

廃棄物・資源循環分野における
2050年温室効果ガス排出実質ゼロに向けた中長期シナリオ(案)
参考資料

令和3年8月5日

環境省 環境再生・資源循環局

最近の主な経緯

◆令和2年9月8日 中環審 循環型社会部会（第35回）

- ・ 地域循環共生圏を踏まえた将来の一般廃棄物処理のあり方について

★令和2年10月26日 第203回国会 菅総理所信表明演説「2050年カーボンニュートラル」宣言

■令和2年12月25日 経済産業省「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」策定

- ・ 重要分野における「実行計画」の一つとして「(13)資源循環関連産業」について定める。

◆令和2年12月25日 第1回「国・地方脱炭素実現会議」（4月20日に第2回開催）

■令和3年1月29日 中環審「今後のプラスチック資源循環施策のあり方について(意見具申)」 ※循環型社会部会プラスチック資源循環小委員会産業構造審議会産業技術環境分科会廃棄物・リサイクル小委員会プラスチック資源循環戦略ワーキンググループ合同会議 報告

■令和3年1月 環境省ほか「バイオプラスチック導入ロードマップ」策定

◆令和3年4月6日 中環審 循環型社会部会（第37回）

- ・ 2050年カーボンニュートラルに向けた廃棄物分野の脱炭素対策について

◆令和3年4月9日 中環審 地球環境部会 中長期の気候変動対策検討小委員会 （産構審 産業技術環境分科会地球環境小委員会地球温暖化対策検討WG合同会合）（第4回）

- ・ 関係省庁からのヒアリング
「廃棄物分野における地球温暖化対策について」（環境省 環境再生・資源循環局）

★令和3年4月22日 第45回地球温暖化対策推進本部 菅総理「46%削減することを目指します」

■令和3年6月9日 「地域脱炭素ロードマップ」策定（第3回「国・地方脱炭素実現会議」）

別添5 地域と暮らしの脱炭素に関わる個別分野別の対策・促進施策

(7) 地域の生活・循環経済を支えるインフラ

① 廃棄物処理システムのトータルでの脱炭素化【環境省】

廃棄物処理施設が、災害時も含め、価値あるエネルギーを生み出し周辺施設にもエネルギーを供給する自立・分散型の地域のエネルギーセンターとしての役割も担い、地域の活性化や地域の低炭素化に貢献していく。2050年には、廃棄物・資源循環分野全体の脱炭素を実現し、廃棄物処理施設が地域のエネルギー・資源の供給拠点となっていることを目指す。

- 2030年を目途に、全ての自治体で、単独又は共同で、廃棄物分野の2050年カーボンニュートラルに向けた計画が策定され、全ての自治体で取組が始められていることを目指す。
- 循環型社会形成推進交付金について、プラスチック分別を要件化する等により廃棄物処理施設の脱炭素化を誘導する。
- 現在、十分に活用されていない廃棄物処理に伴い発生する熱をさらに効果的に利用するよう取り組むとともに、地域特性を考慮しつつ、地方公共団体及び民間事業者との連携による施設能力の有効活用や施設間の連携、他のインフラとの連携など、地域全体で安定化・効率化を図っていく。また、必要に応じて、PFI等の手法による施設設計の段階からの民間活力の活用、ICTの導入による処理工程の監視の高度化及び省力化並びに施設間の連携強化等により、費用効率的な事業となるよう取り組む。
- 廃棄物処理施設へのCCUS導入に向けた技術実証を実施する。
- 一般廃棄物の収集運搬車の電動化を推進するとともに、廃棄物処理施設で発電された電力を電動化した収集運搬車に活用する取組を推進する。

将来GHG排出量推計方法

廃棄物・資源循環分野の将来GHG排出量推計フロー（一般廃棄物）

【非エネルギー起源GHG排出】

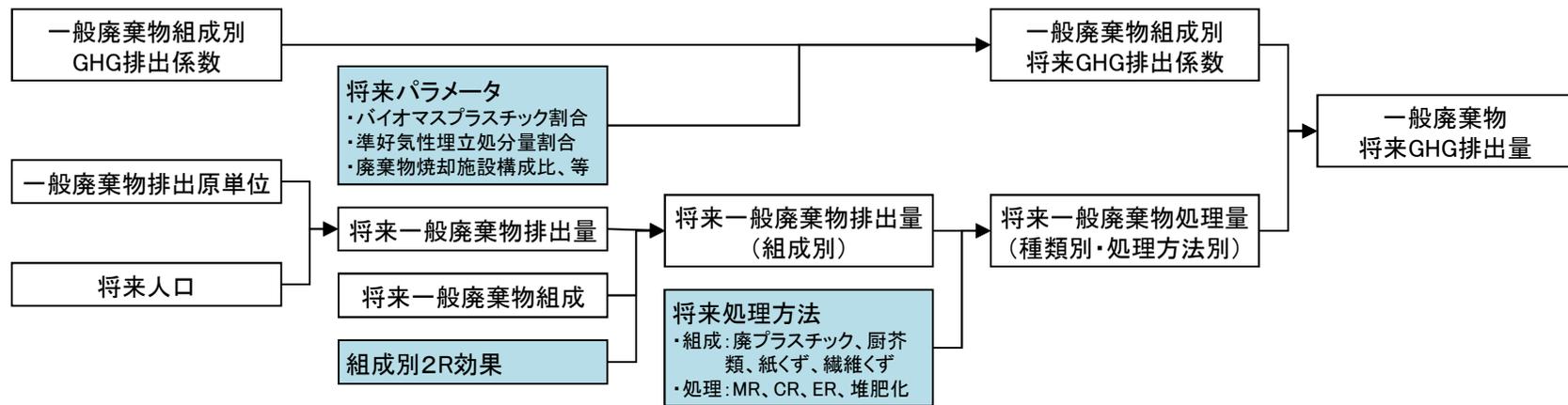
- ・国立社会保障・人口問題研究所，日本の将来推計人口（平成29年推計）出生中位（死亡中位）の将来人口に、一人一日あたりの一般廃棄物排出原単位を乗じて、将来一般廃棄物排出量を算定。
- ・一般廃棄物将来排出量に、将来一般廃棄物組成を乗じて、将来の一般廃棄物組成別排出量を算定。
- ・将来の一般廃棄物組成別排出量に、将来の組成別処理方法別処理割合を乗じて、組成別・処理方法別の将来一般廃棄物処理量を算定。
- ・一般廃棄物組成別将来GHG排出係数に将来一般廃棄物処理量（種類別・処理方法別）を乗じて、一般廃棄物将来GHG排出量を推計。

【エネルギー起源CO₂排出】

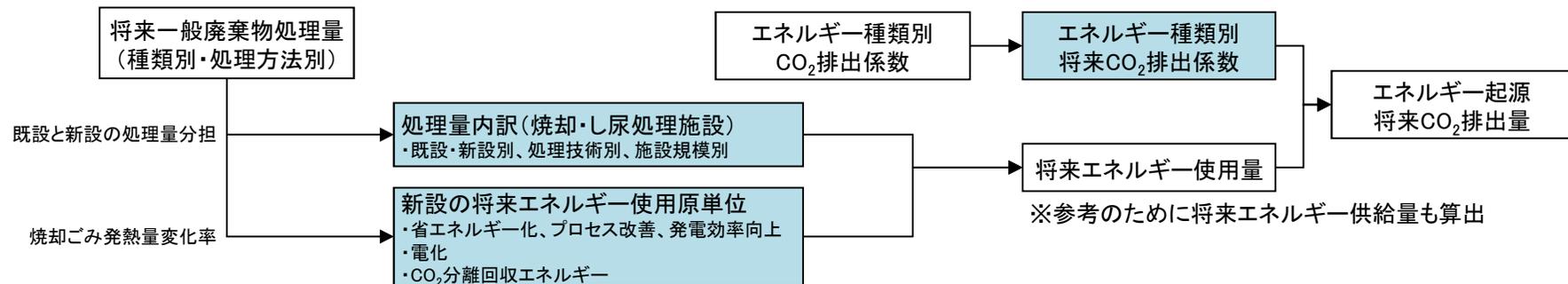
- ・上述の将来一般廃棄物処理量（種類別・処理方法別）をもとに焼却・し尿処理施設の既設/新設別、処理技術別、施設規模別に処理量内訳を想定し、また施設施設については将来エネルギー使用原単位を想定し、将来CO₂排出係数を乗じて算定。

非エネルギー起源GHG排出

水色セル：対策効果を反映するプロセス



エネルギー起源CO₂排出



※既設は焼却の発電効率のみが、ごみ発熱量に比例して施設別に変化

廃棄物・資源循環分野の将来GHG排出量推計フロー（産業廃棄物）

【非エネルギー起源GHG排出】

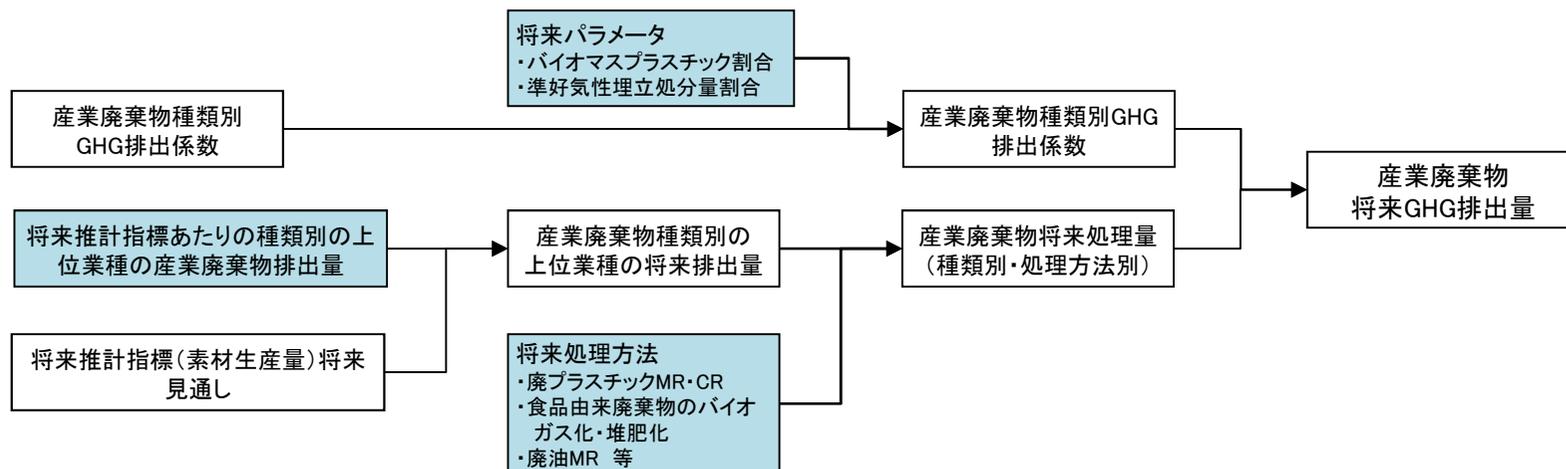
- ・産業廃棄物種類別の上位業種排出量に、将来推計指標（素材生産量等）の2020年度以降の伸び率を乗じて、産業廃棄物種類別の将来排出量を算定し、将来の組成別の処理方法（埋立・コンポスト化・焼却）別処理割合を乗じて、種類別・処理方法別の産業廃棄物将来処理量を算定。
- ・将来パラメータを踏まえた産業廃棄物種類別GHG排出係数に、産業廃棄物将来処理量（種類別・処理方法別）を乗じて、産業廃棄物将来GHG排出量を推計。

【エネルギー起源CO₂排出】

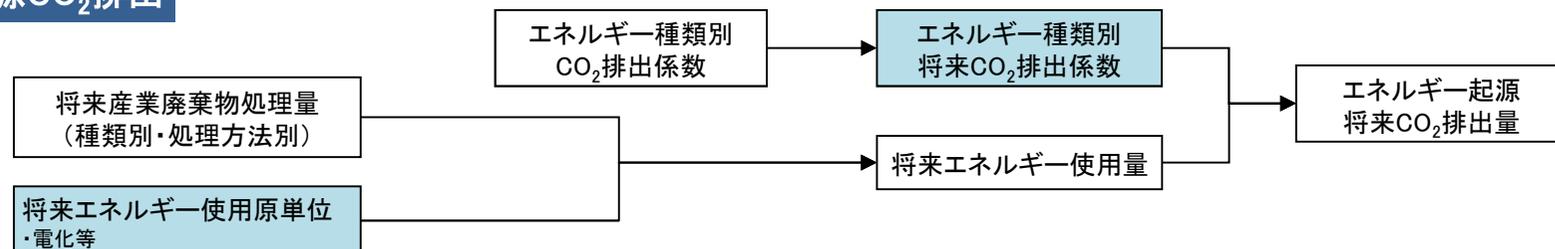
- ・将来産業廃棄物処理量に将来エネルギー使用原単位を加味して将来エネルギー使用量を推計し、将来CO₂排出係数を乗じて算定。

非エネルギー起源GHG排出

水色セル: 対策効果を反映するプロセス



エネルギー起源CO₂排出



将来GHG排出量の算定対象

算定対象とした廃棄物・資源循環分野のGHG排出源一覧

活動分野	排出源	活動の種類	算定するGHGの種類 [※]				インベントリ計上分野
			エネ起CO ₂	非エネ起CO ₂	CH ₄	N ₂ O	
収集運搬	収集運搬車両	収集運搬車両の燃料使用	○	—	—	—	エネルギー分野
中間処理 (焼却等)	中間処理施設	廃棄物の焼却	—	○	○	○	廃棄物分野
		エネルギー回収を伴う廃棄物の焼却	—	○	○	○	廃棄物分野
		施設の電気・燃料使用	○	—	△	△	エネルギー分野
	車両・重機	施設内車両・重機の燃料使用	○	—	△	△	エネルギー分野
		中間処理残渣輸送車両の燃料使用	○	—	△	△	エネルギー分野
リサイクル	中間処理施設	施設の電気・燃料使用	○	—	△	△	エネルギー分野
		有機性廃棄物の堆肥化	—	—	○	○	廃棄物分野
	車両・重機	施設内車両・重機の燃料使用	○	—	△	△	エネルギー分野
		資源化施設での残渣輸送車両の燃料使用	○	—	△	△	エネルギー分野
		ごみ由来等の輸送車両の燃料使用	○	—	△	△	エネルギー分野
埋立	最終処分場	廃棄物の埋立	—	—	○	—	廃棄物分野
		場内施設の電気・燃料使用	○	—	△	△	エネルギー分野
	車両・重機	場内車両・重機の燃料使用	○	—	△	△	エネルギー分野
排水処理	排水処理施設	し尿処理施設の電気・燃料使用	○	—	△	△	エネルギー分野
		コミュニティ・プラントの電気・燃料使用	○	—	△	△	エネルギー分野
	車両	処理残渣等の輸送車両の燃料使用	○	—	△	△	エネルギー分野
原燃料利用	工場等	廃棄物を原料として製造される燃料の使用	—	○	○	○	廃棄物分野
その他	その他	廃棄物の不適正処分	—	—	○	—	廃棄物分野

※ 算定するGHGの種類の意味

○: GHG排出量を算定

△: 活動量の把握や排出係数設定等の都合により、GHG排出量の算定を見送り

—: GHG排出量算定の対象外

将来GHG排出量の推計方法の概要

廃棄物・資源循環分野のGHG排出量の推計方法

区分	エネ起 CO ₂	非エネ CO ₂	CH ₄	N ₂ O	推計方法の概要	GHG排出量推計対象の 廃棄物/エネルギー
埋立			○		最終処分された有機性廃棄物のうち算定対象年度内に分解した有機性廃棄物量に、有機性廃棄物の種類別の排出係数、(1-酸化係数)を乗じて算定。排出係数は好気性構造/嫌気性構造別に設定。	中間処理後最終処分または直接最終処分された、食物くず、紙くず、天然繊維くず、木くず、下水汚泥、し尿処理汚泥、浄水汚泥、製造業有機性汚泥、動物のふん尿、津波堆積物
生物処理			○	○	有機性廃棄物の種類別のコンポスト化量に、有機性廃棄物の種類別のCH ₄ ・N ₂ O排出係数を乗じて算定。	コンポスト化された、紙くず、食物くず、天然繊維くず、その他の可燃ごみ、し尿処理・浄化槽汚泥、下水汚泥、動植物性残渣、副資材(木くず等)
焼却		○	○	○	【CO ₂ 】廃棄物の種類別の焼却量に、廃棄物の種類別のCO ₂ 排出係数を乗じて算定。 【CH ₄ ・N ₂ O】一般廃棄物については、焼却方式別の焼却量に、焼却方式別のCH ₄ ・N ₂ O排出係数を乗じて算定。産業廃棄物については、種類別の焼却量に、種類別のCH ₄ ・N ₂ O排出係数を乗じて算定。	【CO ₂ 】紙くず、合成繊維くず、廃紙おむつ、廃プラスチック(一廃・産廃)、廃油の焼却量 【CH ₄ ・N ₂ O】一般廃棄物焼却量、木くず・紙くず・合成繊維くず・汚泥・動植物性残渣・動物の死体・廃プラスチック・廃油の焼却量
原燃料利用		○	○	○	廃棄物の種類別の原燃料利用量に、廃棄物の種類別の排出係数を乗じて算定。	廃プラスチック(一廃・産廃)、廃油、木くず、廃タイヤ、固形燃料(RDF、RPF)
エネルギー 起源CO ₂	○				廃棄物・排水処理施設ならびに廃棄物の収集運搬における電力消費量と種類別の燃料消費量に、電力及び燃料の種類別の排出係数を乗じて算定。	焼却施設・中間処理施設・し尿処理施設等の廃棄物・排水処理施設及び廃棄物の収集運搬で使用される電気・燃料

