾	○	○	○	○	○	○
廃棄物系バイオマス利活用導入マニュアル ⁴⁾	○	○	○	○	○	○

1)平成21年3月 2)平成26年3月 3)平成29年3月 4)平成29年3月

マニュアル等	趣旨
廃棄物エネルギー利用高度化マニュアル (平成29年3月)	一般廃棄物処理施設から得られる廃棄物エネルギーの利活用について、市町村の先進的な導入事例を踏まえながら、推進の考え方、方向性、方策の選択肢の考え方等を示した上で、各方策に関し、概要、導入効果、導入あたる留意点を整理し提供するもの。
廃棄物系バイオマス利活用導入マニュアル (平成29年3月)	廃棄物系バイオマス利活用の観点から廃棄物処理資源化施設の整備を検討する際に、対象地域において対象とする廃棄物系バイオマスを選定・特定し、その有効利用を図るための施設整備構想を立案していくための基本情報を提供するもの。
廃棄物最終処分場等における太陽光発電の導入・運用ガイドライン (平成29年3月)	廃棄物最終処分場跡地の有効利用として、太陽光発電の導入を検討する際に、事業スキーム、処分場特有の配慮事項(発生ガス対策や不等沈下等)への対応、事業採算性、法制度等の情報を整理し、提供するもの。

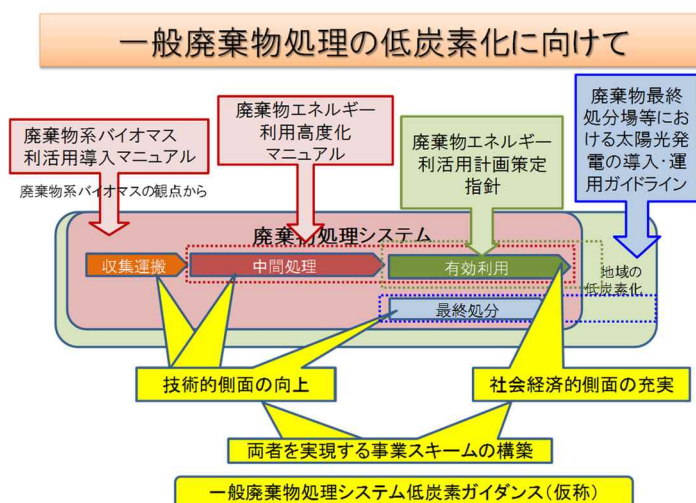


図 - 4 一般廃棄物処理の低炭素化方策の観点からの説明内容

(2) 説明の概要等

下記の説明会において、計3回(総聴講者数270名)の説明を行った。

< 廃棄物エネルギーの地域での利活用促進に関する説明会 >

- ・ 東京会場 2019年1月8日(火) 13:10~17:00
連合会館 2階大会議室 203+204
- ・ 大阪会場 2019年1月18日(金) 13:10~17:00
新大阪丸ビル別館 2階 2-3 会議室
- ・ 福岡会場 2019年2月6日(水) 13:30~16:30
福岡県中小企業振興センター 2階大ホール A

(以上、平成30年度廃棄物エネルギー利活用計画策定検討調査において開催)



説明の様子(東京会場)



会場の様子(東京会場)

．ICT 技術等を活用した収集運搬管理の低炭素・省 CO₂ 対策普及促進の検討

廃棄物処理システムの中でも、低炭素・省 CO₂ 対策に関する知見が十分に普及していない収集運搬工程について、今後の普及促進のモデルを示していくため、自治体等における収集運搬管理低炭素・省 CO₂ 対策の普及促進に向けたモデルケースの検討を行った。

具体的には、全国の自治体等において ICT 技術等を活用した収集運搬管理の導入を検討又は実施している自治体等を抽出し、自治体等の特性に応じた技術の選択肢と、技術導入の考え方等を整理するとともに、実際に技術導入した場合のモデルケースを検討するための必要事項等を整理した。

検討にあたっては、自治体等から十分な情報収集や協議調整を行うとともに、ICT 技術等の動向についても、で収集した情報を含めて整理した。

1．収集運搬低炭素化に係る取組状況調査（アンケート）の実施

（1）目的

2030 年を見据えた廃棄物分野における温暖化対策の重要性に鑑み、特にエネルギー面での効率化・利活用等の観点を中心に、個々の自治体等の特性に応じた収集運搬・中間処理・最終処分等にわたる廃棄物処理システム全体の低炭素・省 CO₂ 対策の普及促進方策について検討を進めるにあたって、特に、低炭素・省 CO₂ 対策に関する知見が十分に普及していない収集運搬工程について、今後の普及促進モデルを示していくため、自治体等における収集運搬管理低炭素・省 CO₂ 対策の普及促進に向けたモデルケースの検討を行うための現状把握を行う。

（2）対象

収集運搬業務を実施する市町村・一部事務組合

（3）調査方法

電子メールによる質問紙調査

（4）調査内容

以下の項目について、別紙の調査票を作成し、調査を実施した。

【質問項目】

- | |
|---|
| <ol style="list-style-type: none">1．低燃費型車両・低公害車の導入推進・優先的利用について<ol style="list-style-type: none">（1）収集運搬車両へのクリーンエネルギー車の導入2．省燃費対策（エコドライブ等）の実践、支援機器の導入について<ol style="list-style-type: none">（1）ドライバーへの教育（2）エコドライブ支援機器の導入3．収集運搬の効率化・最適化について<ol style="list-style-type: none">（1）車両走行距離の低減（2）収集運搬の協業化・協同組合化によるルート収集の実施 |
|---|

(3) 燃料消費の少ない輸送方法選択

4 . ごみ処理の広域化に伴う機材の最適化について

(1) 中継基地 (サテライトセンター) 大型運搬車両の導入

5 . 今後の検討予定等

(1) 収集運搬の低炭素化に向けた検討予定

備考) 上記の他、収集運搬に係る CO₂ 排出量データ精査の参考とするため、収集運搬走行距離と燃費の把握方法について質問した。

(参考) 調査様式

平成30年度廃棄物処理システムにおける低炭素・省CO2対策普及促進方策検討調査委託業務
市町村の収集運搬管理低炭素・省CO2化に向けた取組状況に関するアンケート様式

市町村における収集運搬の低炭素化に向けた取組状況を教えてください。

欄内に回答ください。

記入者

自治体名	<input type="text"/>
所属・役職	<input type="text"/>
氏名	<input type="text"/>
連絡先 (TEL)	<input type="text"/>
(E-mail)	<input type="text"/>

1. 低燃費型車両・低公害車の導入推進・優先的利用について

(1) 収集運搬車両への
クリーンエネルギー車の導入

天然ガス車を導入している

直営車両 台

委託・許可業者車両 台

[車両全数に対する割合] %

LPG車を導入している

直営車両 台

委託・許可業者車両 台

[車両全数に対する割合] %

ハイブリッド車(HV、PHV)を導入している

直営車両 台

委託・許可業者車両 台

[車両全数に対する割合] %

BDF車を導入している

直営車両 台

委託・許可業者車両 台

[車両全数に対する割合] %

バイオエタノール車を導入している

直営車両 台

委託・許可業者車両 台

[車両全数に対する割合] %

その他のクリーンエネルギー車等を導入している

車の種類
例)EV、FCV、メタンガス燃料 等

直営車両 台

委託・許可業者車両 台

[車両全数に対する割合] %

2. 省燃費対策(エコドライブ等)の実践、支援機器の導入について

- (1) ドライバーへの教育
- 運転者へエコドライブに関する定期的な研修等を行っている
 内容例) 急発進・急加速の抑制、アイドリングストップ、
 急激なアクセルワークの防止
 制限速度内の経済速度での走行
 マニュアル車の早めのシフトアップ等
 内容と実施形態について簡潔に記載ください
 例: 年1回独自で開催、研修会へ派遣など
- (2) エコドライブ支援機器の導入
- 支援機器を導入している
 機器の種類
 例) アイドリングストップ装置、デジタルタコグラフ、
 スピードリミッター(速度抑制装置)、
 燃費計、ドライブレコーダー、
 EMS(エコドライブ管理システム) 等
- 直営車両 台
- 委託・許可業者車両 台
- (車両全数に対する割合) %

3. 収集運搬の効率化・最適化について

- (1) 車両走行距離の低減
- 運行管理の実施により、走行距離低減を図っている
 具体的に
- 収集ルート shortest 化を行っている
 具体的に
 例) GPS等のIoT技術の活用によるルート最適化検討 等
- 収集運搬を総合的に管理するシステムの導入により、
 ルート収集、戸別収集等の全体効率化・最適化を図っている
 具体的に
- その他 具体的に
- (2) 収集運搬の協業化・協同組合化によるルート収集の実施
- 収集運搬の協業化・協同組合化によるルート収集により
 効率化・最適化を図っている
 具体的に
- (3) 燃料消費の少ない輸送方法選択
- 鉄道や船舶へのモーダルシフトを行っている
 具体的に

4. ごみ処理の広域化に伴う機材の最適化について

(1) 中継基地(サテライトセンター)、
大型運搬車両の導入

- 広域処理に伴い、中継基地を設置し、大型運搬車両への積替え搬送を行っている
- 自区内の収集運搬にあたって中継基地を設置し、大型運搬車両への積替え搬送を行っている
- 中継基地の設置、大型運搬車両の導入は行っていない理由
 - 広域処理だが、収集範囲が集約されているなど、必要性が薄いため
 - 自区内処理で、導入の必要性が薄いため
 - 中継基地の設置が困難のため
 - その他 具体的に
- その他 具体的に

5. 収集運搬走行距離と燃費の把握方法について

5 - 1. 直営車両について

(1) 収集運搬走行距離の集計

- 運転者から提出される日報等によって集計している
- デジタルタコグラフ等の機器から情報を集計している
- 燃料使用量から推計している
- 特に集計をしていない
- その他 具体的に

(2) 燃費の把握

- 走行距離と燃料使用量から、全体として算出している
- 走行距離と燃料使用量から、車両毎に算出している
- 燃料使用量の変化によって燃費の状況を類推している
- 車両のカタログ情報を基に把握している
- 特に把握をしていない
- その他 具体的に

5 - 2. 委託先車両について

(1) 収集運搬走行距離の集計

- 委託先の状況は把握していない
- 運転者から提出される日報等によって集計している
- デジタルタコグラフ等の機器から情報を集計している
- 燃料使用量から推計している
- 特に集計をしていない
- その他 具体的に

(2) 燃費の把握

- 委託先の状況は把握していない
- 走行距離と燃料使用量から、全体として算出している
- 走行距離と燃料使用量から、車両毎に算出している
- 燃料使用量の変化によって燃費の状況を類推している
- 車両のカタログ情報を基に把握している
- 特に把握をしていない
- その他 具体的に

6. 今後の検討予定等

(1) 収集運搬の低炭素化に向けた
検討予定

□ クリーンエネルギー車の導入を検討又は予定している
具体的に

[Redacted]

□ 省燃費対策(エコドライブ等)の実践、支援機器の導入を
検討又は予定している
具体的に

[Redacted]

□ 収集運搬の効率化・最適化の導入を検討又は予定している
具体的に

[Redacted]

□ ごみ処理の広域化に伴う機材の最適化について導入を検討
又は予定している
具体的に

[Redacted]

ご協力ありがとうございました。

(5) 調査期間

平成 30 年 12 月 7 日 (金) ~ 同 12 月 21 日 (金)

(6) 調査結果

1) 回収状況

合計 944 の市町村・一部事務組合 (以下、「市町村等」) から回答を得た。

回答市町村等 (944) のうち、自ら収集運搬業務を実施している市町村等は 806 件であり、市町村等の内訳は、市町村 9 割、一部事務組合 1 割であった。

表 - 1 アンケート回収状況

市町村・一部事務組合数 ^{注1)}	2,311
(うち市町村数)	(1,741)
(うち一部事務組合数)	(570)
調査回答市町村・一部事務組合数	944
(うち収集運搬業務を実施している市町村等)	(806)

注 1) 環境省一般廃棄物処理実態調査 (平成 28 年度)

備考) 回収率は、市町村数 (1,741) を母数とし、調査回答市町村・一部事務組合数 (944) ÷ 市町村数 (1,741) で計算すると 54% となる。実際には、一部事務組合には複数市町村が参加しているため、54% よりも高くなると想定される。

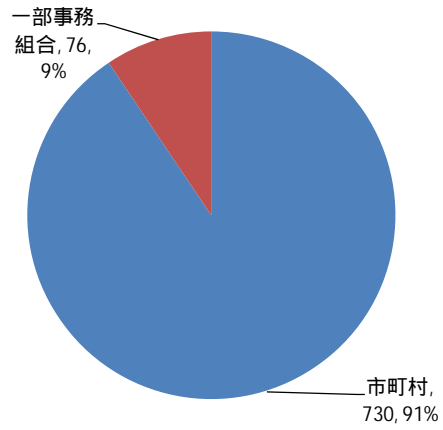


図 - 1 収集運搬業務を実施している回答市町村等 (N=806)

以下、収集運搬業務を実施している 806 市町村等を対象として集計した結果を示す。

2. 収集運搬に係る低炭素・省CO₂化の概況 アンケート結果

(1) 低燃費型車両・低公害車の導入推進・優先的利用について

市町村等における低燃費型車両・低公害車の導入状況は下図のとおりであり、4割の市町村等で導入されている状況が確認された。

低燃費型車両・低公害車の内訳は、天然ガス車 9%、LPG7%、ハイブリッド車 14%、BDF車 8%、その他 (EV、クリーンディーゼル車) 1%であった。

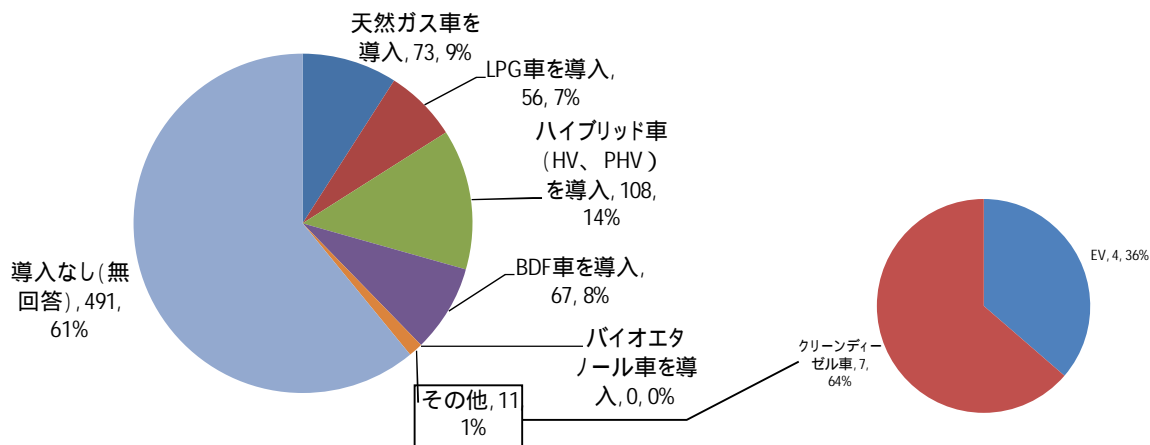


図 - 2 収集運搬車両におけるクリーンエネルギー車の導入割合 (市町村数、N=806)

回答が得られたなかで最も導入台数が多いクリーンエネルギー車は天然ガス車であり、これに続いてクリーンディーゼル車、ハイブリッド車、LPG車、BDF車が続いている。

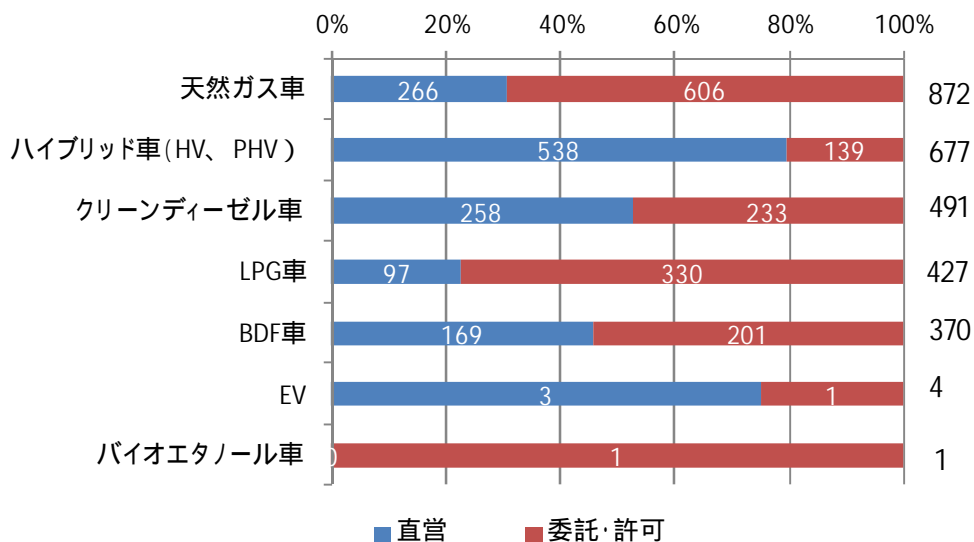


図 - 3 収集主体別の収集運搬車両におけるクリーンエネルギー車の導入割合 (回答車両台数)

(2) 省燃費対策(エコドライブ等)の実践、支援機器の導入について

回答市町村等の収集運搬業務におけるエコドライブ等の実践や支援機器の導入状況は下図のとおりであり、各々3割程度の市町村等で実施しているとの回答であった。

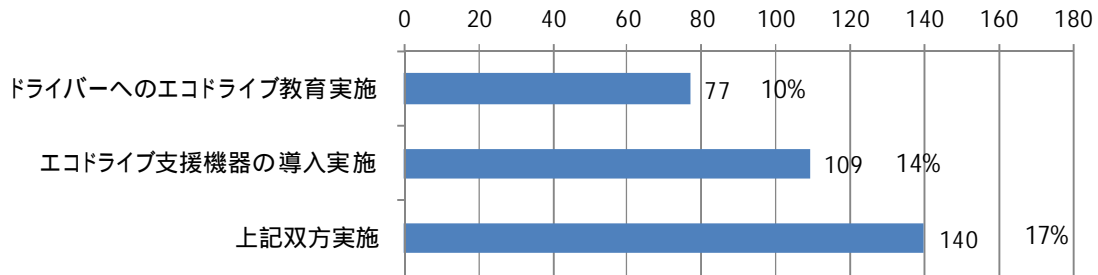


図 - 4 市町村等の収集運搬業務におけるエコドライブ等の実践や支援機器の導入状況
(市町村等数、N=806、無回答除く)

1) ドライバーへのエコドライブ等教育実施状況

実施頻度

ドライバーへのエコドライブ等教育の実施は、年1回が最も多いほか、日常的な指導を行っているとの回答があった市町村等もあった。

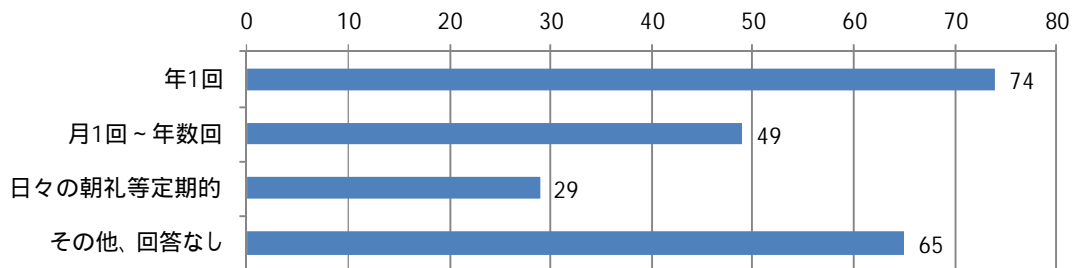


図 - 5 ドライバーへのエコドライブ教育実施市町村等の実施頻度
(市町村等数、N=217)

実施形態

ドライバーへのエコドライブ等教育の実施形態は、ほとんどの市町村等で内部独自で実施している一方で、外部の講習等への派遣を行っている市町村等も1割程度見られた。

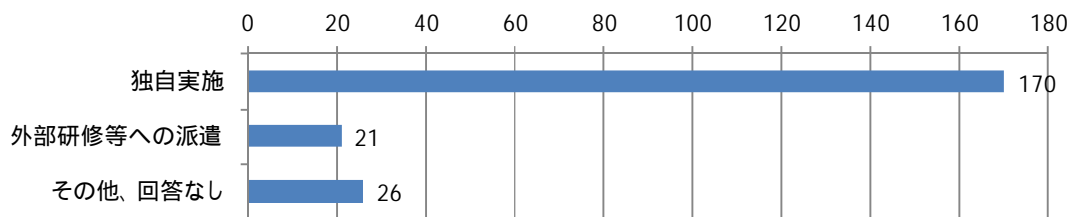


図 - 6 ドライバーへのエコドライブ教育実施市町村等の実施形態
(市町村等数、N=217)

実施方法

ドライバーへのエコドライブ等教育の実施方法は、研修の携帯が最も多く 5 割程度を占めた。

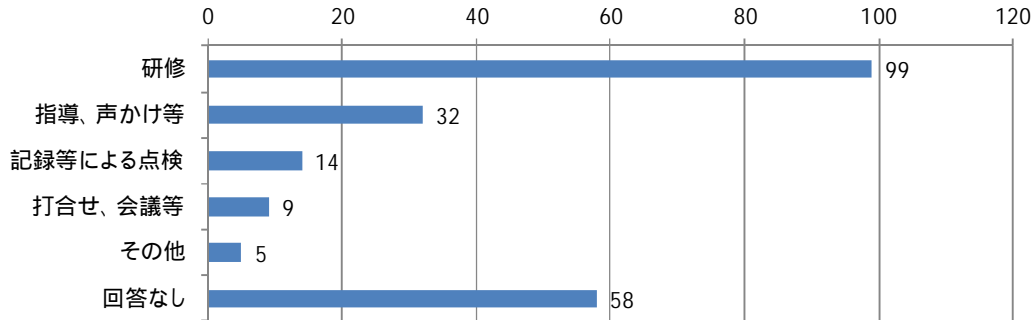


図 - 7 ドライバーへのエコドライブ教育実施市町村等の実施方法
(市町村等数、N=217)

2) エコドライブ支援機器の導入実施状況

回答市町村等の収集運搬業務におけるエコドライブ支援機器の導入状況は下図のとおりである。

ドライブレコーダーやタコグラフといった運転状況の記録ツールが最も多いが、直接的にアイドリングストップやスピードの出し過ぎ防止に資する機器も見られる。

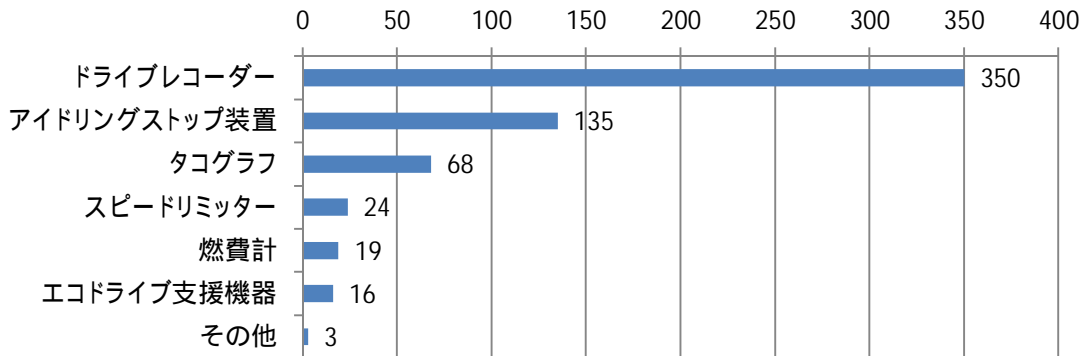


図 - 8 エコドライブ支援機器の導入実施状況
(市町村数、N=249、複数回答)

(3) 収集運搬の効率化・最適化について

806 市町村等のうち、何らかの効率化・最適化の取組として、運行管理やルート最短化、管理システムの導入、輸送方法の選択等を実施していると回答があったのは、265 市町村（全体の 3 割）であった。

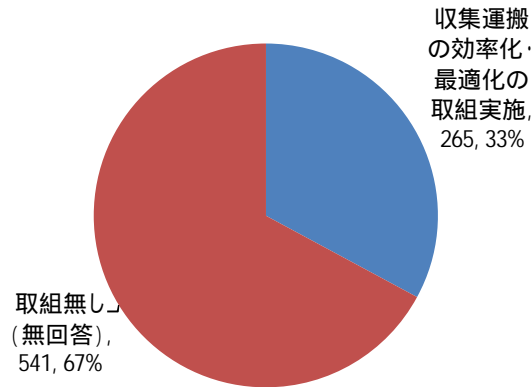


図 - 9 市町村等における収集運搬の効率化・最適化の取組実施状況
(市町村数、N=806)

取組実施内容の内訳は下図のとおりで、運行管理及びルート shortest による走行距離の低減策が多く見られた。

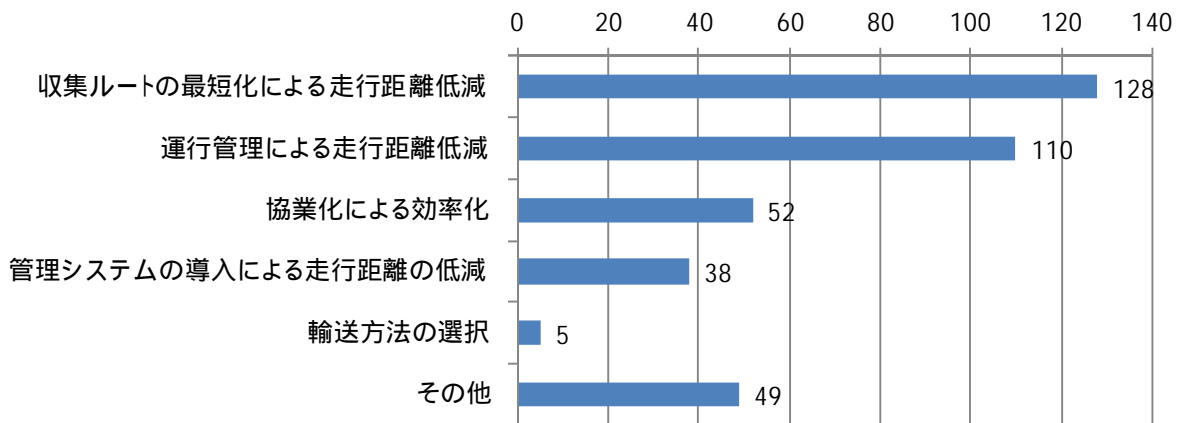


図 - 10 収集運搬の効率化・最適化の取組実施内容
(N=265、複数回答)

ルートの最短化の具体的な運用については、以下のような事例が見られた。

- ・密にミーティングを行うことで都度ルートの効率化を図っている。
- ・地図によるルート検証による最適化検討、組合各社拠点に近接エリアの収集ルート化
- ・事前にナビ等を使い収集ルートをシミュレートしている。
- ・廃棄物の量により、その都度ルートを検討、GPS 等で最短ルートの保持
- ・毎年ごみ量調査を行い、収集コースを作成している

運行管理の具体的な運用については、以下のような事例が見られた。

- ・運行記録の活用、前年度と比較チェック

- ・ 1 台目の収運車両からの排出情報を基に 2 台目以降の配車を最適化
- ・ 通行止め、迂回路の連絡
- ・ デジタルタコグラフの活用

管理システムの導入の具体的な運用については、以下のような事例が見られた。

- ・ 集積所管理システムの導入・活用による効率化・最適化。
- ・ GPS を活用した車両管理システムの導入

輸送方法の選択の具体的な運用については、以下のような事例が見られた。

- ・ 既存貨物鉄道輸送ルートを活用
- ・ 登坂路コースと荷重負担軽減の調整によるコース化

その他としては、以下の運用事例が見られた。

- ・ 車両の出入り時間の管理
- ・ 計量器付パッカー車導入による作業の効率化
- ・ 車両を中・大型にしてピストン運行を減らしている

(4) ごみ処理の広域化に伴う機材の最適化について

市町村等において、市町村等の収集運搬業務上で、効率化のための中継基地設置・大型車両への積替えの対策を実施している市町村は、1 割弱 (9%) であった。

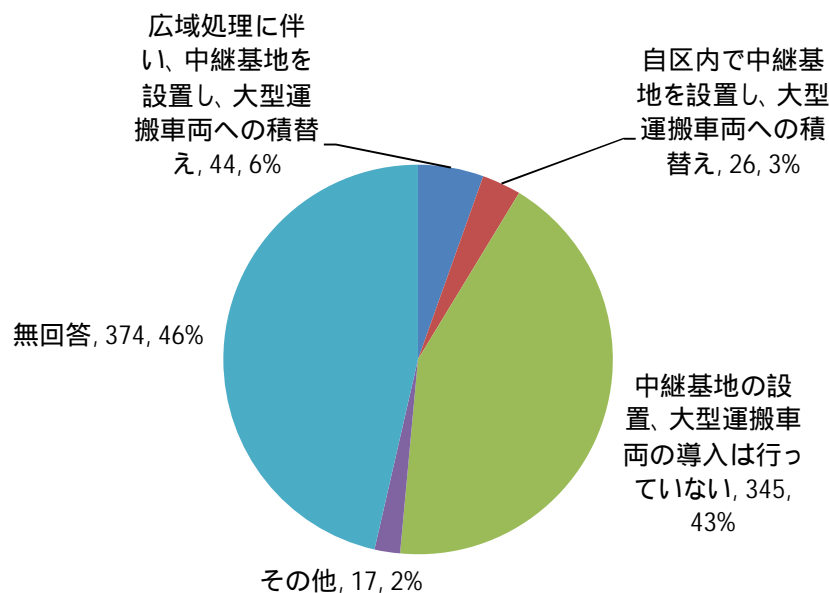


図 - 1 1 収集運搬効率化のための中継基地設置・大型車両への積替え対策実施状況
(市町村数、N=806)

このうち、導入を行っていないと回答した市町村等 (345) の理由は次図のとおりで、1 割程度の市

町村等で、中継基地の設置が困難なためとの回答があった。

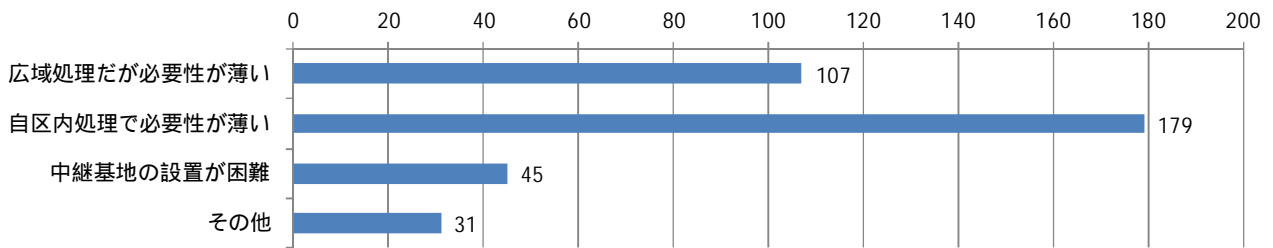


図 - 1 2 中継基地・大型車両積替えの導入未実施市町村の理由
(市町村数、N=345)

(5) 今後の検討予定等

市町村等において収集運搬の低炭素化に向けた方策の検討状況を聞いたところ、下図のとおりであり、全体の 4 分の 1 の市町村等で、検討しているとの回答であった。

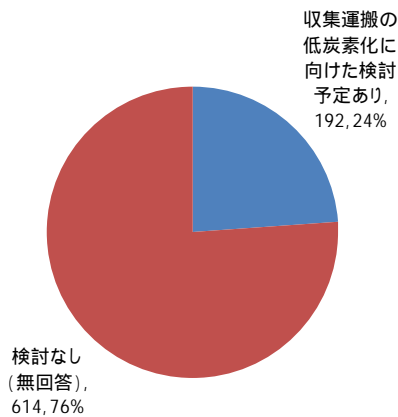


図 - 1 3 収集運搬の低炭素化に向けた検討予定状況(市町村数、N=806)

検討を予定している低炭素化方策の内訳は下図のとおりであり、収集ルート最適化等を中心とした収集運搬の効率化・最適化が最も多くを占めた。

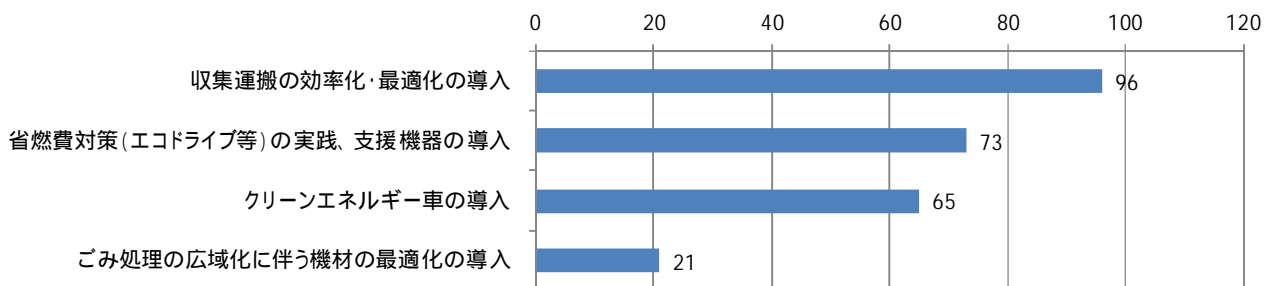


図 - 1 4 検討を予定している低炭素化方策の内訳
(市町村数、N=192；複数回答。無回答除く)

検討している収集運搬の効率化・最適化の導入方策の内訳は下図のとおりであり、ルートの見直し、ステーションの見直し、管理システムの導入といった方策が多く挙げられている。

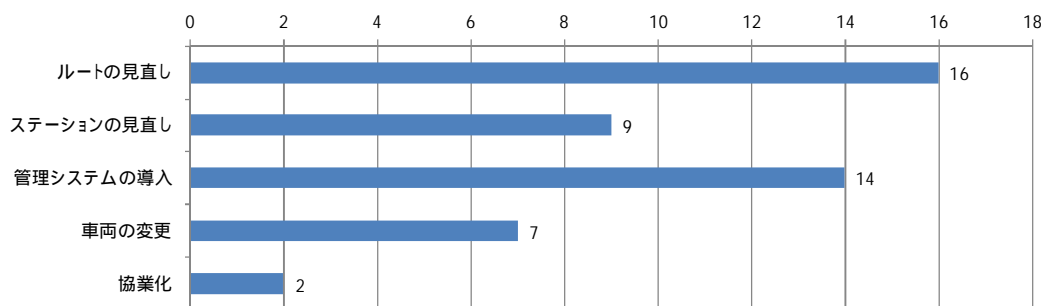


図 - 1 5 検討している収集運搬の効率化・最適化の導入方策の内訳
(市町村数、N=96；複数回答。その他、無回答除く)

検討している省燃費対策（エコドライブ等）の実践、支援機器の導入方策の内訳は下図のとおりであり、ドライブレコーダーの導入に最も高い関心が挙げられている。

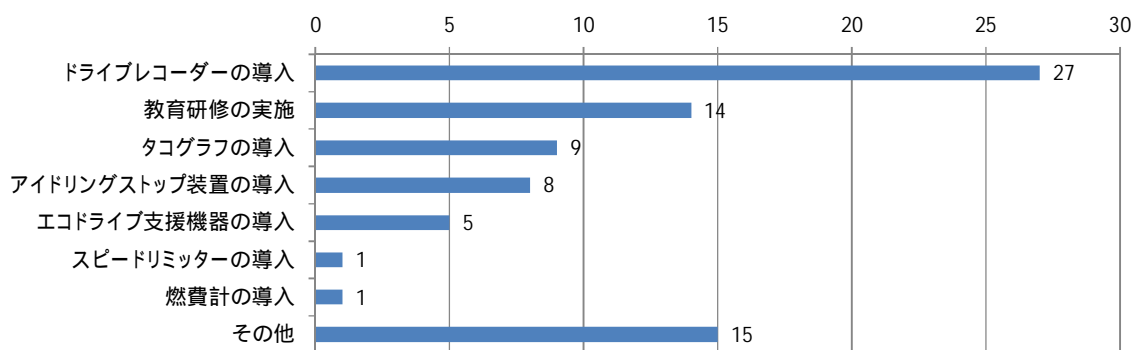


図 - 1 6 検討している省燃費対策（エコドライブ等）の実践、支援機器の導入方策の内訳
(市町村数、N=73；複数回答。無回答除く)

検討しているクリーンエネルギー車の内訳は下図のとおりであり、ハイブリッド車への関心が最も多く、続いてEVが挙げられている。

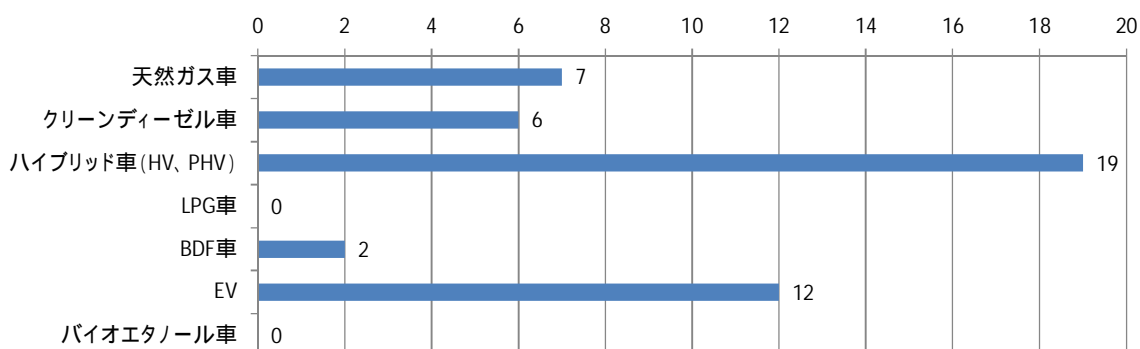


図 - 1 7 導入を検討しているクリーンエネルギー車の内訳
(市町村数、N=65；複数回答、無回答除く)

3. 収集運搬低炭素化に向けたモデルケースの検討

前項1.及び2.で実施したアンケート調査の結果を踏まえ、今後の収集運搬低炭素化に向けたモデルケースの考え方や、検討するための必要事項等を以下に整理した。

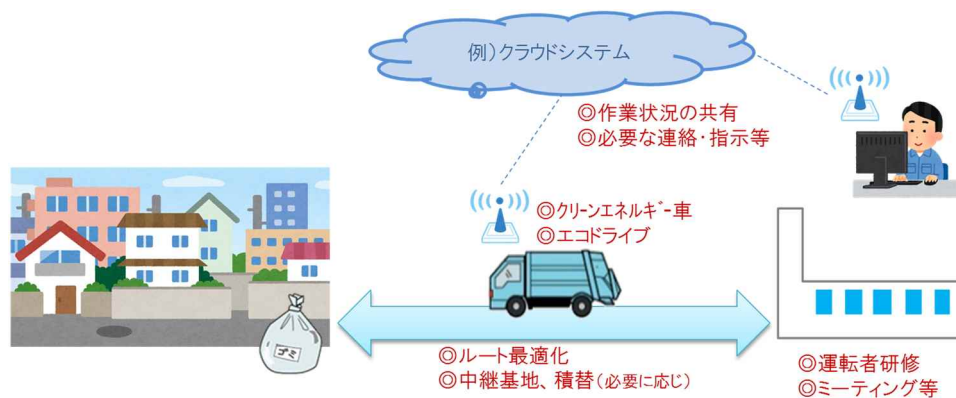


図 - 1 8 収集運搬低炭素化モデルケースの検討イメージ

低炭素化の要素としては、以下の内容があり、これらを収集規模や体制等に応じて導入を検討することが重要と考えられる。

- | | |
|---------------|---|
| 収集運搬車に関わる事項： | クリーンエネルギー車の導入 |
| 運転者に関わる事項： | エコドライブの推進
効率化等に向けた運転者研修、ミーティング等の実施 |
| 収集ルート等に関わる事項： | GPS システム等を活用したルート最適化
収集エリアに応じた中継基地、積替等の導入 |
| 車両管理に関わる事項： | クラウドシステム等を通じた作業状況の共有
道路状況やごみ収集箇所等に関する連絡、指示等の実施 |

・大規模都市における実現可能性調査

人口 50 万人以上の大規模都市における廃棄物処理システムの特性を活かした低炭素・省 CO₂ 対策の実現可能性について、北九州市の協力を得て調査した。

北九州市を選定した理由としては、大規模都市特有である複数の清掃工場を保有している、周辺圏域の中核都市として周辺市町から中継施設を介してごみの搬入・受入処理を行っているといった特性に加えて、地域エネルギー政策に積極的に取り組んでいるといった施策背景を有することが挙げられる。

1．北九州市における廃棄物処理システムの現状について

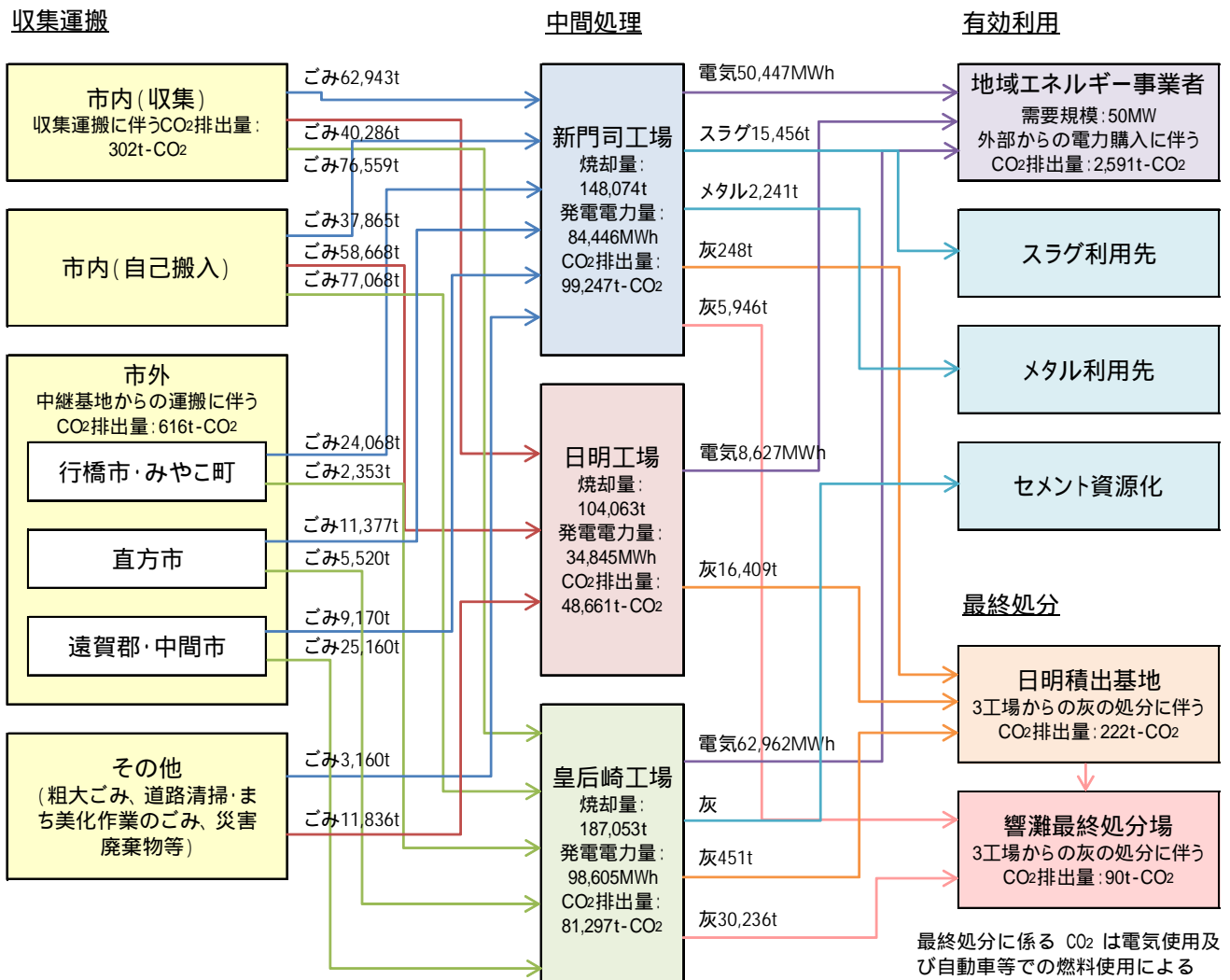


図 - 1 北九州市における可燃ごみの処理フロー図 (現状)