将来GHG排出量の推計方法の概要

マクロフレームの想定

- ・一般廃棄物分野や生活排水処理分野の将来推計に用いる将来人口については、国立社会保障・人口問題研究所、日本の将来推計人口(平成29年推計)、出生中位・死亡中位を使用した。
- ・産業廃棄物分野や産業排水処理分野には、「2050年脱炭素社会実現に向けたシナリオに関する一分析、2021年6月30日、AIMプロジェクトチーム」における主要業種素材生産量(粗鋼、セメント、エチレン、紙板紙、機械製品)、運輸旅客を使用した。
- ・今後、製造業等での素材生産量等の将来見通しが更新された場合は、数値を更新する可能性がある。

検討に用いたマクロフレーム(AIMプロジェクトチーム, 2021/6/30設定)

参考1: 本分析に用いたマクロフレーム

- ・人口は社人研中位推計、GDPは2030年までは内閣府成長実現ケース、2030年以降はIPCCで用いられている社会シナリオのうち中庸シナリオ(SSP2)における日本の成長率を適用。それらの前提を用いて、応用一般均衡モデルから部門別生産額などを推計し、さらに部門別の活動量を設定した。

将来見通し		
人口	126,440千人(2018) → 101,923千人(2050)	社人研見通し
世帯数	53,889千世帯(2018) → 47,241千世帯(2050)	社人研見通しをもとに40年以降推計
GDP成長率	2020~2030 1.7%/年 2031~2050 0.5%/年	2030年まで 内閣府 成長実現ケース 2030年以降 SSP2
粗鋼生産量	10,289万トン(2018) → 8,570万トン(2050)	
セメント生産量	6,023万トン(2018) → 6,039万トン(2050)	
エチレン生産量	618万トン(2018) → 541万トン(2050)	上記GDPの想定をもとにAIM/CGEによって推計された産業構造より推計
紙板紙生産量	2,603万トン(2018) → 2,348万トン(2050)	
機械製品生産量	100(2015) → 141(2050)	
業務床面積	1,903百万m ² (2018) → 1,671百万m ² (2018)	同上、学校・病院については人口構造などより推計
運輸旅客	1,459 (2018) → 1,179 10億人km(2050)	人口推移より推計
運輸貨物	411 (2018) → 419 10億tkm(2050)	上記GDPの想定をもとにAIM/CGEによって推計された産業構造より推計

重点对策領域I関係

廃プラスチックのリサイクルにおける循環型CRの収率の想定

循環型CRにおける歩留り・収率の想定

	循環型CRの歩留りの想定 (ケミカルリサイクル向けに仕向けられた廃プラスチックがケミカルリサイクル原料となる割合)	循環型CRの収率の想定 (ケミカルリサイクル施設に投入された廃プラスチックがプラスチック原料となる割合)
(現状)	75%※1	—
計画シナリオ	75%※2	70%※3
イノベーション実現シナリオ		80%※4
イノベーション発展シナリオ		90%※4

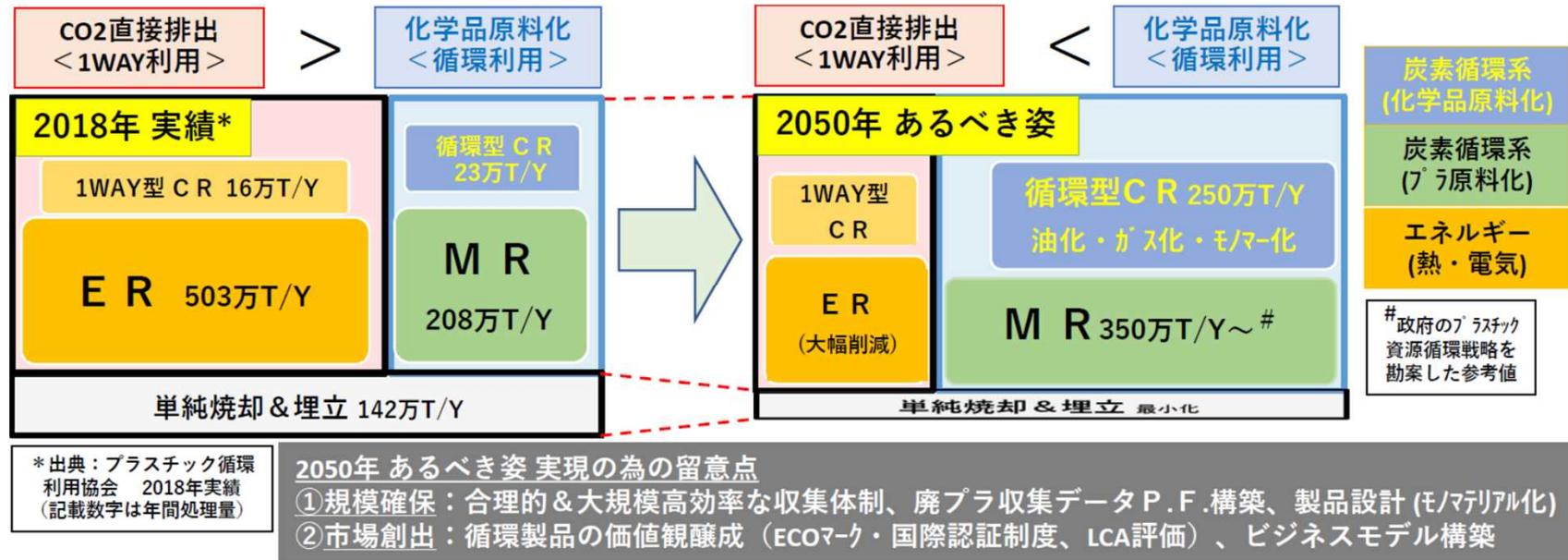
※1: (一社)プラスチック循環利用協会, 2019年プラスチック製品の生産・廃棄・再資源化・処理処分の状況(2019年)におけるワンウェイ型CR及び循環型CR全体での歩留まり。

※2: 廃プラスチックを主にエネルギーとして利用するワンウェイ型CRの歩留まりは循環型CRよりも高く、※1において循環型CRの歩留まりは75%よりも小さいと予想されるが、今後のプラスチック回収システムのイノベーションを見込み、※1と同等の歩留まりが達成されると想定。

※3: 循環型社会システム動向調査「プラスチックのケミカルリサイクルの動向調査」(2005.3、経済産業省)を参考に設定。

※4: 諸外国の例を参考に今後の技術イノベーションを見込んだ想定値。

(一社)日本化学工業協会「廃プラスチックのケミカルリサイクルに対する化学産業のあるべき姿」の概要



2050年における廃プラスチック処理のあるべき姿の例

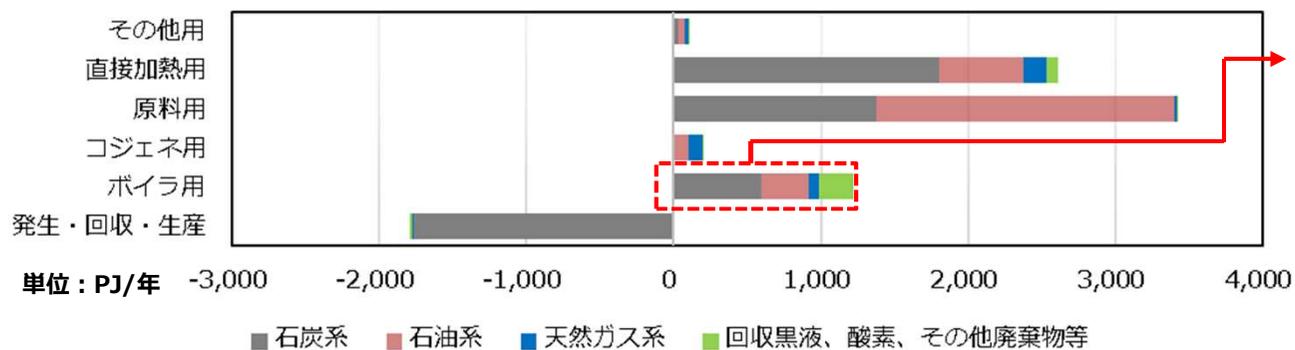
出典：廃プラスチックのケミカルリサイクルに対する化学産業のあるべき姿，一般社団法人 日本化学工業協会，2020年12月，より抜粋

重点对策領域II関係

廃棄物エネルギー利活用(熱供給)

- ・焼却蒸気の供給拡大を想定するシナリオでは、2031年度以降に導入される焼却施設のうち、毎年度1焼却施設(600t/日)が全量蒸気供給を行うものと想定。
- ・この1焼却施設当たりの蒸気供給量は、おおよそ1PJ/年(4万kWth)程度であり、潜在的需要総量(製造業におけるボイラ用の燃料使用実績)よりは十分小さいが、1か所あたりの規模としては国外事例と同程度の可能性。(需要の空間的分布等を踏まえたポテンシャルの精査等は今後の課題)

■ 石油等消費動態統計対象業種における燃料受払の状況 (一部項目を独自に集計)



廃棄物焼却施設からの蒸気供給候補となる用途

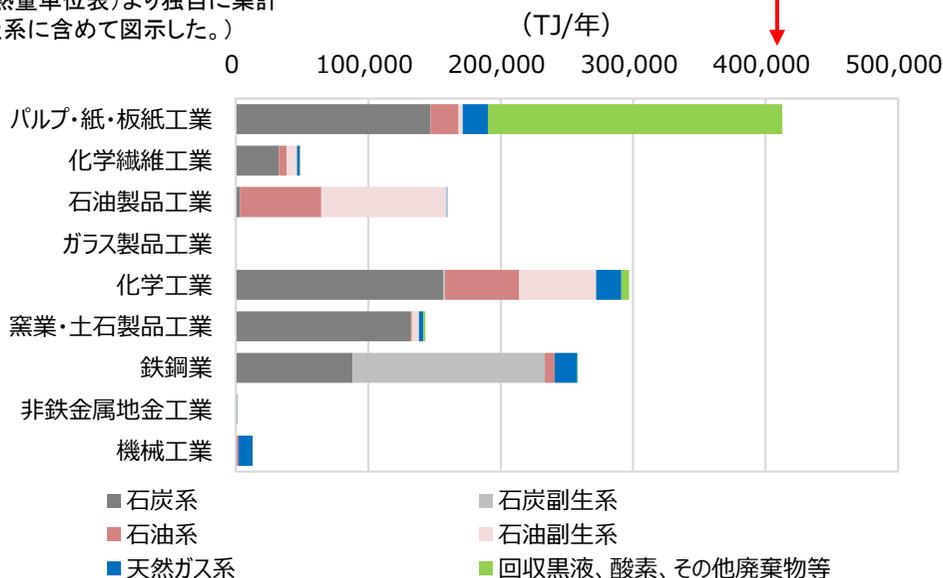
(空間的・時間的な需給マッチングに加え、焼却炉のボイラ蒸気の温度では不足する場合や、副生燃料やバイオマス・廃棄物等が用いられている場合もあることなどから、全量が候補となるわけではない。)

出典:平成31年・令和元年石油等消費動態統計年報(燃料受払(総合表)-熱量単位表)より独自に集計
(ここではコークス炉ガス・高炉ガス・転炉ガスに加え電気炉ガスも石炭系に含めて図示した。)

■ うちボイラ用における業種別・燃料別の内訳

出典:平成31年・令和元年石油等消費動態統計年報より独自に集計

※業種別の合計は、上図の総合表数値とは、必ずしも一致しない。
※副生燃料については、廃棄物焼却施設からの蒸気供給による代替が相対的に困難な場合があると想定される。ここでは、便宜的に、各種燃料のうち、「タール、コークス炉ガス、高炉ガス、転炉ガス、電気炉ガス」を石炭副生系、「オイルコークス、アスファルト、再生油(石油由来)」を石油副生系として、それぞれ独自に分類した。副生燃料の区分として、必ずしも一般的な整理ではない可能性もあることに留意されたい。



詳細
(内訳)

廃棄物焼却施設から産業への蒸気供給事例

・廃棄物焼却施設から民間工場への蒸気供給事例は、国内では一事例しか知られていないが、欧州(国内メーカーの欧州子会社による事例を含む。)や韓国では、主に化学工場に対する複数の事例が存在し、新規にも整備されつつあることが、国内でも知られつつある。これらの事例では、化学工場等のコスト競争力向上と低炭素化が同時に実現していると考えられる。

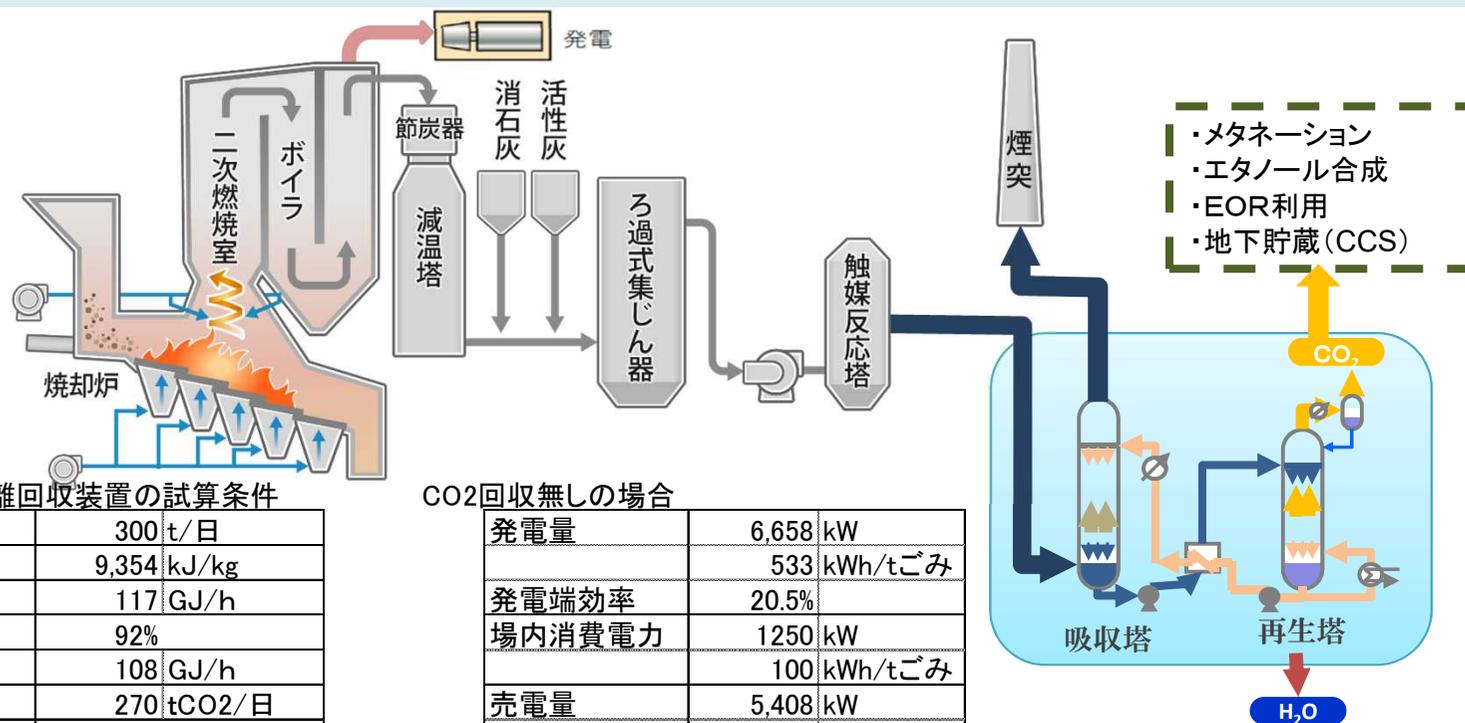
国	都市	供給先産業	出典
韓国	ウルサン 2008年第1清掃工場 (200t/日×2炉)より 2012年第2清掃工場 (250t/日×1炉)より	化学工場(テレフタル酸製造、トリアセチルセルロース製造等) ・5万tCO ₂ /年 削減	①
ドイツ	ハンブルグ	製油所	②
ドイツ	シュターフト (2008年竣工)約500t/日×2炉	化学工場(ソーダ生産と発電)	③④他
ドイツ	クナザック	化学工場(化学工業団地)	③④
ドイツ	ベルンベルグ (2010年竣工)500t/日×3炉	化学工場(ソーダ生産と発電) ・15万tCO ₂ /年 削減	⑤
フランス	シャランペ (2023年竣工予定)600t/日×1炉	化学工場(化学原料生産) ・8万tCO ₂ /年 削減(推定)	⑤
ベルギー	アントワープ (2019年蒸気供給開始)	化学工場(複数) ※ECLUSEプロジェクト ・10万tCO ₂ /年削減(ポテンシャル)	⑥
スイス	ヴァインフェルデン	製紙工場	③

出典:①大西(2019)など ②小野田(2021) ③産廃振興財団(2019) ④JESC・PCKK(2020) ⑤有識者ヒアリング(2021)、⑥JESC・PCKK(2021)

焼却施設における二酸化炭素の分離回収に伴うエネルギー使用

焼却施設における二酸化炭素の分離回収に関する試算例:送電効率の低下

- 300t/日 (150t/日 × 2炉) 規模の焼却施設にて二酸化炭素分離回収を行う場合を試算した。
- 現状の性能の二酸化炭素分離回収施設を単純に追加した場合、蒸気消費に伴う発電量の低下 (発電端効率が 20.5% ⇒ 13.9% へ低下)、および消費電力の上昇 (100 ⇒ 363 kWh/tごみ) により、売電が行えなくなる。
- ただし、二酸化炭素の輸送方法は立地・需要にも依存し、液化まで行わなければ、本条件でも外部送電可能。



ごみ焼却およびCO2分離回収装置の試算条件

ごみ処理量	300 t/日
低位発熱量	9,354 kJ/kg
発熱量	117 GJ/h
ボイラ効率	92%
蒸気の熱量	108 GJ/h
CO2回収量*1	270 tCO2/日
CO2吸収率	90%
蒸気消費原単位	3.08 GJ/tCO2
電力消費原単位*2	293 kWh/tCO2
蒸気消費量	35 GJ/h
電力消費量	3,293 kW

*1:ごみ中Cは24.52%wetと仮定

*2:電力消費原単位にはCO2液化・冷却を含む

CO2回収無しの場合

発電量	6,658 kW
	533 kWh/tごみ
発電端効率	20.5%
場内消費電力	1,250 kW
	100 kWh/tごみ
売電量	5,408 kW
送電端効率	16.7%

CO2回収を行う場合

発電量	4,518 kW
	361 kWh/tごみ
発電端効率	13.9%
場内消費電力	4,543 kW
	363 kWh/tごみ
売電量	-25 kW
送電端効率	-0.1%

【注】液化したCO₂の輸送や、廃棄物処理施設内でのCO₂有効利用 (例: 廃棄物発電で水電解した水素でメタネーションするなど) は、試算範囲に含まれない。

二酸化炭素分離回収時のエネルギー収支の変化の将来排出量推計での設定

【分離回収無しの場合の設定】 ボイラ蒸気高温高压化の効果(別記)を前提とする(新設)。

【分離回収有り:発電ケース】

- 廃棄物処理施設は地域の重要なエネルギー供給施設としても期待されており、二酸化炭素分離回収を行ってもなお、外部エネルギー供給できることが望ましいのではないかと。よって、廃棄物処理プロセスと二酸化炭素分離回収を一体として考えて、エネルギー・燃焼方法・排ガス処理方法等の研究開発が必要と考えられる。
- 分離回収の本格的導入は現時点でなく将来であることも踏まえ、ボイラ蒸気高温高压化等も含めて、将来は一定程度外部送電可能として、今回は下表のとおり想定し、将来シナリオの計算に反映させた。
- 分離回収技術自体も革新的な技術開発が進めば、さらなる改善可能性も有り得ると考えられる。
- 本試算では、必要な電力はできるだけ自家発電で賄うとした(既設を除く。)。なお、低温排熱の供給は、いずれにせよ引き続き可能。

300t/日の場合

CO2回収無しの場合

発電量	6,963 kW
	557 kWh/tごみ
発電端効率	21.4%
場内消費電力	1250 kW
	100 kWh/tごみ
売電量	5,713 kW
送電端効率	17.6%

CO2回収を行う場合

発電量	5,523 kW
	442 kWh/tごみ
発電端効率	17.0%
場内消費電力	4543 kW
	363 kWh/tごみ
売電量	980 kW
送電端効率	3.0%

600t/日の場合

CO2回収無しの場合

発電量	15,625 kW
	625 kWh/tごみ
発電端効率	24.1%
場内消費電力	2500 kW
	100 kWh/tごみ
売電量	13,125 kW
送電端効率	20.2%

CO2回収を行う場合

発電量	12,393 kW
	496 kWh/tごみ
発電端効率	19.1%
場内消費電力	9086 kW
	363 kWh/tごみ
売電量	3,307 kW
送電端効率	5.1%

1800t/日の場合

CO2回収無しの場合

発電量	55,026 kW
	734 kWh/tごみ
発電端効率	28.2%
場内消費電力	7500 kW
	100 kWh/tごみ
売電量	47,526 kW
送電端効率	24.4%

CO2回収を行う場合

発電量	43,644 kW
	582 kWh/tごみ
発電端効率	22.4%
場内消費電力	27257 kW
	363 kWh/tごみ
売電量	16,387 kW
送電端効率	8.4%

※高温高压化した効果等を含めて発電効率を試算した。CO₂の分離回収に関するパラメータは小野委員御提供資料(前ページ)を参考に設定させていただいたが、規模による補正は施していない。

【分離回収有り:全量蒸気供給ケース】

- ・リボイラ分を供給蒸気量から単純に差し引くとともに、必要電力量を受電電力量に加算する。
→ボイラ効率92%の条件下で、リボイラ分を差し引くと、外部へ供給可能な蒸気保有熱量原単位が、6895 MJ/tごみから4804 MJ/tごみまで減少。(外部から百数十°Cの熱供給を受けるなどにより改善可能性はある。)

重点对策領域III関係

施設別のエネルギー消費量・外部供給量の試算(平成28年度実績試算(一般廃棄物分))

	処理量(kt、下段は割合)			電気 (受電) GWh	燃料 (使用) GWh	CO ₂ kt-CO ₂	電気 (送電) GWh	熱供給 GWh
	公共 有効(%)	無効(%)	民間 民間(%)					
収集	37,245(1,762市区町村)			0	1,783	445	-	-
	28	43	28					
焼却施設	35,587(1,480施設)			2,766	3,581	2,486	5,174	998
	60	35	5					
粗大ごみ処理施設	1,825(772施設)			195	48	111	-	-
	30	59	12					
資源化等施設	9,609(3,097施設)			1,182	772	803	-	-
	9	13	78					
ごみ燃料化施設	823(223施設)			164	528	215	5	-
	47	31	22					
その他の施設	300(206施設)			98	11	53	-	-
	10	35	55					
最終処分場 (浸出液処理)	4,311(1,840施設)			117	30	68	-	-
	35	35	30					
最終処分場 (埋立作業)	4,311(1,840施設)			7	47	15	-	-
	30	40	30					
し尿処理施設・ 汚泥再生処理センター	20,009(996施設)			988	617	664	-	-
	68	31	1					
コミュニティプラント	19,567(290施設)			245	0.03	126	-	-
	61	39	-					
残渣輸送 (上記各施設より)	-			4	219	113	-	-
合計(kt-CO ₂)				2,977	4,047	5,044		

出典:平成28年度一般廃棄物処理実態調査結果よりパシフィックコンサルタンツ作成(推計内容の見直し及び基礎データの確認・修正の実施等により数値は今後見直す可能性もある。)
 ※燃料(使用)と熱供給の活動量は3.6MJ=1kWhでkWhに変換した。CO₂=受電×電気の排出係数:0.516kg-CO₂/kWh +燃料×燃料の排出係数:各処理プロセスの加重平均値kg-CO₂/MJ
 有効:公共施設のうち、処理量が正值、回答状況と活動量の関係に矛盾がないことや、「全量把握」と回答した燃料では正の活動量があり、「未使用」と回答した燃料では0の活動量がある等の回答に一定の一貫性があると考えられ集計対象としてデータを採用した施設又は市町村
 無効:有効以外の公共施設(エネルギー消費量等は「有効」施設のデータに基づき推定した。民間施設(焼却施設を除く。)も同様)

無効施設・民間施設の推計に用いたデータと推計方法

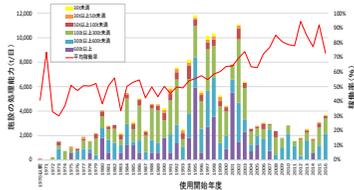
・無効施設(受電電力量などの活動量の回答データに欠損や論理的矛盾があり、当該基礎データを採用しなかった施設等)・民間施設の燃料・電気使用量の推計は、下表に示すエネルギー原単位(有効施設(基礎データ採用施設)の燃料・電気使用量と収集量・処理量を用いて算出した値)に、無効施設・民間施設の収集量・処理量を乗じて推計した。(推計方法は今後見直す可能性があり、それによって集計結果は少なからず変動する可能性もある。)

処理区分(施設の種類)ごとのエネルギー原単位の推計方法

	無効施設(収集は市町村)の推計	民間施設(収集は許可事業者)の推計
収集	以下の回帰モデルにより、係数aとbを決定した。 積載移動と往復移動の和: ・積載移動 = $a \times \sqrt{\text{計画収集人口}} \times \sqrt{\text{可住地面積}} \div \text{収集量}$ ・往復移動 = $b \times \sqrt{\text{面積}}$	$\Sigma \text{直営及び委託の収集に伴う燃料使用量} \div \Sigma \text{直営及び委託の収集量}$ (Σ は有効市区町村の合計)
焼却施設	処理方式ごと処理量(t)あたり燃料・電気使用量の推計式(回帰式)	
粗大ごみ処理施設	処理量や処理規模に対する相関が不明確なため、以下を有効施設ごとに算出し、算術平均値を用いた。 燃料・電気使用量 × 一般廃棄物処理量の割合 ÷ 一般廃棄物処理量 ※資源化等施設については、「ごみ堆肥化」、「ごみ飼料化」、「ストックヤード」、「リサイクルプラザ」、「容器包装」、「(その他のうち焼却残渣の)焼成」、「その他」7つの施設区分の算術平均値を用いた。ただし、民間の資源化等施設については、「施設区分」の調査項目が存在しないため、「処理内容ごとの処理能力」を参考に施設区分を設定した。	
資源化等施設		
ごみ燃料化施設		
その他の施設		
最終処分場(浸出液処理)	埋立量(t)あたり燃料・電気使用量の推計式(回帰式)または算術平均値 ※回帰式の決定係数が低い(0.1程度以下)場合は、算術平均値を用いた。	
最終処分場(埋立作業)		
し尿処理施設・ 汚泥再生処理センター	年間処理量や汚水・汚泥処理方式から燃料・電気使用量を算出するための推計式(回帰式)	
コミュニティプラント	一般廃棄物処理量(t)あたり燃料・電気使用量の算術平均値	—

一般廃棄物の焼却施設のエネルギー収支の将来推計(計算手順の全体)

A 既存施設ストック



B 既存施設のエネルギー原単位



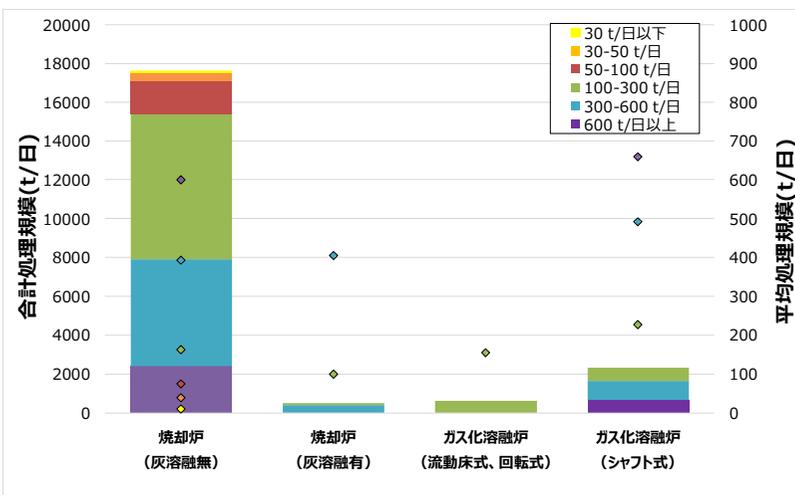
- ### 【C 将来の施設ストックにおける処理量構成の推計】
- ・年度別廃止量(既存施設・新設施設): 既存施設の残存率の整理結果を適用して推計。
 - ・稼働率: 既存施設=2016年度実績で固定、新設施設=既存施設の年齢別稼働率(5年ごと)を使用
 - ・以上の計算結果で不足する処理量分を毎年度、新設施設として導入すると仮定。
 - ・新設施設の処理方式の比率: 「最近の施設」(左下図)として、使用開始年度が2017年以降の施設(計画中・建設中含む)の処理方式の構成比率から変化しないものと仮定。
 - ・新設施設の処理能力の比率: 「最近の施設」の割合を基本に、シナリオによってはより集約化を想定。

D シナリオ別・運転開始年代別の新規導入設備のスペックの想定

E 施設毎のエネルギー収支の計算(年度別)

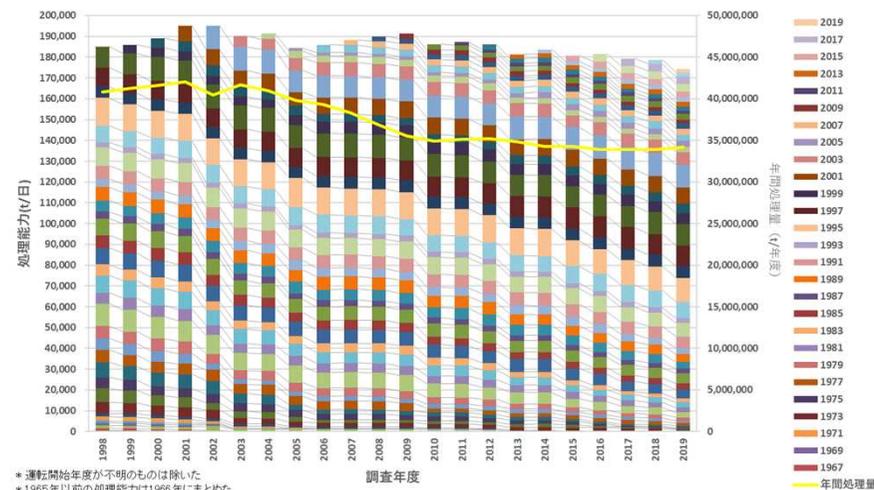
シナリオ別の計算結果

「最近の施設」における処理方式別規模別の整備動向
(現時点で情報のある2017年~2023年運転開始予定施設)



焼却施設の処理能力の推移 (各年度の一般廃棄物処理実態調査より作成)

- ・1998年度以降の各年度の焼却施設一覧(公共)を集約し、各年度における運転開始年度別処理能力を整理した(年間処理量には一般廃棄物以外も含む)。→本データより運転開始後の年数別の次年度の残存率を設定し、処理施設の将来の存在量を推計。