市内の一般家庭からの計画収集、市内からの自己搬入、周辺市町 (行橋市・みやこ町、直方市、遠賀郡・中間市) からの受入れごみ、その他 (粗大ごみ、道路清掃・まち美化作業のごみ、災害廃棄物

等)のごみが、北九州市の清掃工場 3 工場(新門司工場、日明工場、皇后崎工場)へ搬入され焼却処理されている。

有効利用では、焼却処理に伴い 3 工場で発電した電気を地域エネルギー事業者を通して地域の需要家へ供給するとともに、新門司工場で生成されたスラグやメタルは天然資材の代替として利用し、また皇后崎工場で発生した灰の一部はセメント資源化している。

3 工場で発生した灰のうち、その他の分については響灘最終処分場に埋め立てられている。

北九州市の廃棄物処理システムの課題としては、各清掃工場により CO₂ 排出量原単位が異なるため、3 工場へのごみ配分を変えることによりシステム全体の CO₂ 排出量を削減できる可能性があること、新門司工場については設備改善・運転管理の高度化により CO₂ 排出量を削減できる可能性があること、また清掃工場で発電した電気のうち、夜間の余剰電力については地域需要家で消費しきれていないため、高度利用による更なる CO₂ 削減の可能性があることが挙げられる。

2. 北九州市廃棄物処理システムにおける低炭素・省 CO₂ 化対策の方針

(1) 収集運搬～有効利用（電力の地域利用） / 最終処分における低炭素・省 CO₂ 化の検討

1) 収集運搬～有効利用（電力の地域利用） / 最終処分工程 3工場へのごみ搬入量の最適化 背景

北九州市では、複数施設（新門司工場、日明工場、皇后崎工場）において市内ごみ及び市外ごみを処理しているが、各工場により CO₂ 排出原単位や送電端原単位が異なるとともに、他都市の中継基地や市内の各地区からどの清掃工場へごみを搬入するかによって運搬に係る CO₂ 排出量も変わってくる。

低炭素・省 CO₂ 化対策と効果

3 工場へのごみ配分を最適化するシステムを構築することにより、収集運搬～中間処理～有効利用（電力の地域利用） / 最終処分の全行程における CO₂ 排出量の削減が期待される。

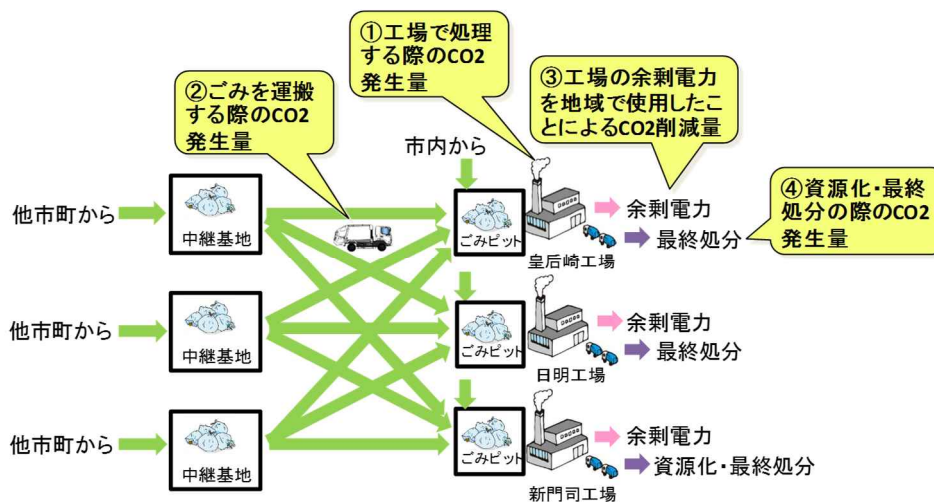


図 - 2 CO₂ 排出量最小化の概念

2) 中間処理工程 焼却施設における低炭素・省 CO₂ 対策

背景

新門司工場はシャフト式ガス化熔融炉であり、スラグを資源化することにより最終処分場の延命化や天然資材の投入低減につながる一方、処理に伴う CO₂ 排出量を減らすことが課題となっている。

低炭素・省 CO₂ 化対策と効果

新門司工場は平成 19 年 3 月に竣工を迎え、運用開始から 11 年が経過しており、運用開始後設備技術や ICT の開発が進んでいるため、最新技術を適用することでプラント性能の向上と共に CO₂ 削減が可能となる。CO₂ 削減に寄与できる技術としては、ICT を含む最新制御技術、最新のプロセス技術、省エネ技術を用いた設備改善等が挙げられる。これら最新技術の適用により、機器の運転状態を改善することによる消費電力の削減、プラント稼働率向上による起動・停止時の用役使用量の低減と発電量の向上、プラント効率向上に伴う発電量の増大、コークス使用量の削減等による CO₂ の削減が期待できる。

(2) 有効利用工程（電力の地域利用）における水素システム活用による低炭素・省CO₂化の検討

1) 背景

北九州市では現在清掃工場の余剰電力を小売電気事業者（地域エネルギー事業者）に供給しているが、夜間の余剰電力については地域需要家で消費しきれず市場に安く売却している状況である。

2) 低炭素・省CO₂化対策と効果

北九州市では水素エネルギーの活用を推進していることから、地消できない余剰電力を高度利用することで更なるCO₂削減の可能性がある。具体的には水素変換し地域において収集車両等に利用することで、ごみ収集に係るCO₂が削減される。一方、本施策は費用対効果の点で課題が残る。

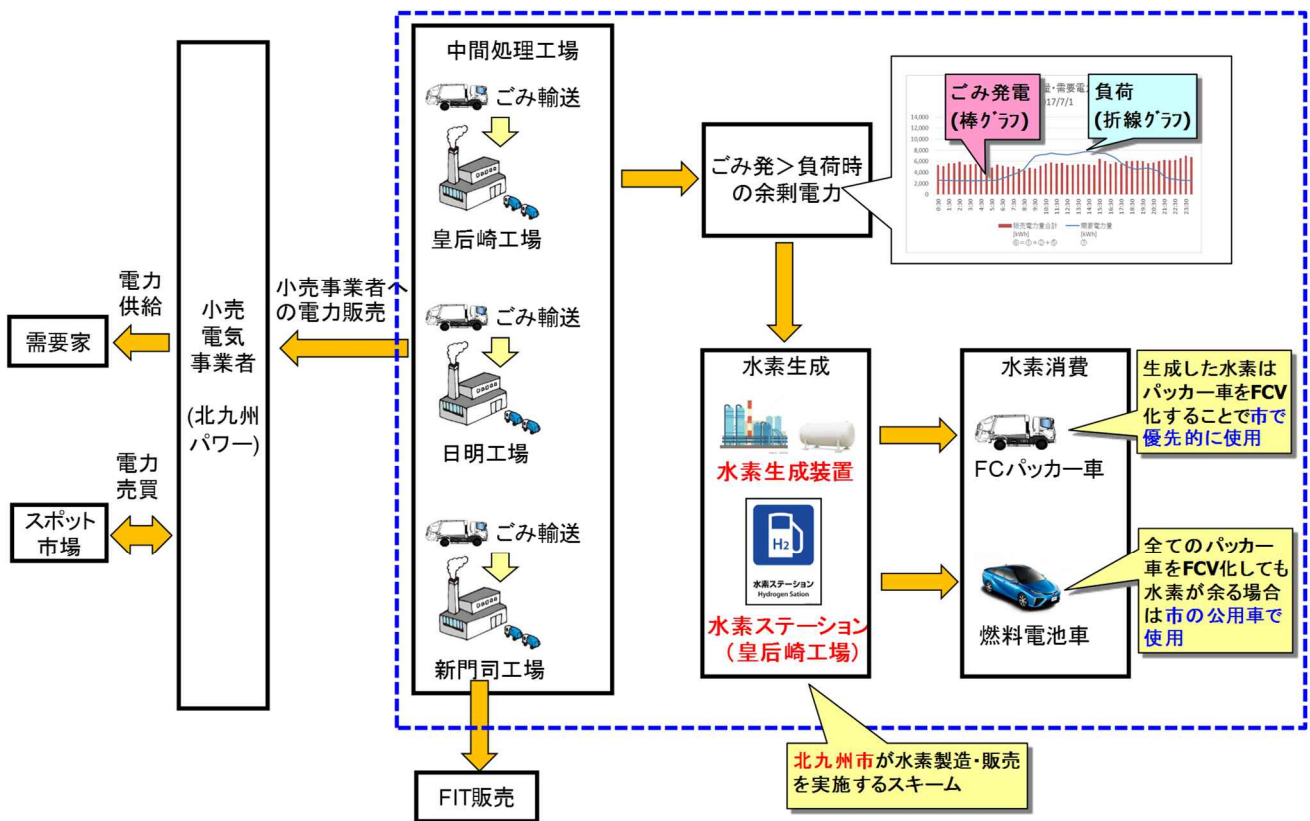


図 - 3 北九州市が水素製造・販売を実施するスキーム（イメージ）

3. 実現可能性調査の計画

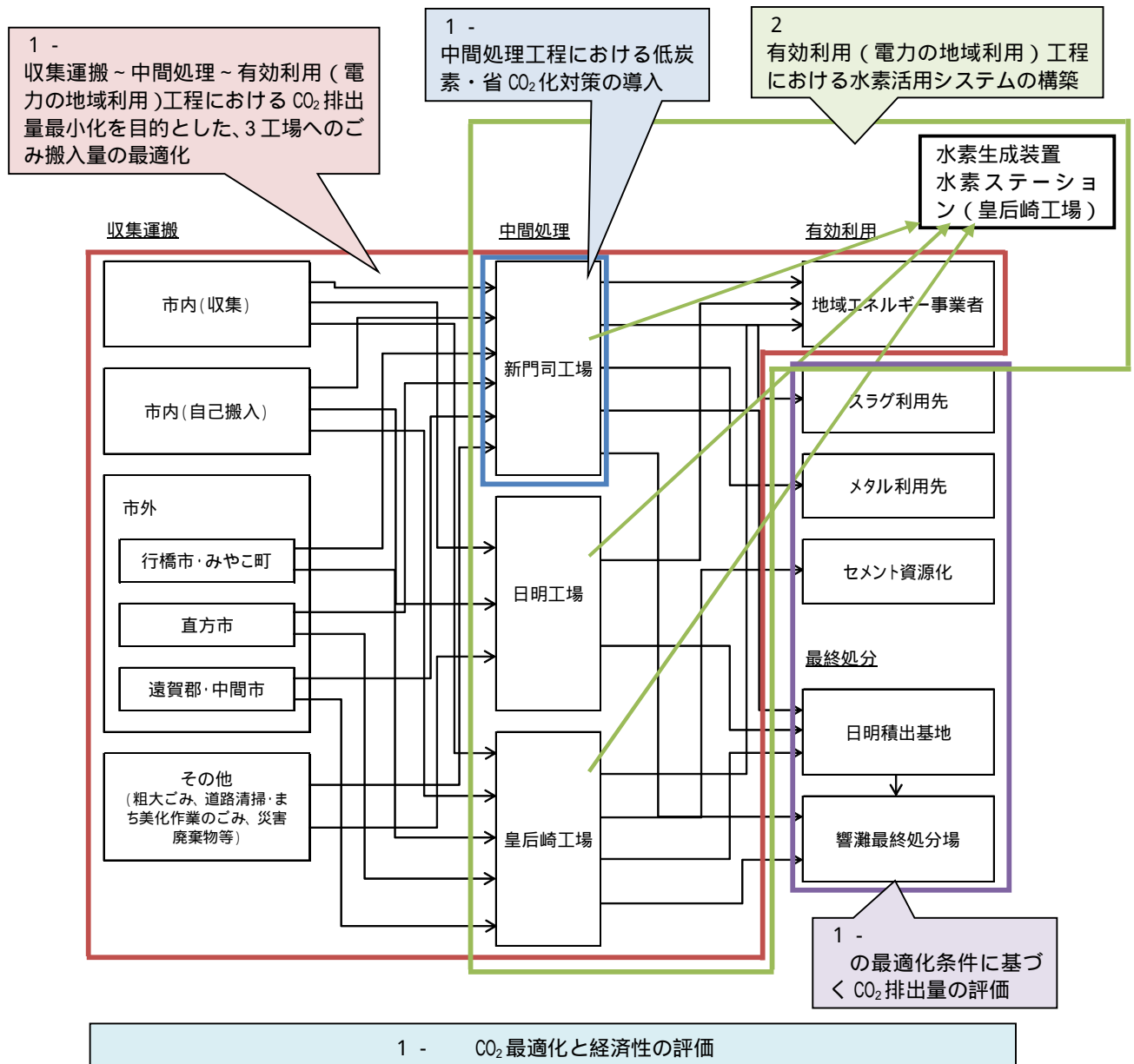


図 - 4 調査対象範囲

(1) 調査対象期間

実現可能性調査の実施にあたっては、2017 年度の 1 年間のデータを用いて調査を行った。

(2) 調査内容

北九州市の廃棄物処理システムにおける低炭素・省 CO₂ 対策として、収集運搬 ~ 中間処理 ~ 有効利用 (電力の地域利用) / 最終処分工程における CO₂ 排出量最小化を目的とした、3 工場へのごみ搬入量の最適化、新門司工場における低炭素・省 CO₂ 化対策の導入について検討を行い、CO₂ 削減効果や経済効果、資源循環効果について評価した。また別途有効利用 (電力の地域利用) 工程における水素活用システムの構築について CO₂ 削減効果、経済性について検討を行った。

(3) 調査方法

収集運搬～中間処理～有効利用（電力の地域利用）/最終処分における低炭素・省 CO₂ 化の検討では、北九州市の協力を得て必要なデータを収集するとともに、シミュレーションシステムをレンタルにより構築して調査を実施した。

中間処理工程における低炭素・省 CO₂ 化対策の導入については、プラントメーカーの協力を得て最新技術の適用可能性について検討を行った。

また、有効利用工程（電力の地域利用）における水素システム活用による低炭素・省 CO₂ 化の検討についても、北九州市から必要なデータを収集し検討した。

4 . 中間処理工程（新門司工場）における低炭素・省 CO₂ 化の検討

(1) 低炭素・省 CO₂ 化対策の考え方

1) ICT による運転管理の高度化

近年の制御技術を含む ICT の高度化により機器の制御や状態管理の高精度化が進むと共に、操業状態の解析が高度化してきた。これらの技術を組み合わせることにより、プラントの運転状態を適切に評価し、各機器を最適な運転状態に制御することで消費動力のさらなる抑制や、機器の損耗状態の予測が高精度で実施でき、CO₂ 排出量の低減も期待できる。新門司工場においても以下に示すような最新技術を取り入れることで、さらなる CO₂ 排出量の低減を図ることができる。

最新ソフト導入による誘引通風機（IDF）等の消費電力削減

重要機器予知保全（Condition Base Maintenance）の高度化

最適制御チューニングの維持

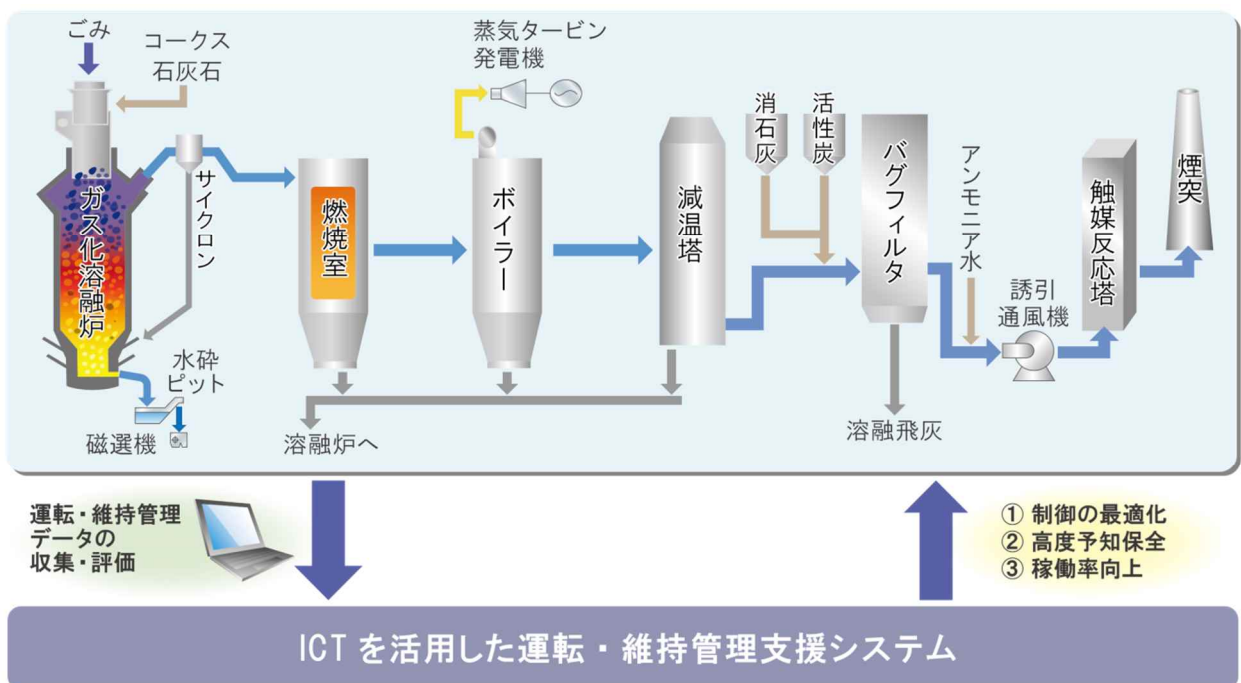


図 - 5 ICT による運転管理の高度化

2) 設備改善によるプラントの高効率化

設備技術についてもこれまでの操業経験を踏まえた改善が進んでおり、最新技術を取り入れることで放散熱量の低減や熱交換効率の向上が期待でき、その結果としてコークス消費量の削減や発電量の向上を図ることができる。新門司工場に取り込むことが可能な技術として以下が挙げられる。

溶融炉内耐火物構造の最適化

溶融炉内でのごみ及び副資材分散性向上によるごみ処理安定化

ボイラ付着ダスト払落し機構の改善

放散熱の回収強化

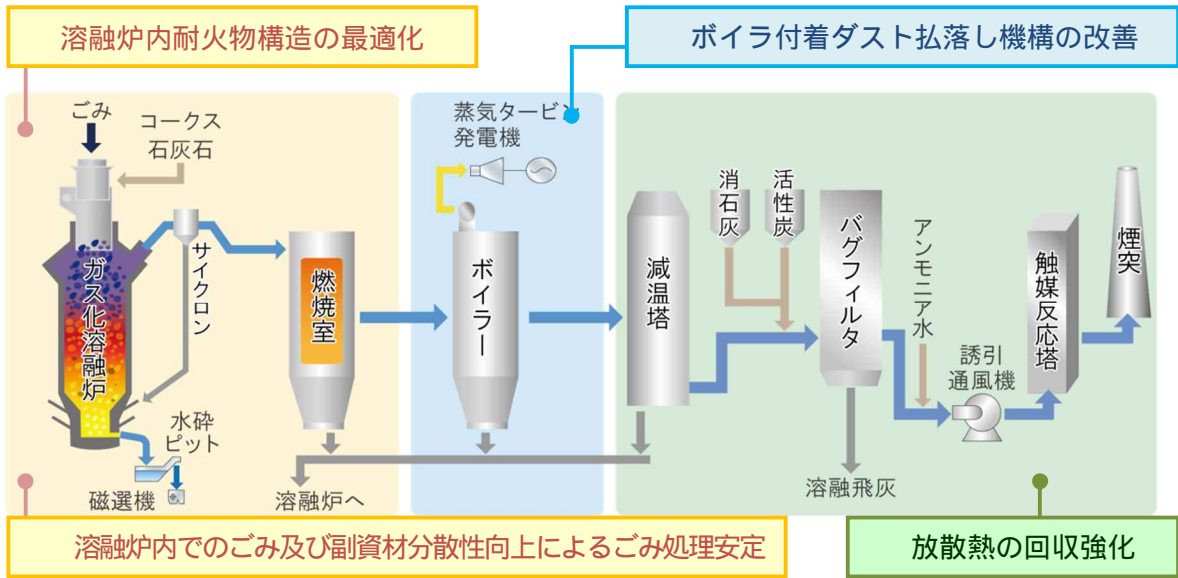


図 - 6 設備改善によるプラントの高効率化

(2) 低炭素・省CO₂化対策と効果の可能性

1) ICTによる運転管理の高度化

最新ソフト導入による誘引通風機 (IDF) 等の消費電力削減

【対策案】

これまでに蓄積された運転管理データを解析し、運転状況に応じて誘引通風機 (IDF) の圧力制御や空気圧縮機の運転制御を最適化することで誘引通風機電動機の回転数の低減、空気圧縮機の延べ運転時間の削減等により省エネ運転を実現。工場内部の消費電力を下げることで売電量を増やすことができ、廃棄物処理にかかるCO₂排出量の低減が期待できる。

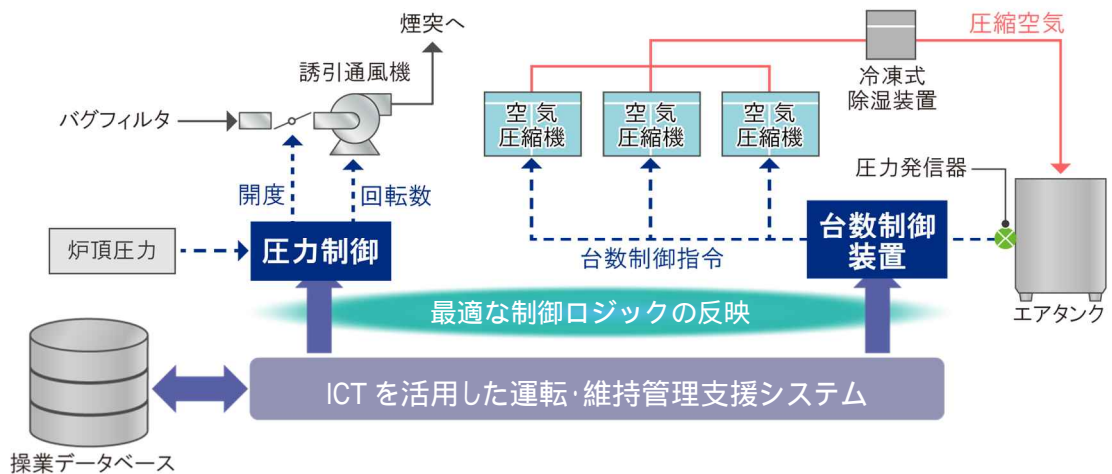


図 - 7 最新ソフト導入による消費電力削減

【効果】

効果の発現：消費電力削減

重要機器予知保全（Condition Base Maintenance）の高度化

【対策案】

酸素発生装置 / 真空ポンプなど、高負荷な重要機器に無線式振動センサ（IoT センサ）を設置し、常時設備の状態を監視すると共に、長期データをクラウドサーバにて収集・蓄積の上、データ解析することで、機器の寿命予測（Condition Base Maintenance）を高精度化し、プラントの稼働率を向上させる。稼働率向上により、立上・立下に必要な燃料や用役の削減、稼働時間増加に伴う発電量の増加により CO₂ 排出量の削減が期待できる。

【効果】

効果の発現：発電量の増大
燃料消費量低減

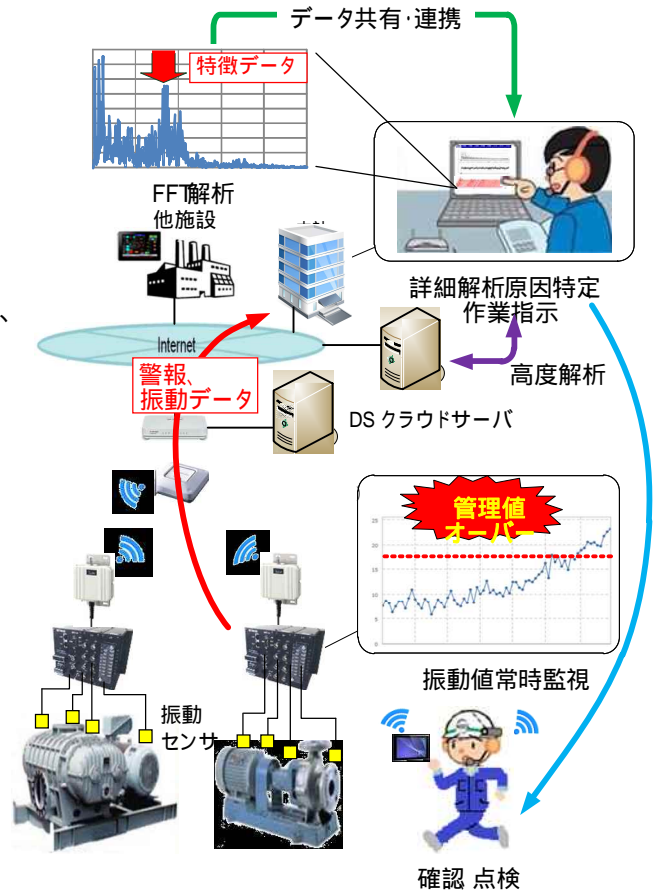


図 - 8 重要機器予知保全の高度化

最適制御チューニングの維持

【対策案】

長期操作データより、制御性の評価を実施。制御性の悪化を早期に検知し、最適な制御チューニングを維持することでプラントのトラブルを防止し、稼働率の向上を図る。稼働率向上に伴う立上・立下用役の削減、発電量の増加により CO₂ 排出量の削減が期待できる。

【効果】

効果の発現：発電量の増大
燃料消費量低減

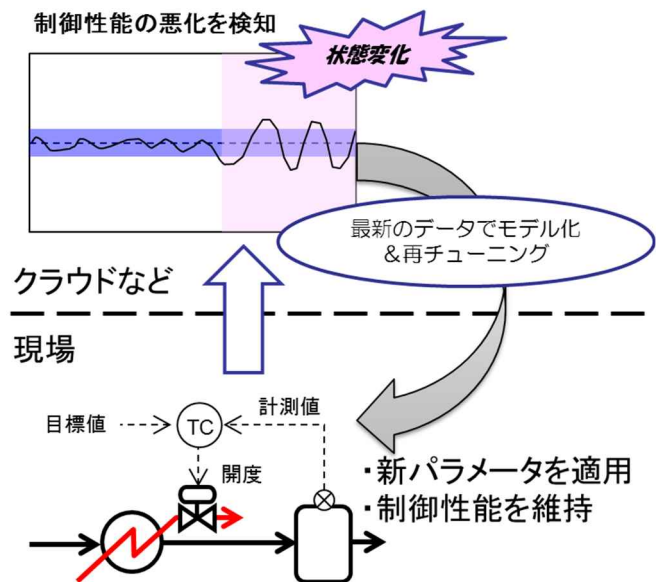


図 - 9 最適制御チューニングの維持

2) 設備改善によるプラントの高効率化

熔融炉内耐火物構造の最適化

【対策案】

新門司工場でのこれまでの運転・維持管理データと耐火物の最新技術を元に、操業の特性に合わせた最適な熔融炉耐火物構造を適用することで、高い耐熱性と断熱性を確保できる。これにより、a) 炉体からの熱放散の低減、b) 炉内部での熱交換効率の向上が実現でき、コークス消費量、熱回収量の最適化が可能となる。コークス消費量の低減、発電量の増大によりCO₂排出量の削減が期待できる。

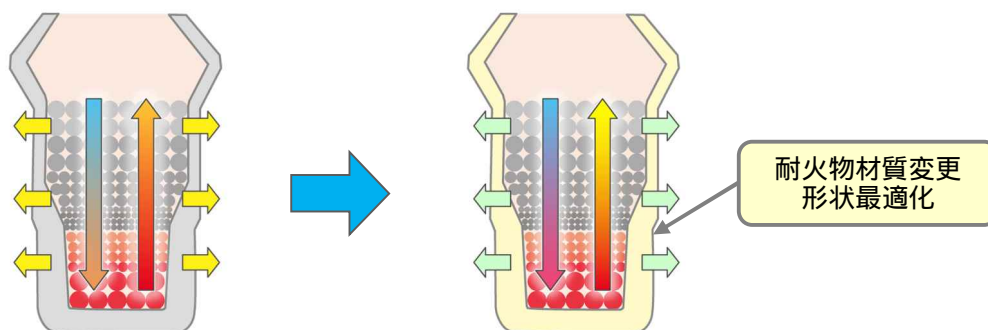


図 - 1 0 熔融炉内耐火物構造の最適化

【効果】

効果の発現：コークス消費量の低減、発電量の向上

熔融炉内でのごみ及び副資材分散性向上によるごみ処理安定化

【対策案】

シャフト炉内部ではごみと炉下部で発生した高温のガスとの熱交換により処理が進行する。ごみは形状や性状が不均質であることから炉内における偏析の可能性があるが、最新の技術により炉内の偏析を抑制することができる。ごみや副資材の炉内偏析を抑制する機構を設けることで炉内における通気抵抗を均質化し、炉内における廃棄物とガスの反応効率を高めることができ、コークスの消費量の抑制、CO₂排出量の削減が期待できる。

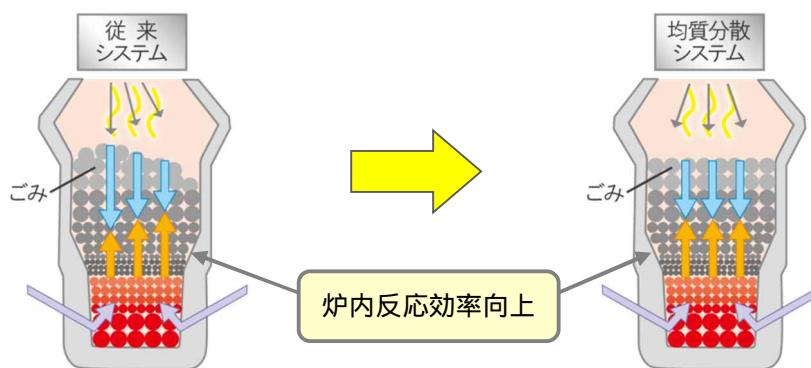


図 - 1 1 ごみ及び副資材分散性向上によるごみ処理安定化

【効果】

効果の発現：コークス消費量の低減、発電量の増大

ボイラ付着ダスト払落し機構の改善

【対策案】

ボイラでのダスト除去方式に以前は除去対象になっていなかった輻射伝熱部のダストを除去する新たな技術を適用することで、ボイラ全体の伝熱効率が向上し、蒸発量の増大を図ることができる。蒸発量の増大に伴い、発電量が増加し、CO₂ 排出量の削減が期待できる。

【効果】

効果の発現：発電量の増大

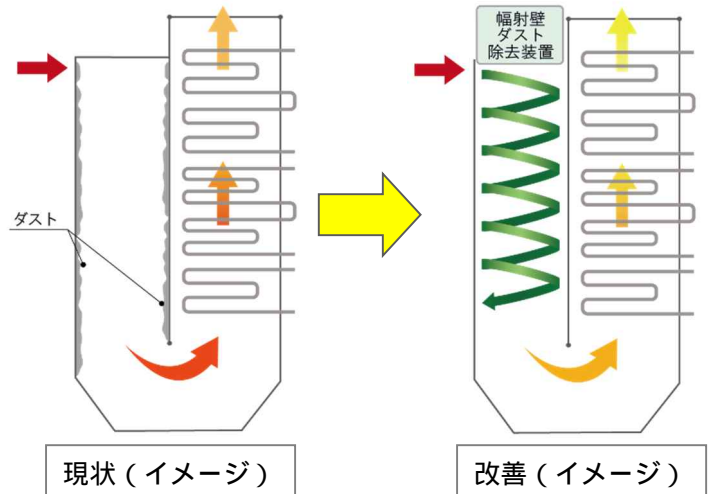


図 - 1 2 ボイラ付着ダスト払落し機構の改善

放散熱の回収強化

【対策案】

処理に伴って放散されている熱の回収を強化することで蒸発量の増大が可能となる。以下に示す改善により蒸発量の増大や所内蒸気使用量削減に伴う発電量の増加により CO₂ 排出量の削減が期待できる。

- ・ボイラ給水温度の最適化によるプラント熱効率の向上
- ・低温触媒利用を前提とした節炭器出口ガス温度の最適化（節炭器伝熱面積調整）による排ガス再加熱器における蒸気消費量の削減
- ・空気予熱器利用による熱効率の向上

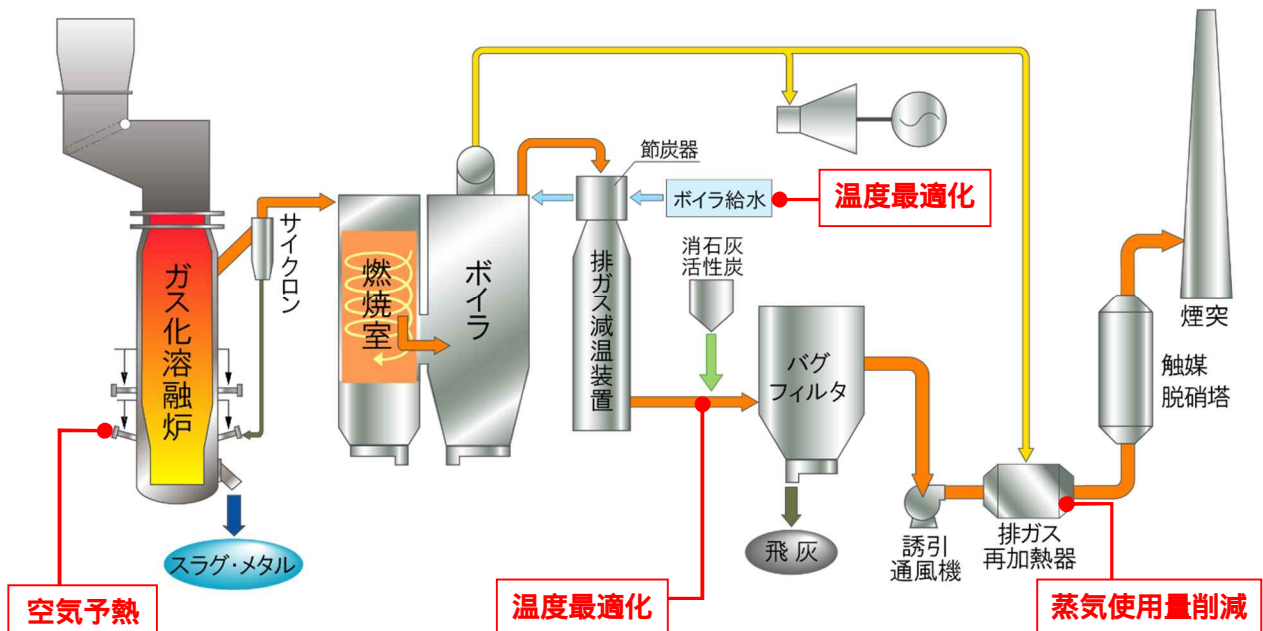


図 - 1 3 放散熱の回収強化

【効果】

効果の発現：発電量の増大

(3) 低炭素・省CO₂化効果

上記対策を実施した場合に想定されるCO₂削減効果(発電量、売電量の増大、燃料・コークス使用料の低減)を以下に示す。最新技術を適用することでプラント性能が向上し、CO₂排出量を低減することが可能となる。

表 - 1 CO₂削減効果

区分	NO	項目	効果発現の仕方	効果	単位	
1	ICTによる 運転管理 の高度化	1-1	最新ソフト導入による誘引通風機(IDF)等の消費電力削減	消費電力削減	1.81	%-年間自家消費電力量
		1-2	重要機器予知保全(Conditon Base Maintenance)高度化	稼働率向上による立上・立下用役の削減、発電量の増加を含む	0.62	%-年間発電量
		1-3	最適制御チューニング維持		1.54	%-年間灯油消費量
2	設備改善等によるエネルギー効率の向上、低炭素化対策	2-1	溶融炉 最新耐火物構成導入	コークス消費量削減 発電量の増大	-0.77 ^{*1}	%-年間発電量
		2-2	ごみ及び副資材分散性向上によるごみ処理安定化		9.70	%-年間コークス消費量
		2-3	ボイラ 付着ダスト払落し機構の改善	発電量の増大	2.23	%-年間発電量
		2-4	放散熱の回収強化	発電量の増大	1.30	%-年間発電量

*1 炉内反応効率の向上によりコークス使用量が減るためコークスの熱量に起因する発電量が減少。

なお、次項5.のシミュレーションでは、稼働計画の変更は行わないため、上記No.1-2と1-3は対象としていない。

5. 収集運搬～有効利用（電力の地域利用） / 最終処分工程における低炭素・省CO₂化の検討

(1) シミュレーション環境の構築

収集運搬～有効利用（電力の地域利用）における低炭素・省CO₂化の検証・評価にあたっては、北九州市の廃棄物処理システムを例としたシミュレーション環境を構築し、シミュレーションを行った。シミュレーションモデル系統図は下記のとおりであり、レンタル契約により整備した。

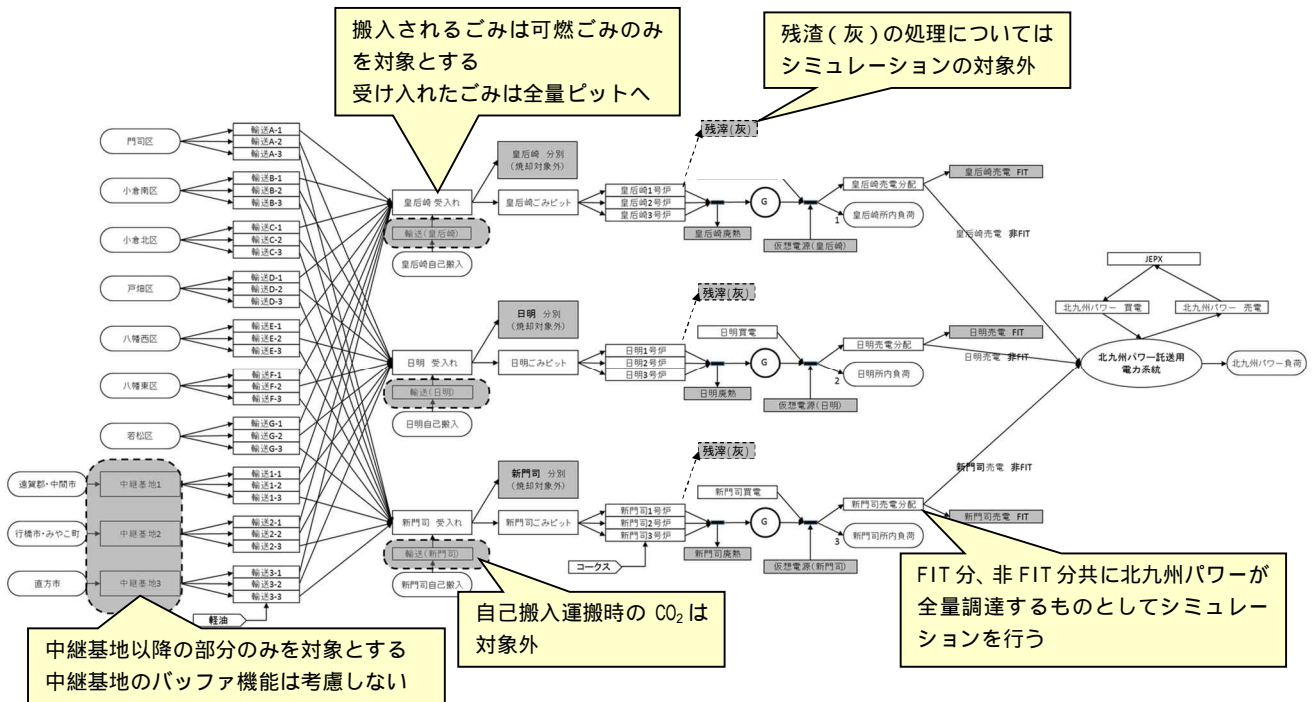


図 - 1 4 シミュレーションモデル系統図

1) シミュレーションモデルの構成

シミュレーションモデルは、収集ごみ運搬モデル、中間処理モデル、電力地域利用モデルで構成される。

CO₂発生源は各モデルに存在するが、それぞれの発生源は独立しているのではなく、相互に影響する。最適化シミュレーションでは、相互影響するCO₂発生源を一括して捉え、最もCO₂排出量が少なくなるようにごみの運搬計画、各工場のごみ処理計画・発電計画・買電計画、北九州パワーの売電 / 買電計画を立案する。

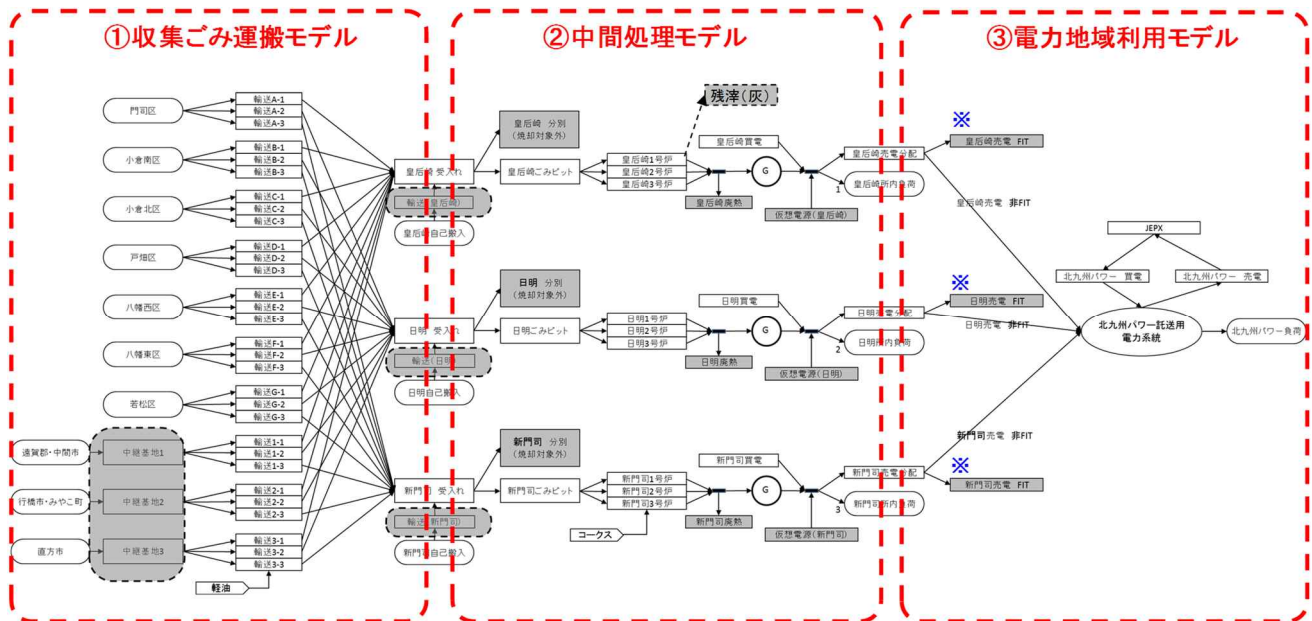


図 - 1 5 シミュレーションモデルの構成

2) 収集ごみ運搬モデル

収集ごみ運搬では、各地域で収集したごみをどの工場に運搬するか（ごみ搬入量）を決定する。この際、CO₂排出量が小さく（運搬距離が短く）なるように運搬先を決定する。一方、各工場にあるごみピットは上限が定められており、この上限以上のごみを運搬することはできない。またごみピットには下限も定められており、下限以下にならないようにごみを搬入する（ごみ枯れを発生させない）。