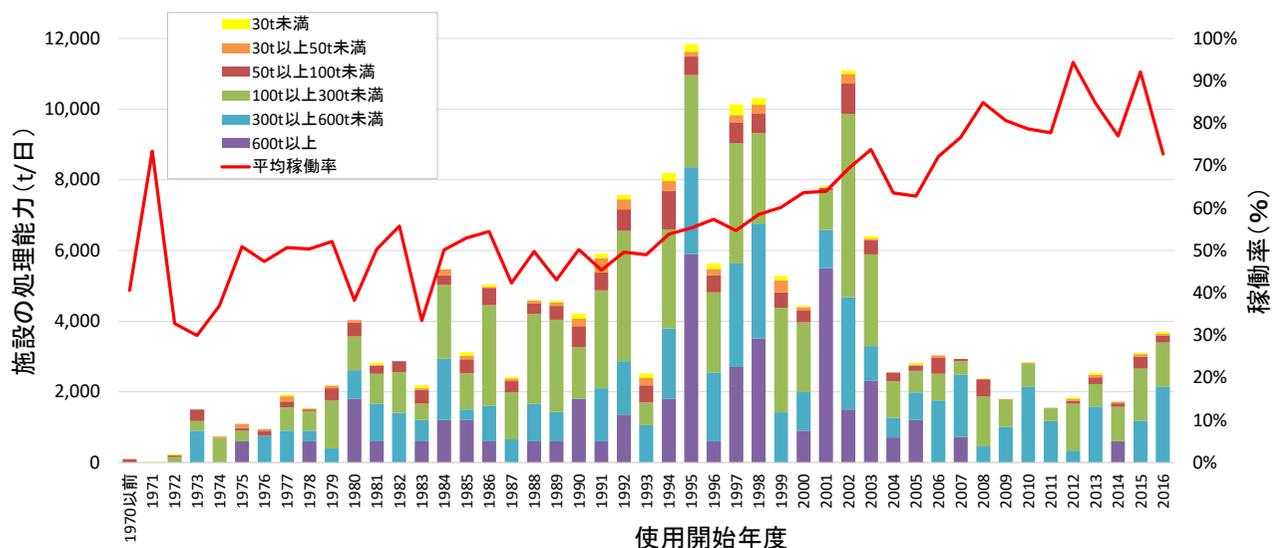


出典: 令和元年度一般廃棄物処理実態調査及び「都市と廃棄物」より作成

* 運転開始年度が不明のものは除いた
* 1965年以前の処理能力は1966年にまとめた

一般廃棄物の焼却施設のエネルギー収支の将来推計

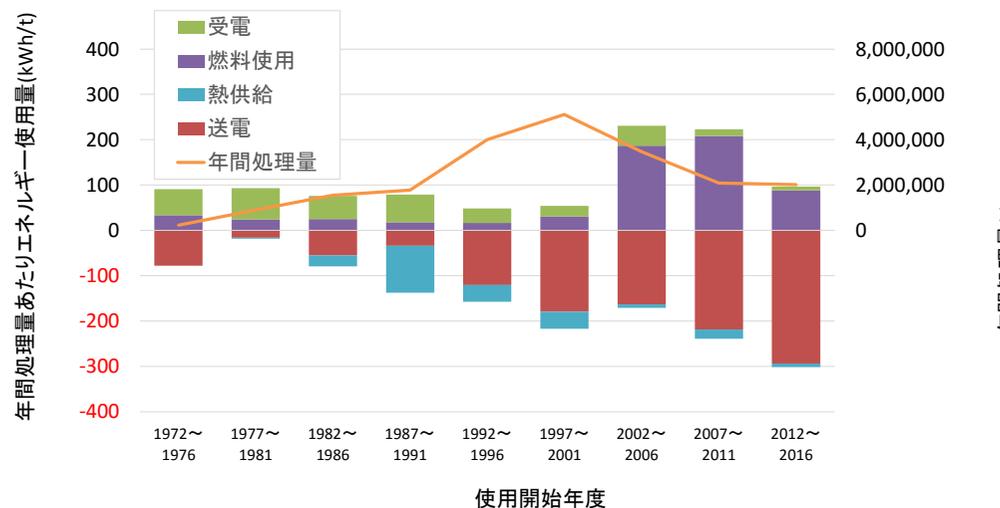
焼却施設における使用開始年度別処理能力規模別の処理能力量の分布(A: 既存ストック)



- ・2003年度までに運転開始された施設の処理能力が大きい。2004年度以降は毎年3,000t/日程度が運開している。
- ・なお、稼働率は例えば1998年度に比べて低下している。(10年以上経過した施設の稼働率が低下している。)

平成28年度一般廃棄物処理実態調査結果より作成。処理能力の区分は、「日本の廃棄物処理」に合わせた。
 平均稼働率は施設ごとの稼働率の算術平均として算出。施設ごとの稼働率＝年間処理量÷(処理能力×280)
 公共施設のみ(休廃止施設また年間処理量が0の施設を含む)

焼却施設における使用開始年度別エネルギー使用原単位の状況(B: 既存施設のエネルギー原単位)



- ・ごみt当たり送電量(原単位)は、新しい施設ほど増大傾向にあり、受電量原単位も近年の施設は小さい。
- ・外部熱供給原単位は、最近(2002年以降)よりも、過去の施設(1982年以降)の方が大きい。
- ・燃料使用量原単位は2002年以降の施設が多くなっている。
- ・基幹改良の効果も含まれている可能性がある。

※将来計算は施設別を実施しているが、左図では参考までに使用開始の時期別の集計結果を示した。

一般廃棄物の焼却施設のエネルギー収支の将来推計

- ・施設の処理能力から見ると、「100t以上300t未満」の施設数が219で全体の42%に占める。次いで、「100t未満」が200で全体の39%に占める。
- ・燃料使用(MJ)も、「100t未満」と「100t以上300t未満」が全体の約8割を占める。
- ・燃料使用原単位で見ると、処理規模が小さくなるほど、燃料使用原単位が大きくなる傾向が見られる。
- ・施設種類から見ると、「ガス化溶融炉(シャフト式)」の施設数が31で全体の6%であるが、燃料使用量(MJ)は、全体の46%と最も多い。
- ・燃料使用原単位が最も大きいのは、「その他」施設となっている。次いで「炭化」と「ガス化溶融炉(シャフト式)」施設の燃料使用原単位も多い結果になった。「その他」の3施設は、灰溶融固形化施設とRDFセンター(RDF専焼施設)である。
- ・炉型別にみると、燃料使用原単位では、「バッチ運転」が大きい。一方、算術平均・加重平均では、全連続が准連続を上回っている。

施設規模別、種類別、炉型別から見た焼却施設の燃料使用状況(B:既存施設のエネルギー原単位)

	施設区分	施設数		年間処理量 (t)	燃料使用 (GJ)		燃料使用による発熱量原単位(MJ/t)				
							算術 平均	加重 平均	最大値	最小値	中央値
施設規模	100t未満	200	39%	1,817,156	710,356	12%	773	391	28,148	0	202
	100t以上300t未満	219	42%	8,150,275	2,671,903	47%	336	328	3,552	2	69
	300t以上500t未満	54	10%	4,701,746	1,781,391	31%	336	379	2,543	1	45
	500t以上1,000t未満	38	7%	5,072,000	496,972	9%	99	98	1,687	9	37
	1,000t以上	5	1%	1,440,651	43,150	1%	30	30	43	16	31
施設種類	焼却炉(灰溶融無)	413	80%	15,662,959	1,242,642	22%	300	79	28,148	0	73
	焼却炉(灰溶融有)	38	7%	2,528,904	768,540	13%	495	304	2,543	22	102
	ガス化溶融炉(シャフト式)	31	6%	1,532,275	2,631,996	46%	1,881	1,718	3,484	740	1,782
	ガス化溶融炉(流動床式、回転式)	28	5%	1,383,897	966,100	17%	866	698	2,693	115	604
	炭化	3	1%	27,844	34,099	1%	2,599	1,225	6,454	151	1,193
	その他	3	1%	45,948	60,394	1%	5,685	1,314	13,316	187	3,552
炉型	全連続運転	354	69%	19,694,090	5,351,042	94%	385	272	13,316	1	63
	准連続運転	80	16%	1,141,080	216,198	4%	312	189	6,454	0	135
	バッチ運転	82	16%	346,657	136,531	2%	1,087	394	28,148	3	412
総計		516	100%	21,181,827	5,703,772	100%	485	269	28,148	0	97

※公共施設の有効施設のみ(休廃止施設また年間処理量が0の施設を含む)

出典:平成28年度一般廃棄物処理実態調査結果よりパシフィックコンサルタンツ作成

一般廃棄物の焼却施設のエネルギー収支の将来推計(E:燃料使用量原単位)

【基本的な設定】処理方式別に、既存施設より求めた。

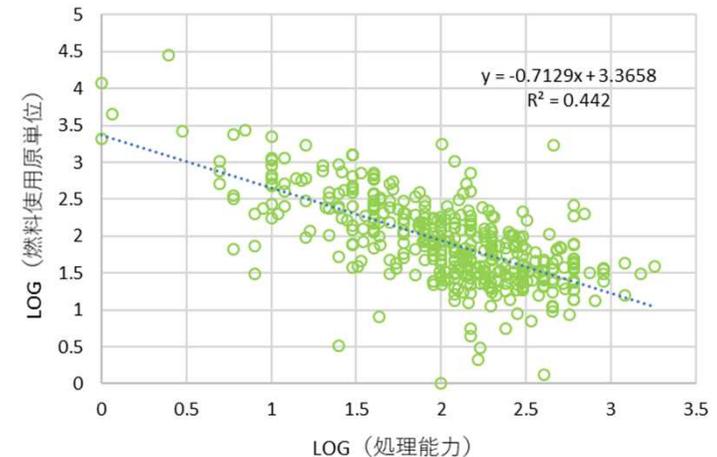
※以下は、将来施設及び既存施設のうち活動量(エネルギー収支)データ不採用施設での推計手順。

下記の回帰式(公共施設から推計)を使用

x: 処理能力(t/日)の常用対数

y: 燃料使用量原単位(MJ/t)の常用対数

- ・焼却炉(灰溶融無): $y = -0.7129x + 3.3658$
- ・焼却炉(灰溶融有): $y = -0.8346x + 4.1749$
- ・ガス化溶融炉(流動床式、回転式): $y = -0.6627x + 4.2980$
- ・ガス化溶融炉(シャフト式): $y = -0.148x + 3.5844$



燃料使用量原単位を推計する回帰式の例
(焼却炉(灰溶融無))

【助燃削減対策】

- ・焼却炉(灰溶融無): シナリオによっては新規施設では1/3とした。

一般廃棄物の焼却施設のエネルギー収支の将来推計(E:電力量収支)

※以下は、将来施設及び既存施設のうち活動量(エネルギー収支)データ不採用施設での推計手順。
活動量データ採用施設については、実績値を用い、ただし、将来の発熱量変化のみ補正した。

① H28実績での回帰式を用いて、発電効率(x %)より発電電力量原単位 (y kWh/t) を推計:

$$y = 2360.6x + 30.447 \quad (\text{処理方式や施設によらず同一})$$

ただし、将来の焼却ごみ組成変化による発熱量変化を考慮するため、以下の補正を実施:

$$y = (2360.6x + 30.447) \times \text{対象年次の想定低位発熱量} \div \text{基準年次の想定低位発熱量}$$

※ごみ組成は、ごみ焼却施設ごとの設定・計算ではなく、全国一律である。

② 処理方式別の施設処理規模(t/日)に基づく使用電力量原単位を推計

x: 処理能力(t/日)の常用対数

y: 使用電力量原単位(kWh/t)の常用対数

・焼却炉(灰溶融無): $y = -0.1307x + 2.4622$

・焼却炉(灰溶融有): $y = -0.0966x + 2.6213$

・ガス化溶融炉(流動床式、回転式): $y = -0.2092x + 2.9680$

・ガス化溶融炉(シャフト式): $y = -0.2554x + 3.0385$

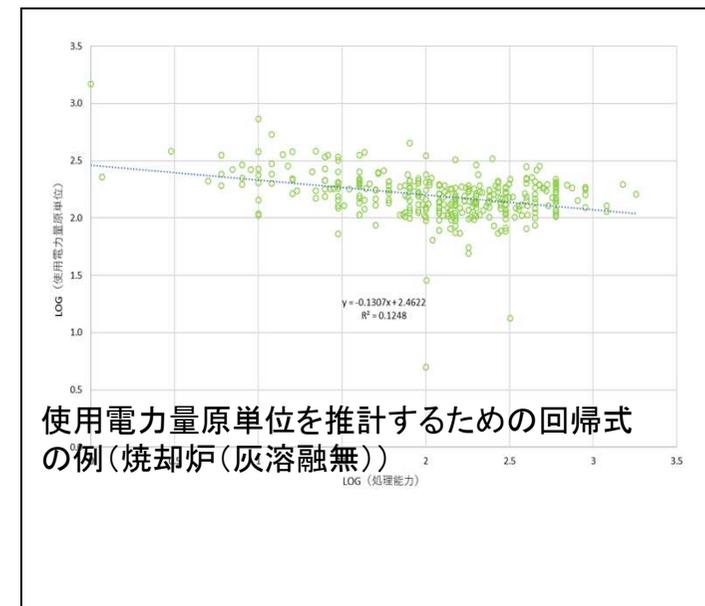
※シナリオによっては新規整備施設は100kWh/tを設定

③ 回帰式を用いて、(発電電力量÷使用電力量)の値から、
(受電電力量÷使用電力量)の値を推計

x: 発電電力量÷使用電力量、y: 受電電力量÷使用電力量

$$y = -0.95x + 1.00 \quad (0 \leq x < 1), \quad y = -0.012x + 0.062 \quad (1 \leq x)$$

※活動量として実績値使用施設では、発電電力量の推計増減量を、
上式の係数を用いて受電増減量と送電増減量とに分配

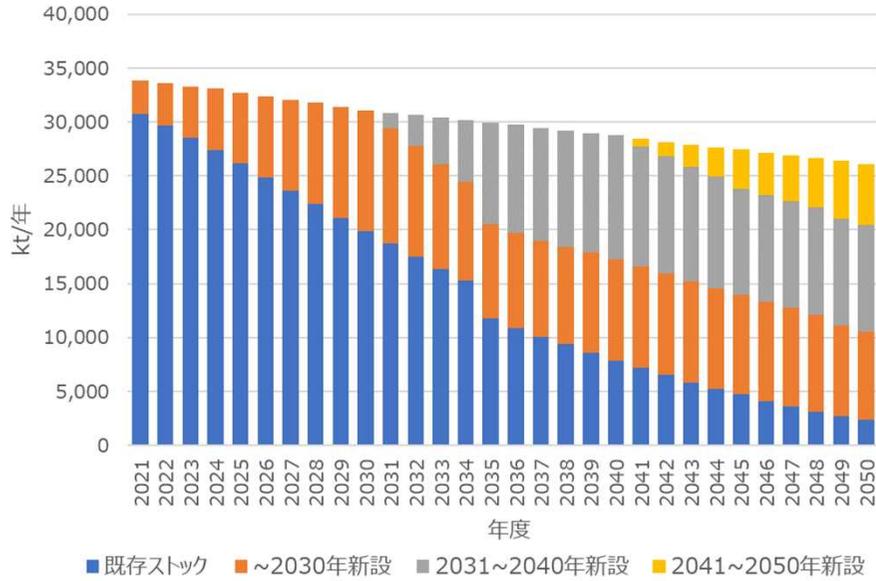


④ 下式より送電電力量を求める。

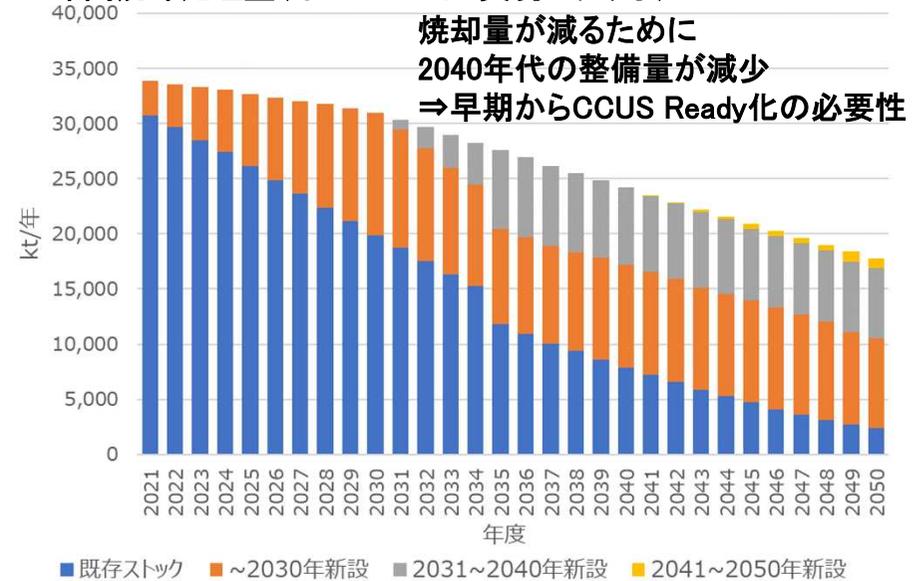
$$\text{送電電力量} = (\text{受電電力量}(\text{③で算出})) - (\text{使用電力量}(\text{②で算出})) + (\text{発電電力量}(\text{①で算出}))$$

焼却処理施設の将来推計結果例

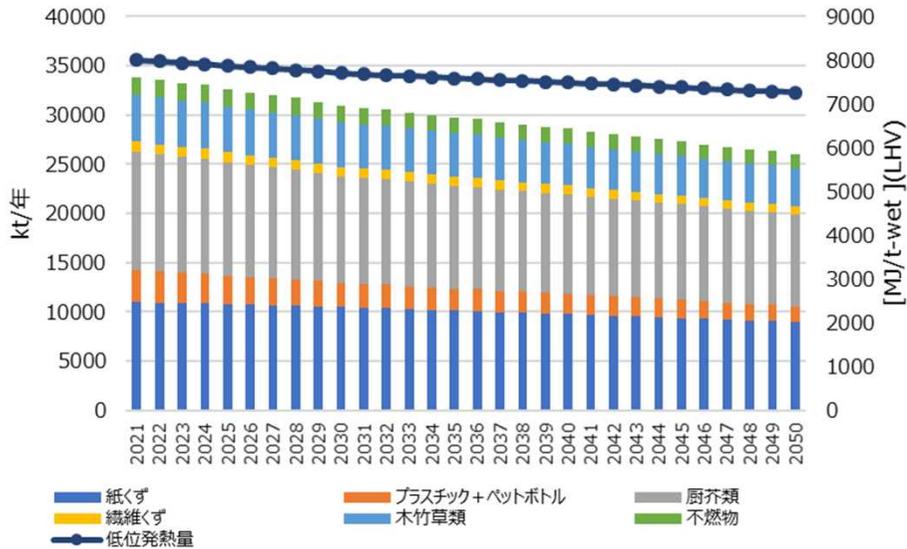
・年間焼却処理量(計画シナリオ)



・年間焼却処理量(イノベーション実現シナリオ)

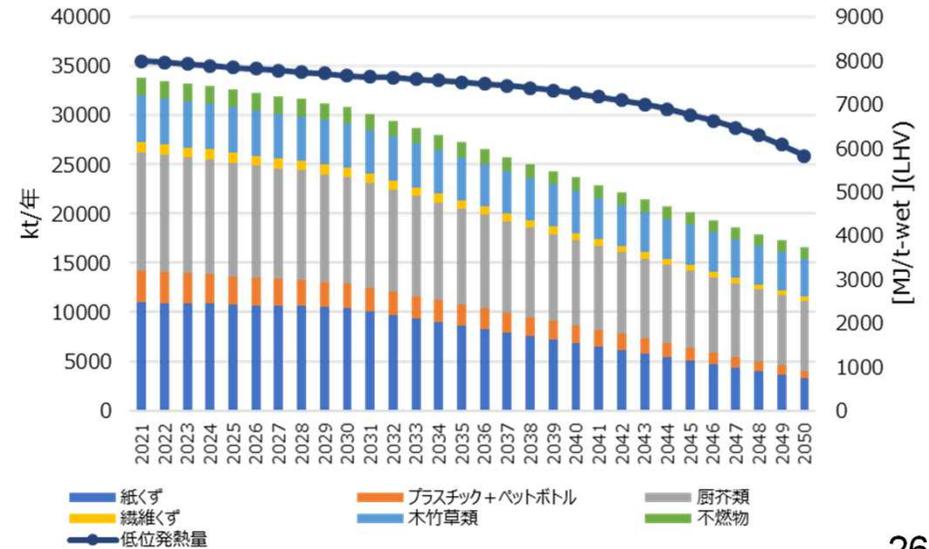


・ごみ質: 組成別焼却量(Y1軸)と推計低位発熱量(Y2軸) (計画シナリオ)



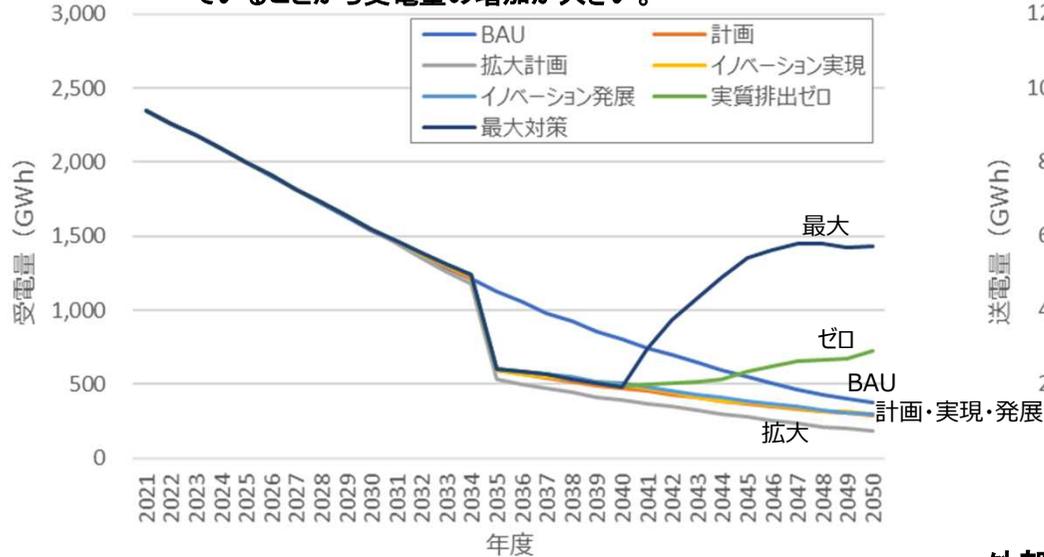
・ごみ質: 組成別焼却量(Y1軸)と推計低位発熱量(Y2軸) (イノベーション実現シナリオ)

⇒ 厨芥メタン発酵を進めるが、紙・プラが減少し発熱量が大幅に低下

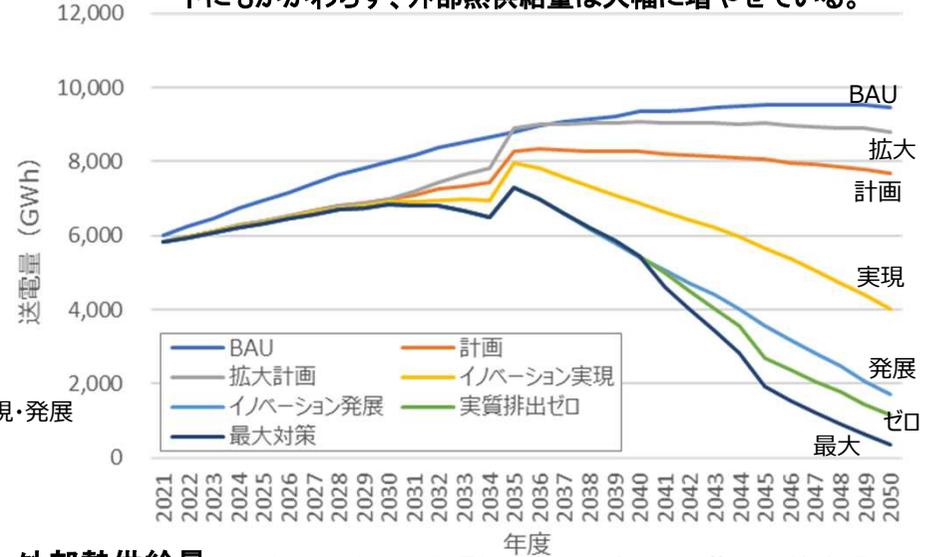


焼却処理施設の将来推計結果例(シナリオ間比較)

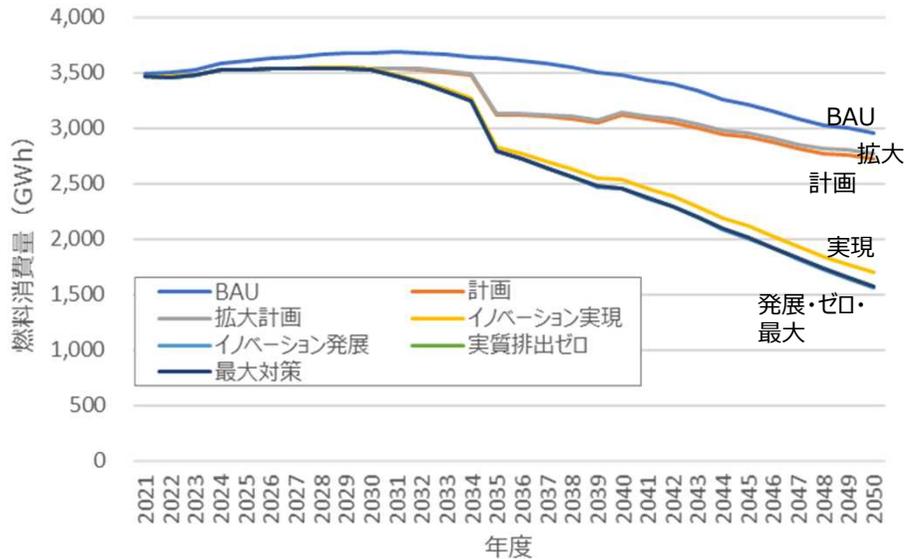
・**受電量** CCUSのために液化まで行うとして使用電力量を計算しており、最大対策シナリオでは既存施設も含めてCCUSを実施することから受電量の増加が大きい。



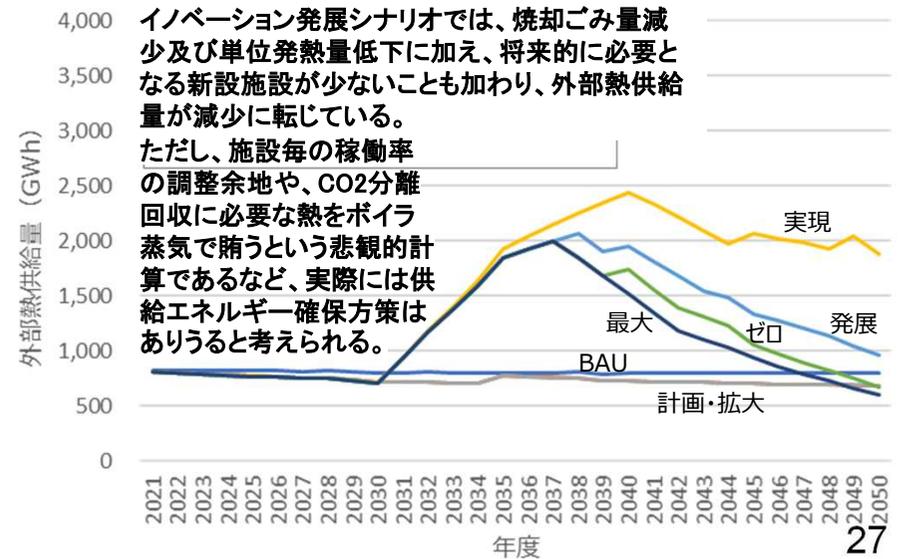
・**送電量** イノベーション実現シナリオでは、蒸気供給を進めることもあり送電量は減少するが、焼却ごみ量減少及び単位発熱量低下にもかかわらず、外部熱供給量は大幅に増やせている。



・**燃料消費量** 本計算では、ごみの単位発熱量低下時でも、助燃の燃料使用量は増えない計算としていることに留意が必要。

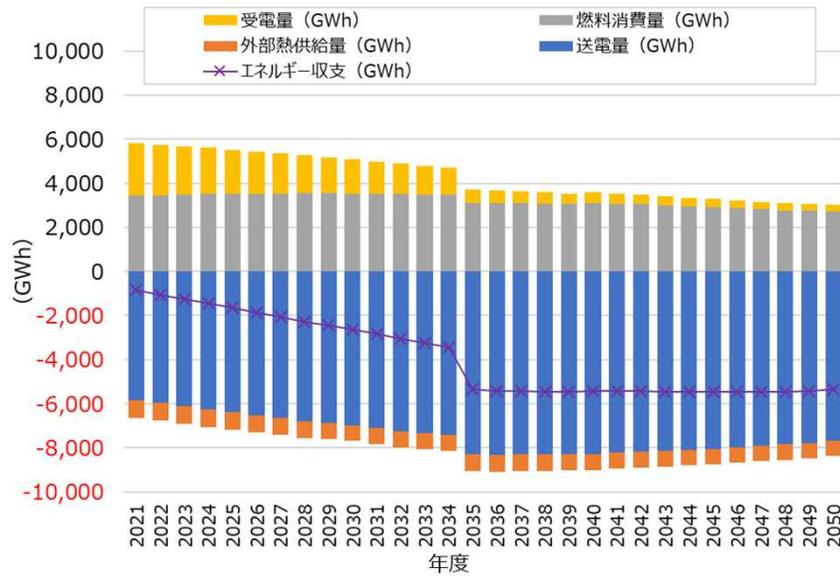


・**外部熱供給量** イノベーション実現シナリオでは毎年、蒸気供給施設を建設していくが、将来ごみ焼却量が減少すると、新設が減り、頭打ちになる。

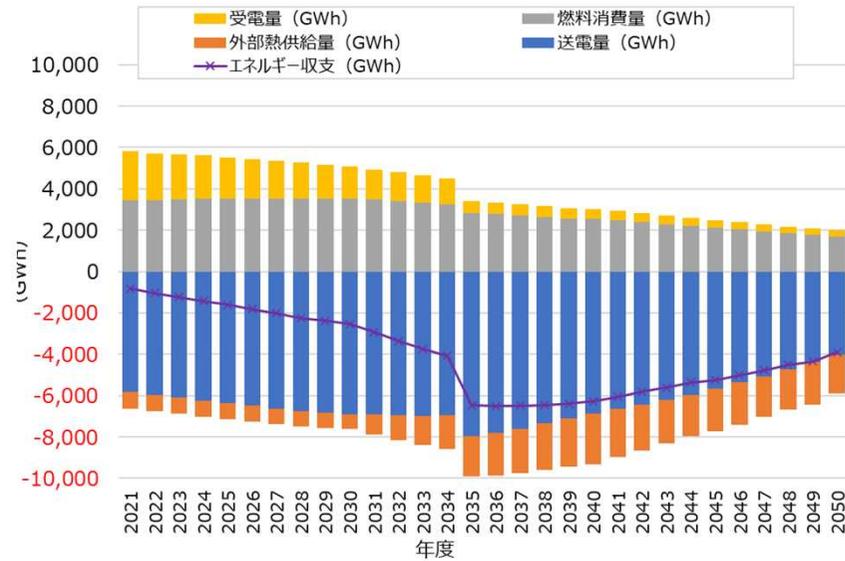


焼却施設のシナリオ別のエネルギー収支

・ごみ焼却施設(計画シナリオ)

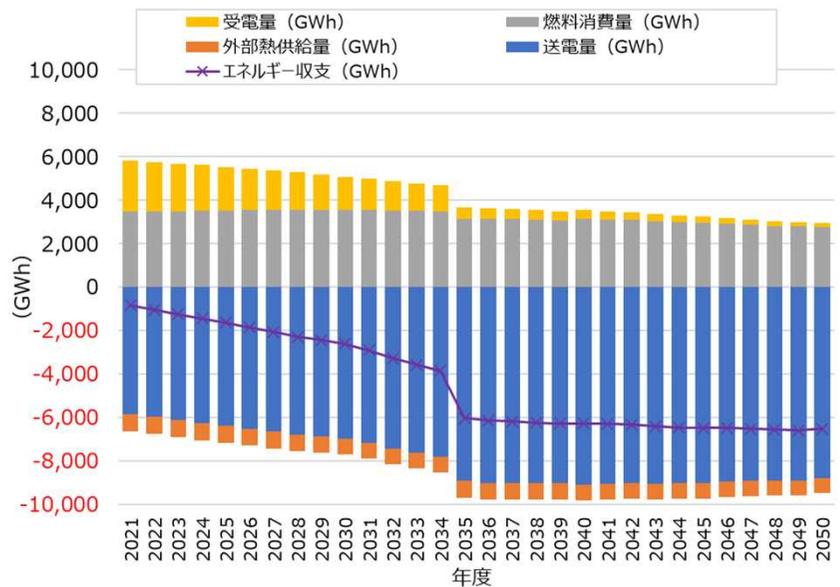


・ごみ焼却施設(イノベーション実現シナリオ)