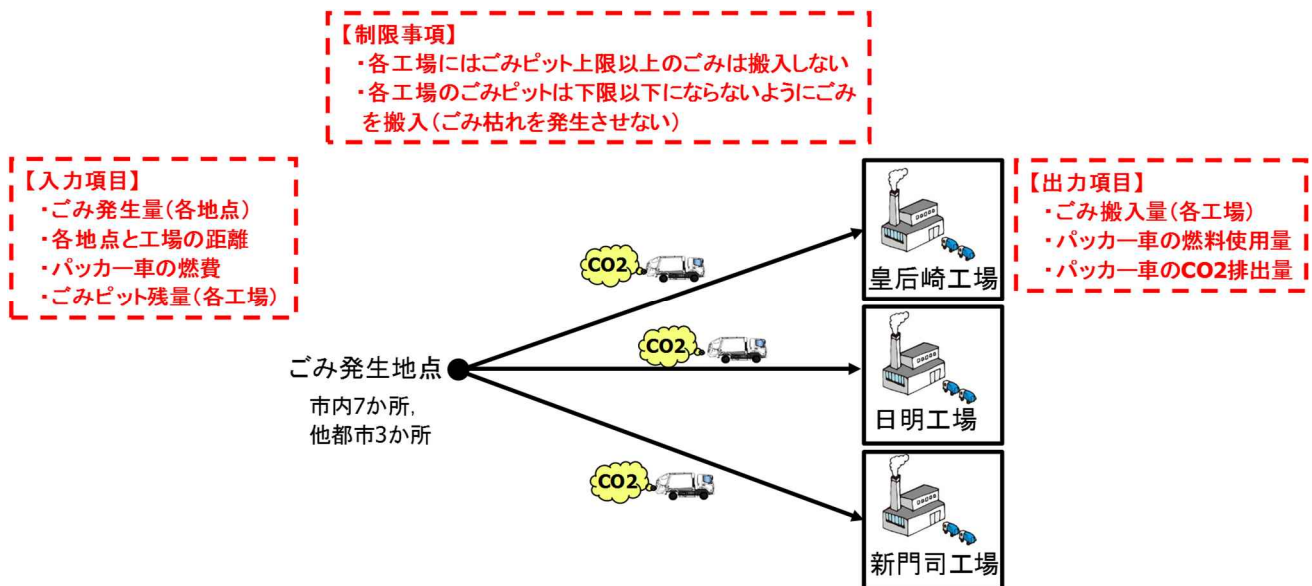


図 - 1 6 収集ごみ運搬モデル

3) 中間処理モデル

中間処理では、発電のための燃料であるごみ処理量とコークス使用量（新門司工場のみ）及び発電電力量、買電電力量を決定する。本シミュレーションでは、中間処理におけるCO₂発生量はコークスの

焼却、外部購入する買電電力によるものとしており、プラスチック等の焼却、燃料使用に伴うCO₂発生量は本シミュレーション後に評価する。

1日のごみ処理量、ごみピット残量には上下限があり、この範囲内で処理を行う。

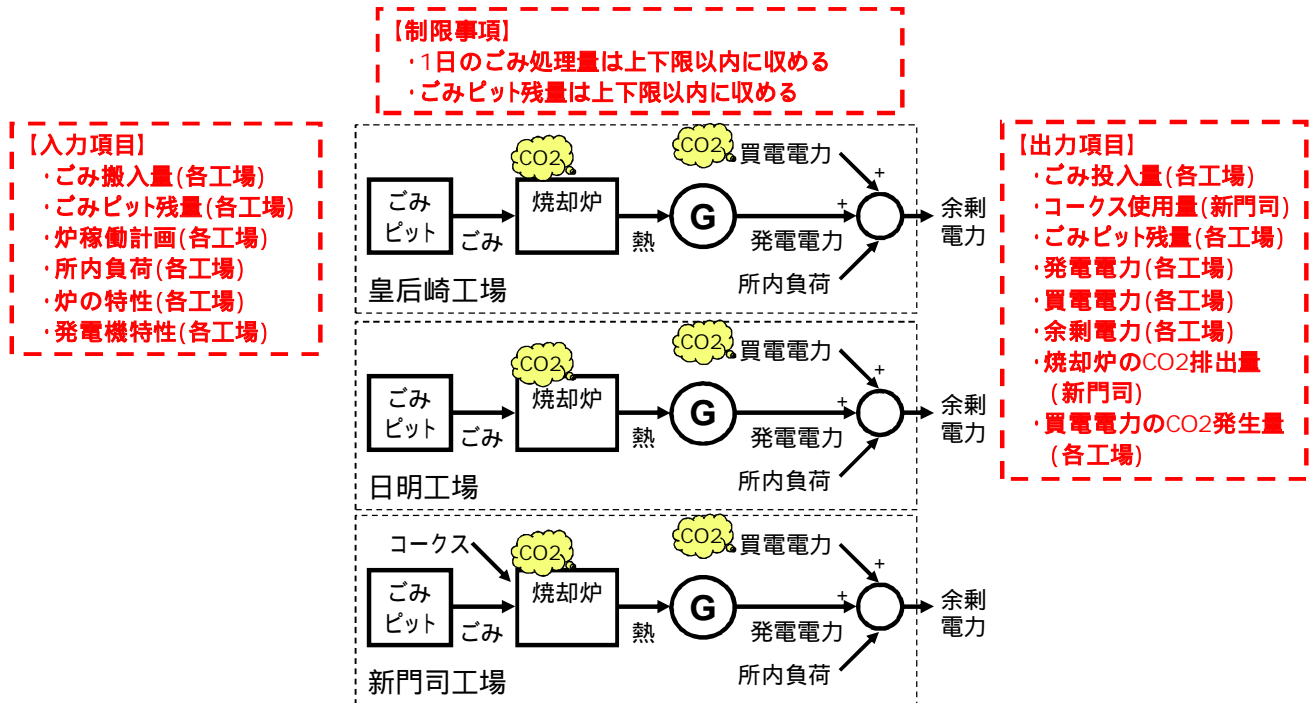


図 - 1 7 中間処理モデル

4) 電力地域利用モデル

電力の地域利用モデルでは、3工場の余剰電力を北九州パワーに販売する。北九州パワーでは、30分ごとの電力需給バランスを保つため、JEPXからの買電電力もしくはJEPXへの売電電力を決定する。

北九州パワーのCO₂排出係数は、JEPXからの購入電力が多いほどが高くなるので、需要地域で発生するCO₂は多くなる。

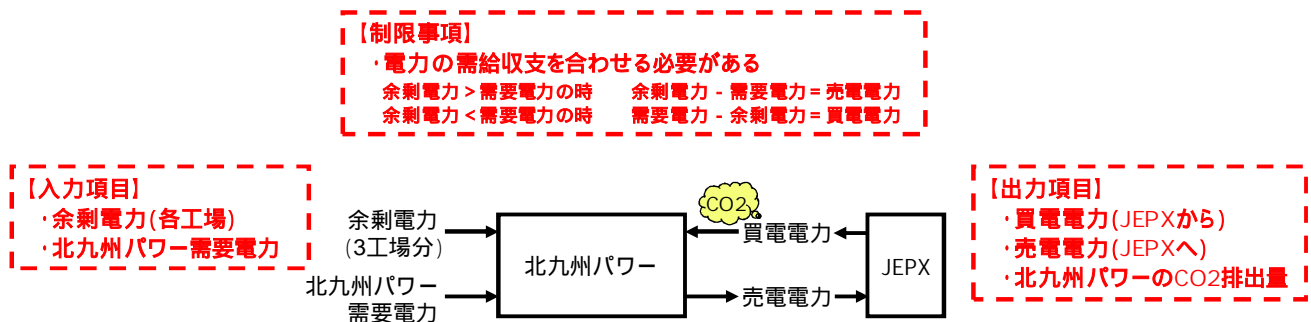


図 - 1 8 電力地域利用モデル

(2) シミュレーション方法

1) シミュレーションケースの設定

現状に対するシミュレーションとして、シミュレーションシステムを用いてCO₂排出量の最適化の効果を確認するとともに、将来に対するシミュレーションとして、ごみ量や工場諸元を変えた4ケースを設定した。

シミュレーションケースの詳細を下記に示す。

表 - 2 シミュレーションケース一覧

ケース番号	概要	工場諸元	備考
ケース1 現状 に対するシミュレーション 現状(2017年度)のごみ量, 北九州パワー需要, 工場諸元(ピット容量, 発電効率等)にてシミュレーションを実施	ケース1-1 実績値を用いてCO ₂ 排出量を算出	3工場ともに更新・基幹改良の 前	ケース1-1と1-2を比較することにより, 最適化の効果を 確認する。
	ケース1-2 最適化機能を用いてCO ₂ 排出量を算出		
ケース2 将来 に対するシミュレーション ごみ量を将来値(2028年度)とし, 工場諸元を変化させてシミュレーションを実施	ケース2-1 工場諸元は3工場とも2017年度のデータとしてCO ₂ 排出量の最適化を実施	3工場ともに更新・基幹改良の 前	各工場の基幹改良・更新を行わないケース
	ケース2-2 工場諸元は日明工場のみ更新時のデータとしてCO ₂ 排出量の最適化を実施	日明工場は更新 後 , 皇后崎工場は更新 前 , 新門司工場は基幹改良 前	ケース2-1と2-2を比較することにより, 日明工場の更新効果を 確認する。
	ケース2-3 工場諸元は日明工場更新時および新門司工場基幹改良時のデータとしてCO ₂ 排出量の最適化を実施	日明工場は更新 後 , 新門司工場は基幹改良 後 , 皇后崎工場は更新 前	ケース2-2と2-3を比較することにより, 新門司工場の基幹改良効果を 確認する。
	ケース2-4 3工場ともに更新もしくは基幹改良時のデータとしてCO ₂ 排出量の最適化を実施	3工場ともに更新・基幹改良の 後	ケース2-3と2-4を比較することにより, 皇后崎工場の更新効果を 確認する。 ケース2-1と2-4を比較することにより, 3工場の更新・基幹改良効果を 確認する。

2) シミュレーションデータの設定

シミュレーションの評価条件は次表のとおり。なお、焼却炉の稼働炉数については全てのケースについて2017年度と同様とした。

表 - 3 シミュレーションの基本条件

		ケース1-1	ケース1-2	ケース2-1	ケース2-2	ケース2-3	ケース2-4	
ごみ量	市内収集ごみ(t/年)	179,788		168,431				
	市外ごみ	行橋市・みやこ町(t/年)	26,420		23,816			
		直方市(t/年)	16,896		15,681			
		遠賀郡・中間市(t/年)	34,330		29,404			
	自己搬入(t/年)	173,600						
	その他(粗大ごみ、道路清掃・まち美化作業のごみ、災害廃棄物等)(t/年)	14,996						
合計(t/年)		446,030	446,030	425,928	425,928	425,928	425,928	
清掃工場	新門司工場	施設規模(t/日)	720					
		発電効率(%)	21.4			22.0		
	日明工場	施設規模(t/日)	600		529			
		発電効率(%)	11.8		21.5			
	皇后崎工場	施設規模(t/日)	810				714	
		発電効率(%)	19.1				23.5	
地域エネルギー事業者	契約電力(MW)	50						
	需要電力量(GWh)	85						

表 - 4 CO₂排出係数

清掃工場	買電量	0.000463 t-CO ₂ /kWh	※1
	燃料使用量(灯油)	2.49 t-CO ₂ /kL	
	コークス使用量	3.17 t-CO ₂ /t	
地域エネルギー事業者	買電量	0.000496 t-CO ₂ /kWh	※2
日明積出基地・響灘最終処分場	電気使用量	0.000463 t-CO ₂ /kWh	※1
	燃料使用量(軽油)	2.58 t-CO ₂ /kL	

※1 2017年度の九州電力㈱の調整後排出係数

※2 2017年度の調整後排出係数の全国平均値

なお、シミュレーションデータは次表のとおり設定した。

表 - 5 シミュレーションデータの設定方法

		ケース1-1	ケース1-2	ケース2-1	ケース2-2	ケース2-3	ケース2-4	
ごみ量		446,030t/年(2017年度)		425,928t/年 2028年度の2017年度に対する人口減少率で推計 人口一人当たりのごみ排出量原単位は2017年度と同等とした				
新門司工場	施設規模	720t/日(2017年度)						
	ピット残量(最大、最小)	2,796~8,723t(2017年度)						
	発電量原単位	571kWh/ごみt コークスの熱量含む			587kWh/ごみt コークスの熱量含む 4で検討した新門司工場の低炭素・省CO ₂ 化対策を導入した場合で設定			
	所内消費電力量	34,673MWh/年(2017年度)			34,049MWh/年 4で検討した新門司工場に低炭素・省CO ₂ 化対策を導入した場合で設定			
	燃料(灯油)使用量	742,436L/年(2017年度)						
	コークス使用量	x=廃棄物投入量(kg/h)、y=コークス使用量(kg/h)としたとき、 $y=0.0188x+242.62$ より算出			左式を基準に、4で検討した新門司工場の低炭素・省CO ₂ 化対策を導入した場合で設定			
	積出基地への灰搬出量 最終処分場への灰搬出量	0.002t/ごみt(2017年度) 0.04t/ごみt(2017年度)						
日明工場	施設規模	600t/日(2017年度)		529t/日 2028年度の2017年度に対する人口減少率で設定				
	ピット残量(最大、最小)	1,308~3,332t(2017年度)		1,000~6,828t 皇后崎工場のピット容量に対する施設規模の比で最大値を設定				
	発電量原単位	315kWh/ごみt(2017年度)		557kWh/ごみt 循環型社会形成推進交付金の交付率2分の1要件で発電効率を設定し計算 なお、発電量の推計にあたり、ごみ発熱量は2017年度の実績値と同等とした				
	所内消費電力量	28,113MWh/年(2017年度)		24,796MWh/年 2017年度実績を基準に処理規模に応じて設定				
	燃料(灯油)使用量(炉の立上下時使用)	66,420L/年(2017年度)		58,560L/年 2017年度実績を基準に処理規模に応じて設定				
	積出基地への灰搬出量	0.16t/ごみt(2017年度)						
皇后崎工場	施設規模	810t/日(2017年度)			714t/日 2028年度の2017年度に対する人口減少率で設定			
	ピット残量(最大、最小)	1,025~10,451t(2017年度)			1,000~9,218t 2017年度実績を基準に処理規模に応じて最大値を設定			
	発電量原単位	529kWh/ごみt(2017年度)			651kWh/ごみt 循環型社会形成推進交付金の交付率2分の1要件で発電効率を設定し計算 なお、発電量の推計にあたり、ごみ発熱量は2017年度の実績値と同等とした			
	所内消費電力量	37,672MWh/年(2017年度)			33,227MWh/年 2017年度実績を基準に処理規模に応じて設定			
	燃料(灯油)使用量(炉の立上下時使用)	47,619L/年(2017年度)			42,500L/年 2017年度実績を基準に処理規模に応じて設定			
	積出基地への灰搬出量 最終処分場への灰搬出量	0.002t/ごみt(2017年度) 0.16t/ごみt(2017年度)						
地域エネルギー事業者の需要家における電力使用量		85GWh(2017年度)						
日明積出基地	電気使用量原単位	2.19kWh/灰t(2017年度)						
	燃料(軽油)使用量原単位	4.65L/灰t(2017年度)						
響灘最終処分場	電気使用量原単位	1.58kWh/灰t(2017年度)						
	燃料(軽油)使用量原単位	0.37L/灰t(2017年度)						

(3) シミュレーション結果

1) 最適化による収集・搬入ごみ量の変化

資源化・最終処分への影響を考慮しない本シミュレーションでは、基本的にコークスを使用する新門司工場の処理量を減じる方向にある中で、運搬距離を減らす工夫をしている。

現状の CO₂ 最適化分析（ケース 1-1、ケース 1-2 の比較）

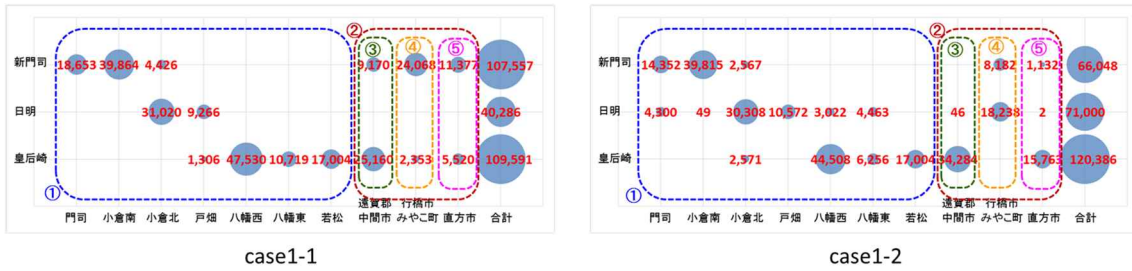


図 - 1 9 現状に対するシミュレーションの各ケースにおける各地域から各工場へのごみ搬入量

- ・市内収集廃棄物の各工場への搬入は基本的に変化ない（図中 ①）。つまり、市内収集においては現状でも運搬距離が最短となるように地域割りとなされているといえる。
- ・遠賀郡・中間市から運搬される廃棄物（図中 ②）については、新門司工場と皇后崎工場の割振りを皇后崎工場に集約している。遠賀・中間市 - 各工場間の距離が 51.0km（新門司工場） 11.7km（皇后崎工場）であり、皇后崎工場の方が圧倒的に運搬距離が短いためである。
- ・行橋市・みやこ町から運搬される廃棄物（図中 ③）については、搬入の多くを新門司工場から日明工場に変更している。行橋市・みやこ町と各工場の距離が 47.9km（皇后崎工場） 40.3km（日明工場） 41.0km（新門司工場）であることから、最も距離が短い日明工場を主としたためである。
- ・直方市から運搬される廃棄物（図中 ④）については、主を新門司工場から皇后崎工場に集約している。直方市と工場との距離が 22.1km（皇后崎工場） 41.5km（新門司工場）であることから、距離が短い皇后崎工場に廃棄物の大半を集約したためである。

将来のごみ量及び各工場の更新及び低炭素・省 CO₂ 対策を想定した CO₂ 最適化分析（ケース 2-1～ケース 2-4 の比較）

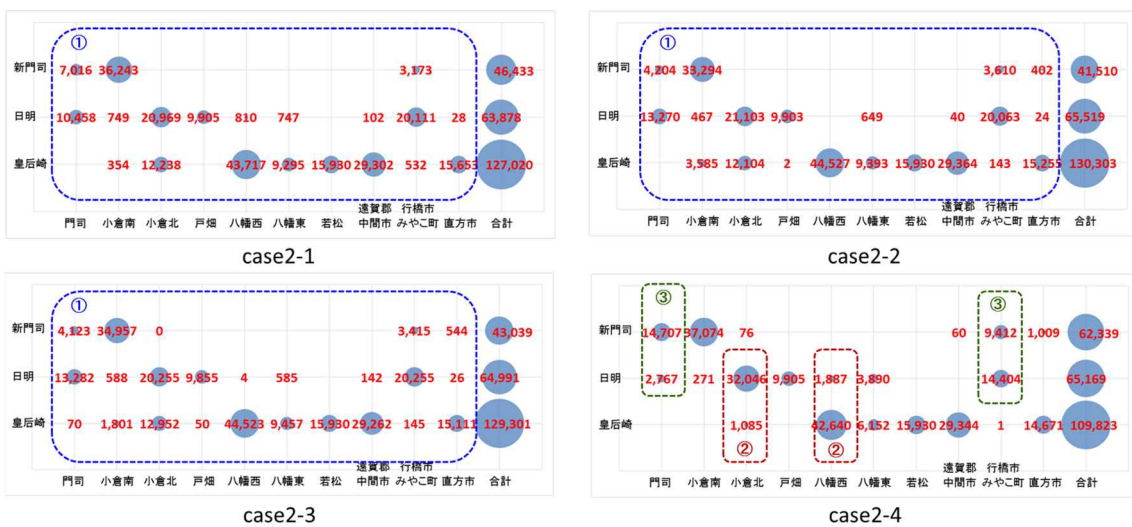


図 - 2 0 将来に対するシミュレーションの各ケースにおける各地域から各工場へのごみ搬入量

- ・ケース 2-1、2-2、2-3 においては、基本的な変化はない。
- ・ケース 2-4 では、皇后崎工場の更新に伴い処理能力が小さくなることから、その分を距離に応じて日明工場及び新門司工場へ振り分けたものである（図中、 ）

2) 最適化による中間処理～有効利用/最終処分量の変化

中間処理～有効利用/最終処分工程における最適化結果は表 -6、図 -2 1、図 -2 2 及び以下に示すとおりである。

資源化・最終処分への影響を考慮しない本シミュレーションでは、基本的にコークスを使用する新門司工場の処理量を減じる方向にある中で、システム全体の CO₂ 最適化を図っている。従って、現状の CO₂ 最適化分析（ケース 1-1、ケース 1-2 の比較）では、1) 収集・搬入ごみ量の最適化分析と併せ、新門司工場の処理量が低減し、日明工場、皇后崎工場の処理量が増加している。また、熔融処理まで行っている新門司工場の処理量が低減したため、最終処分量は増加する結果となっている。

表 -6 シミュレーション結果

	ケース1-1	ケース1-2	ケース2-1	ケース2-2	ケース2-3	ケース2-4	
新門司工場	処理量(t/年)	148,074	106,951	96,258	91,613	93,252	112,460
	発電電力量(MWh/年)	84,446	60,240	53,959	51,230	51,334	62,271
	所内消費電力量(付帯施設含む)(MWh/年)	34,673	34,673	34,673	34,673	34,049	34,049
	買電量(MWh/年)	643	532	532	532	523	523
	コークス使用量(t/年)	7,545	6,663	6,441	6,344	5,759	6,120
	燃料(灯油)使用量(kL/年)	298	298	298	298	298	298
	スラグ生成量(t/年)	15,456	11,164	10,047	9,563	9,734	11,739
	日明積出基地への灰搬出量(t/年)	248	179	161	154	156	189
	響灘最終処分場への灰搬出量(t/年)	5,946	4,294	3,865	3,679	3,744	4,516
日明工場	処理量(t/年)	104,063	140,789	123,541	124,462	124,375	124,462
	発電電力量(MWh/年)	34,845	47,142	41,367	68,676	68,628	68,676
	所内消費電力量(付帯施設含む)(MWh/年)	28,113	28,113	28,113	24,796	24,796	24,796
	買電量(MWh/年)	1,592	427	767	376	376	376
	炉立上下時燃料(灯油)使用量(kL/年)	66	66	66	59	59	59
	日明積出基地への灰搬出量(t/年)	16,409	22,200	19,480	19,626	19,612	19,626
	響灘最終処分場への灰搬出量(t/年)	30,236	31,587	30,967	31,497	31,315	27,915
皇后崎工場	処理量(t/年)	187,053	195,409	191,578	194,856	193,727	172,692
	発電電力量(MWh/年)	98,605	103,010	100,990	102,718	102,123	111,974
	所内消費電力量(付帯施設含む)(MWh/年)	37,672	37,672	37,672	37,672	37,672	33,227
	買電量(MWh/年)	1,566	1,424	1,424	1,424	1,424	1,256
	炉立上下時燃料(灯油)使用量(kL/年)	48	48	48	48	48	42
	日明積出基地への灰搬出量(t/年)	451	471	462	470	467	416
	響灘最終処分場への灰搬出量(t/年)	30,236	31,587	30,967	31,497	31,315	27,915
日明積出基地	3工場からの灰搬入に伴う電気使用量(MWh/年)	37	50	44	44	44	44
	3工場からの灰搬入に伴う燃料(軽油)使用量(kL/年)	79	106	93	94	94	94
響灘最終処分場	3工場からの灰搬入に伴う電気使用量(MWh/年)	84	93	87	88	87	83
	3工場からの灰搬入に伴う燃料(軽油)使用量(kL/年)	20	22	20	20	20	19

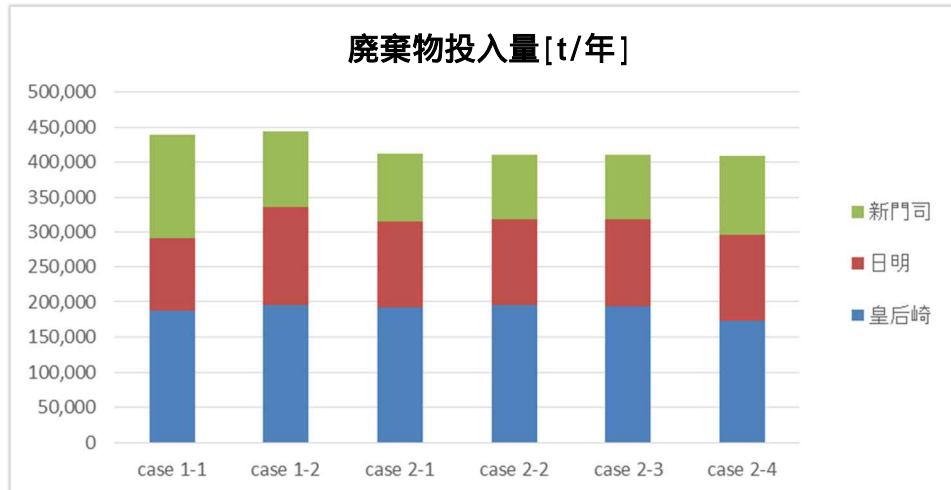


図 - 2 1 廃棄物投入量

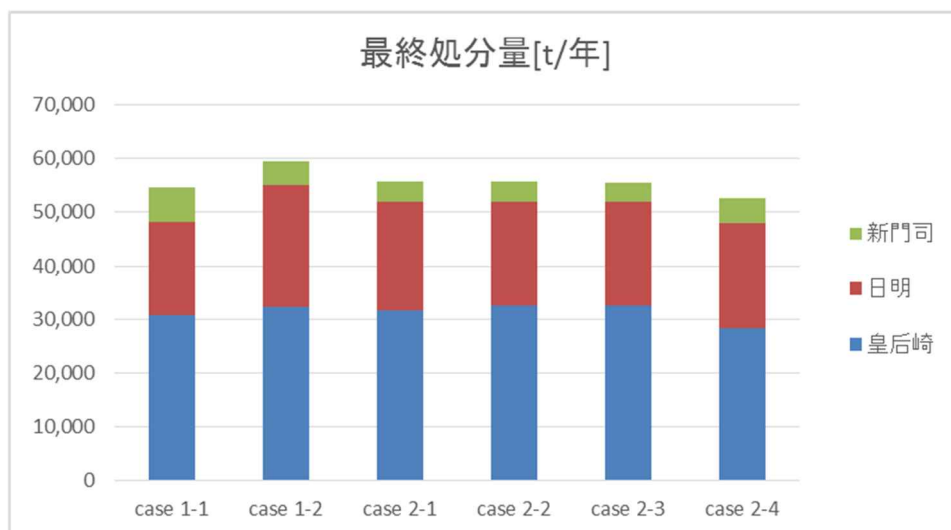


図 - 2 2 最終処分量

3) シミュレーションにおける CO₂ 最適化結果 (収集運搬 ~ 中間処理 ~ 有効利用 / 最終処分)

中間処理 ~ 有効利用 / 最終処分工程における CO₂ 最適化結果は表 - 7、図 - 2 3 及び以下に示すとおりである。

現状の CO₂ 最適化分析 (ケース 1-1 とケース 1-2 の比較) では、コークス使用を伴う新門司工場処理量の低減を基本的方向としつつ、主に市外ごみ搬入先を最短距離で配分していることから、収集運搬及び工場における CO₂ 排出量は大きく低減した。一方、新門司工場の処理量を低減したため 3 工場全体の送電電力量は低下するものの、北九州パワーの電力需給バランスに合わせた 3 工場の運転を行うことで、北九州パワーの市場調達電力は低減し、結果として地域で発生する CO₂ も低減している。

将来のごみ量及び各工場の更新及び低炭素・省 CO₂ 対策を想定した CO₂ 最適化分析 (ケース 2-1 ~ ケース 2-4 の比較) では、新門司工場の低炭素・省 CO₂ 化対策を想定したケース 2-3 において、その効果が確実に表れていた。

表 - 7 シミュレーションにおけるCO₂最適化結果 (CO₂排出量)

CO ₂ 排出量(t-CO ₂ /年)	ケース1-1	ケース1-2	ケース2-1	ケース2-2	ケース2-3	ケース2-4
工場で発生するCO ₂ ※	25,679	22,226	21,678	21,190	19,333	20,400
ごみ運搬時のCO ₂	918	780	715	722	720	704
地域で発生するCO ₂	2,591	1,457	1,457	756	758	480
合計CO ₂	29,188	24,463	23,850	22,668	20,811	21,584
CO ₂ 削減量 (対ケース1-1)	—	-4,725	-5,338	-6,520	-8,377	-7,604

工場で発生するCO₂にはプラスチック類焼却及び燃料使用由来のCO₂は含まない

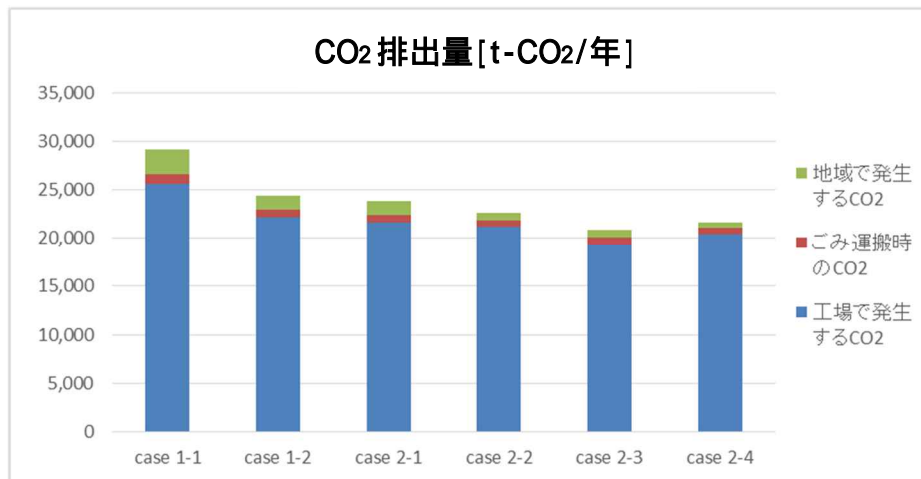


図 - 2 3 シミュレーション結果 (CO₂排出量)

(4) 低炭素・省CO₂化効果の評価

1) 評価項目の考え方

CO₂削減効果

CO₂削減効果としてはごみ運搬に係るCO₂、工場稼働に係るCO₂、地域に係るCO₂、最終処分に係るCO₂を評価する。それぞれの定義は下記のとおり。

- ・ごみ運搬に係るCO₂：市内収集ごみの各地区からの運搬に係る燃料（軽油）使用及び市外ごみ（行橋市・みやこ町、直方市、遠賀郡・中間市）の中継基地からの運搬に係る燃料（軽油）使用由来のCO₂
- ・工場稼働に係るCO₂：各清掃工場における買電及び燃料使用並びに新門司工場におけるコークス使用に係るCO₂、プラスチック焼却由来のCO₂
- ・地域で発生するCO₂：北九州パワーの市場からの電力調達に係るCO₂
- ・最終処分に係るCO₂：日明積出基地及び響灘最終処分場における電気及び燃料（軽油）使用に係るCO₂のうち、3工場からの灰処理分

経済効果

経済効果の評価項目と単価は以下のとおり想定した。

< 収入 >

- ・新門司工場のスラグ売却収入...200 円/t
- ・各清掃工場から北九州パワーへの売電収入...9 円/kWh

< 支出 >

- ・市内収集ごみの運搬に係る燃料（軽油）費用...120 円/L
- ・各清掃工場における買電費用...夏季：12.31 円/kWh、他季：11.44 円/kWh
- ・各清掃工場における薬品費（排ガス処理、キレート等）...150 円/ごみ t
- ・新門司工場におけるコークス費用...40 円/kg
- ・新門司工場における燃料（灯油）費用...120 円/L
- ・新門司工場における塩基度調整用石灰石費用...480 円/ごみ t
- ・日明工場、皇后崎工場における炉立上下時燃料（灯油）費用...120 円/L
- ・日明積出基地及び響灘最終処分場における電力費用のうち、3 工場からの灰処理分...夏季：12.31 円/kWh、他季：11.44 円/kWh
- ・日明積出基地及び響灘最終処分場における燃料（軽油）費用のうち、3 工場からの灰処理分...120 円/L

資源循環効果

資源循環効果としては、新門司工場で生成されるスラグによる天然資材の代替効果を評価する。

2) 低炭素・省 CO₂ 化効果の評価

CO₂ 削減効果

工場での燃料（灯油）使用、プラスチック焼却由来、最終処分に係る CO₂ を含めた廃棄物処理システム全体における CO₂ 削減効果を下表に示す。

現状の最適化（ケース 1-1 とケース 1-2 の比較）により、廃棄物処理システム全体の CO₂ 排出量は年間約 4,600t-CO₂ 削減され、削減率は 2.1%となった。また、将来のごみ量と各工場の更新及び低炭素・省 CO₂ 対策を想定した CO₂ 最適化（ケース 2-1～ケース 2-4 の比較）では、削減効果は現状と比較して 10.1%の削減率となった。

表 - 8 廃棄物処理システム全体における CO₂ 削減効果

CO ₂ 排出量(t-CO ₂ /年)	ケース1-1	ケース1-2	ケース2-1	ケース2-2	ケース2-3	ケース2-4
工場で発生するCO ₂ ①	25,679	22,226	21,678	21,190	19,333	20,400
ごみ運搬時のCO ₂ ②	918	780	715	722	720	704
地域で発生するCO ₂ ③	2,591	1,457	1,457	756	758	480
合計CO ₂ (①+②+③)	29,188	24,463	23,850	22,668	20,811	21,584
工場での燃料(灯油)使用に係るCO ₂ ④	1,026	1,026	1,026	1,006	1,006	994
プラスチック焼却由来のCO ₂ ⑤	194,474	194,474	179,305	179,305	179,305	179,305
最終処分に係るCO ₂ ⑥	312	396	354	357	356	352
合計CO ₂ (①+②+③+④+⑤+⑥)	225,000	220,359	204,535	203,336	201,479	202,234
CO ₂ 削減量(対ケース1-1)	—	-4,641	-20,465	-21,664	-23,522	-22,766
CO ₂ 削減率(対ケース1-1)	—	-2.1%	-9.1%	-9.6%	-10.5%	-10.1%

北九州市循環型社会形成推進基本計画によると、北九州市の一般廃棄物処理に伴う CO₂ 排出削減目

標は下表のとおりである。本目標値において、H32年度の非エネルギーによるCO₂排出量をH26年度と同等とすると、H32年度のCO₂排出量の小計は180,029t-CO₂となり、H26年度に対する削減率は-2.3%である。

今回の検討において、上表のケース1-1に対するケース1-2のCO₂削減率は-2.1%であり、最適化により循環型社会形成推進基本計画の目標値に近づくといえる。

表 - 9 北九州市における一般廃棄物処理に伴うCO₂排出削減目標
(北九州市循環型社会形成推進基本計画より)

(単位:トン-CO₂)

	H26年度	H32年度
エネルギー起源(焼却)	28,944	24,700
非エネルギー	153,144	114,200
エネルギー起源(収集運搬)	1,900	1,800
エネルギー起源(処分場)	217	385
CO₂排出量の小計	184,205	141,085
(マイナス)売電・熱供給	79,268	40,800
CO₂総排出量	104,937	100,285

ア．ごみ運搬に係るCO₂

廃棄物運搬時のCO₂は廃棄物の運搬距離と廃棄物量で決定される。

各ケースの運搬に係るCO₂排出量について下図に示す。

また、各工場ごとの収集・搬入量最適化分析を参考資料1に示す。

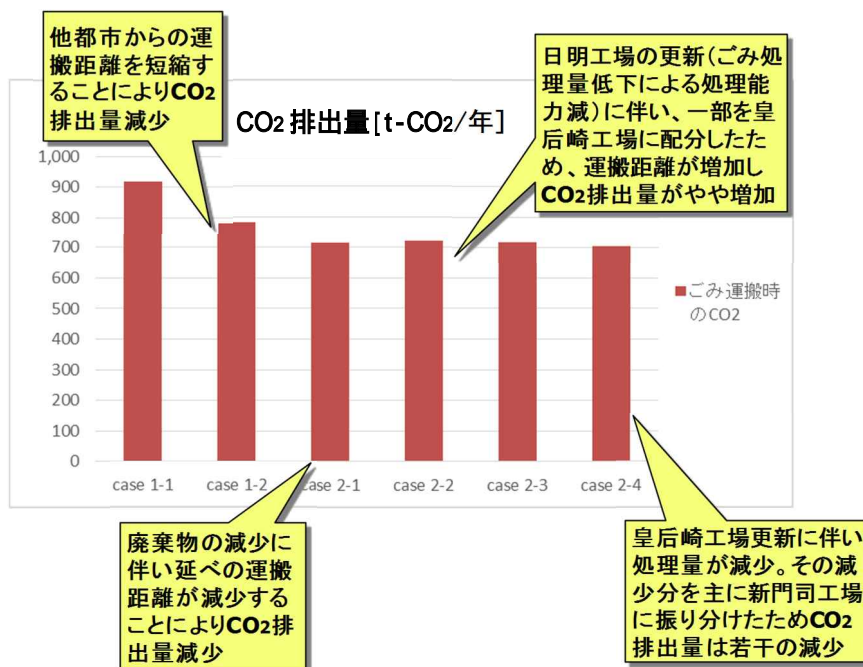


図 - 2 4 ごみ運搬に係るCO₂排出量

現状の最適化(ケース1-1とケース1-2の比較)において、収集に伴うCO₂は15%削減された。

また、将来を想定した最適化(ケース2-1~2-4)においては、ごみ発生量(収集量)が低減することにより、CO₂排出量は低減している。

イ．工場稼働に係る CO₂

工場での燃料使用、プラスチック焼却由来も含めた CO₂ 排出量は下図のとおり。また、人口一人当たりの CO₂ 排出量を下表に示す。

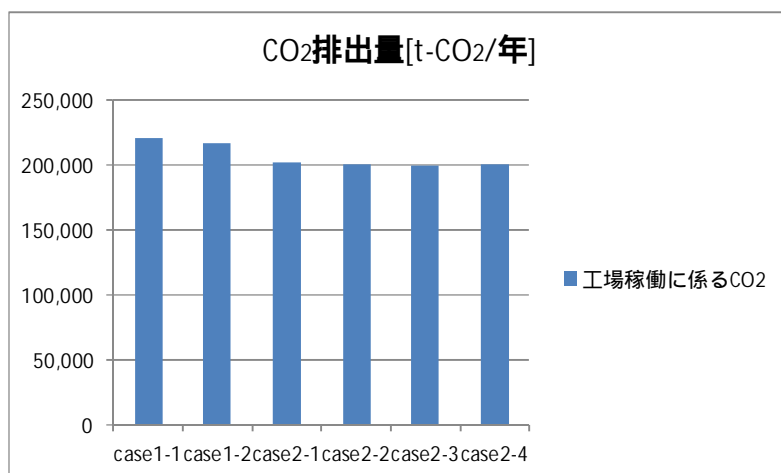


図 - 2 5 工場稼働に係る CO₂ 排出量

表 - 1 0 人口一人当たりの工場稼働に係る CO₂ 排出量

(kg-CO ₂ /人)					
ケース1-1	ケース1-2	ケース2-1	ケース2-2	ケース2-3	ケース2-4
178.6	175.8	176.4	176.0	174.3	175.3

工場稼働に伴う CO₂ において、現状の最適化（ケース 1-1 と 1-2 の比較）による CO₂ 削減効果はコークス使用を伴う新門司工場の廃棄物処理量が減少したことによる。将来を想定するケース 2-1 以降はごみ処理量減少によるプラスチック焼却量の低下により CO₂ が減少している。また、ケース 2-3 は新門司工場の CO₂ 対策によるものである。

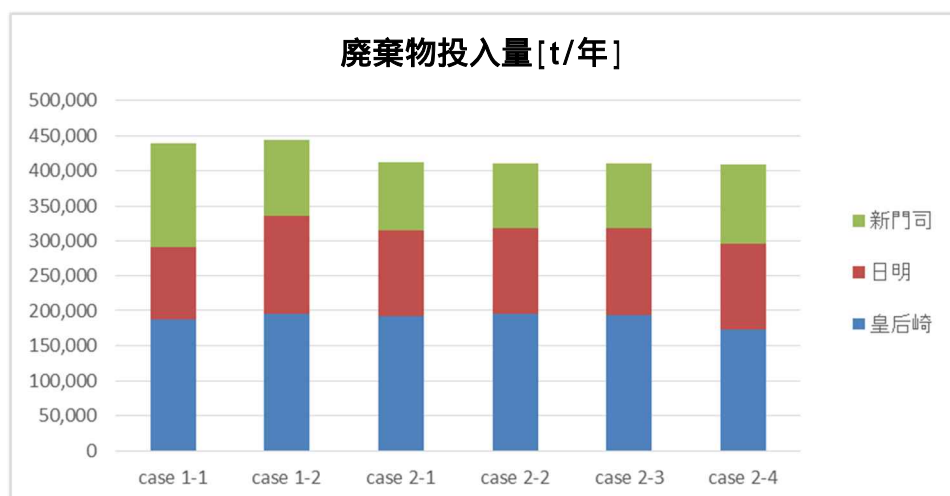


図 - 2 6 廃棄物投入量

ウ．地域で発生する CO₂

地域で発生する CO₂ は、ごみ発電を主要電源として地域に電力を供給する北九州パワーの CO₂ 排出係数によるものである。従って、地域で発生する CO₂ は、北九州パワーの市場からの電力調達量が大きく影響する。

各工場の送電電力量は図 - 2 7 に示すとおり、現状の最適化（ケース 1-1 とケース 1-2 の比較）により、発電効率の高い新門司工場の処理量を低減したため、全体として減少している。

将来を想定した最適化（ケース 2-1～ケース 2-4）では、ごみ処理量が減少するため送電電力量が減少するが（ケース 2-1）、工場の更新あるいは低炭素化・省 CO₂ 対策により発電効率が高くなるため、送電電力量は増加する。

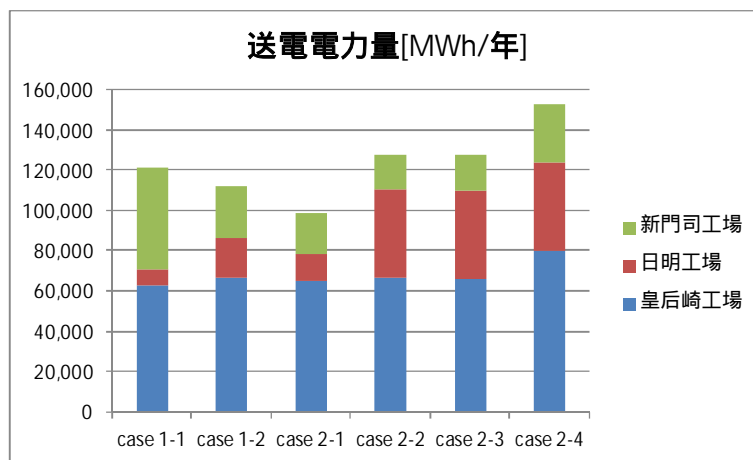


図 - 2 7 送電電力量

次に北九州パワーの需給バランスを図 - 2 8 に示す。年間の総電力量として、北九州パワーの需要規模より 3 工場の送電電力量の合計が大きくなっているものの、外部調達電力が発生している。これは、各工場の送電電力量がごみ焼却量により異なるため、季節、時刻により需給バランスが逆転し、北九州パワーでの電力市場調達の必要性が生じるためである。

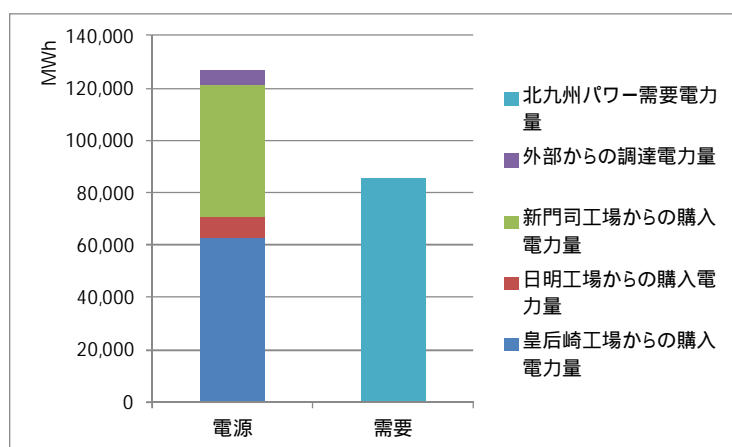


図 - 2 8 需給バランス（ケース 1-1）

地域で発生するCO₂について、現状のCO₂最適化(ケース1-1と比べてケース1-2の比較)により、発生するCO₂が大きく減少した。北九州パワーが外部から購入する電力の多い時期に、工場のごみ焼却量を増やし、発電電力量を増加させたことによるものである。また、将来を想定した最適化(ケース2-1~ケース2-4)では、それぞれ更新あるいは低炭素化・省CO₂対策により発電効率が高くなる結果、調達電力の必要性がより低下しCO₂排出量がさらに低減する結果となる。