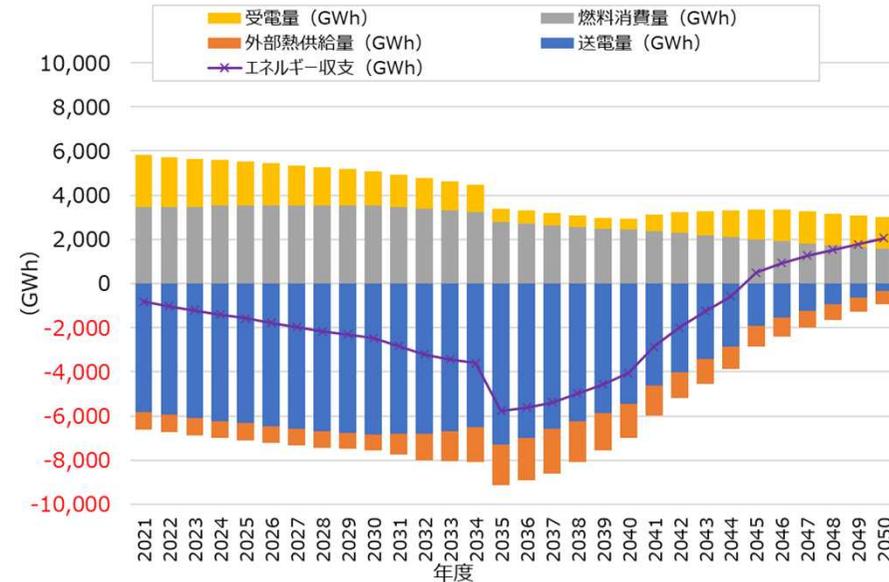


↑ごみ焼却量は減少するが蒸気供給効果で外部エネルギー供給は拡大

・ごみ焼却施設(拡大計画シナリオ)

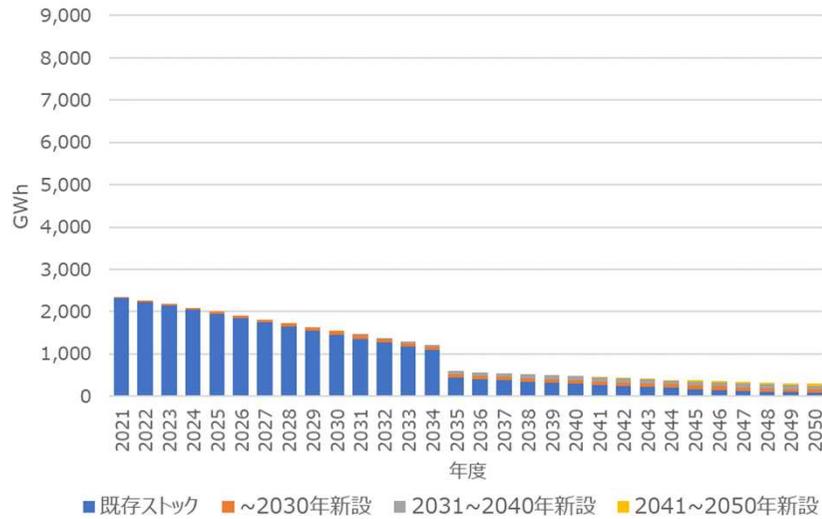


・ごみ焼却施設(最大対策シナリオ)

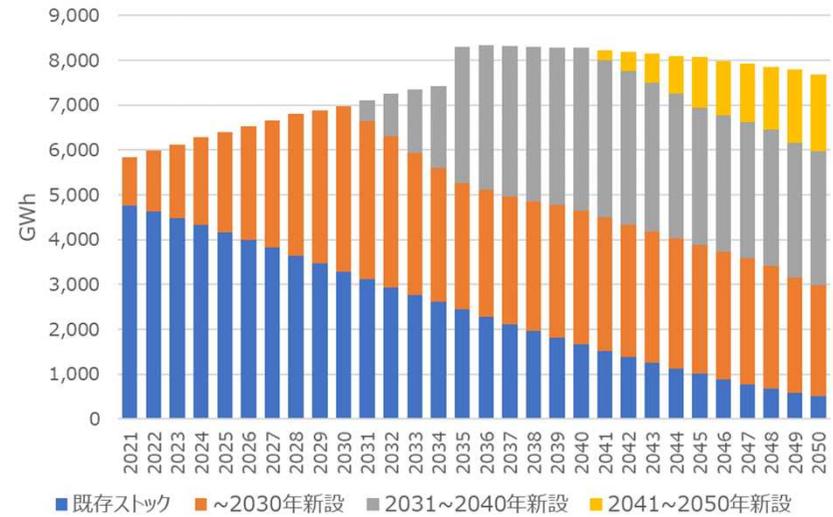


焼却処理施設の将来推計結果例：計画シナリオ

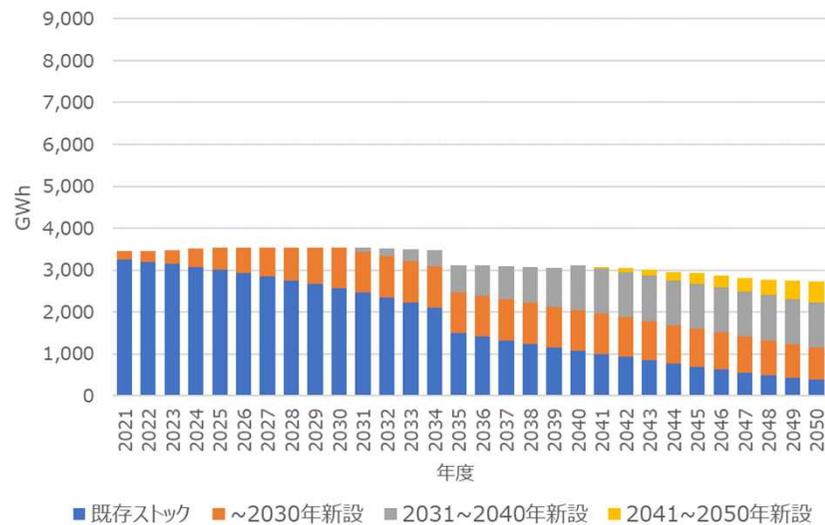
・受電量



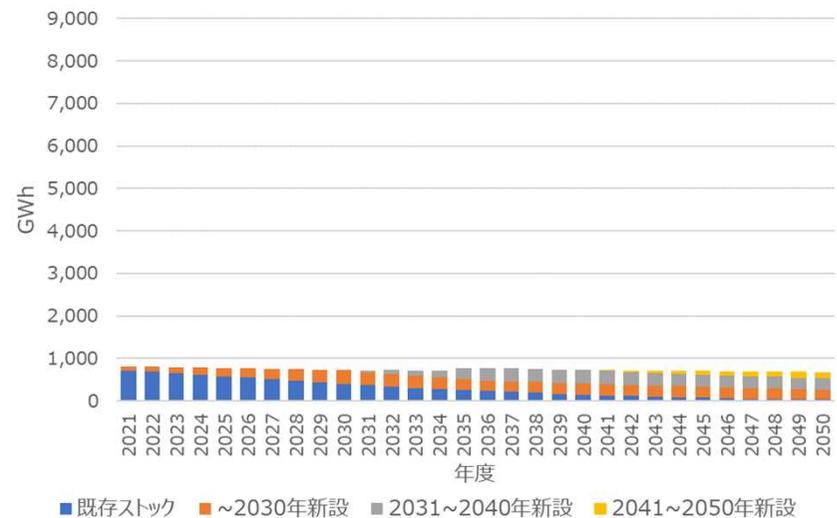
・送電量



・燃料消費量

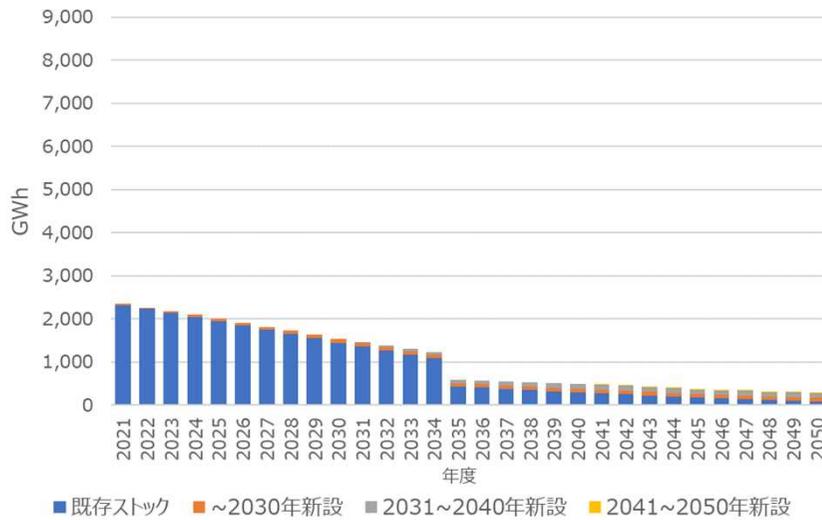


・外部熱供給量

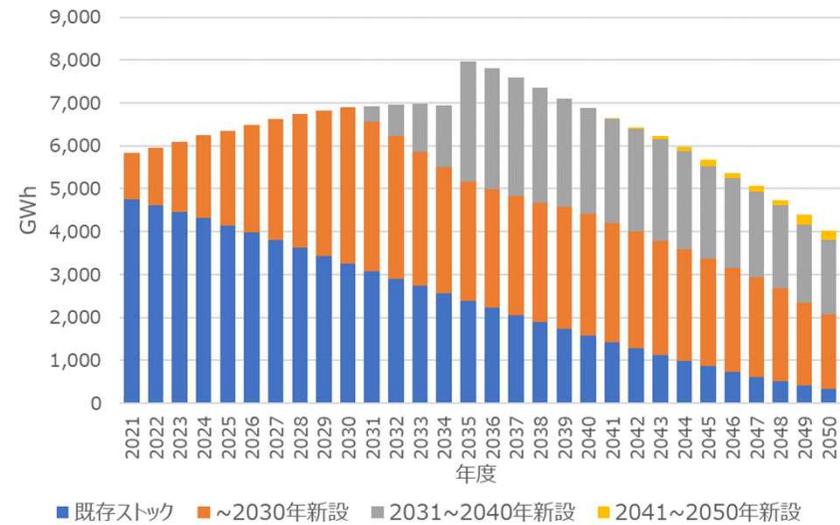


焼却処理施設の将来推計結果例：イノベーション実現シナリオ

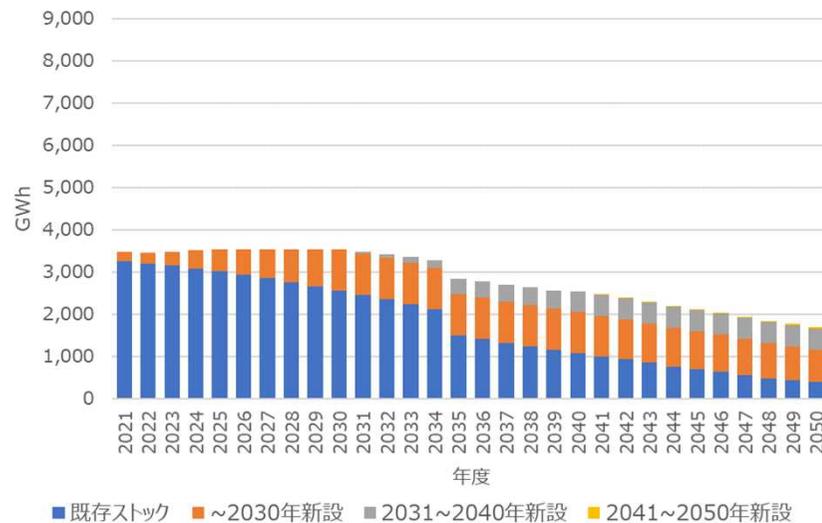
・受電量



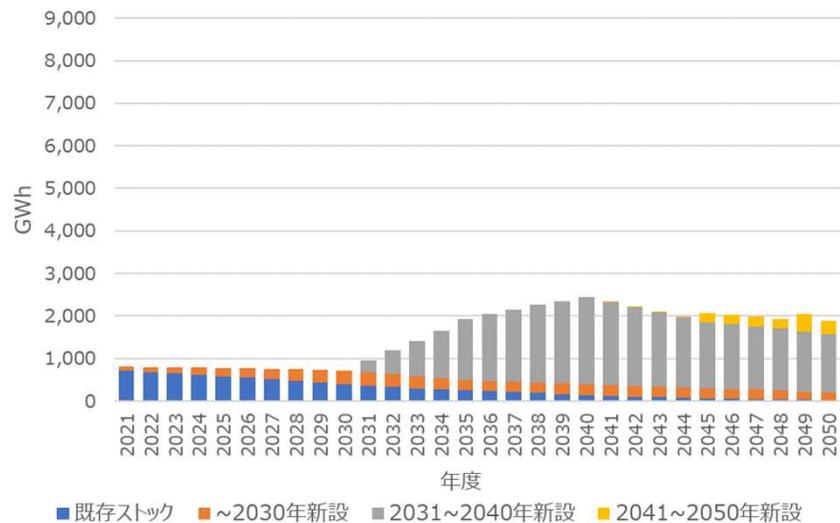
・送電量



・燃料消費量



・外部熱供給量



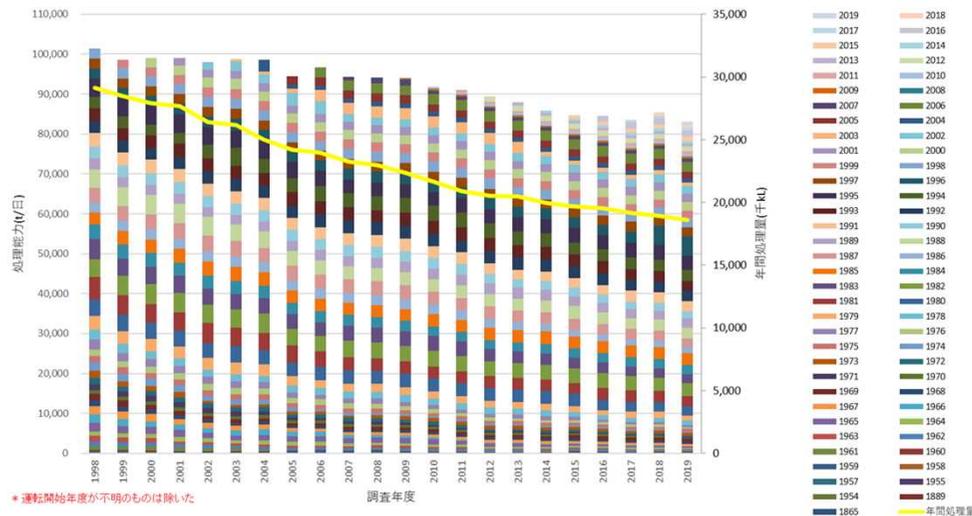
し尿処理施設のエネルギー収支の将来推計(計算手順の全体)

・将来推計の基本的な考え方は、ごみ焼却施設と同様。

シナリオ別・運転開始年代別の新規導入設備のスペック(導入対策・導入時期)の想定

運転開始年度	BAU/計画シナリオ	拡大計画シナリオ	イノベーション実現シナリオ	イノベーション発展シナリオ	実質排出ゼロシナリオ	最大対策シナリオ
2017-2030	■使用電力量・燃料使用量: 既存施設の方式別データより設定 ■処理方式・規模: 最近の施設の状況より設定					
2031-2040	同上	■燃料使用量 →ゼロ(脱水後に搬出して焼却等) ■使用電力量 同左(簡単のため)	■処理方式 ・生ごみ・し尿の統合処理(メタン発酵) →使用電力量大幅削減 →燃料使用量ゼロ	同左	同左	同左
2041-2050	同上	同上	同上	同左+バイオ燃料(又は電化)	同左	同左

し尿処理施設の処理能力の推移 (各年度の一般廃棄物処理実態調査より作成)

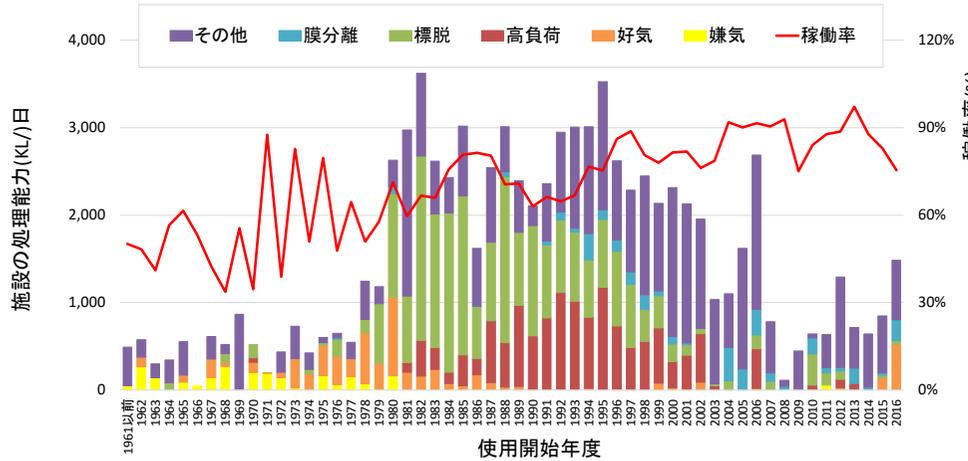


- ・1998年度以降の各年度のし尿処理施設一覧(公共)を集約し、各年度における運転開始年度別処理能力を整理した。
- ・本データより運転開始後の年数別の次年度の残存率を設定し、現存施設の将来の存在量を推計する。

出典: 環境省「一般廃棄物処理実態調査」のデータより作成。公共施設が対象。

し尿処理施設における使用開始年度別の現状(H28 年度実績)

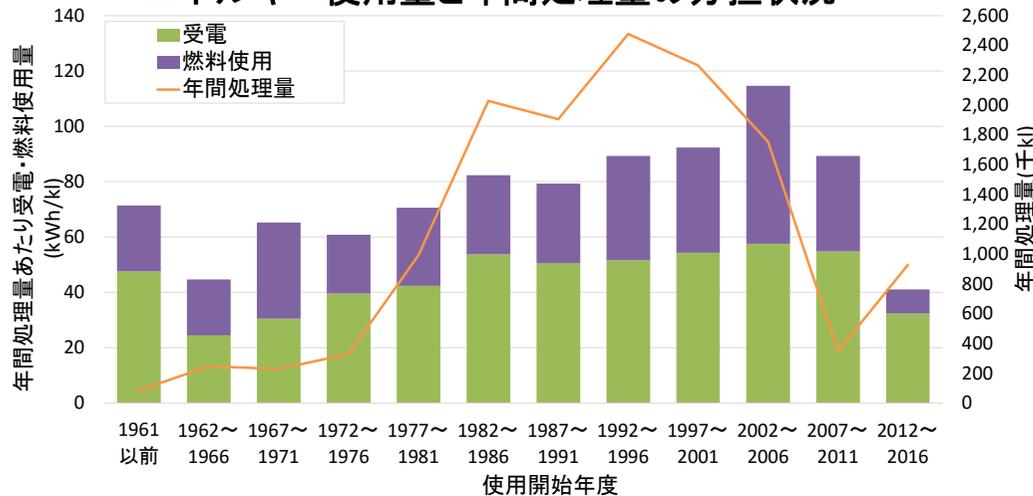
し尿処理施設における使用開始年度別処理能力規模別の処理能力量の分布



平均稼働率は施設ごとの稼働率の算術平均として算出。
 施設ごとの稼働率 = 年間処理量 ÷ ((日処理能力 kL/日 ÷ 月最大変動係数 1.15) × 365日)
 公共施設のみ(休廃止施設また年間処理量が0の施設を含む)

- ・し尿処理施設は、焼却施設に比べ、長期間使われている施設も少なくない。し尿処理施設の置かれた状況として、下水道普及に伴う搬入量減少及び浄化槽汚泥割合増加(くみ取り・下水道など集合処理計画区域から転換)があり、それに伴う低負荷への対応や施設の高経年化(財政状況)が指摘されている。(都市清掃 No.344(2018))
- ・2007年度以降も以前より少ないが整備は継続。
- ・現在している施設の範囲では、30年前の施設でも、稼働率が必ずしも低いとも限らない。
- ・処理方式は、1980年以降は標準脱窒素処理方式、続いて、高負荷脱窒素処理方式、その後は複数の処理方式の組合せ(その他)に移り変わってきた。

し尿処理施設における使用開始年度別エネルギー使用量と年間処理量の分担状況



※有効施設のみ(年間処理量が0ではない6休廃止施設を含む)
 出典:平成28年度一般廃棄物処理実態調査データより作成

- ・エネルギー使用量原単位を使用開始時期別(ただし現存施設)にみると、2006年までは電気・燃料ともに増加傾向にあったようであるが、それ以降は減少しているようである。

汚水処理方式別のし尿処理施設の燃料・電気使用状況(有効施設のみ)

- ・処理方式別に電気の使用量原単位が顕著に異なるわけではないようであるが、膜分離方式がやや大きく、嫌気性方式がやや少ないように見える。
- ・燃料使用量原単位も処理方式による顕著な違いはないようであるが、標脱及び好気がやや小さいようにも見える。
- ・いずれにせよ、近年増加している「**その他**」(複数の処理方式を選択している場合が含まれる。)の**該当施設数が多いこともあり、明確な傾向を読み取りがたい。**(⇒別途に複数方式を前提に回帰分析を実施した結果、規模(処理量)増大により電気使用量は逡減するほか、汚水処理方式のうち「嫌気」・「下水投入(一次処理含む)」は電気使用量が少なく、「標脱」・「高負荷」の脱窒素及び「膜分離」で電気使用量が増加する傾向があると考えられた。)

No.	汚水処理方式(集計用)	施設数	年間処理量					処理能力合計				燃料・電気使用量の合計		燃料使用原単位(MJ/kl)					電気使用原単位(kWh/kl)				
			し尿合計(kl)	浄化槽汚泥合計(kl)	有機性廃棄物合計(t)	その他合計(kl)	合計(kl)	し尿・浄化槽汚泥(kl/日)	有機性廃棄物(t/日)	資源化能力(t/日)	計画メタンガス(バイオガス)量(m ³ /日)	燃料使用(GJ)	電気使用量(MWh)	算術平均	加重平均	最大値	最小値	中央値	算術平均	加重平均	最大値	最小値	中央値
1	標脱	157	1,139,258	2,928,809	2,866	70,184	4,141,117	17,064	524	158	776	464,720	215,484	120	112	653	0	68	69	52	757	2	56
2	高負荷	102	858,582	1,492,126	5,971	7,778	2,364,456	9,483	20	52	0	343,586	123,322	232	145	2,573	0	120	78	52	975	24	57
3	好気	39	243,059	513,848	3,623	0	760,530	3,040	22	112	452	59,706	34,580	125	79	467	0	44	84	45	294	19	62
4	膜分離	25	132,120	342,331	216	4,943	479,610	1,727	38	14	0	71,365	28,601	207	149	892	0	176	69	60	166	36	65
5	嫌気	19	150,209	141,125	0	184	291,518	1,466	2	10	2,654	39,705	8,307	161	136	480	0	130	39	28	204	1	32
6	その他	248	1,636,502	3,897,157	15,132	12,598	5,561,390	23,321	343	353	7,262	681,825	267,299	158	123	4,267	0	36	83	48	2,702	2	55
合計		590	4,159,729	9,315,396	27,809	95,687	13,598,620	56,101	948	700	11,144	1,660,908	677,592	160	122	4,267	0	61	76	50	2,702	1	56

公共施設の有効施設のみ(休廃止施設また年間処理量が0の施設を含む)有機性廃棄物の年間処理量tをklとみなした。加重平均=Σ燃料÷Σ処理量

出典:平成28年度一般廃棄物処理実態調査結果よりパシフィックコンサルタンツ作成

汚泥処理方式別のし尿処理施設の燃料・電気使用状況(有効施設のみ)

- ・汚泥の焼却や乾燥を行っている施設で燃料使用量の原単位が大きい傾向にある。
- ・電気使用量の原単位は、汚泥処理方式によって顕著な違いは見られない。

N O.	汚泥処理方式の 組み合わせ種類	施設 数	年間処理量					処理能力合計				燃料・電気使用量 の合計		燃料使用原単位 (MJ/kl)					電気使用原単位 (kWh/kl)				
			し尿 合計 (kl)	浄化槽 汚泥合計 (kl)	有機性 廃棄物 合計 (t)	その他 合計 (kl)	合計 (kl)	し尿・ 浄化槽 汚泥 (kl/日)	有機性 廃棄物 (t/日)	資源 化 能力 (t/日)	計画 メタン ガス (バイオ ガス) 量 (m3/日)	燃料使用 (GJ)	電気 使用量 (MWh)	算 術 平 均	加 重 平 均	最 大 値	最 小 値	中 央 値	算 術 平 均	加 重 平 均	最 大 値	最 小 値	中 央 値
1	脱水	243	1,804,013	3,972,019	17,219	22,490	5,815,741	519	24,268	303	6,239	162,604	266,954	42	28	608	0	0	74	46	2,702	1	50
2	脱水, 乾燥, 焼却	133	953,258	2,323,332	3,444	3,071	3,283,106	162	13,105	93	1,506	778,695	184,401	276	237	2,573	0	228	77	56	1,249	22	59
3	脱水, 焼却	60	389,576	1,129,041	0	66,287	1,584,904	37	6,150	49	269	170,998	66,861	171	108	1,421	0	117	58	42	166	2	54
4	脱水, 乾燥	57	498,841	812,387	3,933	1,364	1,316,526	126	5,282	147	2,501	219,449	73,628	261	167	2,533	0	207	94	56	757	31	60
5	焼却	39	139,691	467,304	59	1,396	608,449	2	2,834	27	0	239,591	39,249	369	394	4,267	0	265	85	65	337	20	74
6	その他	31	184,018	191,515	3,021	177	378,731	21	2,385	53	3	4,343	14,377	117	11	2,470	0	0	91	38	1,160	7	28
7	乾燥	9	72,375	116,580	0	154	189,109	78	651	15	0	35,218	11,178	256	186	716	48	183	64	59	84	36	65
8	脱水, 乾燥, 焼却, その他	5	43,555	110,168	0	0	153,723	0	395	4	0	26,562	6,151	188	173	372	7	143	61	40	117	31	40
9	乾燥, 焼却	4	19,434	77,868	14	748	98,064	0	328	1	0	14,556	4,705	231	148	405	107	207	88	48	196	32	61
10	脱水, その他	4	27,963	50,887	0	0	78,850	0	245	1	0	0	4,133	0	0	0	0	0	56	52	74	44	53
11	脱水, 乾燥, その他	3	17,264	34,663	118	0	52,045	3	227	7	626	4,014	3,894	71	77	92	44	76	81	75	106	53	85
12	乾燥, その他	1	8,820	22,967	0	0	31,787	0	110	1	0	4,878	1,595	153	153	153	153	153	50	50	50	50	50
13	脱水, 焼却, その他	1	922	6,664	0	0	7,586	0	120	0	0	0	465	0	0	0	0	0	61	61	61	61	61
合計		590	4,159,729	9,315,396	27,809	95,687	13,598,620	948	56,101	700	11,144	1,660,908	677,592	160	122	4,267	0	61	76	50	2,702	1	56

公共施設の有効施設のみ(休廃止施設また年間処理量が0の施設を含む)
有機性廃棄物の年間処理量tをklとみなした。加重平均=Σ燃料÷Σ処理量

出典:平成28年度一般廃棄物処理実態調査結果よりパシフィックコンサルタンツ作成

資源化処理方式別のし尿処理施設の燃料・電気使用状況（有効施設のみ）

- ・資源化処理方式「空白」（資源化無）に比べ、資源化方式での燃料・電気使用原単位が特に大きいようには見えない。
- ・「助燃剤製造」では、燃料使用原単位が顕著に小さく、電気使用原単位も比較的小さいようである。
- ・「炭化」で燃料使用原単位が大きい可能性が示唆される。

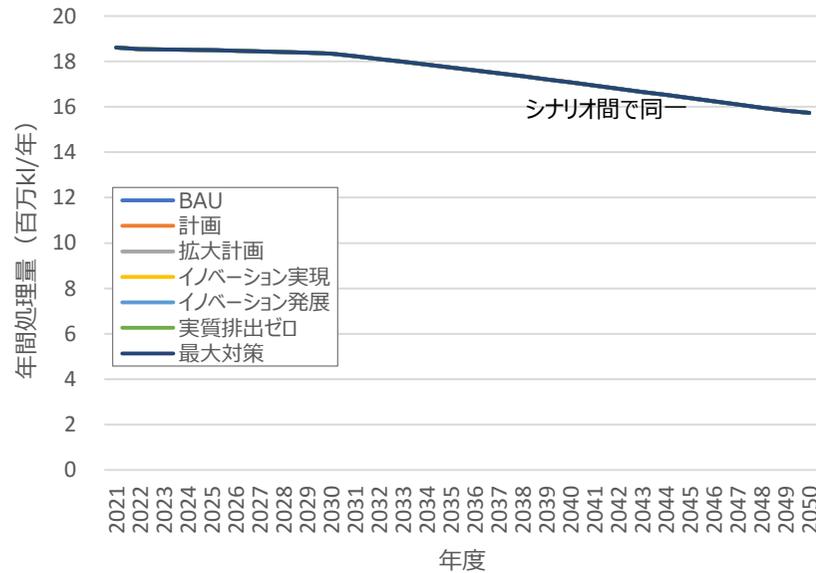
No.	資源化処理方式の組み合わせ種類	施設数	年間処理量					処理能力				燃料・電気使用量の合計		燃料使用原単位 (MJ/kl)					電気使用原単位 (kWh/kl)				
			し尿合計 (kl)	浄化槽汚泥合計 (kl)	有機性廃棄物合計 (t)	その他合計 (kl)	合計 (kl)	し尿・浄化槽汚泥 (kl/日)	有機性廃棄物 (t/日)	資源化能力 (t/日)	計画メタンガス (バイオガス) 量 (m3/日)	燃料使用 (GJ)	電気使用量 (MWh)	算術平均	加重平均	最大値	最小値	中央値	算術平均	加重平均	最大値	最小値	中央値
1	空白（資源化なし）	291	1,712,828	4,565,498	2,393	20,606	6,301,325	27,352	60	23	0	760,589	320,491	159	121	4,267	0	61	80	51	2,702	1	57
2	堆肥化	130	1,049,523	2,008,293	6,645	4,257	3,068,719	12,079	649	305	680	377,064	162,582	155	123	2,573	0	79	74	53	757	2	59
3	その他	99	749,489	1,568,065	100	63,232	2,380,886	10,197	151	160	192	333,954	114,240	184	140	2,470	0	51	81	48	1,160	2	54
4	助燃剤製造	18	287,458	452,861	4,965	2,078	747,362	2,301	7	78	0	5,554	25,706	8	7	87	0	0	37	34	74	10	37
5	メタン発酵	13	87,470	106,159	3,529	184	197,342	816	27	19	4,696	21,894	6,599	133	111	480	0	75	50	33	243	10	37
6	メタン発酵,堆肥化	11	85,124	137,408	2,929	1,335	226,796	925	25	24	4,930	42,177	14,764	285	186	1,285	12	125	74	65	208	10	66
7	炭化	9	76,416	229,919	1,626	0	307,961	1,046	21	57	0	73,010	14,427	251	237	447	4	265	52	47	69	36	50
8	リン回収	4	17,459	24,544	4	0	42,007	189	0	1	0	4,164	1,955	71	99	191	0	46	63	47	107	24	60
9	堆肥化, その他	4	19,955	42,663	0	0	62,618	232	3	21	0	8,816	4,479	135	141	271	0	135	79	72	98	43	88
10	堆肥化, 炭化	4	23,541	85,952	0	0	109,493	381	1	4	0	18,880	5,114	161	172	332	0	156	63	47	104	35	56
11	堆肥化, 助燃剤製造	3	9,975	43,782	5,459	3,995	63,211	201	3	4	0	585	2,953	5	9	12	0	4	74	47	134	42	46
12	メタン発酵, その他	2	34,304	20,397	158	0	54,859	262	1	3	646	14,219	2,817	528	259	845	212	528	129	51	221	38	129
13	炭化, その他	2	6,187	29,855	0	0	36,042	120	0	0	0	3	1,466	0	0	0	0	0	67	41	108	27	67
合計		590	4,159,729	9,315,396	27,809	95,687	13,598,620	56,101	948	700	11,144	1,660,908	677,592	160	122	4,267	0	61	76	50	2,702	1	56