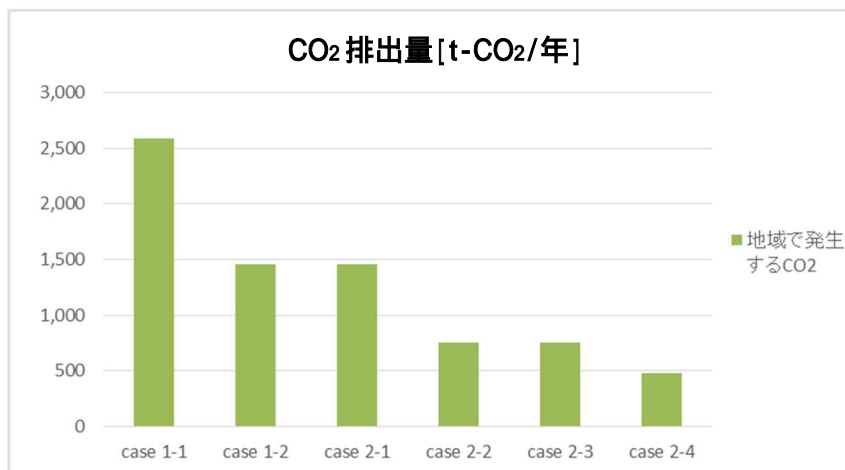


図 - 2 9 地域で発生する CO₂ 排出量

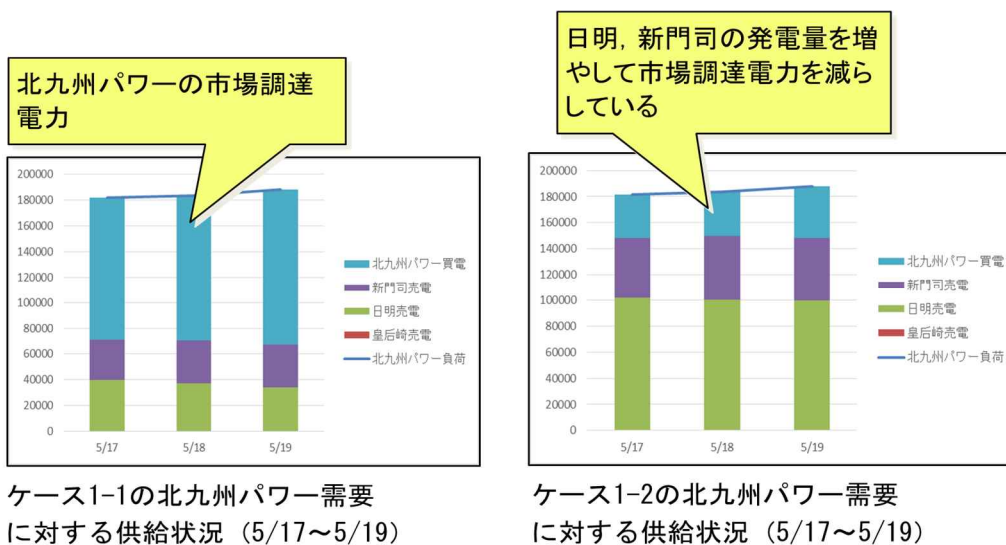


図 - 3 0 ケース1-1及びケース1-2における北九州パワー需要に対する供給状況 (5/17~5/19)

エ．最終処分に係るCO₂

最終処分に係るCO₂排出量は、3工場から日明積出基地及び響灘最終処分場への灰搬出量で決定されるが、日明工場で発生する灰は全て一度日明積出基地を経由して最終処分場へ搬入されているとともに、積出基地の燃料使用量が多いため、日明工場の灰処理分が最終処分に係るCO₂の大部分を占める。

ケース 1-1 に対しケース 1-2～2-4 では最終処分に係る CO₂が増加しているが、これは日明工場の処理量が増えた（灰発生量も増加）ためである。

また、新門司工場の灰排出量原単位は日明工場及び皇后崎工場の 4 分の 1 程度であり、最終処分場の延命化に貢献している。

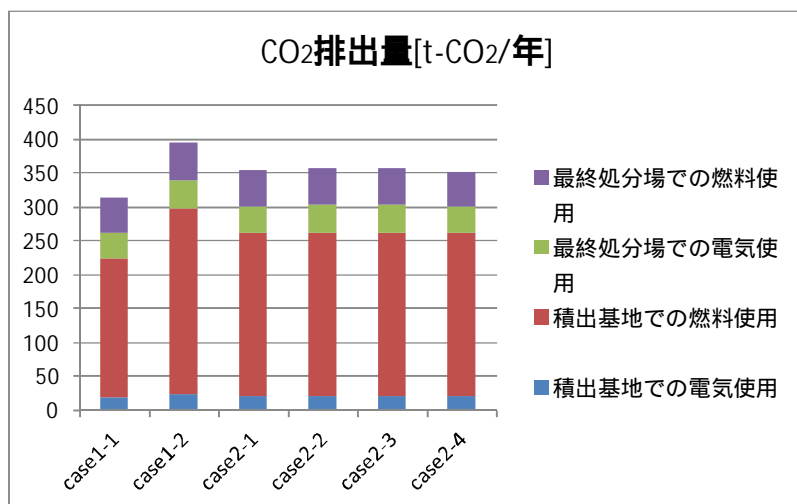


図 - 3 1 最終処分に係る CO₂ 排出量

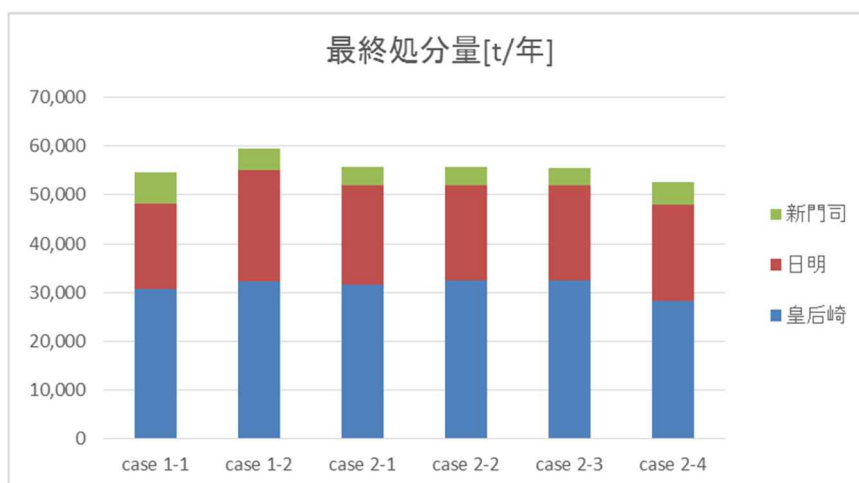


図 - 3 2 最終処分量（再掲）

経済効果

低炭素・省 CO₂化による北九州市への経済効果は以下のとおりである。

現状の最適化（ケース 1-1 とケース 1-2 の比較）により、売電収入は減少するが各工場の処理コストも低減するため収支は増加する。将来を想定した最適化（ケース 2-1～ケース 2-4）では、ごみ量の減少により売電電力量が減少するものの、工場の更新あるいは低炭素化・省 CO₂ 対策による発電効率の高度化により売電収入が増加し、結果、収支は増大することになる。

表 - 1 1 低炭素・省CO₂化による経済効果

(単位: 千円)

		ケース1-1	ケース1-2	ケース2-1	ケース2-2	ケース2-3	ケース2-4
支出	市内収集ごみの運搬に係る燃料使用	14,051	14,510	13,881	14,148	14,003	13,160
	清掃工場における買電	43,494	27,263	31,159	26,687	26,578	24,655
	清掃工場における薬品使用等	136,954	117,809	107,910	105,614	106,464	115,423
	清掃工場における燃料使用等	351,253	315,974	307,069	302,260	278,877	292,647
	積出基地及び最終処分場における電力使用	1,423	1,669	1,529	1,542	1,539	1,490
	積出基地及び最終処分場における燃料使用	11,898	15,340	13,640	13,743	13,730	13,610
	合計	559,072	492,565	475,189	463,994	441,189	460,986
収入	清掃工場から北九州パワーへの売電	1,091,155	1,010,850	887,235	1,150,346	1,151,022	1,377,043
	新門司工場で生成されるスラグの売却	3,091	2,233	2,009	1,913	1,947	2,348
	合計	1,094,246	1,013,082	889,245	1,152,258	1,152,969	1,379,391
差引収支		535,173	520,517	414,055	688,264	711,780	918,405

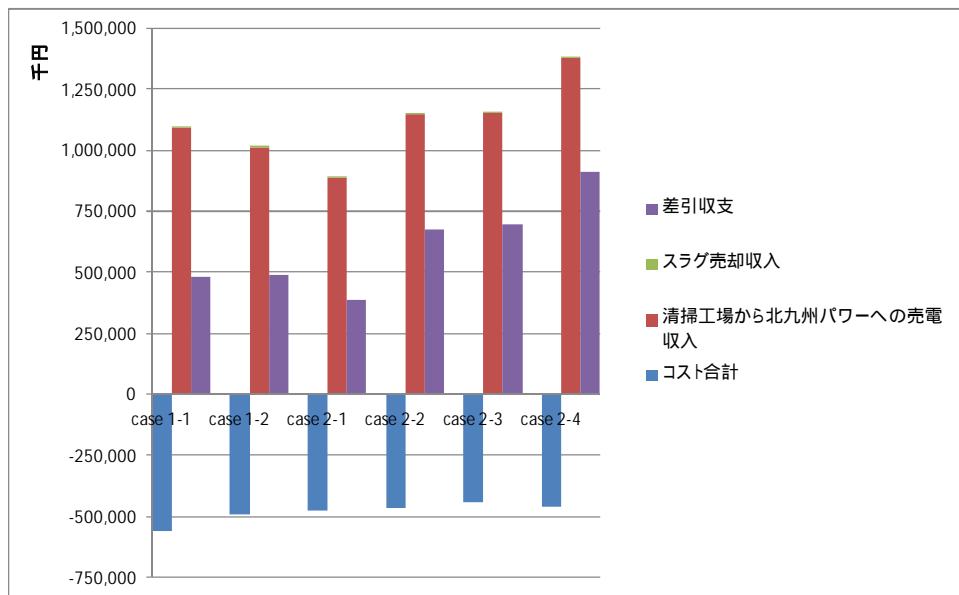


図 - 3 3 低炭素・省CO₂化による経済効果

資源循環効果

新門司工場で生成されたスラグは、コンクリート二次製品やアスファルト骨材に利用されており、天然資材である砂や砂利の使用を削減できる。新門司工場でのスラグ生成量を図 - 3 4 に示す。

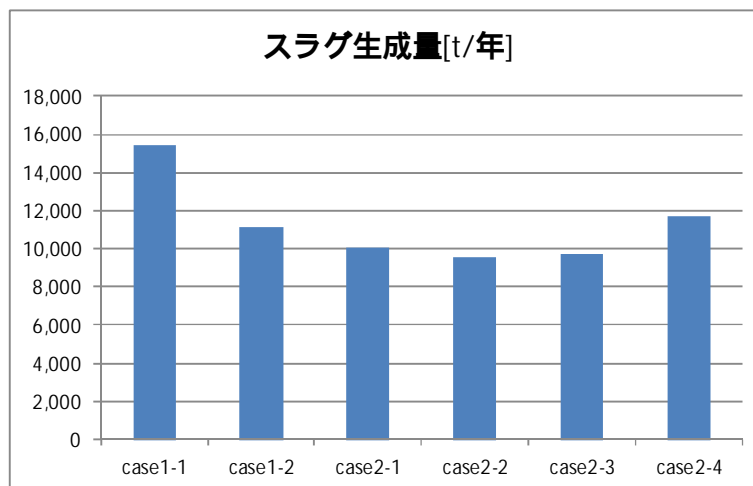


図 - 3 4 新門司工場におけるスラグ生成量

6. 有効利用工程（電力の地域利用）における水素システム活用による低炭素・省CO₂化の検討

北九州市では現在清掃工場の余剰電力を小売電気事業者（地域エネルギー事業者）に供給しているが、夜間の余剰電力については地域需要家で消費しきれず市場に売却している状況である。

北九州市では水素エネルギーの活用を推進していることから、地消できない余剰電力を高度利用することで更なるCO₂削減の可能性がある。具体的には水素変換し地域において収集車両等に利用することで、ごみ収集に係るCO₂等が削減される。

そこで、以下のようなスキームにより、地域エネルギー事業の余剰売却電力分を水素転換し、パッカー車及び北九州市保有の乗用車に利用した場合のCO₂削減効果及び経済性について検討する。また、参考として、同様の電力を地域エネルギー事業会社が自ら水素転換し、一般に水素として販売するケースの経済性について検討する。

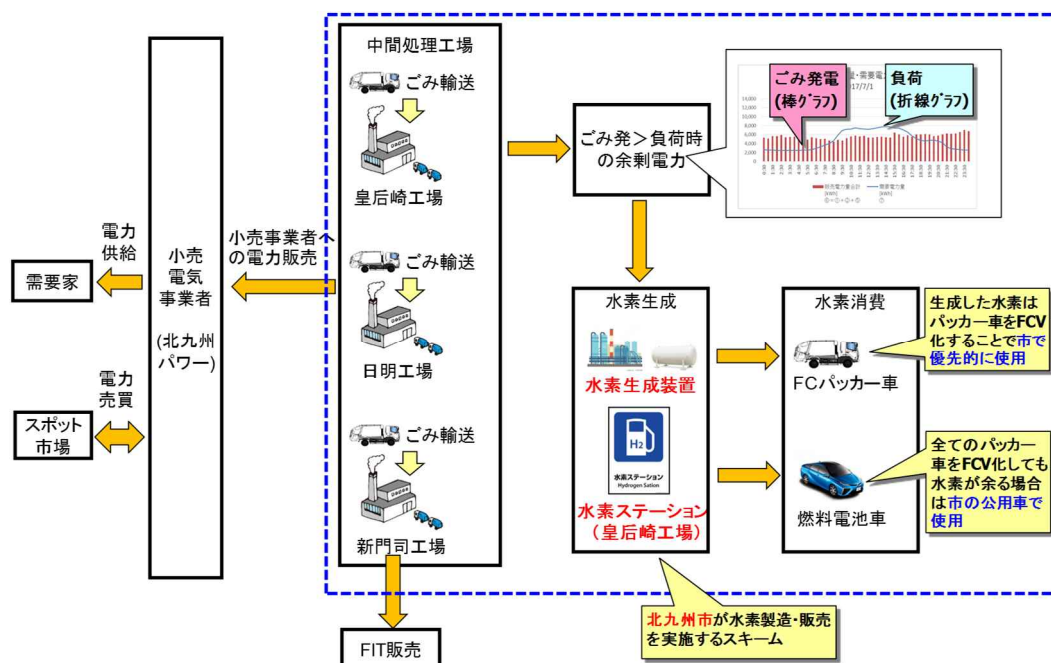


図 - 3 5 北九州市が水素製造・販売を実施する事業スキーム（イメージ）

（1）シミュレーションケースの設定

地域エネルギー事業における余剰電力を水素転換する割合を0%、25%、50%、75%及び100%と設定し、収集車両等に利用することによるCO₂排出量及び経済性について検討する。

収集運搬、ごみ焼却、地域に係る各CO₂排出量とシミュレーションケースとの関係は以下のとおりである。

- ・ 収集運搬に係るCO₂排出量はFCVパッカー車への変更台数により削減される。
- ・ ごみ焼却に係るCO₂排出量はケースに関わらず一定である。
- ・ 地域に係るCO₂排出量については、もともと地域で利用されなかった電力を利用するものであることから、ケースに関わらず一定である。
- ・ 公用車に係るCO₂排出量は、燃料電池車への変更台数により削減される。

従って、ごみ焼却に係るCO₂発生量及び地域に係るCO₂発生量は、「5. 収集運搬～有効利用（電力の地域利用）/最終処分工程における低炭素・省CO₂化の検討」におけるシミュレーション結果の

数値を用いる。

(2) シミュレーションデータの設定

シミュレーションの設定条件及びその根拠は表のとおりである。なお、地域エネルギー事業における余剰電力として水素変換に利用できる電力のイメージは図のとおりである。

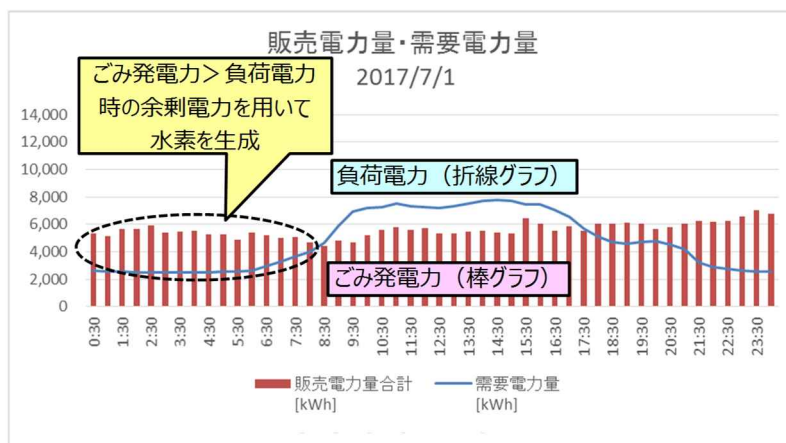


図 - 3 6 地域エネルギー事業における余剰電力

表 - 1 2 シミュレーションの設定及び根拠

項目	シミュレーション条件	備考
水素利用可能余剰電力量	27,590,521 kWh/年	2017年度の実績データ(各工場の発電実績,北九州パワー需要実績,各々30分値)をもとに算出
電力水素変換効率	5 kWh/Nm ³	水素の製造、輸送・貯蔵について 2016年4月14日 資源エネルギー庁 燃料電池推進室
収集パッカー車台数	206 台	北九州市業務課様提供 収集運搬車一覧 (2018/10/25)より塵芥車を抽出
公用車台数	1,500 台	北九州市基本計画見直しに向けた調査・分析 データ集(2012年12月)より北九州市保有の公用車を推定
収集パッカー車軽油使用量	4,500 L/台・年	年間走行距離:18,000km、燃費4km/L
公用車軽油使用量	790 L/台・年	年間走行距離:10,600km、燃費13.5km/L
軽油CO ₂ 換算係数	2.58 kg-CO ₂ /L	
収集パッカー車水素使用量	6,207 Nm ³ /台・年	年間走行距離:18,000km、燃費2.9km/Nm ³
公用車水素使用量	2,074 Nm ³ /台・年	年間走行距離:10,600km、燃費5.1km/Nm ³
水素ステーション建設に係る初期投資費用	105 百万円	水素ステーション建設費:390百万円 経産省補助金250百万円、県補助金35百万円
水素生成単価	100 ~ 20 円/Nm ³	水素基本戦略(2017年12月) 現状:100円/Nm ³ 2030年頃:現状の7割低下(30円/Nm ³) 将来目指すべき姿:現状の8割低下(20円/Nm ³)
水素販売単価	100 円/Nm ³	利益単価:5円/Nm ³ 及び16円/Nm ³
北九州パワーへの電力販売単価	9 円/kWh	
北九州パワー余剰電力(夜間)のスポット市場販売単価	7 円/kWh	

(3) シミュレーション結果

1) 水素システム活用によるCO₂削減量

水素システム活用による各工程におけるCO₂排出量及び削減量は下表に示すとおりである。

地域エネルギー事業における余剰電力を25%水素転換した場合に、206台のパッカー車が全てFCVに置き換えられ、さらに公用車の一部もFCVに置き換え可能である。この時のCO₂削減量は年間2,500t-CO₂と推定される。余剰電力を100%水素転換した場合は、206台のパッカー車及び1,500台の公用車全てがFCVに置き換え可能となり、CO₂削減量は年間5,450t-CO₂と推定される。

表 - 1 3 各工程におけるCO₂排出量及び削減量

項目	単位	余剰電力の北九州パワーへの販売割合				
		100%	75%	50%	25%	0%
収集運搬に係るCO ₂ 排出量	t-CO ₂ /年	2,392	0	0	0	0
余剰電力の北九州パワー販売量	kWh/年	27,590,521	20,692,891	13,795,261	6,897,630	0
水素生成利用電力量	kWh/年	0	6,897,630	13,795,261	20,692,891	27,590,521
水素生成量	Nm ³ /年	0	1,379,526	2,759,052	4,138,578	5,518,104
パッカー車台数	台	206	0	0	0	0
FCVに置き換えられるパッカー車台数	台	0	206	206	206	206
余剰水素量	Nm ³ /年	0	100,884	1,480,410	2,859,936	4,239,462
ごみ焼却に係るCO ₂ 排出量	t-CO ₂ /年	25,679	25,679	25,679	25,679	25,679
地域に係るCO ₂ 排出量	t-CO ₂ /年	2,591	2,591	2,591	2,591	2,591
公用車に係るCO ₂ 排出量	t-CO ₂ /年	3,057	2,958	1,602	247	0
公用車利用可能水素量	Nm ³ /年	0	100,884	1,480,410	2,859,936	4,239,462
FCVに置き換えられる公用車台数	台	0	49	714	1,379	1,500
公用車台数	台	1,500	1,451	786	121	0
～ 合計	t-CO ₂ /年	33,719	31,228	29,872	28,517	28,270
削減量	t-CO ₂ /年	-	2,491	3,847	5,203	5,449

2) 水素システム活用の経済性

水素システム活用の経済性の検討にあたり、北九州市を事業者として右図の考え方により収支を検討した。検討結果は以下のとおりである。水素基本戦略(2017年12月、資源エネルギー庁)では、水素生成費用を現状で100円/Nm³のところ、2030年頃に現状の7割低下(30円/Nm³)、将来目指すべき姿として現状の8割低下(20円/Nm³)を示している。しかし、水素生成費用が30円/Nm³まで低下したとしても、余剰電力を単純売買した時に比較して収支は悪化する結果となった。そして、水素生成費用が20円/Nm³に低下し、かつ余剰電力の25%を水素生成に利用するケースのみ、単純売買よりも収支が改善した。しかし、水素ステーション建設にあたり75%の補助が得られたとしても、

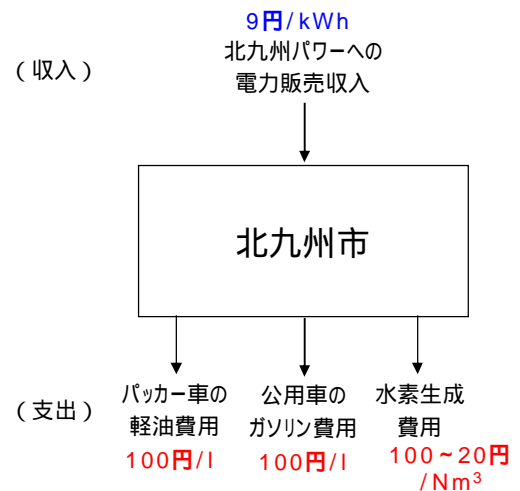


図 - 3 7 北九州市を事業者とする場合の経済性の考え方

単純投資回収年数は15年を超える結果となった。

表 - 1 4 水素生成費用30円/Nm³の場合の試算結果

項目		単位	余剰電力の北九州パワーへの販売割合				
			100%	75%	50%	25%	0%
収入	余剰電力販売収入	円/年	248,314,689	186,236,019	124,157,340	62,078,670	0
	収入計	円/年	248,314,689	186,236,019	124,157,340	62,078,670	0
支出	水素生成費用	円/年	0	41,385,782	82,771,564	124,157,346	165,543,128
	パッカー車の軽油費用	円/年	92,700,000	0	0	0	0
	乗用車の軽油費用	円/年	118,875,000	114,991,750	62,290,500	9,589,250	0
	支出計	円/年	211,575,000	156,377,532	145,062,064	133,746,596	165,543,128
収支(収入-支出)		円/年	36,739,689	29,858,487	-20,904,724	-71,667,926	-165,543,128
収支改善		円/年	0	-6,881,202	-57,644,413	-108,407,615	-202,282,817
単純投資回収年		年					

表 - 1 5 水素生成費用20円/Nm³の場合の試算結果

項目		単位	余剰電力の北九州パワーへの販売割合				
			100%	75%	50%	25%	0%
収入	余剰電力販売収入	円/年	248,314,689	186,236,019	124,157,340	62,078,670	0
	収入計	円/年	248,314,689	186,236,019	124,157,340	62,078,670	0
支出	水素生成費用	円/年	0	27,590,521	55,181,043	82,771,564	110,362,085
	パッカー車の軽油費用	円/年	92,700,000	0	0	0	0
	乗用車の軽油費用	円/年	118,875,000	114,991,750	62,290,500	9,589,250	0
	支出計	円/年	211,575,000	142,582,271	117,471,543	92,360,814	110,362,085
収支(収入-支出)		円/年	36,739,689	43,653,748	6,685,797	-30,282,144	-110,362,085
収支改善		円/年	0	6,914,059	-30,053,892	-67,021,833	-147,101,774
単純投資回収年数		年		15.19			

(4) 水素システム活用による低炭素・省CO₂化の評価

地域エネルギー事業の余剰売却電力分を水素転換し、パッカー車及び北九州市保有の乗用車に利用することによる低炭素・省CO₂化システムが事業として成立するためには、上記条件のもとでは、水素生成費用が「将来の目指すべき姿」とされる20円/Nm³まで低下することが前提となる。その上で、余剰電力の25%を水素転換することで収集パッカー車を全台FCVに置き換える程度にとどめることに、実現可能性を見出すことができた。

(5) 地域エネルギー事業会社を水素システム事業者とする場合の経済性について

地域エネルギー事業会社が夜間に余剰電力を市場に売却するケースでは、市場売電価格が調達価格を下回るいわゆる逆ザヤになることが一般的であり、水素変換システムを活用し水素を一般に販売する価値はあると考える。

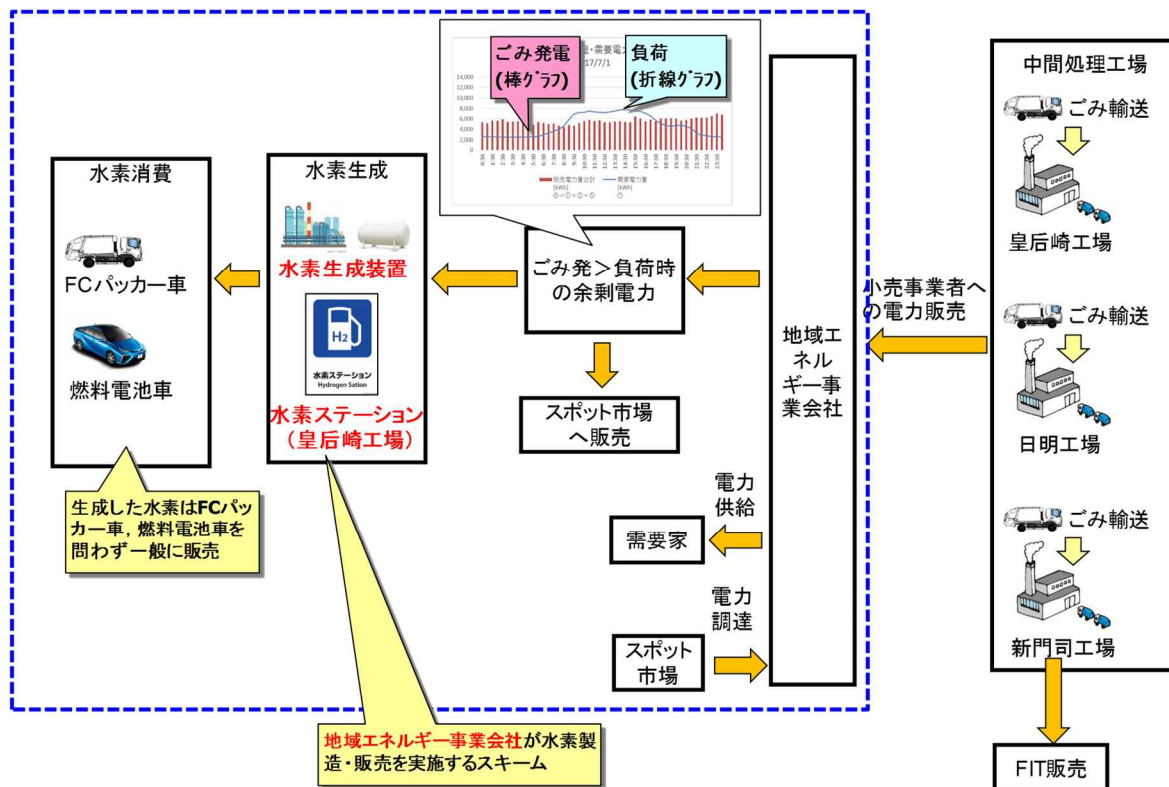


図 - 3 8 地域エネルギー事業会社が水素製造・販売を実施する事業スキーム（イメージ）

そこで、地域エネルギー事業会社を本システムの事業者とする場合について、以下の考え方により収支を検討した。

水素ステーションの採算性の検討（あおり CO₂ フリー水素活用モデルプラン（平成 30 年 3 月、青森県））では、顧客への販売価格を約 100 円/Nm³とした時の水素ステーションの稼働率と水素生成費用の関係から単年度黒字となる水素生成費用を試算している。ここでも、水素販売価格を 100 円/Nm³に設定し、水素生成費用を変化させた。

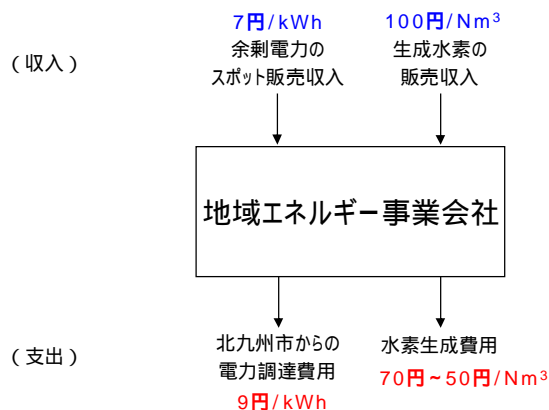


図 - 3 9 地域エネルギー事業会社を事業者とする場合の経済性の考え方

結果は表 - 1 6 ~ - 1 8 に示すとおりであり、顧客への水素販売価格を 100 円/Nm³と設定した

場合には、水素生成費用が現状の6割程度である60円/Nm³まで低下すると、水素ステーション事業を行うことにより、夜間電力を市場売電するよりも北九州パワーの収支が改善される。さらに、水素生成費用が50円/Nm³まで低下した場合に余剰電力の75%以上を水素転換すると、水素ステーション事業は黒字になると想定される。

表 - 1 6 水素生成費用 70 円/Nm³、水素販売単価 100 円/Nm³ のケース

項目	単位	余剰電力のスポット市場販売割合					
		100%	75%	50%	25%	0%	
収入	余剰電力販売収入	円/年	193,133,647	144,850,237	96,566,820	48,283,410	0
	生成水素販売収入	円/年	0	137,952,600	275,905,220	413,857,820	551,810,420
	収入計	円/年	193,133,647	282,802,837	372,472,040	462,141,230	551,810,420
支出	水素生成費用	円/年	0	96,566,820	193,133,654	289,700,474	386,267,294
	北九州市からの調達費用	円/年	248,314,689	248,314,689	248,314,689	248,314,689	248,314,689
	支出計	円/年	248,314,689	344,881,509	441,448,343	538,015,163	634,581,983
収支(収入-支出)		円/年	-55,181,042	-62,078,672	-68,976,303	-75,873,933	-82,771,563
収支改善		円/年	0	-6,897,630	-13,795,261	-20,692,891	-27,590,521
単純回収年数		年					

表 - 1 7 水素生成費用 60 円/Nm³、水素販売単価 100 円/Nm³ のケース

項目	単位	余剰電力のスポット市場販売割合					
		100%	75%	50%	25%	0%	
収入	余剰電力販売収入	円/年	193,133,647	144,850,237	96,566,820	48,283,410	0
	生成水素販売収入	円/年	0	137,952,600	275,905,220	413,857,820	551,810,420
	収入計	円/年	193,133,647	282,802,837	372,472,040	462,141,230	551,810,420
支出	水素生成費用	円/年	0	82,771,560	165,543,132	248,314,692	331,086,252
	北九州市からの調達費用	円/年	248,314,689	248,314,689	248,314,689	248,314,689	248,314,689
	支出計	円/年	248,314,689	331,086,249	413,857,821	496,629,381	579,400,941
収支(収入-支出)		円/年	-55,181,042	-48,283,412	-41,385,781	-34,488,151	-27,590,521
収支改善		円/年	0	6,897,630	13,795,261	20,692,891	27,590,521
単純回収年数		年		15.22	7.61	5.07	3.81

表 - 1 8 水素生成費用 50 円/Nm³、水素販売単価 100 円/Nm³ のケース

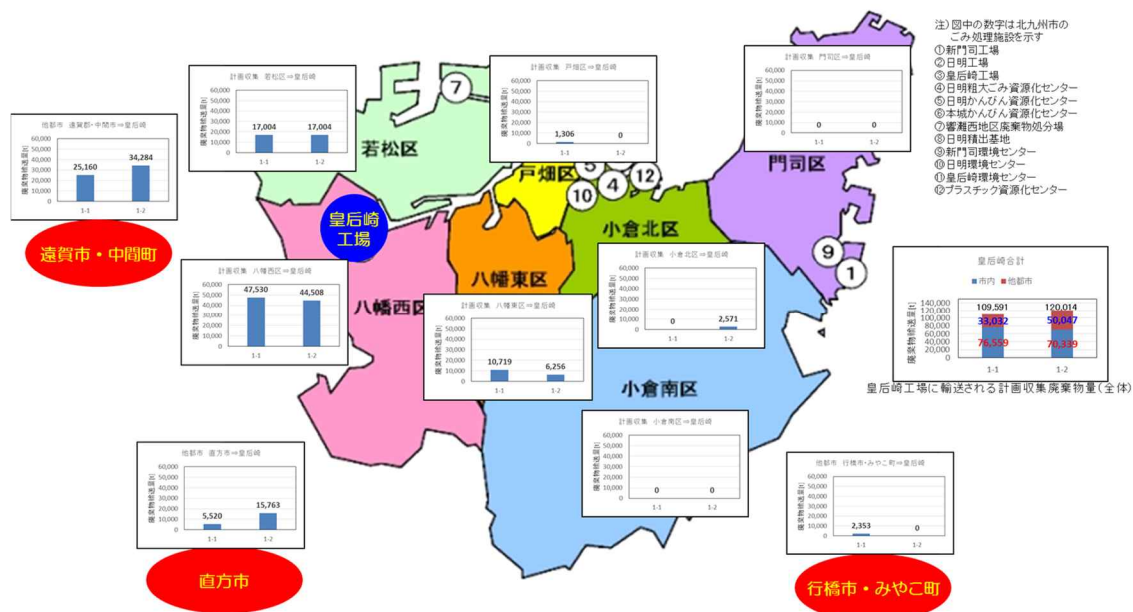
項目	単位	余剰電力のスポット市場販売割合					
		100%	75%	50%	25%	0%	
収入	余剰電力販売収入	円/年	193,133,647	144,850,237	96,566,820	48,283,410	0
	生成水素販売収入	円/年	0	137,952,600	275,905,220	413,857,820	551,810,420
	収入計	円/年	193,133,647	282,802,837	372,472,040	462,141,230	551,810,420
支出	水素生成費用	円/年	0	68,976,300	137,952,610	206,928,910	275,905,210
	北九州市からの調達費用	円/年	248,314,689	248,314,689	248,314,689	248,314,689	248,314,689
	支出計	円/年	248,314,689	317,290,989	386,267,299	455,243,599	524,219,899
収支(収入-支出)		円/年	-55,181,042	-34,488,152	-13,795,259	6,897,631	27,590,521
収支改善		円/年	0	20,692,890	41,385,783	62,078,673	82,771,563
単純回収年数		年		5.07	2.54	1.69	1.27

参考資料 1 各工場ごとの収集・搬入量最適化分析

(1) 現状の最適化分析(ケース1-1、ケース1-2の比較)

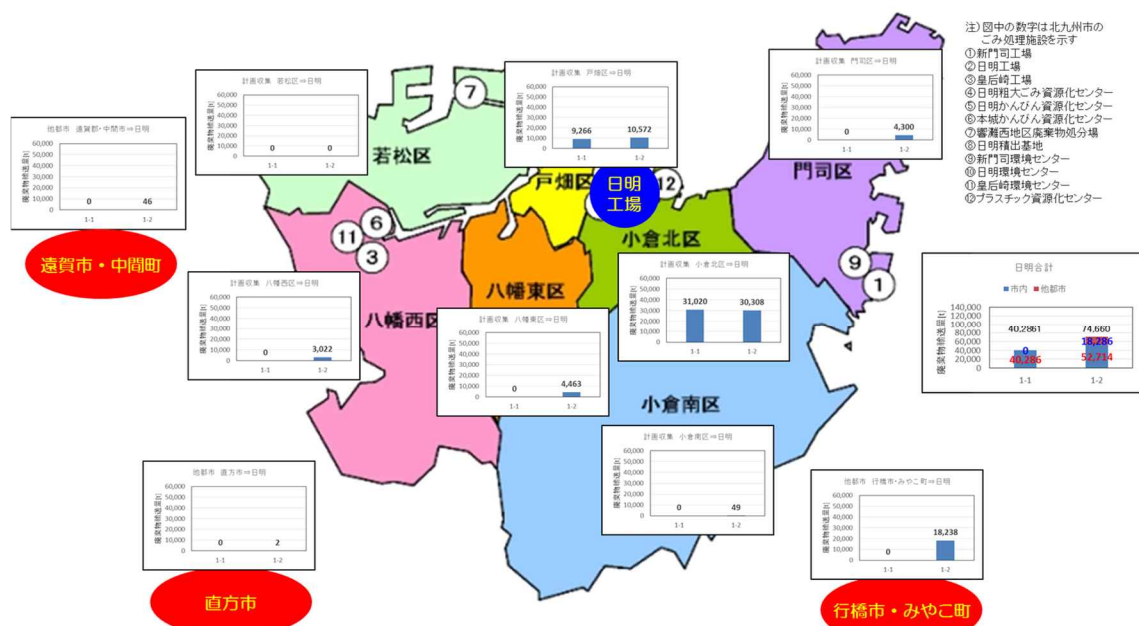
1) 皇后崎工場に運搬される廃棄物量

- ・地理的に皇后崎工場に近い八幡西、八幡東、若松、遠賀市・中間町、直方から多くの廃棄物が運搬されている。
- ・全体の廃棄物運搬量はケース1-1に対してケース1-2は微増している。



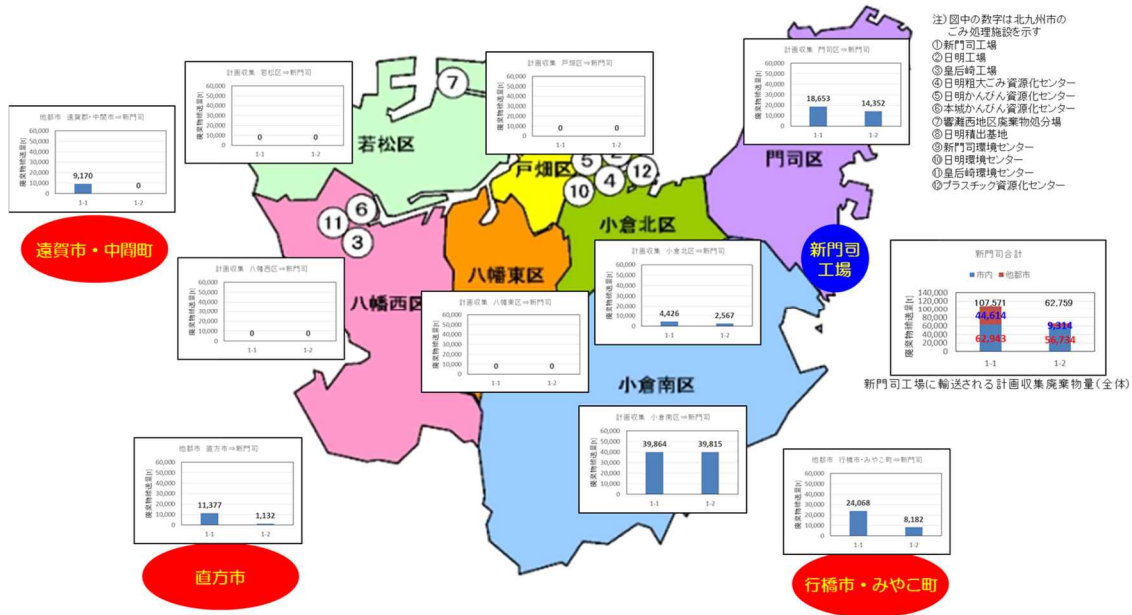
2) 日明工場に運搬される廃棄物量

- ・地理的に日明工場に近い小倉北、戸畑から多くの廃棄物が運搬されている。
- ・全体の廃棄物運搬量はケース1-1に対してケース1-2は大幅に増加している。



3) 新門司工場に運搬される廃棄物量

- ・地理的に新門司工場に近い門司、小倉南、行橋市・みやま町から多くの廃棄物が運搬されている。
- ・全体の廃棄物運搬量はケース 1-1 に対してケース 1-2 は大幅に減少している。



(2) 将来のごみ処理量及び工場の更新、低炭素化・省 CO₂ 対策を想定した最適化分析 (ケース 2-1 ~ ケース 2-4 の比較)

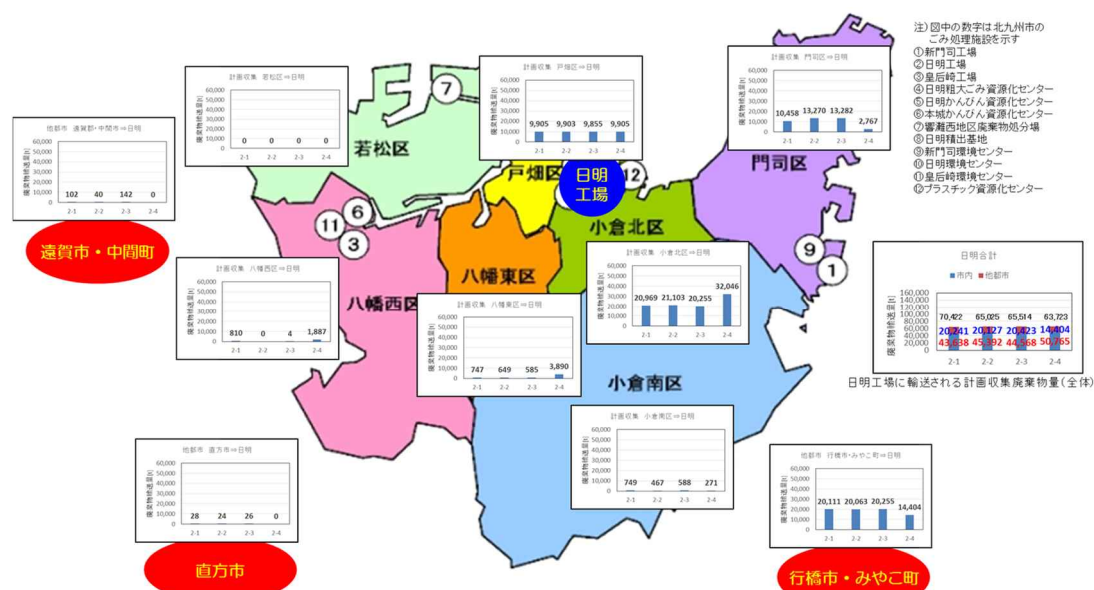
1) 皇后崎工場に運搬される廃棄物量

- ・八幡西、八幡東、若松、遠賀市・中間町、直方に加え、小倉北、小倉南からもある程度の廃棄物が搬入されている。
- ・全体の廃棄物運搬量はケース 2-4 は大幅に減少している。



2) 日明工場に運搬される廃棄物量

- ・小倉北、戸畑に加え門司および行橋市・みやま町からも廃棄物が運搬されている。
- ・全体の廃棄物運搬量については、ケースによる差は小さい。



3) 新門司工場に運搬される廃棄物量

- ・小倉南から多くの廃棄物が運搬されている傾向に変わりはないが、門司からの廃棄物運搬量が減少している。
- ・全体の廃棄物運搬量はケース 2-1～ケース 2-3 では大差ないが、ケース 2-4 は大幅に増加している。