公共施設の有効施設のみ（休廃止施設また年間処理量が0の施設を含む）
有機性廃棄物の年間処理量tをklにみなす。加重平均＝Σ燃料÷Σ処理量

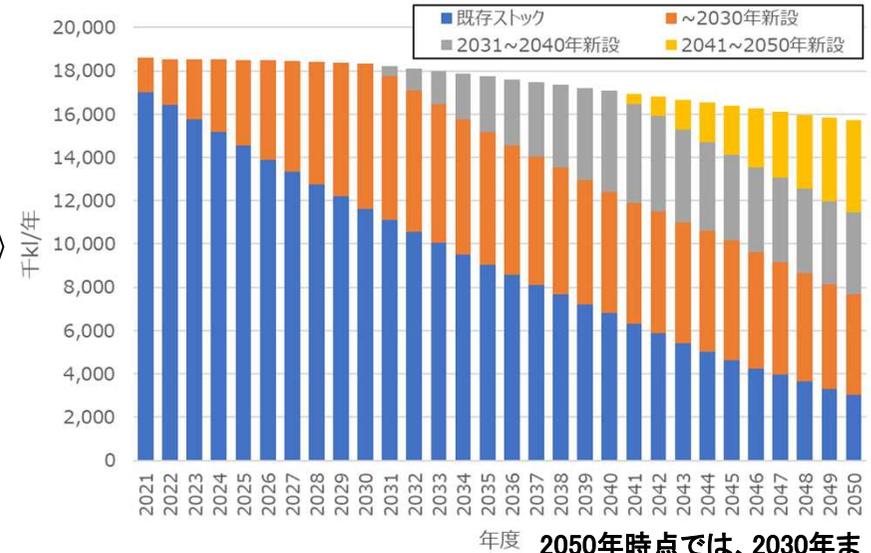
出典：平成28年度一般廃棄物処理実態調査結果よりパシフィックコンサルタンツ作成

し尿処理施設の将来推計結果例(シナリオ比較)

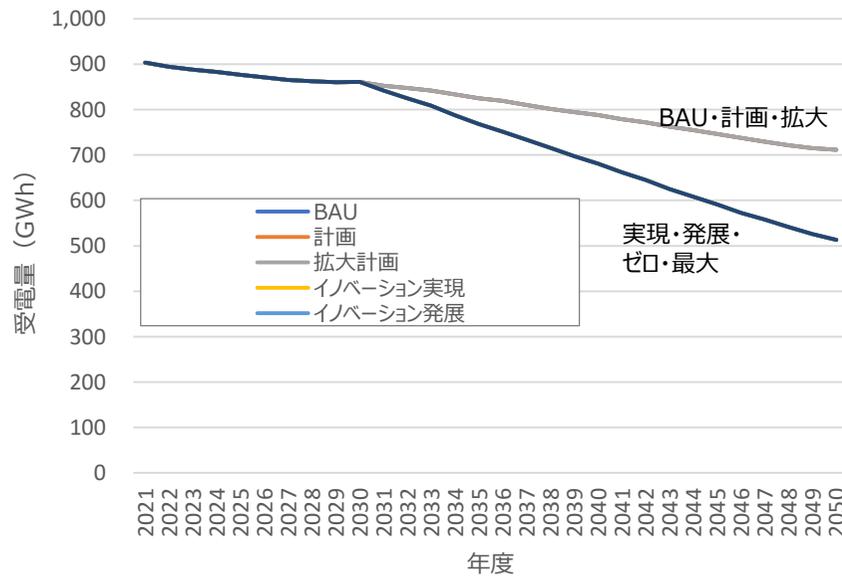
・し尿処理量



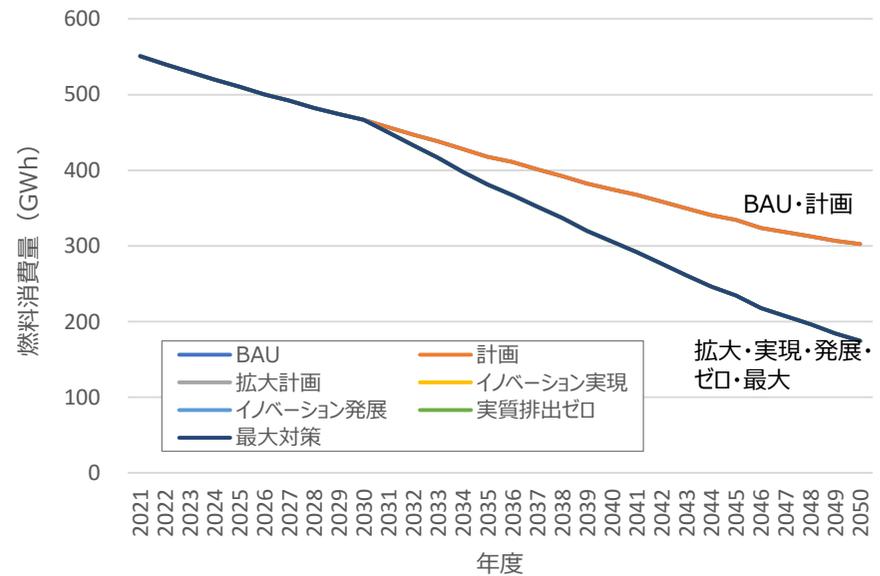
・処理量の運転開始年度別分担状況(計算結果)



・受電量



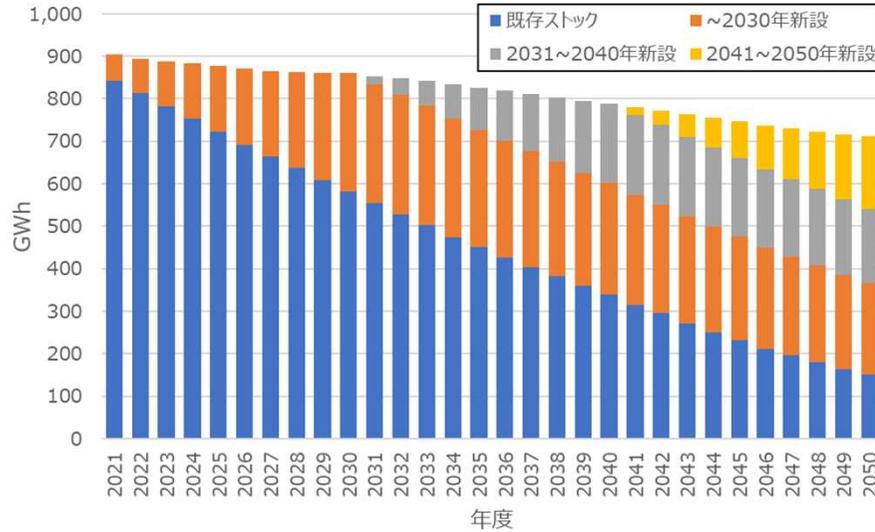
・燃料消費量



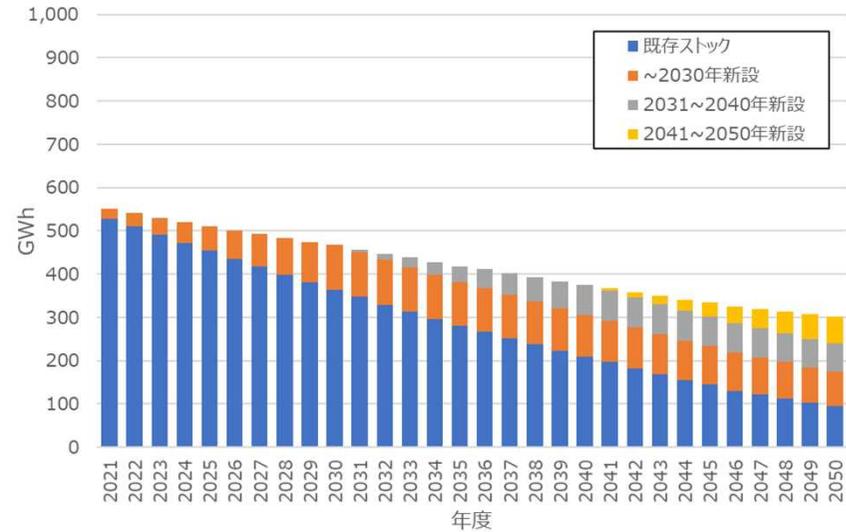
し尿処理施設の将来推計結果：計画シナリオ・イノベーション実現シナリオ

計画シナリオ

・受電量

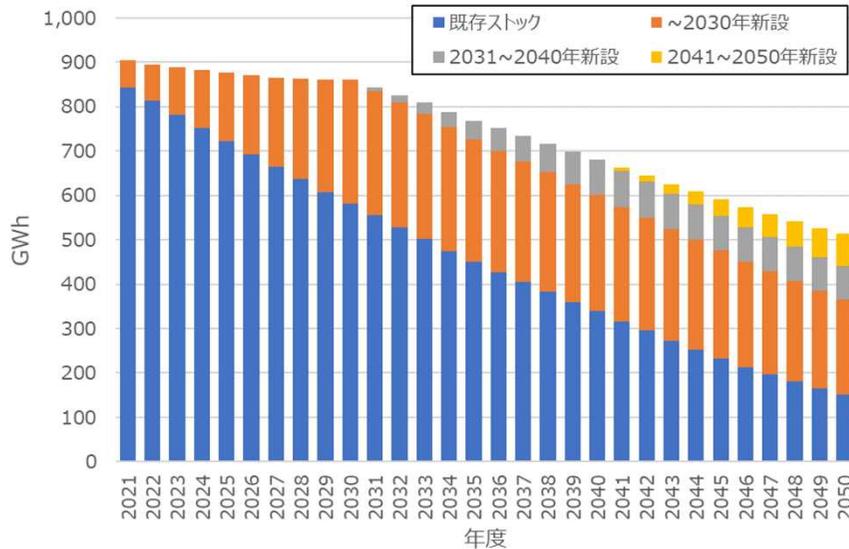


・燃料消費量

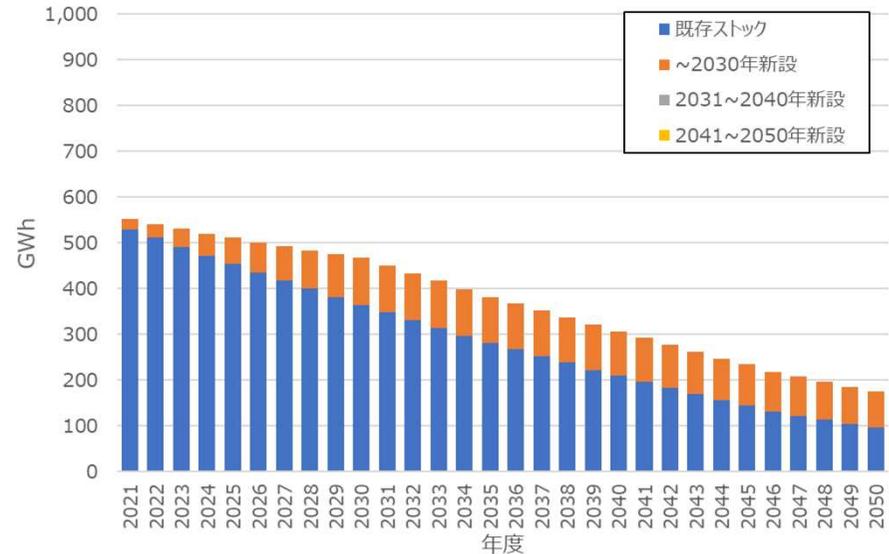


イノベーション実現シナリオ ・2031年以降使用開始施設のエネルギー使用量は少ない設定だが、それ以前の施設によるエネルギー消費量が多い。

・受電量



・燃料消費量



その他の燃料化・資源化施設・最終処分場・収集運搬の将来推計(前提条件)

今回の試算では、ごみ焼却施設・し尿処理施設以外では、施設の運転開始年別ストックやそれに応じたスペックの変化は基本的には想定せず、「処理量」×「エネルギー消費量原単位」による推計を実施した。

施設種類	設定条件
メタン発酵施設	エネルギー原単位の設定に用いた施設件数は3件に限られる。拡大計画シナリオ以降では、2031年度以降の新規導入施設では(規模の設定も含め)比較的エネルギー収支に優れた施設が整備されるとして、上記3件のうちエネルギー収支が優れた相対的に規模の大きい施設のデータを用いることとした。バイオガスの直接供給や液肥利用(による効果)は見込めていない。
その他(メタン発酵以外)の燃料化施設	将来のRDF生産量に、現状のごみ固形燃料化施設の平均的なエネルギー消費量原単位を乗じた。他の固形燃料製造方式(例:炭化、生物乾燥)の導入も考えられるが、計算上は省略した。
資源化等施設、粗大ごみ処理施設、その他施設	処理方式別の処理量比例でエネルギー使用量を計算。(資源化等施設は、堆肥化、飼料化、その他の資源化と焼却残渣の焼成等とに4区分した。)
最終処分場	最終処分量が減っても直ちに施設=最終処分場が減るとはいえず、稼働年数が延びる側面もありうるが、他方で新設が増えない可能性も考えられる。現時点では焼却やし尿処理、収集と比べてエネ起CO ₂ が多いわけではなく、最終処分量に比例してエネルギー使用量を計算した。なお、ブルドーザーなどは電化な困難な部類に属すると考えられ、イノベーション発展シナリオで炭素排出係数「ゼロ」とした。
コミュニティプラント	全国の総人口に比例してエネルギー消費量が減少と仮定。

一般廃棄物処理でのシナリオ試算における計算上・データ面の課題や留意点について

【将来推計の基礎となる現状データ】

- ・一般廃棄物処理実態調査に基づいているが、活動量(電気・燃料・熱)やその他のデータについて、報告の網羅性や信頼性には課題があることは、既往業務でも確認・報告されている。
- ・一定の確認・修正が行われていた平成28年度実績データを用いたが、いずれにせよ報告値ではエネルギー起源CO₂排出量が計算できず、原単位(平均値)・回帰式からの推計を行っている部分も少なくない。よって、推計方法見直し等により数値は変化しうる。
- ・民間施設については、焼却以外は全て推計による。また、民間施設は公共施設に比べ多様な類型(焼却、資源化、燃料化等)や異なる実態があると考えられ、公共施設データに基づく推計では限界も大きいと思われる。焼却についても、例えば燃料使用量が著しく大きい施設で異常値とみて集計に含めなかったものがあるが、本来は個別の確認が望ましく、その結果によっても数値は変化する。

【将来推計方法】

- ・施設数が多く、エネルギー使用・供給も多い焼却施設、し尿処理施設は年代別の施設存在量を計算に含めており、また、既存施設は現状の、将来施設は方式・規模別のエネルギー関連の原単位等を設定したが、施設個別に改廃や発熱量変化は想定していない。
- ・すなわち、全国平均としての同一(単一)のパラメータを発熱量等については適用しており、施設別の違い(分布)をみているわけではない。このため、焼却ごみの発熱量低下時には、日本全体平均では自燃可能であっても、施設によっては無理な場合も当然ありうるが、そのような考慮はできていない。また、発熱量変化の取り扱い自体、単純に発電電力量が比例するだけの計算であり、それによって受電や送電は変化させているが、自燃不可(燃料消費量の増加)になる考慮はできていない。
- ・また、広域化・集約化との関連でいえば、空間的な検討を行えているわけではない。
- ・メタン発酵については、現状施設のデータが不足しており、将来施設についても規模別の想定はできておらず、発酵残渣の対応方式(液肥利用/水処理)による違いも含めて、将来推計に用いたデータは不十分であるのが今回試算の状況。一方、焼却側では含水率増加による発電効率低下の考慮は不十分である。従って、本モデルにおいて、高効率発電による焼却とバイオガス化のエネルギー収支面で比較評価できるレベルにはない。
- ・他の施設種類は、エネルギー起源CO₂に及ぼす影響が小さいものが多いと思われることから、以上の3施設種類とは異なり、施設の運転開始年次別の推計は実施していない。ただし、燃料化・資源化の方式によっても、エネルギー原単位が相違するところ、本試算では、それらを十分に区分できていない可能性がある。現状データの制約・課題ともなるが、特に資源化施設については、資源ごみの選別等の一次搬入施設以外に、焼却残渣の焼成等の相当異なる施設が含まれている一方で、灰溶融施設は現状では焼却施設に区分されている。このため、民間施設も含め焼却残渣の処理・資源化のフローやエネルギー消費量の推計が十分ではない。これらの処理方式における区分化等は、今後の課題である。なお、その際には、資源化であれば、直接資源化、排出後の施設での資源化、処理残渣資源化の数量を区別して整理していく必要もあるのではないかと考えられる。

【その他の課題】

- ・熱需要のポテンシャルについては、全国集計ではなく、有力地点別の精査の積み上げが必要ではないかと考えられた。
- ・本試算は、現状の稼働率や残存率が前提。稼働率や残存率が変化すれば、今後の新設施設の導入時期・規模は変わり得る。
- ・今後、同様な計算を実施していくとすれば、そのデータ基盤としては5年単位として2020年度(令和2年度)が有望と考えられる。このため、現在実施中の一般廃棄物処理実態調査の結果精度を高めていくことが期待される。